



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Faculdade de Filosofia e Ciências – UNESP / Campus Marília
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação

SANDRA MILENA ROA-MARTÍNEZ

***DA INFORMATION FINDABILITY À IMAGE FINDABILITY:
aportes da polirrepresentação, recuperação e comportamento de busca***

Marília – SP
2019

Sandra Milena Roa-Martínez

**DA INFORMATION FINDABILITY À IMAGE FINDABILITY:
aportes da polirrepresentação, recuperação e comportamento de busca**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, da Faculdade de Filosofia e Ciências da Universidade Estadual Paulista – Unesp - Campus de Marília, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutorado em Ciência da Informação.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Associação Universitária Iberoamericana de Pós-Graduação (AUIP), da Universidad del Cauca e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Área de Concentração: Informação, Tecnologia e Conhecimento

Linha de Pesquisa: Informação e Tecnologia

Orientadora: Profa. Dra. Silvana Aparecida Borsetti Gregorio Vidotti

Coorientador: Prof. Dr. Juan Antonio Pastor Sánchez

Marília – SP
2019

R628d	<p>Roa-Martínez, Sandra Milena. Da Information Findability à Image Findability: aportes da polirrepresentação, recuperação e comportamento de busca / Sandra Milena Roa-Martínez. – Marília, 2019. 235 p. ; 30 cm.</p> <p>Orientadora: Silvana Aparecida Borsetti Gregório Vidotti. Coorientador: Juan Antonio Pastor-Sánchez Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Filosofia e Ciências, 2019. Bibliografia: f. 223-235</p> <p>Financiamento: CAPES e AUIP.</p> <p>1. Imagens digitais. 2. Recuperação da Informação. 3. Ontologias (Recuperação da Informação). 4. Comportamento informacional. 5. Polirrepresentação. 6. Image findability. 7. Information findability. I. Título.</p> <p>CDD 025.4</p>
-------	---

Sandra Milena Roa-Martínez

**DA INFORMATION FINDABILITY À IMAGE FINDABILITY:
aportes da polirrepresentação, recuperação e comportamento de busca**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação, da Universidade Estadual Paulista – Unesp - Campus de Marília, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Ciência da Informação.

Área de Concentração: Informação, Tecnologia e Conhecimento.

Linha de Pesquisa: Informação e Tecnologia

Data da defesa: 17 de junho de 2019.

Local: Faculdade de Filosofia e Ciências, UNESP - Campus de Marília

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Silvana Aparecida Borsetti Gregorio Vidotti – Presidente e Orientadora
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP)

Profa. Dra. Silvana Drumond Monteiro – Membro Titular
Universidade Estadual de Londrina (UEL)

Profa. Dra. Ana Carolina Simionato Arakaki – Membro Titular
Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)

Prof. Dr. Fernando Luiz Vechiato – Membro Titular
Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Prof. Dr. José Eduardo Santarém Segundo – Membro Titular
Universidade de São Paulo (USP)

Ao meu filho Kamilo... fonte de amor e luz na minha vida...

In memoriam da minha mãe por acreditar e dar-me as sementes de
perseverança e confiança...

AGRADECIMENTOS

O sentimento de gratidão é tão grande e transborda quando você sente que tem conseguido avançar e dar um passo mais no caminho da vida... é emoção, estima e reconhecimento ao pensar nas pessoas que estiveram presentes durante esta etapa de doutorado, mas também as ausências foram parte importante que me permitiram sentir que ainda que há distancias, tempos e espaços não me senti sozinha neste exercício/reto individual... sempre houve alguém para me animar, empurrar, fazer acreditar, questionar, sorrir, ouvir e até para me consolar e aconselhar no choro e na raiva... e especialmente para me alegrar...

Iniciarei com agradecer a minha família acadêmica que começou ao me sentir acolhida no laboratório coordenado pela professora Silvana Gregorio Vidotti, minha mãe acadêmica e a quem considero uma ótima pesquisadora que contribuiu em múltiplos aspectos acadêmicos e pessoais, e com quem espero continuar trabalhando e aprendendo... hoje posso pensar nela além da minha orientadora como uma parceira e amiga que também me acolheu na sua bonita família com o querido Écio, a alegre Ana Luiza, o tímido Mateus e seus pais e irmãos.

A lembrança da minha chegada no laboratório e ser recebida com o sorriso e carinho da especial e única Ana Maria e o “monstrinho” Caio que se converteram em mais que meus irmãos acadêmicos em queridos e grandes amigos, não sei como agradecer todo seu carinho e apoio incondicional...sou grata e terei saudade dos tempos que passamos juntos...do chafecito ou ca-fe-ci-to (até churrascos) que foram acompanhando nossos dias e discussões interessantes, leituras e oficinas junto ao Jean, a Fernanda, a Nathalia, o Edgar, a Jacky e o querido Felipe, muito grata com vocês também.

Ao professor Juan Antônio Pastor por receber-me na Universidade de Murcia e pela oportunidade de trabalhar com ele como meu co-orientador, pelos aprendizados fundamentais na fase final desta pesquisa, também pelo seu tempo, conhecimento, disposição e boa atitude na minha estancia na Espanha.

Aos meus irmãos acadêmicos mais velhos em conhecimento o Henry, o Fernando Vechiato e o Cecilio, e aos mais novos minha querida amiga Manu, o Gustavo, a Paloma, a Mirelys e o Gian Carlo...muito obrigada pelo conhecimento compartilhado, o carinho, a

torcida e suas boas energias, extensivo às “luluzinhas” Liliana, Larissa, Luciana, Diana, Bete, Mariana e Mayra.

Não posso esquecer de agradecer a pessoas como o Juanito, o Willian, a Marce, o Robin, o Jean Pierre, o Cesar, a Hellen, a Carmem, as Marías da Murcia e o querido senhor Gustavo (que até o final chamarei de senhor) por ser a minha família de aluguel sempre e me oferecer sua amizade e ajuda sem duvidar.

Sinto que fiz amigos, além do que parceiros acadêmicos e isso me faz dizer que valeu a pena todas as emoções que vivi no Brasil e na Espanha, todos vocês me ajudaram a estar longe e lidar com a saudade da minha família e amigos da Colômbia...

A o meu filho Kamilo, por seu amor, solidariedade e paciência nesta aventura de mãe na que você participou ainda com suas repentinas vontades de voltar... você tornou-se um adolescente que me faz sentir orgulho e ainda mais quando vejo você atuar com independência e as vezes até como o adulto da casa com esse coração grande e nobre.

A minhas irmãs Gladys, Beatriz e María Cecilia que construíram uma família para mim e com seu exemplo de levantar-se uma e mais vezes para seguir fizeram que hoje eu possa agradecer-lhes, compartilhar e dedicar este logro... além de ser grata por me dar os sobrinhos que adoro e para quem sempre espero estar aí...

À banca examinadora pelos seus importantes aportes entregados com um sorriso e a evidente intenção de construir desde seu conhecimento e experiência, Silvana Drumond, Ana Carolina Simionato, Fernando Vechiato e José Eduardo Santarém, igualmente aos professores Maria José, Ricardo e do PPGCI que contribuíram para abrir minha mente tão computacional...pela ótima atitude, paciência e seus ensinamentos nas salas de aula.

Não pode ser esquecido que este doutorado foi desenvolvido pelo apoio do Departamento de Sistemas e ao Grupo de Investigación en Inteligencia Computacional (GICO) da Universidad del Cauca, a Asociación Universitaria Iberoamericana de Posgrados (AUIP), a Universidade Estadual Paulista (UNESP) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

A experiência pode ser resumida como maravilhosa... porque Deus tem somente anjos de todas as cores e formas para me acompanhar, ensinar, alegrar e melhorar... espero que vocês continuem fazendo parte do meu presente e futuro.

Sempre grata e com vocês no meu coração!!!

ROA-MARTINEZ, Sandra Milena. **Da *information findability* à *image findability***: aportes da polirrepresentação, recuperação e comportamento de busca. 2019. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2019.

RESUMO

Os avanços tecnológicos na sociedade têm possibilitado a inusitada geração e disponibilização de informação nos diversos âmbitos pelos múltiplos dispositivos e em diferentes formatos. A informação para ser acessada e usada pelos usuários nos ambientes digitais deverá previamente ser recuperada e encontrada. Diante disso, destaca-se que a Recuperação da Informação é amplamente discutida em múltiplos estudos desde a origem da Ciência da Informação e da Ciência da Computação, enquanto que a *Findability* torna-se foco de estudos nos últimos anos. Nesse contexto, com o intuito de esclarecer a relação entre a Recuperação da Informação e a *Findability*, e como esses processos acontecem nas imagens digitais – consideradas recursos imagéticos de natureza complexa pelas camadas de conteúdo que devem ser analisadas no processo de representação –, objetiva-se contribuir no aprimoramento da Recuperação e *Findability* com foco nas imagens digitais mediante o uso da polirrepresentação e das tecnologias da Web Semântica. Diante disto, a Ciência da Informação oferece subsídios que possibilitam trabalhos nessas temáticas com uma abordagem científica e tecnológica desde a integração dos diferentes conteúdos e informações dos recursos imagéticos e das necessidades informacionais do usuário. Para tanto, a metodologia desta pesquisa se caracteriza por ser de natureza básica que se tornou aplicada, quali-quantitativa e de tipo exploratória e descritiva, com um delineamento baseado no uso do método quadripolar usando técnicas como o levantamento bibliográfico e a análise de documentos. Consequentemente, destacam-se como resultados: uma estrutura conceitual de polirrepresentação das imagens digitais que posteriormente foi descrita semanticamente mediante uma ontologia, *OntoImage*, a definição de *Information Findability* e um modelo conceitual de *Image Findability*. Dessarte, conclui-se que, os recursos informacionais são recuperados pelas máquinas e encontrados pelos usuários, porém tanto a *Information Findability* quanto a *Image Findability* requerem da sinergia entre a Recuperação da Informação e o Comportamento Informacional. Por fim, o desenvolvimento desta pesquisa permitiu reforçar a tese da existência de uma relação entre a Recuperação da Informação e a *Findability*, e que a integração dos conteúdos (sintático, semântico) e as informações não visuais e de contexto das imagens digitais mediante o uso da polirrepresentação, bem como das tecnologias da Web Semântica aprimoram o seu processo de Recuperação e a *Image Findability*.

Palavras-chave: Imagens digitais. *Image findability*. *Information findability*. Recuperação da informação. Polirrepresentação. Ontologia OWL, Comportamento informacional.

ROA-MARTINEZ, Sandra Milena. **From information findability to image findability: contributions of polyrepresentation, retrieval and search behavior.** 2019. Tese (Doctorate in Information Science) – Faculty of Philosophy and Sciences, São Paulo State University (UNESP), Marília, 2019.

ABSTRACT

Technological advances in society have made possible the unusual generation and availability of information in the various scopes by multiple devices and in different formats. Information to be accessed and used by users in digital environments must first be retrieved and found. Therefore, it is important to highlight that Information Retrieval is widely discussed in multiple studies since the origin of Information Science and Computer Science, while Findability has become a focus of studies in recent years. In this context, in order to clarify the relationship between Information Retrieval and Findability, and how these processes take place in digital images – considered imagery resources of a complex nature by the content layers that must be analyzed in the representation process – aims to contribute to the enhancement of Retrieval and Findability focusing on digital images through the use of polyrepresentation and Semantic Web technologies. Faced with this, Information Science offers subsidies that enable work on these issues with a scientific and technological approach since the integration of different contents and information of the imagery resources and informational needs of the user. For this, the methodology of this research is characterized by being basic nature that has become applied, qualitative-quantitative and exploratory and descriptive, with a design based on the use of the quadripolar method using techniques such as bibliographic survey and document analysis. Consequently, the following results stand out: a conceptual structure of polyrepresentation of digital images that was later described semantically through an ontology, OntoImage, the definition of Information Findability and a conceptual model of Image Findability. It is concluded that information resources are retrieved by machines and found by users, but both Information Findability and Image Findability require the synergy between Information Retrieval and Information Behavior. Finally, the development of this research reinforced the thesis of a relationship between Information Retrieval and Findability, and that the integration of content (syntactic, semantic) and non-visual and context information of digital images through the use of Polyrepresentation as well as Semantic Web technologies enhance retrieval and Image Findability.

Keywords: Digital images. Image findability. Information findability. Information retrieval. Polyrepresentation. OWL Ontology. Information behavior.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Exemplo de uma imagem digital	20
Figura 2 – Cenário do método quadripolar da pesquisa	33
Figura 3 – Legenda de cores associadas aos polos do método quadripolar predominantes em cada capítulo	36
Figura 4 – Relação dos modelos com o feedback	51
Figura 5 – Elementos dinâmicos em Sistemas de Recuperação da Informação	53
Figura 6 – Processos básicos de um Sistema de Recuperação da Informação	55
Figura 7 – Processos e subprocessos de um Sistema de Recuperação da Informação	56
Figura 8 – Modelo de integração de áreas conceituais	62
Figura 9 – Caminhos do Information seeking propostos	64
Figura 10 – Modelo geral de comportamento de busca da informação proposto	65
Figura 11 – Modelo cognitivo em interação com Recuperação da Informação	67
Figura 12 – Componentes da busca e Recuperação da Informação proposto por Ingwersen e Järvelin	68
Figura 13 – Framework de Comportamento Informacional e Sistemas de Informação proposto por Jansen e Rieh	69
Figura 14 – Quantidade de artigos em cada base de dados e artigos repetidos	74
Figura 15 – Número de publicações analisadas distribuídas por ano	75
Figura 16 – Número de publicações analisadas distribuídas por termo de busca	76
Figura 17 – Múltiplas facetas de Findability	78
Figura 18 – Findability e sua relação com outros conceitos	79
Figura 19 – Representação conceitual entre Findability e Usabilidade	82
Figura 20 – Modelo de Encontrabilidade da Informação	90
Figura 21 – Information Findability	103
Figura 22 – Camadas da Information Findability	104
Figura 23 – Estrutura de pirâmide para descrição de imagens	123
Figura 24 – Processo de extração de características visuais da imagem	126
Figura 25 – Imagem medica digital exemplificada no Universo dos metadados	131
Figura 26 – Elementos de um sistema CBIR para imagens histológicas de colo uterino	137
Figura 27 – Arquitetura funcional e tecnológica da Web Semântica	144
Figura 28 – Tripla RDF representada como grafo	145
Figura 30 – Tipos de ontologias seguindo o detalhamento e a dependência de tarefas	152
Figura 31 – Tela página principal LOV	159
Figura 32 – Interface de busca e apresentação de resultados	160
Figura 33 – Detalhe de um vocabulário entregue como resultado da busca	160
Figura 34 – Representação da imagem digital no âmbito da análise documental	170
Figura 35 – Diagrama conceitual entidade-relação proposto para a gestão e representação de imagens medicas digitais	173
Figura 36 – Estrutura conceitual da polirrepresentação da imagem digital como recurso informacional	188
Figura 37 – Visualização das classes e subclasses do OntoImage	192
Figura 38 – Elementos de OntoImage	193
Figura 39 – Visualização das propriedades do tipo de dado de OntoImage	195

Figura 40 – Visão geral da ontologia para a polirrepresentação da imagem digital - OntoImage.....	197
Figura 41 – Diagrama geral de camadas associadas a Image Findability.....	201
Figura 42 – Polirrepresentação e ontologia das imagens digitais.....	202
Figura 43 – Funcionamento da busca em um sistema CBIR para imagens radiológicas de tórax	204
Figura 44 – Necessidade informacional formulada mediante consulta no Sistema de Recuperação de Imagens	205
Figura 45 – Apresentação de resultados recuperados pelo Sistema de Recuperação de Imagens	208
Figura 46 – Hierarquia Vs. Facetas na navegação	209
Figura 47 – Necessidade informacional mediante navegação no Sistema de Recuperação de Imagens	210
Figura 48 – <i>Image findability</i>	212

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Modelos de Recuperação da Informação	44
Quadro 2 – Taxonomias de modelos de RI baseadas no paradigma estrutural	46
Quadro 3 – Taxonomias de modelos de RI seguindo o modelo e o objeto	48
Quadro 4 – Taxonomia de modelos de RI seguindo as tarefas do usuário.....	49
Quadro 5 – Taxonomia de modelos de RI seguindo as propriedades do recurso	50
Quadro 6 – Manifestações da Relevância	59
Quadro 7 – Diferenças entre os termos Relevância e Pertinência	60
Quadro 8 – Características do modelo de comportamento de busca	64
Quadro 9 – Findability e sua relação com a Usabilidade	82
Quadro 10 – Atributos de Encontrabilidade da Informação (AEI)	88
Quadro 11 – Paradigmas no processo de produção da imagem	110
Quadro 12 – Meios de produção, armazenamento e transmissão nos paradigmas pré- fotográfico, fotográfico e pós-fotográfico	111
Quadro 13 – Resumo da proposta de Shatford relacionada ao Método de Panofsky	119
Quadro 14 – Categorias para representação da imagem	119
Quadro 15 – Unificação de definições	124
Quadro 16 – Tipos de metadados	130
Quadro 17 – Enfoques e técnicas de recuperação de imagens	135
Quadro 18 – Visão geral das etapas em diferentes metodologias de desenvolvimento de ontologias	153
Quadro 19 – Objetivos das ontologias nos processos de representação e recuperação de imagens digitais	156
Quadro 20 – Ontologias e vocabulários encontrados no LOV relacionados às imagens digitais	161
Quadro 21 – Informações com os resultados em ambientes informacionais digitais que recuperam imagens.....	175
Quadro 22 – Filtragens sobre resultados em ambientes informacionais digitais que recuperam imagens.....	176
Quadro 23 – Entidades, relacionamentos e atributos associados ao conteúdo sintático.....	179
Quadro 24 – Entidades e relacionamentos associados ao conteúdo visual semântico	181
Quadro 25 – Entidades, relacionamentos e atributos associados ao conteúdo não visual ..	183
Quadro 26 – Entidades e relacionamentos associados ao contexto da imagem digital	185
Quadro 27 – Relacionamentos entre as entidades e suas cardinalidades	186

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de artigos em cada base de dados para cada termo.....	73
Tabela 2 – Quantidade de artigos selecionados	74

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BRAPCI	Base de Dados Referencial de Artigos de Periódicos em Ciência da Informação
CBIR	<i>Content Based Image Retrieval</i>
CC	<i>Colour Correlogram</i>
CCV	<i>Colour Coherence Vector</i>
CLD	<i>Colour Layout Descriptor</i>
CM	<i>Colours Moments</i>
CSD	<i>Colour Structure Descriptor</i>
DC	Dublin Core
DCD	<i>Dominant Colour Descriptor</i>
DCMI	<i>Dublin Core Metadata Initiative</i>
DICOM	<i>Digital Imaging and Communications in Medicine</i>
FOAF	<i>Friend of a Friend</i>
FRBR	<i>Functional Requeriments for Bibliographic Records</i>
HMMD	<i>Hue MinMax Difference</i>
HSV	<i>Hue, Saturation, Value</i>
HTTP	<i>Hypertext Transfer Protocol</i>
IRI	<i>Internationalized Resource Identifier</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
LD	Linked Data
LISA	<i>Library and Information Science Abstracts</i>
LOD	<i>Linked Open Data</i>
LOV	<i>Linked Open Vocabularies</i>
MEI	Modelo de Encontrabilidade da Informação
MPEG-7	<i>Multimedia Content Description Interface</i>
NISO	<i>National Information Standards Organization</i>
OWL	<i>Web Ontology Language</i>
PDI	Processamento Digital de Imagens
RDF	<i>Resource Description Framework</i>
RDFa	<i>Resource Description Framework in Attributes</i>
RDFS	<i>RDF Schema</i>
RFDID	Requisitos Funcionai para Dados Imageticos Digitais
RGB	<i>Red, Green, Blue</i>
RIF	<i>Rule Interchange Format</i>
SCD	<i>Scalabe Colour Descriptor</i>
SHACL	<i>Shapes Constraint Language</i>
SKOS	<i>Simple Knowledge Organization System</i>
SPARQL	<i>SPARQL Protocol and RDF Query Language</i>
SRI	Sistema de Recuperação da Informação
SWRL	<i>Semantic Web Rule Language</i>
TBIR	<i>Textual Based Image Retrieval</i>
URI	<i>Uniform Resource Identifier</i>
URL	<i>Uniform Resource Locator</i>
VIAF	<i>Virtual International Authority File</i>
W3C	<i>World Wide Web Consortium</i>

WOS *Web of Science*
XML *eXtensible Markup Language*

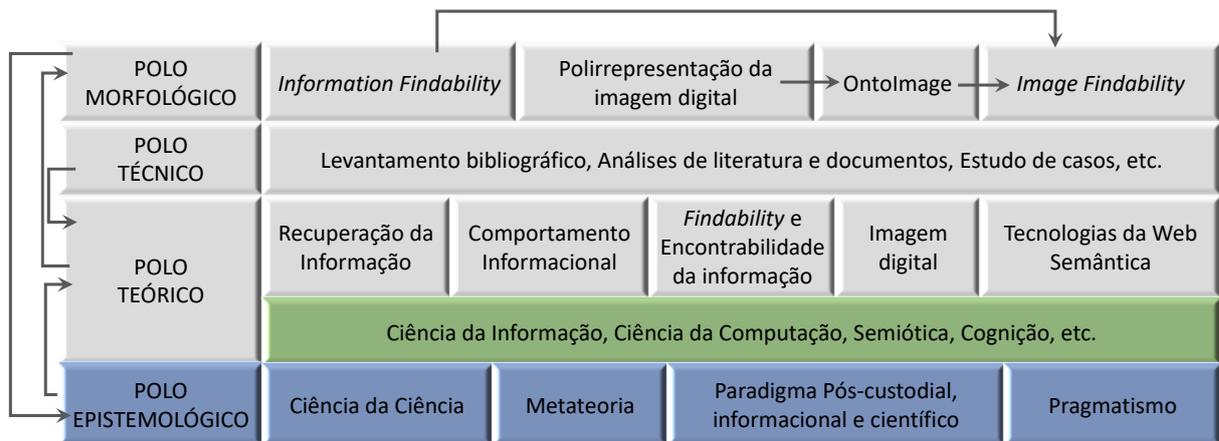
SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	19
1.1 DEFINIÇÃO DO TEMA E DO OBJETO DE PESQUISA	20
1.2 QUESTÃO E TESE DE PESQUISA	25
1.3 OBJETIVOS	26
1.4 ANTECEDENTES E MOTIVAÇÃO DA PESQUISA	27
1.5 DELINEAMENTO METODOLÓGICO	30
1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO	35
2 RECUPERAÇÃO DA INFORMAÇÃO	40
2.1 O CONCEITO DE RECUPERAÇÃO DA INFORMAÇÃO	41
2.2 MODELOS DE RECUPERAÇÃO DA INFORMAÇÃO	44
2.3 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DA INFORMAÇÃO	54
2.4 RELEVÂNCIA E PERTINÊNCIA	58
2.5 COMPORTAMENTO INFORMACIONAL	61
3 FINDABILITY E ENCONTRABILIDADE DA INFORMAÇÃO	72
3.1 <i>FINDABILITY</i> : CONCEITO E RELAÇÕES	76
3.2 ENCONTRABILIDADE DA INFORMAÇÃO: CONCEITO, MODELO E RECOMENDAÇÕES	87
4 INFORMATION FINDABILITY: UMA SINERGIA ENTRE A RECUPERAÇÃO DA INFORMAÇÃO E O COMPORTAMENTO DE BUSCA DA INFORMAÇÃO	93
4.1 RELAÇÃO ENTRE A RECUPERAÇÃO DA INFORMAÇÃO, A <i>FINDABILITY</i> E A ENCONTRABILIDADE DA INFORMAÇÃO	93
4.1.1 Recuperabilidade, <i>Findability</i> e comportamento de busca da informação	94
4.1.2 Recuperação pela Relevância e a Pertinência para <i>Findability</i>	97
4.1.3 <i>Wayfinding</i> como Nexo do Usuário na <i>Findability</i>	99
4.1.4 Dos Atributos e do Modelo de Encontrabilidade da Informação	100
4.2 A DEFINIÇÃO DO CONCEITO DE <i>INFORMATION FINDABILITY</i>	101
5 IMAGENS DIGITAIS: REPRESENTAÇÃO E RECUPERAÇÃO	107
5.1 O CONCEITO DE IMAGEM DIGITAL	108
5.2 REPRESENTAÇÃO DE IMAGENS	114
5.2.1 Conteúdo Visual Semântico e Modelos para Análise de Conteúdo das Imagens	116
5.2.2 Conteúdo Visual Sintático e Extração de Características das Imagens Digitais	125
5.2.3 Conteúdo Não Visual e Metadados em Imagens Digitais	129
5.3 RECUPERAÇÃO DE IMAGENS DIGITAIS	133
6 TECNOLOGIAS DA WEB SEMÂNTICA NO ÂMBITO DAS IMAGENS DIGITAIS	142
6.1 WEB SEMÂNTICA E SUA ARQUITETURA FUNCIONAL E TECNOLÓGICA	142

6.2 ONTOLOGIAS	148
6.3 <i>LINKED OPEN VOCABULARIES</i> NOS PROCESSOS DE REPRESENTAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE IMAGENS DIGITAIS	155
7 POLIRREPRESENTAÇÃO E DESCRIÇÃO SEMÂNTICA DAS IMAGENS DIGITAIS	168
7.1 PROPOSTA DE UMA ESTRUTURA CONCEITUAL PARA POLIRREPRESENTAÇÃO DA IMAGEM DIGITAL	168
7.2 ONTOIMAGE: UMA ONTOLOGIA OWL PARA A POLIRREPRESENTAÇÃO DE IMAGENS DIGITAIS	189
8 IMAGE FINDABILITY: CONCEITO E MODELO	201
9 CONCLUSÕES	215
10 TRABALHOS FUTUROS	221
REFERÊNCIAS	223

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO



INTRODUÇÃO

Uma imagem digital pode provir da digitalização de uma pintura, da foto familiar tirada por uma câmera digital, de um equipamento médico na tomada de uma ecografia de controle de uma mulher grávida, de uma rede social e podem ser encontrados mais exemplos, o que ao final manifesta que as imagens estão presentes no mundo e na sociedade que as pessoas e os dispositivos usam e compartilham.

As imagens também são fontes de múltiplas informações que podem precisar às vezes além do que ser percebidas, ser interpretadas e descritas, ou seja, podem ser requeridos diversos níveis de conhecimento e de abstração para usá-las, mas para isto deverão ser previamente encontradas dentre o volume crescente de recursos informacionais que existem atualmente. Igualmente, precisarão de tecnologias para seu armazenamento, processamento, recuperação e outros processos vinculados que suportem os ambientes informacionais digitais que as contêm.

Esses e outros aspectos que contornam as imagens digitais são objeto de estudo e pesquisas desde diversas áreas de conhecimento, nos quais se faz obrigatório estabelecer diálogos que contribuirão no avanço da Ciência com foco nesses recursos informacionais.

O desenvolvimento desta investigação com foco nas imagens digitais, além de ser interesse da autora e como será exposto posteriormente nos antecedentes e motivação da pesquisa, tem como finalidade pessoal e acadêmica complementar, desde uma perspectiva oferecida pela Ciência da Informação, as pesquisas previamente realizadas na Ciência da Computação.

Vale destacar, que neste capítulo são apresentados a definição do problema, a questão, os objetivos, a tese, aspectos metodológicos e outros elementos necessários para justificar e dar o rigor científico de uma pesquisa de doutorado.

A seguir, a Figura 1 apresenta a captura da tela do computador durante a leitura de um documento que se tornou uma imagem digital para ser usada como exemplo neste texto.

Figura 1 – Exemplo de uma imagem digital

“Una imagen vale más que mil palabras”.¹
Dicho popular.

¹Demostración: Supongamos una imagen en 8 tonos de gris diferentes y cuyas dimensiones son 256×128 píxeles (una imagen bastante pequeña). Supongamos, de manera bastante utópica, que no existe redundancia, con lo que la probabilidad de aparición de una determinada imagen A es

$$p(A) = \frac{1}{L^{N \times M}} = \frac{1}{8^{256 \times 128}} \quad (2.1)$$

donde L es el número de niveles de gris, y $N \times M$ es el tamaño de la imagen en píxeles. Por tanto dicha imagen aportaría la siguiente información:

$$I(A) = \log_2(8^{32768}) = 98\,304 \text{ bits} \quad (2.2)$$

Ahora supongamos a un locutor que, en contra de la ley de Zipf, posee un rico vocabulario de 10.000 palabras que es capaz de combinar para formar frases de cierta longitud donde la repetición y el orden de las palabras siempre altera el significado, suponiendo una vez más la ausencia de redundancia. Una frase F de n palabras con las características anteriores tiene una probabilidad de aparición de:

$$p(F) = \frac{1}{10000^n} \quad (2.3)$$

Y una vez más, la información aportada es:

$$I(F) = \log_2(10000^n) = 13,28 n \text{ bits} \quad (2.4)$$

Para que la frase aporte la misma información que la imagen descrita, su longitud n deberá ser de:

$$n = \frac{98304}{13,28} = 7398 \text{ palabras} \quad (2.5)$$

Con lo que claramente queda demostrado que una imagen vale más que mil palabras.

Fonte: Autoria própria.

A Figura 1 expõe mediante uma imagem a demonstração matemática (em espanhol) para essa conhecida expressão popular: “Uma imagem vale mais que mil palavras”, a partir da qual se propõe como motivação ao leitor desta tese as seguintes questões: como e o que se representaria/interpretaria/descreveria dessa imagem? Como seria recuperada no buscador da Web ou em um computador? Como saber que foi encontrada? E do que se precisou para encontrá-la? Boa leitura e a finalidade será que ao final se tenham elementos para construir as respostas.

1.1 DEFINIÇÃO DO TEMA E DO OBJETO DE PESQUISA

As Tecnologias de Informação e Comunicação, os dispositivos eletrônicos e os sistemas informacionais são geradores de mudanças da sociedade no que tange à interação com a

informação, que vem aumentando e está sendo disponibilizada em diversos âmbitos e formatos.

A crescente produção de informação trouxe a criação de ambientes que armazenam grandes quantidades de recursos informacionais e que, geralmente, não são gerenciados de forma eficiente devido ao seu enorme volume e, conseqüentemente, dificultam aos usuários a Recuperação da Informação e a *Findability*.

Tais questões estão relacionadas com a Ciência da Informação, uma vez que para Borko (1968), a Ciência da Informação investiga as propriedades, o comportamento, o uso, a transmissão e o processamento, visando o armazenamento e a recuperação da informação.

A Ciência da Informação é apresentada por Armando Malheiro da Silva (2006), após quatro décadas da definição exposta por Borko, como uma ciência social que investiga as situações e as temáticas relacionadas aos processos de informação e comunicação como um fenômeno infocomunicacional.

Neste âmbito, a Ciência da Informação refere-se à informação como um fenômeno humano e social, que se identifica como objeto científico sob a seguinte definição:

[...] conjunto estruturado de representações mentais e emocionais codificadas (signos e símbolos) e modeladas com/pela interação social, passíveis de serem registadas num qualquer suporte material (papel, filme, banda magnética, disco compacto, etc.) e, portanto, comunicadas de forma assíncrona e multidirecionada. (SILVA, 2006, p. 150).

Entretanto, a representação, o armazenamento, a organização e o acesso a itens de informação são estudados pela Recuperação da Informação, que está preocupada com o acesso fácil do usuário às informações de seu interesse. (BAEZA-YATES; RIBEIRO-NETO, 1999).

