

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC

CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

FRANCIELI BORGES TARTARI

**ONTOARTE: USO DE ONTOLOGIA PARA ANOTAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE
INFORMAÇÃO EM IMAGENS DE ARTE**

CRICIÚMA, NOVEMBRO DE 2009

FRANCIELI BORGES TARTARI

**ONTOARTE: USO DE ONTOLOGIA PARA ANOTAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE
INFORMAÇÃO EM IMAGENS DE ARTE**

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

Orientador: Prof. MSc. Leila Lais Gonçalves

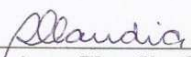
Co-Orientador: Prof. Esp. Fabrício Giordani

CRICIÚMA, NOVEMBRO DE 2009

FRANCIELI BORGES TARTARI

**ONTOARTE: Uso de ontologia para anotação e recuperação de
informação em imagens de arte**

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.

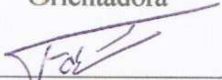


Profa. MSc. Ana Claudia Garcia Barbosa
Coordenadora do Curso de Ciência da Computação

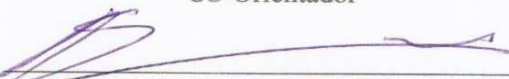
Banca Examinadora:



Profa. MSc. Leila Laís Gonçalves
Orientadora



Prof. Esp. Fabrício Giordani
Co-Orientador



**Prof. MSc. Cristian Cechinel (Eng. Computação – Universidade Federal de
Bagé/RS)**



Profa. MSc. Cristiane Raquel Woszezenki (UNESC)

Aos meus maravilhosos pais, Tarcisio e
Fátima, minha querida família, meu amor
Renan e meus amigos pelo apoio concedido
até aqui.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me guiar e iluminar ao longo da vida, permitindo que eu continue buscando e realizando os meus sonhos.

Agradeço também:

A minha família que é tudo para mim, me proporcionando educação, amor e respeito, além de me apoiarem incondicionalmente durante minha vida.

Aos meus colegas de graduação pela amizade e incentivo no decorrer do curso.

A Sistema Informática que acreditou em meu potencial e permitiu que eu demonstrasse meu conhecimento no decorrer dos anos de serviço.

O meu namorado que sempre me incentivou no decorrer da minha graduação, me proporcionando alegria e amor.

O meu co-orientador Fabricio que sempre esteve disposto a me ajudar.

E finalmente, não poderia deixar de agradecer a uma grande incentivadora deste trabalho, a minha professora e orientadora Leila, que contribuiu com o seu conhecimento, amizade e orientação.

“O insucesso é apenas uma oportunidade para
recomeçar de novo com mais inteligência.”

Henry Ford

RESUMO

O aumento na quantidade e na diversificação dos tipos de informações disponibilizadas na Web tem originado, entre outras questões, necessidades diferenciadas na sua recuperação, exigindo melhor estruturação dos dados e das ferramentas que utilizam as anotações de estrutura para recuperá-las. Tratando-se de recuperação de imagens em páginas Web a partir do conteúdo textual associado à mesma, o problema agrava-se, porque, na maioria das vezes, as informações não apresentam estruturação semântica. A estruturação é possível com o uso de ontologia, sendo necessário o processo de anotação semântica, baseado no conteúdo e nas associações relacionadas às imagens. Este trabalho aborda técnicas de anotação de imagens fundamentadas na proposição de uma ontologia de obras de arte, utilizando os padrões da Web Semântica. A ontologia proposta foi estruturada em OWL e XML com o uso da ferramenta Protégé. Para validar a ontologia, foi desenvolvido o protótipo OntoArte para recuperação de informações sobre imagens de arte disponibilizadas em páginas Web. A modelagem do OntoArte foi realizada no Zargo UML e o protótipo foi implementado com o Netbeans, utilizando Java Server Faces. Com isso, objetivou-se a análise dos benefícios obtidos pelo desenvolvimento da ontologia e do protótipo de recuperação de informação. Como validação, foi realizada também uma avaliação com usuários (leigos, experientes em uso de ferramentas de busca e com domínio em arte), a partir da observação de uso e aplicação de um questionário. Com a validação, foi possível obter a exatidão nos resultados. Isso possibilitou uma realimentação e uma adequação de termos na interface de busca, ampliando os relacionamentos entre as informações das imagens.

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

ABSTRACT

The increase in the number and variety of personal information available on the Web has led to, among other things, different needs in its recovery, requiring better structuring of data and tools that use the annotations framework to retrieve them. In the case of retrieving images on Web pages from the textual content associated with it, the problem is exacerbated because, in most cases, the information is not present structure semantics. The structure is possible with the use of ontology, it is necessary to the process of semantic annotation, based on the content and associations related to the images. This paper discusses techniques for annotating images based on the proposition of an ontology of works of art, using the standards of the Web Semantic. The proposal was structured ontology in OWL and XML using the Protégé tool. To validate the ontology, we developed the prototype OntoArte for retrieving information about art images available on Web pages of the modeling was performed in OntoArte Zargo UML and the prototype was implemented with NetBeans using Java Server Faces. Thus, the aim of the analysis of the benefits obtained by the development of ontology and the prototype information retrieval. As validation, was also carried out an evaluation with users (laymen, experienced in using search engines and have mastered the art), from the observation of the use and application of a questionnaire. With the validation, it was possible to obtain accurate results. This provided a feedback and an adjustment of terms in the search interface, expanding the relationships between the image information.

Keywords: Web Semantic, Annotation, Images, XML, OWL.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Arquitetura proposta para Web Semântica	23
Figura 2. Exemplo Simples de um Modelo Básico de RDF.....	25
Figura 3. Exemplo da Figura 2 no modelo RDF	26
Figura 4. Trecho de código OWL indicando os <i>Namespaces</i> utilizados.....	32
Figura 5. Trecho de código OWL referente ao cabeçalho de uma ontologia.....	33
Figura 6. Trecho de código OWL referente a classe de uma ontologia	34
Figura 7. Trecho de código OWL referente a indivíduo de uma classe	34
Figura 8. Arquitetura da ferramenta Protégé2000	36
Figura 9. Ontologia padrão do Protégé com a linguagem OWL	37
Figura 10. Cena de término de jogo	48
Figura 11. Diagrama para representação da imagem	51
Figura 12. Modelagem da Classe Onde.....	65
Figura 13. Modelagem da Classe Quando.....	66
Figura 14. Modelagem da Classe Que.....	66
Figura 15. Modelagem da Classe Como.....	67
Figura 16. Modelagem da Classe Sobre	67
Figura 17. Modelagem da Classe Quem.....	68
Figura 18. Modelagem da Classe Obra	69
Figura 19. Tipos de Projeto no Protégé	70
Figura 20. Modelagem das Classes e Subclasses	70
Figura 21. Propriedade Período da classe Quando	71
Figura 22. Anotação de um Indivíduo Obra.....	72
Figura 23. Descrição da ontologia OWL.....	73

Figura 24. Modelo MVC aplicado no projeto	74
Figura 25. Diagrama de classe do projeto	75
Figura 26. Parser Que	76
Figura 27. Atributos da classe critério.....	76
Figura 28. Método consultar.....	77
Figura 29. Método filtro	77
Figura 30. Método contem	77
Figura 31. Atributos da classe critério.....	78
Figura 32. Caso de uso do protótipo.....	79
Figura 33. Página de Busca	80
Figura 34. Demonstração dos Resultados	81
Figura 35. Redimensionamento da imagem	82
Figura 36. Detalhes da Obra.....	82
Figura 37. Relacionamento de Técnica	83
Figura 38. Gráfico 1 – Satisfação dos campos de inserção	86
Figura 39. Gráfico 2 – Satisfação dos campos de busca	113
Figura 40. Gráfico 3 – Frequência de utilização da opção “Avançado”	114
Figura 41. Gráfico 4 – Frequência de utilização da opção “Link Relacionado”	115
Figura 42. Gráfico 5 – Frequência de utilização da opção “Operador Lógico”	116
Figura 43. Gráfico 6 – Satisfação das informações inseridas para realizar a pesquisa	118
Figura 44. Gráfico 7 – Grau de facilidade de uso.....	119
Figura 45. Gráfico 8 – Tempo de resposta do protótipo.....	120
Figura 46. Gráfico 9 – Falhas e erros no uso do ambiente	121
Figura 47. Gráfico 10 – Conseguiu visualizar os resultados	122
Figura 48. Gráfico 11 – Resultados objetivos	123

Figura 49. Gráfico 12 – Forma que o protótipo disponibiliza as imagens	124
Figura 50. Gráfico 13 – Aceitação do OntoArte	127

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Satisfação dos campos de busca	87
Tabela 2. Classificação quanto a Satisfação dos campos de busca	113
Tabela 3. Frequência de utilização da opção “Avançado”	114
Tabela 4. Frequência de utilização da opção “Link Relacionado”	115
Tabela 5. Frequência de utilização da opção “Operador Lógico”	116
Tabela 6. Satisfação das informações inseridas para realizar a pesquisa	118
Tabela 7. Grau de facilidade de uso	119
Tabela 8. Tempo de resposta do protótipo	120
Tabela 9. Falhas e erros no uso do ambiente	121
Tabela 10. Conseguiu visualizar os resultados	122
Tabela 11. Resultados objetivos	123
Tabela 12. Forma que o protótipo disponibiliza as imagens	124

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
JSF	<i>Java Server Face</i>
MUC	<i>Message Understand Conference</i>
MVC	<i>Model view controller</i>
OWL	<i>Web Ontology Language</i>
PLN	Processamento de linguagem Natural
RDF	<i>Resource Description Framework</i>
RI	Recuperação de Informação
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
UNESC	Universidade do Extremo Sul Catarinense
URI	<i>Uniform Resource Identifier</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>
WWW	<i>World Wide Web</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 OBJETIVO GERAL	18
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.3 JUSTIFICATIVA	19
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	20
2 WEB SEMÂNTICA E A SIGNIFICAÇÃO DE CONTEÚDO	21
2.1 WEB DINÂMICA	21
2.2 WEB SEMÂNTICA	22
2.2.1 Camada Unicode e URI	24
2.2.2 Camada XML	24
2.2.3 Camada RDF	25
2.2.4 Camada de Ontologia	26
2.2.5 Camadas de Lógica, Prova e Confiança	27
2.3 ONTOLOGIAS	27
2.3.1 Metodologia para Criação de Ontologias	28
2.3.2 Elementos de uma Ontologia	30
2.3.3 Tipos de Ontologias	31
2.3.4 OWL	31
2.3.5 Ferramentas para Ontologia	35
2.3.6 Protégé2000	36
2.3.7 Ferramentas para Modelagem da Ontologia	38
3 ANOTAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÕES EM IMAGENS	39
3.1 ESTRUTURAÇÃO DAS INFORMAÇÕES NA WEB	39
3.2 INTEROPERABILIDADE NA WEB	40

3.2.1 RDF	41
3.2.2 Padrão Dublin Core	42
3.3 SIGNIFICAÇÃO E ANOTAÇÃO DE CONTEÚDO.....	43
3.4 REPRESENTAÇÃO DE INFORMAÇÕES EM IMAGENS	46
3.4.1 Representação da Informação Visual das Imagens.....	46
3.4.2 Representação da Informação Não Visual das Imagens.....	48
3.5 ANOTAÇÃO SEMÂNTICA DE CONTEÚDOS EM IMAGENS.....	49
3.6 RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÃO SEMÂNTICA NA WEB.....	51
3.6.1 Tecnologia de Recuperação de Informação na Web	53
3.6.2 Recuperação de Informação com Ontologias	55
3.6.3 Vantagens da Utilização de Ontologias para Recuperação	56
3.6.4 Sistemas para Recuperação e Utilização de Ontologias.....	57
4 TRABALHOS CORRELATOS.....	59
4.1 RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÃO EM DOCUMENTOS XML PARA COLEÇÕES HETEROGÊNEAS E INTERFACE PARA MÁQUINA DE BUSCA	59
4.2 INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÕES EM AMBIENTES CIENTÍFICOS NA WEB: UMA ABORDAGEM BASEADA NA ARQUITETURA RDF	60
4.3 EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA E A WEB SEMÂNTICA: MODELAGEM ONTOLÓGICA DE MATERIAIS E OBJETOS DE APRENDIZAGEM PARA A LATAFORMA COL	60
4.4 ONTOLOGIAS: INDEXAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE FOTOGRAFIAS BASEADAS NA TÉCNICA FOTOGRÁFICA E NO CONTEÚDO DA IMAGEM	61
4.5 EXTRAÇÃO DE INFORMAÇÃO PARA BUSCA SEMÂNTICA NA WEB BASEADA EM ONTOLOGIAS	62
5 ANOTAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÕES EM IMAGENS DE ARTE	63

5.1 METODOLOGIA.....	63
5.1.1 Ontologia para Imagens de Arte	64
5.1.1.1 Desenvolvimento da Ontologia Referente às Imagens de Arte.....	64
5.1.1.1.1 <i>Identificação da Finalidade e do Escopo da Ontologia</i>	65
5.1.1.1.2 <i>Construção da Ontologia</i>	65
5.1.1.1.2 <i>Avaliação da Ontologia</i>	73
5.1.1.1.3 <i>Documentação da Ontologia</i>	73
5.1.2 Recuperação das Informações nas Imagens Anotadas pela Ontologia	74
5.1.3 Avaliação do Protótipo OntoArte	83
5.1.4 Resultados obtidos	91
CONCLUSÃO	93
REFERENCIAS.....	95
APÊNDICE A - MATERIAL DE AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO ONTOARTE:	
QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO DO USUÁRIO.....	105
APÊNDICE B - AVALIAÇÃO DO ONTOARTE	111

1 INTRODUÇÃO

Em seu surgimento, a World Wide Web (WWW), ou simplesmente Web apresentava documentos compostos de textos e imagens estáticas com ligações entre os mesmos possibilitando a criação de uma rede. O aumento na quantidade e diversificação dos tipos de informações disponibilizadas na Web tem gerado dificuldades na recuperação de informações relevantes nos processos de busca (SILVA, 2003).

A forma para encontrar informação na Web consiste em identificar o assunto a ser pesquisado, por meio de uma ou mais palavras-chaves, em uma ferramenta de busca. Em grande parte das ferramentas, as informações utilizadas para obtenção dos resultados são os textos e metadados disponíveis no documento. Esta estratégia é indicada quando a necessidade de informação do usuário está presente explicitamente nos documentos (WHITE, 2006).

Porém, ao realizar uma busca, o usuário nem sempre consegue identificar nas palavras-chave o termo exato que deseja encontrar sendo que o vocabulário utilizado pode apresentar diferentes sinônimos e polimorfismos, bem como diferentes significados na composição de palavras. Outra questão observada é a necessidade de identificar, na palavra-chave informada, associações possíveis para obtenção de resultados similares (SILVA, 2003).

Um dos fatores que deve ser considerado na situação exposta é a falta de estruturação semântica das informações contidas nas páginas Web. Para atender as necessidades diferenciadas na recuperação de informação mais precisa e relevante, é imprescindível prover significação dos dados que compõem as páginas por meio de anotação semântica.

Diante disso, Berners-Lee (2001) propôs a reestruturação da Web através da atribuição de significados a cada um dos objetos representados pela Web. Esta transformação da Web recebeu o nome de Web Semântica.

Existem duas abordagens para a anotação de imagens, no sentido de prover estrutura e semântica, (MIRANDA, 2007): a primeira é conhecida como anotação com base no conteúdo, em que a anotação é realizada de modo automático, por meio de algoritmos computacionais, e portanto é considerada no nível sintático; e a segunda é conhecida como anotação com base em conceitos, que faz a recuperação por meio das informações especificadas na imagem, desta forma, atua no nível semântico. Assim, as anotações no nível semântico podem ser representadas por meio de ontologias.

As ontologias incluem vocabulários e especificações de seu significado. Assim, o significado deve abranger definição e uma indicação de como os conceitos estão relacionados, o que resulta na estruturação do domínio de conhecimento (USCHOLD; GRUNINGER, 1996). Dessa forma, o desenvolvimento prévio de ontologias pode possibilitar uma descoberta de conhecimento mais significativa e uma recuperação de dados de forma precisa, já que os dados serão estruturados com base em um domínio específico.

As ferramentas de busca têm se especializado para melhorar seus resultados, desenvolvendo mecanismos específicos como o de busca de imagens. Exemplos destas ferramentas são: Google Images, Look4Picture e Bing Images. Segundo a consultoria Stone Temple, as buscas de imagens correspondem cerca de 5.7% de todas as buscas do Google e mais de 15% das buscas de textos relacionadas a imagens (CRUM, 2009). O Google Images possui mecanismos avançados de busca permitindo especificar, entre outros atributos, a extensão e tamanho de arquivo, tipo e cor de imagem. Já a ferramenta Look4Picture Tecnológica (2009), baseia-se nas cores e na composição de uma imagem e busca imagens com padrões semelhantes. Outra ferramenta de busca de imagem é o Bing Images no qual

possibilita filtrar resultados de imagens por tamanho, layout, cores, entre outros (CHALOM, 2009).

Apesar das ferramentas apresentarem recursos avançados de busca, a maioria ainda não utiliza as anotações de estrutura semântica para recuperar as imagens das páginas Web (MIRANDA, 2007).

Diante do exposto acima, esta pesquisa buscou propor uma ontologia no domínio específico de imagens de arte para sua anotação semântica e na criação de um protótipo para recuperação de informações sobre as imagens disponibilizadas em páginas Web a partir dos elementos anotados na ontologia.

1.1 OBJETIVO GERAL

Anotar e recuperar informações nas imagens de arte com o uso de ontologias.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos desta pesquisa são:

- a) compreender a Web Semântica, seus elementos (ontologia, metadados, linguagem OWL e XML) e sua aplicação na estruturação de conteúdos na Web;
- b) pesquisar ontologias existentes;
- c) desenvolver uma ontologia para imagens de arte;
- d) aplicar OWL para a anotação de imagens de arte na página Web;
- e) elaborar um protótipo para recuperar informações em imagens de arte em páginas Web, a partir dos elementos anotados;

- f) demonstrar um estudo de caso dos resultados obtidos com o protótipo de recuperação de informações no domínio de arte em páginas Web.

1.3 JUSTIFICATIVA

As imagens são usadas por diversas áreas e por diferentes tipos de profissionais, sejam eles educadores, editores de jornais, publicitários, historiadores, programadores. Independente da área e função, os usuários frequentemente encontram dificuldade para encontrar imagens que atendam às suas necessidades (MIRANDA, 2007).

As ferramentas de busca na Web analisam o texto na página próximo à imagem, a imagem em si e outros atributos empregados para deduzir o conteúdo da imagem. O resultado das buscas por imagens em páginas Web, assim como o de texto, tem se mostrado pouco eficaz, retornando muitas ocorrências, porém com pouca relevância (BREITMAN, 2005).

Uma proposta para aumentar a eficácia dos resultados de busca é utilizar a estruturação semântica na elaboração e na recuperação das informações contidas nas páginas Web (LEE, 1998). Ao estender a anotação das imagens para além das informações usuais como legenda da figura e título, é possível retratar melhor a informação contida na imagem, objetivando precisão na recuperação da informação (MIRANDA, 2007).

Uma ontologia de descrição, que represente o conteúdo, a significação e a informação não visual de uma imagem, é uma alternativa que possibilita a recuperação de imagens na Web de forma eficiente e com capacidade de atender as necessidades dos usuários (MIRANDA, 2007).

As ontologias são modelos conceituais que capturam e explicitam o vocabulário utilizado nas aplicações semânticas. O benefício da utilização desta técnica é a sua capacidade de classificar os resultados das pesquisas encontradas nas páginas Web referentes às imagens

em vários formatos. Além disso, é possível o compartilhamento da informação e a possibilidade de reuso do conhecimento sobre domínios específicos (BREITMAN, 2005).

A utilização de ontologias proporciona vantagens como: acesso mútuo dos componentes as informações e funcionalidades; pesquisa e navegação; utilização de meta-conhecimento¹ para auxiliar na navegação e ampliar consultas, evitando a reconstrução de componentes já existentes (MENZIES, 1999). De acordo com Câmara et al (2001), as ontologias permitem a identificação de classes específicas de objetos e relacionamentos que existam em um domínio de conhecimento.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho possui cinco capítulos, sendo o primeiro composto pela introdução, objetivos e justificativa.

A Web Semântica é abordada no Capítulo 2, mostrando suas definições e contextualização de suas camadas.

No Capítulo 3 são abordadas: a anotação e a recuperação de informação em imagens; a estruturação de informações; a interoperabilidade na Web; a significação e a representação de conteúdo; as tecnologias de recuperação e as vantagens na recuperação por meio de ontologias. Trabalhos correlatos são apresentados no Capítulo 4.

No Capítulo 5, são apresentados o trabalho desenvolvido e os resultados obtidos. Por fim, tem-se a conclusão e as sugestões para trabalhos futuros.

¹ Consiste na reutilização de um conhecimento para uma nova definição do mesmo domínio (NIGRO; CÍSARO; XODO, 2008, tradução nossa).

2 WEB SEMÂNTICA E A SIGNIFICAÇÃO DE CONTEÚDO

A Web Semântica² permite um avanço sobre a Web Atual, pois realiza anotações e recuperações sobre dados estruturados de forma precisa (BREITMAN, 2005).

Neste capítulo é realizada uma revisão bibliográfica referente à Web Semântica. Inicialmente, dá-se uma visão geral sobre a Web e sua evolução. Em seguida, aborda-se Web Semântica e seus recursos.

2.1 WEB DINÂMICA

A forma mais usual de disponibilizar informações digitais é por meio da *World Wide Web*, que disponibiliza aos usuários uma interface fácil e ágil para armazenamento e buscas nas suas páginas. Entretanto, a Web atual, também definida como Web Dinâmica (BREITMAN, 2005), encontra-se com sérios problemas no que se refere a recuperação de conteúdos, pois os resultados apresentados são pouco precisos, gerando muitas informações que não se enquadram na pesquisa realizada (SILVA, 2003).

Conforme Breitman (2005) e Silva (2003), é possível elencar alguns problemas que ocorrem atualmente com os atuais mecanismos de buscas:

- a) grande número de páginas encontradas, porém com pouca precisão. Isto ocorre pelo fato de terem muitas páginas na Web e, na maioria dos casos os resultados de buscas retornam às páginas de interesse médio e pouco relevante ao assunto pesquisado;
- b) páginas similares, os retornos das páginas de busca acabam mostrando inúmeras vezes a mesma página;

² Segundo o dicionário de língua portuguesa, a palavra semântica explica e estuda as variações da significação vocabular (BUENO, 1996).

c) resultados são extremamente sensíveis ao vocabulário. Em determinados casos, até mesmo a ordem das palavras ocasionam impacto no retorno das buscas.

Uma das razões pelas quais as máquinas não conseguem fazer estas interpretações supracitadas, é porque as páginas da Web não contêm informações sobre si mesmas, ou seja, não possuem descritores de que assuntos se referem, e ainda as máquinas não levam em consideração sinônimos e polimorfismos das palavras (BREITMAN, 2005).

Desta forma, como recurso para estes problemas, surgiu a Web Semântica, com a finalidade de que as máquinas façam o processamento e retornem dados precisos em mecanismos de buscas na Web.

2.2 WEB SEMÂNTICA

A Web Semântica permite que os computadores trabalhem em cooperação com as pessoas, pois as informações são estruturadas, mantendo seu significado bem definido (LEE, 1998, tradução nossa).

Mecanismos baseados em regras na Web Semântica viabilizam agentes inteligentes para executarem tarefas sofisticadas, ou seja, se em uma determinada página existir a palavra “banco” será possível distinguir o seu significado, seja ele um “assento” ou um “estabelecimento comercial” (ARAUJO, 2003).

Para o desenvolvimento da Web Semântica, a partir do uso intensivo de tecnologias como metadados³, XML, RDF, ontologia, entre outros, é possível obter o acesso automatizado às informações, com base na estruturação semântica dos dados (LEE, 1998, tradução nossa).

³ São dados sobre dados, ou seja, são informações sobre um documento, como data, editora e, entre outros (BREITMAN, 2005).

Portando, a Web Semântica fornece um significado bem definido sobre os dados presentes na Web (LEE, 1998, tradução nossa). A significação é estruturada no formato de marcação, no qual são realizadas as anotações semânticas a partir de *tags*, metadados ou com dados próprios.

Segundo Breitman (2005) a Web Semântica permite:

- a) organizar o conhecimento em espaços conceituais. Essa organização é realizada por máquinas que serão capazes de fazer a seleção e recuperação da informação;
- b) que ferramentas automatizadas sejam responsáveis pela descrição e pela verificação das novas informações;
- c) substituir mecanismos de buscas baseados em palavras-chave por buscas avançadas.

Neste contexto, diversas camadas, como ilustrado a Figura 1, especificam a identificação de recursos na Web Semântica.

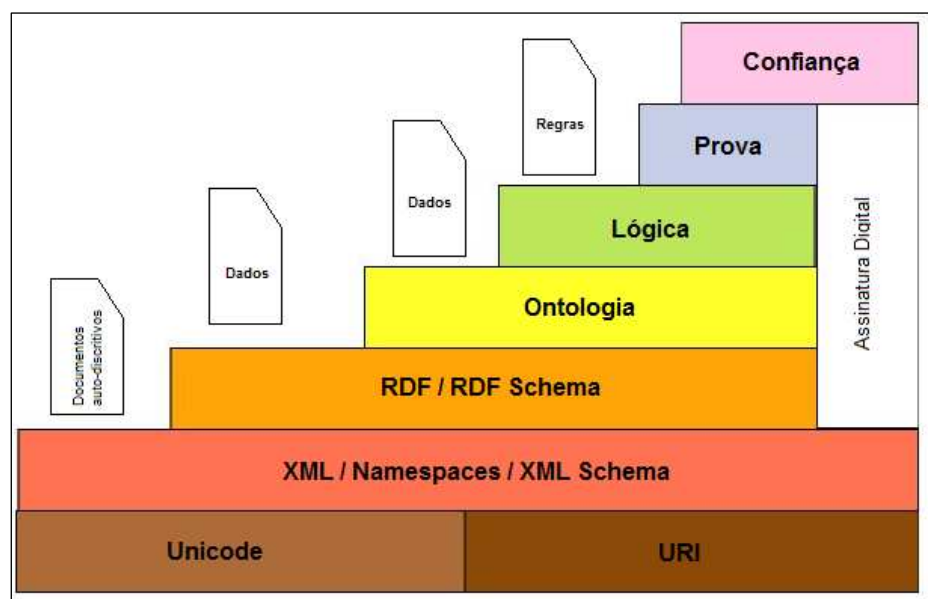


Figura 1. Arquitetura proposta para Web Semântica
Fonte: Adaptado de LEE, T. (1998)

As camadas da estrutura da Web Semântica estão descritas, detalhadamente, nas próximas seções.

2.2.1 Camada Unicode e URI

Fundamentalmente, os computadores lidam apenas com números, armazenam letras e outros caracteres, codificando e gerando número para cada caractere. A camada Unicode fornece uma codificação única, permitindo que os dados a serem transportados não considerem a plataforma e não ocorram interrupções (UNICODE, 2009, tradução nossa).

O padrão Unicode⁴ tem sido adotado por grandes empresas no setor da informática como HP⁵, Apple⁶, IBM⁷, SAP⁸, entre outros.

As *Uniform Resource Identifier* (URI) são *strings* empregadas para identificar recursos na Web com um endereço único, como páginas, documento e imagens (GLONVEZYNSKI, 2005).

2.2.2 Camada XML

Uma alternativa para que se tenha semântica na Web é com a utilização de metadados. Conforme Ferreira (2006), o XML permite a viabilização deste processo, pois é possível adicionar estruturação semântica nos documentos, por meio da criação de *tags*.

Com a utilização do XML, é plausível a interoperabilidade, pois seus dados são portáteis entre diferentes aplicações e sistemas, uma vez que o XML é independente de plataforma.

⁴ <http://www.unicode.org> – Página oficial do Padrão Unicode

⁵ <http://welcome.hp.com/country/br/pt/welcome.html> - HP

⁶ <http://www.apple.com> - Apple

⁷ <http://www.ibm.com> - IBM

⁸ <http://www.SAP.com/Brazil> - SAP

2.2.3 Camada RDF

O *Resource Description Framework* (RDF) é indicado pelo *World Wide Web Consortium* (W3C⁹) para representação ou definição de metadados, além de permitir a troca de informações compreensíveis por máquinas na Internet (KLYNE; CARROLL, 2004, tradução nossa).

Com a utilização do RDF, é possível fazer referências a objetos com URIs e definir vocabulários a serem referenciados. Desta forma, o RDF descreve recursos da Web (KOIVUNEN; MILLER, 1994, tradução nossa).

O modelo básico RDF consiste de três tipos de objetos (MANOLA; MILLER, 2004, tradução nossa):

- a) recursos (*Resources*): podem ser classificados como uma parte ou página da Web e ainda podem ser classificados como URIs;
- b) propriedades (*Properties*): são características específicas e atributos para descrever um recurso;
- c) declaração (*Statements*): é o recurso e a sua propriedade.

A Figura 2 ilustra os conceitos de recurso, propriedade e valor.