Vale destacar que a Recuperação da Informação pode ser entendida como o processo de “encontrar” ou “descobrir” informação para o usuário, com respeito a informações armazenadas. A Recuperação da Informação abrange os aspectos intelectuais da descrição das informações e suas especificações de busca, e também quaisquer sistemas, técnicas ou máquinas que sejam empregados para realizá-la (MOOERS, 1951).

Além disso, a busca (*searching*) e a navegação (*browsing*) representam os dois paradigmas básicos da Recuperação da Informação. Enquanto a busca exige que o usuário articule uma necessidade de informação em termos de consultas compreensíveis pelo sistema, a navegação permite uma maior exploração e descoberta de informações pelo usuário.

Nas últimas décadas, as pesquisas científicas em Recuperação da Informação foram focadas na Ciência da Computação, principalmente, na correspondência (*matching*) e recuperação (*retrieval*) em vez de busca (*searching*) e encontro (*finding*), sendo essas últimas, tema de interesse e de pesquisas correntes na Ciência da Informação.

Nesse contexto, Morville (2005) definiu a *Findability* como a capacidade de navegar em um espaço para obter informações desejadas. O autor Vechiato (2013), ao julgar que o conceito de *Findability* estava relacionado com uma abordagem mais técnica do que científica reconfigurou-o e apresentou o conceito de Encontrabilidade da Informação.

No conceito operatório proposto por Vechiato (2013, p. 169), a Encontrabilidade da Informação “[...] possibilita aos sujeitos o encontro da informação adequada às suas necessidades em uma determinada situação de busca, isto é, a partir da recuperação da informação [...]”.

Posteriormente, para Vechiato e Vidotti (2014, p. 164) “A encontrabilidade da informação sustenta-se fundamentalmente na interseção entre as funcionalidades de um ambiente informacional e as características dos sujeitos informacionais”, tornando-se necessária desde a perspectiva destas funcionalidades do ambiente informacional à análise da produção, a organização, a representação, o armazenamento e a preservação da informação, e desde o sujeito informacional às perspectivas do acesso, uso e apropriação.

Diante do exposto, é possível perceber que a Encontrabilidade da Informação e a Recuperação da Informação apresentam processos e elementos similares de estudo tais como representação, organização, armazenamento e acesso. Porém, ainda a relação entre a *Findability* e a Recuperação da Informação não está clara.

Assim, nesta tese buscou-se comparar a *Findability* com a Recuperação da Informação de modo a verificar se existe uma relação entre ambas.

No âmbito da Recuperação da Informação e da *Findability* existem outros recursos informacionais de interesse a serem tratados na Ciência da Informação, tais como as informações multimídias: imagens, gravações e vídeos, entre outros. Em especial, nesta pesquisa será **objeto de estudo** as imagens digitais.

Ainda, as imagens digitais como documento visual apresentam múltiplos elementos para o processo de representação, destacando-se este processo como um campo de pesquisa

corrente no qual se busca diminuir inconsistências e subjetividade, aumentar a Recuperação da Informação e a *findability*, dentre outros aspectos.

A Ciência da Informação dispõe de modelos teóricos de análise de conteúdo de imagens que podem orientar o processo de representação e que consideram que o conteúdo visual, ou seja, os elementos visíveis na imagem podem ser classificados em sintáticos e semânticos.

O conteúdo sintático se associa às características visuais de baixo nível como cor, textura e forma entre outras, sem requerer níveis de interpretação para sua indexação, que pode ser realizada de forma automática pelas máquinas. Enquanto que, o conteúdo semântico se associa ao conceito ou significado que representa a informação visual, que, geralmente, é descrito por termos ou palavras e requer interpretação, que na maioria dos casos é realizada manualmente.

A representação das imagens deve contemplar também o conteúdo não visual e de contexto, que se refere a informação extrínseca à imagem, ou seja, que não está visível na imagem, mas que está relacionada e poderá ser usada durante o processo de recuperação, por exemplo: autor, formato e data de uma determinada imagem assim como se ela esta relacionada com um evento ou outras imagens.

Porém, a representação e a recuperação das imagens digitais, podem ser realizadas por meio de diversos enfoques, atendendo o conceito de polirrepresentação apontado por Ingwersen (1996), no qual esta:

[...] procura representar a necessidade de informação corrente do usuário, estados de problema e conhecimento, domínio da tarefa de trabalho ou interesse na forma de estruturas contextuais da causalidade. Ao mesmo tempo, implica que devemos aplicar diferentes métodos de representação e uma variedade de técnicas de RI [Recuperação da Informação], de diferente origem cognitiva e funcional, aos objetos de informação, no espaço de informação. Os objetivos são melhorar o acesso intelectual às fontes de informação e, ao mesmo tempo, fornecer ao SRI [Sistema de Recuperação da Informação] uma plataforma contextual enriquecida, que pode sustentar a busca de informação do usuário.¹ (INGWERSEN, 1996, p. 4, tradução nossa, grifo nosso).

¹ “The concept of polyrepresentation seeks to represent the current user's information need, problem and knowledge states and domain work task or interest in the form of contextual structures of causality. At the same time, it implies that we should apply different methods of representation and a variety of IR techniques of different cognitive and functional origin to the information objects in the information space. The goals are to improve the intellectual access to information sources and, simultaneously, to provide the IR system with an enriched contextual platform that can support the user's information seeking.”

Tal conceito e especificamente as partes sublinhadas serão retomadas posteriormente no desenvolvimento desta pesquisa, não obstante vale destacar que, além de diversas representações dos tipos de conteúdo e informações dos recursos informacionais, a polirrepresentação considera a representação da necessidade informacional do usuário, buscando tornar o Sistema de Recuperação da Informação uma plataforma contextual enriquecida.

Atualmente, os principais sistemas de Recuperação de Imagens são baseados em texto (*Textual Based Image Retrieval* - TBIR) e em conteúdo (*Content Based Image Retrieval* - CBIR). Os TBIR recuperam imagens a partir de palavras ou textos (indexação semântica), enquanto os CBIR utilizam características visuais (cor, textura, forma, etc.), indexação sintática.

Em um TBIR, a descrição textual subjetiva de parte dos conteúdos das imagens pode dificultar a recuperação da informação visual uma vez que o usuário pode utilizar termos diferentes dos contidos no sistema. Enquanto que, em um CBIR, que enfoca a recuperação por conteúdo representado por características visuais (p. ex, cor, textura e forma), não se incluem os elementos de busca que o usuário percebe nas imagens e que estão associados às características visuais. Isto evidencia que existe uma “lacuna” ou “vazio” entre as descrições das imagens para o CBIR e TBIR durante o processo de representação e a forma de consulta dos usuários.

Na atualidade, é importante considerar que foram desenvolvidas diversas tecnologias para aprimorar a Recuperação da Informação, destacando-se as tecnologias da Web Semântica.

A Web Semântica tem dentre os seus objetivos melhorar a estrutura de representação da informação e dos conteúdos da Web, de modo a permitir que os conteúdos sejam mais facilmente processáveis pelas máquinas. Assim, a Web Semântica foi definida como “[...] uma extensão da [Web] atual, na qual a informação recebe um significado bem definido, permitindo que computadores e pessoas trabalhem em cooperação.”² (BERNERS-LEE; HENDLER; LASILLA, 2001, p. 7, tradução nossa). Adicionalmente, a Web Semântica está baseada na ideia de proporcionar dados definidos e ligados, permitindo que aplicações

² “The Semantic Web is not a separate Web but an extension of the current one, in which information is given well-defined meaning, better enabling computers and people to work in cooperation.”

heterogêneas localizem, integrem, compreendam e re-utilizem a informação presente na Web.

Na Web Semântica os dados e as informações disponíveis têm significados definidos não só para as pessoas como também para as máquinas, o que pode levar à integração, reutilização e a interoperabilidade da informação. Ainda, a “Web Semântica define novas camadas superpostas para que a interoperabilidade da informação [ocorra] a nível sintático, estrutural e semântico.”³ (PASTOR-SÁNCHEZ, 2013, p. 62, tradução nossa).

Além disso, a Web Semântica proporciona significado aos conteúdos facilitando às máquinas recuperar a informação, especificamente com o enriquecimento de conteúdo, por exemplo, mediante etiquetas semânticas e/ou estruturação dos conteúdos, aumentando a visibilidade de recursos informacionais ao proporcionar aos buscadores regras de classificação mediante sua indexação, que levarão a uma apresentação de resultados mais contextualizada e de múltiplas fontes durante os processos de Recuperação da Informação e *Findability*.

Para Splendiani (2015), as tecnologias da Web Semântica são eficazes para expressar a semântica de uma imagem mediante uma representação sistemática e uma definição precisa das informações inerentes às imagens. Desta forma, as tecnologias da Web Semântica proporcionam os elementos que permitem representar de forma explícita a sintaxe e a semântica de um recurso, igualmente a criação, o armazenamento, a manipulação, o intercâmbio e o processamento do conteúdo das imagens digitais. Neste contexto, sugere-se a inclusão e utilização das Tecnologias da Web Semântica para a representação e a Recuperação de Imagens Digitais.

Por conseguinte, destaca-se que o processo de representação e o enriquecimento semântico possível de ser realizado, por meio das tecnologias da Web Semântica, são fundamentais para fornecer a Recuperação e a *Findability* das imagens digitais.

1.2 QUESTÃO E TESE DE PESQUISA

Visando que as imagens digitais, em ambientes com grandes quantidades de recursos informacionais, sejam recuperadas de forma precisa e eficiente pelas máquinas e

³ La Web Semántica define nuevas capas superpuestas para que la interoperabilidad de la información a nivel sin- táctico, estructural y semántico.

encontráveis pelos usuários, o processo de representação da informação imagética é peça fundamental. Além disso, a representação das imagens é de alta complexidade, pois, deverá contemplar o conteúdo sintático e semântico, o contexto e as informações não visuais deste tipo de recursos. Salienta-se que a representação de um texto se diferencia da representação do conteúdo das imagens, pois, a imagem requer a leitura de elementos em diferentes “camadas” ou níveis de abstração.

Neste cenário, na presente investigação científica questiona-se: **como poderiam ser aprimorados os processos de Recuperação e *Findability* das imagens digitais?**

Uma vez abordada esta questão pretende-se mediante, o desenvolvimento desta pesquisa, com embasamento teórico e epistemológico da Ciência da Informação e da Ciência da Computação, oferecer uma resposta à questão de pesquisa apresentada.

Assim, partimos da **tese que há uma relação entre a Recuperação da Informação e a *Findability* e que no âmbito das imagens digitais a Recuperação da Informação e *Findability* podem ser aprimoradas com a integração dos conteúdos (sintático e semântico) e das informações não visuais e de contexto, bem como com as tecnologias da Web Semântica.**

1.3 OBJETIVOS

Baseado neste panorama e com o intuito de colaborar com o avanço da área de Ciência da Informação, principalmente em relação às imagens digitais como recursos informacionais, esta pesquisa de doutorado tem como objetivo geral aprimorar os processos de Recuperação da Informação e *Findability*, com foco especial nas imagens digitais, por meio de conceitos operatórios e tecnológicos com base na polirrepresentação, no comportamento de busca e no uso das tecnologias da Web Semântica.

Nesse cenário, para atingir o objetivo geral são propostos os seguintes objetivos específicos:

- a) revisar as temáticas de Recuperação da Informação e das imagens digitais na procura de subsídios e fundamentos teóricos e epistemológicos desta pesquisa;
- b) realizar um levantamento bibliográfico sobre a *Findability* para mapear a sua origem, evolução e abrangência;

- c) analisar a Recuperação da Informação em diálogo com a *Findability*, visando identificar e/ou construir os conceitos operatórios que relacionam estes campos de estudo;
- d) propor uma polirrepresentação das imagens digitais que integre os conteúdos sintático e semântico e as informações não visuais e de contexto desses recursos informacionais;
- e) abordar o uso das tecnologias da Web Semântica na estruturação semântica da representação de imagens digitais para sua recuperação na Web e seu posterior reuso pela comunidade na gestão de recursos imagéticos;
- f) construir um modelo conceitual para a *Findability* das imagens digitais que integre a Recuperação de Imagens Digitais com base na Ciência da Informação e na Ciência da Computação.

Considerando os objetivos propostos, esta pesquisa é de tipo exploratória⁴ e descritiva⁵ já que, procura reunir dados e informações, dentre outros elementos, sobre as questões de pesquisa com intuito de identificar e descrever os fatos e fenômenos relacionados com o objeto pesquisado – as imagens digitais e os processos de representação, recuperação e *findability*.

1.4 ANTECEDENTES E MOTIVAÇÃO DA PESQUISA

Buscando atender os objetivos estabelecidos e dar continuidade às pesquisas associadas às imagens digitais e à Recuperação da Informação abordadas nos estudos e investigações realizados anteriormente, a autora da presente tese de doutorado ao conhecer a Linha de Pesquisa “Informação e Tecnologia” do Programa de Pós-graduação em Ciência da Informação, da Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” (UNESP), percebeu que este Programa complementaria seus interesses de pesquisa.

O primeiro antecedente relacionado às imagens digitais aconteceu ao final da graduação como Engenheira de Sistemas (Computação), durante a realização do estágio como

⁴ As pesquisas exploratórias têm como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a constituir hipóteses [...] o aprimoramento de idéias ou a descoberta de intuições (GIL, 2002, p. 41).

⁵ As pesquisas descritivas têm como objetivo primordial a descrição das características de determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relações entre variáveis (GIL, 2002, p. 42).

estudante em prática industrial no interior do Grupo de Processamento Sísmico, exercendo atividades de suporte relacionadas ao aprimoramento de algoritmos de processamento de Imagens Sísmicas Digitais obtidas em campo, com o qual se buscava reduzir os riscos no processo de exploração da *Empresa Colombiana de Petróleos* (ECOPETROL). Diante disto, percebeu-se o valor da informação contida nas imagens, que uma vez processada pela máquina permite a tomada de decisões que não é facilmente percebida pelos humanos, ainda que possa ser revisada às vezes por especialistas na área.

Posteriormente, em nível de pós-graduação, no curso de Especialização em Redes de Comunicação, aprofundaram-se conhecimentos associados principalmente à Informação, no entanto, em uma perspectiva computacional e técnica. Depois, no curso de mestrado em Engenharia com ênfase em Eletrônica, a dissertação defendida esteve relacionada aos Sistemas de Recuperação de Imagens Digitais Baseados em Conteúdo Visual, especificamente na Análise da Relevância do conjunto de características visuais extraídas mediante diversas técnicas de visão artificial, como foco nas Imagens Médicas Digitais (Raios X-Tórax), novamente em uma perspectiva técnica e computacional.

O interesse por compreender e aprofundar conhecimentos sobre os processos de Recuperação das Imagens Digitais e os bancos de dados deste tipo de recurso imagético, culminou no desenvolvimento de atividades acadêmicas como publicação de artigos científicos, docência em disciplinas relacionadas à Recuperação de Imagens Digitais e orientação de trabalhos acadêmicos investigativos de final de curso associados à recuperação de imagens microscópicas baseada em conteúdo visual para o diagnóstico de Condiloma Plano Viral, a representação de curvas de nível de Mapas Topográficos (Imagens) em modelos vetoriais usando visão artificial e o controle parental baseado na estimativa automática da idade extraída de Imagens Faciais.

Desde outra perspectiva oferecida pela Ciência da Informação, a qual dista das expostas (técnica e computacional), tem-se encontrado que há diálogos fluidos entre essas óticas que permitem evidenciar e materializar a interdisciplinaridade e a junção da Informação e da Tecnologia tanto para a Ciência da Informação quanto para a Ciência da Computação.

No desenvolvimento do presente curso de doutorado em Ciência da Informação, foram obtidos resultados e produtos intelectuais. A seguir, estão listadas as produções

intelectuais publicadas de autoria da pesquisadora e que estão relacionadas com as imagens digitais, a recuperação, a encontrabilidade e as tecnologias da Web Semântica:

ROA-MARTINEZ, S. M.; VIDOTTI, S. A. B. G.; JORENTE, M. J. V. Representación conceptual de imágenes médicas digitales: integración de contexto y contenido visual. **Revista General de Información y Documentación**, v. 26, p. 651-672, 2016.

ROA-MARTINEZ, S.; MERA, M.; VIDOTTI, S. A. B. G. Prototipo de sistema de recuperación de imágenes médicas basada en contenido visual como soporte en el diagnóstico y la toma de decisiones clínicas. *In*: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE INFORMAÇÃO PARA A SAÚDE, 4., 2016, Fortaleza. **Anais [...]**. Fortaleza: UFC, 2016. p. 119-137.

ROA-MARTINEZ, S. M.; VIDOTTI, S. A. B. G. Representación y recuperación de imágenes médicas basada en contenido sintáctico. *In*: ENCONTRO INTERNACIONAL DADOS, TECNOLOGIA E INFORMAÇÃO, 3., 2016, Marília. **Anais [...]**. Marília: UNESP, 2016. p. 578-595.

ROA-MARTINEZ, S.; VIDOTTI, S. A. B. G.; MONTEIRO, S. D.; BISSET, E. A. Mecanismo de busca de imagens médicas semioticamente híbrido: proposta de um sistema de recuperação e recomendação. *In*: PINHO, F. A.; GUIMARÃES, J. A. C. (org.). **Estudos avançados em organização do conhecimento**. Recife: Ed. UFPE, 2017. p. 269-278.

VIDOTTI, S. A. B. G.; ROA-MARTINEZ, S.; CONEGLIAN, C. S.; FERREIRA, A. M. J. F. C.; VECHIATO, F. L. As contribuições das heurísticas de usabilidade para a encontrabilidade da informação. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 18., 2017, Marília. **Anais [...]**. Marília: UNESP, 2017. p. 1-17.

ROA - MARTINEZ, S. M.; CONEGLIAN, C. S.; VIDOTTI, S. A. B. G. Imagens digitais no contexto do big data: veracidade e valor. *In*: ENCONTRO INTERNACIONAL DE INFORMAÇÃO, CONHECIMENTO E AÇÃO, 10., 2018, Marília. **Anais [...]**. Marília: Universidade Estadual Paulista, 2018. p. 225-227.

ROA-MARTINEZ, S.; VIDOTTI, S. A. B. G.; CONEGLIAN, C. S. Estructura de linked data para artigos de dados: a publicação de dados de pesquisa. *In*: ENCUESTRO DE LA ASOCIACIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN EN CIENCIA DE LA INFORMACIÓN DE IBEROAMÉRICA Y EL CARIBE, 11., 2018, Medellín. **Anais [...]**. Medellín: Universidad de Antioquia, 2018. p.1-12

ROA-MARTINEZ, S.; VIDOTTI, S. A. B. G.; SANCHEZ, J. A. P. Mercado semântico enriquecido para programas de posgrado en latinoamérica. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 23, p. 67-88, 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-99362018000300067. Acesso em: 30 jun. 2019.

CONEGLIAN, C. S.; ROA-MARTINEZ, S.; FERREIRA, A. M. J. F. C.; VIDOTTI, S. A. B. G.; SANTAREM SEGUNDO, J. E. Tecnologias da web semântica na arquitetura da informação. **Revista Interamericana de Bibliotecologia**, v. 42, p. 23-35, 2019.

VIDOTTI, S. A. B. G.; CONEGLIAN, C. S.; ROA-MARTINEZ, S.; VECHIATO, F. L.; SANTAREM SEGUNDO, J. E. Web, web semântica e web pragmática: um posicionamento da Arquitetura da Informação. **Revista Informação & Sociedade**, v. 29, n. 1, p. 195-214, 2019.

Diante do exposto, a Ciência da Informação contribui com os elementos e subsídios conceitual, epistemológico e teórico relevantes para a representação, recuperação e *findability* das imagens digitais, que integrados às pesquisas desenvolvidas pela pesquisadora leva à interdisciplinaridade necessária, que faz com que a Ciência da Informação e a Ciência da Computação se complementem. Nesse contexto, foi definido o projeto desta tese de doutorado que pretende aprimorar a Recuperação e a *Findability*, com foco na polirrepresentação das imagens digitais e seu enriquecimento/descrição semântico.

Vale destacar que dados os antecedentes expostos vinculados principalmente às imagens médicas digitais, e por esses recursos pertencerem e serem obtidos em diferentes dispositivos e por diversas técnicas e espectros, neste documento a maioria dos exemplos apresentados foram associados ao âmbito médico, mas podem ser validados igualmente para imagens digitais de outros domínios.

1.5 DELINEAMENTO METODOLÓGICO

O presente trabalho se caracteriza metodologicamente como uma pesquisa com abordagem quali-quantitativa de natureza pura ou básica no seu início visando produzir novo conhecimento a partir do aprofundamento das temáticas estudadas da Recuperação da Informação e a *Findability*, buscando, desse modo, esclarecer a relação destes. Diante disso, posteriormente tornou-se em uma pesquisa aplicada cuja finalidade foi contribuir para a Recuperação e *Findability* das imagens digitais.

Vale destacar que, à classificação da pesquisa pode ser seguindo Gil (2002):

[...] em dois grandes grupos: razões de ordem intelectual e razões de ordem prática. As primeiras decorrem do desejo de conhecer pela própria satisfação de conhecer. As últimas decorrem do desejo de conhecer com vistas a fazer algo de maneira mais eficiente ou eficaz.

Tem sido comum designar as pesquisas decorrentes desses dois grupos de questões como "puras" e "aplicadas" e discuti-las como se fossem mutuamente exclusivas. Essa postura é inadequada, pois a ciência objetiva tanto o conhecimento em si mesmo quanto as contribuições práticas decorrentes desse conhecimento. Uma pesquisa sobre problemas práticos pode conduzir à descoberta de princípios científicos. Da mesma forma, uma

pesquisa pura pode fornecer conhecimentos passíveis de aplicação prática imediata. (GIL, 2002, p. 17-18).

Conseqüentemente, ao ser considerada esta pesquisa de natureza básica e aplicada, permitiu que foram apresentados conceitos operatórios e tecnológicos, propostas conceituais, implementações práticas como uma ontologia e um modelo conceitual entre seus resultados.

Dentre os procedimentos e meios de investigação utilizados nesta pesquisa tem-se: o levantamento bibliográfico⁶ em bases de dados como Scopus, Web of Science, LISA, BRAPCI no caso do capítulo três, as análises de documentos⁷ em outras fontes públicas de documentos para os demais capítulos, e o estudo de casos⁸ como será apresentado no capítulo 7. No tocante à delimitação dos períodos e termos de busca utilizados, estes serão detalhados posteriormente nas seções que os utilizaram.

O delineamento desta pesquisa se baseia no uso do método quadripolar, proposto pelos belgas Paul De Bruyne, Jacques Herman e Marc De Schoutheete em 1974, que apresenta a dinâmica da pesquisa em quatro polos da prática metodológica: epistemológico, teórico, morfológico e técnico. Desta forma, o processo de investigação desenvolve-se, topologicamente e não cronologicamente nesses quatro polos, com exigências próprias, sem se constituírem em momentos separados e articulados entre si em cada etapa da pesquisa alcançada (DE BRUYNE; HERMAN; DE SCHOUTHEETE, 1991).

O polo epistemológico é considerado decisivo em toda a dinâmica de pesquisa, pois, garante a objetivação, renovando-a continuamente a partir da ruptura dos objetos científicos com respeito ao senso comum. Adicionalmente determina as regras de produção e de explicação dos fatos, da compreensão e da validade das teorias. (DE BRUYNE; HERMAN; DE SCHOUTHEETE, 1991, p. 35)

No contexto da Ciência da Informação, Silva (2014) afirma que o polo epistemológico se ativa quando o investigador adota o paradigma no qual desenvolve a pesquisa,

⁶ Entendido como pesquisa bibliográfica, a qual [...] é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos (GIL, 2002, p. 44).

⁷ Ou pesquisa documental, a qual [...] vale-se de materiais que não recebem ainda um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetos da pesquisa [...], as fontes são muito mais diversificadas e dispersas (GIL, 2002, p. 45-46).

⁸ Um estudo de caso pode ser caracterizado como um estudo de uma entidade bem definida como um programa, uma instituição, um sistema educativo, uma pessoa, ou uma unidade social (FONSECA, 2002, p. 33).

reconhecendo a influência desse paradigma na investigação e de fatores como a subjetividade e os condicionamentos de partida, dentre outros, mas exercendo sempre uma função de vigilância crítica, e destaca que: “[...] o paradigma orienta e influencia, mas não pode determinar, não pode sobrepor-se aos resultados empíricos obtidos, não pode funcionar como ‘dogma’.” (SILVA, 2014, p. 39-41).

Depois de ativado o polo epistemológico, entram em ação os polos teórico e técnico, assegurando a flexibilidade investigativa decisiva e requerida, dado o contínuo vaivém apresentado entre eles.

No polo teórico há uma acumulação de teorias e conceitos operatórios, que podem ser usados em conjunto com outros elementos, diante disto, é importante começar por definir a verdadeira função da teoria como parte integrante do processo metodológico, uma vez que ela pode ser considerada:

[...] o instrumento mais poderoso da ruptura epistemológica face às premissões do senso comum, devido ao estabelecimento de um corpo de enunciados sistemático e autônomo, de uma linguagem com suas regras e sua dinâmica própria que lhe asseguram um caráter de fecundidade. (DE BRUYNE; HERMAN; DE SCHOUTHEETE, 1991, p. 102).

Diante disso, o valor das teorias está condicionado pelas exigências de pertinência do polo epistemológico, de coerência do polo morfológico e de validação do polo técnico, destacando-se o polo teórico como o lugar de confluência dos outros polos metodológicos. (DE BRUYNE; HERMAN; DE SCHOUTHEETE, 1991, p. 114).

Nesse contexto, o polo teórico pode ser entendido como a base que subsidia os elementos para formular a hipótese da investigação com respeito às questões de pesquisa. Ainda, o polo teórico dá respaldo ao componente técnico e dá conta da explicação dos resultados obtidos que serão apresentados no polo morfológico.

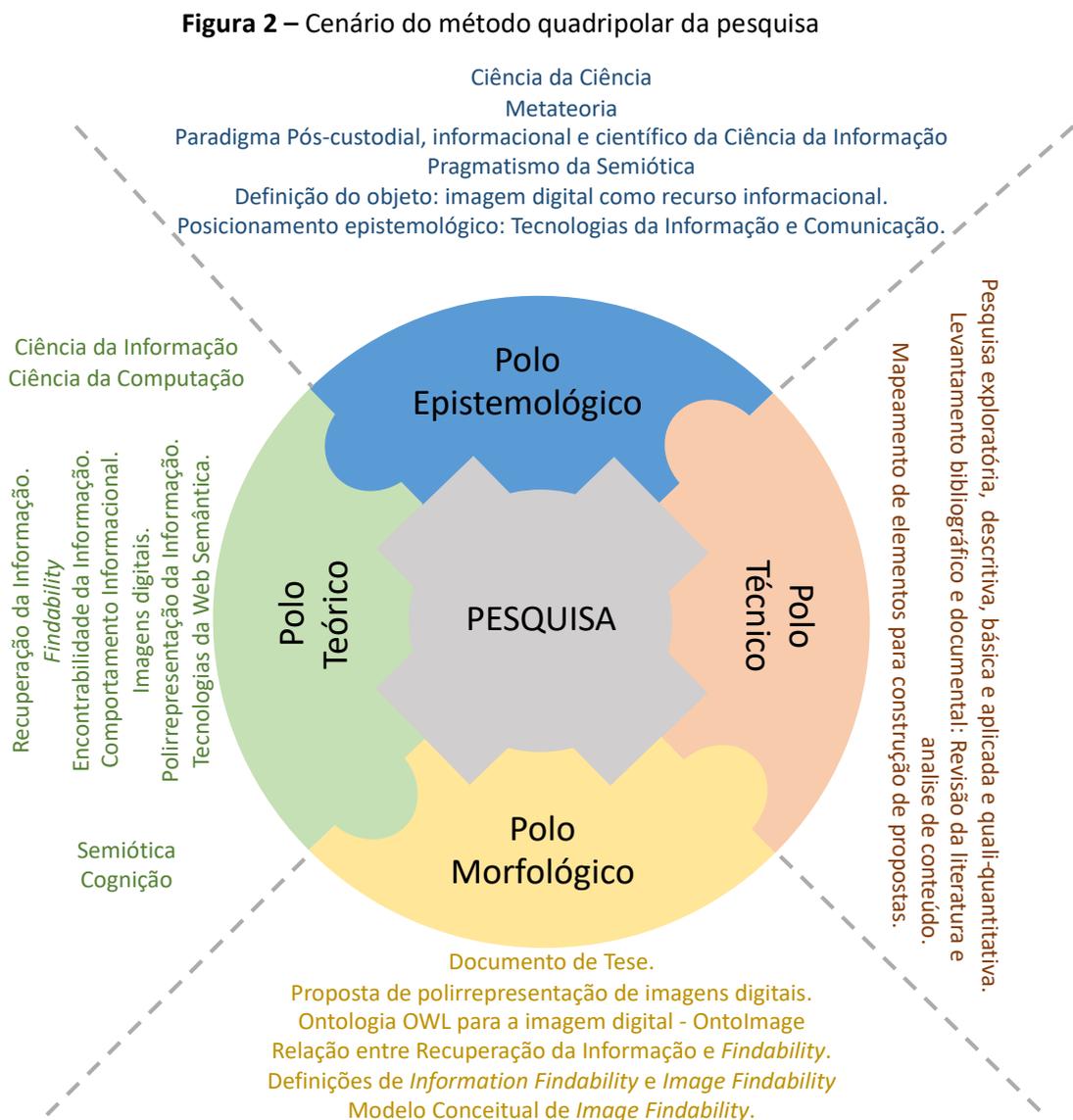
No polo técnico encontram-se os modos, as metodologias ou os procedimentos de pesquisa próprios que permitem a coleta dos dados e das informações, e que “[...] esforça-se por constatar-los para poder confrontá-los com a teoria que os suscitou”. (DE BRUYNE; HERMAN; DE SCHOUTHEETE, 1991, p. 36).

Como papel fundamental, o polo técnico deve integrar o suporte empírico com o aparato conceitual da ciência, estando implícitos diversos elementos da pesquisa, e sendo imprescindível nutrir as teorias e os modelos a partir dos dados empíricos previamente tratados e relevantes para sua descrição e avaliação. (HERMAN, 2014, p. 20).

Quanto ao polo morfológico, este proporciona principalmente as formas que permitem enriquecer as teorias do polo teórico e as regras para a estruturação dos dados do polo técnico. Ainda, para Herman (2014, p. 13), tem a função relevante de “[...] articular todas essas partes teóricas em um todo coerente. Assim, a morfologia é um ninho para a interdisciplinaridade.”

Depois de definidos os quatro polos que compõem o método quadripolar, que será utilizado para o desenvolvimento do processo investigativo desta pesquisa, apresenta-se na

Figura 2 o cenário epistemológico, teórico, técnico e morfológico dinamizador desta pesquisa.



Fonte: Autoria própria.

Na referida Figura 2, no polo epistemológico será adotado o Paradigma Pós-custodial, informacional e científico, que surge “[...] de uma conjuntura de transição bastante híbrida, complexa e sujeita a um ritmo de inovação tecnológica e científica quase vertiginoso” (SILVA, 2006, p. 158). Centra-se nesse paradigma à informação como um fenômeno ou processo humano e social, igualmente considera-se o dinamismo informacional como contínuo e natural nos fluxos informacionais.

Além disso, este paradigma implica em:

Uma mudança de postura epistemológica fundamental: da ênfase nas abordagens instrumentais, práticas, normativas e prevalentemente descritivas dos documentos-artefatos têm de se passar para a compreensão e a explicação do fenômeno info-comunicacional patente num conjunto sequencial de etapas/momentos intrínsecos à capacidade simbólico-relacional dos seres humanos - origem, coleta, organização, armazenamento, recuperação, interpretação, transmissão, transformação e utilização da informação. (SILVA, 2010, p. 13).

Ressalta-se, ainda, a necessidade da cientificidade na atual sociedade em rede, devido à complexidade do fenômeno infocomunicacional e a diversidade de processos para o tratamento da informação.

Para a análise do principal objeto de estudo deste trabalho, a imagem digital, os dois campos de estudos, a Recuperação da Informação e a *findability*, precisam ser revisitados. Porquanto, uma vez estabelecida a relação existente entre estes e construídos os conceitos que os relacionam, se busca que a relação entre a *Findability* e a Recuperação da Informação seja usada como referência para o desenvolvimento de pesquisas futuras.

O posicionamento epistemológico encontra-se vinculado a Ciência da Ciência pelos princípios das/nas Ciências, a Metateoria como eixo subjacente sem precisar ser explícita, a que permite a reflexão sobre os princípios, fundamentos e abordagem da pesquisa, o Pragmatismo da Semiótica para os conceitos operatórios da Ciência da Computação, o Paradigma Pós-custodial, informacional e científico e as Tecnologias da Informação e Comunicação, isto porque com os avanços tecnológicos na sociedade, se faz necessária e urgente a discussão e análise destas tecnologias dentro do amplo conjunto de estudos da Ciência da Informação, bem como a reflexão interdisciplinária sobre a Recuperação da Informação e *Findability* viabilizadas pelas Tecnologias, sem perder a valorização de aspectos

como os cognitivos e de interação com o usuário, que são abordados pelo princípio de polirrepresentação e pela concepção da informação como fenômeno social e humano.

Além disso, Santos e Vidotti (2009, p. 1) apontam que as Tecnologias de Informação e Comunicação são uma das tendências no estudo da natureza do tratamento e da gestão da informação e do conhecimento, e destacam “[...] as estruturas e modelos de sistemas computacionais atuantes nos processos de produção, de armazenamento, de preservação, de representação, de recuperação, de acesso, de (re)uso e de disseminação de conteúdos informacionais”.

Nesta pesquisa, os polos enfocam, principalmente, a Ciência da Informação e a Ciência da Computação, e em específico, o polo teórico aborda as seguintes temáticas: as imagens digitais, a Representação da Informação, a polirrepresentação da informação, a Recuperação da Informação, o comportamento de busca, a *Findability* e as Tecnologias da Web Semântica para descrição/enriquecimento de conteúdo.

O polo técnico dessa pesquisa determinado pelos objetivos propostos é de tipo exploratório e descritivo, o qual será realizado por meio de pesquisa bibliográfica e documental da literatura especializada em consonância com o polo teórico e tem o objetivo de identificar os elementos que serão mapeados para a construção de conceitos, das propostas de polirrepresentação e do enriquecimento semântico, bem como do modelo conceitual para o encontro das imagens digitais.

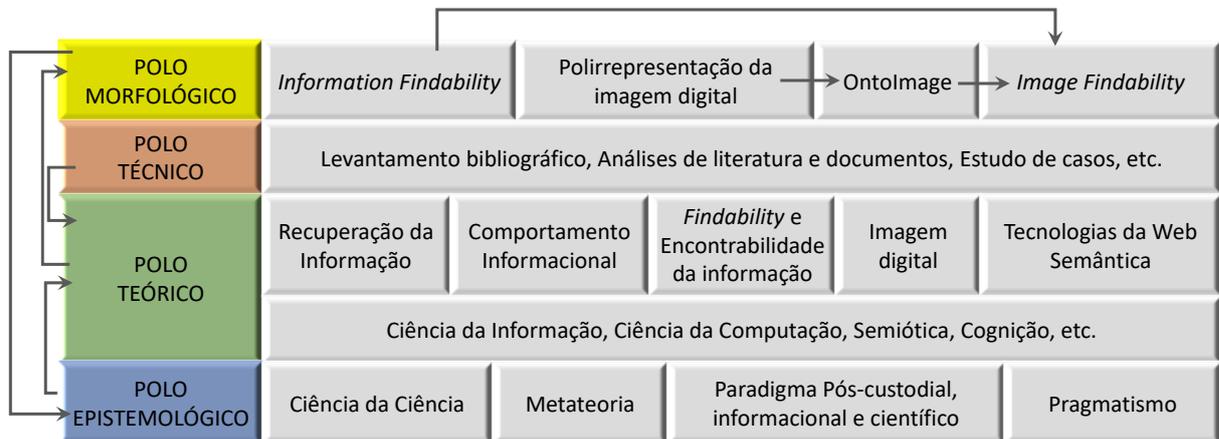
Por fim, o polo morfológico visa contemplar a proposta de polirrepresentação enriquecida semanticamente para imagens digitais, a relação encontrada entre a Recuperação da Informação e a *Findability*, e os seus conceitos operatórios, bem como a proposta de um modelo conceitual de *findability* das imagens digitais para a Ciência da Informação, que estão integrados na tese de doutorado.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este documento foi estruturado em oito seções que serão descritas a seguir bem como a indicação em cada seção da relação com o método quadripolar que delinea metodologicamente esta pesquisa. Vale destacar que, ao início de cada capítulo será apontado mediante um indicador de cores que resume graficamente o desenvolvimento desta

pesquisa como da Figura 3, os polos que foram predominantes em cada seção, os quais serão marcados seguindo a cor associada. A cor azul representa o polo epistemológico, a cor verde o polo teórico, a cor rosa o polo técnico e o amarelo vincula-se ao polo morfológico.

Figura 3 – Legenda de cores associadas aos polos do método quadripolar predominantes em cada capítulo



Fonte: Autoria própria.

A primeira seção introdutória, expõe o exercício do delineamento do tema, objeto e questões de pesquisa, apresenta a tese e os objetivos orientadores do processo investigativo desenvolvido. Ressalta-se que este capítulo traz aspectos metodológicos junto a elementos epistemológicos e teóricos que antecedem e contextualizam o objeto desta pesquisa, as imagens digitais ao igual que a Recuperação da Informação e a *Findability* da informação.

No segundo e terceiro capítulos há uma revisão de teorias e conceitos associados à Recuperação da Informação (RI), ao Comportamento de Busca da Informação e à *Findability*, principalmente nas perspectivas da Ciência da Informação e da Ciência da Computação, dentre outras áreas. Destaca-se que, no capítulo três foi realizado um levantamento bibliográfico relacionado com as temáticas de *Findability* e Encontrabilidade da Informação que permitiu construir um mapa de relacionamentos do termo com outras disciplinas e temáticas relevantes desta pesquisa.

O quarto capítulo, a partir das teorias e conceitos revisados no polo teórico e com os subsídios do polo epistemológico expostos como ponto de partida, reflete-se e descreve em detalhe cada um dos elementos identificados que permitiram estabelecer a relação existente entre a Recuperação da Informação, a *Findability* e a Encontrabilidade da Informação. Como consequência disto, foram construídos conceitos, entre eles *Information Findability*, que

relaciona estes campos de estudos, que posteriormente focam-se na Recuperação e *Findability* das imagens digitais.

Em síntese, os capítulos 2, 3 e 4 foram desenvolvidos com o intuito de verificar a existência da relação entre a Recuperação da Informação e a *Findability*. Os capítulos seguintes focam o aprimoramento desses processos no âmbito das imagens digitais.

Assim, no quinto capítulo se trata do estudo das Imagens digitais como recurso informacional e documento visual com existência própria, que marca entre outros elementos o pertencimento desta pesquisa na Ciência da Informação. Ainda, são incluídos neste capítulo os tipos de conteúdo e informação não visual e de contexto das imagens digitais com as suas respectivas abordagens de representação e o processo de Recuperação de Imagens Digitais, dentre elas, abordagem baseada em características de conteúdo visual com a busca efetuada por imagem e a Recuperação de Imagens por texto. Adicionalmente, foram revisadas teorias da Semiótica de Peirce que permitiram determinar e compreender o conceito da imagem digital dentro do paradigma pós-fotográfico e considerar igualmente as formas híbridas do paradigma fotográfico e pós-fotográfico.

Seguidamente, o capítulo seis apresenta as tecnologias da Web Semântica que permitem a descrição e o enriquecimento semântico das imagens digitais, o qual pretende contribuir em futuras pesquisas associadas à recuperação semântica e contextualizada dos recursos imagéticos em múltiplas fontes. Nesse capítulo são abordadas a arquitetura funcional e tecnológica da Web Semântica, as ontologias e os vocabulários no âmbito do *Linked Open Data* e das imagens digitais, descrevendo-se alguns vocabulários do *Linked Open Vocabularies* relacionados com a imagem digital.

No sétimo capítulo, expõe-se a representação das imagens digitais, destacando os principais elementos que permitem representar o conteúdo sintático, semântico e a informação não visual e de contexto das imagens digitais no âmbito da análise documental da escola francesa, para em seguida ser construída em uma proposta de estrutura conceitual da polirrepresentação estes conteúdos e informações da imagem digital. No mesmo capítulo sete se apresenta uma proposta de implementação da estrutura de polirrepresentação usando o modelo entidade relacionamento e posteriormente as ontologias OWL, OntoImage.

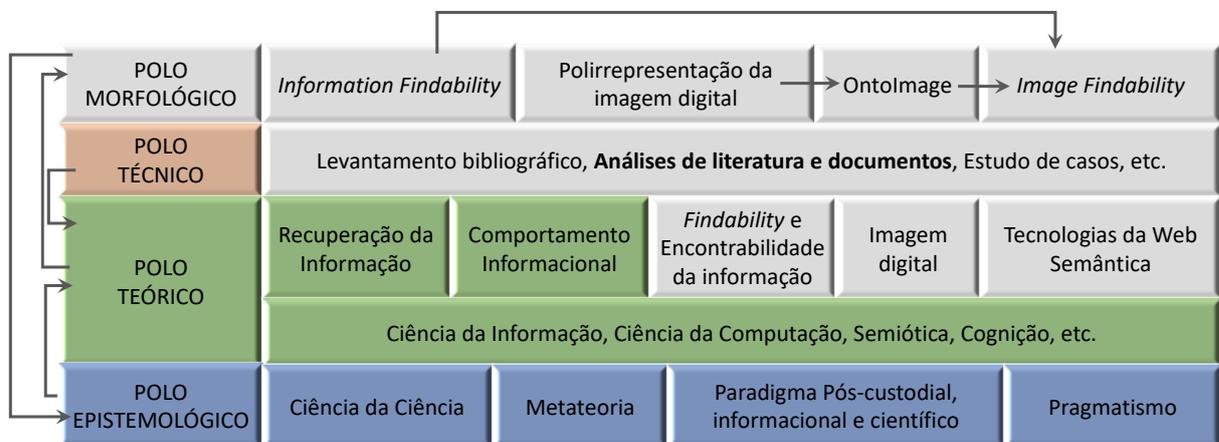
Cabe destacar que o capítulo sete bem como o capítulo quatro, podem ser vistos como as seções que contêm amplas discussões e construções teórico-epistemológicas resultantes

do processo de pesquisa do doutorado desenvolvido, ou seja, evidenciam-se como ponto de confluência dos polos morfológico, técnico, teórico e epistemológico do método quadripolar que orienta este trabalho científico, o que permitiu a concepção de um Modelo conceitual de *Image Findability* que se detalha no capítulo oito e que, adicionalmente buscaram responder as questão e tese de pesquisa iniciais.

Finalmente, nos últimos capítulos, explicitam-se as considerações finais relacionadas ao processo de pesquisa, recomendam-se algumas pesquisas complementares como trabalhos futuros que se podem derivar desta tese e se apresentam as referências bibliográficas usadas nesta investigação.

CAPÍTULO 2

RECUPERAÇÃO DA INFORMAÇÃO



2 RECUPERAÇÃO DA INFORMAÇÃO

Os apontamentos contidos no texto *As we may think* de Vannevar Bush (1945), referentes à construção tecnológica de condições para representação, processamento, armazenamento e Recuperação de Informação, que permitem tornar acessível o fenômeno da explosão informacional ocorrida no século XX e a análise dos seus fluxos da informação, continuam sendo focos de estudos relevantes.

Nesta seção, volta-se o olhar para a Recuperação da Informação (RI) desde uma perspectiva teórica da Ciência da Informação com contribuições da Ciência da Computação que busca apresentar conceitos, paradigmas e outros aspectos relacionados, a fim de, entender e determinar as características da Recuperação da Informação que permitem estabelecer diálogos com a Representação da Informação e esclarecer a sua relação com a *Findability*.

A Recuperação da Informação tem sido discutida amplamente em inúmeros estudos e pesquisas da Ciência da Informação e da Ciência da Computação, pois, é considerada uma temática importante para estas áreas, e por isso a RI está, constantemente, sendo revisada e aprimorada sob diversas perspectivas.

As contínuas contribuições encontradas na literatura para a Recuperação da Informação podem ser agrupadas de acordo com os contextos de informação, os quais são marcados pelo paradigma físico da Ciência da Informação (CAPURRO, 2007), sob a ótica material e quantitativa em termos de recuperação, sendo que o enfoque tradicional continua sustentando os Sistemas de Recuperação. Porém, ao contextualizar a informação numa perspectiva cognitiva, o foco muda para os usuários, de modo a contemplar seus conhecimentos e suas características no processo de recuperação.

Posteriormente, percebe-se a emergência do fenômeno social, no qual os contextos devem ser considerados, pois, do mesmo modo que é necessário entender o usuário com as suas necessidades informacionais e seus conhecimentos, os recursos informacionais e sua representação, também é relevante inserir esses contextos, visto que se apresentam como chave no paradigma atual da Recuperação da Informação.

Diante disso, existem diferentes espaços nos quais a Recuperação da Informação se apresenta de modo tradicional, interativo e dinâmico que respectivamente associam-se à

sintaxe, semântica e pragmática, referindo-se aos paradigmas físico, cognitivo e social, que, ainda que consigam se diferenciar, não há uma ruptura entre eles no âmbito da recuperação, mas sim uma complementaridade a ser observada.

Nesta seção, a partir da definição do termo Recuperação da Informação, perpassa-se por outros conceitos e apresenta-se os elementos mais importantes, como os modelos e os Sistemas de Recuperação da Informação, a relevância e a pertinência no processo de recuperação, que posteriormente serão discutidos e integrados na seção final deste documento científico.

2.1 O CONCEITO DE RECUPERAÇÃO DA INFORMAÇÃO

Em 1951, Calvin Mooers define a Recuperação da Informação como:

[...] o nome do processo ou método pelo qual um **usuário** potencial da informação é capaz de converter sua necessidade de informação em uma lista atual de citações para documentos armazenados que contém **informações úteis** para ele. É o processo de **encontro ou descoberta** em relação à informação armazenada.

[...] A Recuperação da Informação abrange os aspectos intelectuais da descrição da informação e sua especificação para busca, e também quaisquer **sistemas, técnicas ou máquinas** que são empregados para realizar a operação. A recuperação da informação é crucial para a documentação e organização do conhecimento.⁹ (MOOERS, 1951, p. 25, tradução nossa, grifo nosso).

Portanto, com base em Mooers (1951), a Recuperação da Informação pode ser resumida nos elementos grifados como o processo de encontrar ou descobrir informações de documentos armazenados e úteis para o usuário, por meio de sistemas, técnicas ou máquinas.

Depois, para Lancaster (1968), a Recuperação da Informação centra-se no estudo dos sistemas automáticos que informam ao usuário sobre a existência de documentos relacionados com sua consulta, e que atualmente se encarregam principalmente dos

⁹ "Information retrieval is the name for the process or method whereby a prospective user of information is able to convert his need for information into an actual list of citations to documents in storage containing information useful to him. It is the finding or discovery process with respect to stored information. It is another, more general, name for the production of a demand bibliography. Information retrieval embraces the intellectual aspects of the description of information and its specification for search, and also whatever systems, techniques, or machines that are employed to carry out the operation. Information retrieval is crucial to documentation and organization of knowledge."

documentos em formato digital, buscando a sua recuperação mediante algoritmos automáticos.

A Recuperação da Informação também é vista como um dos objetivos da Ciência da Informação, pois esta ciência foi definida por Borko, como a que “[...] investiga as propriedades e o comportamento da informação, o uso e a transmissão da informação, e o processamento da informação para uma armazenagem e uma recuperação ótimas.”¹⁰ (BORKO, 1968, p. 4, tradução nossa).

Neste cenário, Saracevic (1996) contemplando as constantes pesquisas relacionadas com a necessidade de recuperar informações, considera a Recuperação da Informação como a principal responsável pelo desenvolvimento da Ciência da Informação, sendo também uma das influenciadoras da indústria informacional desde sua origem, forma e evolução.

Por outro lado, Baeza-Yates e Ribeiro-Neto (2011, p. 1, tradução nossa) destacam que para a Ciência da Computação, a Recuperação da Informação é vista como uma extensa área que se ocupa da:

[...] representação, armazenamento, organização e acesso a itens de informação tais como os documentos, as páginas Web, os catálogos online, os registros estruturados e semi-estruturados, os objetos multimídia. A representação e organização dos itens de informação deve ser tal que forneça aos usuários o acesso fácil às informações de seu interesse.¹¹

Diante disso, depois de 50 anos da definição apresentada por Borko (1968), se pode perceber que a Recuperação da Informação estabelece e mantém elementos e fins comuns com a Ciência da Informação.

Ainda, para Baeza-Yates e Ribeiro-Neto (2011), há dois pontos de vista distintos e complementares a ser pesquisados na Recuperação da Informação (RI): centrado no computador e centrado no humano:

Na visão centrada no **computador**, a RI consiste principalmente em construir índices eficientes, processar consultas de usuários com alto desempenho e desenvolver algoritmos de classificação para melhorar os resultados. Na visão centrada no **humano**, a RI consiste principalmente em estudar o comportamento do **usuário**, compreender suas principais necessidades e

¹⁰ “In essence, information science research investigates the properties and behavior of information, the use and transmission of information, and the processing of information for optimal storage and retrieval.”

¹¹ “Information Retrieval deals with the representation, storage, organization of, and access to information items such as documents, Web pages, online catalogs, structured and semi-structured records, multimedia objects. The representation and organization of the information items should be such as to provide the users with easy access to information of their interest.”

determinar como esse entendimento afeta a organização e a operação do sistema de recuperação.¹² (BAEZA-YATES; RIBERO-NETO, 2011, p. 1, tradução nossa, grifo nosso).

Nas definições da Recuperação da Informação, nos contextos da Ciência da Informação e da Ciência da Computação, foram encontrados aspectos e elementos de estudo comuns do seu processo, tais como o armazenamento, a representação, a organização e o acesso à informação mediante um sistema (máquina, computador) para atender as necessidades informacionais de um usuário.

A Recuperação da Informação pode ser imediata ou diferida, durante a interação do usuário na realização da tarefa de recuperar informação. Refere-se a recuperação imediata quando o usuário descreve sua necessidade informacional no ambiente informacional digital e recupera imediatamente as referências dos documentos que o sistema retorna como relevantes com respeito a sua busca (BORDIGNON; TOLOSA, 2007).

A recuperação imediata, também nomeada como síncrona, ocorre quando o usuário em um Sistema de Recuperação de Informação faz busca (*searching*) ou consulta (*query*) e explora (*browsing*) ou navega (*navigating*) nos ambientes informacionais digitais, seguindo sua necessidade informacional ou interesse. Na busca ou consulta, o usuário descreve sua necessidade informacional com uma linguagem, ou seja, há uma ideia e compreensão do usuário com respeito a sua necessidade e são entregues a ele os resultados dessa busca ou consulta. Na navegação ou exploração em um ambiente informacional digital, o usuário por meio da interface e das estruturas que o sistema oferece, recupera referências às informações do seu interesse ou que atendam sua necessidade informacional, sem que esta tenha sido definida explicitamente pelo usuário.

A busca (*searching*) e a navegação (*browsing*) são conhecidas como os paradigmas básicos da Recuperação da Informação, podendo ser resumidas como: “Enquanto a busca exige que o usuário articule uma necessidade de informação em termos de consulta compreensíveis pelo sistema, a navegação permite uma maior exploração e descoberta de informações.”¹³ (KE, 2010, p. 20, tradução nossa).

¹² “In the computer-centered view, IR consists mainly of building up efficient indexes, processing user queries with high performance, and developing ranking algorithms to improve the results. In the human-centered view, IR consists mainly of studying the behavior of the user, of understanding their main needs, and of determining how such understanding affects the organization and operation of the retrieval system.”

¹³ “While searching requires the user to articulate an information need in query terms understandable by the system, browsing allows for further exploration and discovery of information.”

A recuperação diferida ou assíncrona, conhecida como filtragem e roteamento, acontece quando o Sistema de Recuperação da Informação (SRI), a partir da necessidade informacional ou do perfil do usuário, encaminha posteriormente para o usuário os novos documentos relevantes que vão surgindo e que correspondem à sua necessidade ou perfil.

Neste contexto, de acordo com Ke (2010), as pesquisas de Recuperação da Informação foram focadas principalmente na correspondência (*match*) e na recuperação (*retrieval*), em vez da busca (*search*) e do encontro (*find*).

No que diz respeito aos elementos e as atividades da Recuperação da Informação digital, estes são implementados nos Sistemas de Informação para permitir o acesso às informações a partir dos paradigmas expostos da navegação e de busca por parte dos usuários e são conhecidos como Sistemas de Recuperação da Informação (SRI). Os SRI integram modelos de Recuperação da Informação e são abordados nas seções seguintes.

2.2 MODELOS DE RECUPERAÇÃO DA INFORMAÇÃO

Um modelo pode ser considerado como uma abstração do processo de recuperação que determina como os recursos informacionais e as consultas são representados e como é definida a correspondência entre eles. A partir disto, há diversas classificações ou taxonomias respeito aos modelos de Recuperação da Informação, as quais são baseadas em teorias, técnicas ou algoritmos, que realizam esses processos nos SRI.

O Quadro 1 apresenta um resumo dos modelos mais utilizados e destacados na Recuperação da Informação.

Quadro 1 – Modelos de Recuperação da Informação

MODELO	DESCRIÇÃO
Modelo Booleano (1950)	Baseado em Álgebra Booleana, a consulta e os recursos são considerados como um conjunto de termos. Um documento é relevante para uma consulta se contiver os termos de consulta. O modelo booleano é um modelo de correspondência exato, em que um recurso é relevante ou não para uma consulta dada.
Modelo Vetorial (1970) proposto por Gerard Salton	Baseado na teoria do espaço vetorial, a consulta e os documentos são considerados vetores de termos. Um documento é relevante para uma consulta de acordo com o seu produto escalar (cosseno, coeficiente de dados, etc.).

MODELO	DESCRIÇÃO
Modelo probabilístico (1976) proposto por Robertson e Karen Spärck-Jones	Baseado em pressupostos probabilísticos, a consulta e os documentos são considerados como um conjunto de eventos. A relevância de um recurso para uma consulta depende da probabilidade condicional do documento
Modelo Booleano Estendido (1983) proposto por Gerard Salton, Edward A. Fox e Harry Wu	Introduz a ponderação de termos na recuperação booleana. Este modelo usa representação vetorial e cálculo de distância entre vetores para determinar a relevância de um documento <i>versus</i> uma consulta booleana
Conjuntos <i>Fuzzy</i> (1984) proposto por Lofti A. Zadeh	Introduz uma semelhança gradual entre os documentos e as consultas em modelos baseados em teorias de conjuntos.
De Rede Neural (1989) proposta por David E. Rumelhart e James McClelland	Representa dependências entre o termo e os aspectos dinâmicos da representação dos recursos usando a teoria neural. A consulta é o estímulo inicial da rede neural e a resposta da rede é o conjunto de documentos que são ativados pelos estímulos iniciais, porém, não há uma ativação usada como critério de relevância.
Modelo Inferencial (1992)	Representa interdependências e dependências de termos de documentos. A relevância de um documento para uma consulta dada corresponde ao grau em que o documento satisfaz a necessidade do usuário.
Modelo de Indexação Semântica Latente (1990) apresentado por Deerwester, Dumais, Furnas, Landauer e Harshman	Baseado na decomposição de valor singular que transforma o espaço vetorial do documento inicial em outro espaço vetorial de documentos semelhantes que estão mais próximos um do outro.
Modelo Estrutural da Linguagem (2006)	Incorpora as informações de estrutura do <i>corpus</i> usando agrupamentos (<i>clusters</i>) de documentos similares.
Modelo de Grafos (2009)	Introduz a estrutura de grafo para determinar semelhança entre uma consulta e um documento.

Fonte: Autoria própria.

Esses modelos contemplam o período compreendido entre 1950 e 2009, e a partir destes modelos têm-se construído outros que os contemplam e que em alguns casos se juntam propriedades e elementos de vários modelos, assim como também são introduzidas variações com o intuito de aprimorar o processo de Recuperação da Informação no SRI.

A seguir são citadas algumas taxonomias de modelos de RI de acordo com o paradigma estrutural, o processo de representação, as tarefas do usuário e as propriedades do recurso informacional, nas quais são encontrados alguns dos modelos previamente expostos.

a) O Paradigma Estrutural (DOMINICH, 2001)

As classificações dos modelos de Recuperação da Informação propostas por Dominich (2001) são de acordo com: a estrutura tradicional de árvore e a estrutura em rede. Na estrutura em árvore, os modelos podem ser considerados clássicos, alternativos e não clássicos, envolvendo os principais modelos já citados. Enquanto que a estrutura em rede contempla, além dos modelos de RI chamados de clássicos, os modelos alternativos e algumas variações dos modelos não clássicos da estrutura tradicional de árvore, como pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 2 – Taxonomias de modelos de RI baseadas no paradigma estrutural

Autor	Denominação	Classificação				
Dominich (2001)	Estrutura tradicional de árvore	RI clássico	Booleano			
			Vetor			
			Probabilístico			
		Alternativo	Difusa (<i>Fuzzy</i>)			
			Grupo (<i>Cluster</i>)			
			Índice semântico latente (<i>Latent Semantic Index - LSI</i>)			
			Inteligência Artificial	Redes neurais artificiais		
				Algoritmos genéticos		
		Bases de conhecimento (<i>Knowledge Bases</i>)		Processamento de linguagem natural		
		Lógica de informação				
	RI não-clássico	Teoria da situação				
		Interação				
	Estrutura de rede	Lógica de informação				
		Teoria da situação				
		Interação	RI clássico	Vetor	Booleano	Por peso (<i>Weighted</i>)
						Lógica de informação
				Probabilístico	Teoria da situação	
					Interação	
		Alternativo	Inteligência Artificial	Probabilístico		
				Difusa (<i>Fuzzy</i>)		
Grupo (<i>Cluster</i>)						
Índice semântico latente (LSI)						
Redes neurais artificiais						
Algoritmos genéticos						
Bases de conhecimento (<i>Knowledge Bases</i>)		Processamento de linguagem natural				
Associativo						

Fonte: Adaptado de Dominich (2001).

No Quadro 2, pode ser percebido que os modelos como os de Lógica de informação estão relacionados ao Modelo Booleano, que por sua vez se relaciona ao Modelo Vetorial dos RI clássicos, ou seja, apresenta-se essa taxonomia como uma reclassificação da tradicional que não é hierárquica entre categorias, mas sim há uma relação em rede.

b) O Processo de representação (do recurso informacional ou da consulta), o raciocínio e o objeto (CANFORA; CERULO, 2004)

A classificação proposta por Canfora e Cerulo (2004) expressa duas visões: a primeira é uma taxonomia vertical que classifica os modelos de RI no que diz respeito à maneira como o documento (recurso informacional) e a consulta são representados. Também esta taxonomia vertical se classifica em relação à estrutura usada para determinar a similaridade entre essas representações, o raciocínio, que pode ser por meio da lógica, com incerteza ou com aprendizagem. O Quadro 3, apresenta as visões da taxonomia vertical e horizontal.

Quadro 3 – Taxonomias de modelos de RI seguindo o modelo e o objeto

Autor	Denominação	Classificação				
Cerulo e Canfora (2004)	Taxonomia vertical - Modelo de RI	Consulta	Baseado em palavras chave	Única palavra		
				Booleano		
			Baseado em padrão			
			Estrutural			
			Fluxo de caracteres			
		Representação	Documento	Espaço vetorial	Binário	Semântica latente (<i>Latent Semantic</i>)
					Por peso (<i>Weighted</i>)	Subconjunto difuso (<i>Fuzzy subset</i>)
					N-Gram	
					Estrutural	
		Raciocínio	Com lógica	Lógica		
				Álgebra	Álgebra booleana	Álgebra vetorial
				Teorias de Grafos		
			Com incerteza	Teorias da Probabilidade		
				Teorias del conjunto difuso		
	Com aprendizagem		Rede neural			
			Aprendizado simbólico			
	Algoritmo genético					
	Taxonomia horizontal - Objeto de RI	Tarefa	Recuperação <i>Ad hoc</i>			
			Busca de item conhecido			
			Recuperação interativa			
			Filtragem (<i>Filtering</i>)			
			Navegação (<i>Browsing</i>)			
			Agrupamento (<i>Clustering</i>)			
			Mineração (<i>Mining</i>)			
			Reunindo (<i>Gathering</i>)			
			Rastejando (<i>Crawling</i>)			
Formato		Serviço				
		Ferramenta				
Contexto		Geral				
	Específico					

Fonte: Adaptado de Canfora e Cerulo (2004).

No Quadro 3, observa-se a segunda visão proposta por Canfora e Cerulo (2004), que consiste em uma taxonomia horizontal que classifica os objetos da Recuperação da Informação em relação às suas tarefas, o formato (serviço ou ferramenta) e o contexto. Essas tarefas de RI são focadas no usuário e não nas tarefas do processo de RI.

Cabe destacar que para esses autores, uma das principais limitações da taxonomia apresentada “[...] é o fato de que abrange apenas a Recuperação de Informação textual.”, mas é importante reconhecer que para a Recuperação da Informação relacionada com outros tipos de recursos informacionais, como a multimídia, é preciso integrar, combinar, criar e aprimorar os modelos de recuperação tradicional usados nos documentos de texto.

c) As tarefas do usuário (BAEZA-YATES; RIBEIRO-NETO, 1999)

Nesta taxonomia, os modelos de Recuperação da Informação são classificados de acordo com a tarefa inicial realizada pelo usuário do SRI: consulta (*querying*) ou navegação (*browsing*) no ambiente informacional digital. No Quadro 4 se apresenta a taxonomia baseada nas tarefas do usuário de Baeza-Yates e Ribeiro-Neto (1999).

Quadro 4 – Taxonomia de modelos de RI seguindo as tarefas do usuário

Autor	Denominação	Classificação				
Baeza-Yates et al. (1999)	Taxonomia de modelos de RI	Tarefas do Usuário	Recuperação (<i>Ad hoc</i> e Filtragem)	Modelos clássicos	Definição teórica	Booleano
					Difusa (<i>Fuzzy</i>)	
					Booleano extendido	
					Vetor	
					Vetor generalizado	
					Índice semântico latente (<i>Latent Semantic Index - LSI</i>)	
					Redes neurais	
					Rede de inferência	
					Rede de Belief	
			Modelos estruturados	Listas não sobrepostas		
				Nodos proximais		
			Navegação (<i>Browsing</i>)	Plana (<i>Flat</i>)		
	Hipertexto					
	Estrutura guiada					

Fonte: Adaptado de Baeza-Yates e Ribeiro-Neto (1999).