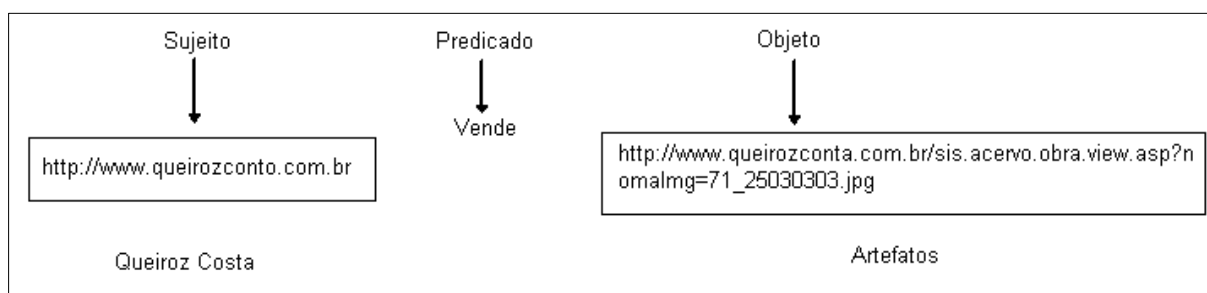


Figura 2. Exemplo Simples de um Modelo Básico de RDF

⁹ <http://www.w3c.org/> - O W3C desenvolve padrões para a criação e a interpretação dos conteúdos para a Web.

Sendo assim, recurso (sujeito) é, por exemplo, o “URL de uma página de escritório de arte”; propriedade (predicado) como “venda”; e valor (objeto) como “URL de uma venda de quadros”. Além disso, a união destes três conceitos também é conhecida como sendo uma tripla RDF (sujeito, predicado e objeto). A Figura 3 representa o código da representação do modelo RDF para o exemplo da Figura 2.

```
<rdf:Description about= http://www.queirozcosta.com.br/ >
  <vende>
    <rdf:Description about= http://www.queirozcosta.com.br/sis.acervo.obra.
view.asp?nomeImg=71_250378_A062.jpg>
  </rdf:Description>
</vende>
</rdf:Description>
```

Figura 3. Exemplo da Figura 2 no modelo RDF

A união desses conceitos com um URI garante a unicidade do significado das triplas, onde cada conceito tem uma única definição e as triplas formam uma relação em que usam regras de inferência para fazer as deduções (GLONVEZYNSKI, 2005).

2.2.4 Camada de Ontologia

As ontologias vêm ganhando espaço no domínio da Computação como meio de representar, compartilhar e reusar conhecimentos de forma legível para um computador (BREITMAN, 2005).

De acordo com Gruber (1997, p. 12, tradução nossa), “ontologia é uma especificação formal e explícita de uma conceitualização compartilhada”. Formal porque a ontologia deve ser passível de processamento automático; explícita porque os elementos estão claramente representados e definidos; conceitualização representa um modelo abstrato de algum fenômeno que indica os conceitos relevantes para a ontologia; e compartilhada porque a ontologia reflete um conhecimento geral (BREITMAN, 2005).

2.2.5 Camadas de Lógica, Prova e Confiança

A camada lógica consiste na escrita das regras que operam sobre as instâncias e os recursos, enquanto a camada de prova avalia e executa as regras e a camada de confiança analisa se a prova está certa ou não (KOIVUNEN; MILLER, 1994).

Para que essas camadas funcionem corretamente, é necessário que as camadas inferiores estejam bem estruturadas, pois nelas são definidos os mecanismos que executam inferências sobre os dados (GLONVEZYNSKI, 2005).

Como visto, nas camadas da Web Semântica, é possível destacar a camada de ontologia responsável por definir relações entre os dados tendo um entendimento comum e compartilhado de um domínio. Neste trabalho foi utilizada a camada de ontologia, que é descrita a seguir.

2.3 ONTOLOGIAS

O consórcio da W3C (2001) determina ontologia como “a definição dos termos utilizados na descrição e na representação de uma área de conhecimento”.

Uma ontologia necessariamente deve incluir um vocabulário de termos e alguma especificação de seu significado, mesmo que possa assumir inúmeros formatos. Assim sendo, o significado da ontologia deve abranger conceitos que são inter-relacionados, o que resulta na estruturação do domínio e nas restrições de suas interpretações (USCHOLD; GRUNINGER, 1996).

Por compartilharem conceitos, as ontologias estão especificadas em forma de vocabulários, que definem o sentido da palavra em um determinado domínio. Desta forma, os agentes de software apresentarão indução dos dados (GUARINO, 1996, tradução nossa).

Anotação semântica de ontologias é a representação em uma listagem formal sendo adicionada ao documento, com objetivo de salientar visualmente, complementar, corrigir e enriquecer semanticamente os conteúdos (EUZENAT, 2002 apud MATOS, 2008). Além disso, uma anotação semântica é uma referência a um ou mais termos formalmente determinados em uma ontologia (NUNES; FILETO, 2001).

Noy e McGuinness (2001, tradução nossa) apresentam as razões para construir ontologias:

- a) compartilhar entendimento comum da estrutura da informação entre as pessoas ou agentes de software;
- b) reaproveitamento de conhecimento;
- c) tornar o domínio explícito;
- d) separar o conhecimento do domínio do conhecimento operacional;
- e) analisar o conhecimento do domínio.

Assim sendo, para uma melhor compreensão sobre ontologias, a seguir serão abordados alguns tópicos referentes à este conceitos.

2.3.1 Metodologia para Criação de Ontologias

Para organização da construção e manipulação das ontologias, têm-se desenvolvido metodologias com a finalidade de reduzir as dificuldades encontradas no sua elaboração e facilitar seu reuso (PORFIRIO, 2008).

A seguir tem-se uma breve descrição sobre algumas metodologias mais citadas pela literatura para construção de ontologias:

- a) Uschold e King's: desenvolvida por Uschold e King em 1995, tal metodologia tem o intuito de desenvolver uma ontologia voltada para a modelagem de

negócios empresariais. O procedimento de construção da ontologia é totalmente separado da aplicação;

- b) Gruninger e Fox: desenvolvida pelo *Enterprise Integration Laboratory*, da Universidade de Toronto, em 1995. Voltada para as atividades de negócio e basicamente envolve a construção de um modelo lógico do conhecimento que especificam as carências da ontologia (ESBÍZARO, 2006). Este método não é construído diretamente: primeiramente, uma descrição informal da especificação da ontologia é elaborada e, após isto, a descrição é formalizada (ESBÍZARO, 2006). A construção desta ontologia está dividida nas seguintes fases (LÓPEZ, 2000, tradução nossa): capturar cenários de motivação, formular questões de competência informal, especialização da terminologia utilizando uma linguagem formal, formulação de questões de competência com uso da terminologia da ontologia, particularização dos axiomas e demarcação dos termos da ontologia com linguagem formal, estabelecer condições para caracterizar a integridade da ontologia;
- c) Kactus: criado por Amaya Bernaras e seus colegas. Visa o desenvolvimento de uma ontologia para reutilização dos conhecimentos adquiridos por meio das ontologias em todas as suas fases de construção (GÓMEZ-PÉREZ; FERNÁNDEZ-LÓPEZ; CORCHO, 2004, tradução nossa). As fases de construção de ontologias por meio desta metodologia são (STAAB; STUDER, 2004, tradução nossa): especificação da aplicação, projeto preliminar e definição dos refinamentos nessas fases. Essa metodologia utiliza a mesma base de conhecimento na construção da ontologia do domínio definido, podendo ser reutilizada ou integrada a outras em diferentes áreas (PORFIRIO, 2008);

d) Methontology: sua finalidade do desenvolvimento de ontologias a partir de um ponto inicial, reutilizando o conhecimento por reengenharia. Seu ciclo de vida baseia-se na evolução de protótipos, permitindo suas definições que possam ser adicionadas, removidas ou modificadas, conforme sua necessidade (LINHALIS, 2007).

2.3.2 Elementos de uma Ontologia

Segundo Palazzo (2006), os elementos pertencentes às ontologias são:

- a) hierarquia de conceitos: dividida entre entidades e relações; a primeira é definida por um conjunto de pares atributo-valor e corresponde às classes dos modelos orientados a objeto, à entidade do modelo relacional e aos termos do modelo lógico e relações; a segunda corresponde às associações e aos atributos dos modelos, cujos valores são objetos, relações do modelo relacional e dos predicados do modelo lógico;
- b) restrições: correspondem as assinaturas de classes em modelos orientados a objeto, aos axiomas universalmente quantificados em modelos lógicos e as restrições de integridade nos esquemas de banco de dados;
- c) regras dedutivas: permitem inferência automática da existência de outras instâncias e correspondem às regras dos sistemas especialistas e programações em lógica, aos métodos dos modelos orientados a objeto e às visões em banco de dados;
- d) instâncias de conceitos: correspondem ao fato de sistemas especialistas e às programações em lógica, aos objetos dos modelos orientados a objeto e aos dados da base de dados.

2.3.3 Tipos de Ontologias

As ontologias podem ser categorizadas de acordo com seu tipo (ALMEIDA; BAX, 2003; CAMADA; MENDONÇA, 2007; GÓMEZ-PEREZ, 2004 apud BREITMAN, 2005, p. 40; GUARINO, 1996, tradução nossa; PORFIRIO, 2008; SEMPREBOM, 2007):

- a) especialista: modela um domínio particular restrito;
- b) geral: é reutilizada em vários domínios, além de modelar o conhecimento de senso comum compartilhado por todos os seres humanos;
- c) conceitual: fundamenta-se na capacidade de pensar;
- d) linguística: fundamenta-se no vocabulário de alguma(s) língua(s);
- e) metadados: especializados na descrição de recursos on-line sobre qualquer domínio;
- f) tarefas e métodos: modelam procedimentos e comportamentos abstratos no lugar de entidades ou relações.

Foram propostas algumas linguagens de conhecimento para criação de ontologias, por exemplo, a OIL¹⁰, DAML + OIL¹¹ e OWL (BREITMAN, 2005). Nesse contexto, o trabalho desenvolvido mostra a linguagem OWL, que foi utilizada para a construção da ontologia no projeto.

2.3.4 OWL

Foi lançada pelo W3C em 2004 a *Web Ontology Language* (OWL) como revisão da linguagem DAML+OIL. Dentro da OWL, existem três linguagens com diferentes níveis de expressividade (RAMALHO, 2006):

¹⁰ <http://www.ontoknowledge.org/oil/> - OIL

¹¹ <http://www.daml.org/2001/03/daml+oil-index.html> – DAML + OIL

- a) OWL Lite: baseado em hierarquias e restrições simples. Possibilita apenas a definição de cardinalidade binárias. Permite a migração de sistemas baseados em tesauros¹² e taxonomias para o formato de ontologias;
- b) OWL DL: projetado para sistemas que precisam de um nível maior de detalhamento e restrições, suporta implementações baseadas em um indivíduo ou lógica descritiva. Não aceita que uma classe possa ser considerada um indivíduo ou uma propriedade e não aceita que o indivíduo possa ser considerado uma classe;
- c) OWL Full: projetado para suportar expressividade enquanto mantém completude computacional, de modo que possa violar restrições da lógica descritiva com o objetivo de ser compatibilizado com o maior número de banco de dados e sistemas de representação de conhecimento.

Nesse contexto, pode-se dividir a estrutura de um documento OWL, baseando-se nos seguintes elementos básicos (SMITH; WELTY; MCGUINNESS, 2004, tradução nossa): *namespaces*, cabeçalhos, classes, indivíduos, propriedades e restrições.

Os *namespaces* (Figura 4) são declarados entre etiquetas do tipo *rdf:RDF* e são definidos a partir de declaração XML, permitindo identificar sem ambiguidade a localização dos vocabulários correspondentes ao conjunto de conceitos utilizados na ontologia (SMITH; WELTY; MCGUINNESS, 2004, tradução nossa).

```

1 <rdf:RDF
2   xmlns      ="http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-guide-20040210/wine#"
3   xmlns:vin  ="http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-guide-20040210/wine#"
4   xml:base   ="http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-guide-20040210/wine#"
5   xmlns:food ="http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-guide-20040210/food#"
6   xmlns:owl  ="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
7   xmlns:rdf  ="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
8   xmlns:rdfs ="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
9   xmlns:xsd  ="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#">

```

Figura 4. Trecho de código OWL indicando os *Namespaces* utilizados
Fonte: SMITH, M; WELTY, C; MCGUINNESS, D. (2004)

¹² Tesauro - é uma lista de palavras com significados semelhantes, dentro de um domínio específico de conhecimento (BREITMAN, 2005).

As duas primeiras linhas identificam os nomes associados à ontologia, sendo que: a primeira linha contém apenas a etiqueta *rdf:RDF* indicando que as próximas declarações apontam o *namespace* da ontologia; a segunda linha indica o *namespace* padrão da ontologia; na terceira linha é apresentado um nome “vin” para a ontologia; a quarta linha identifica a URI base para a ontologia; e a quinta linha atribui uma ontologia de comida (*food*). As demais linhas: 6, 7, 8 e 9 indicam a localização dos vocabulários suportados pelas linguagens: OWL, RDF, RDFS e XML (SMITH; WELTY; MCGUINNESS, 2004, tradução nossa).

Uma vez que os *namespaces* foram definidos, é comum incluir uma coleção de sentenças sobre uma ontologia agrupada como um cabeçalho (Figura 5). O cabeçalho é definido como *owl:Ontology* e é responsável por registrar comentários, versões da ontologia, inclusão de propriedades de outras ontologias (SMITH; WELTY; MCGUINNESS, 2004, tradução nossa).

```

1 <owl:Ontology rdf:about="">
2   <rdfs:comment>An example OWL ontology</rdfs:comment>
3   <owl:priorVersion rdf:resource="http://www.w3.org/TR/2003/PR-owl-guide-20031215/wine"/>
4   <owl:imports rdf:resource="http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-guide-20040210/food"/>
5   <rdfs:label>Wine Ontology</rdfs:label>
6   ...

```

Figura 5. Trecho de código OWL referente ao cabeçalho de uma ontologia
Fonte: SMITH, M; WELTY, C; MCGUINNESS, D. (2004)

O elemento *owl:Ontology* é o local onde são colocados os metadados referentes ao documento, possibilitando a descrição de informação como versão e comentários que ajudam a identificá-lo. O atributo *rdf:about*, na primeira linha, fornece o nome ou referência para a ontologia. Caso não tenha nenhum valor específico a este atributo, o nome da ontologia é considerado como sendo a URI do elemento *owl:ontology*, que geralmente refere-se ao próprio documento que contém a ontologia. O atributo *rdfs:comment*, na segunda linha, possibilita inclusão de comentários sobre a ontologia, o *owl:priorVersion*. Na terceira linha

contém uma *tag* padrão utilizada para fornecer indicativos de controle de versão (SMITH; WELTY; MCGUINNESS, 2004, tradução nossa).

Um dos principais elementos que compõem as ontologias são as classes. As classes representam um conjunto de objetos, os quais partilham um grupo de características que os distinguem dos demais. Em OWL, classes são utilizadas para descrever fundamentos de um domínio, cada objeto pertence a uma classe genérica, *owl:Thing* (SMITH; WELTY; MCGUINNESS, 2004, tradução nossa). Na Figura 6 é demonstrado a código OWL referente à classe de uma ontologia.

```
1 <owl:Class rdf:ID="Winery"/>
2 <owl:Class rdf:ID="Region"/>
3 <owl:Class rdf:ID="ConsumableThing"/>
```

Figura 6. Trecho de código OWL referente a classe de uma ontologia
Fonte: SMITH, M; WELTY, C; MCGUINNESS, D. (2004)

As sentenças da Figura 6 estão definindo as classes: vinícola (*winery*), região (*region*) e coisas consumíveis (*consumable thing*).

Após a declaração das classes, são definidos os indivíduos. Os indivíduos são objetos pertencentes à classe e podem ser relacionados entre si por meio de propriedades (BREITMAN, 2005). Em OWL, um indivíduo é adicionado quando declarado que é membro da classe, conforme mostra a Figura 7, em que a *água* (indivíduo) é *coisa consumível* (classe).

```
1 <consumablething rdf:ID "water"/>
```

Figura 7. Trecho de código OWL referente a indivíduo de uma classe
Fonte: Adaptado de SMITH, M; WELTY, C; MCGUINNESS, D. (2004)

Conforme Smith, Welty e McGuinness (2004), propriedades servem para descrever fatos gerais, que podem se referir a todos os membros que pertencem a uma classe, por exemplo, os seres humanos bebem coisas consumíveis. Existem dois tipos de

propriedades: propriedade do tipo *object*, que tem relacionamento entre duas classes; e propriedades do tipo *datatype*, que sugerem um relacionamento entre instâncias de classes ou literais em RDF e *datatypes* do XML Schema (BREITMAN, 2005).

Em OWL, propriedades são utilizadas para criarem restrições e são utilizadas para definirem alguns limites para indivíduos que pertencem a uma classe.

2.3.5 Ferramentas para Ontologia

Ferramentas para construção de ontologias pretendem minimizar o esforço de autores. Estas ferramentas permitem a criação ou reutilização de uma ontologia. Geralmente, estas ferramentas compreendem: documentação, importação e exportação de ontologias de diferentes formatos, visualização gráfica e mecanismos de inferência (SILVA, 2003).

As ferramentas existentes voltadas para a Web Semântica, podem ser classificadas em três categorias: editores de ontologias, metadados e ferramentas de visualização em mecanismos de inferência (BREITMAN, 2005). Exemplos de algumas ferramentas voltadas para Web Semântica: FaCT¹³, Protégé2000¹⁴, DC.dot¹⁵, OilViz. Neste contexto, é especificado, no próximo item, o Protégé2000 que foi utilizado para elaboração da ontologia proposta neste trabalho.

¹³ <http://www.cs.man.ac.uk/~horrocks/FaCT/> - FaCT

¹⁴ <http://protege.stanford.edu/> - Protégé

¹⁵ <http://www.ukoln.ac.uk/metadata/dcdot/> - DC.dot

2.3.6 Protégé2000

O Protégé2000 (software livre desenvolvido em Java) é um ambiente para criação de ontologias e bases de conhecimento que permite a construção de domínio, formulários de entrada de dados customizados e mecanismos de inserção de dados (BREITMAN, 2005).

Com a utilização do Protégé2000, é possível que os usuários criem novos plugins capazes de aumentar a funcionalidade da ferramenta (BREITMAN, 2005).

A interface do Protégé2000 prevê acesso a barra de menus e barra de ferramentas, além de apresentar cinco áreas de visualização que trabalham como módulos de navegação e edição de classes, formulários, atributos, instâncias e pesquisas na base de conhecimento, possibilitando a entrada de dados e a recuperação das informações. Na Figura 8 é demonstrada a arquitetura do Protégé2000 e na Figura 9 é apresentada uma ontologia OWL, padrão disponibilizado juntamente com a ferramenta.

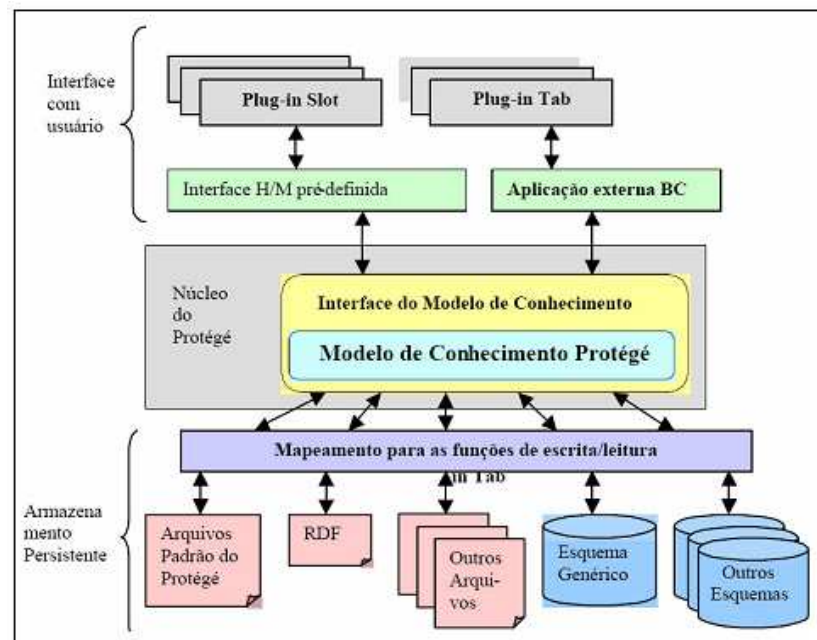


Figura 8. Arquitetura da ferramenta Protégé2000

Fonte: SEMPREBOM, T; CAMADA, M; MENDONÇA, I. (2007)

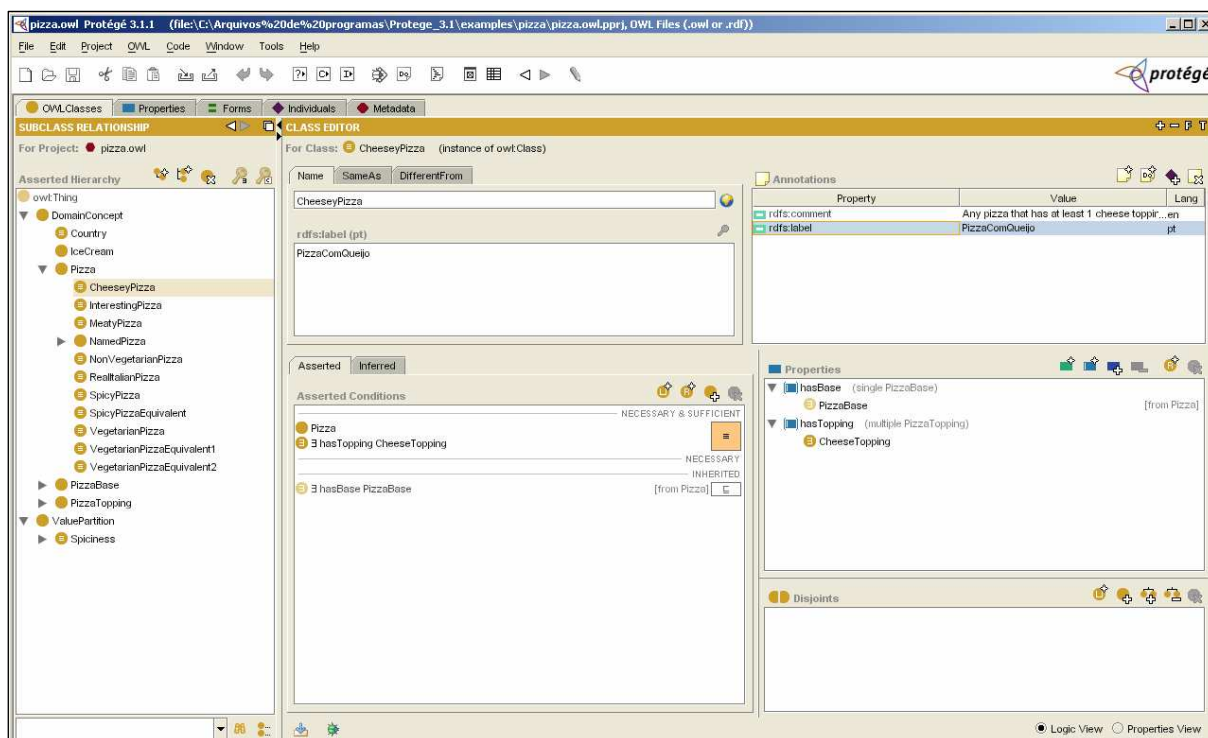


Figura 9. Ontologia padrão do Protégé com a linguagem OWL
Fonte: PROTÉGÉ

Visto que metadados são utilizados para descreverem um tipo de recurso na Web (LEAL; CAMARGOS; BITENCOURT, 2008), e o XML é a linguagem de programação e visualização da Web Semântica que permite a padronização de publicação e troca de dados entre aplicações Web (HERDT; PEREIRA JUNIOR; STIVANELLO, 2005), o RDF implementa metadados, baseando-se em XML como sintaxe de codificação. O RDF foi criado com objetivo de facilitar o intercâmbio de informações, para que estas possam ser interpretadas por máquinas na Web. Assim sendo, não apresentam os dados propriamente ditos, mas sim descrição de recursos (RIOS, 2007).

Contudo, no trabalho realizado, optou-se pela utilização de ontologias que permite um entendimento comum e compartilhado de um domínio e é capaz de comunicar por meio de pessoas e, principalmente entre, computadores (LEAL; CAMARGOS; BITENCOURT, 2008). Para complemento da ontologia foi utilizada a linguagem OWL, que possibilita às aplicações processarem o conteúdo da informação, ao invés de apenas disponibilizá-lo. Para a

representação, foi utilizada a lógica descritiva para explicitação do conhecimento, provendo a leitura de conteúdo Web suportada por XML e RDF (LEAL; CAMARGOS; BITENCOURT, 2008).

2.3.7 Ferramentas para Modelagem da Ontologia

Unified Modeling Language (UML) é uma linguagem gráfica utilizada em Engenharia de Software para modelar sistemas orientados a objeto. Permite especificar símbolos de tal forma que possa ser compreendido por todos, facilitando a comunicação efetiva entre os desenvolvedores que a utilizam (OMG, 2003).

No contexto a seguir, são abordados a anotação e a recuperação de informações em imagens, utilizando as tecnologias supracitadas.

3 ANOTAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÕES EM IMAGENS

Neste capítulo são apresentados conceitos relacionados à anotação semântica de informação de imagens e à recuperação das informações em imagens de arte.

3.1 ESTRUTURAÇÃO DAS INFORMAÇÕES NA WEB

A utilização de linguagens de marcação proporciona um melhor gerenciamento dos dados, pois comporta informação com o uso de padrões não proprietários. Assim, a informação pode ser convertida de um padrão para outro independentemente do tipo de mídia que está veiculada (BAX, 2001).

A Web Semântica está interligada com o conteúdo dos recursos e com a maneira em que se relacionam. Para que estes relacionamentos ocorram, é necessário o acesso a coleções estruturadas de informações e essa estruturação dá início a uma linguagem que possibilitará o acesso ao conteúdo estruturado do documento sem interferência de como estes dados serão apresentados (ALVES, 2005). Por este motivo, a linguagem de marcação XML vem sendo considerada essencial para o armazenamento e a estruturação semântica dos recursos informatizados na Web.

As linguagens de marcação identificam de forma descritiva cada “entidade informacional” presente nos documentos (BAX, 2001). A partir destas descrições, os programas podem compreender e tratar ou processar as informações contidas em documentos eletrônicos.

O uso de *tag(s)* ou etiquetas descritivas permite tratar cada unidade de informação atribuindo-lhes características específicas e proporcionando uma maior estruturação da informação (BAX, 2001). Entretanto, o ideal é que o conteúdo do documento permaneça

separado do estilo usado para sua apresentação, pois isso possibilita recuperar informações com maior significado.

Além da estruturação da informação, é necessário que se tenha interoperabilidade, ou seja, padrões que permitam a troca de informações entre diferentes plataformas e sistemas heterogêneos (ALVES, 2005). A interoperabilidade na Web é abordada a seguir.

3.2 INTEROPERABILIDADE NA WEB

A interoperabilidade é a capacidade de compartilhamento e troca de informações em diferentes plataformas (ALVES, 2005).

Os metadados proporcionam representações padronizadas dos recursos informatizados disponíveis em meio eletrônico, permitindo acesso mais amplo aos conteúdos, facilitando a busca e integrando recursos heterogêneos provendo dispersão por meio da descrição do seu conteúdo (GILLILAND-SWETLAND, 2000).

As arquiteturas de metadados possuem o propósito de representar e dar suporte ao transporte em metadados distribuídos, promovendo interoperabilidade nos níveis sintático, estrutural e semântico (MOURA, 2001).

Foram criadas várias arquiteturas de metadados que, de modo geral, apresentam o mesmo requisito: promover a interoperabilidade entre padrões de metadados distintos. Dentre as arquiteturas existentes que estão sendo propostas para a implementação na Web, é possível citar: Arquitetura Warwick, Meta Content Framework, Resource Description Framework e arquitetura de modelagem de quatro níveis (ALVES, 2005).

Dentre as arquiteturas citadas, o RDF vem sendo recomendado pelo W3C como a arquitetura que melhor promove a interoperabilidade na Web, pois, unida aos metadados, às

ontologias e ao uso da linguagem XML, consegue promover a interoperabilidade (ALVES, 2005).

3.2.1 RDF

O RDF permite que os computadores representem e compartilhem dados semânticos na Web (LEAL; CAMARGOS; BITENCOURT, 2008). Além disso, o RDF possibilita o processamento automatizado de recursos em áreas do conhecimento, tais como: descreve as relações entre recursos representados na rede e na descoberta de recursos; auxilia os agentes de software na troca de informação; e compartilha as informações (LASSILA; SWICK, 1999, tradução nossa).

A arquitetura RDF é recomendada pelo W3C para a interoperabilidade semântica, sintática e estrutural. No entanto, nesta arquitetura a interoperabilidade semântica apresenta-se apenas como uma solução parcial, pois não oferece mecanismos satisfatórios para definição de regras mais genéricas e suficientes para definir o significado de um conceito, independente do domínio que ela pertence (MARINO, 2001).

Nesse sentido, para complementação da arquitetura RDF, são utilizadas ontologias como linguagem de representação do conhecimento. Atuando juntamente com a arquitetura de metadados RDF, as ontologias possibilitam ampliar e complementar a arquitetura para que a interoperabilidade semântica seja realizada na Web (ALVES, 2005).

Dessa forma, para compor esse conteúdo e possibilitar a anotação semântica de conteúdos, existe um padrão de metadados chamado Dublin Core¹⁶, o qual permite vocabulários especializados para a descrição de recursos, de modo a viabilizar sistemas mais inteligentes de recuperação de informações. A seguir é retratado detalhes deste padrão.

¹⁶ <http://dublincore.org/> - Dublin Core

3.2.2 Padrão Dublin Core

O Dublin Core surgiu com a finalidade de fornecer um padrão simplificado de elementos que podem ser utilizados na descrição de recursos para metadados. O Dublin Core tornou um padrão ANSI (ANSI/NISO Z39.85) e norma ISO (ISO Standard 15836-2003 – fevereiro de 2003) (BREITMAN, 2005). Além disso, o Dublin Core permite a possibilidade de extensão, podendo acrescentar mais elementos ao utilizá-lo.