Na taxonomia mostrada no Quadro 4, observa-se que além dos modelos clássicos, foram incluídos outros como o hipertexto, o qual é um elemento usado pela Web.

d) As propriedades do recurso (BAEZA-YATES; RIBEIRO-NETO, 2011)

A taxonomia apresentada por Baeza-Yates e Ribeiro-Neto (2011) mantém os modelos de RI considerados clássicos e que foram apresentados pelos autores em 1999 (BAEZA-YATES; RIBEIRO-NETO, 1999), e considerando, ainda, o enfoque às propriedades do recurso informacional, foram adicionados os modelos para recursos multimídias tais como imagem, áudio, música e vídeo. A seguir o Quadro 5, apresenta a taxonomia descrita.

Quadro 5 – Taxonomia de modelos de RI seguindo as propriedades do recurso

Autor	Denominação	Classificação				
Baeza-Yates et al. (2011)	Taxonomia de modelos de RI	Propriedade do documento	Texto	Modelos clássicos de IR	Booleano - Definição teórica	Difusa (<i>Fuzzy</i>)
					Booleano estendido	
					Baseado em conjunto	
					Vetor - Algébrico	Vetor generalizado
					Índice semântico latente (Latent Semantic Index - LSI)	
					Redes neurais	
					Probabilístico	BM25
					Modelos de linguagem	
					Divergência de aleatoriedade	
					Redes Baseyianas	
					Texto semiestruturado	Nodes proximais, outros.
					Baseado em XML	
					<i>Links</i>	Web
<i>Hubs</i> e autoridades						
Multimídia	Recuperação multimídia	Recuperação de imagem				
Recuperação de áudio e música						
Recuperação de vídeo						

Fonte: Adaptado de Baeza-Yates e Ribeiro-Neto (2011).

Observa-se no Quadro 5, que dentre algumas outras variações, os hipertextos considerados na tarefa de navegação por parte do usuário estão agora classificados, nesta taxonomia, como um recurso de tipo *Links* relacionado com a Web.

Diante disso, pode-se estabelecer uma correlação com o foco em outro tipo de categorização dos modelos de Recuperação da Informação, encontrando-se os chamados modelos tradicionais ou estáticos, modelos interativos e modelos dinâmicos de Recuperação da Informação. Neste contexto, em relação à Recuperação da Informação:

[...] o modelo estático é aquele em que nenhum *feedback* do usuário é considerado, um modelo interativo incorpora *feedback*, mas apenas para melhorar imediatamente a classificação, e um modelo dinâmico usa *feedback* para otimizar e planejar cada interação do usuário. [...]

O paradigma é estático em que todos os documentos ou pontuações das características de relevância para os termos da consulta são gerados antes da recuperação. [...]

Interativo [...] pode, então, melhorar a experiência de busca. [...] *feedback* de relevância [...] lida com a dificuldade de um usuário apresentar uma consulta apropriada para uma determinada necessidade de informação. [...]

O IR dinâmico é uma progressão do IR estático e do IR interativo, pois lida com a complexidade da interação do usuário, operando em vários estados e

fazendo uso do *feedback* do usuário.¹⁴ (YANG; SLOAN; WANG, 2016, p. 11, 17, 20, tradução nossa).

Deste apontamento, podemos concluir que o modelo estático determina a relevância dos recursos informacionais no momento anterior à recuperação, ou seja, tem estabelecido, mediante índices e outros mecanismos, a relevância prévia de um recurso antes da consulta. Além disto, este modelo não contempla o *feedback*.

O modelo interativo pode ser entendido como uma evolução do modelo estático, que insere o *feedback* do usuário para que sejam melhorados os resultados da consulta em um Sistema de Recuperação de Informação; há diferentes tipos de *feedback* do usuário no que respeita aos Sistemas de Informação, especificamente aos de recuperação.

O modelo dinâmico igualmente pode ser compreendido como uma evolução do modelo interativo, porquanto, considera-se que são sistemas que buscam aprender e adaptar-se às complexidades da interação do usuário determinadas pelo contexto. A Figura 4, a seguir, mostra como estes modelos foram relacionados por Yang, Sloan e Wang (2016).

Figura 4 – Relação dos modelos com o feedback

RI estático	RI interativo	RI dinâmico
----------------	------------------	----------------

- Não *feedback*

a) Modelo Estático

¹⁴ “[...] a static model is one where no user feedback is considered, an interactive model incorporates feedback but only to immediately improve the ranking, and a dynamic model uses feedback to optimize and plan for every user interaction. [...] The paradigm is static in that all the document or feature relevance scores for query terms are generated in advance of retrieval. [...] an interactive search system can then improve the search experience. [...] in relevance feedback [...] dealt with the difficulty for a user to come up with an appropriate query for a given information need.

Dynamic IR is a progression from static IR and interactive IR in that it deals with the complexity of user interaction by operating over multiple states and making use of user feedback.”

RI RI RI
estático interativo dinâmico

- Explode *feedback*

b) Modelo Interativo

RI RI RI
estático interativo dinâmico

- Explore e explode *feedback*

c) Modelo Dinâmico

Fonte: Yang, Sloan e Wang (2015, p. 7, 13, 40, tradução nossa).

Nesta figura, se pode observar a relação com ou sem o *feedback* em cada tipo de modelo: estático (a), interativo (b) e dinâmico (c).

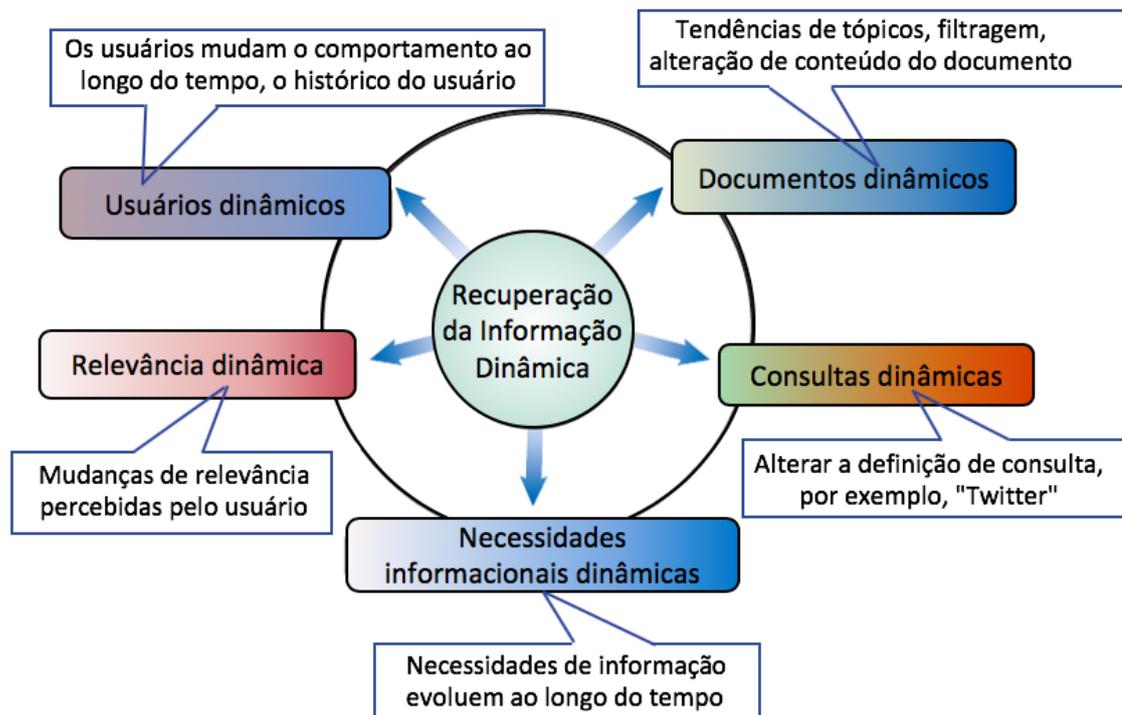
Levando em conta que o modelo dinâmico incorpora os outros dois modelos apresentados, e em concordância com o apontamento de Yang, Sloan e Wang (2016) que afirma que o ecossistema de Recuperação da Informação é dinâmico, a seguir será descrito o que se refere a estas dinâmicas.

e) Dinâmica em recuperação da informação (YANG; SLOAN; WANG, 2016)

O objetivo da modelagem dinâmica na Recuperação da Informação refere-se à obtenção de soluções que sejam responsivas aos ambientes que mudam constantemente, e que aprendam com interações anteriores e por sua vez possam prever as futuras utilidades.

A visão dos elementos no ecossistema dinâmico de Recuperação da Informação pode ser observada na Figura 5, sendo os principais elementos: documentos, usuários, necessidades informacionais, consultas e relevância.

Figura 5 – Elementos dinâmicos em Sistemas de Recuperação da Informação



Fonte: Yang, Sloan e Wang (2016, p. 4, tradução nossa).

Os Usuários são considerados elementos dinâmicos, inclusive quando se trata de um mesmo indivíduo, pois, seu contexto, dentre outras características próprias, pode ser modificado com o tempo. Por outro lado, no que tange a um grupo de usuários, estes também são considerados dinâmicos, visto que suas necessidades informacionais e seus comportamentos de busca variam entre eles.

Em referência às Necessidades de Informação, estas podem ser múltiplas e variadas, considerando um usuário ou um conjunto de usuários, além disso, evoluem dinamicamente durante a busca e podem ser avaliadas com foco na satisfação do usuário durante sua interação com o Sistema de Recuperação da Informação. A definição dessas necessidades informacionais é de natureza complexa.

Quanto às Consultas, estas são geradas pelos usuários e, assim, a dinâmica destas é influenciada pelas mudanças do usuário de acordo com o tempo e pela evolução da linguagem utilizada para expressar suas necessidades informacionais.

No tocante ao Conteúdo dos documentos, este pode ser considerado dinâmico, visto que os ambientes informacionais mudam tanto quanto os seus conteúdos. Além disso, a

linguagem usada na representação dos documentos ou dos recursos informacionais, também pode ser dinâmica dada a sua interpretação.

Finalmente, destaca-se que a Relevância muda dinamicamente e reflete a dinâmica do mundo, e que por exemplo, recursos que inicialmente foram relevantes podem se tornar irrelevantes posteriormente.

A modelagem Dinâmica de Recuperação da Informação (RI Dinâmico) é uma forma de entender os sistemas de RI dentro desse ecossistema. Elementos dinâmicos são evidentes em muitos sistemas de IR e coletas de dados existentes, mas ainda não são totalmente explorados pelos métodos RI convencionais.

Na modelagem dinâmica da Recuperação da Informação, a busca de informações é considerada desde uma perspectiva mais abrangente: o usuário e o sistema de busca interagem e trabalham juntos de maneira complexa para realizar um objetivo mútuo, satisfazer a necessidade de informações do usuário.

[...] Por meio do feedback e da interação com a interface de busca, o usuário também transmite suas preferências. Em um sistema de busca dinâmico, o objetivo é satisfazer o usuário durante toda a sessão de busca, não apenas para uma única consulta.¹⁵ (YANG; SLOAN; WANG, 2016, p. 6, tradução nossa).

Nesse cenário, os modelos dinâmicos de Recuperação da Informação têm seu foco no estudo e na integração dos elementos descritos anteriormente, os quais se caracterizam principalmente por considerar os contextos da informação e dos usuários, de modo que, em uma perspectiva abrangente, seja contemplada a dinâmica desses elementos com a junção, dos usuários e dos Sistemas de Recuperação da Informação.

2.3 SISTEMAS DE RECUPERAÇÃO DA INFORMAÇÃO

Um Sistema de Recuperação da Informação (SRI) define-se como o sistema de informação que “[...] ajuda os usuários a encontrar as informações que precisam. Não retorna

¹⁵ “Dynamic Information Retrieval (Dynamic IR) modeling is way of understanding IR systems within this ecosystem. Dynamic elements are evident in many existing IR systems and data collections, yet are not fully exploited by conventional IR methods.

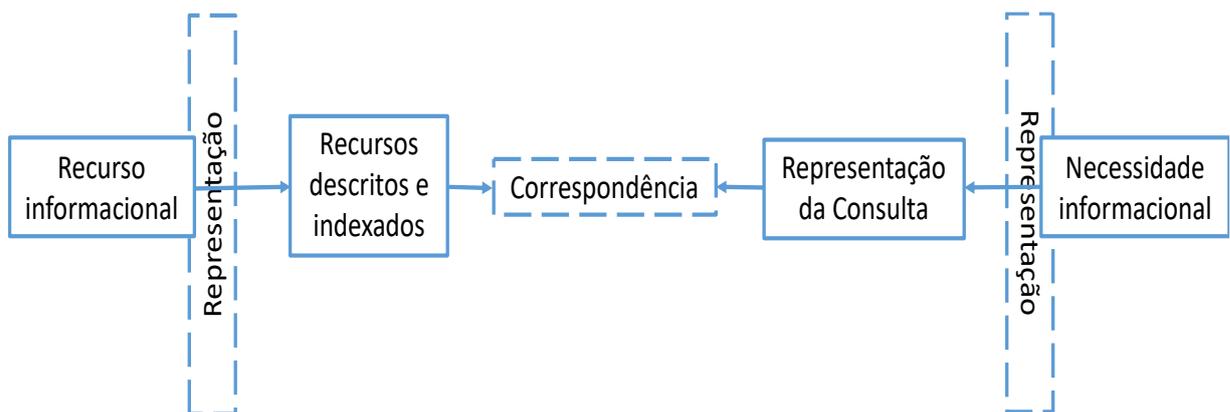
In dynamic information retrieval modeling, information seeking is considered from a more comprehensive perspective: the user and the search system interact and work together in a complex way to realize a mutual goal, to satisfy the user’s information need.

[...] Through feedback and interaction with the search interface the user also broadcasts their preferences. In a dynamic search system, the goal ultimately is to satisfy the user over the whole search session, not just the for a single query.”

explicitamente informações ou responde a perguntas. Em vez disso, informa sobre a existência e localização de documentos que podem conter as informações desejadas.”¹⁶ (GOKER; DAVIES, 2009, p. 1, tradução nossa).

Para que o Sistema de Recuperação da Informação cumpra a sua finalidade, este deverá suportar os processos básicos de representação lógica do conteúdo dos recursos informacionais (descrição e indexação), de representação da necessidade informacional do usuário (consulta) e de comparação (correspondência) entre essas duas representações. A Figura 6, a seguir, apresenta estes elementos básicos de um Sistema de Recuperação da Informação.

Figura 6 – Processos básicos de um Sistema de Recuperação da Informação

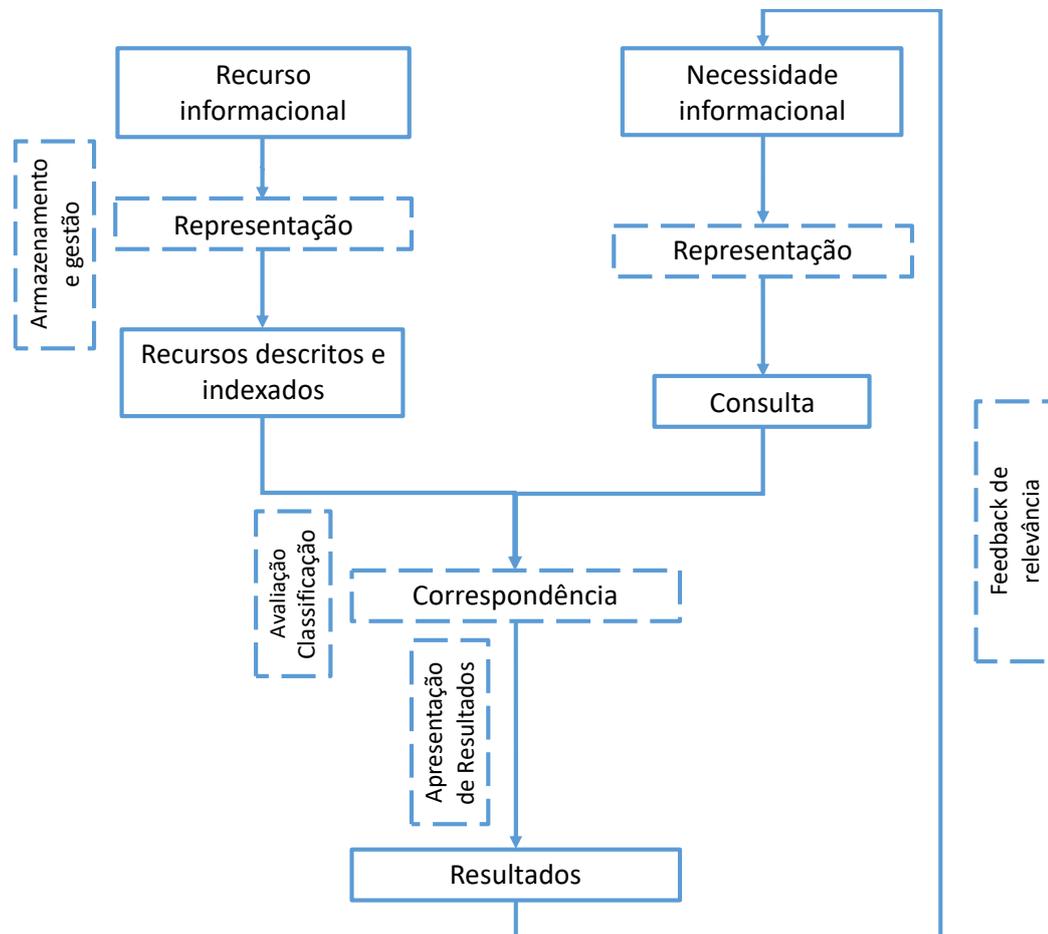


Fonte: Autoria própria.

Em referência aos processos da Recuperação da Informação, um SRI abrange outros subprocessos complementares relacionados com cada um destes processos básicos: armazenamento e gestão (física e/ou lógica) dos recursos informacionais e de suas representações, avaliação e classificação para estabelecer a relevância dos recursos recuperados ou encontrados (resultados), apresentação dos resultados ao usuário e *feedback* ou aperfeiçoamento de consultas. Na Figura 7, a seguir, podem ser observados esses subprocessos em conjunto com os processos básicos indicados.

¹⁶ “The system assists users in finding the information they need. It does not explicitly return information or answer questions. Instead, it informs on the existence and location of documents that might contain the desired information.”

Figura 7 – Processos e subprocessos de um Sistema de Recuperação da Informação



Fonte: Autoria própria.

Conforme Figura 7, o usuário final do SRI não está diretamente envolvido no processo de representação dos recursos informacionais. Esse processo gera uma representação do recurso, para o qual, na maioria das vezes, são usados algoritmos baseados em índices. Esse processo pode incluir o armazenamento e a gestão de todo o recurso no sistema, obtendo assim os recursos descritos e indexados no SRI.

No processo de representar a necessidade de informação dos usuários, ou seja, no processo da formulação da consulta, a representação resultante é uma consulta que consiste na interação entre o usuário e o sistema. Esse processo pode ser aprimorado pela compreensão da necessidade informacional do usuário pelo sistema mediante o processo de *feedback* de relevância dado pelo usuário.

O processo de correspondência é a comparação da consulta com as representações do recurso, no qual, geralmente, resulta em um conjunto de resultados apresentados ao usuário, como por exemplo as referências dos recursos encontrados e recuperados. Nessa lista de resultados, frequentemente são apresentados os recursos relevantes visando facilitar a busca do usuário (GOKER; DAVIES, 2009).

O processo de *feedback* de relevância busca a participação do usuário na Recuperação da Informação de modo a aprimorar o conjunto final de resultados, uma vez que, o usuário dá *feedback* sobre a relevância dos documentos apresentados no conjunto inicial de resultados que foram recuperados pelo sistema de acordo com a consulta lançada. Em seguida, o usuário marca aqueles resultados que considera relevantes ou não relevantes, para com isto, com base neste *feedback* do usuário, aprimorar o sistema e apresentar um novo conjunto revisado de resultados de recuperação. O *feedback* de relevância pode ter uma ou mais iterações.

Para Manning, Raghavan e Schutze (2009, p. 178, tradução nossa), o processo de *feedback* de relevância:

[...] explora a ideia de que pode ser difícil formular uma boa consulta quando você não conhece bem a coleção, mas é fácil julgar documentos específicos e, portanto, faz sentido envolver-se no refinamento iterativo de consulta desse tipo. Nesse cenário, o *feedback* de relevância também pode ser eficaz no rastreamento da necessidade de informações em evolução de um usuário: ver alguns documentos pode levar os usuários a refinar seu entendimento das informações que estão procurando.¹⁷

Destaca-se que, Lancaster (1968) apontou que um Sistema de Recuperação de Informação não muda o conhecimento do usuário sobre o assunto de sua busca, pois, o SRI somente informa a existência dos documentos relevantes com respeito à necessidade informacional do usuário. Diante disso, na seguinte seção será aprofundado o conceito de relevância usado na Recuperação da Informação na literatura da Ciência da Informação e da Ciência da Computação.

¹⁷ "The process exploits the idea that it may be difficult to formulate a good query when you don't know the collection well, but it is easy to judge particular documents, and so it makes sense to engage in iterative query refinement of this sort. In such a scenario, relevance feedback can also be effective in tracking a user's evolving information need: seeing some documents may lead users to refine their understanding of the information they are seeking."

2.4 RELEVÂNCIA E PERTINÊNCIA

Durante a Recuperação da Informação se busca satisfazer as necessidades informacionais do usuário mediante a entrega de resultados que contenham informações dos recursos relacionados com a sua consulta, esses resultados são chamados de relevantes. Porém, na Ciência da Computação, seguindo Goker e Davies (2009), os Sistemas de Recuperação ideais recuperariam apenas os documentos relevantes e nenhum documento irrelevante. Não obstante, os sistemas ideais ainda não existem, pois, nos Sistemas de Recuperação reais, essa relevância vai depender dentre outros fatores, principalmente da opinião dos usuários que é subjetiva.

Para Saracevic (2015), na Ciência da Informação, a Relevância é uma noção ou conceito fundamental atemporal na Ciência da Informação devido às questões teóricas e práticas adjacentes à busca e à Recuperação da Informação. A relevância tem que ser diferenciada da *Aboutness*, a qual é também uma noção fundamental, mas relacionada à organização da informação.

Para o autor supracitado, “[...] a Relevância é uma noção humana, não técnica. [...] abrange muitas variáveis que são difíceis de controlar e até mesmo de entender formalmente. Relevância sempre [...] envolve também um contexto.”¹⁸ (SARACEVIC, 2015, p. 27, tradução nossa). Desta forma, a *Aboutness*, relaciona-se com o assunto, ou seja, com a sua epistemologia, enquanto a relevância vincula-se com o contexto e o pragmatismo.

Segundo Borlund (2003), o conceito de relevância pode ser dividido em duas classes, a relevância baseada em sistema, ou seja, objetiva e a relevância humana ou de usuário considerada subjetiva.

Porém, Hjørland (2009, p. 231, tradução nossa) aponta que:

[...] a relevância nunca é ‘de um sistema’, mas sempre ‘humana’ e, portanto, a dicotomia é errada. Para determinar quais itens são relevantes em relação a uma determinada meta/tarefa, requer conhecimento do sujeito e depende de diferentes teorias/visões. Por conseguinte, os utilizadores dos sistemas de informação não são automaticamente competentes para julgar a relevância. Essa visão pode estar relacionada à análise de domínio em que sistemas e

¹⁸ “Relevance is a human, not a technical, notion. Relevance encompasses many variables that are hard to control and even fathom formally. Relevance always, repeat always, involves a context as well.”

usuários são vistos como co-desenvolvidos e influenciados pelas mesmas teorias.¹⁹

Assim, a relevância dos resultados retornados durante o processo de Recuperação da Informação precisa do usuário (sujeito) e do seu conhecimento para ser determinada. Desde um ponto de vista subjetivo, esta deverá contemplar as necessidades e aspectos pessoais e individuais do usuário.

Para Hjørland (2009), a distinção entre a relevância do sistema e a relevância do usuário não existe, pois, a relevância se relaciona aos objetivos e as tarefas, e as máquinas não possuem objetivos. Porquanto, os algoritmos e sistemas tentam suportar atividades humanas mediante a seleção e classificação dos resultados, ou seja, propõem-se aproximar daqueles resultados relevantes em relação a determinadas tarefas.

Em vista das contraditórias posições com respeito ao fato da relevância ser ou não do sistema, ou se ela só pode ser determinada pelo usuário, Saracevic (1996), propõe atributos da relevância, como relação, intenção, contexto, inferência e interação, e manifestações da relevância que podem ser atribuídas ao algoritmo usado pelo sistema ou até para a satisfação, o sucesso e outros aspectos do usuário. A seguir, no Quadro 6, são apresentados estes tipos de relevância.

Quadro 6 – Manifestações da Relevância

TIPO DE RELEVÂNCIA	DESCRIÇÃO
Relevância do sistema ou <u>algorítmica</u>	Estabelece a relação entre uma consulta e objetos de informação recuperados ou não recuperados, por um determinado algoritmo.
Relevância temática ou do <u>assunto</u>	Relação entre o assunto ou tópico expresso em uma consulta, e tópico ou assunto coberto na recuperação, conhecida também como <i>aboutness</i> .
Relevância cognitiva ou <u>Pertinência</u>	Relação entre o estado do conhecimento, a necessidade de informação cognitiva de um usuário e os elementos recuperados pelo sistema.
Relevância situacional ou <u>Utilidade</u>	Relação entre a situação, tarefa ou problema em questão, e elementos recuperados pelo sistema.

¹⁹ "Relevance is thus never "a system's," but always "human" and therefore the dichotomy is wrong. To determine which items are relevant in relation to a given goal/task requires subject knowledge and is dependent on different theories/views. Users of information systems are therefore not automatically competent to judge relevance. The subject knowledge view represents an alternative to the received dichotomy. This view can be related to domain analysis in which systems and users are seen as co-developed and influenced by the same theories."

TIPO DE RELEVÂNCIA	DESCRIÇÃO
Relevância motivacional ou <u>afetiva</u>	Relação entre as intenções, objetivos e motivações de um usuário e os documentos recuperados por um sistema ou no arquivo de um sistema, ou mesmo na existência.

Fonte: Adaptado de Saracevic (1996, p. 12, tradução nossa, grifo nosso).

No Quadro 6, foram grifados os elementos considerados característicos em cada um dos tipos de relevância estabelecidos por Saracevic (1996). Porém, evidencia-se que esta categorização relaciona os resultados recuperados pelo sistema, mas que a pertinência, a utilidade e a relevância motivacional ou afetiva serão determinadas pelo usuário e dependerão do contexto destes, pois, as intenções, a necessidade informacional, a cognição, a motivação e a situação são próprias dos sujeitos.

Neste cenário, vale destacar que esta classificação abrange estudos e pesquisas que analisam detalhadamente esses termos, bem como a diferença estabelecida entre a Relevância e a Pertinência. Alguns desses trabalhos foram sistematizados por Mizzaro (1997) e são apresentadas no Quadro 7 a seguir.

Quadro 7 – Diferenças entre os termos Relevância e Pertinência

AUTORES	DIFERENÇAS ENTRE RELEVÂNCIA E PERTINÊNCIA
Goffman e Newill (1966)	Distinção entre “relevância” (a relevância de um documento para uma solicitação do sistema) e “pertinência” (a relevância de um documento para uma necessidade de informação do usuário).
Foskett (1970, 1972)	Distinção entre relevância para uma solicitação (chamada de “relevância”) e relevância para uma necessidade de informação (chamada de “pertinência”). A primeira é vista como uma noção “pública”, “social”, e por isso tem que ser estabelecida por um consenso geral no campo, enquanto a segunda é uma noção “privada” e depende unicamente do usuário e de sua necessidade de informação.
Lancaster (1968)	Define “pertinência” como a relação entre um documento e uma solicitação, conforme julgado pelo usuário, e “relevância” como a mesma relação, mas julgada por um juiz externo.
Soergel (1994)	Resume, na introdução de seu artigo sobre indexação, algumas definições previamente propostas de relevância, pertinência e utilidade tópica. Uma entidade é “topicamente relevante” se puder, em princípio, ajudar a responder à pergunta do usuário. Uma entidade é “pertinente” se topicamente relevante e “apropriada” para o usuário (ou seja, o usuário pode entendê-la e usar as informações obtidas). Uma entidade tem “utilidade” se for pertinente e se der ao usuário informações “novas” (não conhecidas).

Fonte: Mizzaro (1997, p. 816-817, tradução nossa).

Recapitulando e considerando o apontado por Borlund (2003) no que respeita à relevância objetiva e subjetiva, as diferenças entre Pertinência e Relevância e os tipos de relevância definidos por Saracevic, destaca-se que, para fins de esclarecer conceitos a ser utilizados neste trabalho, a Relevância (algorítmica) se vincula aos resultados em termos da consulta em um SRI e está associada ao sistema (algoritmos), por conseguinte será objetiva, enquanto a Pertinência (relevância cognitiva) se considera dependente do usuário que insere um contexto, conseqüentemente será subjetiva e os resultados serão considerados pertinentes seguindo a necessidade informacional do usuário em um SRI.

2.5 COMPORTAMENTO INFORMACIONAL

Ainda no cenário da Recuperação da Informação, o comportamento dos usuários durante a busca da informação nos ambientes informacionais digitais se torna objeto de estudo, pois são os usuários a partir das suas necessidades informacionais os que interagem com os SRI. Diante disto, destaca-se a importância de apresentar os modelos mais usados de busca da informação (*information seeking*) e outros aspectos associados ao comportamento informacional (*information behaviour*) que têm sido contemplados em pesquisas da Recuperação da Informação.

Os primeiros estudos de usuário nos quais o comportamento informacional referia-se simplesmente à avaliação dos usuários dos SRI quanto à relevância dos resultados e a sua satisfação distam do que atualmente compreende este campo, pois centra-se nos usos e fluxos da informação dos usuários (CACHEDA-SEIJO; FERNÁNDEZ-LUNA; HUETE-GUADIX, 2011).

O Comportamento Informacional pode ser definido como “[...] a totalidade do comportamento humano em relação a recursos e canais de informação, abrangendo a busca da informação ativa ou passiva, e o uso da informação.”²⁰ (WILSON, 2000, p. 49, tradução nossa). Vale destacar que o autor supracitado tem desenvolvido um modelo de comportamento informacional amplamente reconhecido, e que alguns dos seus elementos serão posteriormente apresentados além de outras pesquisas na temática, entre elas a

²⁰ “[...] the totality of human behavior in relation to sources and channels of information, including both active and passive information seeking, and information use.”

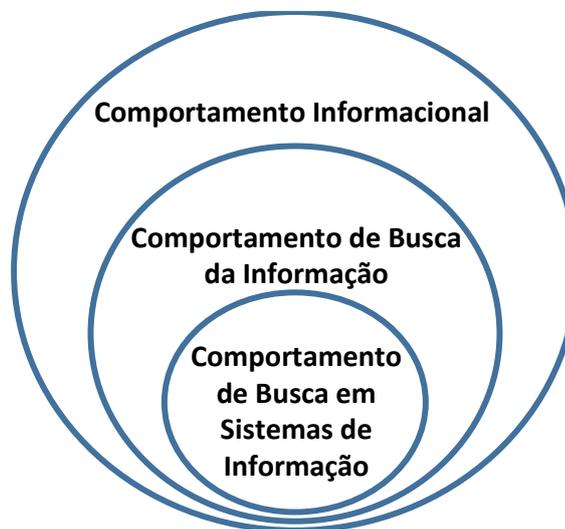
diferenciação entre os termos *information search behaviour*, *information seeking behaviour* e *information behaviour*.

O Comportamento de busca da informação (*information seeking behaviour*)

[...] é um conceito mais amplo, abrangendo as estratégias que uma pessoa cria para **encontrar informação**, o que pode incluir – mas não se limita a – a busca. Isso pode incluir a seleção e o uso de uma variedade de ferramentas de busca, e o uso de outras estratégias, como navegação e monitoramento.²¹ (FORD, 2015, p. 14, tradução nossa, grifo nosso).

Enquanto o *information searching behaviour* para Cacheda-Seijo, Fernandez-Luna e Huete-Guadix (2011), embasados em Wilson (1999), vincula-se especificamente ao comportamento de busca utilizado pelo usuário na interação com os Sistemas de Informação, tanto ao nível de interação técnica com o ambiente informacional digital quanto ao nível intelectual e os processos mentais envolvidos, por exemplo, a formulação de estratégias de busca, uso da interface entre outros. Na Figura 8, são mostradas estas áreas conceituais no modelo de integração proposto por Wilson (1999).

Figura 8 – Modelo de integração de áreas conceituais



Fonte: Wilson (1999, p. 263, tradução nossa).

Na Figura 8, pode-se observar que o Comportamento Informacional abrange o comportamento de busca da informação, que por sua vez abrange ao comportamento de

²¹ “[...] is a broader concept, embracing strategies a person devises in order to find information, which may include – but is not limited to – searching. It may include the selection and use of a variety of search tools, and the use of other strategies such as browsing and monitoring.”

busca em Sistemas de Informação, sendo assim geral e havendo especializações ou derivações como as dos sistemas ou motores de busca contempladas pelo comportamento de busca em sistemas de informação (*information search behaviour*).

Nesse cenário, no estudo do comportamento informacional se encontram modelos conceituais e teóricos na literatura que:

[...] abordam especialmente o comportamento dos usuários durante a interação com um sistema de RI [Recuperação da Informação], a formulação e execução de estratégias e equações e a avaliação da relevância dos resultados obtidos. Esses modelos enfatizam a interação direta com sistemas de RI e as tarefas que os usuários realizam com eles. Outros, no entanto, visam fornecer uma estrutura geral dentro da qual se abrangem todos os processos em que o usuário está imerso quando confrontados com uma necessidade de informação.²² (CACHEDA-SEIJO; FERNÁNDEZ-LUNA; HUETE-GUADIX, 2011, p. 463, tradução nossa).

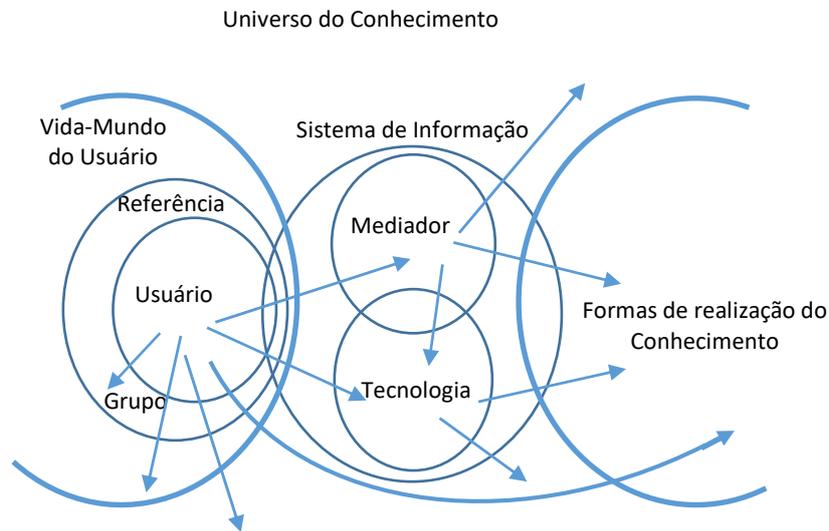
Deste apontamento, vale destacar que há diversos modelos de comportamento informacional, os relacionados à busca (*seeking*), pois estes seguindo a definição apresentada não se limitam somente a busca nos sistemas de informação (*searching*) e contemplam o encontro da informação (*find*), igualmente existem os modelos que podem ser relacionados à Recuperação da Informação (*retrieval*) desde a perspectiva da busca nos sistemas de informação (*searching*).

Entre os primeiros modelos de Comportamento informacional se destaca o de Tom Wilson (1981), que foi revisitado pelo autor em 1999, no qual inicialmente se apresentou um marco genérico para a busca da informação, que define conceitos e relacionamentos, e identifica os seguintes componentes envolvidos no processo de busca: usuário da informação, necessidade, satisfação ou insatisfação, uso da informação, intercâmbio da informação, demanda sobre os sistemas de informação e outras fontes de informação, transferência da informação, sucesso, falha, outras pessoas e Comportamento de Busca da Informação. Adicionalmente, nesse modelo se aponta que a necessidade informacional vem influenciada pelo contexto situacional do usuário, explicitando-se que há barreiras, problemas e incerteza que fazem parte do contexto durante a busca e Recuperação da Informação. A Figura 9

²² “[...] abordan especialmente el comportamiento de los usuarios durante la interacción con un sistema de RI, la formulación y ejecución de estrategias y ecuaciones, y la valoración de la pertinencia de los resultados obtenidos. Estos modelos pondrían el énfasis en la interacción directa con sistemas de RI, y con las tareas que los usuarios llevan a cabo con ellos. Otros, en cambio, pretenden ofrecer un marco general dentro del cual englobar todos los procesos en los que se ve inmerso el usuario cuando se ve enfrentado a una necesidad de información.”

apresenta alguns dos possíveis contextos que se relacionam no *information seeking* expostos por Wilson (1981).

Figura 9 – Caminhos do *Information seeking* propostos



Fonte: Wilson (1981, p. 6, tradução nossa).

Entre os elementos observados na Figura 9, que fazem parte do Universo do conhecimento, vale destacar a interação do usuário com o Sistema de Informação, o qual contempla a tecnologia e o mediador, o que conseqüentemente tornam-se formas de construir o conhecimento, isto a partir dos contextos do usuário como parte do grupo e de outras referências que compõem o seu mundo e vida.

Outro modelo amplamente utilizado foi proposto por David Ellis (1989), em que o Comportamento de Busca de Informação pode ser definido mediante características e não etapas, as quais são apresentadas no Quadro 8. Essas características foram descritas pelo autor em relação a facilitar a avaliação do Sistema de Recuperação e buscando posteriormente ser implementadas em ambientes hipertexto.

Quadro 8 – Características do modelo de comportamento de busca

CARACTERÍSTICA	DESCRIÇÃO
Início (<i>Starting</i>)	Atividades características da busca inicial de informações.
Encadeamento (<i>Chaining</i>)	Seguindo cadeias de citações ou outras formas de conexão referencial entre materiais.
Navegação (<i>Browsing</i>)	Busca semi-dirigida em uma área de interesse potencial.

CARACTERÍSTICA	DESCRIÇÃO
Diferenciação (<i>Differentiating</i>)	Usando diferenças entre fontes como um filtro sobre a natureza e qualidade do material examinado.
Monitoramento (<i>Monitoring</i>)	Manter a conscientização sobre os desenvolvimentos em um campo por meio do monitoramento de fontes específicas.
Extraindo (<i>Extracting</i>)	Trabalhando sistematicamente uma fonte específica para localizar o material de interesse.

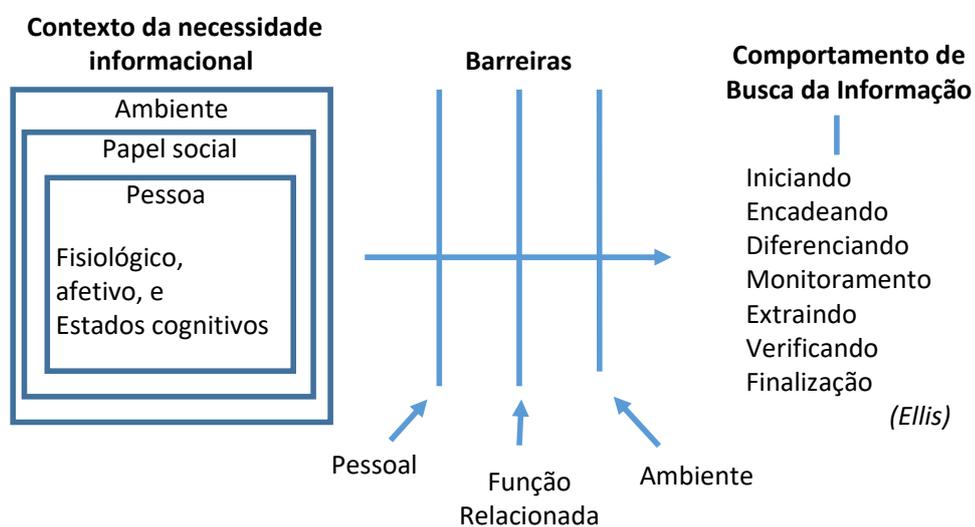
Fonte: Ellis (1989, p. 238, tradução nossa).

Adicionalmente, Ellis (1989) propõe no seu modelo estudar o comportamento desde a ótica cognitiva e de conduta na busca e na Recuperação da Informação.

Como um aspecto relevante neste modelo se considera que devem participar e ser representados nas pesquisas de Recuperação da Informação, o paradigma físico e o paradigma cognitivo (CRUZ-GIL, 2015).

Ainda, Wilson (1999) apresenta um modelo geral de comportamento de busca da informação, que integra seu modelo inicial com as características do modelo de Ellis (1989), o qual pode ser observado na Figura 10.

Figura 10 – Modelo geral de comportamento de busca da informação proposto



Fonte: Wilson (1999, p. 252, tradução nossa).

Na Figura 10, pode ser entendido que o contexto da necessidade informacional dado pelo ambiente, o papel social e os estados da pessoa, assim como as barreiras, determinarão o comportamento de busca da informação, o qual se compõe das características previamente

descritas do Modelo de Ellis (1989) desde uma perspectiva cognitiva, integradas por Wilson (1999), no qual foram adicionadas a verificação e a finalização.

Além dessa integração, Wilson e Walsh (1996) propõem entre outros elementos, os modos de busca como: atenção passiva, busca passiva, busca ativa e busca permanente.

O modelo de comportamento de busca proposto por Carol Collier Kuhlthau (1991), revisitado pela mesma autora em 1993, atualmente conhecido como *Model of the Information Search Process* (ISP), compõe-se de três áreas, a afetiva associada aos sentimentos, a cognitiva com os pensamentos e a física com as ações.

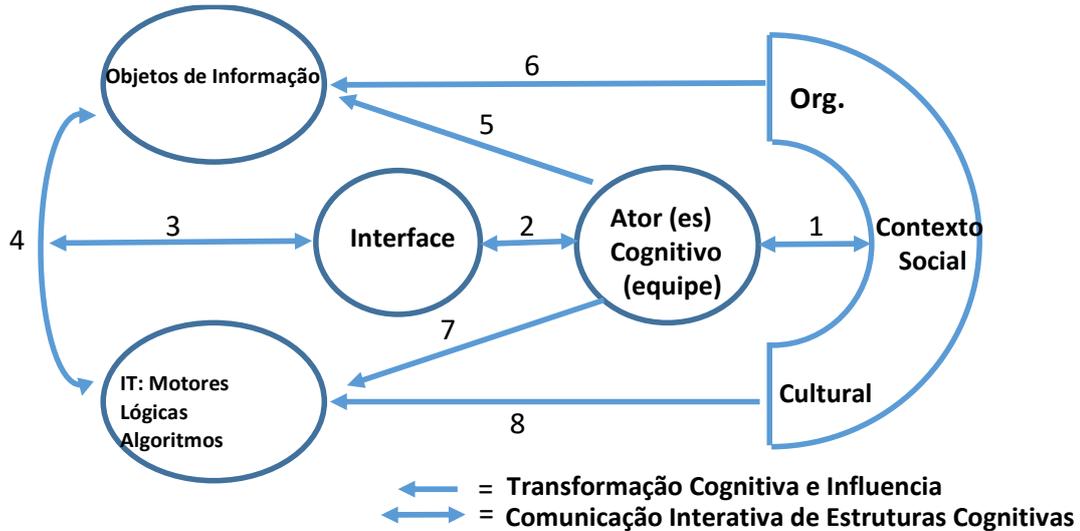
Adicionalmente, esse modelo identifica a diferença do modelo de Ellis (1989), seis fases que seguem uma sequência: Início (*Initiation*), Seleção (*Selection*), Exploração (*Exploration*), Formulação (*Formulation*), Coleta (*Collection*), e Fechamento de Busca/Apresentação (*Search closure/Presentation*).

Existem, ainda, os modelos de Krikelas (1983), Bates (1989), Belkin (1993) e Dervin (1998), dentre outros, porém a seguir foram selecionados para ser apresentados os modelos de Peter Ingwersen (1996) e Bernard Jansen e Soo Rieh (2010), pois neles são encontradas relações estabelecidas pelos autores, entre o Comportamento de Busca de Informação e a Recuperação da Informação (perspectiva dos Sistemas de Informação), que atendem temáticas de estudo desta pesquisa.

Neste contexto, as pesquisas de Ingwersen (1992, 1996) e com Järvelin em 2006, relacionam-se principalmente com o comportamento informacional com foco nos processos cognitivos dos usuários e nos Sistemas de Recuperação da Informação durante o processo de interação e a busca da informação em ambientes informacionais.

Assim, para o autor supracitado, há três elementos importantes no processo de RI: espaço cognitivo (*Cognitive space*), objetos informacionais (*Information objects*) e configuração do RI (*Information Retrieval setting*), os quais podem ser observados em relação com outros elementos do modelo na Figura 11.

Figura 12 – Componentes da busca e Recuperação da Informação proposto por Ingwersen e Järvelin



Fonte: Ingwersen e Järvelin (2006, p. 364, tradução nossa).

No que diz respeito à proposta de Bernard Jansen e Soo Rieh (2010), para esses autores:

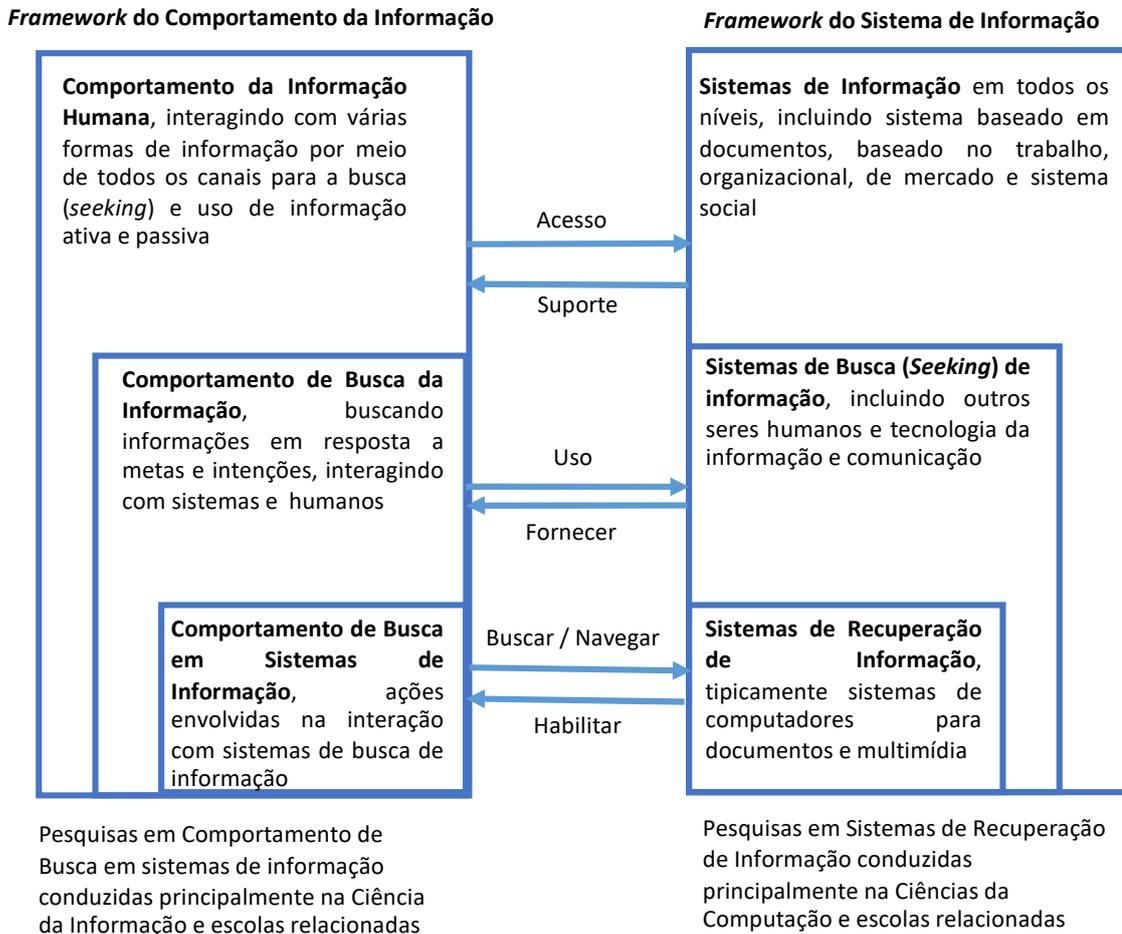
Os campos de busca da informação e Recuperação da Informação se focam na interação entre pessoas e conteúdo nos sistemas de informação. Esses dois campos compartilham um terreno comum em grande parte porque ambos estão preocupados com as três perspectivas de pessoas, informações e tecnologia na localização de informações armazenadas em sistemas de computador. Os dois campos abordam a **questão central da localização de informações** dentro de sistemas computarizados de informação.²³ (JANSEN; RIEH, 2010, p. 1518, tradução nossa, grifo nosso).

Diante deste apontamento, no qual a localização da informação tem sido ressaltada como uma questão comum da busca da informação e da Recuperação da Informação, posteriormente será discutido esse aspecto grifado no capítulo que pretende esclarecer a relação entre a *findability* e a Recuperação da Informação.

Jansen e Rieh (2010) apresentam um modelo baseado no comportamento informacional concebido por Wilson (1999), que identifica relacionamentos entre a Recuperação da Informação e a busca da informação, o qual se mostra na Figura 13.

²³ "The fields of information searching and information retrieval both focus on the interaction between people and content in information systems. These two fields share common ground largely because both are concerned with the three perspectives of people, information, and technology in locating information stored in computer systems. The two fields approach the central issue of locating information within computerized information systems."

Figura 13 – Framework de Comportamento Informacional e Sistemas de Informação proposto por Jansen e Rieh



Fonte: Jansen e Rieh (2010, p. 1518, tradução nossa).

Na Figura 13, observam-se dois *frameworks* do Comportamento Informacional e do Sistema de Informação. O primeiro representa os comportamentos das pessoas durante o uso dos Sistemas de Informação e o segundo descreve os sistemas que suportam (*support*), permitem (*afford*) e ativam (*enable*) os comportamentos. Adicionalmente, os *frameworks* se encontram ligados entre eles por meio de níveis de interação (acesso, uso, busca/navegação) do lado humano e do sistema. Cada *framework* possui estruturas ou abrange estruturas ou subconjuntos desde um nível macro ou externo até um nível micro ou interno.

Depois de ter sido revisado o Comportamento informacional, os modelos de busca da informação e alguns elementos destes campos de estudo relacionados com a Recuperação da Informação, evidencia-se a necessidade e complexidade de contemplar estes elementos

associados ao usuário ou ao sistema nos processos de recuperação, busca e *findability* da informação.

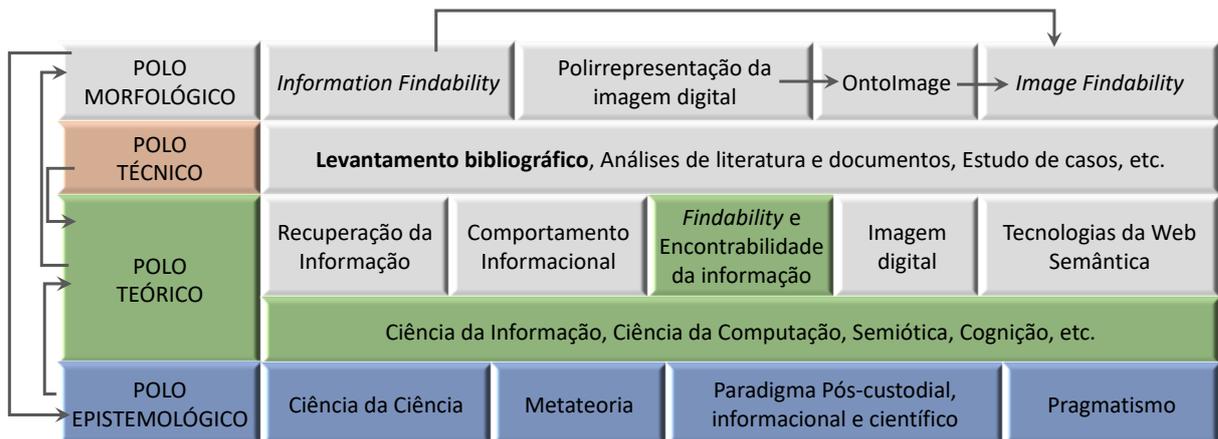
O capítulo seguinte centra-se na *Findability*, para o qual a partir da sua definição, abrangência e relações com outras temáticas no âmbito da Ciência da Informação, busca-se encontrar os subsídios que permitam caracterizá-la para posteriormente esclarecer o vínculo com a Recuperação da Informação e o Comportamento informacional previamente revisados.

CAPÍTULO 3

FINDABILITY E

ENCONTRABILIDADE DA

INFORMAÇÃO



3 FINDABILITY E ENCONTRABILIDADE DA INFORMAÇÃO

Nos últimos anos, termos como *findability*, encontrabilidade, recuperabilidade, capacidade de busca e Recuperação da Informação, dentre outros, têm sido usados sem uma clara diferenciação dentro da Ciência da Informação, associando-os a **encontrar** ou **localizar** informação nos ambientes informacionais digitais pelos usuários.

Neste capítulo, dado o interesse deste trabalho na *Findability*, após apresentada a Recuperação da Informação e considerando a existência de diversos contextos e significados que podem ser atribuídos ao termo *Findability* a partir da tradução em alguns casos como Encontrabilidade, pretende-se identificar a definição e o uso deste termo a partir de levantamento bibliográfico e revisão sistemática em bases de dados científicas da área e outras fontes tais como documentos e livros.

Para isto, inicialmente foram pesquisadas as bases de dados *Web of Science (WoS)* e *SCOPUS*, por serem de âmbito internacional e abrangerem diversas áreas de conhecimento, inclusive a área da CI. Destaca-se que o interesse principal deste levantamento está na Ciência da Informação, e por isso foi adicionada a base de dados *Library and Information Science Abstracts (LISA)* e posteriormente, adicionou-se no contexto brasileiro, a Base de Dados Referencial de Artigos de Periódicos em Ciência da Informação (BRAPCI).

Os termos de busca utilizados nas bases de dados²⁴ WoS, SCOPUS e LISA foram: *findability*, *findability+information*, “*findability of information*”, “*information findability*”, e no BRAPCI foram usados os mesmos termos em português, ou seja, encontrabilidade, encontrabilidade+informação, “encontrabilidade da informação” e “encontrabilidade de informação”. Estes termos de busca poderiam estar contidos no título, no resumo, nas referências ou no texto dos artigos e materiais das bases de dados consultadas.

Adicionalmente, definiram-se os critérios de seleção dos materiais encontrados: publicados em qualquer ano, em inglês/espanhol/ português, trabalhos das áreas de *Information Science*, *Library Science*, *Social Sciences*, *Computer Science*, *Engineering*, *Multidisciplinary Sciences*.

²⁴ Período de realização do levantamento: 28 sep. 2017 a 31 out. 2017.

Na análise dos resultados apresentados pela WoS, SCOPUS e LISA, foram encontrados 592 obras científicas conforme Tabela 1, na qual estão indicados os números de artigos em cada base de dados segundo o termo de busca utilizado.

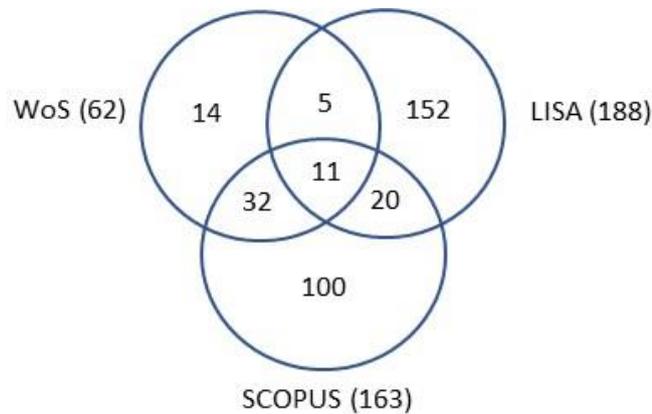
Tabela 1 – Número de artigos em cada base de dados para cada termo

TERMO DE BUSCA	WoS	SCOPUS	LISA	TOTAL
<i>findability</i>	48	166	182	396
<i>findability + information</i>	42	109	13	164
<i>“findability of information”</i>	4	6	6	16
<i>“information findability”</i>	4	5	6	15
Total artigos por base de dados	99	286	207	592

Fonte: Autoria própria.

No conjunto de artigos encontrados, revisou-se a existência do termo *findability* nos seguintes campos: título, resumo e palavras chaves. Foram desconsiderados 179 artigos por não terem relação com as áreas pesquisadas ou por não possuírem o termo nos campos determinados. Por isto, o novo conjunto de artigos para análise passou a conter 413 artigos.

Posteriormente, foram removidos os artigos duplicados. A Figura 14, demonstra as quantidades de artigos nas diferentes bases de dados pesquisadas e o número de repetições entre elas. Pode-se observar que 11 artigos foram encontrados nas 3 bases pesquisadas, e que há um alto valor de repetição entre WoS e SCOPUS (43 artigos) e entre SCOPUS e LISA (31 artigos). Assim, dos 592 artigos encontrados inicialmente, depois dos filtros e da remoção dos títulos duplicados, o conjunto final ficou composto por 334 artigos.

Figura 14 – Quantidade de artigos em cada base de dados e artigos repetidos

Fonte: Autoria própria.

A análise dos 334 artigos teve início com a localização da palavra *findability* em cada um dos trabalhos completos, com o intuito de determinar o contexto e o significado do termo em cada artigo. Ainda, foi realizada a leitura completa dos textos cujo contexto e/ou significado estava(m) associado(s) com a Ciência da Informação, a Recuperação da Informação ou com as temáticas relacionadas. Também, foram lidos os textos que apresentavam o termo com alguma definição ou com alguma proposta de desenvolvimento associado, e foram desconsiderados os textos que simplesmente usavam a palavra indistintamente como sinônimo de outras palavras como *retrieval*, *locate* ou *match* sem detalhamento ou aprofundamento.

Após estes procedimentos, foram selecionados 56 artigos, sendo 14 da WoS, 14 da SCOPUS e 28 da LISA. Esses artigos compreendiam o período de 2003 a 2017. Na Tabela 2, pode-se observar em cada base de dados a quantidade de artigos selecionados e o termo com o qual foi recuperado na busca.

Tabela 2 – Quantidade de artigos selecionados

TERMO DE BUSCA	WoS	SCOPUS	LISA	TOTAL
<i>findability</i>	12	3	25	40
<i>findability+information</i>	2	9	1	12
" <i>findability of information</i> "	0	2	0	2
" <i>information findability</i> "	0	0	2	2
Total de artigos	14	17	28	56

Fonte: Autoria própria.

Adicionalmente, apresenta-se o comportamento dessas publicações a respeito do ano de publicação na Figura 15.

Figura 15 – Número de publicações analisadas distribuídas por ano



Fonte: Autoria própria.

Pode-se observar que entre 2003 e 2009 foram feitas poucas publicações, e que a partir de 2010, houve um aumento significativo de publicações de artigos que contemplam o termo *findability*, exceto no ano de 2013.

Na Figura 16, pode-se observar que são poucas publicações que usam o termo *Information Findability* e *Findability of Information*, e que o termo mais utilizado foi *Findability*.

Figura 16 – Número de publicações analisadas distribuídas por termo de busca

Fonte: Autoria própria.

A seguir são expostos os conceitos de *Findability* encontrados no levantamento realizado, a relação destes com outros conceitos e elementos considerados relevantes que se encontram vinculados à *Findability*.

3.1 *FINDABILITY*: CONCEITO E RELAÇÕES

A partir da revisão sistemática destas publicações, que consistiu em ler o texto completo de cada artigo e em alguns casos em ir até os textos das referências (no caso da LISA são apresentados apenas os resumos), foram analisadas as definições de *Findability* encontradas e o uso/relação desse termo com outros termos associados. Vale destacar, que entre as referências se localizaram livros, páginas Web, artigos, palestras e entrevistas entre outras relacionadas com *Findability* que não estavam nas bases de dados consultadas, essas outras fontes foram abordadas mediante pesquisa documental.

Encontrou-se que um alto número das publicações faz a citação da obra de Peter Morville para a definição de *Findability* proposta no livro *Ambient Findability* (MORVILLE, 2005, p. 4, tradução nossa, grifo nosso):

- a. A qualidade de ser localizável ou navegável.
- b. O grau para o qual um objeto específico é fácil de descobrir ou localizar.

- c. O grau em que um sistema ou ambiente suporta navegação e recuperação.²⁵

Nesta definição, foram grifados alguns termos que posteriormente serão enfocados, e por enquanto, pode-se salientar que a *Findability* se relaciona com processos de recuperação, navegação, descoberta e localização da informação nos ambientes informacionais.

Além desta definição de Morville (2005), foram encontradas outras contribuições realizadas por este autor, que pelos elementos que contêm, marcam um caminho ou o histórico do termo *Findability*, de interesse desta pesquisa. Porquanto, antes de continuar com as análises dos documentos da revisão bibliográfica serão apresentados estes apontamentos.

Neste contexto, vale destacar a entrevista realizada em 2002, aos autores do livro *Information Architecture for the World Wide Web* no lançamento da segunda edição, na qual Peter Morville ressaltou a abrangência da *Findability* indicando que:

[...] mais e mais gerentes entendem que a usabilidade é importante. Precisamos levá-los ao próximo passo, mostrando que, com grandes *sites* e intranets, a capacidade de um usuário encontrar o que ele precisa é um dos maiores fatores para garantir a usabilidade. Em suma, a encontrabilidade precede a usabilidade. Você não pode usar o que não consegue encontrar.²⁶ (WEBREFERENCE, 2002, tradução nossa, grifo nosso).

Neste apontamento, a *Findability* está associada à capacidade do usuário de encontrar o que precisa e, também, é um fator que garante e antecede a usabilidade.

Além disso, também no ano 2002, foi publicado um texto intitulado: *The age of Findability* (MORVILLE, 2002), no qual, a partir do relato de uma experiência pessoal do autor, afirma-se que a *Findability* é aplicável aos diversos ambientes físicos ou virtuais, que não substitui a Arquitetura da Informação, que não se limita ao conteúdo nem a Web e que será um desafio no crescente desenvolvimento de ambientes informacionais digitais. Ainda, o texto apresenta as múltiplas facetas da *Findability* que são mostradas na Figura 17.