Alguns elementos que compõem o padrão Dublin Core são (HILLMANN, 2005, tradução nossa):

- a) assunto (*subject*): o tema do recurso;
- b) título (*title*): nome do objeto, ou seja, nome no qual o recurso será formalmente conhecido;
- c) criador (*creator*): pessoa(s) responsável (eis) pelo conteúdo intelectual do recurso;
- d) descrição (*description*): descrição do conteúdo do recurso;
- e) editor (*publisher*): agente ou agência responsável por disponibilizar o recurso;
- f) outro agente (*contributor*): pessoa(s) que fez (fizeram) contribuições significativas para o objeto;
- g) data (*date*): data de publicação;
- h) tipo de objeto (*type*): gênero do objeto, por exemplo: imagem, som, texto ou música;
- i) formato (*format*): manifestação física do objeto, por exemplo: PDF, executáveis, documentos ou JPG;
- j) identificador (*identifier*): cadeia ou número utilizado para identificar unicamente aquele objeto;

- k) fonte (*source*): referência a um recurso, a partir do qual este é derivado;
- l) linguagem (*language*): linguagem do conteúdo intelectual;
- m) cobertura(*coverage*): localizações espaciais e durações temporais características do recurso;
- n) direitos (*rights*): informação sobre os direitos acerca do recurso;
- o) audiência (*audience*): uma classe de entidade para quem o recurso se destina.
Uma classe de entidade pode ser determinada pelo criador ou o editor ou por um terceiro;
- p) proveniência (*provenance*): comunicação de alterações na propriedade, desde a sua criação, porque é significativo para autenticidade, integridade e interpretação;
- q) relação (*relation*): referência a um recurso relacionado;
- r) direitos titular (*rightsholder*): pessoa ou organização proprietária com direitos sobre o recurso.

3.3 SIGNIFICAÇÃO E ANOTAÇÃO DE CONTEÚDO

A Web Semântica permite que as informações sejam categorizadas por meio de sua significação de maneira padronizada (BREITMAN, 2005). Uma vez que a Web Semântica determina a significação das palavras nas páginas, é necessário definir a tecnologia e a linguagem para fazer essa definição.

Com a utilização da linguagem OWL e com a marcação de um domínio específico de conhecimento por meio da ontologia, é possível gerar significação das informações na Web. O OWL foi desenvolvido para aplicações que processam o conteúdo da informação ao invés de somente apresentá-lo. Comparando-se com aplicações que utilizam XML e RDF, o

OWL interpreta o conteúdo da Web com maior competência (TREVISOL; PONTES; SALGADO, 2009).

Anotação é a técnica de anotar os documentos para que as informações possam ser compreendidas pelas máquinas, por meio de técnicas como RDF, XML, ontologias, entre outros (ARAUJO, 2003).

A definição de anotação para descrever o conteúdo em documentos presentes na Web é um problema chave da Web Semântica, tanto para documentos existentes quanto para os novos documentos (GLONVEZYNSKI, 2005). Uma anotação deve estar bem definida, garantindo que não tenha polimorfismo e seja fácil de compreender pelos especialistas do domínio, de modo a ser útil no processo de recuperação da informação (NUNES; FILETO, 2001).

Alguns benefícios quanto à anotação semântica em documentos na Web incluem: busca inteligente baseada em estruturas semânticas (LEE, 1998, tradução nossa); estruturação da informação para diferentes contextos, dependendo do ponto de vista dos usuários (DILL et al 2004 apud AGUIAR, 2009); e desenvolvimento de sistemas interativos enriquecidos com semântica, retornando respostas inteligentes ao usuário (KOGUT; HOLMES, 2001).

Do ponto de vista da Web Semântica, o documento dotado de uma estrutura semântica deve ser constituído de quatro componentes distintos (GLONVEZYNSKI, 2005):

- a) ontologia: define os conhecimentos sobre o domínio de interesse ou sobre as informações descritas nos documentos, além de permitir o reuso do conhecimento com o uso de uma linguagem de representação como a OWL;
- b) instâncias: também chamadas de instâncias de classes, são os indivíduos da ontologia;

- c) anotação: pode ser definida como um bloco de texto que descreve a relação do recurso (documento) com uma instância da ontologia, a qual fica anexada ao conteúdo;
- d) conteúdo: representa a informação contida no documento.

Existem algumas ferramentas para a anotação semântica, tais ferramentas podem ser classificadas em três tipos (NUNES; FILETO, 2001):

- a) semi-automáticas: geralmente são interfaces do tipo “arrastar e soltar” e utilizam julgamento humano para associar entidades nomeadas do texto a termos da ontologia;
- b) automáticas: aplicam técnicas de linguagem natural para o processamento, aprendizado de máquina, extração de informação;
- c) híbridas: combinam em uma só ferramenta técnicas de anotação semântica automática e semi-automática.

A estrutura da anotação semântica a ser utilizada na Web Semântica deve seguir as recomendações do W3C na elaboração de sua estrutura e na utilização do RDF ou a linguagem de representação (OWL). Essas tecnologias permitem o reuso das anotações por diferentes ferramentas de anotação e buscadores baseadas em semântica (NUNES; FILETO, 2001).

Para possibilitar a anotação de conteúdos na Web é necessário primeiramente estruturar as informações, para que, dessa forma, o gerenciamento das informações possa ser melhorado. Após a significação e anotação do conteúdo, a seguir é abordado a representação de informações em imagens.

3.4 REPRESENTAÇÃO DE INFORMAÇÕES EM IMAGENS

Representação de informação é o método que possibilita agregar informações aos dados presentes em documentos, imagens, entre outros, na Web.

Existem dois modelos que abordam os problemas de representação de imagens: um com base em conceitos e outro com base em conteúdo. Na representação por conceito as imagens são anotadas por meio de indexadores de palavras que representem o conceito ou de significado presente na imagem. Na representação por conteúdo as imagens são descritas com base em características visuais, por exemplo, textura, cor, entre outros. A indexação por conteúdo é feita automaticamente, e gerada por meio de algoritmos computacionais, de modo automático, dispensando o indexador no processo (MIRANDA, 2007).

A maior vantagem da representação por conteúdo é permitir uma grande quantidade de indexação de imagens de modo automático e de forma rápida. A sua desvantagem é por ser implementada no nível sintático. Assim, não utiliza o nível semântico para recuperações. Esse paradigma é referente ao processamento de imagens, logo, não é o foco deste trabalho.

Segundo Miranda (2007), a representação de imagens no nível semântico pode ser dividida entre representação de informação visual das imagens e representação de informação não visual. A seguir são detalhadas estas representações.

3.4.1 Representação da Informação Visual das Imagens

A representação da informação visual consiste em descrever as imagens por meio de significados ou conceitos. Contudo, Manini (2002) e Smit (1989) afirmam que as descrições em imagens não são completas, pois mesmo que detalhem várias partes das

imagens na tentativa de dizer verbalmente o que se vê, sempre poderá ter algo que a pessoa que escreveu não percebeu ou talvez não achasse tão importante quanto à pessoa que esta apreciando a imagem. Desta forma, a indexação realizada com base na descrição não corresponde exatamente à informação imagética¹⁷, por isso, há necessidade de se utilizar técnicas de descrição que minimizem a distância entre a informação imagética e a descrição verbal.

A análise da informação das imagens teve um grande avanço a partir dos níveis de descrição de Erwin Panofsky, um historiador da arte, que estabeleceu três níveis para descrição de imagens artísticas (PANOFSKY, 2002):

- a) pré-iconográfico: consiste em uma descrição genérica dos objetos e eventos representados pelas imagens. Para isso, apenas o conhecimento obtido pela experiência prática do mundo, já é suficiente para a representação da imagem neste nível;
- b) iconográfico: determina o assunto secundário da imagem, ou seja, define os objetos específicos e conceitos abstratos;
- c) iconológico: propõe uma interpretação própria do analista referente ao conteúdo da imagem.

Por meio da análise na Figura 10 é possível compreender melhor os níveis supracitados. No nível pré-iconográfico, é possível visualizar jogadores abraçados, com braços erguidos; no nível iconográfico, os elementos e ações – jogadores abraçados, campo de futebol – simbolizam vitória; e, no nível iconológico, se contextualiza a vitória de acordo com a realidade social e cultural do local e da época, na qual a imagem foi realizada.

¹⁷ Informação Imagética - pode ser vista como um hipertexto, o qual uma imagem tem seus tipos de objetos e estes objetos possuem seus relacionamentos semânticos (NETTO; FREIRE; PEREIRA, 2009).



Figura 10. Cena de término de jogo
Fonte: BRUM, M. 2007

Desta forma, com intuito de categorizar e possibilitar uma representação textual e objetiva referente às imagens, são empregadas as questões QUEM, ONDE, QUANDO e O QUE para extrair a informação da imagem (MIRANDA, 2007). Representar a imagem empregando o método de Shatford consiste em analisar a imagem e responder a questões nos níveis genérico e específico, identificando o SOBRE com base nessas respostas.

3.4.2 Representação da Informação Não Visual das Imagens

As informações não visuais das imagens são as informações que não estão presentes na imagem, mas são importantes representá-las na descrição devido a relevância que têm para recuperação (MIRANDA, 2007). A classificação de Layne (1994) fornece uma visão melhor dos tipos de atributos de imagem, que podem ser classificados como:

- a) atributos biográficos: relacionados à biografia da imagem, por exemplo, fotógrafos ou artistas, momento e local da criação, título. Além de atributos como: onde a imagem está atualmente, o proprietário atual, valor que custa, se teve alterações;

- b) atributos de conteúdo: a imagem pode ser dividida em três aspectos de atributos, a imagem pode ser DE ou SOBRE alguma coisa; o conteúdo da imagem é simultaneamente genérico e específico; o conteúdo é classificado em espaço, tempo, atividade e objeto;
- c) atributos de relacionamentos: a imagem pode ser relacionada com outras imagens ou com documentos textuais, ou mesmo com objetos.
- d) atributo de exemplo: pode ser particular, desta forma, pode exemplificar ou ser exemplo de alguma coisa;

A seguir é feita uma abordagem sobre a anotação semântica das significações das imagens, essencial para a recuperação de informação.

3.5 ANOTAÇÃO SEMÂNTICA DE CONTEÚDOS EM IMAGENS

A anotação de imagens, utilizando ontologias, permite uma descrição mais completa. Dessa forma, a descrição não é somente um conjunto de atributos, mas descrições envolvendo relações. Assim sendo, a descrição de um carro, por exemplo, poderá incluir descrições do motor, do câmbio, entre outros. Esses componentes são objetos que podem ser novamente descritos, usando atributos como cor, forma, entre outros (MIRANDA, 2007).

Segundo Miranda (2007), é possível anotar semanticamente imagens com base em:

- a) texto: é representada a imagem por uso de uma descrição textual, mostrando no texto, o que a imagem mostra. Assim, depois de obtida a descrição da imagem, ela é armazenada em um repositório de imagens. Um problema ocorre em utilizar anotação com base em texto, porque a recuperação será apenas por palavras-chaves;

- b) com base em atributo: é representada a imagem, a partir de conjuntos de pares de atributo/valor, como por exemplo, atributo *fotógrafo* e valor *nome do fotógrafo*. A definição com base em atributo é feita com a utilização de metadados. A deficiência de utilizar anotação com base em atributo, está no fato de não permitir relações;
- c) com base em ontologias: permite uma descrição mais completa, pois envolvem relações. A principal diferença entre anotações por atributos e por ontologias, é que atributos geralmente são fornecidos em linguagem natural e ontologias em árvores de categorias. Esta árvore delibera informações para seguir o processo de descrição e recuperação.

A principal característica das ontologias é permitir associar conceitos e instâncias às imagens. Assim sendo, a imagem recebe, além do termo, o acompanhamento de sua descrição por meio de suas propriedades (MIRANDA, 2007).

As imagens são representadas em um nível sintático e semântico, já especificado na seção 3.4, conforme Figura 11.

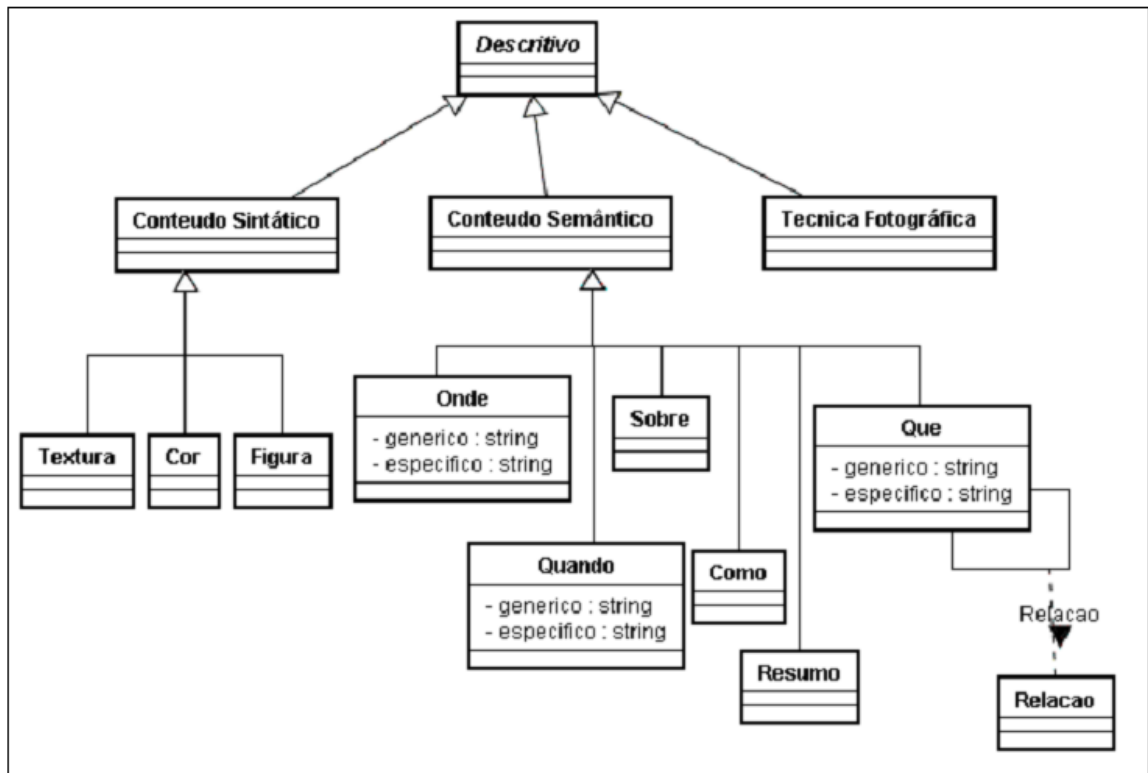


Figura 11. Diagrama para representação da imagem
 Fonte: MIRANDA, A. (2007)

Detalhando o conteúdo semântico, é possível observar que os elementos: QUE, QUANDO, COMO, ONDE e SOBRE estendem a classe conteúdo semântico.

Com as informações estruturadas e anotadas semanticamente, é possível realizar a recuperação das informações, de forma que seus significados sejam analisados na árvore de categorias definidas nas ontologias e retornem em resultados relevantes à pesquisa.

Após contextualização de anotação, significação e estruturação semântica das informações, a seguir é abordada recuperação de informação semântica na Web.

3.6 RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÃO SEMÂNTICA NA WEB

Recuperação de informação é o mecanismo utilizado por meio das ferramentas de buscas, que analisam dados sobre os conteúdos pesquisados nas páginas e demonstram suas

localizações (BRANSKI, 2004). Ouseja, identificam os dados relevantes a um tema contido em um texto e os extrai convertendo-os para uma estrutura tabular. A estrutura tem objetivo de sumarizar o conteúdo buscado no documento em uma forma legível, tanto ao sistema de recuperação quanto aos usuários (SILVA, 2003).

Duas abordagens básicas se referem a recuperação de informação na Web: diretórios e mecanismos de busca. Os diretórios surgiram com a finalidade de facilitar a localização de informação. Com o crescimento das informações na Web e a dificuldade de manter as listas atualizadas nos diretórios, surgiram os mecanismos de busca, com objetivo de automatizar a descoberta e a indexação das páginas. Além disso, surgiram subcategorias de sistema de busca, como os metabuscadores, que não possuem função de descoberta e indexação de páginas, mas realizam busca em outros sistemas de procura (YAMAOKA, 2003).

Segundo Yamaoka (2003), os diretórios buscam como uma abordagem principal a manutenção do nível de qualidade estabelecido e a classificação precisa de páginas da Web. Alguns dos diretórios populares são: Cadê¹⁸, Aonde¹⁹, Yahoo²⁰, entre outros.

Os mecanismos de procura são programas que têm três funções: identificar páginas da Web por meio de *tags*; indexar estas páginas em um banco de dados; e um mecanismo de pesquisa como interface (YAMAOKA, 2003). Exemplos de mecanismos de buscas: AltaVista²¹, Google²², entre outros.

Os mecanismos de busca possuem três funções principais (YAMAOKA, 2003):

- a) um agente, que localiza os documentos;
- b) um indexador, que extrai a informação dos documentos;
- c) uma interface com o usuário.

¹⁸ <http://www.cade.com.br> - Cadê

¹⁹ <http://www.aonde.com.br> - Aonde

²⁰ <http://www.yahoo.com.br> - Yahoo

²¹ <http://www.altavista.com> - AltaVista

²² <http://www.google.com> - Google

As páginas de buscas têm dois métodos principais para realização dos resultados: o primeiro é encontrar todas as páginas na internet e o segundo é ordená-las para listar os resultados (RAJAGOPAL, 2006). O Google utiliza os métodos de pontos por autoridade para fazer a ordem de visualização do resultado, ou seja, verificam em algoritmos pré-definidos quais as páginas que tem mais chamadas em outras páginas para terem prioridade de exibição. Depois disso, averiguam a página que possui mais palavras referentes ao assunto pesquisado (RAJAGOPAL, 2006).

Contudo, as inúmeras recuperações feitas na Web não contem resultados precisos, pois os dados não apresentam semântica nos seus conteúdos (SILVA, 2003).

Os autores das páginas empregam mecanismos baseados em palavras chaves. Desta forma, dificultam os sistemas de recuperação das informações e ocasionam os problemas supracitados. Logo, é necessário utilizar recursos como, por exemplo, RDF, XML, ontologias, entre outros, para fazer uma recuperação significativa e estruturada.

Assim, os algoritmos propostos teriam de ser eficientes no entendimento do significado das mensagens por meio das técnicas de processamento de linguagem natural (PLN). Entretanto, estes algoritmos não permitem a análise de textos com estruturas livres, diferenciando o nível de complexidade, sendo este o fator essencial para que os pesquisadores da área de linguagem natural se voltem para uma alternativa de recuperação de informação (SILVA, 2003).

3.6.1 Tecnologia de Recuperação de Informação na Web

As páginas são baseadas no formato HTML, proposto com intuito de permitir um padrão para a divulgação de grande conteúdo de informação pela Web. Assim, os computadores conseguem ler o conteúdo das páginas na Web e exibí-las em seu *browser*.

Entretanto, a informação a ser recuperada pelos *browsers* não apresenta um formato adequado para o processamento semântico (MORAIS; SOARES, 2003).

Para exibir os dados presentes nas páginas, o HTML utiliza *tags* pré-definidas da linguagem que definem as modalidades de visualização das páginas. Porém, o conjunto limitado de *tags* não possibilita interpretação de dados. Portanto, é necessária a utilização do padrão XML, que permite personalizar as *tags* e tratá-las como objeto, ou unidades de informação, atribuindo assim um significado (MORAIS; SOARES, 2003).

Embora seja possível, com a utilização do XML, a estruturação das informações na Web, o XML desenvolve apenas uma linguagem com intuito de promover, para as máquinas, uma estruturação sintática de documentos, não permitindo tratar de questões relacionadas à semântica dos documentos.

Nesse contexto, foram desenvolvidas linguagens que se beneficiaram das vantagens da estrutura sintática do XML, como por exemplo, o RDF Schema e OWL. Ambas são baseadas em RDF, modelo de dados independente de qualquer domínio, desenvolvido para descrever recursos Web com metadados (MIRANDA, 2007). Além disso, permite especificar o significado associado aos dados.

O modelo de dados RDF é um grafo que consiste de nós, correspondentes aos objetos ou recursos, e arcos, correspondentes as propriedades. Os identificadores dos nós e arcos são URIs e os recursos são todas as descrições feitas em RDF (MIRANDA, 2007).

O RDF Schema foi desenvolvido com a finalidade de definir o vocabulário usado nos modelos RDF. É considerada como a primeira iniciativa para definir uma linguagem de definição de ontologias para Web. No entanto, existem tipos de informações que não podem ser expressas com RDF Schema como, por exemplo, união, intersecção, complemento e disjunção de classe. Além disso, não é possível declarar restrições de cardinalidade e as

propriedades não podem ser declaradas como transitivas, simétricas ou inversas (MIRANDA, 2007).

Devido a essas limitações, o trabalho desenvolvido utilizou ontologias e a linguagem OWL, proposta pelo W3C e projetada para o uso em aplicações que processam o conteúdo da informação, assunto abordado com ênfase a seguir.

3.6.2 Recuperação de Informação com Ontologias

As ontologias determinam o significado e os conceitos que representam os recursos informacionais na rede e são importantes para o estabelecimento de conhecimento na Web (ALVES, 2005).

A utilização da ontologia permite termos padronizados e formais do domínio de conhecimento atingido, disponibilizando além de uma descrição semântica dos dados, a possibilidade de aplicar diversas ferramentas especializadas na navegação e manipulação dos dados representados pela ontologia (CARDOSO, 2004).

A ontologia, para atingir o objetivo de auxiliar a recuperação de informações, deve possuir, além da descrição de domínio, um conjunto de palavras-chave identificadoras de contexto, que possibilitem a determinação da relevância dos documentos analisados para a aplicação. Nessas palavras-chaves, deve haver um valor considerável no domínio de conhecimento tratado, de forma que elas sejam um meio de identificar perfeitamente se um arquivo está ou não dentro do escopo analisado (CARDOSO, 2004).

Após um conjunto de resultados mais enxuto, inicia-se o processo de identificação e recuperação dos dados propriamente ditos, no qual as informações relevantes são extraídas com o auxílio da ontologia desenvolvida (CARDOSO, 2004). A seguir, são apresentadas as vantagens da utilização das ontologias para recuperação de informação em páginas Web.

3.6.3 Vantagens da Utilização de Ontologias para Recuperação

As ontologias podem ser entendidas como um modelo abstrato de como as pessoas pensam sobre as coisas do mundo, ou seja, é uma forma de representação de conhecimento (MAFRA; MOLL, 2008).

A principal vantagem da utilização de ontologias está centrada no reuso e compartilhamento. Segundo Mafra e Moll (2008), a utilização da ontologia possibilita:

- a) o reuso do conhecimento;
- b) acesso facilitado aos navegadores;
- c) a tradução entre padrões;
- d) buscas mais complexas e precisas.

Desta forma, as buscas baseadas em ontologias são transformadas em predicados de lógica de primeira ordem. São empregadas na classificação de serviços e mapeamentos de conhecimentos adquiridos.

Outras vantagens apresentadas com a utilização das ontologias são (MOLOSSI, 2006):

- a) estabelecimento de hierarquia de classes, instâncias e relacionamentos;
- b) adição de regras de inferência;
- c) capacidade de trabalhar com conceitos, representando-os formalmente;
- d) representação das informações em nível semântico dos recursos disponibilizados na rede;
- e) possibilidade de recuperação da informação com maior significado (semântica);

- f) possibilidade de realizar consultas avançadas e serviços de recuperação de informação com estruturação heterogênea e distribuída enriquecidos por conhecimentos recuperados das informações representadas.

3.6.4 Sistemas para Recuperação e Utilização de Ontologias

Existem alguns sistemas de recuperação que empregam ontologias (GUARINO, 1996; MIRANDA, 2007; SILVA, 2003):

- a) Ontoseek: utiliza ontologias para representação e busca de conteúdo na Internet; sistema análogo às páginas amarelas, porém apresenta dificuldades para classificar as informações;
- b) SEAL: busca a integração das informações na Web; faz gerenciamento de conteúdo em portais Web e procura organizar o conteúdo de páginas Web em estruturas usando ontologias;
- c) MASTER-Web: arquitetura de multiagentes para manipular as informações referentes a um conjunto de classes sobre um mesmo grupo; visa recuperar, classificar e extrair dados de páginas pertencentes a um grupo;
- d) GloServ: sistema de busca por serviços na Web; utilizam a OWL DL para classificar os serviços em ontologias; mapeia o conhecimento obtido pelas ontologias em redes P2P; suporta uma vasta gama de serviço; permite a especificação detalhada do serviço procurado (segundo uma ontologia); e continua fazendo busca textual.

Aplicações mais avançadas usam ontologias para relacionarem as estruturas de conhecimento associadas e suas regras de inferência à informação numa página. De tal modo, as ontologias são utilizadas para: portais corporativos; alertas de vulnerabilidade; atos

jurídicos; auxílio em hospitais e clínicas médicas; projetos de engenharias; educação à distância; e bibliotecas digitais.

4 TRABALHOS CORRELATOS

Muitas pesquisas vêm sendo realizadas na área de ontologias. Isto se deve ao fato de as ontologias permitirem tratar a estruturação e a padronização do conhecimento em bases de dados de um domínio específico, de forma que os padrões tenham a capacidade de reutilização e fácil compreensão. A seguir, têm-se algumas pesquisas relacionadas à anotação e à recuperação com a utilização de ontologias, RDF e XML.

4.1 RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÃO EM DOCUMENTOS XML PARA COLEÇÕES HETEROGÊNEAS E INTERFACE PARA MÁQUINA DE BUSCA

Monografia apresentada ao Departamento de Ciência da Computação da Universidade Estadual de Montes Claros, desenvolvida em 2006 (PEREIRA, 2006).

Este trabalho propõe a análise para o desenvolvimento de uma interface, buscando facilitar a comunicação entre usuário e sistema. O trabalho apresenta também conceitos que facilitam o entendimento de interfaces, apresentando opções de padrões importantes para serem adotados (PEREIRA, 2006).

O trabalho demonstrou a capacidade do tratamento de DTDs²³ diferentes, sendo que, mesmo apresentando *tags* distintas, o sistema apresentou todos os resultados relevantes. Por meio de exemplos foi possível demonstrar a capacidade que o sistema possui em relação ao tratamento de coleções heterogêneas (PEREIRA, 2006).

²³ DTD - *Data Type Definitions*

4.2 INTEGRAÇÃO DE INFORMAÇÕES EM AMBIENTES CIENTÍFICOS NA WEB: UMA ABORDAGEM BASEADA NA ARQUITETURA RDF

Dissertação de Mestrado desenvolvida em 2001 e submetida ao corpo docente do Instituto de Matemática e Núcleo de Computação Eletrônica na Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Esta pesquisa apresenta uma proposta da construção de um protótipo para integração baseada na arquitetura de metadados RDF, que visa prover interoperabilidade entre fontes de dados que foram desenvolvidas sob diferentes perspectivas de organização dos dados (MARINO, 2001).

O desenvolvimento do protótipo demonstrou a carência de suporte técnico no processamento de documentos RDF. Embora o grande número de iniciativas na produção de *parsers* e linguagens de consultas, esses ainda se encontram em um processo inicial de desenvolvimento, se comparados ao ferramental disponível no mercado dentro do contexto de XML/XML Schema (MARINO, 2001).

4.3 EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA E A WEB SEMÂNTICA: MODELAGEM ONTOLÓGICA DE MATERIAIS E OBJETOS DE APRENDIZAGEM PARA A LATAFORMA COL

Tese apresentada Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Doutor em Engenharia desenvolvida no ano de 2003 (ARAUJO, 2003).

Este trabalho estende à plataforma de ensino a distância COL²⁴ adicionando-lhe a capacidade de organizar e estruturar seus materiais de aprendizagem, de forma a que

²⁴ COL – Cursos on LARC

pesquisas inteligentes e estruturadas possam ser realizadas, nestas matérias e propiciando a possibilidade de reutilização do conteúdo desses materiais (ARAUJO, 2003).

A partir dos testes realizados no protótipo implementado, pôde-se verificar a possibilidade de realizar pesquisas mais estruturadas e específicas, chegando a facilitar a recuperação e propiciar a reutilização de materiais de aprendizagem (ARAUJO, 2003).

4.4 ONTOLOGIAS: INDEXAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE FOTOGRAFIAS BASEADAS NA TÉCNICA FOTOGRÁFICA E NO CONTEÚDO DA IMAGEM

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação do Departamento de Ciência da Informação e Documentação desenvolvida no ano de 2007, da Universidade de Brasília (MIRANDA, 2007).

O trabalho aborda as técnicas de representação da imagem por conceito com o objetivo de fundamentar a construção de uma ontologia de descrição de fotografias através da utilização de padrões da Web Semântica, como as linguagens OWL e RDF Schema. Além disso, o trabalho busca enriquecer a descrição de imagens com a associação de conceitos e instâncias extraídas da ontologia (MIRANDA, 2007).

O resultado da descrição da imagem usando o protótipo de descrição é um metadado em RDF que descreve o conteúdo visual da imagem, somado com a descrição da técnica fotográfica empregada na produção da fotografia. Além disso, o trabalho proporcionou um *Splash* que possibilita uma interface simples, de forma que qualquer pessoa possa usá-la para descrever imagens (MIRANDA, 2007).

4.5 EXTRAÇÃO DE INFORMAÇÃO PARA BUSCA SEMÂNTICA NA WEB BASEADA EM ONTOLOGIAS

Dissertação de mestrado desenvolvida no ano de 2003, submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Elétrica (SILVA, 2003).

Este trabalho apresenta a extração de informação no MASTER-Web com o objetivo de estruturar informações relevantes extraídas de páginas da Web classificadas pelo sistema e armazená-las em uma base de dados. Atualmente, os dados extraídos são utilizados para classificar páginas. A tarefa de extração de informação se baseia em técnicas de recuperação dos *wrappers* e utiliza o conhecimento declarativo representado por ontologias (SILVA, 2003).

A contribuição mais significativa deste trabalho está relacionada à portabilidade e reusabilidade e regras de extração e das ontologias nele utilizadas. Outra contribuição importante é quanto a flexibilidade no processo de criação da representação do conhecimento, entrada de conhecimento e sua manutenção (SILVA, 2003).

Os resultados estabeleceram que a utilização do MASTER-Web por meio de ontologias permite a extração dos dados com precisão. Observou-se também que houve uma facilidade, flexibilidade e reusabilidade da ontologia (SILVA, 2003).

Concluindo-se a apresentação de algumas pesquisas referente às ontologias, às anotações e recuperações de informações, tem-se no próximo capítulo o trabalho desenvolvido.

5 ANOTAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE INFORMAÇÕES EM IMAGENS DE ARTE

Neste capítulo é documentada a pesquisa e a aplicação, relacionadas à anotação de informação de imagens, utilizando ontologia, bem como a recuperação das informações.

Esta pesquisa objetivou avaliar os benefícios proporcionados pela utilização de ontologias na recuperação de informação em um repositório de imagens de arte na Web. Seu desenvolvimento foi realizado em duas partes: a primeira é composta pela pesquisa bibliográfica, que deu suporte à proposição da ontologia para estruturação e padronização das informações que seriam anotadas nas imagens; já na segunda parte, realizou-se a elaboração do protótipo para a recuperação das informações de imagens anotadas e a análise dos resultados obtidos com o protótipo.

Na execução da pesquisa empregaram-se ferramentas disponíveis gratuitamente: a modelagem foi realizada no Zargo UML; a ontologia foi elaborada com o uso do Protégé; e o protótipo para recuperação foi implementado com o Netbeans.

5.1 METODOLOGIA

Buscando alcançar os objetivos propostos, foram abordadas as seguintes fases: revisão bibliográfica do tema abordado, como: Web Semântica, ontologias, linguagem OWL e estruturação de dados com XML, como também ferramentas e metodologias para construção de ontologias e trabalhos correlatos; desenvolvimento da ontologia no domínio de arte; recuperação das informações anotadas referente ao domínio; e análise dos resultados obtidos.

Esta pesquisa trata-se de uma pesquisa aplicada que, segundo Luciano (2001), objetiva gerar a produção de conhecimentos voltada à solução de problemas específicos.

Dessa forma, a abordagem é qualitativa, pois o conhecimento não é realizado por meio de números, mas considerando a existência da relação entre realidade e o sujeito.

Quanto ao objetivo, a pesquisa é exploratória, pois envolve o levantamento bibliográfico, a entrevista com pessoas que tiverem experiência com o protótipo elaborado e análises dos estudos de casos.

Além disso, a pesquisa é bibliográfica, pois foi composta por meio de conhecimentos já produzidos, como a utilização de livros e de artigos e também de estudo de caso possibilitando detalhamento de um conhecimento.

5.1.1 Ontologia para Imagens de Arte

Nesta seção é descrita a primeira etapa da pesquisa, apresentando-se o desenvolvimento de uma ontologia de imagens de arte. Além disso, são definidas as classes e as subclasses, as propriedades e a descrição dos valores (indivíduos) permitidos. Posterior a essa fase, realizou-se o protótipo por meio das anotações geradas pelo OWL do Protégé.

5.1.1.1 Desenvolvimento da Ontologia Referente às Imagens de Arte

A ontologia foi desenvolvida utilizando-se da metodologia Uschold e King's, aplicando as seguintes etapas: identificar o propósito da ontologia, construí-la, avaliá-la e documentá-la.

5.1.1.1.1 Identificação da Finalidade e do Escopo da Ontologia

Na identificação da finalidade e do escopo define-se o motivo e quais serão os usos da ontologia. Nesta pesquisa desenvolveu-se uma ontologia, tendo como domínio imagens de arte. A ontologia foi elaborada com a finalidade de anotar e de dar significação às imagens no domínio pré-estabelecido, possibilitando fazer uma recuperação precisa dos dados. Além disso, a ontologia fornece os dados *Quem*, *Como*, *Onde*, *Sobre*, *Quando*, *Que* e *Obra*.

5.1.1.1.2 Construção da Ontologia

Nessa fase realizou-se primeiramente a elaboração do diagrama de classes no Zargo UML, para representação da ontologia. Na segunda fase, foi aplicada a modelagem do UML no Protégé.

A classe, *Onde* representa a localização da imagem no espaço, e foi dividida entre: local geográfico e local cosmográfico. Conforme demonstra Figura 12 a seguir.

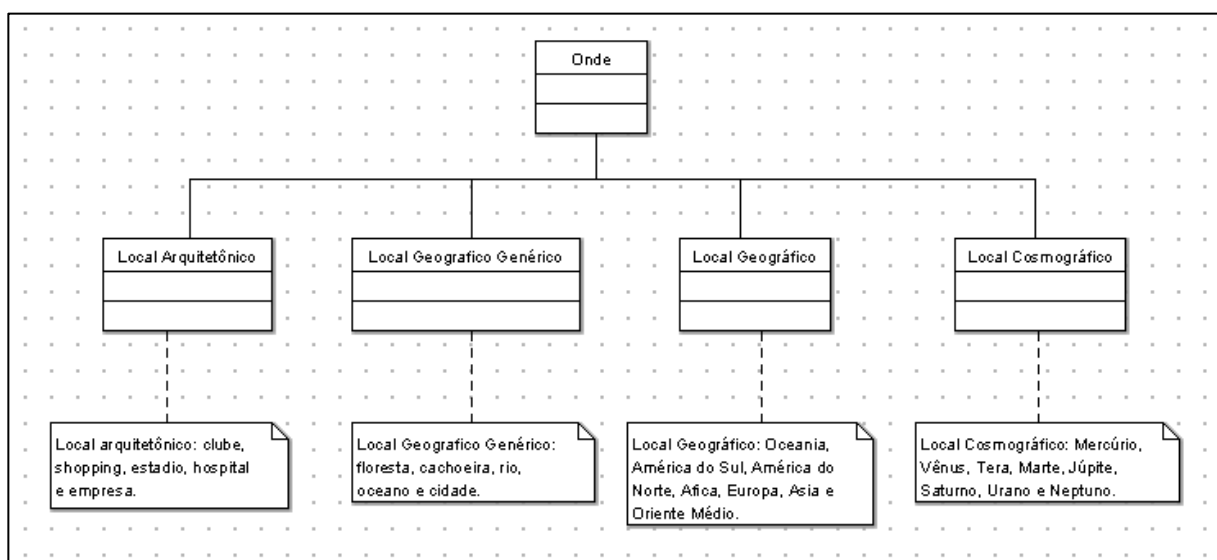


Figura 12. Modelagem da Classe Onde

A categoria *Quando* corresponde à localização da imagem no tempo. Esta localização pode ser dividida entre linear, que abrange data específica ou período, e cíclico, que refere-se ao tempo recorrente, como estação do ano ou momento do dia. A ontologia criada utiliza apenas o *Quando* linear, onde representa os períodos da arte, conforme Figura 13 a seguir.

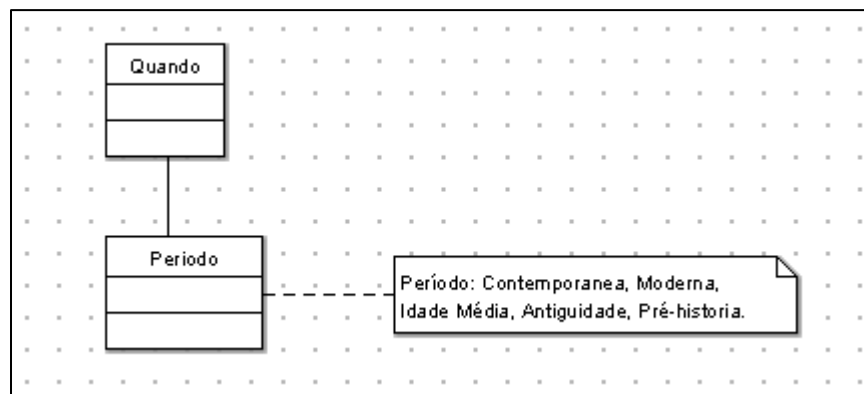


Figura 13. Modelagem da Classe Quando

Na Figura 14 é possível visualizar a classe *Que*, cujo objetivo é designar detalhes referentes às imagens de arte.

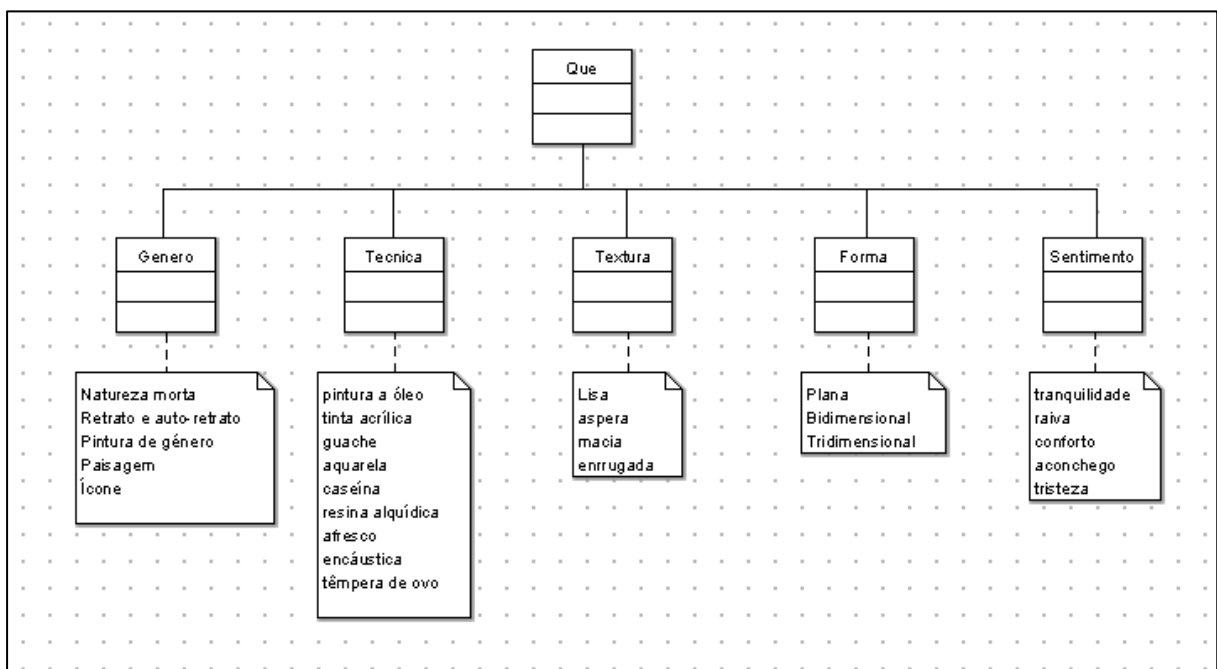


Figura 14. Modelagem da Classe Que

A classe *Como* representa as subclasses: Método, Uso e Movimento da imagem, conforme visualizado na Figura 15.

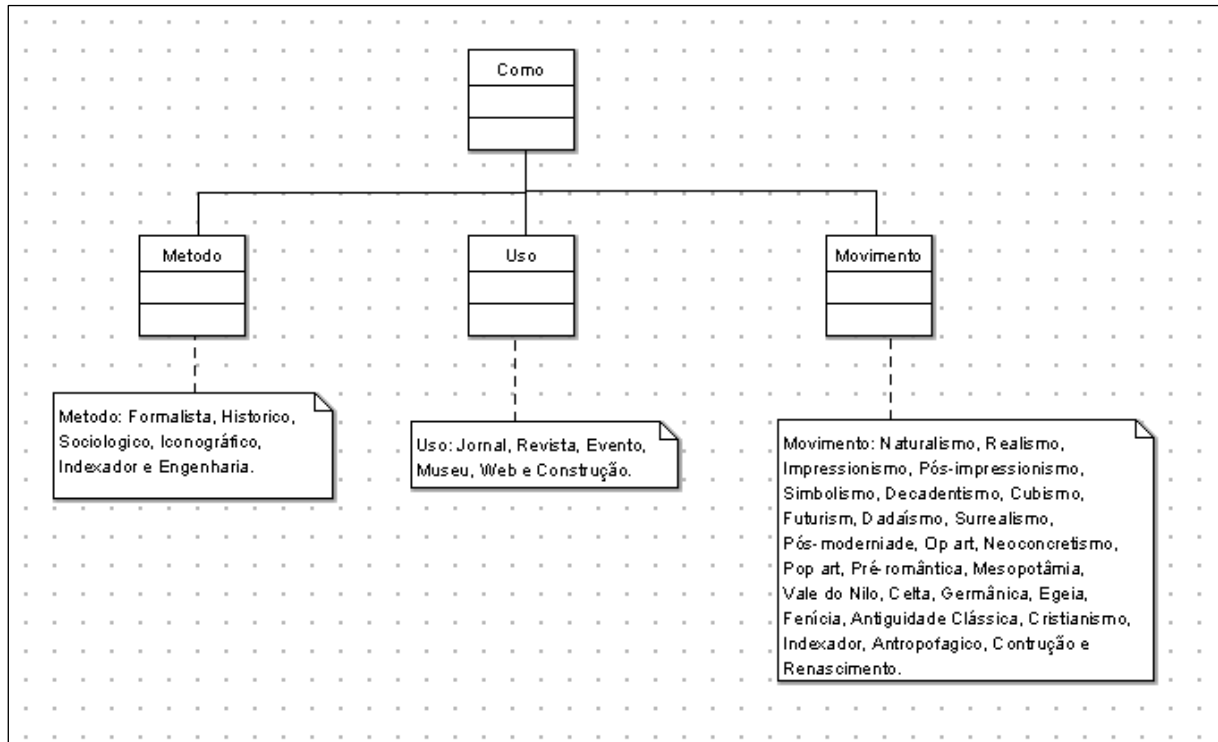


Figura 15. Modelagem da Classe Como

A classe *Sobre* representa o tipo de imagem, seja ela de cinema, de teatro, de cênicas, entre outras, conforme é possível visualizar na Figura 16.

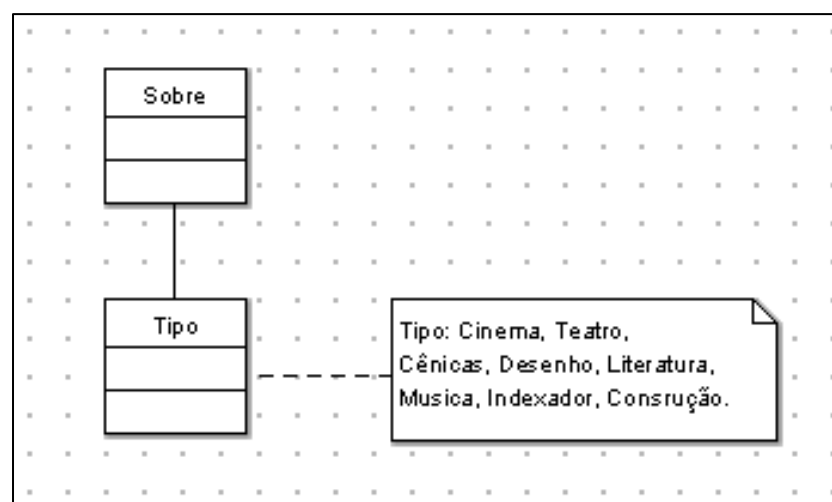


Figura 16. Modelagem da Classe Sobre

A categoria *Quem* refere-se às pessoas, que estão relacionadas à imagem. A classe *Quem* está relacionada às classes: Como, Onde, Quando e Sobre. Além disso, alimenta informações para a classe *Obra* (Figura 17).

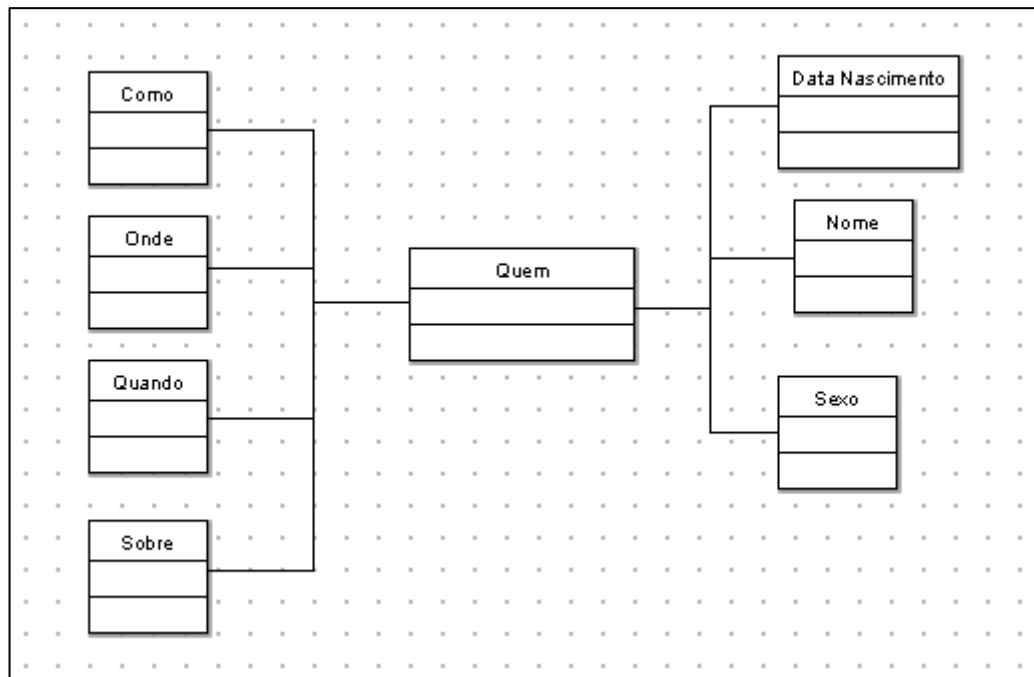


Figura 17. Modelagem da Classe Quem

A ontologia de descrição de imagens acrescenta a representação da forma, de acordo com o que o conteúdo das obras é mostrado, partindo de variáveis de imagens de arte. A classe das *Obras* é a mais importante e interliga-se a todas as outras classes, conforme demonstrado na Figura 18.

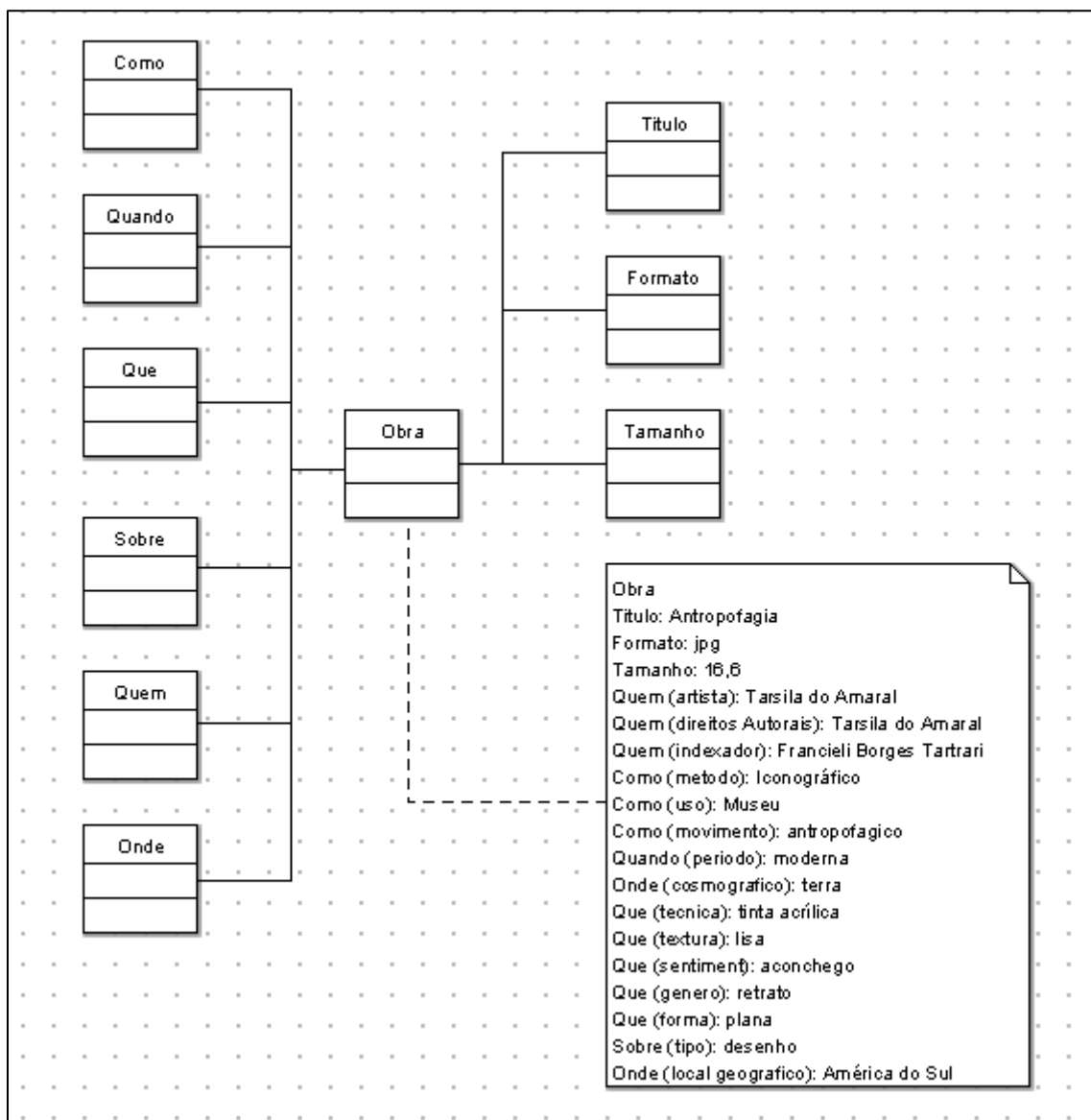


Figura 18. Modelagem da Classe Obra

Na segunda fase, realizou-se a implementação da ontologia por meio da ferramenta Protégé 3.1.1.

O desenvolvimento de uma nova ontologia inicia-se pela escolha do tipo de projeto desejado. No Protégé têm-se cinco tipos de projetos, conforme é possível visualizar na Figura 19.

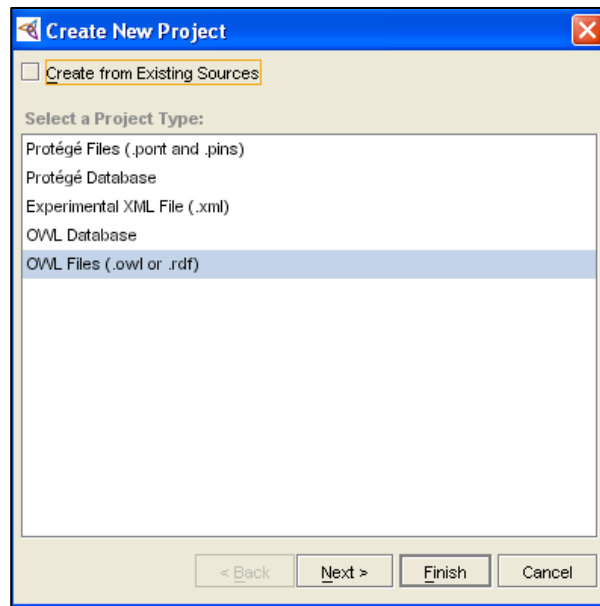


Figura 19. Tipos de Projeto no Protégé

O OWL Files gera arquivos na linguagem OWL e é utilizado para construção da ontologia deste projeto. A seguir, realizou-se a inserção das classes e das subclasses, conforme modelos UML descritos anteriormente (Figura 20).

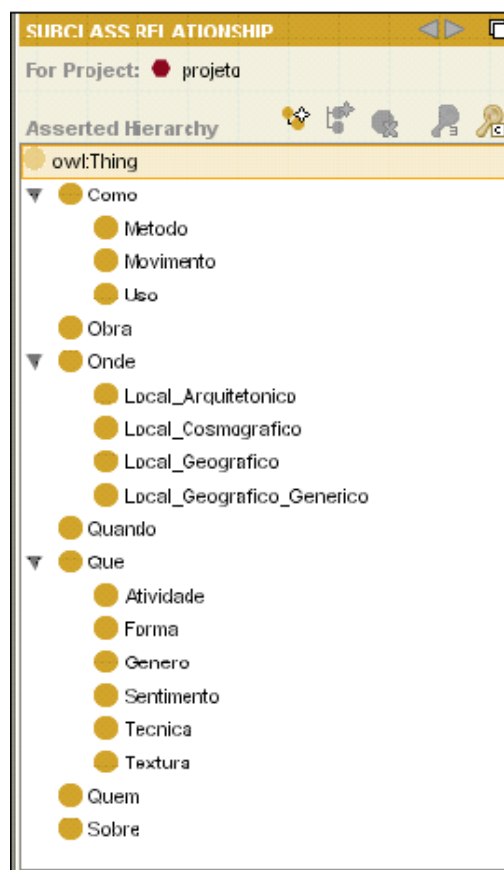


Figura 20. Modelagem das Classes e Subclasses

Posteriormente, foram criadas as propriedades referentes as classes e subclasses. Essas propriedades podem ser do tipo dados, o qual define o tipo da variável e a qual domínio se refere (Figura 21) ou do tipo objeto, que define o relacionamento e o domínio a qual pertence.

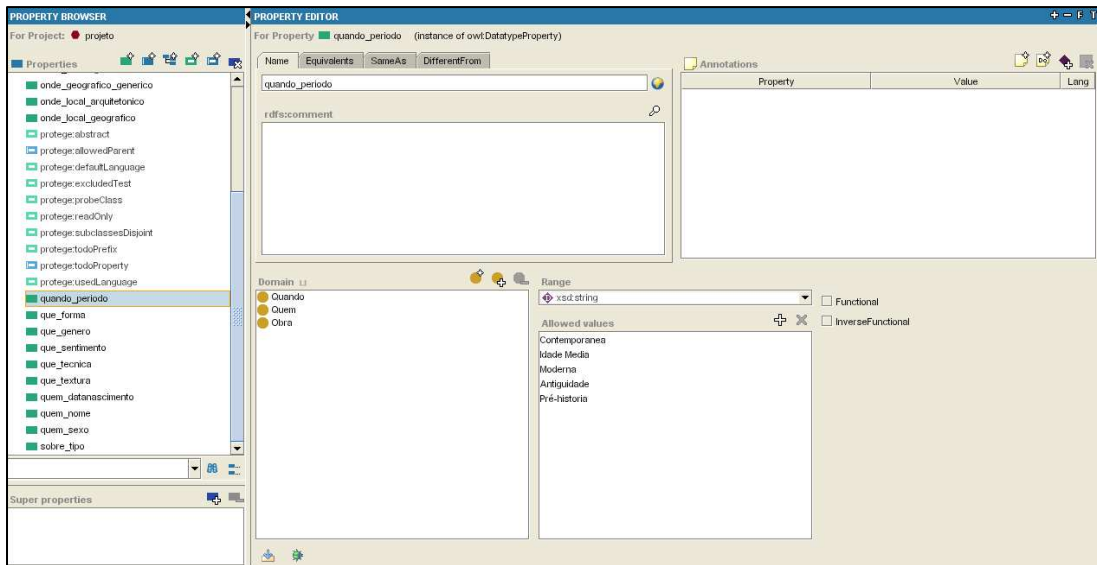


Figura 21. Propriedade Período da classe Quando

Finalizada essa etapa, realizou-se a inserção de conhecimento na ontologia criada, ou seja, a inclusão dos indivíduos. A Figura 22 mostra um exemplo de um indivíduo anotado como uma obra de Tarsila do Amaral, chamada Abaporu.