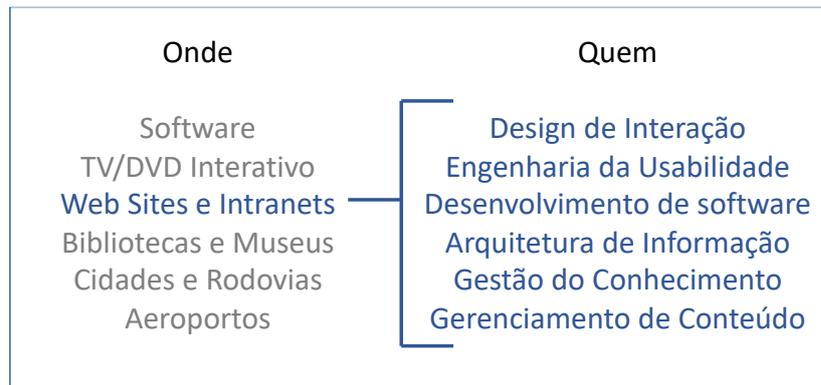
²⁵ "a. The quality of being locatable or navigable.

b. The degree to which a particular object is easy to discover or locate.

c. The degree to which a system or environment supports navigation and retrieval."

²⁶ "[...]more and more managers understand that usability is important. We need to take them the next step, showing that with large web sites and intranets a user's ability to find what they need is one of the largest factors in ensuring usability. In short, findability precedes usability. You can't use what you can't find."

Figura 17 – Múltiplas facetas de *Findability*



Fonte: Morville (2002, tradução nossa).

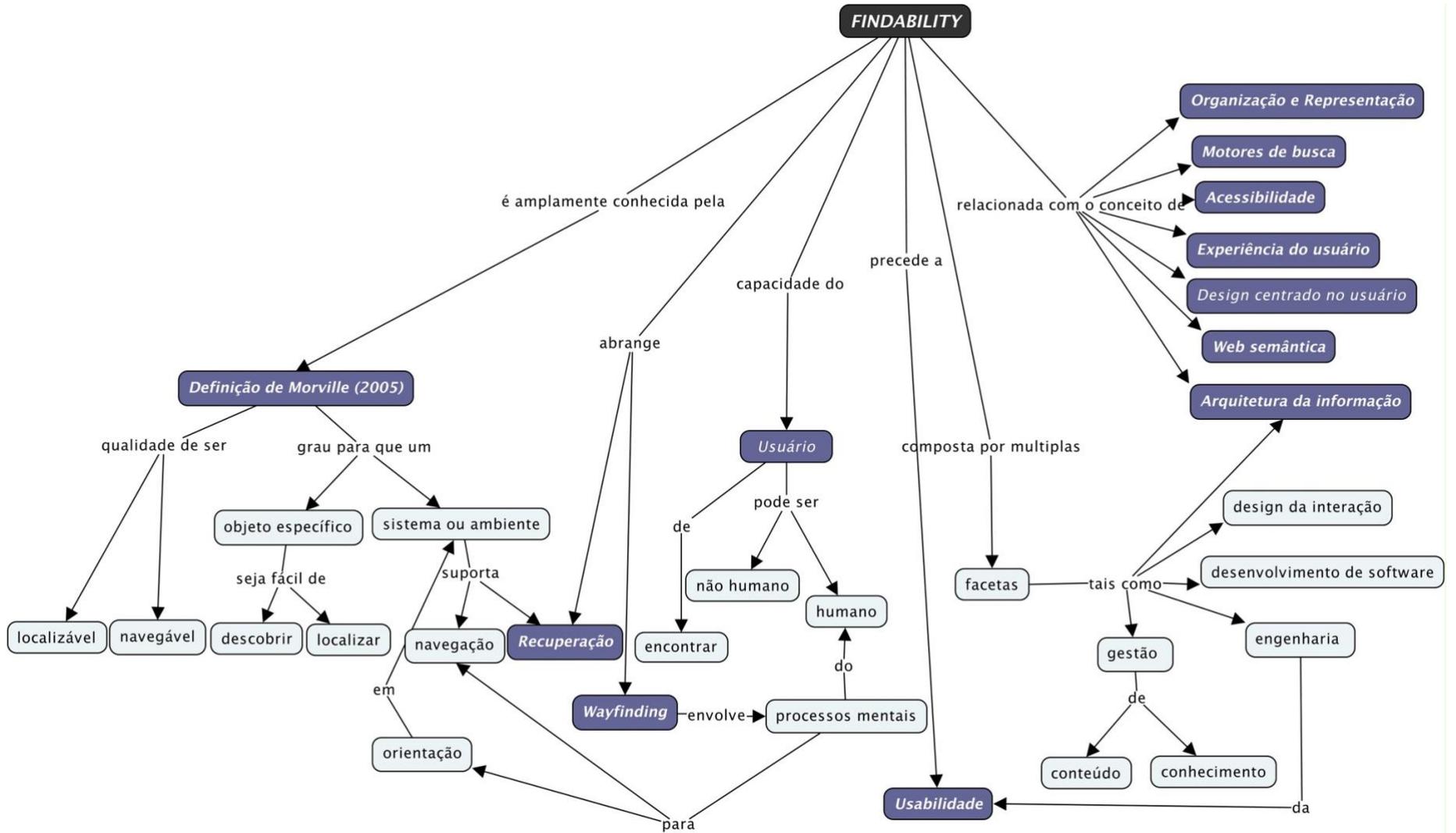
Na Figura 17, salienta-se nas facetas de *Findability* a separação entre o onde (*Where*) e o quem (*Who*). Ainda, observa-se que as facetas da *Findability* para *Web sites* e *Intranets* são competências do Design de interação, da Engenharia de usabilidade, do desenvolvimento de *software*, da Arquitetura da informação, da Gestão do conhecimento e da Gestão de conteúdo, ou seja, as facetas abrangem e/ou estão relacionadas com diversas áreas e disciplinas da ciência.

Na definição de *Findability* apresentada por Morville em 2005, foram sublinhadas ações que a compõem tais como localizar (*locate*), navegar (*navigar/browse*), descobrir (*discover*) e recuperar (*retrieval*), encontradas no levantamento bibliográfico e que usam estes verbos ou ações como sinônimos de Encontrabilidade e não como parte da sua definição (qualidade, graus dos objetos ou de suporte).

Entre os principais temas encontrados na análise e revisão sistemática dos 56 artigos, em ordem frequência decrescente estão: a definição de *Findability* de Morville (2005), o usuário, a usabilidade, a Arquitetura da informação, a organização e representação da informação, os motores de busca, a acessibilidade, a experiência de usuário, o design centrado no usuário, as etiquetas/rotulagens, a Web semântica, a Recuperação (*retrieval*) da informação e a recuperabilidade (*retrievability*) da informação.

Na Figura 18, é apresentado um mapa conceitual geral com os termos descritos até aqui, e que compõem e estão relacionados ao conceito de *Findability* e com alguns outros conceitos que foram encontrados durante o levantamento bibliográfico e que serão discutidos posteriormente.

Figura 18 – Findability e sua relação com outros conceitos



Fonte: Autoria própria.

A seguir serão descritas e detalhadas as principais relações com o termo *Findability*, que na Figura 18 foram marcadas em itálico e com fundo na cor escura as que estão no primeiro nível da estrutura hierárquica.

Iniciando com *Wayfinding*, o autor Peter Morville, depois do lançamento do livro *Ambient Findability*, respondeu à pergunta de Liz Danzico (2005) “[...] como é [a *findability*] diferente dos conceitos que você aprendeu e aplicou na *library science*?” da seguinte forma:

[...] a *Findability* é sobre atravessar fronteiras da disciplina e do meio. A *Findability* nos leva além da usabilidade e da arquitetura da informação nos domínios do design, engenharia e marketing. E abrange o *wayfinding* e a recuperação em ambientes físicos e digitais. Portanto, a *Findability* baseia-se nas bases da *library science* e da interação homem-computador, mas aborda os novos desafios e oportunidades do *software* social, da inteligência coletiva e da computação ubíqua.²⁷ (DANZICO, 2005, tradução nossa).

Nestas afirmações de Morville, pode-se perceber a diferença entre a *Findability* e a Recuperação da Informação, uma vez que há um vínculo estreito da *Findability* com o usuário, o social e o coletivo, uma relação com outras disciplinas como a interação homem-computador, e que, ainda, abrange os termos *Wayfinding* e recuperação.

Para Passini (1981, 1996) e Arthur e Passini (1992), o *Wayfinding* envolve os processos mentais perceptivos, cognitivos e de decisão das pessoas para se orientar, navegar ou alcançar os destinos espaciais nos ambientes naturais ou construídos, sejam estes novos ou conhecidos, e também denota como a capacidade das pessoas que não se limita à representação do espaço. Além disso, Mandel (2016, p. 1), aponta neste mesmo conceito ao definir *Wayfinding* como “[...] o estudo de como os seres humanos usam uma variedade de meios informacionais para se orientar e navegar em um espaço, seja o ambiente natural ou construído”.²⁸ (MANDEL, 2016. p. 1, tradução nossa).

Conclui-se, assim, que o *Wayfinding* não se limita somente à representação do espaço do sujeito, mas inclui todos os processos mentais, as características e as habilidades do usuário

²⁷ “[...] *findability* is about crossing boundaries of discipline and medium.

Findability takes us beyond usability and information architecture into the realms of design, engineering and marketing. And it encompasses *wayfinding* and retrieval in physical and digital environments.

So *findability* builds on the foundation of *library science* and human-computer interaction, but addresses the new challenges and opportunities of social software, collective intelligence and ubiquitous computing.”

²⁸ “*Wayfinding* is the study of how humans use a variety of informational media to orient themselves and navigate in a space, whether the natural environment or the built environment.”

que permitem, principalmente, que ele se oriente e navegue em ambientes como os informacionais digitais, potencializando a *Findability*.

Recapitulando, a partir do exposto por Peter Morville (2002, 2005), pode-se inferir que a *Findability* está associada ao encontro do que o usuário precisa em sistemas ou ambientes digitais ou virtuais, durante seus processos de navegação e recuperação, e que será necessário contemplar suas múltiplas facetas. Além disso, a *Findability* é um fator relevante para a usabilidade e para o encontro da informação nos ambientes informacionais que aumentam continuamente.

Adicionalmente, os estudos relacionados com o levantamento bibliográfico indicaram que a *Findability* possui uma relação maior com a Usabilidade, do que com outros termos.

O autor Bebo White (2003) se referiu a *findability* como um dos elementos mais críticos da Usabilidade, pois não é um elemento óbvio da interface do usuário Web. Porém, destaca que a acessibilidade e a mobilidade dependem igualmente da *findability*. Adicionalmente, aponta que:

'Findability' não é apenas uma descrição de quão facilmente uma página da Web ou recurso pode ser encontrado por um usuário ou um agente automatizado, mas também seu relacionamento com outras páginas ou recursos. Um dos conceitos-chave na descrição de *'findability'* é que um possível elemento da interface de uma página da Web (portanto, parte da descrição de sua usabilidade) é uma descrição de seu conteúdo.²⁹ (WHITE, 2003, p. 240, tradução nossa).

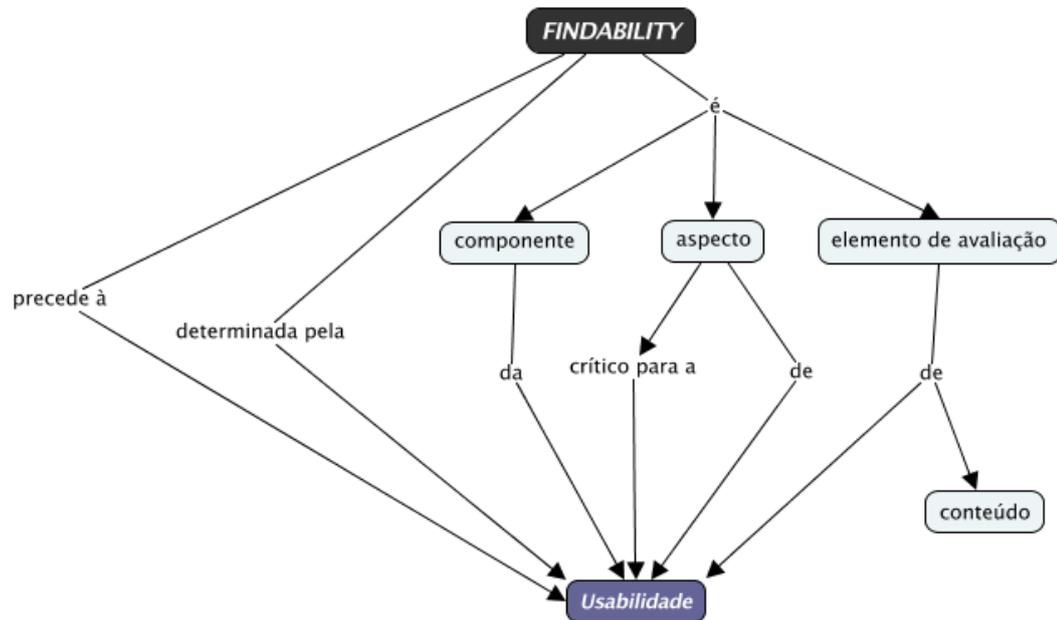
Martin White (2004, p. 1, tradução nossa), a partir das definições de Morville (2002, 2005), afirma que “A *findability* e a usabilidade não são as mesmas, mas estão profundamente relacionadas.”³⁰, e considera a usabilidade como uma das facetas da *Findability*.

A seguir, na Figura 19, foram vinculados conceitos que permitem mostrar e entender a relação entre *Findability* e Usabilidade encontradas nesta pesquisa a partir dos artigos revisados.

²⁹ “‘Findability’ is not only a description of how easily a Web page or resource might be found by a user or an automated agent, but also its relationship to other pages or resources. One of the key concepts in the description of “findability” is that a possible element of a Web page’s interface (thereby part of the description of its usability) is a description of its content.”

³⁰ Findability and usability are not the same but are closely related.

Figura 19 – Representação conceitual entre *Findability* e Usabilidade



Fonte: Autoria própria.

A partir dos trabalhos analisados de *Findability* com foco na usabilidade, os conceitos e as relações encontradas estão descritos no Quadro 9, que contempla, ainda, a descrição do uso ou definição associada à *Findability* e as referências dos autores que a citaram.

Quadro 9 – *Findability* e sua relação com a Usabilidade

AUTOR	<i>FINDABILITY</i>	ESTÁ RELACIONADA COM:
Simunich, Robins e Kelly (2015)	Aspecto da usabilidade	Percepções e satisfação do usuário a serem contempladas durante o <i>design</i> . Predeterminante da auto-eficácia e da motivação.
Dragunova, Moro e Bielikova (2017)	Aspecto da usabilidade e da experiência do usuário	Simplicidade de encontrar o conteúdo, intenções dos usuários na Web e navegação pelos <i>sites</i> . Depende das características e habilidades dos usuários.
De-Juanas et al. (2012)	Elemento de avaliação da usabilidade das páginas Web.	O <i>design</i> ou a avaliação da qualidade de uma página Web junto à eficácia e eficiência.
Mcminn (2011)	Medida quantitativa da usabilidade.	Tempo para localizar a informação nas aplicações que está influenciado pelas experiências, preferências ou pela similitude com outros <i>Web sites</i> .
Ortega, Jimenez e Martin (2010)	Elemento de avaliação da usabilidade e dos conteúdos.	Prioridade de <i>design</i> Web, considerando que um <i>Web site</i> deve ser encontrado para ser usado.

AUTOR	FINDABILITY	ESTÁ RELACIONADA COM:
Peker, Kucukozer-Cavdar e Cagiltay (2016)	Aspecto da usabilidade	Habilidade do usuário para encontrar informação nas páginas Web.
Shieh (2010 e 2012)	Precedente da usabilidade	Fator crítico de sucesso para o <i>design</i> de páginas Web. As provas de usabilidade avaliam geralmente à <i>Findability</i> .
Koltay (2017)	Aspecto crítico para a usabilidade.	Arte e ciência de fazer conteúdos identificáveis pela necessidade dos usuários de encontrar o que precisam.
Navarrete e Lujan-Mora (2015)	Determinada pela usabilidade.	A usabilidade determina o sucesso da <i>findability</i> .
Creager e Gillan (2016)	Componente da usabilidade	Facilidade de encontrar conteúdo do qual conhecem a sua existência.

Fonte: Autoria própria.

Diante disto, pode-se considerar que há várias relações existentes entre a *Findability* e a Usabilidade, e que mesmo quando têm objetivos diferentes nos ambientes informacionais digitais, estão centradas no usuário e nas suas necessidades informacionais ou nas interações com os ambientes. Ainda, a *Findability* e a Usabilidade podem ser mensuradas e se complementam. Portanto, para que o ambiente possa ser usado, ele precisa ter sido encontrado e uma vez encontrado é necessário que seja um ambiente usável.

Por outro lado, no que concerne aos usuários em relação à *Findability*, destaca-se o apontamento de White (2003, p. 240, tradução nossa, grifo nosso) com respeito ao termo *findability*:

'Findability' não é apenas uma descrição da facilidade com que uma página ou recurso da Web pode ser encontrado por um usuário ou um agente automatizado, mas também seu relacionamento com outras páginas ou recursos.³¹

Nesta definição foram grifadas as palavras usuário e agente automatizado, por considerar que um recurso possa ser encontrado por usuários humanos e não humanos/máquinas. Neste enquadramento, vislumbra-se que o usuário está vinculado estreitamente ao conceito de *Findability*, e diante disso serão apresentados a seguir alguns apontamentos encontrados nesse contexto.

³¹ "'Findability' is not only a description of how easily a Web page or resource might be found by a user or an automated agent, but also its relationship to other pages or resources."

Lautenbach *et al.* (2008) definem a *findability* como a capacidade do usuário para encontrar informação nas páginas. Nesta afirmação se associa o usuário às pessoas especificamente e às suas capacidades de encontrar informação.

Para autores como Dragunova, Moro e Bielikova (2017), a *Findability* é um aspecto da experiência do usuário que determina a simplicidade de encontrar o conteúdo que está na Web, e desconsiderá-la pode levar o usuário a abandonar a navegação no ambiente digital. Porquanto, deverá ser avaliada contemplando entre outros aspectos, as diferenças nas características e nas habilidades dos usuários. Igualmente, Coker (2007) associa que para atender as necessidades e os comportamentos do usuário tem-se que otimizar a experiência do usuário, a qual ao final aprimorará a *Findability* e o descobrimento de conteúdo.

Adicionalmente, o *design* centrado no usuário tem entre seus objetivos atingir a *findability*, de modo a gerar uma navegação clara e fluida para os usuários e assim facilitar o encontro da informação (JIANG; LIU; CHI, 2015). Também, para Ortega, Jimenez e Martin (2010), a *findability* é considerada uma das características que melhoram a interação do usuário nos ambientes informacionais digitais.

Para Cardello (2014), a *Findability* melhora a experiência de busca do usuário, pois, simplifica a localização e a obtenção de elementos (conteúdo e funcionalidade) no ambiente Web. Desse modo, a *Findability* está relacionada com a qualidade da resposta que os usuários conseguem, a partir do momento que definem uma busca para encontrar o que estão procurando.

Um estudo encontrado durante este levantamento focaliza que há uma “[...] relação negativa e linear entre a *Findability* e a auto-eficácia e motivação[...]” dos usuários de cursos *online*, em razão de que para esses usuários é relevante encontrar os elementos do curso para poder usá-los e realizar suas atividades de aprendizagem *online* (SIMUNICH; ROBINS; KELLY, 2015). Esse caso pode ser extrapolado para outros usuários e contextos no encontro da informação necessária e de interesse para o usuário.

Diante do exposto, entende-se que, a *Findability* busca garantir aos usuários o encontro das informações que precisam, contemplando suas capacidades e características, ou seja, há uma alta proximidade com o definido pelo conceito *Wayfinding* discutido anteriormente. Além disso, considera-se a *Findability* como um aspecto da experiência de usuário e do *design* centrado no usuário, dentre outras áreas.

Entre outras relações encontradas com a *Findability* destacam-se as que apontaram o nexo com a Arquitetura da Informação, dentre elas salienta-se Batley (2007), que aponta a definição de Arquitetura da Informação exposta pelo *Information Architecture Institute* em 2006 como: “[...] a arte e a ciência da organização e rotulagem de *sites*, intranets, comunidades on-line e *softwares* para suportar a usabilidade e a *Findability*.”³² (BATLEY, 2007, p. 139, tradução nossa). Entende-se, com isto, que a Arquitetura da Informação suporta a *Findability*.

Nagelhout, Staggers e Tillery (2009) consideraram que, a partir da definição de Morville (2005) a respeito da *Findability*, podem ser examinadas as formas com que a Arquitetura da Informação traça caminhos para os usuários que buscam informação, e destacam que entre uma das causas da falta de *Findability* pode ser a Arquitetura da Informação no que se refere à falta de correspondência entre os usuários e as tarefas que estes poderão realizar nas páginas Web, ou seja, a Arquitetura da Informação de um ambiente informacional digital pode limitar a sua *Findability*.

Bowler *et al.* (2011) e Shieh (2010) associam à Arquitetura da Informação os problemas de navegação, especificamente quando o usuário “se perde” em um ambiente informacional digital ou quando não sabe como se orientar no ambiente, porém, este é um dos propósitos da *Findability* contemplado pelo *Wayfinding*. Informam, ainda que, somente mediante a Arquitetura da Informação, a navegação poderá ser aprimorada para ser fácil e fluida aos usuários, de modo a permitir a localização da informação que precisam.

A *Findability* é entendida também como um elemento de análise quantitativa formal ou um alvo da Arquitetura da Informação, do mesmo modo que a usabilidade, a acessibilidade, o desejo e a credibilidade (WHITE, 2004; AGUILLO, 2009).

Além disto, para Koltay (2017), a organização e a representação são importantes para a Arquitetura da Informação, mas são materializadas no conceito de *Findability* ao possibilitar conteúdos encontráveis ou identificáveis para os usuários.

No tocante à Acessibilidade e sua relação com a *Findability*, destacam-se as cinco facetas da acessibilidade definidas por Mathiesen (2015): disponibilidade, *findability*, alcançabilidade, compreensão e usabilidade. O autor associa, ainda, os usuários à *Findability*

³² “[...] the art and science of organizing and labeling websites, intranets, online communities, and software to support usability and findability.”

no seguinte questionamento apresentado para medir a *Findability*: “Os requerentes de informação podem encontrar a informação?”³³ (MATHIESEN, 2015, p. 3, tradução nossa).

Neste cenário da Acessibilidade, considera-se, entre seus benefícios, o aumento da *Findability* “[...] das páginas Web ao expor o conteúdo aos motores de busca tanto internamente (dentro do *Web site*) como externamente (na *www*).” (DE ANDRÉS; MARTÍNEZ; LORCA, 2010), e por consequência a Acessibilidade é dependente da *Findability*.

Com respeito a outras possibilidades apresentadas na literatura revisada que aumentam ou permitem aprimorar a *Findability*, encontram-se as vinculadas também com a representação e a organização da informação mediante: o uso de sistemas de etiquetas de metadados, a marcação dos documentos com elementos estruturais, as ontologias, as taxonomias, a integração de vocabulários controlados e de etiquetas sociais, as convenções de formato e a localização do recurso (por exemplo, URL e DOI), entre outras, porquanto as informações serão mais fáceis de serem encontradas. (HEDDEN, 2008; HASLE, 2011; ALLAM *et al.*, 2012; HOFER; TOWNSEND; BRUNETTI, 2012; CONWAY *et al.*, 2013; BEDFORD; HARRISON, 2015; LIN; BRUSILOVSKY; HE, 2016).

A relação dos Motores de busca com a *Findability* também foi identificada na análise do levantamento bibliográfico. Conforme descrito por Carmel *et al.* (2006), há uma *Findability* no campo da otimização dos motores de busca que tem por objetivo otimizar a representação de documentos para que esses motores os encontrem facilmente nas consultas.

Neste contexto, por meio dos motores de busca se conduz à visibilidade de um *Web site* na Internet, que é uma perspectiva do usuário com respeito à *Findability* (KOPACKOVA; MICHALEK; CEJNA, 2010, SAMUEL; ZAIANE; ZAIANE, 2012). Assim, a *Findability* torna-se importante por meio dos motores de busca, dado que os usuários em sua grande maioria acessam a Internet mediante a busca (consulta). Vale destacar que, para Sowards (2005), a visibilidade do motor de busca permite à avaliação da *Findability*, pois é imprescindível que as novas páginas Web sejam incluídas nos motores de busca para serem encontráveis.

Desde outra perspectiva, segundo Bashir e Khattak (2014), o aprimoramento da *Findability* de documentos está associado ao melhoramento dos algoritmos dos motores de busca, como a expansão da consulta por meio da retroalimentação e de pseudo-relevância. Além disso, com respeito ao modelo de Recuperação da Informação integrado nos motores

³³ “Findability: Can information seekers find the information?”

de busca, afirma-se que este modelo determina a recuperabilidade (*retrievability*) de um documento, a qual por sua vez definirá a *Findability* desse documento mediante consulta (BASHIR, 2014).

Adicionalmente, foram encontrados outros termos relacionados e considerados como características da *Findability* e alguns outros casos de sinônimos da *Findability*, tais como: *recoverability*, *refindability*, *delivery*, *searchability*, *surveyability*, *discoverability*, *search*, *browse*, *pervasive design*, mobilidade e FAIR *Data Principles* (*Findable*, *Accessible*, *Interoperable*, *Reusable*).

3.2 ENCONTRABILIDADE DA INFORMAÇÃO: CONCEITO, MODELO E RECOMENDAÇÕES

Como descrito no início deste capítulo, no contexto brasileiro foi utilizada a Base de Dados Referencial de Artigos de Periódicos em Ciência da Informação (BRAPCI)³⁴ para a pesquisa dos termos em português: encontrabilidade, encontrabilidade + informação, “encontrabilidade da informação” e “encontrabilidade de informação”. Foram aplicadas as mesmas regras utilizadas nas outras bases de dados analisadas, ou seja, os campos que contêm o termo, os critérios de análise em cada texto e os de exclusão.

Diante disso, após a eliminação das repetições apresentadas nos resultados pelos termos consultados, tendo um deles já sido analisado por estar indexado na *Web of Science*, foram encontrados um total de 10 artigos. Vale destacar que estes 10 artigos estão compreendidos entre os anos de 2013 e 2017 e todos usam a definição de *Findability* de Morville (2005). Do mesmo modo, 9 dos 10 artigos citaram a Encontrabilidade da Informação apresentada pelo pesquisador da Ciência da Informação, Fernando Luiz Vechiato, referindo-se ao conceito, às recomendações e/ou ao modelo por ele proposto. Dada a importância dessa pesquisa no âmbito brasileiro, a seguir serão expostas algumas considerações e o Modelo de Encontrabilidade da Informação propostos por Vechiato e Vidotti (2014).

Vechiato e Vidotti (2014, p. 164) propõem o seguinte conceito operatório, no qual a Encontrabilidade da Informação: “Sustenta-se fundamentalmente na interseção entre as funcionalidades de um ambiente informacional e as características dos sujeitos informacionais.”, e afirmam que são necessárias reflexões no fluxo informacional com foco no

³⁴ Período de realização do levantamento: 28 set. 2017 a 31 out. 2017.

acesso, no uso e na apropriação, com o intuito de promover a Encontrabilidade da Informação.

Vale destacar, que para construir este conceito operatório e o modelo que será descrito a seguir, foi considerado como cenário o Paradigma pós-custodial e discutidas amplamente as perspectivas sócio-técnicas e pragmáticas para a Encontrabilidade da Informação, bem como, a mediação infocomunicacional entre o sistema e os sujeitos informacionais. Além disso, a abordagem no conceito de Morville (2005) para estes autores foi vista como “[...] mais técnico do que científica, tornando-se necessário reconfigurá-lo para que seja discutido e incorporado à Ciência da Informação.” (VECHIATO; VIDOTTI, 2014, p. 163).

Conforme os autores supracitados, “O enfoque do modelo não são os processos em si, mas os atributos a ele relacionados e aos outros elementos a ele pertencentes, [...] e [que] interferem significativamente na encontrabilidade da informação (2014, p. 167).

Os atributos de Encontrabilidade da Informação (AEI) estão relacionados com os processos, e se manifestam em ambientes informacionais (tradicionais, digitais e híbridos) e na Arquitetura da Informação (*top-down* e *bottom-up*), sendo cada um dos atributos discutidos cuidadosamente a partir do *corpus* teórico revisado e que pode ser encontrado em Vechiato (2013). Esses Atributos de Encontrabilidade da Informação foram apresentados, também, em Vechiato e Vidotti (2014) e estão indicados e relacionados com o MEI no Quadro 10.

Quadro 10 – Atributos de Encontrabilidade da Informação (AEI)

ATRIBUTO	RELAÇÃO NO MODELO
Taxonomias navegacionais	Processos de organização e representação da informação
Instrumentos de controle terminológico	Processos de organização e representação da informação
<i>Folksonomias</i>	Processos de organização e representação da informação
Metadados	Processos de organização e representação da informação; armazenamento da informação; sistema de gerenciamento de banco de dados
Mediação dos informáticos	Sistema de gerenciamento de banco de dados e interface
<i>Affordances</i>	Interface
<i>Wayfinding</i>	Interface

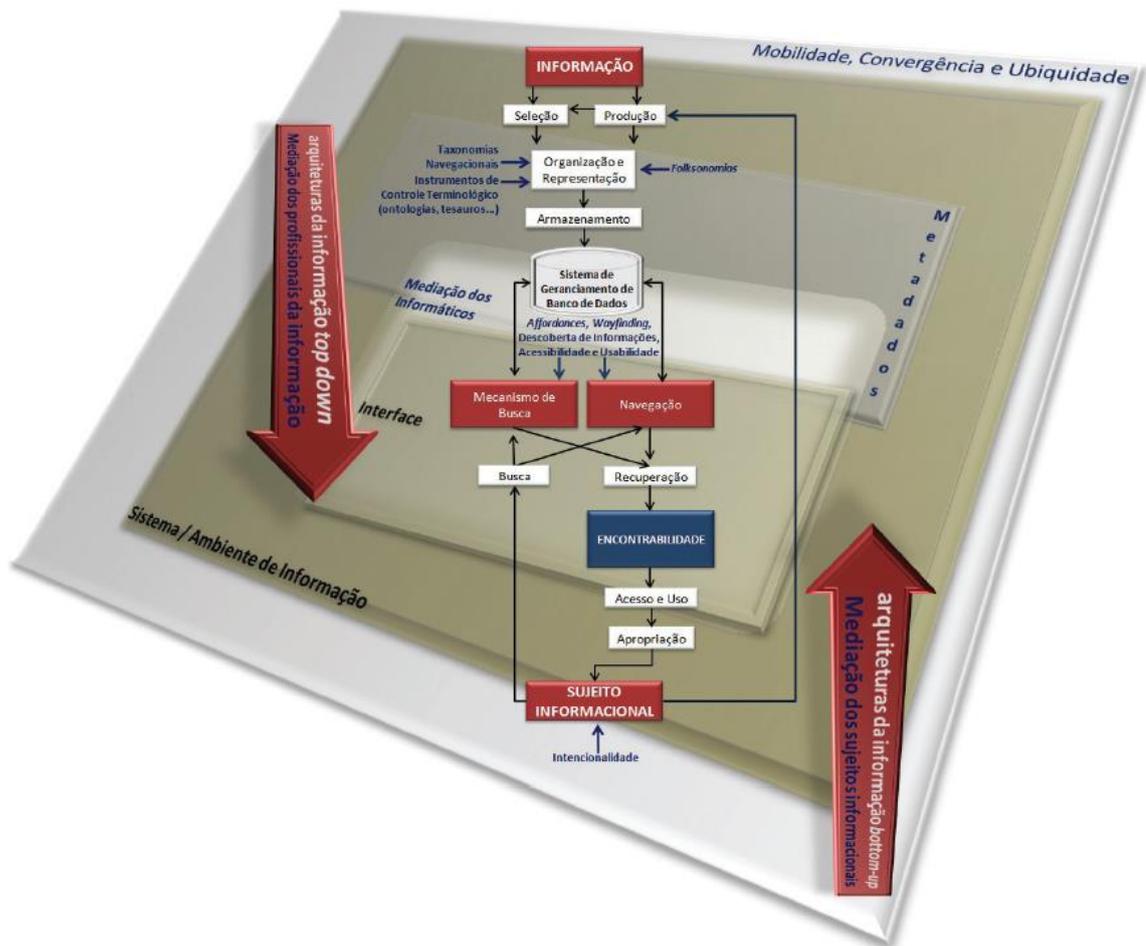
ATRIBUTO	RELAÇÃO NO MODELO
Descoberta de informações	Interface
Acessibilidade e usabilidade	Interface
Mediação dos profissionais da informação	Todos os processos informacionais
Mediação dos sujeitos informacionais	Todos os processos informacionais
Intencionalidade	Todos os processos informacionais
Mobilidade, convergência e ubiquidade	Sistema / ambiente de informação como um todo

Fonte: Adaptado de Vechiato e Vidotti (2014, p. 168).