INDIVIDUAL EDITOR + - F T

For Individual ◆ Abaporu (instance of Obra)

Name SameAs DifferentFrom

Abaporu

rdfs:comment

Annotations

Property	Value	Lang
----------	-------	------

obra_indexador ◆ Francieli_Borges_Tartari

obra_direitos_autorais ◆ Tarsila_do_Amaral

obra_titulo

Value	Type
Abaporu	string

obra_artista ◆ Tarsila_do_Amaral

obra_tamanho

Value	Type
740.0	float

obra_formato

Value	Type
jpg	string

como_uso

Coleção Eduardo Costantini

quando_periodo

Moderna

onde_geografico_generico

onde_cosmografico

Terra

onde_local_arquitetonico

obra_imagem

Value	Type
/abaporu.jpg	string

que_tecnica

Óleo sobre tela

que_textura

Lisa

que_sentimento

Ironia

que_genero

Pintura de Genero

que_forma

Plana

sobre_tipo

Desenho

onde_local_geografico

America do Sul

onde_movimento

Antropofagia

Figura 22. Anotação de um Indivíduo Obra

Após a anotação dos indivíduos, é possível exportar o arquivo OWL com as *tags* RDF referente ao indivíduo. Na Figura 23, têm-se o OWL gerado para o indivíduo Abaporu, correspondente a anotação feita na Figura 22.

```

<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
  xmlns:protege="http://protege.stanford.edu/plugins/owl/protege#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:daml="http://www.daml.org/2001/03/daml+oil#"
  xmlns="http://www.owl-ontologies.com/unnamed.owl#"
  xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/"
  xml:base="http://www.owl-ontologies.com/unnamed.owl" >
  <rdf:Description rdf:about="#Abaporu">
    <obra_direitos_autorais rdf:resource="#Tarsila_do_Amaral"/>
    <onde_local_geografico rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">America do Sul</onde_local_geografico>
    <que_genero rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Pintura de Genero</que_genero>
    <que_sentimento rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Ironia</que_sentimento>
    <como_uso rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Coleção do Eduardo Costantini</como_uso>
    <obra_titulo rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Abaporu</obra_titulo>
    <sobre_tipo rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Desenho</sobre_tipo>
    <que_forma rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Plana</que_forma>
    <que_tecnica rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Aleo sobre tela</que_tecnica>
    <quando_periodo rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Moderna</quando_periodo>
    <obra_indexador rdf:resource="#Francieli_Borges_Tartari"/>
    <que_textura rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Lisa</que_textura>
    <obra_imagem rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">/abaporu.jpg</obra_imagem>
    <obra_artista rdf:resource="#Tarsila_do_Amaral"/>
    <obra_tamanho rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#float">740.0</obra_tamanho>
    <onde_cosmografico rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Terra</onde_cosmografico>
    <rdf:type rdf:resource="#Obra"/>
    <obra_formato rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">jpg</obra_formato>
    <onde_movimento rdf:datatype="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#string">Antropofagia</onde_movimento>
  </rdf:Description>
</rdf:RDF>
<!-- Created with Protege (with OWL Plugin 2.1, Build 284) http://protege.stanford.edu -->

```

Figura 23. Descrição da ontologia OWL

5.1.1.1.2 Avaliação da Ontologia

A avaliação indica a análise dos benefícios encontrados na ontologia desenvolvida. Assim, a avaliação é utilizada para verificar, por meio de métricas de ontologias, a medida de sua evolução (PORFIRIO, 2008).

No caso desta pesquisa, não se aplicou uma avaliação, pois se tinha limitação de tempo e também ausência de dados para a realização de testes comparativos.

5.1.1.1.3 Documentação da Ontologia

A documentação da ontologia é de extrema importância para possibilitar posterior utilização e apresentação de todos os dados gerados. A documentação que se refere à ontologia está disponível no desenvolvimento da pesquisa.

5.1.2 Recuperação das Informações nas Imagens Anotadas pela Ontologia

A partir da anotação nas imagens, é possível recuperar as informações definidas na ontologia com a utilização do OWL gerado. Para a recuperação das informações anotadas, foi implementado o protótipo OntoArte desenvolvido para a plataforma Web, empregando o Netbeans 6.5.1 para criação das classes Java e das páginas Java *Server Faces* (JSF) e o servidor Apache Tomcat 6.0.18.

A seguir são descritas as modelagens e os aspectos principais da implementação do protótipo OntoArte apresentando sua arquitetura, sua estruturação de classes e seu diagrama de caso de uso.

O padrão de arquitetura adotado para o desenvolvimento do protótipo, foi o *Model View Controller* (MVC) para dividir as camadas separando dados, controle e interface. Desta forma, o controle despacha solicitações ao modelo e a interface apenas recebe os dados e mostra ao usuário. A Figura 24 apresenta, para cada uma das camadas, as classes ou páginas correspondentes.

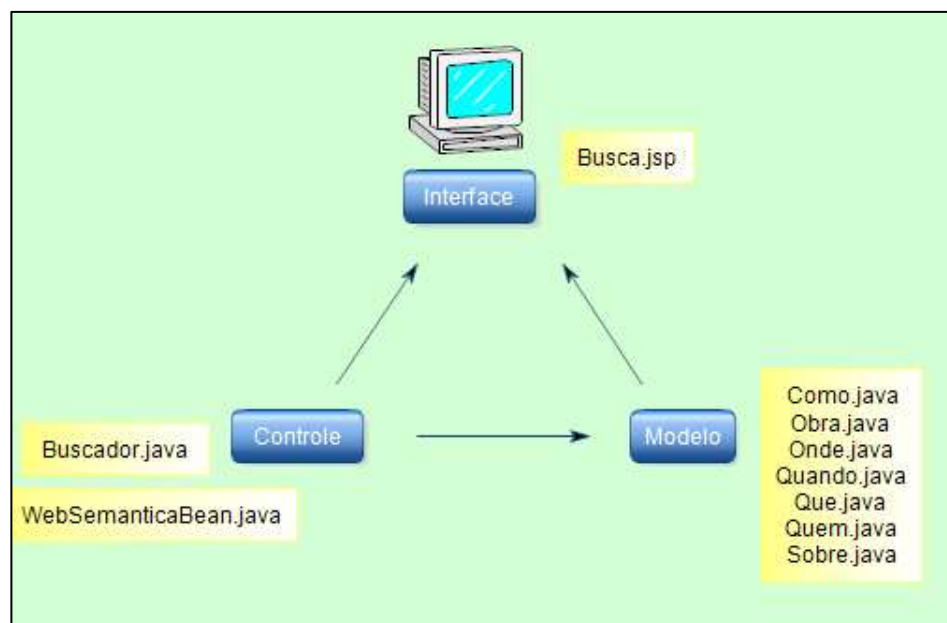


Figura 24. Modelo MVC aplicado no projeto

Na camada modelo foram definidas as classes *quem*, *como*, *onde*, *sobre*, *quando*, *que* e *obra*, sendo que cada uma é composta por seus atributos e subclasses predefinidos pela ontologia, conforme Figura 25.

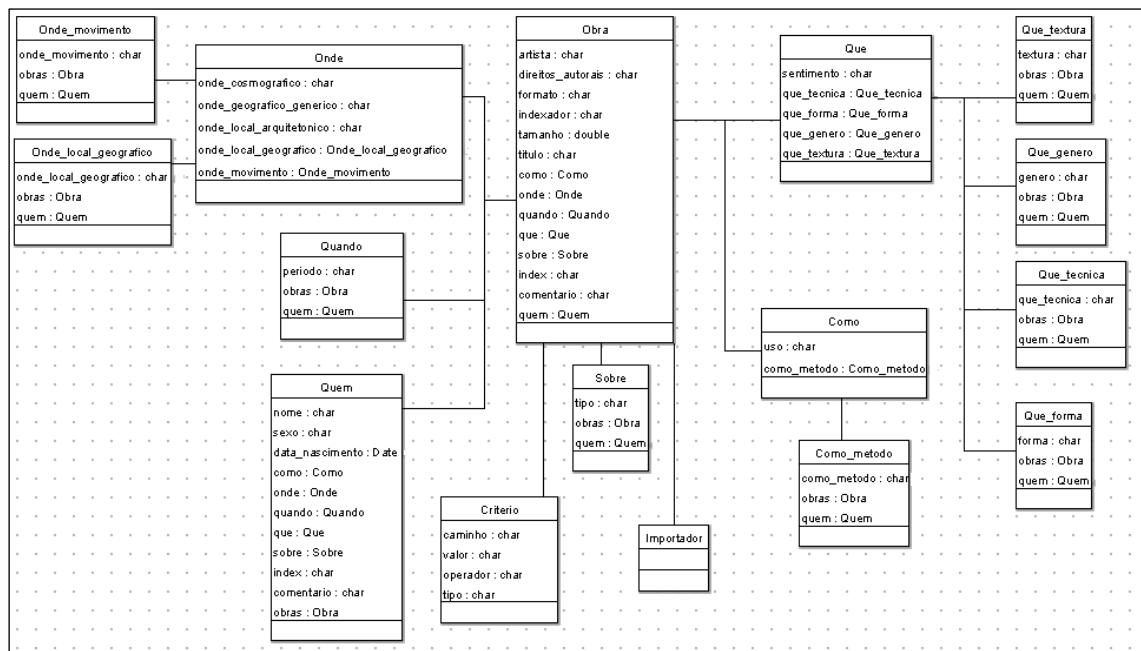


Figura 25. Diagrama de classe do projeto

Na Figura 25, as classes *Onde*, *Que*, *Quem*, *Como*, *Quando* e *Sobre* são filhas da classe *Obra* e estão ligadas por meio dos atributos. Por exemplo: a classe *Obra* tem o atributo *quem*, que é o relacionamento com a classe filha *Quem*. Além disso, algumas classes filhas têm subclasses que armazenam uma listagem de *Obra* e *Quem* para tornar o resultado mais rápido.

A classe *Importador* faz a leitura do OWL referente às imagens e permite que as informações fiquem em memória. Além disso, ela faz o parser para cada classe (Figura 26) e subclasse.

```

private Que parseQue(Node no) {

    Que que = new Que();

    NodeList children = no.getChildNodes();
    for (int i = 0; i < children.getLength(); i++) {
        Node child = children.item(i);
        if (child.getNodeName().contains("que_forma")) {
            que.setQue_forma(parseQue_forma(child.getTextContent()));
        } else if (child.getNodeName().contains("que_genero")) {
            que.setQue_genero(parseQue_genero(child.getTextContent()));
        } else if (child.getNodeName().contains("que_sentimento")) {
            que.setSentimento(child.getTextContent());
        } else if (child.getNodeName().contains("que_tecnica")) {
            que.setQue_tecnica(parseQue_tecnica(child.getTextContent()));
        } else if (child.getNodeName().contains("que_textura")) {
            que.setQue_textura(parseQue_textura(child.getTextContent()));
        }
    }
    return que;
}

```

Figura 26. Parser Que

A classe *Criterio* armazena os dados repassados pela camada *view* para efetuar a pesquisa, conforme exemplo abaixo:

Valor	Dados
Caminho	getQuem.getNome
Valor	Tarsila do Amaral
Operador estático	AND ou OR
Filtro	Contenha

Figura 27. Atributos da classe critério

Na camada *control*, foi definida a classe *Buscador*, responsável pela seleção das obras pertinentes às informações de busca, fornecendo resultados para a camada *view*, além de receber os dados da busca do usuário e validar com a camada *model*. O método *consultar* recebe a listagem de parâmetros da busca e envia para o método *filtro*, conforme Figura 28.

```

public List<Obra> consultar(List<Critério> criterios) throws Exception {
    List<Obra> obrasSelecionadas = new ArrayList<Obra>();

    List<Obra> obras = buscaTodasObras();
    for (Obra o : obras) {
        if (filtro(o, criterios)) {
            obrasSelecionadas.add(o);
        }
    }

    return obrasSelecionadas;
}

```

Figura 28. Método consultar

O método *consultar* envia por parâmetro para a camada filtro a obra e os critérios e é validado o operador lógico, AND e OR, conforme Figura 29.

```

public boolean filtro(Obra o, List<Critério> criterios) throws Exception {
    boolean and = true;
    for (Critério c : criterios) {
        boolean x = contem(c.getValor(), o, c.getCaminho(), c.getTipo());
        and = and & x;
        if (c.getOperador().equals(Critério.OR) || c.equals(criterios.get(criterios.size() - 1))) {
            if (and) {
                return true;
            }
            and = true;
        }
    }

    return false;
}

```

Figura 29. Método filtro

Após a validação do filtro, são repassadas, por parâmetro ao método *contem*, informações necessárias para filtrar a busca pelo *inicio*, *final*, *contenha* ou *exato* (Figura 30).

```

public boolean contem (String consulta, Obra obra, String caminho, String tipo) throws Exception {
    Object result = get(obra, caminho);
    if (tipo.equals("INICIO")) return ((String)result).toUpperCase().startsWith(consulta.toUpperCase());
    if (tipo.equals("FINAL")) return ((String)result).toUpperCase().endsWith(consulta.toUpperCase());
    if (tipo.equals("CONTENHA")) return ((String)result).toUpperCase().contains(consulta.toUpperCase());
    if (tipo.equals("EXATO")) return ((String)result).toUpperCase().equals(consulta.toUpperCase());

    return false;
}

```

Figura 30. Método contem

Por fim, o método *get* é invocado, sendo repassado por parâmetro, além da obra, o campo caminho no qual é invocado por meio do nome, utilizando *reflection*²⁵ (Figura 31).

```
public Object get(Object o, String caminho) throws Exception {
    int idxPonto = caminho.indexOf('.');
    String metodo = caminho;
    String restante = null;
    if (idxPonto != -1) {
        metodo = caminho.substring(0, idxPonto);
        restante = caminho.substring(idxPonto + 1, caminho.length());
    }

    Method meth = o.getClass().getMethod(metodo);
    Object obj = meth.invoke(o);
    if (restante == null) {
        return obj;
    } else if (obj == null) {
        return "sem resultado!";
    } else {
        return get(obj, restante);
    }
}
```

Figura 31. Atributos da classe critério

Na camada *view*, foi criada uma classe *bean*. Esta classe é responsável por fazer a ligação entre as classes Java e as páginas em JSF.

O diagrama de caso de uso apresenta o cenário mostrando as funcionalidades do protótipo do ponto de vista dos usuários. Na Figura 32 é demonstrado o caso de uso preliminar do protótipo, tendo como atores: o indexador que faz a anotação das imagens no Protégé e disponibiliza em um repositório de imagens de arte e o ator usuário que efetua as buscas, escolhendo a palavra a ser buscada, filtros, operador lógico e parâmetros de busca.

²⁵ Reflection – um programa Java examina ou faz a introspecção nele mesmo, ou seja, olha e examina suas propriedades e estrutura (DESTRO, 2009).

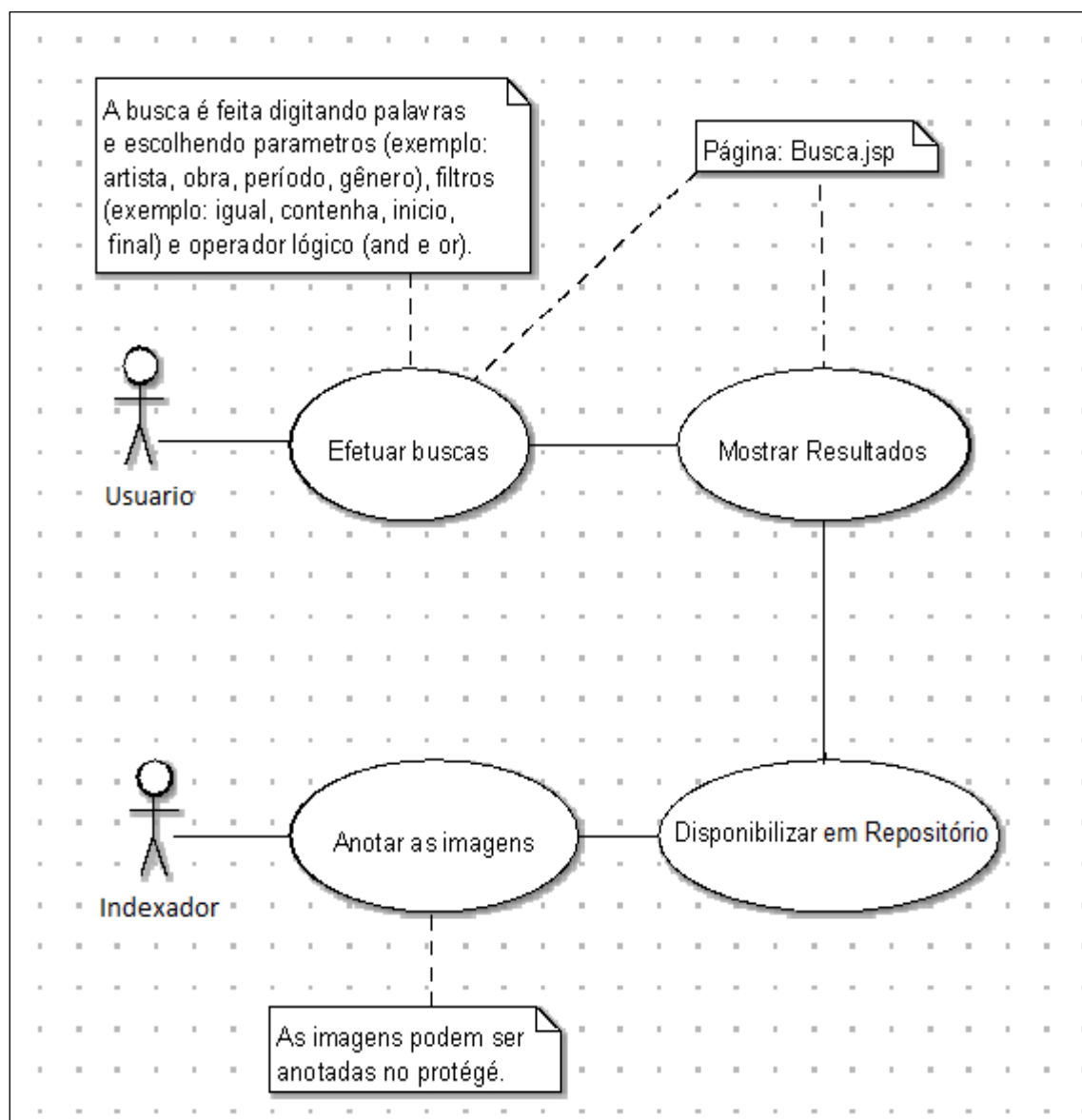


Figura 32. Caso de uso do protótipo

O ator Usuário inicia a utilização do protótipo pela página busca, onde pode realizar filtros de acordo com critérios. Os critérios selecionados são referentes às informações importantes sobre obras de arte, identificados por artista, direitos autorais, forma, formato, gênero, indexador, local geográfico, método, movimento, obra, período, sobre, tamanho, técnica e textura. Outra informação passada pelo usuário é o texto ou palavra-chave que deve ser digitada. A opção “avançado” realiza o filtro de pertinência do texto ou palavra-chave inserido, no qual o usuário pode escolher por contenha, que realizará a busca por qualquer parte do texto; exato, o texto deve ser igual a informação anotada; início, busca por

todas as palavras cujo início sejam iguais; e final onde efetua o filtro buscando os finais das palavras. Os operadores lógicos “E” e “OU” são utilizados para consultar um conjunto de buscas, onde o “E” obriga que duas sentenças sejam verdadeiras e o “OR” possibilita que apenas uma sentença seja verdadeira. Para efetuar um conjunto de busca é utilizado o botão adicionar. Já o botão excluir permite retirar um critério da busca. A Figura 33 mostra a tela inicial de consulta com os dados descritos anteriormente.

OntoArte

Busca de imagens

Critério: Artista ▼ Texto: Avançado Operador: e Excluir

Consultar Limpar Adicionar

Resultado

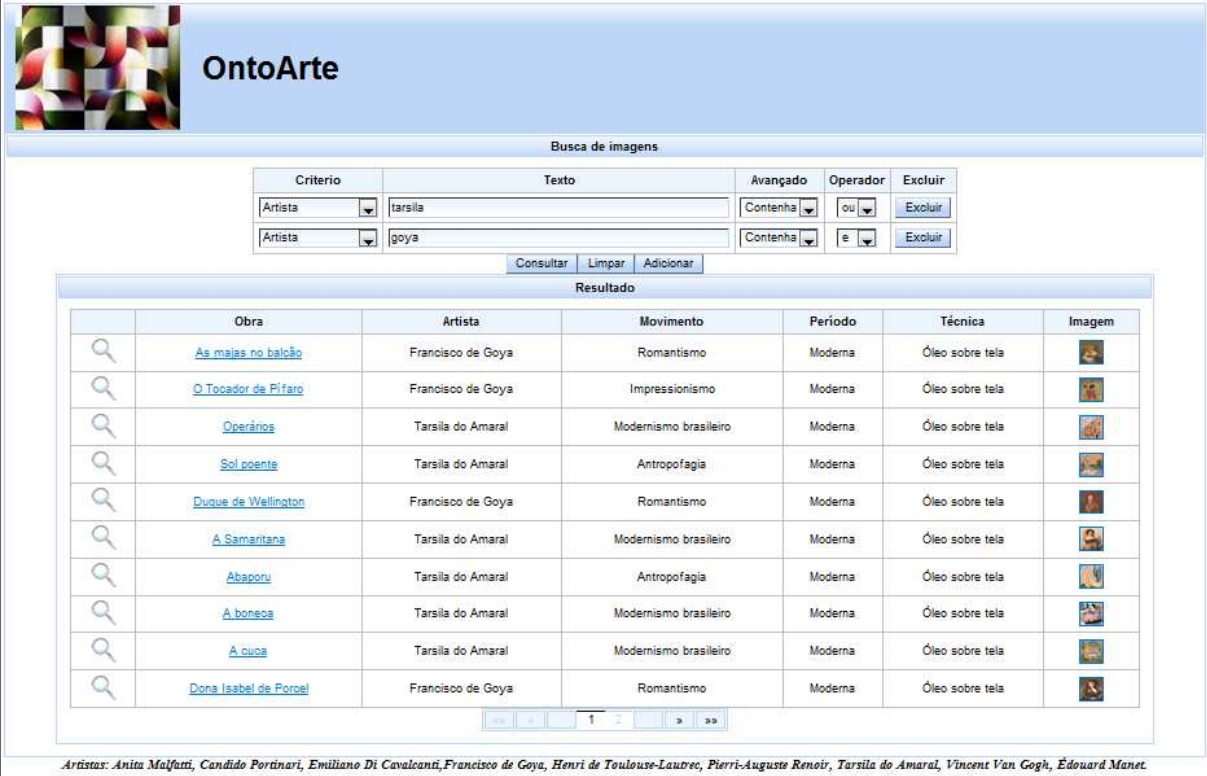
Obra	Artista	Movimento	Período	Técnica	Imagem
Artistas: Anita Malfatti, Candido Portinari, Emiliano Di Cavalcanti, Francisco de Goya, Henri de Toulouse-Lautrec, Pierri-Auguste Renoir, Tarsila do Amaral, Vincent Van Gogh, Édouard Manet.					

Figura 33. Página de Busca

Abaixo é apresentado um exemplo de utilização do protótipo, para o qual foram utilizadas páginas de obras anotadas, com uso do Protégé, de acordo com descrição acima, referente aos artistas Artistas: Anita Malfatti, Candido Portinari, Emiliano Di Cavalcanti, Francisco de Goya, Henri de Toulouse-Lautrec, Pierri-Auguste Renoir, Tarsila do Amaral, Vincent Van Gogh e Édouard Manet. As páginas contêm informações como obras, movimentos, períodos, técnicas, imagem, entre outras. Tais informações foram retiradas dos livros de Nereide Schilaro Santa Rosa, Victor Civita, Dalila Luciana, Lígia Rego e Angela Braga Torres. A escolha das obras destes artistas ocorreu de maneira aleatória, respeitando questões de direitos autorais.

A Figura 34 mostra a inserção de dados para uma busca pelas informações de “tarsila” e “goya” utilizando o operador lógico “ou”, desta forma, é possível visualizar na

tabela de resultado as obras dos dois. Além disso, é possível visualizar as informações de: obra, artista, movimento, período, técnica e imagem.



OntoArte

Busca de imagens

Critério	Texto	Avançado	Operador	Excluir
Artista	tarsila	Contenha	ou	Excluir
Artista	goya	Contenha	e	Excluir

Resultado

	Obra	Artista	Movimento	Período	Técnica	Imagem
	As malhas no balcão	Francisco de Goya	Romantismo	Moderna	Óleo sobre tela	
	O Tocador de Pífaro	Francisco de Goya	Impressionismo	Moderna	Óleo sobre tela	
	Operários	Tarsila do Amaral	Modernismo brasileiro	Moderna	Óleo sobre tela	
	Sol poente	Tarsila do Amaral	Antropofagia	Moderna	Óleo sobre tela	
	Duque de Wellington	Francisco de Goya	Romantismo	Moderna	Óleo sobre tela	
	A Samaritana	Tarsila do Amaral	Modernismo brasileiro	Moderna	Óleo sobre tela	
	Abaporu	Tarsila do Amaral	Antropofagia	Moderna	Óleo sobre tela	
	A boneca	Tarsila do Amaral	Modernismo brasileiro	Moderna	Óleo sobre tela	
	A cuca	Tarsila do Amaral	Modernismo brasileiro	Moderna	Óleo sobre tela	
	Dona Isabel de Porcel	Francisco de Goya	Romantismo	Moderna	Óleo sobre tela	

Artistas: Anita Malfatti, Candido Portinari, Emiliano Di Cavalcanti, Francisco de Goya, Henri de Toulouse-Lautrec, Pierre-Auguste Renoir, Tarsila do Amaral, Vincent Van Gogh, Édouard Manet

Figura 34. Demonstração dos Resultados

Ao clicar no ícone da “imagem”, é possível visualizá-la em uma nova janela em tamanho maior, Figura 35.



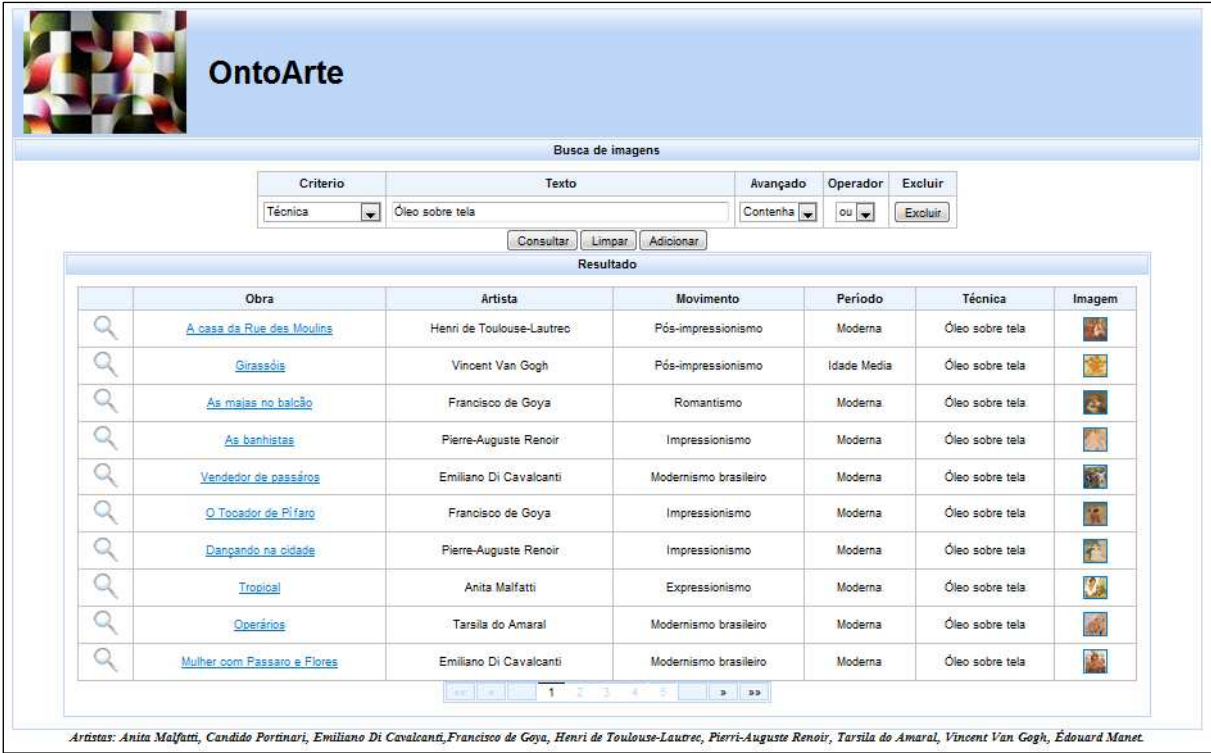
Figura 35. Redimensionamento da imagem

Ao clicar no botão de “detalhes de obra”, é aberta uma nova janela (Figura 36) com “detalhes da imagem”. Nela são listados dados sobre a obra. Além disso, nesta janela são apresentados em um listbox, os links relacionados com a busca.



Figura 36. Detalhes da Obra

A ontologia de domínio, neste projeto de arte, é representada como uma rede semântica, na qual nós e ligações têm significado. A inclusão de conhecimento de um determinado domínio leva a um conjunto de resultados mais restrito e significativo. Assim sendo, na Figura 37 é mostrado o relacionamento com a técnica “óleo sobre tela” da obra Abaporu de Tarsila do Amaral.



OntoArte

Busca de imagens

Critério: Técnica | Texto: Óleo sobre tela | Avançado: Contenha | Operador: ou | Excluir: Excluir

Consultar | Limpar | Adicionar

Resultado

	Obra	Artista	Movimento	Período	Técnica	Imagem
	A casa da Rue des Moulins	Henri de Toulouse-Lautrec	Pós-impressionismo	Moderna	Óleo sobre tela	
	Girassóis	Vincent Van Gogh	Pós-impressionismo	Idade Média	Óleo sobre tela	
	As meias no balcão	Francisco de Goya	Romantismo	Moderna	Óleo sobre tela	
	As banhistas	Pierre-Auguste Renoir	Impressionismo	Moderna	Óleo sobre tela	
	Vendedor de passáros	Emiliano Di Cavalcanti	Modernismo brasileiro	Moderna	Óleo sobre tela	
	O Tocado de Píforo	Francisco de Goya	Impressionismo	Moderna	Óleo sobre tela	
	Dançando na cidade	Pierre-Auguste Renoir	Impressionismo	Moderna	Óleo sobre tela	
	Tropical	Anita Malfatti	Expressionismo	Moderna	Óleo sobre tela	
	Operários	Tarsila do Amaral	Modernismo brasileiro	Moderna	Óleo sobre tela	
	Mulher com Passaro e Flores	Emiliano Di Cavalcanti	Modernismo brasileiro	Moderna	Óleo sobre tela	

Artistas: Anita Malfatti, Candido Portinari, Emiliano Di Cavalcanti, Francisco de Goya, Henri de Toulouse-Lautrec, Pierre-Auguste Renoir, Tarsila do Amaral, Vincent Van Gogh, Édouard Manet.

Figura 37. Relacionamento de Técnica

5.1.3 Avaliação do Protótipo OntoArte

Para avaliar o OntoArte foi utilizado o método de teste empírico do tipo questionário (Apêndice A). A escolha do método se dá por permitir uma maior facilidade de análise dos resultados (AMARO; PÓVOA; MACEDO, 2009).

Na avaliação foram consideradas questões do questionário onde um grupo de usuários descreveu ações ou eventos que refletem problemas de funcionalidade do protótipo, eficiência no resultado de busca e qualidade dos dados para busca.

Foram distribuídos 18 questionários, entre 31/10 e 05/11/2009. Foi realizada avaliação com três grupos de usuários: leigos, com domínio em arte e com experiência em uso de ferramentas de busca. Os participantes têm idade entre 17 e 57 anos.

O questionário (Apêndice A) foi dividido em quatro partes:

- a) Parte 1 – Fale um pouco sobre você – de preenchimento não obrigatório;
- b) Parte 2 – Avaliação utilizando livremente o protótipo e com passos guiados;
- c) Parte 3 – Questões objetivas expressando sua opinião como usuário do OntoArte;
- d) Parte 4 – Questões subjetivas, que permitem expressar livremente a opinião como usuário do OntoArte.

Todos os usuários realizaram corretamente a Parte 2, primeiramente buscaram livremente no OntoArte e depois com passos guiados. Para mensuração da parte 3 utilizou-se uma escala de valores de 0 a 5 para que o usuário-participante indicasse sua resposta. Esta escala é foi dividida entre “ótimo”, “muito bom”, “bom”, “regular”, “ruim” e “péssimo”, sendo o ótimo como escala 5 e 0 como escala péssimo.

Foi deliberada a inversão nos valores mínimos e máximo da escala (por exemplo, o valor 0 às vezes representava raro e outras frequente, aplicando-se também ao valor 5) para evitar que os usuários-participantes da avaliação atribuissem um valor aleatório às respostas forçando sua leitura em cada questão.

As seguintes medidas de avaliação foram coletadas e analisadas:

- 1) Quanto ao perfil dos usuários:
 - a) Dado qualitativo sobre a experiência dos usuários busca de imagens na internet.
- 2) Quanto à qualidade dos dados para busca:
 - a) Satisfação na qualidade das informações na tela;

- b) Grau de frequência de utilização dos campos disponibilizados na tela para busca.
- 3) Quanto ao nível de satisfação ou dificuldade subjetiva dos usuários:
- a) Dados subjetivos sobre a dificuldade do participante com relação ao protótipo;
 - b) Dados subjetivos sobre o que mais gostou no protótipo.
- 4) Quanto às funcionalidades do protótipo:
- a) Inserção de dados de pesquisa;
 - b) Grau de facilidade de uso;
 - c) Tempo de resposta do protótipo;
 - d) Falhas e erros no uso do protótipo;
 - e) Visualizou os resultados.
- 5) Quanto à eficiência no resultado de busca:
- a) Objetividade nos resultados;
 - b) Disponibilização das imagens.
- 6) Quanto às sugestões dos usuários para possíveis alterações ou ampliações:
- a) Sugestões de ampliação;
 - b) Sugestões de alteração.
- 7) Quanto às comparações com outros buscadores:
- a) Comparação com outros buscadores;
 - b) Dados quantitativos sobre utilização do OntoArte para recuperação de imagens na Web.

O tamanho da amostra utilizada na avaliação de satisfação subjetiva através 18 questionários não é suficiente para um tratamento estatístico dos dados. Para a apresentação e interpretação dos dados utilizou-se a Moda. Para um conjunto de dados, define-se moda como

sendo: o valor que aparece mais vezes numa série de valores observados (DIAS, 2009).

Assim, da representação gráfica dos dados, obtém-se o valor que representa a moda.

No conjunto de respostas de cada questão, a moda é dada pela frequência de ocorrência dos valores (de 0 a 5) apontados pelos usuários em cada questão. Sendo os usuários de 1 a 6 experientes em uso de ferramentas de busca, de 7 a 12 usuários leigos e 13 a 18 usuários com domínio em arte. Nos gráficos são mostradas as frequências de apontamento dos usuários para cada valor observando-se a maior ou a menor frequência. Cada coluna representa o valor apontado, no eixo x, em relação à quantidade, ou a frequência de usuários, no eixo y. São utilizados os gráficos 38 correspondentes aos gráficos 39 do Apêndice B para exemplificar a aplicação da moda, sendo que os demais gráficos podem ser visualizados através das figuras também no Apêndice B.

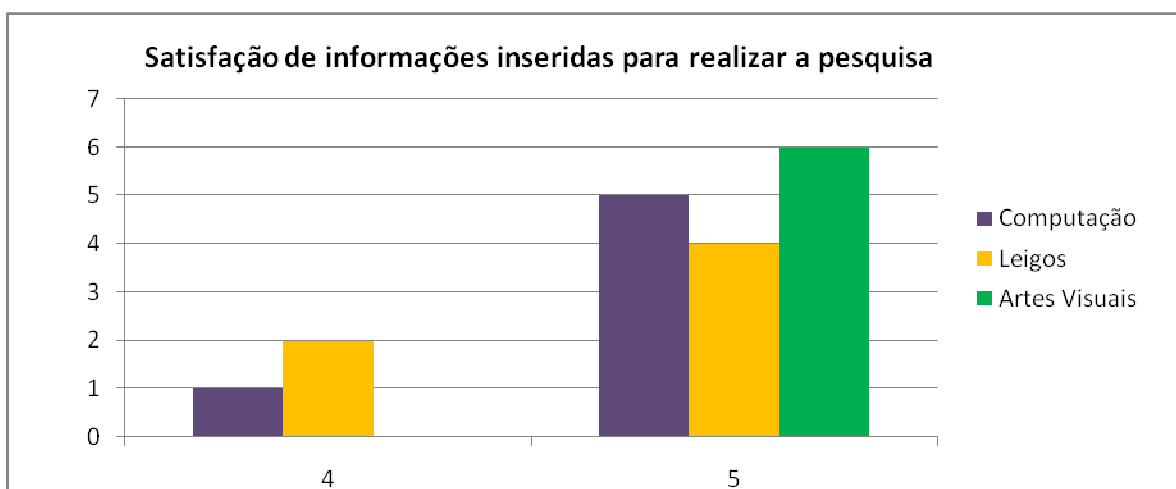


Figura 38. Gráfico 1 – Satisfação dos campos de inserção

Em uma escala de 0 a 5, os usuários classificaram os campos de “critério”, “palavra-chave”, “avançado” e “operador” quanto ao grau de satisfação. A maioria, correspondendo a 94,44%, definiu satisfação “Ótima” quanto aos filtros disponibilizados para busca e 5,56% como “Muito Bom”.

As respostas de cada questão foram tabuladas sendo apresentados os valores escolhidos pelos usuários, a média das respostas, a frequência de cada valor e seu equivalente

em percentual. Na tabela 1, os dados tabulados são divididos por usuário referente a Figura 38. As demais Tabelas representando as tabulações encontram-se no Apêndice B.

Tabela 1. Satisfação dos campos de busca

Usuário	Resposta (Muito 0 – Pouco 5)
Usuário 1	5
Usuário 2	5
Usuário 3	5
Usuário 4	5
Usuário 5	5
Usuário 6	5
Usuário 7	5
Usuário 8	5
Usuário 9	5
Usuário 10	5
Usuário 11	5
Usuário 12	5
Usuário 13	5
Usuário 14	5
Usuário 15	5
Usuário 16	5
Usuário 17	5
Usuário 18	4
Média	4,94
Respostas 0	0
Respostas 1	0
Respostas 2	0
Respostas 3	0
Respostas 4	1 – 5,56%
Respostas 5	17 – 94,44%

Observando-se a Tabela 1, a média das respostas (4,94) aproxima-se da satisfação dos campos disponíveis para busca.

No que se refere à dificuldade do participante com relação ao protótipo apenas dois usuários, dentro do domínio de artes, que tiveram dificuldade no entendimento do “Operador” da busca.

Nas respostas subjetivas que avaliaram o nível de satisfação com relação ao protótipo, foram citados frequentemente como aspectos positivos:

- A forma como foi mostrada os resultados e o operador.

- Layout, usabilidade e tempo de resposta.
- A opção de Link relacionado.
- A forma fácil de visualização do resultado.
- A simplicidade e a facilidade para busca.
- A facilidade e clareza de uso.
- Tudo.
- As informações contidas no ambiente são de credibilidade.
- Da facilidade em obter resultados das buscas.
- Consigo buscar o que me interessa, e com isso ganho tempo.
- O Link Relacionado e por mostrar os detalhes das obras.
- As formas de pesquisa e os resultados.
- Organização e objetividade.
- Tudo, a facilidade e utilidade me agradaram bastante.
- A especificidade que ele gera, não trazendo o que não deseja.
- Do visual dela e da praticidade.
- O layout, cores e proposições. Ferramenta de fácil compreensão.
- A busca de imagens dos artistas sem precisar muito esforço para tal.

Na comparação com outros buscadores, a partir das respostas do questionário, observa-se:

- Um buscador que traz mais detalhes nas buscas e nos resultados.
- Possibilitar ter uma descrição das características da imagem, sendo esse um diferencial comparando-se com outros sites de busca.
- “Bom, a busca por resultados é simples e o tempo de resposta é bom”.
- Uma excelente ferramenta.

- É uma ótima ferramenta e supre à necessidade que os mesmos não a possuíam a mesma facilidade.
- De fácil utilização e trás resultados satisfatórios.
- Achei mais fácil e claro que o Google.
- Layout de fácil usabilidade.
- Organizado, busca fácil.
- Na verdade, por ser direcionado a Arte ele se torna praticamente único, pelo menos eu não conheço outra ferramenta de busca como o OntoArte. Por isso para quem procura sobre Arte, ele busca somente o que se precisa, e com isso ganhamos tempo.
- Comparando-se com o Google o OntoArte traz resultados precisos e mostra relacionamento em obras.
- Muito bom.
- Perfeito, pois ele funciona muito melhor que qualquer outro.
- Muito mais prático, fácil e objetivo.
- Limpo, prático e objetivo.
- Extremamente funcional.
- Em comparação a outros buscadores achei que o mesmo está muito bom.

A avaliação no protótipo OntoArte, mostrou sua utilidade na identificação dos problemas de funcionalidade, qualidade dos dados para buscas e eficiência no resultado de busca. A partir dos resultados obtidos no questionário de satisfação do usuário, foi realizada uma análise para detectar problemas mais frequentes de usabilidade no ambiente OntoArte. Nesta análise consta o levantamento de explicações prováveis e propostas de possíveis soluções dos problemas:

- a) Problema 1: Grau de frequência de utilização dos campos disponibilizados na tela para busca.

Descrição: os usuários fizeram o questionário com média de 20 a 30 minutos, mas este tempo não foi suficiente para conseguirem mexer e conhecer detalhadamente cada campo disponibilizado para realizar uma busca no protótipo.

Proposta de solução: disponibilizar o protótipo on-line e o usuário poder conhecer a ferramenta com antecedência.

- b) Problema 2: Ausência de Ajuda nos campos.

Descrição: o problema é apontado por 2 participantes. Estes usuários colocaram que gostariam de ter tido acesso a uma Ajuda básica. Outro motivo é a frequência de dúvidas sobre comandos. Atualmente, o protótipo não possui Ajuda disponível.

Proposta de solução: incluir ajuda ao passar com o mouse sobre os campos com explicações diretas e resumidas dos comandos e funções por tela.

- c) Problema 3: Poucas obras anotadas.

Descrição: os usuários indicaram como sugestão anotar mais imagens, de períodos diferentes de obras para conseguir recuperar mais imagens.

Proposta de solução: criar uma página para possibilitar a anotação de obras e enviar para o repositório, atualmente o repositório conta com 60 obras.

- d) Problema 4: Site estático.

Descrição: os usuários sugeriram permitir mexer nas imagens, aumentar ou diminuir, colocar *skins*.

Proposta de solução: permitir que o site seja mais dinâmico, possibilitando que o usuário tenha mais detalhe quanto à visualização da imagem.

As sugestões feitas pelos usuários e/ou relativas a problemas serão retratadas nos trabalhos futuros.

5.1.4 Resultados obtidos

Os resultados obtidos nesta pesquisa consistiram na proposição de uma ontologia de domínio em imagens de arte para anotação desses conteúdos em páginas Web e posteriormente da construção de um protótipo para recuperação das imagens nas páginas. Realizou-se também uma validação, por meio de questionário, com usuários: leigos, experientes em uso de ferramentas de busca e com domínio em arte.

Após a elaboração da ontologia, observou-se que a anotação semântica permitiu uma melhor estruturação dos dados nas páginas Web como também, foi possível a identificação de relacionamentos entre os conteúdos disponibilizados a partir de sua significação. Com o desenvolvimento do protótipo para recuperação das imagens nas páginas Web anotadas com a ontologia proposta, foi observada a eficácia do uso de ontologia considerando a efetividade dos resultados de busca e as possibilidades de extensão dos mesmos por meio das relações semânticas. Esta situação pode ser visualizada nas relações entre as obras de arte, artistas, movimentos, técnica, entre outros, para garantir a significação e relacionamentos da semântica dos dados anotados.

No segundo momento, a validação do protótipo, realizada por meio de questionário efetuado com usuários, avaliou a funcionalidade do protótipo, a eficiência nos resultados de busca e a qualidade dos dados para busca. Observou-se entre os usuários experientes em ferramentas de busca a facilidade e agilidade na manipulação do protótipo utilizando com maior frequência os operadores lógicos. Os resultados de busca para os usuários do grupo com conhecimento na área de arte mostraram-se mais eficaz devido ao

conhecimento no domínio da ontologia. Os usuários leigos mostraram resultados mais precisos devido à explanação feita nas buscas no momento da utilização do protótipo. Tanto os usuários com conhecimento na área da arte quanto os usuários leigos utilizaram com maior frequência os relacionamentos.

Comparando-se ao Google Image os usuários definiram o OntoArte como um protótipo organizado, com layout exemplar, resultados precisos e relacionamento entre as informações.

CONCLUSÃO

O aumento na quantidade e na diversificação dos tipos de informações disponibilizadas na Web tem originado, entre outras questões, necessidades diferenciadas na sua recuperação, exigindo melhor estruturação dos dados e das ferramentas que utilizem as anotações de estrutura para recuperá-las.

Tratando-se de recuperação de imagens em páginas Web a partir do conteúdo textual associado à mesma, o problema agrava-se, porque, na maioria das vezes, as informações não apresentam estruturação semântica. A estruturação é possível com o uso de ontologia, sendo necessário o processo de anotação semântica baseado no conteúdo e nas associações relacionadas às imagens.

A ontologia é utilizada para estruturação semântica das informações com objetivo de aumentar a eficácia dos resultados de busca. Ao estender a anotação das imagens para além das informações usuais, como legenda da figura e título, é possível retratar melhor a informação contida na imagem, objetivando precisão na recuperação da informação.

Para atingir o objetivo geral do trabalho, consistindo na anotação e na recuperação de informações nas imagens de arte com o uso de ontologias, o estudo foi dividido em duas etapas distintas. Primeiramente, foi elaborada uma proposta de ontologia de domínio em imagens de arte e, no segundo momento, foi desenvolvido o protótipo OntoArte para recuperação das informações anotadas em páginas Web.

A ontologia foi desenvolvida levando em consideração a fundamentação teórica que abordou, nos capítulos 2 e 3, conceitos e elementos de Web Semântica e sua aplicação na estruturação de conteúdos na Web.

No capítulo do sistema desenvolvido foi apresentada a anotação das imagens de arte com uso da ontologia de domínio proposta realizada no Protégé utilizando a metodologia

Uschold e King`s. Com isso, foi possível estruturar as informações de modo a agregar significados à mesma utilizando a linguagem OWL. Após a estruturação das informações, o protótipo OntoArte conseguiu prover aos usuários uma busca de um domínio de assunto específico onde se podem oferecer resultados de buscas precisos.

Foram realizados questionários com usuários leigos, usuários com domínio em arte e usuários com experiência em páginas de busca. Nesses questionários obteve-se um resultado satisfatório, mostrando eficiência no resultado de busca, funcionalidade do protótipo e qualidade nos resultados de busca.

Durante esta pesquisa foram encontradas algumas dificuldades no seu desenvolvimento entre elas a seleção dos conteúdos abordados visto o grande volume e as publicações serem em maior número composta de teses, dissertações e artigos e poucos livros publicados sobre ontologia, em especial relacionada, a Web, com conteúdo detalhado.

A partir desta pesquisa pode-se dar continuidade por meio de algumas sugestões de trabalhos futuros:

- a) Aplicar outras metodologias para a construção de ontologias;
- b) Utilizar métricas para avaliação da ontologia;
- c) Elaborar página Web para anotação das imagens;
- d) Empregar a abordagem da pesquisa em outros domínios;
- e) Implementar as sugestões feitas nas validações;
- f) Aplicar o OntoArte como um recurso da UNESCO.

REFERENCIAS

- AGUIAR, André Vieira de. **Verdade e Mitos sobre a Web Semântica**. 2009. Disponível em:
<http://pet.inf.ufsc.br/abstracao/revistas/4/2/revista_abstracao_ano_4_edicao_2_mitos_e_verdades_sobre_a_web_semantica.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2009.
- ALMEIDA, Mauricio B.; BAX, Marcello P.. **Uma visão geral sobre ontologias**: pesquisa sobre definições, tipos, aplicações, métodos de avaliação e de construção. Ci. Inf., Brasília, v. 32, n. 3, p.7-20, 10 ago. 2003. Set./dez. 2003. Disponível em:
<www.scielo.br/pdf/ci/v32n3/19019.pdf>. Acesso em: 13 set. 2008.
- ALVES, Rachel Cristina Vesú. **Web semântica**: Uma Análise Formada no Uso de Metadados. 2005. 180 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Informação, Universidade Estadual São Paulo, Marília, 2005. Disponível em:
<http://www.marilia.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/CienciadaInformacao/Dissertacoes/alves_rcv_me_mar.pdf>. Acesso em: 27 mar. 2009.
- AMARO, Ana; PÓVOA, Andreia; MACEDO, Lúcia. **A arte de fazer questionários**. Disponível em:
<http://74.125.113.132/search?q=cache:28D4XKlyT_4J:www.jcpaiva.net/getfile.php%3Fcwd%3Densino/cadeiras/metodol/20042005/894dc/f94c1%26f%3Da9308+beneficios+de+usar+question%C3%A1rios&cd=11&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 08 nov. 2009.
- ARAUJO, Moysés de. **Educação a distância e a Web Semântica**: Modelagem Ontológica de Materiais e Objetos de Aprendizagem para a Plataforma COL. 2003. 191 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais, São Paulo, 2003. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3141/tde-22072005-165858/>>. Acesso em: 01 jan. 2009.
- BAX, Marcello Peixoto. **Introdução às linguagens de marcas**. Ci. Inf., Brasília, v. 30, n. 1, p.32-38, 12 nov. 2000. Jan./abr. 2001. Disponível em:
<<http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/viewFile/221/196>>. Acesso em: 26 abr. 2009.
- BORBINHA, José Luis. **Elementos do Núcleo de Metadata "Dublin Core"**. 2003. Disponível em: <<http://purl.pt/201/1/>>. Acesso em: 07 maio 2009.
- BRAGA, Angela; REGO, Lígia. **Tarsila do Amaral**. São Paulo: Moderna, 1998. 32 p.

BRAGA, Angela. **Anita Malfatti**. São Paulo: Moderna, 2002. 32 p.

BRANSKI, Regina Meyer. Recuperação de informações na Web. **Perspect. Ciênc. Inf.**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p.70-87, 28 out. 2004. Disponível em: <
<http://www.eci.ufmg.br/pcionline/index.php/pci/article/viewFile/351/160>>. Acesso em: 05 mar. 2009.

BREITMAN, Karin Koogan. **Web Semântica: A internet do Futuro**. Rio de Janeiro: Ltc - Livros Técnicos e Científicos Editora S.a., 2005. 190 p.

BRUM, Maurício. **O Criciúma voltou?**. 2007. Disponível em:
 <http://images.google.com.br/imgres?imgurl=http://4.bp.blogspot.com/_LHQkYQKTYkE/RwfRDp28dJI/AAAAAAAAABiE/bdo9bCXv7uk/s400/1CriciumaGama.jpg&imgrefurl=http://futebesteirol.blogspot.com/2007_10_01_archive.html&usg=__koHM5KeOnInKM9tWZq5SfyLFvpE=&h=289&w=400&sz=29&hl=pt-BR&start=17&tbnid=RIHCwl_BeahLM:&tbnh=90&tbnw=124&prev=/images%3Fq%3Djogadores%2Babra%25C3%25A7ados%2Bcrici%25C3%25BAma%26gbv%3D2%26hl%3Dpt-BR%26sa%3DG>. Acesso em: 15 maio 2009.

BUENO, Francisco da Silveira. **Minidicionário da Língua Portuguesa**. São Paulo: Ftd S.a, 1996. 703 p.

CÂMERA, G.; Egenhofer, M.; Fonseca, F.; Monteiro, A. M. V. **What's In An Image?**, in Conference on Spatial Information Theory, Santa Barbara, 2001.

CARDOSO, Rafael Cunha. **Um sistema de recuperação e extração de informação utilizando conceitos da web semântica**. 2004. 120 f. Dissertação (Pós Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004. Disponível em:
 <<http://biblioteca.universia.net/ficha.do?id=19098012>>. Acesso em: 18 maio 2009.

CARVALHO, Marcio Lotufo Brant de. **Web semântica e semiótica: Ontologias e Aplicação à Permacultura**. 2005. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Ciência da Computação, Centro Universitário Eurípedes de Marília, Marília, 2005. Disponível em: <
<http://www.qprocura.com.br/dp/26362/Web-semantica-e-semiotica:-ontologias-e-aplicacao-a-permacultura.html>>. Acesso em: 10 jun. 2009.

CHALOM, Claudio. **Bing - Mais um mecanismo de busca querendo desbancar o Google**. 2009. Disponível em: <<http://notopodamidia.blogspot.com/2009/06/bing-mais-um-mecanismo-de-busca.html>>. Acesso em: 05 nov. 2009.

CIVITA, Victor. **Os grandes Artistas: Vida, obra e inspiração dos maiores artistas.** São Paulo: Nova Cultura, 1999. 120 p.

CRUM, Chris. **Rank in Image Searches and Get Valuable, Untapped Traffic.** 2009. Disponível em: <<http://www.webpronews.com/topnews/2009/08/14/rank-in-image-searches-and-get-valuable-untapped-traffic>>. Acesso em: 05 nov. 2009.

DECKER ET AL. **Knowledge representation on the web.** 2000. 89–97 f. Disponível em: <<http://www.ontoknowledge.org/oil/download/DL00-oil.pdf>>. Acesso em: 01 mar. 2009.

DESTRO, Daniel. **Java e Reflection.** Disponível em: <<http://www.guj.com.br/article.show.logic?id=10>>. Acesso em: 16 out. 2009.

DIAS, Renato. **Estatística.** Disponível em: <<http://www.prof2000.pt/users/renatodias/matematica%206/estatistica/estatistica.htm>>. Acesso em: 07 nov. 2009.

ESBÍZARO, André Luiz Dias. **Recuperação de Informações sobre log. de eventos apoiada em ontologias.** 2006. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Ciência da Informação e Documentação, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

FARIAS, Renan. **Ontologia para gestão do conhecimento em saúde por meio da metodologia methondology.** Trabalho de Conclusão de Curso – Ciência da Computação, Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, Santa Catarina. 2006.

FERREIRA, Eveline Cruz Hora Gomes. **Geração automática de metadados: Uma Contribuição para Web Semântica.** 2006. 228 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3142/tde-23042007-220548/>>. Acesso em: 13 jun. 2009.

FREIRE, André Luiz da Silva. **Sistemas Distribuídos em Ambientes Gráficos SVG na Web Semântica no Modelo MVC.** 2006. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Computação, Univem, Marília, 2006.

GILLILAND-SWETLAND, Anne J.. Introduction to Metadata: Setting the Stage. **Pathways To Digital Information**, Swetland, 07 maio 2000. p. 1-12. Disponível em: <<https://eprints.kfupm.edu.sa/55793>>. Acesso em: 05 abr. 09.

GLONVEZYNSKI, Régis Alessandro. **Modelo de Anotação de Documentos para a Codificação do Conteúdo Semântico no Processo de Autoria**. 2005. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência da Computação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

GÓMEZ-PÉREZ, Asunción; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, Mariano; CORCHO, Oscar. **Ontological engineering/ with examples from the areas of knowledge management, e-commerce and the Semantic Web**. New York: Springer, 2004.

GRISHMAN, Ralph. **Information Extraction: Techniques and Challenges**. 1997. Disponível em: <http://web.njit.edu/~ql23/teaching/cis634FTF/notes/Information_extraction_paper.pdf>. Acesso em: 20 maio 2009.

GRUBER, Tom. **What is Ontology?**. 1992. Disponível em: <<http://www.ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>>. Acesso em: 05 mar. 2009.

GRUBER, R. Thomas. **Toward Principles for the Design of Ontologies Used for Knowledge Sharing**. 1995. Disponível em: <http://www.itee.uq.edu.au/~infs3101/_Readings/OntoEng.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2009.

GUARINO, Nicola. **Understanding, Building, And Using Ontologies**. 1996. Disponível em: <<http://ksi.cpsc.ucalgary.ca/KAW/KAW96/guarino/guarino.html>>. Acesso em: 27 abr. 2009.

GRUNINGER, Michael; USCHOLD, Mike. **Ontologies: Principles, Methods and Applications**. 1996. Disponível em: <<https://eprints.kfupm.edu.sa/55793/>>. Acesso em: 05 abr. 2009.

HERDT, Charles Alberton; PEREIRA JUNIOR, Dyson; STIVANELLO, Maurício Edgar. **Ontologias e Web Semântica**. 2005. Disponível em: <<http://www.das.ufsc.br/~gb/pg-ia/Web06/Web-Semantica.ppt>>. Acesso em: 21 abr. 2009.

HILLMANN, Diane. **Using Dublin Core: The Elements**. 2005. Disponível em: <<http://dublincore.org/documents/usageguide/elements.shtml>>. Acesso em: 26 abr. 2009.

KLYNE, Graham; CARROLL, Jeremy J.. **Resource Description Framework (RDF): Concepts and Abstract Syntax**. 2004. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/rdf-concepts/>>. Acesso em: 28 mar. 2009.

KOGUT, Paul; HOLMES, William. **AeroDAML: Applying Information Extraction to Generate DAML Annotations from Web Pages**. 2001. Disponível em: <<http://semannot2001.aifb.uni-karlsruhe.de/positionpapers/AeroDAML3.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2009.

KOIVUNEN, Marja-ritta; MILLER, Eric. **W3C Semantic Web Activity**. 1994. Disponível em: <<http://www.w3.org/2001/12/semWeb-fin/w3csw>>. Acesso em: 28 fev. 2009.

LASSILA, Ora; SWICK, Ralph R.. **Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification**. 1999. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/1999/REC-rdf-syntax-19990222/>>. Acesso em: 25 abr. 2009.

LAYNE, Sara Shatford. **Some issue in the indexing of images**. 1994. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=196855>>. Acesso em: 17 fev. 2009.

LEAL, Daniel Vieira; CAMARGOS, Ozório Junio Soares; BITENCOURT, Roncalli Daniel C.s.a.. **Seminário sobre Web Semântica: Fontes de Informação e Recuperação da Informação na Web Semântica**. 2008. Disponível em: <http://www.uniportal.com.br/modules/download_gallery/dlc.php?file=711>. Acesso em: 21 abr. 2009.

LEE, Tim Berners. **What the Semantic Web can represent**. 1998. Disponível em: <<http://www.w3.org/DesignIssues/RDFnot.html>>. Acesso em: 27 mar. 2009.

LEE, Tim Berners. **Semantic Web - XML2000: Achitecture**. Disponível em: <<http://www.w3.org/2000/Talks/1206-xml2k-tbl/slide10-0.html>>. Acesso em: 01 abr. 2009.

LINHALIS, Flávia. **Mapeamento Semântico entre UNL e Componentes de Software para a Execução de Requisições Imperativas em Linguagem Natural**. 2007. 236 f. Tese (Doutorado em Ciências – Ciências de Computação e Matemática Computacional)- Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação. ICMC-USP. São Carlos. 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-18052007-103617/>>. Acesso em jan. 2007.

LÓPEZ, Mariano Fernández. **A Survey na Methodologies for developing, maintaining, evalvating and reengineering ontologies**. Universidad politécnica de Madri. Madri. Spain. 2000. Disponível em: <[http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/WBS/ysu/publications/ontoweb Del 1-4.pdf](http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/WBS/ysu/publications/ontoweb%20Del%201-4.pdf)>. Acesso em 10 jun. 2009.

LUCIANA, Dalila; REGO, Lígia. **Emiliano Di Cavalcanti**. São Paulo: Moderna, 2003. 32 p.

LUCIANO, Fábila Liliã. **Metodologia Científica e da Pesquisa**. Criciúma, 2001. 93 p.

MANINI, Miriam Paula. **Análise documentária de fotografias**: um referencial de leitura de imagens fotográficas para fins documentários. 2002. 177 f. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

MAFRA, Paulo Manoel; MOLL, Vinicius. **Recuperação Semântica de Informação na Web**. 2008. Disponível em: <<http://www.das.ufsc.br/~gb/pg-ia/InfoWeb/artigo-mafra.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2009.

MANOLA, Frank; MILLER, Eric. **RDF Primer**. 2004. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/2004/REC-rdf-primer-20040210/#conceptsummary>>. Acesso em: 08 maio 2009.