Atributos como as Taxonomias navegacionais, os Instrumentos de controle terminológico, as *Folksonomias* e os Metadados associam-se aos processos de organização e representação, enquanto que à interface se vinculam os atributos como *Affordances*, *Wayfinding*, Descoberta de Informações, Acessibilidade e Usabilidade. Os demais atributos têm correspondência com todos os processos informacionais ou com o ambiente informacional como um todo.

Na Figura 20, apresenta-se o Modelo de Encontrabilidade da Informação, no qual em azul são descritos os atributos mencionados no Quadro 10.

Figura 20 – Modelo de Encontrabilidade da Informação



Fonte: Vechiato e Vidotti (2014, p. 172).

Neste modelo, percebe-se o sujeito informacional, além da interface e dos processos informacionais já citados. Adicionalmente são inseridos outros processos como a Busca e a Recuperação e destaca-se, também que, a Apropriação, o Acesso e o Uso estão próximos do Sujeito informacional, enquanto que a Seleção e a Produção estão do lado da Informação.

Associado à construção do MEI surgem as recomendações de Encontrabilidade da Informação (VECHIATO; VIDOTTI, 2014, p. 173):

1. Utilizar instrumentos para organização da informação, como as taxonomias navegacionais, e instrumentos de controle terminológico, como tesauros e ontologias, quando viável;
2. Implementar recursos de classificação social (*folksonomias*) e de navegação por meio das *tags* atribuídas pelos sujeitos;
3. Representar os recursos informacionais por metadados;
4. Investir na mediação infocomunicacional dos sujeitos;
5. Ampliar as possibilidades dos sujeitos de encontrar a informação por meio de diferentes ambientes e dispositivos;

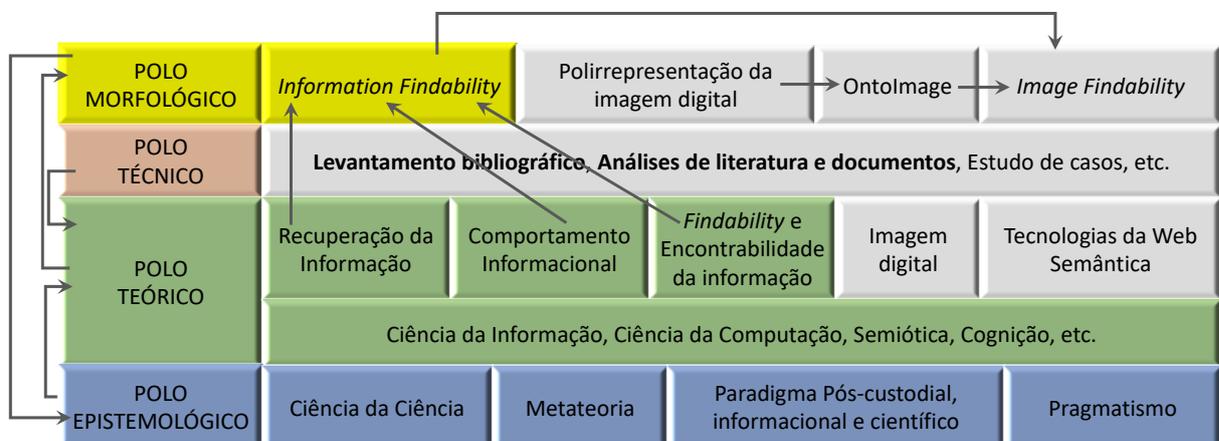
6. Investigar os comportamentos, as competências, as experiências e a Intencionalidade dos sujeitos;
7. Aplicar recomendações e avaliações de acessibilidade e de usabilidade;
8. Investir na utilização de *affordances* para orientar os sujeitos no espaço (*wayfinding*) no decorrer da navegação;
9. Investir na utilização de *affordances* para a query e os resultados de busca; e
10. Proporcionar busca pragmática.

A maioria dessas recomendações encontra-se em consonância com os atributos expostos no Quadro 10, e tem como finalidades facilitar o desenvolvimento de ambientes informacionais contemplando a Encontrabilidade da Informação. Adicionalmente, pode-se observar que algumas destas recomendações exemplifica e/ou sugere elementos que permitem materializar o atributo e conseqüentemente instanciar o Modelo de Encontrabilidade da Informação.

Desta seção, depois de ter sido revisada a *Findability* e perpassando pela Encontrabilidade da Informação, pode-se concluir ainda que existem várias definições e usos do termo *Findability* na Ciência da Informação, alguns deles atribuíveis à Recuperação da Informação, torna-se necessário explicitar a relação entre a *Findability* e a RI, a partir dos elementos identificados nas seções anteriores, como o *Wayfinding* e a Pertinência, entre outros. Diante disso, no capítulo seguinte apresenta-se o conceito de *Information Findability* e o caminho que levou a construí-lo, o qual contempla principalmente aspectos da Recuperação da Informação e o Comportamento de busca da informação.

CAPÍTULO 4

INFORMATION FINDABILITY: **UMA SINERGIA ENTRE A** **RECUPERAÇÃO DA** **RECUPERAÇÃO DA** **INFORMAÇÃO E O** **COMPORTAMENTO DE** **BUSCA DA INFORMAÇÃO**



4 INFORMATION FINDABILITY: UMA SINERGIA ENTRE A RECUPERAÇÃO DA INFORMAÇÃO E O COMPORTAMENTO DE BUSCA DA INFORMAÇÃO

Uma vez estudadas e analisadas as temáticas que foram expostas nos capítulos que antecedem esta seção, a Recuperação da Informação, o Comportamento informacional de busca, a *Findability* e a Encontrabilidade da Informação, foram identificados e serão contextualizados a seguir os elementos, componentes e/ou processos que buscam esclarecer a relação entre estes.

Ao final deste capítulo, apresenta-se o conceito de *Information Findability* construído a partir dos elementos identificados e analisados.

4.1 RELAÇÃO ENTRE A RECUPERAÇÃO DA INFORMAÇÃO, A FINDABILITY E A ENCONTRABILIDADE DA INFORMAÇÃO

Nesta subseção se discute a relação entre a Recuperação da Informação, a *Findability* e a Encontrabilidade da Informação, com o intuito de posteriormente focar esses processos nas imagens digitais.

Entre algumas das restrições encontradas no desenvolvimento desta pesquisa, destaca-se que não foram localizados modelos de Encontrabilidade da Informação fora do Brasil, somente um na Literatura brasileira, e que foi descrito anteriormente.

Além disso, não há ou não foram encontrados modelos de *Findability* para imagens. No entanto, para a Recuperação da Informação e especificamente para a Recuperação de Imagens existem diversos modelos, o que evidencia que a Encontrabilidade da Informação pode ser considerada uma área recente, e as propostas de outros modelos ou de contribuições ao modelo existente, do mesmo modo como a construção de modelos de Encontrabilidade/*Findability* de Imagens se tornam foco de discussões e trabalhos de pesquisa.

A seguir, são apresentados elementos como a Recuperabilidade, a Relevância e a Pertinência, o *Wayfinding* e o Comportamento de Busca da informação, que depois de identificados e analisados se constituíram como elementos relevantes para o estabelecimento da relação existente entre a Recuperação da Informação e a *Findability*.

4.1.1 Recuperabilidade, *Findability* e comportamento de busca da informação

Para construir esta seção se parte da reflexão de que há poucas definições explícitas de *Findability*, e que, indiretamente, diferentes concepções do termo podem ser lidas, especialmente em relação a outros conceitos relacionados como foi discutido.

Iniciando no que diz respeito à avaliação da Recuperação da Informação, a qual pode ser realizada de modo tradicional, medindo os atributos principais de eficácia e eficiência como as medidas baseadas na velocidade e o desempenho do sistema de Recuperação da Informação. Não obstante, surge a proposta de Azzopardi e Vinay (2008b) com outra avaliação complementar, a Acessibilidade, entendida como o acesso à informação, na qual o acesso fornece uma indicação de quão facilmente os documentos dentro da coleção podem ser recuperados usando um determinado Sistema de Recuperação.

No contexto da Recuperação da Informação, [...] estamos predominantemente preocupados com o acesso à informação dentro de uma coleção de documentos (ou seja, espaço de informação), [...] temos um Sistema de Acesso à Informação (ou seja, um meio pelo qual podemos acessar às informações na coleção, como um mecanismo de consulta, um mecanismo de navegação, etc.). A acessibilidade de um documento é indicativa da probabilidade ou da oportunidade de ser recuperada pelo usuário neste espaço de informação, dado esse mecanismo.³⁵ (AZZOPARDI; VINAY, 2008b, p. 483, tradução nossa).

Posteriormente, para estes autores supracitados (AZZOPARDI; VINAY, 2008^a, p. 562, tradução nossa) a recuperabilidade (*retrievability*) “[...] captura a facilidade com que o documento pode ser recuperado, dado um determinado sistema de RI [Recuperação da Informação], [...] essa recuperação fornece um indicador útil da interação entre a coleção e o Sistema de Recuperação.”³⁶

Neste cenário, seguidamente, Leif Azzopardi em conjunto com Richard Bache (2010), associam a *Findability* com a Recuperação da Informação no contexto também do acesso à

³⁵ “In the context of Information Retrieval, [...] we predominately concerned with accessing information within a collection of documents (i.e., information space), [...] we have an Information Access System (i.e., a means by which we can access the information in the collection, like a query mechanism, a browsing mechanism, etc). The accessibility of a document is indicative of the likelihood or opportunity of it being retrieved by the user in this information space given such a mechanism.”

³⁶ “A document’s retrievability captures the ease with which the document can be retrieved given a particular IR [Information Retrieval] system, [...] that retrievability provides a useful indicator of the interaction between the collection and the retrieval system.”

informação, sendo a afirmação, a seguir, uma peça fundamental que permite o esclarecimento da relação existente entre esses campos:

A acessibilidade da informação em uma coleção dada de um sistema foi considerada a partir de dois pontos de vista, a **recuperabilidade do lado do sistema** e a **findability do lado do usuário**. As medidas de recuperabilidade fornecem uma indicação de quão facilmente um documento pode ser recuperado usando um determinado sistema de RI, enquanto as medidas de **findability fornecem uma indicação de quão facilmente um documento pode ser encontrado por um usuário com o sistema de RI.**³⁷ (AZZOPARDI; BACHE, 2010, p. 889, tradução nossa, grifo nosso)

Neste apontamento, traça-se uma clara diferenciação entre a recuperabilidade e a *Findability* associada ao foco de cada uma delas, sendo que a recuperabilidade tem foco no Sistema de Recuperação, enquanto que a *Findability* tem foco centrado no usuário, porém, ambas têm como finalidade comum a Recuperação da Informação. Para isto é usada a acessibilidade da informação como forma de avaliação. Vale destacar que estes autores se referem ao sistema de Recuperação da Informação como o modelo de Recuperação da Informação utilizado pelo sistema.

Subsequentemente, essa diferença entre os termos acentua e orienta futuras pesquisas com foco em cada um dos pontos de vista mencionados, e também faz uma chamada às disciplinas ou áreas relacionadas para a construção de elementos que as auxiliem para assim, aprimorar o processo de Recuperação da Informação desde a perspectiva do modelo de recuperação e do usuário. Visa-se que a Ciência da Informação e a Ciência da Computação são chaves nestas construções.

Seguindo nesta concepção da *Findability* associada ao usuário, Fransson (2011, p. 66, tradução nossa) destaca que:

Com as habilidades de informação vistas como um conceito independente da busca, funciona no mesmo nível estrutural que a *findability* [...]. Ao navegar e procurar na Web, isso significa que as habilidades de informação e a *findability* são duas forças que atuam na mesma direção e permitem que a informação seja descoberta e encontrada. Quando os objetos têm baixa *findability*, é necessária uma maior competência de informação do usuário do que encontrar objetos com alta *findability*.³⁸

³⁷ "The accessibility of information in a collection given a system has been considered from two points of view, the system side i.e. *retrievability* and the user side *findability*. *Retrievability* measures provide an indication of how easily a document could be retrieved using a given IR system, while *findability* measures provide an indication of how easily a document can be found by a user with the IR system."

³⁸ "I och med informationskompetens ses som ett sök-fråge-oberoende koncept är det verksamt på samma strukturella plan som *findability* och det har lett fram till en modell där de kompletteras med sökfråge-be-

Entende-se desta afirmação, que há um vínculo da competência informacional do usuário à *Findability*, enquanto que para as tarefas de busca e navegação se destaca a necessidade das habilidades da informação. Estas habilidades são consideradas estruturalmente similares à *Findability*. Ainda, se estabelece um nível de baixa ou alta *Findability* vinculado aos recursos informacionais, que depende da competência informacional do usuário. Diante disto, se evidencia a *Findability* associada ao usuário por meio da atenção às habilidades e aos comportamentos informacionais.

Sguindo Belluzzo, Santos e Almeida Júnior (2014), no processo da competência em informação devem ser entendidos e diferenciados os termos competências e habilidades:

- Competências: constituem um conjunto de conhecimentos, atitudes, capacidades e aptidões que habilitam alguém para vários desempenhos da vida. As competências pressupõem operações mentais, capacidades para usar as habilidades e emprego de atitudes adequadas à realização de atividades e conhecimentos.
- Habilidades: acham-se ligadas a atributos relacionados não apenas ao saber-conhecer, mas ao saber-fazer, saber-conviver e ao saber-ser. (BELLUZZO; SANTOS; ALMEIDA JÚNIOR, 2014, p. 63)

Assim, para as autoras supracitadas, a competência em informação se constitui pelo conjunto de competências e habilidades necessárias para que um sujeito interatue com os recursos informacionais.

O comportamento informacional dos usuários pode ser associado à interação com um Sistema de Recuperação ou como os processos do usuário que visam o encontro da informação. Diante disso, podemos afirmar que o Comportamento de Busca da Informação envolve o usuário (pessoa) no que respeita às suas habilidades, seus conhecimentos e suas estratégias para que aconteça a *findability* durante o processo de busca e interação nos ambientes informacionais.

Além disso, depois de revisados os *frameworks* propostos por Jansen e Rieh (2010), do Comportamento Informacional e dos Sistemas de Informação, nos quais há uma divisão manifesta entre os elementos vinculados ao sistema e os elementos vinculados ao usuário,

roende koncept, informationsbehovet hos användaren och representationen av innehållet i objekten, som input i informationssökningsprocessen. Vid naviga-tion och sökning på webben innebär det att informationskompetens och findability är två krafter som verkar åt samma håll och möjliggör att information upptäcks och återfinns. När objekt har låg findability krävs en större informationskompetens av användaren, än för att hitta objekt med hög findability.”

verifica-se que estes se comunicam por meio dos níveis de interação tais como: acesso, uso e busca/navegação, podendo-se apontar que é nesses níveis que acontece a *Findability*. Isso ocorre porque as tarefas relacionadas ao encontro da informação são executadas pelos usuários nos ambientes informacionais nesses níveis, mas é necessário que o sistema suporte, permita e possibilite esses comportamentos durante a interação.

Resumindo, pode-se considerar que ainda quando o comportamento informacional se liga geralmente à busca da informação e tem sido abordado por pesquisas de Recuperação da Informação, não pode ser entendido como excluyente de um ou outro campo de estudo, pois a *findability* acontecerá durante esses dois processos, a busca e a recuperação. No processo de Recuperação da Informação, a *findability* vista do lado do usuário complementa à recuperabilidade (*retrievability*) que está do lado do sistema, entendida cada uma como a “capacidade ou habilidade” (*ability*) de recuperar e de encontrar informações.

4.1.2 Recuperação pela Relevância e a Pertinência para *Findability*

Apresenta-se a análise que permite apontar que o conceito de Relevância (algorítmica) se encontra associado, principalmente, às medidas de desempenho e eficiência que podem ser alcançadas pelo sistema, ou seja, de acordo com o modelo de recuperação implementado computacionalmente durante o processo de Recuperação da Informação.

A Pertinência (relevância cognitiva), ao estar vinculada ao encontro do que o usuário determina que responde às suas necessidades informacionais, é vista como uma medida para definir a *Findability* da Informação. Essa consideração surge da análise da Recuperação da Informação e da *Findability* da Informação com foco nestes termos (Relevância e Pertinência) previamente discutidos, e que estão relacionados com os aspectos de avaliação.

Neste contexto, para Martínez-Mendez (2004), a avaliação pode ser feita tanto no acesso físico quanto no acesso lógico. Considera-se que a avaliação do acesso físico se refere ao modo como a informação é recuperada e apresentada de forma física ao usuário. Porém, isto dependerá do SRI (técnicas e modelo de recuperação) e de como este recupera a informação ou as referências para que o usuário as recupere. O acesso lógico se ocupa da localização da informação desejada pelo usuário.

Posteriormente, Martinez-Mendez (2004) aponta uma correspondência entre o que são as aproximações ao funcionamento do sistema (objetivas) e as aproximações centradas no usuário (subjetivas) de Borlund (2003), com o acesso físico e o acesso lógico, respectivamente.

A partir disto, pode-se afirmar que ao estar o acesso lógico determinado pelo usuário em relação à informação localizada, então a Pertinência pode ser elencada como um elemento que verifica o vínculo do usuário à *Findability*, durante a avaliação na Recuperação da Informação.

Ao revisar o que tange à Pertinência, há uma relação entre os resultados e as necessidades informacionais dos usuários, o que pode ser percebido no acesso lógico quando esse se expressa em termos dos desejos dos usuários.

Adicionalmente, no que diz respeito à avaliação, Miranda (2010) insere a taxa de silêncio para medir a relevância da informação proposta por Ribeiro (1998). Tal taxa mede a proporção de documentos relevantes não-recuperados e se relaciona com a *Findability*.

A relevância de informação é relativa e depende das necessidades, uso e experiência do usuário. Se um SRI for capaz de **localizar/encontrar o que o usuário necessita**, sem ocultar a informação armazenada, ou mesmo sugerir relevância de acordo com a experiência que usuário registra, então **ocorre a *findability***. (p. 226)

Assim, a **relevância** pode ser considerada **sob um ponto de vista mais subjetivo** o qual **englobe as necessidades pessoais e individuais**. Essa relevância deve ser analisada: em **função da utilidade** que um documento terá, **em face de uma necessidade de informação** concreta, da parte de um utilizador. Nesse caso é algo que só pode ser avaliado e definido por esse mesmo avaliador, em função das suas necessidades individuais. (MIRANDA, 2010, p. 222, grifo nosso)

Neste apontamento, foram grifados elementos nos quais se centra a relação entre *Findability* e as necessidades do usuário. Também foi sublinhado o que se refere com a avaliação. A partir disto, considera-se a relevância de tipo subjetivo como aquela que abrange as necessidades (individuais, pessoais e informacionais) do usuário e suas experiências. A *Findability* estará determinada pela localização do que o usuário necessita, sendo ele quem definirá e avaliará o que é relevante, coincidindo com a Relevância Cognitiva ou a Pertinência apresentada por Saracevic (1996).

Finalmente, para Miranda (2010, p. 226), igualmente aos “[...] modelos de Recuperação de Informação apresentados nas décadas de 1970 e 80, os modelos atuais têm

como missão aperfeiçoar o uso do sistema, o uso da informação, e melhorar a acessibilidade.” E, conforme foi discutido anteriormente, a acessibilidade, ao invés de ser considerada parte do sistema, se vincula ao usuário (acesso) e por consequência à *Findability*.

4.1.3 *Wayfinding* como Nexo do Usuário na *Findability*

Nesta seção são apresentados apontamentos que uma vez foram analisados, permitiram validar que a *Findability*, por meio do *Wayfinding*, tem uma relação com o usuário que pode ser direta ou transitiva.

Para Passini (1981, 1996) e Arthur e Passini (1992), o *Wayfinding* envolve os processos mentais, perceptivos, cognitivos e de decisão das pessoas para se orientarem, navegarem ou alcançarem os destinos espaciais nos ambientes naturais ou construídos, sejam estes novos ou conhecidos, e também o denota como uma capacidade das pessoas que não se limita somente a representação do espaço delas.

O *Wayfinding* para Mandel (2016, p. 23, tradução nossa) refere-se ao “[...] estudo de como os seres humanos usam uma variedade de meios informacionais para orientarem-se e navegarem em um espaço, seja o ambiente natural ou construído.”³⁹

Adicionalmente, Danzico (2005) apontou que a *Findability* abrange o *Wayfinding* e a recuperação em ambientes físicos e digitais.

Neste cenário, e seguindo os conceitos apresentados, dentre eles que a *Findability* abrange o *Wayfinding* e a Recuperação, então pode-se afirmar que ao incluir no *Wayfinding* os processos do usuário, e sendo entendido como o estudo dos seres humanos durante a sua interação nos ambientes informacionais, a *Findability* passa a envolver, conseqüentemente, esses processos do usuário.

Visto que a *Wayfinding* não se limita somente à representação do espaço da pessoa, e que inclui todos os processos mentais, características ou habilidades do usuário para, principalmente, se orientar e navegar em ambientes como os informacionais digitais de interesse nesta pesquisa, verifica-se seu nexos com a *Findability*.

³⁹ Wayfinding is the study of how humans use a variety of informational media to orient themselves and navigate in a space, whether the natural environment or the built environment.

4.1.4 Dos Atributos e do Modelo de Encontrabilidade da Informação

Objetiva-se nesta seção analisar a Encontrabilidade da Informação seguindo o modelo, seus atributos e as recomendações propostos por Vechiato e Vidotti (2014), com a finalidade de identificar se existem elementos que possam ser salientados e contribuam no esclarecimento da relação entre a Encontrabilidade/*Findability* da Informação e a Recuperação da Informação.

Inicialmente, a partir da reflexão no conceito operatório da Encontrabilidade da Informação (VECHIATO; VIDOTTI, 2014), pode-se observar que há uma forte inclusão do usuário como sujeito informacional e do seu contexto (características) durante o encontro da informação nos ambientes informacionais, a qual corrobora o que tem sido afirmado anteriormente no que respeita à conexão da *Findability* ao usuário. Poderia-se refletir que, se as funcionalidades do ambiente informacional do conceito operatório proposto por Vechiato e Vidotti (2014), referem-se ao sistema, então a Encontrabilidade da Informação ocorre na interseção mencionada entre essas funcionalidades e as características dos usuários.

Ao analisar os processos de um SRI (Figura 6 – Processos básicos de um Sistema de Recuperação da Informação) com o fluxo de informação apresentado no MEI (Figura 20 – Modelo de Encontrabilidade da Informação) se observa que, no contexto da EI, o fluxo vai desde a informação até o sujeito informacional, e no âmbito da RI os processos vão desde o recurso informacional até a necessidade informacional do usuário.

Porém, mesmo considerando que os extremos (informação e sujeito informacional) sejam os mesmos, os processos de um SRI e o fluxo de informação do MEI não podem ser vistos como semelhantes e nem comparados na totalidade uma vez que, por exemplo, no MEI se evidencia a participação de processos como apropriação, acesso e uso, que como foi apresentado na seção 3.2 estão próximos ao sujeito informacional e não são contemplados nos processos de RI.

Além disso, para os autores Vechiato e Vidotti (2014), no fluxo de informação do MEI a **Recuperação** está incluída como processo do mesmo modo que a Encontrabilidade, sem ter sido abordada claramente a distinção entre esses processos.

Alguns outros processos e elementos considerados próprios da RI como o mecanismo de busca, a navegação e o sistema de gerenciamento de banco de dados, estão igualmente incluídos no MEI.

No tocante aos atributos de Encontrabilidade da Informação apresentados no Quadro 10, e sua relação no MEI, somente os atributos de *Affordances*, *Wayfinding*, Descoberta de Informações, e Acessibilidade e Usabilidade consideram de forma explícita o sujeito informacional, suas características e seu contexto, uma vez que se vinculam à interface, a qual pode ser vista como ponto de interação do usuário com o ambiente informacional. Vale destacar que, a Interface é parte do sistema ou do ambiente informacional e esses atributos são contemplados no projeto da Arquitetura da Informação.

Os atributos como as taxonomias navegacionais, os instrumentos de controle terminológico, as folksonomias e os metadados são vinculados aos processos de organização e representação da informação, ou seja, ao recurso informacional e o ambiente informacional; e outros como a mobilidade, convergência e ubiquidade diretamente ao sistema/ambiente como um todo.

No que tange aos demais atributos que envolvem a mediação, esses se relacionam a todos os processos informacionais podendo ser entendido como do sistema, da informação ou do usuário, e não especificamente ao sujeito (usuário) na EI.

No entanto, uma das recomendações de EI do MEI sugere “[...] investigar os comportamentos, as competências, as experiências e a Intencionalidade dos sujeitos.” (VECHIATO; VIDOTTI, 2014, p. 173), porém os atributos apresentados não explicitam claramente esses aspectos, os quais referem-se ao contexto dos usuários. Tal fato possibilita novas investigações científicas e neste cenário discussões, aprofundamentos e contribuições futuras que venham a aprimorar e/ou explicitar estes e outros aspectos, entre eles o pragmatismo contemplado pela recomendação que relaciona à busca pragmática no âmbito da Encontrabilidade da Informação.

4.2 A DEFINIÇÃO DO CONCEITO DE *INFORMATION FINDABILITY*

Após de ter sido apontados e refletidos nesta seção elementos identificados durante a pesquisa com o intuito de esclarecer a relação entre a Recuperação da Informação e a *Findability*, entre os elementos destacam-se: a Recuperabilidade, a Pertinência, o *Wayfinding*, o Comportamento de Busca de Informação, o acesso e o Modelo de Encontrabilidade da Informação.

Diante disso, percebe-se que a *Information Findability* (IF) pode ser posicionada entre a Recuperação da Informação e o Comportamento de Busca da Informação, e definida com fundamento nestes como:

A *Information Findability* é a capacidade do usuário de determinar o encontro dos recursos informacionais pertinentes em um ambiente informacional a partir dos resultados entregues pelo Sistema de Recuperação da Informação; e para que a *Information Findability* aconteça se pressupõe a existência das habilidades, os conhecimentos, as experiências e outros elementos contemplados pelo Comportamento de Busca da Informação próprios do contexto do usuário.

Este apontamento se baseia no referencial teórico revisado e nas discussões apresentadas que permitiram construir o conceito do *Information Findability*.

Entende-se como uma capacidade pelo fato de ser uma habilidade ou disposição de encontrar que será determinada pelo usuário, ou seja, ele definirá se tem sido ou não localizado o recurso informacional que atende a sua necessidade informacional. Os recursos informacionais são previamente recuperados pelo Sistema de Recuperação da Informação mediante o processo de recuperabilidade, e no SRI são aprimoradas técnicas e modelos de recuperação focadas na medida de relevância da informação, bem como os resultados entregues pelo ambiente informacional digital.

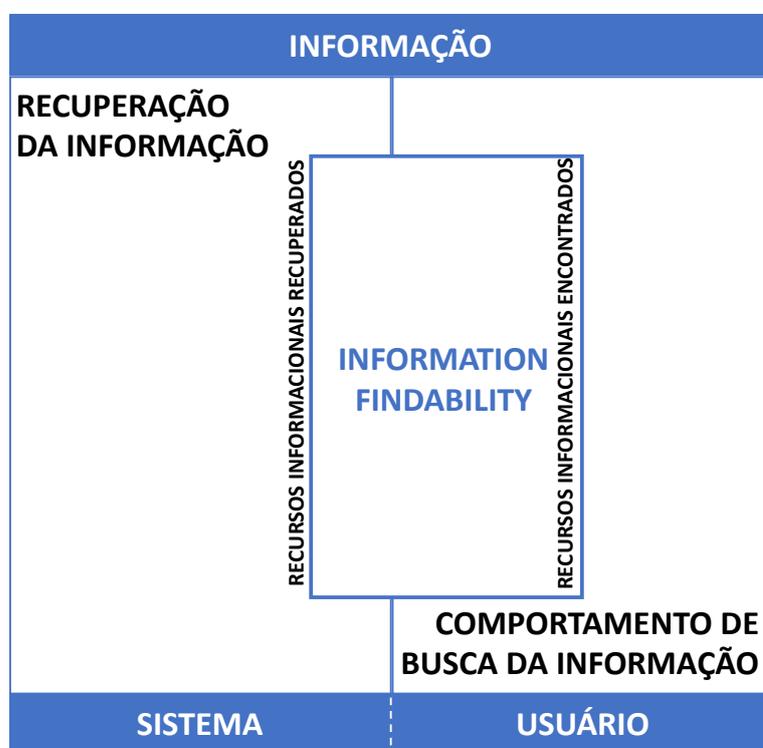
No que respeita à Pertinência, esta pode ser usada como uma medida que avalia o acesso lógico da informação, ou seja, a avaliação centrada no usuário do encontro/localização da informação recuperada pelo sistema, ou seja, da *Information Findability*. Porém, a pertinência constitui-se na medida na qual o usuário estabelece os recursos informacionais encontrados a partir dos recuperados.

O Comportamento de Busca da informação na definição de *Information Findability* refere-se à importância do contexto e dos processos do usuário, podendo ser esses cognitivos, afetivos e sociais, assim como associados às suas habilidades, seu conhecimento e motivação entre outros, que antecedem e sucedem à Recuperação da Informação, pois além de determinar, por exemplo, as motivações pelas quais os usuários buscam informação também são próprios os critérios por eles usados para a avaliação dos resultados entregados pelo SRI que indiquem que foi encontrada a informação requerida e acontece a *Information Findability*.

Vale destacar, que há também dependência entre a IF com o ambiente informacional, referindo-se a este como o sistema, mas sem reduzi-lo, que incide durante a Recuperação da Informação. Porém ao aprimorar elementos no Sistema de Recuperação da Informação que contemplem os aspectos do usuário e do encontro dos recursos informacionais por ele, então se propicia a *Information Findability*.

A seguir, na Figura 21, pode observar-se que a *Information Findability* foi desenhada como um processo contido e não somente da interseção mas como um subconjunto da Recuperação da Informação e do Comportamento de Busca da Informação.