MARINO, Maria Teresa. **Integração de informações em ambientes científicos na web**: uma abordagem baseada na arquitetura RDF. 2001. Disponível em: <<http://dataware.nce.ufrj.br:8080/dataware/publicacoes/dataware/fisico/teses/metadados/MARINO-2001.pdf>>. Acesso em: 24 abr. 2009.

MARTIMIANO, Luciana Andréia Fondazzi. **Sobre a estruturação de informação em sistemas. de segurança computacional: uso de ontologia**. 2006. 185 f. Tese (Doutorado em Ciências – Ciências de Computação e Matemática Computacional)- Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação. ICMC-USP. São Carlos. 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/55/55134/tde-02102006-091853/>>. Acesso em jan. 2009.

MATOS, Luis. **Anotação Semântica de Conteúdo Web Utilizando Microformatos e RDFa**. 2008. Disponível em: <<http://www.slideshare.net/lzomatos/anotao-semntica-de-contedo-web-utilizando-microformatos-e-rdfa>>. Acesso em: 25 abr. 2009.

MENZIES, T. **Cost Benefits of Ontologies in Intelligence**. 1999. p. 27-31. Disponível em: <<http://portal.acm.org/citation.cfm?id=318969>>. Acesso em: 01 abr. 2009.

MIRANDA, Alex Sandro Santos. **Ontologias**: Indexação e recuperação de fotografias baseada na técnica fotográfica e no conteúdo da imagem. 2007. 132 f. Dissertação (Pós-graduação) - Curso de Ciência da Informação, Universidade de Brasília, Brasília, 2007. Cap. 7. Disponível em: <http://bdtd.bce.unb.br/tesesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2712>. Acesso em: 02 abr. 2009.

MOLOSSI, Sinara. **Recuperação da Informação**. 2006. Disponível em: <http://pages.udesc.br/~r4sm/material/aula_pos.ppt>. Acesso em: 18 maio 2009.

MORAES, Marcelo Oliveira de. **Reengenharia do Ontocover**: Uma biblioteca JAVA para Monitorar Ontologias em Aplicações da Web Semântica. 2007. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Ciência da Informação, UFSC, Florianópolis, 2007.

MORAIS, Erikson Freitas de; SOARES, Marcelo Borghetti. **Web Semântica para Máquinas de Busca**. 2003. Disponível em: <www.geocities.com/adagenor/webs/seminario7.pdf>. Acesso em: 05 maio 2009.

MOURA, A. M. C. **A Web Semântica: fundamentos e tecnologias**. 2001. Instituto Militar de Engenharia. IME. Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://ipanema.ime.eb.br/~namoura/public/websemantica.zip>>. Acesso em: 26 abril de 2009.

NETTO, Carlos Xavier de Azevedo; FREIRE, Bernardina Maria Juvenal; PEREIRA, Perpétua. **A representação de imagens no acervo da Biblioteca Digital Paulo Freire**: proposta e percursos. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-19652004000300003>. Acesso em: 08 nov. 2009.

NIGRO, Hector Oscar; CISARO, Sandra Gonzalez; XODO, Daniel. **Data Mining with ontologies: implementations, findings and frameworks**. 2007. Disponível em: <<http://www.exa.unicen.edu.ar/dmontolo/>>. Acesso em: 05 jun. de 2009.

NOY, F. Natalya; MCGUINNESS, L. Deborah. **Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology**. 2001. Disponível em: <http://protege.stanford.edu/publications/ontology_development/ontology101.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2009.

NUNES, Anselmo Maciel; FILETO, Renato. **Uma Arquitetura para Recuperação de Informação Baseada em Semântica e sua Aplicação no Apoio a Juris**. 2001. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/2352295/Uma-Arquitetura-para-Recuperacao-de-Informacao-Baseada-em-Semantica-e-sua-Aplicacao-no-Apoio-a-Jurisprudencia>>. Acesso em: 21 abr. 2009.

OMG: Object Management Group. **Unified Modeling Language (UML)**. 2003. Disponível em: <<http://www.omg.org/cgi-bin/doc?formal/03-03-01>>. Acesso em: 14 jul. 2009.

PALAZZO, Luiz A. M.. **Projeto e Construção de Ontologias**. 2006. Disponível em: <<http://www.inf.pucrs.br/~ai190471/Mestrado/slides/PCO3.ppt>>. Acesso em: 15 maio 2009.

PANOFISKY, Erviner. **Significado nas artes visuais**. 3. ed. São Paulo: Perspectiva, 2002. 440 p.

PANSANATO, Luciano Tadeu Esteves. **Um modelo de navegação exploratória para infraestrutura da Web Semântica**. 2007. 194 f. Tese (Doutorado) - Ciências Matemáticas e de Computação - Icmc - Isp, São Carlos, 2007.

PEREIRA, Rafael. **Guia de Java na Web: Preparatório para Certificação SCWCD**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2006. 306 p.

PESQUISA, Sua. **Arte Moderna**. Disponível em: <<http://www.suapesquisa.com/artesliteratura/artemoderna/>>. Acesso em: 28 abr. 2009.

PORFIRIO, Patricia José. **Aplicação de ontologias e data mining para descoberta de conhecimento**. 2008. 162 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2008.

RAJAGOPAL, Ram. **Como o Google funciona**. 2006. Disponível em: <<http://www.digestivocultural.com/colunistas/coluna.asp?codigo=1867>>. Acesso em: 01 jul. 2009.

RAMALHO, Rogerio Aparecido Sá. **Web Semântica: Aspectos Interdisciplinares da Gestão de Recursos Informacionais no Âmbito da Ciência da Informação**. 2006. 121 f. Trabalho de Conclusão de Pós (Pós-graduado) - Curso de Ciência da Informação, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - UNESP, Marília, 2006.

RIOS, Jocelma A.. **Ontologias: Alternativa para representação do conhecimento explícito organizacional**. 2007. Disponível em: <http://www.cinform.ufba.br/vi_anais/docs/JocelmaRiosOntologias.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2009.

ROBERTO, Rafael Liberato. **Uma abordagem para Identificação de Interesses dos Usuários durante a Navegação em Websites Semânticos**. 2006. 113 f. Trabalho de Conclusão de Pós (Pós-Graduado) - Curso de Ciência da Computação, Universidade Estadual de Maringá, Maringa, 2006.

ROSA, Nereide Schilaro Santa. **Candido Portinari**. São Paulo: Moderna, 1998. 32 p.

SEGUNDO, José Eduardo Santarem. **Recursos tecno-metodológicos para descrição e recuperação de informação na Web**. 2004. 159 f. Trabalho de Conclusão de Pós (Pós-graduado) - Curso de Ciência da Informação, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho" - UNESP, Marília, 2004.

SEMPREBOM, Tiago; CAMADA, Marcos; MENDONÇA, Igor. **Protégé e Ontologias**. 2007. Disponível em: <http://www.das.ufsc.br/~gb/pg-ia/Protege07/ontologia_protege.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2009.

SILVA FILHO, Antonio Mendes da. **Programando com XML**. São Paulo: Elsevier Editora Ltda, 2004.

SILVA, Leonardo Ayres de Moraes e. **OWLPref: Uma representação Declarativa de Preferências Qualitativas para Web Semântica**. 2007. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Informática Aplicada, Universidade de Fortaleza, Fortaleza, 2007.

SILVA, Edeilson Milhomem da; BRITO, Parcilene Fernandes de. **O padrão RDF na descrição de imagens**. 2004. Disponível em: <http://www.infociencia.info/busca_chave1.php?criterio=O+padr%E3o+RDF+na+descri%E7%E3o+de+imagens&submit=Buscar>. Acesso em: 08 maio 2009.

SILVA, Tércio de Moraes Sampaio. **Extração de Informação para busca semântica na Web baseada em ontologias**. 2003. 83 f. Tese (Mestrado) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003. Disponível em: <<http://www.tede.ufsc.br/teses/PEEL0833.pdf>>. Acesso em: 15 agosto de 2008.

SMIT, J. W. **Análise documentária: a análise da síntese**. Brasília: Icct, 1989. 101-113 p.

SMITH, Michael K.; WELTY, Chris; MCGUINNESS, Deborah L.. **OWL Web Ontology Language Guide**. 2004. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-guide-20040210/>>. Acesso em: 01 abr. 2009.

SOWA, F. John. **Ontology**. Disponível em: <<http://www.jfsowa.com/ontology/>>. Acesso em: 27 abr. 2009.

STAAB, Steffen; STUDER, Rudi. **Handbook on ontologies**. Berlin: Springer, 2004.

TECNOLÓGICA, Inovação. **Mecanismo de busca utiliza imagem como chave para busca de outras imagens.** Disponível em:

<<http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010150040603>>.

Acesso em: 05 nov. 2009.

TREVISOL, Gustavo Gaburro; PONTES, Weberson; SALGADO, Leonídio. **OWL.** 2009.

Disponível em: <http://www.inf.ufes.br/~zegonc/material/OWL_Completa.ppt>. Acesso em: 05 maio 2009.

UNICODE. **What is Unicode?** 2009. Disponível em:

<<http://www.unicode.org/standard/WhatIsUnicode.html>>. Acesso em: 04 abr. 2009.

USCHOLD, Mike; GRUNINGER, Michael. **Ontologies: Principles, Methods and**

Applications. 1996. Disponível em: <<http://www.upv.es/sma/teoria/sma/onto/96-ker-intro-ontologies.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2009.

WHITE, R. W., Kules, B., Drucker, S. M., e m; c; schraefel. **Supporting exploratory search.**

Communications of the ACM, 2006, Vol. 49, N° 4. Disponível em: <

<http://research.microsoft.com/~sdrucker/papers/p36-white.pdf> >. Acesso em: 15 agosto de 2008.

YAMAOKA, Eloi Juniti. **Recuperação de Informação na Web.** 2003. Disponível em:

<http://www.ct.ufrj.br/bib/bibliotecaonline/pesqapoio/Recuperacao_informacao_web.pdf>.

Acesso em: 07 maio 2009.

YESILADA, Yeliz et al. **Ontology Based Semantic Annotation for Enhancing Mobility Support for Visually Impaired Web Users.** 2003. Disponível em:

<<http://www.cs.man.ac.uk/~yesilady/publication/>>. Acesso em: 26 abr. 2009.

APÊNDICE A - MATERIAL DE AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO ONTOARTE: QUESTIONÁRIO DE SATISFAÇÃO DO USUÁRIO

Questionário para medir a satisfação do usuário dentro do Ambiente OntoArte: Páginas Web com utilização de ontologias para realizar recuperações de informações em imagens.

ATENÇÃO:

As informações recebidas (inclusive sua identidade) serão mantidas confidenciais.

Este questionário possui 4 etapas. Por gentileza, é importante que você responda a todas as perguntas, mas, caso não se sinta à vontade em responder a alguma delas, não tem problema.

Quando não souber alguma resposta com exatidão, procure fornecer uma resposta que seja mais próxima possível. Se a questão ainda assim não é clara para você, assinale esta questão escrevendo “CONFUSA!!” ou “NÃO ENTENDI” , pule a questão e continue!!

Caso cometa algum erro, não se preocupe: basta colocar um traço sobre o dado incorreto e continuar. Por exemplo: ~~Ribeiro~~

Data do questionário: _____

Parte 1 - Fale um pouco sobre você.

Nome: _____

Sexo: _____

Idade: _____

Escolaridade: _____

Onde você estuda (ou)? _____

Qual a sua formação? _____

Caso seja nível superior, qual curso? _____

Você já utilizou ferramentas para busca de imagens na internet?

() Google () Yahoo () Shutterstock () Outros: _____

Parte 2 - Avaliação utilizando livremente o protótipo

Conseguiu efetuar buscas no protótipo?

Utilizou o método booleano para efetuar buscas?

Empregou o método avançado?

Conseguiu visualizar o relacionamento?

Teve dificuldade para iniciar o aprendizado do protótipo?

Passos para simulação guiada:

Se você precisasse buscar todas as obras da “Tarsila do Amaral” ou “Leonardo da Vinci”, como você faria?

Pesquisa 1

Palavra: Tarsila do Amaral

Buscar por: Artista

Avançado: Igual

Operador Lógico: OU

- ⇒ Efetuar a busca
- ⇒ Visualizar a recuperação realizada

⇒ Voltar a pagina inicial

Pesquisa 2

Palavra: Leonardo da Vinci

Buscar por: Artista

Avançado: Igual

- ⇒ Efetuar a busca
- ⇒ Visualizar a recuperação realizada
- ⇒ Demonstrar os relacionamentos

Resultado:

Caso precisar por movimento “Renascimento” e técnica “Têmpera de Ovo” e Arista “Leonardo da Vinci”, como você faria?

Pesquisa 1

Palavra: Renascimento

Buscar por: Movimento

Avançado: Igual

- ⇒ E

Pesquisa 2

Palavra: Têmpera de Ovo

Buscar por: Técnica

Avançado: Igual

- ⇒ E

Pesquisa 3

Palavra: Leonardo da Vinci

Buscar por: Artista

Avançado: Igual

- ⇒ Efetuar a busca
- ⇒ Visualizar a recuperação realizada
- ⇒ Demonstrar os relacionamentos

Resultado:

Se você tivesse que procurar obras do período antigo ou antiguidade, como você faria?

Pesquisa 1

Palavra: Ant

Buscar por: Período

Avançado: Início

- ⇒ Efetuar a busca
- ⇒ Visualizar a recuperação realizada
- ⇒ Voltar a pagina inicial
- ⇒ Observar o contênto
- ⇒ Demonstrar os relacionamentos

Resultado:

E se tivesse que procurar todas as obras que contenham a palavra flor

Pesquisa 1

Palavra: Flor

Buscar por: Obra

Avançado: Contênto

- ⇒ Efetuar a busca
- ⇒ Visualizar a recuperação realizada
- ⇒ Demonstrar os relacionamentos

Resultado:

Parte 3 – Questões objetivas expressando sua opinião como usuário referente ao OntoArte.

1. As pesquisas realizadas apresentam resultados objetivos?	Muito Insatisfeito					Muito Satisfeito
	0	1	2	3	4	5
2. O tempo de resposta do protótipo ao efetuar uma busca é?	Muito Abaixo					Muito Acima
	0	1	2	3	4	5
3. A forma em que o protótipo disponibiliza a imagem para visualização é?	Ruim					Ótimo
	0	1	2	3	4	5
4. O “link relacionado”	Ruim					Ótimo

disponibilizado no resultado das buscas é?	0	1	2	3	4	5
5. Para realizar a pesquisa deve ser informado o critério, “palavra-chave”, “avançado” e o “operador”. Estes dados de busca são?	Muito Insatisfeito					Muito Satisfeito
	0	1	2	3	4	5
6. Os critérios para realização da busca por imagens de artes são?	Muito Insatisfeito					Muito Satisfeito
	0	1	2	3	4	5
7. A opção “avançado” é?	Muito Insatisfeito					Muito Satisfeito
	0	1	2	3	4	5
8. Quando foi inserir informações de pesquisa as opções estavam?	Difícil					Fácil
	0	1	2	3	4	5
9. Como é definido o grau de facilidade de uso do protótipo?	Difícil					Fácil
	0	1	2	3	4	5
10. Teve dificuldade no preenchimento das informações de busca?	Frequentemente					Raramente
	0	1	2	3	4	5
11. Em algum momento você sentiu perdido, sem saber o que fazer para seguir?	Nunca					Sempre
	0	1	2	3	4	5
12. Você utilizou a opção de “avançado”?	Frequentemente					Raramente
	0	1	2	3	4	5
13. Você conseguiu utilizar o “link relacionado”?	Frequentemente					Raramente
	0	1	2	3	4	5
14. Você conseguiu utilizar o “operador lógico”?	Frequentemente					Raramente
15. O sistema apresentou bugs, impedindo seu funcionamento?	Nunca					Sempre
	0	1	2	3	4	5
16. Você conseguiu visualizar os resultados?	Nunca					Sempre
	0	1	2	3	4	5

Parte 4 – Questões subjetivas, que permitem que você expresse livremente sua opinião como usuário do OntoArte.

Responda às questões abaixo de forma a enfatizar o que agradou e o que menos agradou no ambiente OntoArte.

1 - Quais termos usados no OntoArte são desconhecidos ou confusos para você?

2 - O que você mais gostou no ambiente?

3 - O que você não gostou no ambiente? Não tenha receio em criticar. Suas críticas serão consideradas para revisões e melhorias futuras do ambiente.

4 - O que você modificaria para melhorar o OntoArte?

5 – Comparando-se com outros buscadores, como você define o OntoArte?

6 - Você gostaria de utilizar o OntoArte para recuperar imagens na web?

☐ Sim ☐ Não

APÊNDICE B - AVALIAÇÃO DO ONTOARTE

Esse documento tem por objetivo apresentar os resultados da avaliação de qualidade dos dados para busca, funcionalidade e eficiência no resultado de busca do protótipo OntoArte, originados de análises realizadas após a aplicação de questionários de satisfação em usuários. Para realizar a avaliação do protótipo OntoArte foi utilizado o método de teste empírico do tipo questionário (Apêndice A). Em seguida, são analisados os possíveis problemas de usabilidade do protótipo a partir da apuração dos dados

1 Questionário de satisfação subjetiva do usuário

Foram distribuídos 18 questionários, entre 31/10 e 05/11/2009. Foi realizada uma avaliação com usuários leigos, com domínio em arte, e por ultimo com experiência em uso de ferramentas de busca da cidade de Criciúma e região. Os participantes têm idade entre 18 e 57 anos. Os participantes realizaram a avaliação do protótipo utilizando um ambiente preparado em um mesmo computador como página local (localhost). O ambiente foi utilizado de forma livre e os participantes preencheram o questionário acerca do seu perfil e sobre satisfação do protótipo.

As seguintes medidas de avaliação foram coletadas e analisadas:

1. Quanto ao perfil dos usuários:
 - a) Dado qualitativo sobre a experiência dos usuários busca de imagens na internet.
2. Quanto à qualidade dos dados para busca:
 - a) Satisfação na qualidade das informações na tela;
 - b) Grau de frequência de utilização dos campos disponibilizados na tela para busca.
3. Quanto ao nível de satisfação ou dificuldade subjetiva dos usuários:
 - a) Dados subjetivos sobre a dificuldade do participante com relação ao protótipo;
 - b) Dados subjetivos sobre o que mais gostou no protótipo.
4. Quanto às funcionalidades do protótipo:
 - a) Inserir informações de pesquisa;
 - b) Grau de facilidade de uso;
 - c) Tempo de resposta do protótipo;
 - d) Falhas e erros no uso do protótipo;
 - e) Visualizou os resultados.
5. Quanto à eficiência no resultado de busca:
 - a) Resultados objetivos;
 - b) Forma que o protótipo disponibiliza as imagens.
6. Quanto às sugestões dos usuários para possíveis alterações ou ampliações:
 - a) Sugestões de ampliação;
 - b) Sugestões de alteração.
7. Quanto às comparações com outros buscadores:
 - a) Comparando-se com outros buscadores;
 - b) Dados quantitativos sobre utilização do OntoArte para recuperar imagens na Web.

2 Resultados

O tamanho da amostra utilizada na avaliação de satisfação subjetiva através 18 questionário não é suficiente para um tratamento estatístico dos dados. Para a apresentação e interpretação dos dados utilizou-se a Moda. Para um conjunto de dados, define-se moda como sendo: o valor que aparece mais vezes numa série de valores observados (DIAS, 2009). Assim, da representação gráfica dos dados, obtém-se o valor que representa a moda.

No conjunto de respostas de cada questão, a moda é dada pela frequência de ocorrência dos valores (de 0 a 5) apontados pelos usuários em cada questão. Sendo os usuários de 1 a 6 experientes em uso de ferramentas de busca, de 7 a 12 usuários leigos e 13 a 18 usuários com domínio em arte. Nos gráficos são mostradas as frequências de apontamento dos usuários para cada valor observando-se a maior ou a menor frequência. Cada coluna representa o valor apontado, no eixo x, em relação à quantidade, ou a frequência de usuários, no eixo y.

3 Questionário de satisfação subjetiva do usuário

3.1 Perfil dos usuários:

a) Experiência dos usuários em buscas de imagens na internet:

- Utilização de ferramentas para busca de imagens na internet (item 1 – parte 1)

Quanto à experiência prévia dos usuários em recuperação de imagens na internet, todos os usuários responderam que possuem experiência.

3.2 Qualidade dos dados para busca:

- Satisfação na qualidade das informações na tela (questão 5 – parte 3)

Em uma escala de 0 a 5, os usuários classificaram os campos de “critério”, “palavra-chave”, “avançado” e “operador” quanto ao grau de satisfação. A maioria, correspondendo a 94,44%, definiu satisfação quanto aos filtros disponibilizados para busca. O resultado pode ser visto na Figura 39.

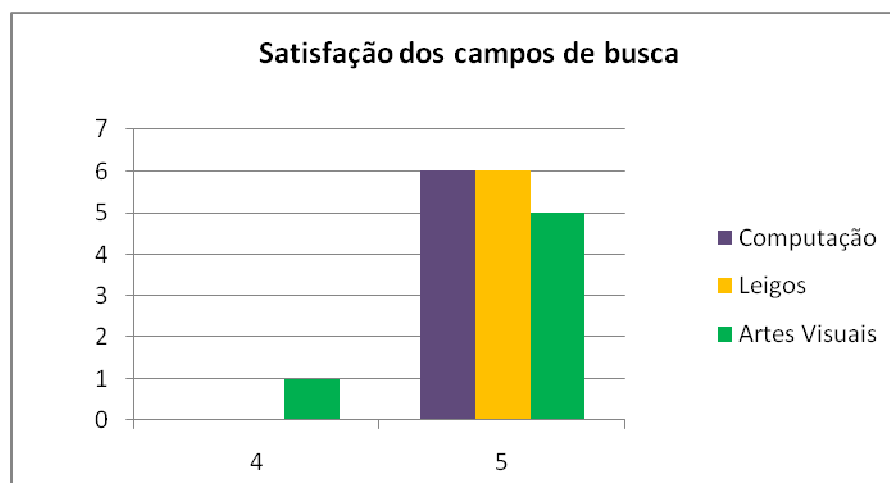


Figura 39. Gráfico 2 – Satisfação dos campos de busca

Observando-se na tabela 1 que a média das respostas aproxima-se da satisfação dos campos disponíveis para busca.

Tabela 2. Classificação quanto a Satisfação dos campos de busca

Usuário	Resposta (Muito 0 – Pouco 5)
Usuário 1	5
Usuário 2	5
Usuário 3	5
Usuário 4	5
Usuário 5	5
Usuário 6	5
Usuário 7	5
Usuário 8	5
Usuário 9	5
Usuário 10	5
Usuário 11	5
Usuário 12	5
Usuário 13	5
Usuário 14	5
Usuário 15	5
Usuário 16	5
Usuário 17	5
Usuário 18	4
Média	4,94
Respostas 0	0
Respostas 1	0
Respostas 2	0
Respostas 3	0
Respostas 4	1 – 5,56%
Respostas 5	17 – 94,44%

- c) Grau de frequência de utilização dos campos disponibilizados na tela para busca
- Frequência de utilização da opção “Avançado” para efetuar de buscas (questão 12 – parte 3)

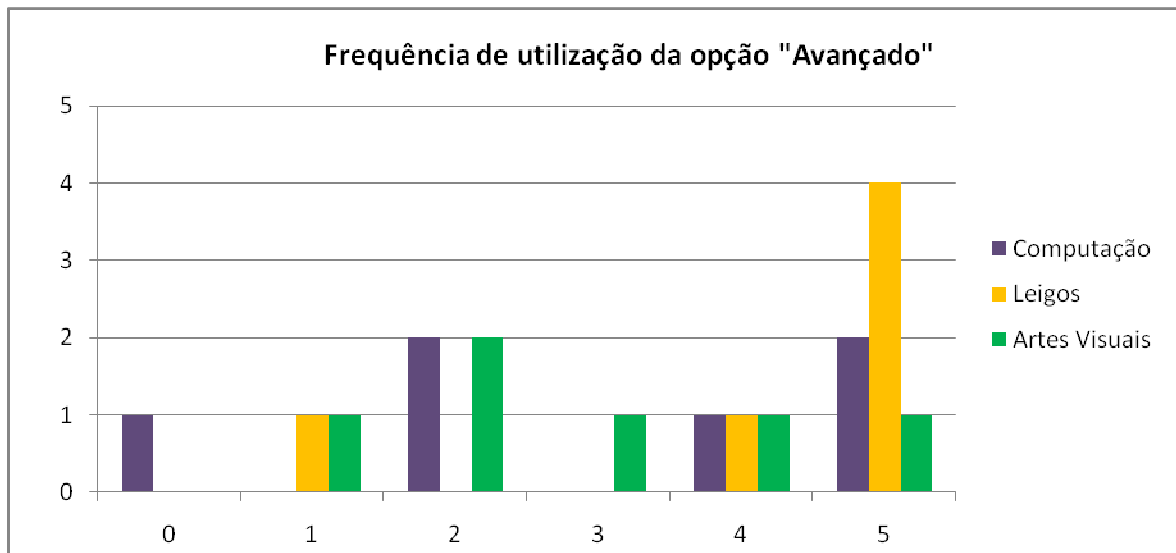


Figura 40. Gráfico 3 – Frequência de utilização da opção “Avançado”

Tabela 3. Frequência de utilização da opção “Avançado”

Usuário	Resposta (Muito 0 – Pouco 5)
Usuário 1	0
Usuário 2	2
Usuário 3	4
Usuário 4	2
Usuário 5	5
Usuário 6	5
Usuário 7	5
Usuário 8	5
Usuário 9	4
Usuário 10	5
Usuário 11	5
Usuário 12	1
Usuário 13	5
Usuário 14	1
Usuário 15	3
Usuário 16	4
Usuário 17	2
Usuário 18	2
Média	3,33
Respostas 0	1 – 5,6
Respostas 1	2 – 11,1
Respostas 2	4 – 22,2
Respostas 3	1 – 5,6
Respostas 4	3 – 16,7
Respostas 5	7 – 38,9

- Frequência de utilização da opção “Link Relacionado” para efetuar de buscas (questão 13 – parte 3)

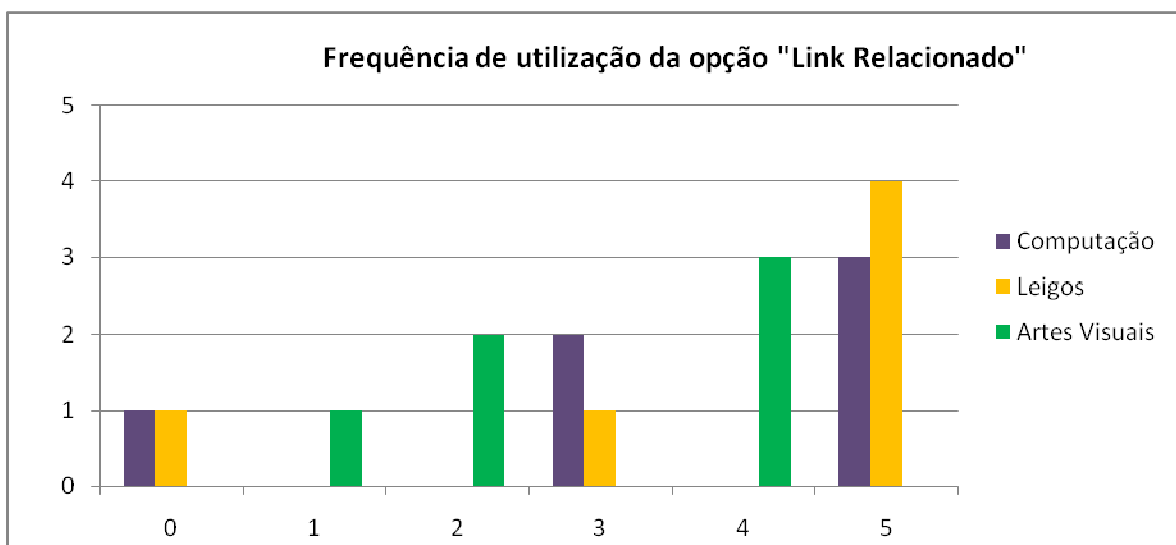


Figura 41. Gráfico 4 – Frequência de utilização da opção “Link Relacionado”

Tabela 4. Frequência de utilização da opção “Link Relacionado”

Usuário	Resposta (Muito 0 – Pouco 5)
Usuário 1	5
Usuário 2	3
Usuário 3	0
Usuário 4	3
Usuário 5	5
Usuário 6	5
Usuário 7	5
Usuário 8	3
Usuário 9	5
Usuário 10	5
Usuário 11	5
Usuário 12	0
Usuário 13	4
Usuário 14	2
Usuário 15	4
Usuário 16	4
Usuário 17	2
Usuário 18	1
Média	3,39
Respostas 0	2 – 11,1
Respostas 1	1 – 5,6
Respostas 2	2 – 11,1
Respostas 3	3 – 16,7
Respostas 4	3 – 16,7
Respostas 5	7 – 38,9

- Frequência de utilização da opção “Operador Lógico” para efetuar de buscas (questão 14 – parte 3)

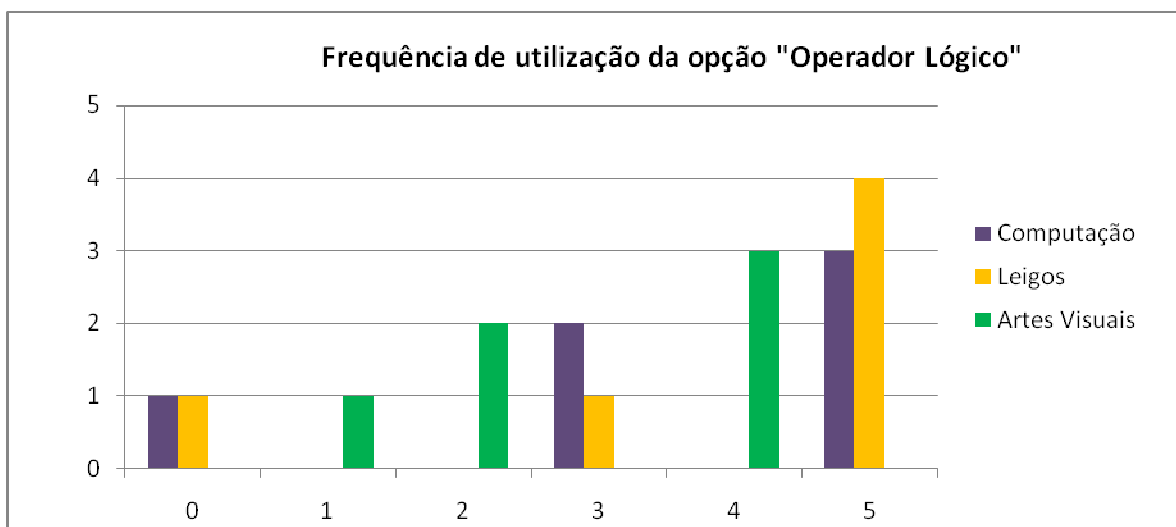


Figura 42. Gráfico 5 – Frequência de utilização da opção “Operador Lógico”

Tabela 5. Frequência de utilização da opção “Operador Lógico”

Usuário	Resposta (Muito 0 – Pouco 5)
Usuário 1	5
Usuário 2	5
Usuário 3	5
Usuário 4	2
Usuário 5	5
Usuário 6	5
Usuário 7	5
Usuário 8	4
Usuário 9	5
Usuário 10	5
Usuário 11	5
Usuário 12	2
Usuário 13	5
Usuário 14	2
Usuário 15	3
Usuário 16	4
Usuário 17	2
Usuário 18	2
Média	3,94
Respostas 0	0 - 0
Respostas 1	0 - 0
Respostas 2	5 - 27,8
Respostas 3	1 - 5,6
Respostas 4	2 - 11,1
Respostas 5	10 - 55,6

3.3 Nível de satisfação ou dificuldade subjetiva dos usuários:

a) Dados subjetivos sobre a dificuldade do participante com relação ao protótipo:

- Quais termos usados no OntoArte são desconhecidos ou confusos? (questão 1 – parte 4)

Dificuldade na compreensão do protótipo:

Usuário 13: “Operador, mas porque não conhecia”.

Usuário 16: “Operador”.

b) Dados subjetivos sobre o que mais gostou no protótipo:

- O que você mais gostou no ambiente? (questão 2 – parte 4)

Gostou no protótipo:

Usuário 1: “A forma como foi mostrada os resultados e o operador”.

Usuário 2: “Layout, usabilidade e tempo de resposta”.

Usuário 3: “A opção de Link relacionado”.

Usuário 4: “A forma fácil de visualização do resultado”.

Usuário 5: “A simplicidade e a facilidade para busca”.

Usuário 6: “A facilidade e clareza de uso”.

Usuário 7: “Tudo”.

Usuário 8: “As informações contidas no ambiente são de credibilidade”.

Usuário 9: “Da facilidade em obter resultados das buscas”.

Usuário 10: “Consigo buscar o que me interessa, e com isso ganho tempo”.

Usuário 11: “O Link Relacionado e por mostrar os detalhes das obras”.

Usuário 12: “As formas de pesquisa e os resultados”.

Usuário 13: “Organização e objetividade”.

Usuário 14: “Tudo, a facilidade e utilidade me agradaram bastante”.

Usuário 15: “A especificidade que ele gera, não trazendo o que não deseja”.

Usuário 16: “Do visual dela e da praticidade”.

Usuário 17: “O layout, cores e proposições. Ferramenta de fácil compreensão”.

Usuário 18: “A busca de imagens dos artistas sem precisar muito esforço para tal”.

3.4 Funcionalidades do protótipo:

- Satisfação das informações inseridas para realizar a pesquisa (questão 8 – parte 3)

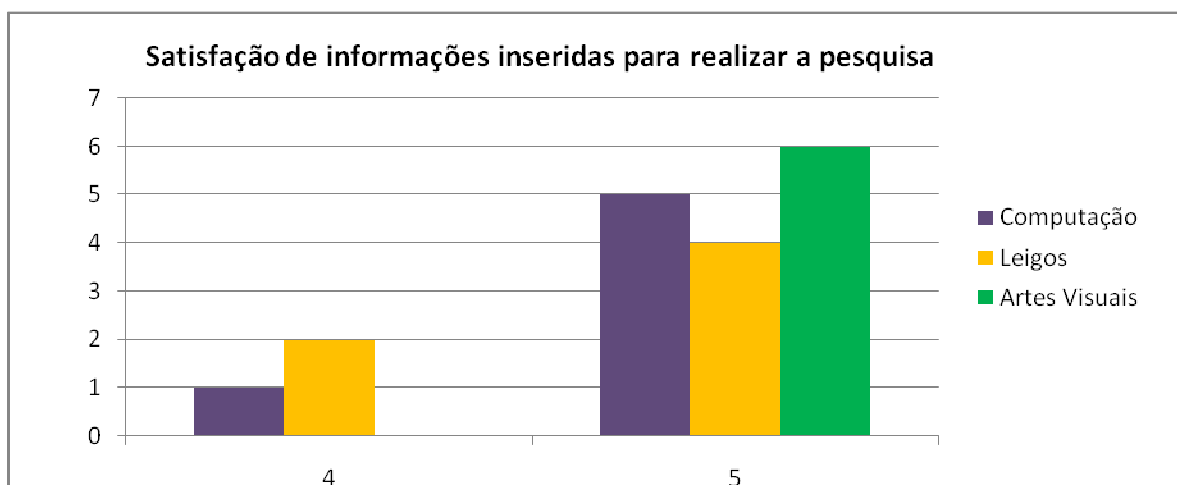


Figura 43. Gráfico 6 – Satisfação das informações inseridas para realizar a pesquisa

Tabela 6. Satisfação das informações inseridas para realizar a pesquisa

Usuário	Resposta (Muito 0 – Pouco 5)
Usuário 1	5
Usuário 2	5
Usuário 3	4
Usuário 4	5
Usuário 5	5
Usuário 6	5
Usuário 7	5
Usuário 8	4
Usuário 9	4
Usuário 10	5
Usuário 11	5
Usuário 12	5
Usuário 13	5
Usuário 14	5
Usuário 15	5
Usuário 16	5
Usuário 17	5
Usuário 18	5
Média	4,83
Respostas 0	0
Respostas 1	0
Respostas 2	0
Respostas 3	0
Respostas 4	3 – 16,7%
Respostas 5	15 – 83,3%

- Grau de facilidade de uso (questão 9 – parte 3)

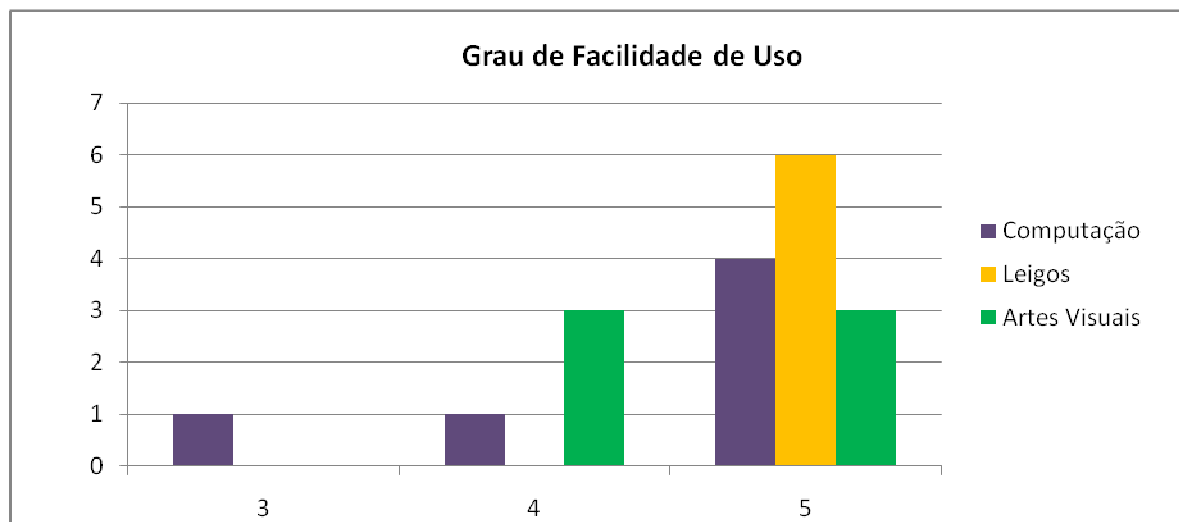


Figura 44. Gráfico 7 – Grau de facilidade de uso

Tabela 7. Grau de facilidade de uso

Usuário	Resposta (Muito 0 – Pouco 5)
Usuário 1	5
Usuário 2	5
Usuário 3	3
Usuário 4	4
Usuário 5	5
Usuário 6	5
Usuário 7	5
Usuário 8	5
Usuário 9	5
Usuário 10	5
Usuário 11	5
Usuário 12	5
Usuário 13	5
Usuário 14	5
Usuário 15	4
Usuário 16	4
Usuário 17	5
Usuário 18	4
Média	4,67
Respostas 0	0
Respostas 1	0
Respostas 2	0
Respostas 3	1 – 5,6 %
Respostas 4	4 – 22,2 %
Respostas 5	13 – 72,2 %

- Tempo de resposta do protótipo (questão 2 – parte 3)

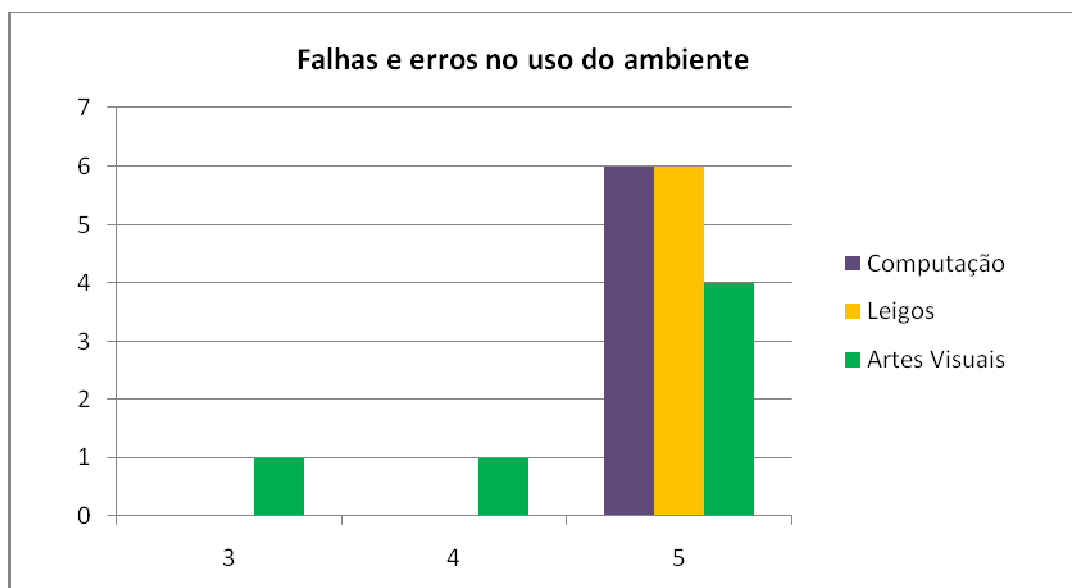


Figura 45. Gráfico 8 – Tempo de resposta do protótipo

Tabela 8. Tempo de resposta do protótipo

Usuário	Resposta (Muito 0 – Pouco 5)
Usuário 1	5
Usuário 2	5
Usuário 3	3
Usuário 4	5
Usuário 5	5
Usuário 6	5
Usuário 7	5
Usuário 8	5
Usuário 9	5
Usuário 10	5
Usuário 11	5
Usuário 12	5
Usuário 13	5
Usuário 14	5
Usuário 15	4
Usuário 16	5
Usuário 17	4
Usuário 18	4
Média	4,72
Respostas 0	0
Respostas 1	0
Respostas 2	0
Respostas 3	1 – 5,6 %
Respostas 4	3 – 16,7 %
Respostas 5	14 – 77,8 %

- Falhas e erros no uso do ambiente (questão 15 – parte 3)

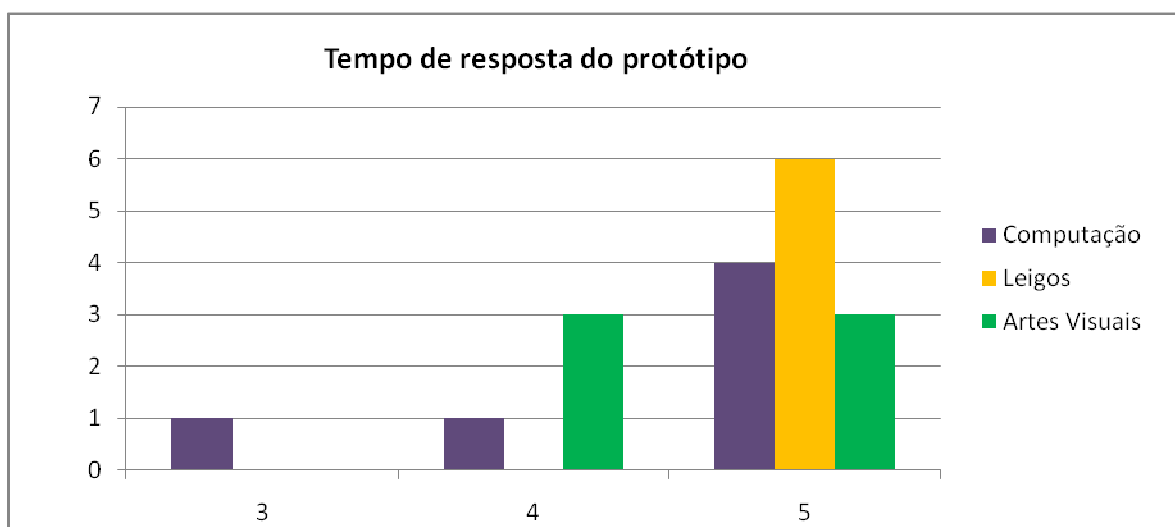


Figura 46. Gráfico 9 – Falhas e erros no uso do ambiente

Tabela 9. Falhas e erros no uso do ambiente

Usuário	Resposta (Muito 0 – Pouco 5)
Usuário 1	5
Usuário 2	5
Usuário 3	5
Usuário 4	5
Usuário 5	5
Usuário 6	5
Usuário 7	5
Usuário 8	5
Usuário 9	5
Usuário 10	5
Usuário 11	5
Usuário 12	5
Usuário 13	5
Usuário 14	5
Usuário 15	5
Usuário 16	5
Usuário 17	4
Usuário 18	3
Média	4,83
Respostas 0	0
Respostas 1	0
Respostas 2	0
Respostas 3	1 – 5,6 %
Respostas 4	1 – 5,6 %
Respostas 5	16 – 88,9 %

- Conseguiu visualizar os resultados (questão 16 – parte 3)

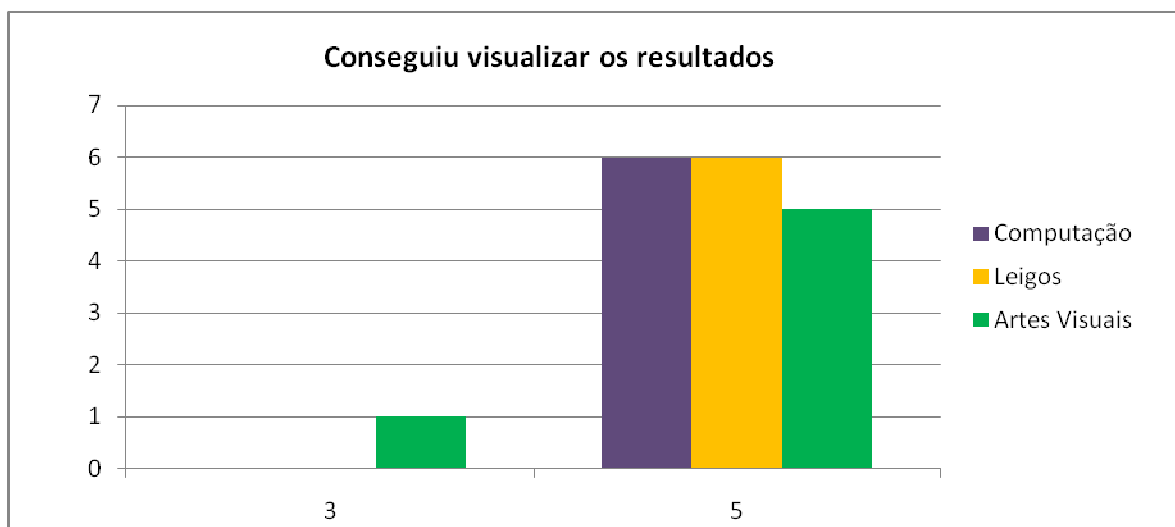


Figura 47. Gráfico 10 – Conseguiu visualizar os resultados

Tabela 10. Conseguiu visualizar os resultados

Usuário	Resposta (Muito 0 – Pouco 5)
Usuário 1	5
Usuário 2	5
Usuário 3	5
Usuário 4	5
Usuário 5	5
Usuário 6	5
Usuário 7	5
Usuário 8	5
Usuário 9	5
Usuário 10	5
Usuário 11	5
Usuário 12	5
Usuário 13	5
Usuário 14	5
Usuário 15	5
Usuário 16	5
Usuário 17	5
Usuário 18	3
Média	4,89
Respostas 0	0
Respostas 1	0
Respostas 2	0
Respostas 3	1 – 5,6 %
Respostas 4	0
Respostas 5	17 - 94,4 %

3.5 Eficiência no resultado de busca:

- Resultados objetivos (questão 1 – parte 3)

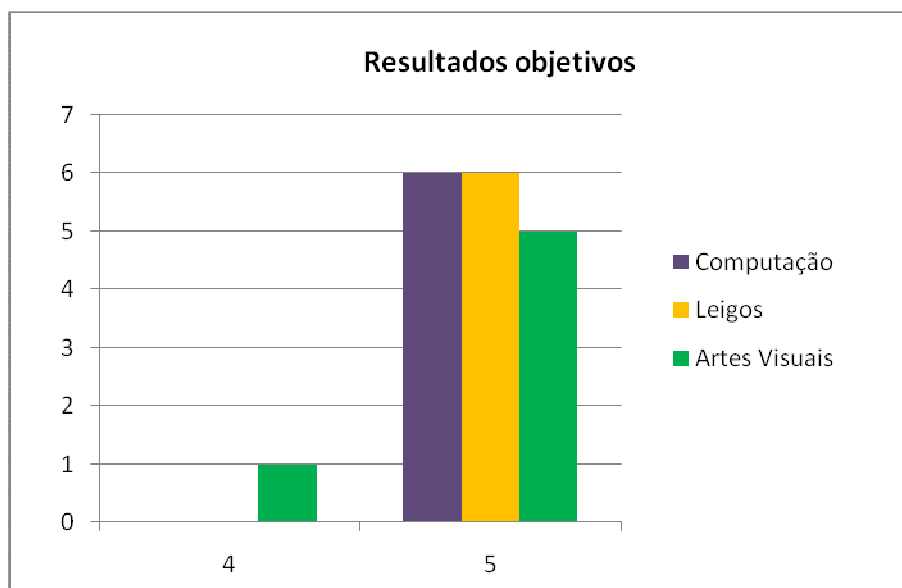


Figura 48. Gráfico 11 – Resultados objetivos

Tabela 11. Resultados objetivos

Usuário	Resposta (Muito 0 – Pouco 5)
Usuário 1	5
Usuário 2	5
Usuário 3	5
Usuário 4	5
Usuário 5	5
Usuário 6	5
Usuário 7	5
Usuário 8	5
Usuário 9	5
Usuário 10	5
Usuário 11	5
Usuário 12	5
Usuário 13	5
Usuário 14	5
Usuário 15	5
Usuário 16	5
Usuário 17	5
Usuário 18	4
Média	4,94
Respostas 0	0
Respostas 1	0
Respostas 2	0
Respostas 3	0
Respostas 4	1 - 5,6 %
Respostas 5	17 – 94,4 %

- Forma que o protótipo disponibiliza as imagens (questão 3 – parte 3)

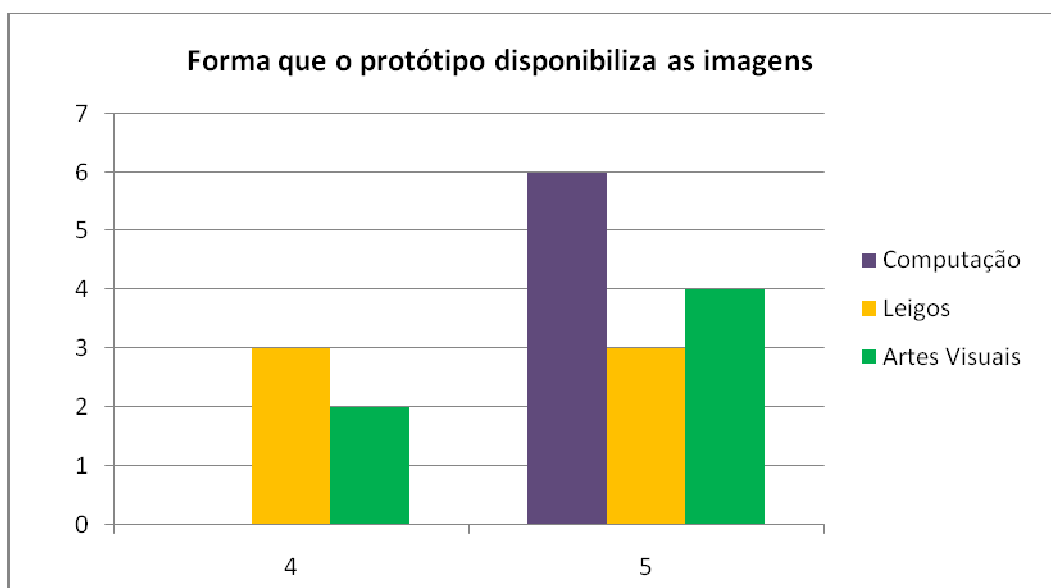


Figura 49. Gráfico 12 – Forma que o protótipo disponibiliza as imagens

Tabela 12. Forma que o protótipo disponibiliza as imagens

Usuário	Resposta (Muito 0 – Pouco 5)
Usuário 1	5
Usuário 2	5
Usuário 3	5
Usuário 4	5
Usuário 5	5
Usuário 6	5
Usuário 7	5
Usuário 8	4
Usuário 9	5
Usuário 10	4
Usuário 11	5
Usuário 12	4
Usuário 13	5
Usuário 14	5
Usuário 15	5
Usuário 16	4
Usuário 17	4
Usuário 18	5
Média	4,72
Respostas 0	0
Respostas 1	0
Respostas 2	0
Respostas 3	0
Respostas 4	5 - 27,8 %
Respostas 5	13 - 72,2 %

3.6 Quanto às sugestões dos usuários para possíveis alterações ou ampliações:

a) Sugestões de ampliação:

- O que você modificaria para melhorar o OntoArte? (questão 4 – parte 4)

Mudanças no OntoArte:

Usuário 1: “Informativo ao passar com o mouse por cima dos componentes de busca”.

Usuário 2: “-”.

Usuário 3: “Possibilitar a pesquisa com operadores lógicos em apenas uma linha”.

Usuário 4: “Nada, não há críticas”.

Usuário 5: “Nada, o ambiente é simples e agradável”.

Usuário 6: “Nada”.

Usuário 7: “Nada”.

Usuário 8: “Por a opção de aumentar o tamanho das imagens, para visualizar detalhes das obras”.

Usuário 9: “Nada”.

Usuário 10: “A gestão da acentuação das palavras na busca, somente”.

Usuário 11: “Ficou muito bom”.

Usuário 12: “Nada”.

Usuário 13: “Possibilidade de *skins*”.

Usuário 14: “rs. rs. rs. colocaria outros artistas e obras. Está muito bom”.

Usuário 16: “Eu colocaria mais movimento”.

Usuário 17: “Somente a inserção de mais imagens e opções de consulta. É um site muito útil para a área de arte”.

Usuário 18: “Talvez necessite de alguma explicação sobre o ambiente”.

b) Sugestões de alteração:

- Dados subjetivos sobre o que não gostou no protótipo? (questão 3 – parte 4)

Não gostou no protótipo:

Usuário 1: “-”.

Usuário 2: “Informativo sobre cada campo. E possibilidade de visualizar o campo de busca simples ou avançado”.

Usuário 3: “Nada”.

Usuário 4: “Não há críticas no ambiente”.

Usuário 5: “O ambiente é muito simples, não alteraria nada pela simplicidade da pesquisa que o mesmo já possui.”.

Usuário 6: “Estava bastante satisfatório”.

Usuário 7: “Nada”.

Usuário 8: “Seria melhor se o tamanho da imagem fosse maiores”.

Usuário 9: “Gostei de tudo”.

Usuário 10: “Gostei do ambiente”.

Usuário 11: “Nada”.

Usuário 12: “O ambiente é muito bom”.

Usuário 14: “Não tem o que não gostei”.

Usuário 16: “Muito estático”.

Usuário 17: “Sem contribuições no momento”.

Usuário 18: “Eu como já falei achei bom e criativo, talvez o que eu necessite é um tempo maior para poder operar melhor”.

3.7 Quanto às comparações com outros buscadores:

a) Comparando-se com outros buscadores:

- Comparando-se com outros buscadores, qual definição do OntoArte? (questão 5 – parte 4)

Comparações com outros buscadores:

Usuário 1: “Um buscador que traz mais detalhes nas buscas e nos resultados”.

Usuário 2: “Possibilitar ter uma descrição das características da imagem, sendo esse um diferencial comparando-se com outros sites de busca”.

Usuário 3: “Bom, a busca por resultados é simples e o tempo de resposta é bom”.

Usuário 4: “Uma excelente ferramenta”.

Usuário 5: “É uma ótima ferramenta e supre à necessidade que os mesmos não a possuíam a mesma facilidade”.

Usuário 6: “De fácil utilização e trás resultados satisfatórios”.

Usuário 7: “Achei mais fácil e claro que o Google”.

Usuário 8: “Layout de fácil usabilidade”.

Usuário 9: “Organizado, busca fácil”.

Usuário 10: “Na verdade, por ser direcionado a Arte ele se torna praticamente único, pelo menos eu não conheço outra ferramenta de busca como o OntoArte. Por isso para quem procura sobre Arte, ele busca somente o que se precisa, e com isso ganhamos tempo”.

Usuário 11: “Comparando-se com o Google o OntoArte traz resultados precisos e mostra relacionamento em obras”.

Usuário 12: “Muito bom”.

Usuário 13: “Perfeito, pois ele funciona muito melhor que qualquer outro”.

Usuário 14: “Muito mais prático, fácil e objetivo”.

Usuário 16: “Limpo, prático e objetivo”.

Usuário 17: “Extremamente funcional”.

Usuário 18: “Em comparação a outros buscadores achei que o mesmo está muito bom”.

- Dados quantitativos sobre utilização do OntoArte para recuperar imagens na Web (questão 6 – parte 4)



Figura 50. Gráfico 13 – Aceitação do OntoArte

4 Análise e Discussão dos Resultados

A avaliação no protótipo OntoArte, mostrou sua utilidade na identificação dos problemas de funcionalidade, qualidade dos dados para buscas e eficiência no resultado de busca. A partir dos resultados obtidos no questionário de satisfação do usuário, foi realizada uma análise para detectar problemas mais frequentes de usabilidade no ambiente OntoArte. Nesta análise consta o levantamento de explicações prováveis e propostas de possíveis soluções dos problemas.

Problema 1: Grau de frequência de utilização dos campos disponibilizados na tela para busca

Descrição: os usuários fizeram o questionário com média de 20 a 30 minutos, mas este tempo não foi suficiente para conseguirem mexer e conhecer detalhadamente cada campo disponibilizado para realizar uma busca no protótipo.

Proposta de solução: disponibilizar o protótipo on-line e o usuário poder conhecer a ferramenta com antecedência.

Problema 2: Ausência de Ajuda nos campos

Descrição: o problema é apontado por 2 participantes. Estes usuários colocaram que gostariam de ter tido acesso a uma Ajuda básica. Outro motivo é a frequência de dúvidas sobre comandos. Atualmente, o protótipo não possui Ajuda disponível.

Proposta de solução: incluir ajuda ao passar com o mouse sobre os campos com explicações diretas e resumidas dos comandos e funções por tela.

Problema 3: Poucas obras anotadas

Descrição: os usuários indicaram como sugestão anotar mais imagens, de períodos diferentes de obras para conseguir recuperar mais imagens.

Proposta de solução: criar uma página para possibilitar a anotação de obras e enviar para o repositório, atualmente o repositório conta com 60 obras.

Problema 4: Site estático

Descrição: os usuários sugeriram permitir mexer nas imagens, aumentar ou diminuir, colocar skins.

Proposta de solução: permitir que o site seja mais dinâmico, possibilitando que o usuário tenha mais detalhe quanto à visualização da imagem.

As sugestões feitas pelos usuários e/ou relativas a problemas serão retratadas nos trabalhos futuros.

5 Documentos utilizados

O formulário utilizado na sessão de teste foi o questionário de satisfação subjetiva dos usuários (Apêndice A);

Todos os questionários respondidos foram arquivados e poderão ser solicitados caso seja necessário.