Figura 21 – *Information Findability*

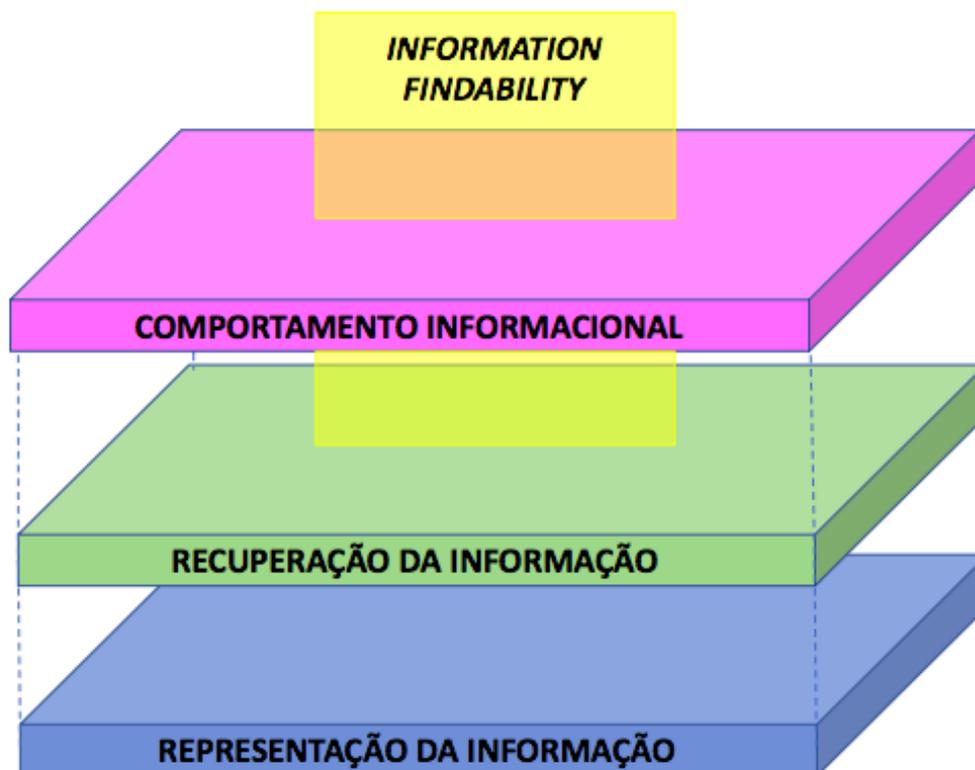


Fonte: Autoria própria.

A Figura 21, envolve o sistema, o usuário e a informação como suportes estruturais da *Information Findability*, na qual confluem a Recuperação da Informação e o Comportamento de Busca da Informação, e na qual os recursos informacionais recuperados, seja pela navegação ou consulta (paradigmas de Recuperação da Informação permitidos nos ambientes informacionais pelo sistema), tornam-se recursos informacionais encontrados, incluindo aspectos próprios do usuário e refletidos no Comportamento de Busca de Informação.

Outra forma de perceber a *Information Findability* apresenta-se na Figura 22, na qual esta pode ser vista também como um plano que surge entre as camadas de Recuperação da Informação e o Comportamento de Busca da Informação.

Figura 22 – Camadas da *Information Findability*



Fonte: Autoria própria.

Nesta Figura 22, há outra camada ou nível que sustenta o processo de Recuperação da Informação, a Representação da Informação, porém favorece indiretamente a *Information Findability* que depende dos resultados recuperados pelo Sistema de Recuperação da Informação.

De outro lado, o *Wayfinding* ao contemplar aspectos de interação do usuário nos ambientes informacionais tais como a orientação e a navegação se torna necessário como elemento que fornece a *Information Findability*.

Ainda, como foi dito, há outros elementos que podem ser considerados propiciadores da IF, como o *feedback* dos modelos de recuperação dinâmica da informação, o qual passa ao sistema de RI as preferências e perfis, entre outros aspectos do usuário, que posteriormente

serão utilizados na entrega de futuros resultados buscando o aprimoramento da relevância e da pertinência.

Igualmente, propiciarão a *Information Findability*, as *folksonomias* e *affordances* considerados pelo MEI, e a polirrepresentação dos recursos informacionais, que contempla os conteúdos e informações nos níveis sintáticos, semânticos e de contextos (pragmáticos) de cada recurso a ser representado, buscando que possa ser recuperado pelo sistema e encontrado pelo usuário.

As tecnologias da Web Semântica quando usadas para aprimorar os resultados do processo de Recuperação da Informação permitem, entre algumas possibilidades, aumentar as fontes de consulta e dar contexto à necessidade informacional, auxiliando também o processo de *Information Findability*.

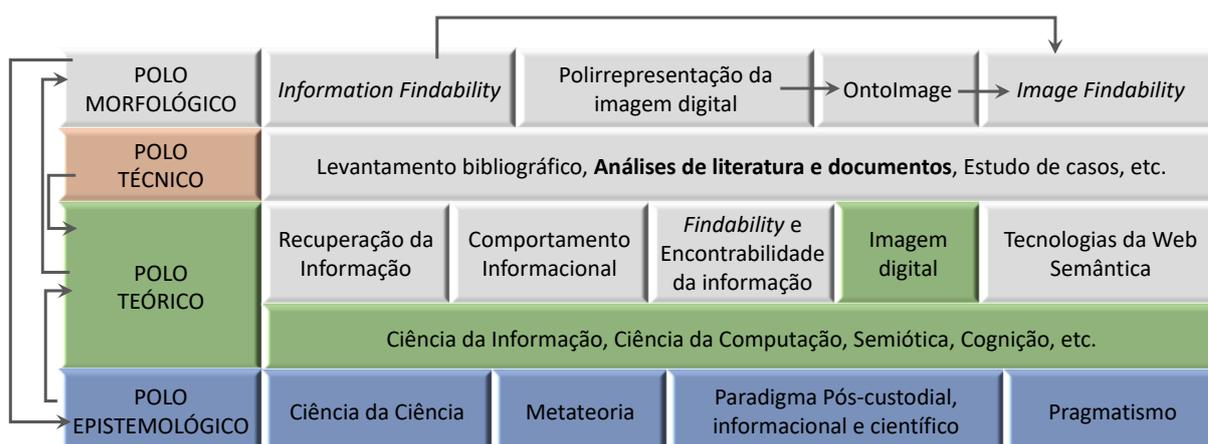
Vale destacar que ainda que não foi explicitado, deverá entender-se que a Recuperação da Informação quando referida ao seu modelo estático está associada principalmente ao sistema sem aspectos da *Information Findability*. Não obstante, desde uma perspectiva complementar, quando é inserido o *feedback*, mencionado nos modelos interativo e dinâmico com participação ativa e ciente do usuário, a *Information Findability* é propiciada.

Neste cenário, a *Information Findability* pode ser considerada como parte do ecossistema dinâmico da Recuperação da Informação que abrange o usuário e o sistema como um todo, cuja finalidade consiste em recuperar e encontrar os recursos informacionais seguindo as necessidades informacionais dinâmicas do usuário nos ambientes informacionais.

As seções seguintes centram-se na imagem digital como recurso informacional de interesse desta pesquisa, do qual se pretende refletir e oferecer subsídios teóricos e epistemológicos que sustentem consequentemente que, a polirrepresentação e o uso das tecnologias da Web Semântica sob o recurso imagético contribuirão na sua posterior recuperação e *findability* nos ambientes informacionais digitais.

CAPÍTULO 5

IMAGENS DIGITAIS: REPRESENTAÇÃO E RECUPERAÇÃO



5 IMAGENS DIGITAIS: REPRESENTAÇÃO E RECUPERAÇÃO

As imagens digitais são geradas diariamente em diversos âmbitos, com múltiplos formatos e a partir de numerosos dispositivos e com diferentes camadas de conteúdo, o que as torna recursos informacionais de natureza complexa. Ainda, há um grande volume delas disponíveis nos diferentes ambientes informacionais digitais.

Além disso, a imagem digital pode ser considerada uma importante fonte de informação que às vezes não é representada completamente pela quantidade de informações que ela contém, o que pode levar a resultados ineficientes durante os processos de recuperação e busca. Assim, são necessárias as pesquisas focadas nos processos de representação e Recuperação de Imagens. Ainda que existam iniciativas que visem aprimorar esses processos nas imagens digitais, o “*gap*” ou vazio entre a forma como a imagem é representada e o modo em que ela é recuperada permanece.

Neste quesito, uma representação das imagens digitais mais completa, ou seja, que contemple mais elementos na representação, precisa atender tanto aspectos de conteúdo visual quanto às informações não visuais que são parte de uma imagem. Destarte, uma representação que abrange o conteúdo e o contexto das imagens entre outros elementos a serem descritos, pode auxiliar no aprimoramento dos sistemas de Recuperação de Imagens.

Continuamente, vem-se desenvolvendo propostas como modelos, algoritmos e padrões de metadados, para contribuir com a descrição das imagens digitais, no intuito de que estas sejam recuperáveis pelas máquinas e encontráveis pelos usuários. Nesse cenário vale destacar que, as imagens são recursos informacionais com existência própria sendo esta perspectiva de interesse desta pesquisa, e não desde o ponto de vista que considera as imagens como a representação de objetos com a dependência destes.

Em seguida serão apresentados elementos teóricos relacionados à imagem digital e os níveis de representação, abrangendo aspectos desde a análise do conteúdo visual sintático e semântico até a informação não visual das imagens. Também, salienta-se a Recuperação das Imagens Digitais e suas abordagens.

5.1 O CONCEITO DE IMAGEM DIGITAL

As imagens como objeto de estudo podem ser encontradas em áreas ou disciplinas como a Ciência da Informação (CI), a Semiótica, o Processamento Digital de Imagens (PDI) e a Arte, dentre outras. Assim, o conceito de imagem tem variadas definições dependentes ou vinculadas a cada uma dessas disciplinas, e por isto, a seguir serão apresentadas algumas das concepções revisadas na Ciência da Informação, na Semiótica e na Ciência da Computação.

Primeiramente, as imagens podem ser percebidas como uma expressão e como texto narrativo, pois, elas descrevem, expressam e relatam algo. Porquanto isto tem feito que as imagens se tornem protagonistas fundamentais na história (BENTES-PINTO; SOARES, 2010).

Seguindo na busca do significado da imagem, esta pode ser balizada no Tesouro Brasileiro de Ciência da Informação do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict) como um Tipo de Documento (categoria), icônico /iconográfico, com disponibilidade de acesso, por meios ou de forma física, usado para representações visuais, entre algumas espécies das imagens podem ser encontradas: diafilmes, fotografias, ilustrações, imagens digitalizadas e mapas (PINHEIRO; FERREZ, 2014).

Desse modo, o termo de documento visual será usado para se referir à imagem digital neste trabalho, do mesmo modo que recurso imagético, levando em consideração que esta poderá ser analisada em uma perspectiva tradicional ou rígida, na qual não são estudadas as relações existentes entre a imagem e o seu contexto, pois, o interesse principal é histórico como elemento de um arquivo digital. Em uma outra abordagem, a imagem pode ser estudada em relação ao conteúdo, o conhecimento e o contexto, dentre outras características. Encontra-se na definição de Jaimes e Chang (2000), que as imagens são representações multidimensionais da informação.

Adicionalmente, há imagens que podem ser consideradas como ilustrações comuns com fins práticos para uso e não como documento, por exemplo, a imagem contida nos ícones das aplicações informáticas. Outras imagens atuam como complementos dos recursos informacionais, por exemplo, uma imagem radiológica de tórax contida em um prontuário médico é considerada como um complemento do prontuário, mas neste trabalho o tratamento da imagem será como um documento visual e um recurso informacional, e não como um complemento do prontuário, pois a imagem possui existência própria.

Neste cenário, para Simionato, Pinho Neto e Santos (2015) as imagens são recursos informacionais específicos com necessidades de representação e organização que devem ser tratadas apropriadamente, pois, há um grande volume de produção de imagens que faz com que seja necessário que a Ciência da Informação se ocupe do seu tratamento (desde o armazenamento até a disponibilização) com o objetivo de poder acessá-las e localizá-las.

A imagem, além de ser um recurso informacional, pode ser um instrumento de conhecimento, conforme apontado por Joly (1996, p. 60):

A função informativa (ou referencial), muitas vezes dominante na imagem, pode também ampliar-se em uma função epistêmica, proporcionando-lhe a dimensão de instrumento de conhecimento. Instrumento de conhecimento porque certamente fornece informações sobre os objetos, os lugares ou as pessoas, em formas visuais tão diversas quanto as ilustrações, as fotografias, os mapas ou ainda os painéis.

Ainda, na Ciência da Informação, pode-se adicionar ao conceito de imagem: “Que, como documento, uma imagem é objeto dos processos de análise formal, análise de conteúdo, recuperação e preservação.”⁴⁰ (SPLENDIANI, 2015, p. 155, tradução nossa). Tais processos serão descritos nas seções seguintes.

Vale destacar que, inicialmente a maioria das imagens que foram analisadas na Ciência da Informação foram oriundas das Ciências Humanas, ou seja, as imagens culturais, o que permitiu desenvolver algumas das principais teorias e estudos avançados para o tratamento das imagens, entre elas as de representação, indexação e recuperação.

Ainda que, nos âmbitos da Medicina e da Engenharia se tinha uma maior produção de imagens, essas eram vistas como complementares ou “informações anexas” sem ter o reconhecimento delas como recursos informacionais com existências e conteúdos específicos.

Na Semiótica de tradição Peirciana se pressupõe a percepção humana e se caracteriza por tentar explicar a diversidade dos fenômenos, principalmente da filosofia científica da Linguagem como foi exposto por Santaella (2005) na obra *As matrizes da linguagem e pensamento*, na qual se objetiva explicitar a origem das linguagens existentes a partir de três matrizes originais: sonora, visual e verbal. Diante disso, as imagens pertencem à matriz visual e são entendidas como formas visuais fixas que podem ser: formas não-representativas ou

⁴⁰ As a document, an image is the subject of the processes of formal analysis, content analysis, retrieval and preservation.

abstratas, formas figurativas que fazem referencia ao objeto e formas representativas ou simbólicas (SANTAELLA, 2005).

Neste âmbito, da matriz visual, para autora supracitada, as imagens também pertencem a dois domínios, o primeiro como representações visuais, entre elas as pinturas, as fotografias, as infográficas e o outro domínio refere-se às imagens da nossa mente, ou seja, é imaterial, no qual se encontram as visões, imaginações, modelos e representações mentais, entre outras. (SANTAELLA; NOTH, 2015, p. 15).

Ainda, os autores supracitados Santaella e Noth (2015) apontaram três paradigmas no processo de produção da imagem: pré-fotográfico, fotográfico e pós-fotográfico, os quais são expostos a seguir no Quadro 11.

Quadro 11 – Paradigmas no processo de produção da imagem

PARADIGMA	DESCRIÇÃO
Pré-fotográfico	[...] imagens produzidas artesanalmente, quer dizer, imagens feitas à mão, dependendo, portanto, fundamentalmente da habilidade manual de um indivíduo para plasmar o visível, a imaginação visual e mesmo o invisível [...]. Entram nesse paradigma desde as imagens nas pedras, o desenho, pintura e gravura até a escultura.
Fotográfico	[...] imagens que são produzidas por conexão dinâmica e captação física de fragmentos do mundo visível, isto é, imagens que dependem de uma máquina de registro, implicando necessariamente a presença de objetos reais preexistentes. Desde a fotografia [...], cinema, TV e vídeo até a holografia.
Pós-fotográfico	[...] imagens sintéticas ou infográficas, inteiramente calculadas por computação, [...] são a transformação de uma matriz de números em pontos elementares (os pixels) visualizados sobre uma tela de vídeo ou uma impressora.

Fonte: Santaella e Noth (2015, p. 161).

Considerando estes paradigmas, destaca-se que no pré-fotográfico há processos de produção de imagens artesanais que as criam, ainda que o representado seja real ou não, sendo imprescindível o indivíduo para realizar esse processo; no segundo paradigma, o fotográfico, há um processo de captação automática da imagem que deve ser de um objeto real; e finalmente no paradigma pós-fotográfico, as técnicas computacionais são aquelas que geram as imagens.

A seguir no Quadro 12 foram consolidadas as características de cada um destes paradigmas seguindo os meios de produção, de armazenamento e de transmissão das imagens.

Quadro 12 – Meios de produção, armazenamento e transmissão nos paradigmas pré-fotográfico, fotográfico e pós-fotográfico

	PRÉ-FOTOGRAFICO	FOTOGRAFICO	PÓS-FOTOGRAFICO
MEIOS DE PRODUÇÃO	Expressão da visão via mão.	Autonomia da visão via próteses óticas.	Derivação da visão via matriz numérica.
	Processos artesanais de criação da imagem.	Processos automáticos de captação da imagem.	Processos matemáticos de geração da imagem.
	Suporte matérico.	Suporte químico ou eletromagnético.	Computador e vídeo modelos, programas.
	Instrumentos extensões da mão.	Técnicas óticas de formação da imagem.	Números e <i>pixels</i> .
	Processo monádico.	Processo diádico.	Processo triádico.
	Fusão: sujeito, objeto e fonte.	Colisão ótica.	Modelos e instruções, modelos de visualização, pixels na tela.
	Imagem incompleta, inacabada.	Imagem corte, fixada para sempre.	Virtualidade e simulação.
MEIOS DE ARMAZENAMENTO	Suporte único.	Negativo e fitas magnéticas.	Memória do computador.
	Percível.	Reprodutível.	Disponível.
MEIO DE TRANSMISSÃO	Único	Reprodutível.	Disponível.
	Templos, museus, galerias.	Jornais, revistas, <i>outdoors</i> , telas.	Redes: individuais e planetárias.
	Transporte do receptor.	Era da comunicação da massa.	Era da comutação.

Fonte: Santaella e Noth (2015, p. 173, 175, 179).

Nos diferentes meios expostos no Quadro 12, pode-se observar que as limitações para questões relacionadas, por exemplo, os materiais usados, tempo e espaço do paradigma pré-fotográfico já não são os mesmos no paradigma pós-fotográfico. Também, a mudança do percível ao disponível que tem sido possível pelo uso das tecnologias, que permitiram passar da unicidade das imagens à disponibilidade de acesso, passando pelas múltiplas reproduções do paradigma fotográfico.

Depois de analisadas as características associadas aos paradigmas, pode-se afirmar que houve uma transformação gradativa antes da ruptura de um paradigma para outro.

Por conseguinte, evidenciam-se formas híbridas do paradigma fotográfico e pós-fotográfico nas imagens do paradigma fotográfico que precisam de manipulação computacional para a realização de alguns dos seus processos; igualmente, na evolução da fotografia para imagens de “[...] diagnóstico médico, que já haviam começado com o raio-X, expandindo-se na ecografia, sonografia, tomografia computadorizada e ressonância magnética, e, de outro lado, nos processos de captação da imagem.” (SANTAELLA; NOTH, 2015, p. 191).

As imagens híbridas são principalmente encontradas no campo científico, em algumas áreas como astronomia, meteorologia, informática e biologia. Joly (1996), antecipou-se para apontar que no campo científico, as imagens oferecem possibilidades de pesquisa, de exploração, de simulação e de predição entre outras, e o autor, ainda, destaca que as imagens são visualizações de fenômenos que permitem observá-los, mas nem sempre interpretá-los sem o apoio de processamentos computacionais e numéricos ou de simulações:

O que as distingue fundamentalmente umas das outras [imagens], excetuando-se, é claro, as tecnologias mais ou menos avançadas que utilizam, é que são ora imagens ‘verdadeiras’ ou reais – isto é, permitem uma observação mais ou menos direta e mais ou menos sofisticada da realidade –, ora são simulações numéricas. As imagens que ajudam a observar e interpretar os diversos fenômenos são produzidas a partir do registro de fenômenos físicos. (JOLY, 1996, p. 23).

Também para essa autora, há um grupo de imagens nomeadas de “novas imagens” ou “imagens virtuais”, que corresponde com o paradigma pós-fotográfico citado, no qual esse tipo de imagem “[...] passou a ser manipulável e pode perturbar a distinção entre ‘real’ e ‘virtual’” (JOLY, 1996, p. 26). Para o referido autor, o virtual está se referindo ao digital.

No âmbito da tecnologia, o digital refere-se à representação de informação de modo binário, ou seja, zeros e uns, também conhecidos como estados de um *bit*, que por sua vez é a unidade mínima de representação/armazenamento no computador. Os *bits* são interpretados e lidos pelo computador para produzir, por exemplo, uma versão analógica para impressão da informação.

Vale destacar que a imagem digital:

[...] armazena informações gráficas em elementos numéricos pequenos, descontínuos e não homogêneos. [...] como qualquer outro arquivo de dados do computador: apenas um longo código de uns e zeros, usando informações como matéria-prima. [...] sequência de números torna-se infinitamente

maleável, mas geralmente se traduz em uma forma visual que o olho humano pode ver. [...]

Podem ser ‘nascidas digitais’: elas existem apenas em formato digital após serem capturadas em equipamentos de imagem digital, como câmeras, telefones celulares e *webcams*, ou criados com um pacote de *software* de imagens digitais. Alternativamente, elas podem ser o resultado de ‘digitalização’, em que uma representação de um objeto análogo é capturada (por câmera ou scanner) para proporcionar uma imagem digital substituta da imagem, documento ou dispositivo em questão[...].⁴¹ (TERRAS, 2016, p. 9, tradução nossa).

Nesse cenário, uma imagem digital pode ser gerada por computador seguindo o paradigma pós-fotográfico ou ser criada a partir de dispositivos de captura/digitalização de imagens tais como o escâner e as câmeras fotográficas digitais, contemplando as formas híbridas do paradigma fotográfico e pós-fotográfico.

Recapitulando, além das características já expostas, que abrangem as imagens digitais, estas se opõem às imagens analógicas, pois, são representadas por meio de um conjunto finito e discreto de valores (coordenadas espaciais x e y em uma matriz), enquanto que as imagens analógicas são representadas como um conjunto contínuo e variável de valores. Os elementos discretos que compõem uma imagem digital se denominam *pixels*.

Neste trabalho centramos o nosso interesse nas imagens digitais como recursos informacionais que utilizam os meios de armazenamento e transmissão do paradigma pós-fotográfico, que as tornam disponíveis e acessíveis. Podendo, assim, contribuir nos seus processos de representação, recuperação e *findability* enfocados na presente pesquisa.

A seguir, são descritos os aspectos vinculados à representação das imagens digitais, são analisados os tipos de conteúdo e a informação não visual e são enfocadas as abordagens usadas para descrevê-los e, posteriormente são descritos os aspectos da Recuperação de imagens Digitais.

⁴¹ “Digital images store graphical information in small, discontinuous, non-homogenous, numerical elements. On one level, a digital image is like any other computer data file: just a long code of ones and zeroes, using information as its raw material. Digital images are captured through a process of creating, storing and manipulating numbers in a computer. Once created, this sequence of numbers becomes infinitely malleable, but is usually rendered into visual form which the human eye can see. [...]

They can be ‘born digital’: existing only in digital format after being captured on digital imaging equipment, such as cameras, mobile phones and webcams, or created using a digital imaging software package. Alternatively, they can be the result of ‘digitization’, where a representation of an analogue object is captured (via camera or scanner) to provide a surrogate, digital image of the picture, document or artefact in question [...].”

5.2 REPRESENTAÇÃO DE IMAGENS

O termo representação é de natureza polissêmica. Para Kobashi (1996), são encontrados conceitos e definições da representação na Semiótica, os quais estão relacionados a estar no lugar de uma coisa; na Comunicação como um conceito que media entre emissor e receptor; e na Ciência da Computação como a descrição no computador.

O tratamento temático da informação segundo Barité (2000), centra-se nas questões da “[...] análise, descrição e **representação** do conteúdo dos documentos, bem como suas inevitáveis interfaces com as teorias e sistemas de armazenamento e recuperação da informação” (BARITE, 2000, p. 124). Diante disso, são reconhecidas três correntes teóricas distintas do tratamento temático da informação: catalogação de assunto, indexação e análise documental.

Para Guimarães e Sales (2010), seguindo autores da escola francesa como Gardin (1981), Ruiz-Perez (1992) e Pinto-Molina (1993) a análise documental refere-se a “[...] uma área (todo) na qual se insere a indexação propriamente dita (parte), como processo de **representação** documental, fase final do tratamento, em que se utilizam os instrumentos (linguagens) para a geração de produtos documentais (índices, notações classificatórias, etc.)” (GUIMARÃES; SALES, 2010, p. 2, grifo nosso).

Assim, o conceito de representação da informação que será utilizado neste trabalho estará associado a descrever as características ou atributos que permitam identificar um recurso informacional com respeito a outros, com fins principalmente de organização e Recuperação da Informação pelos usuários humanos e não humanos seguindo a corrente francesa, ou seja, no âmbito da análise documental.

Vale ressaltar, que Guimarães e Sales (2010):

[...]refere-se à análise documental de maneira mais abrangente, enquanto operação de ‘reconhecimento e de estudo de um documento’ ocorriável em dois níveis – de forma (relativa à dimensão material) e de conteúdo (relativa ao conteúdo documental, tanto nos aspectos inerentes a sua própria estrutura quanto naqueles que podem interessar ao processo de recuperação da informação).

Nessa dupla dimensão da análise documental, tal como é concebida pelos espanhóis, Martínez de Sousa (1989, p.19) refere-se a um ‘conjunto de operações’ (pressupondo, portanto, uma lógica interna, uma sequência coerente de etapas cada qual com objetivos precípuos) que visam a uma representação do documento ‘de forma distinta da original’ de modo a subsidiar o processo de recuperação da informação. Para tanto, preconiza

Fox (2005, p.23) a exigência lógica de a **análise formal**, por voltar-se a elementos externos (ou de localização) do documento, preceder a **análise de conteúdo**, dedicada a elementos internos. (GUIMARÃES; SALES, 2010, p. 2, grifo nosso)

Nesse cenário, provê-se na análise documental dos recursos informacionais, uma classificação de dois tipos: 1) a Formal (dos dados) que está vinculada às regras de catalogação do âmbito de aplicação e 2) de Conteúdo, a qual é um processo cognitivo de identificação, descrição e representação do conteúdo documental (PINTO-MOLINA; AGUSTÍN-LACRUZ; GARCÍA-MARCO, 2002). Essas análises são materializadas pela Representação, que nas imagens se define como a descrição do conteúdo ou a síntese textual da informação contida e transmitida na/pela imagem.

No que diz respeito à análise do conteúdo, além de identificar os elementos visuais contidos na imagem, a CI também estuda o significado da imagem nos contextos social e dos dados. Na representação da imagem desta pesquisa serão considerados os elementos da análise documental (formal de dados, da análise de conteúdo), que serão detalhados posteriormente.

Os principais enfoques para representação de imagens são: o Baseado em Conceito e o Baseado em Conteúdo. No primeiro, de Conceito ou Significado, as imagens são descritas mediante palavras/termos de indexação, que representam, em um nível semântico, um significado da imagem ou dos elementos da imagem. Para tanto, são utilizados os modelos de descrição existentes na Ciência da Informação.

A indexação por termos ou palavras, frequentemente, se efetua de maneira manual por uma pessoa que elabora a “descrição” da imagem seguindo os elementos de análise e usando um modelo, que pode ser, por exemplo, um vocabulário controlado, do qual selecionam-se os termos que “melhor” representam a imagem, expondo-se assim à introdução da subjetividade pela realização dessa tarefa por uma pessoa; adicionalmente, esse tipo de processo implica um tempo maior para a representação pelo grande volume de imagens que diariamente precisam ser indexadas.

Entretanto, no paradigma baseado em Conteúdo, a indexação se realiza automaticamente, se executa mediante o uso de técnicas computacionais de Processamento Digital de Imagens, e está associada às características visuais das imagens tais como: cor, textura e forma, ou seja, um nível sintático de representação.

De forma diferente do paradigma baseado em Conceito, a indexação, no paradigma baseado em Conteúdo, de um grande volume de imagens levará menos tempo e haverá uma diminuição da subjetividade.

Em relação à representação das imagens, destaca-se que elas possuem conteúdo visual, que pode ser indexado manual ou automaticamente, seguindo o paradigma baseado no conceito ou o paradigma baseado no conteúdo, e adicionalmente, as imagens possuem informação não visual que também devem ser representadas.

O conteúdo visual refere-se à correspondência entre os elementos que são exibidos na imagem (iconográficos e intrínsecos) e aos atributos verbais ou textuais (palavras ou termos).

No tocante à informação não visual, é atribuída a informação extrínseca à imagem, ou seja, a informação que não está visível ou manifesta, não obstante, está vinculada e pode ser útil nos processos de recuperação e *findability* das imagens.

A seguir são apresentados, com mais detalhes, os tipos de conteúdo da imagem digital e suas relações com os modelos, métodos e técnicas e os elementos que serão usados para a representação.

5.2.1 Conteúdo Visual Semântico e Modelos para Análise de Conteúdo das Imagens

Há modelos teóricos para a análise de conteúdo das imagens na Ciência da Informação, que permitem a representação ou descrição das imagens e que contemplam os diversos tipos de conteúdo e informações extrínsecas.

Vale destacar, que a maioria destes modelos se fundamentam no Método iconográfico e iconológico de Panofsky (1955), o qual pode ser considerado como precursor da análise da imagem. Este método será descrito a seguir e posteriormente serão apresentados outros modelos considerados relevantes para a análise do conteúdo da imagem.

a) Método iconográfico - iconológico

Este método foi proposto pelo historiador de arte Erwin Panofsky por volta de 1939, não obstante, para alguns autores, este método faz parte da continuidade do trabalho iniciado por Aby Warburg (1866-1929). Dentre as principais características deste método, destaca-se a busca pela identificação de três níveis de significado, percepção ou descrição nas imagens:

do conteúdo primário ou temático natural (pré-iconográfico); do conteúdo secundário ou convencional (iconográfico); e do significado intrínseco ou conteúdo (iconológico).

Esses níveis de significado, referem-se a:

1. Primário de matéria natural, subdividido em factual e expressional. É apreendido pela identificação de formas puras, isto é, certas configurações de linha e cor, ou certos pedaços de bronze ou pedra de formas peculiares, como representações de objetos [...]; identificando suas relações [...]; e percebendo tais qualidades expressivas[...] seria uma descrição pré-iconográfica.
2. Assunto secundário ou convencional. É apreendido ao perceber que uma figura [...] representa [...]. Ao fazer isso, conectamos motivos [...] e combinações [...] com temas ou conceitos. Motivos assim reconhecidos como portadores de um significado secundário ou convencional podem ser chamados de imagens, e combinações de imagens são [...] de histórias e alegorias. A identificação de tais imagens, histórias e alegorias é o domínio do que é normalmente referido como "iconografia".
3. Significado ou conteúdo intrínseco. Ele é apreendido ao se verificar os princípios subjacentes que revelam a atitude básica de uma nação, um período, uma classe, uma persuasão religiosa ou filosófica - qualificada por uma personalidade e condensada em uma só obra [...]. Uma interpretação realmente exaustiva do significado ou conteúdo intrínseco [...]. A descoberta e interpretação desses valores "simbólicos" (que muitas vezes são desconhecidos do próprio artista e podem até diferir enfaticamente do que ele conscientemente pretendia expressar) é o objeto do que podemos chamar de "iconologia".⁴² (PANOFSKY, 1955, p. 28-31, tradução nossa).

⁴² "1. Primary of natural subject matter, subdivided into factual and expressional. It is apprehended by identifying pure forms, that is: certain configurations of line and color, or certain peculiarly shaped lumps of bronze or stone, as representations of natural objects such as human beings, animals, plants, houses, tools and so forth; by identifying their mutual relations as events; and by perceiving such expressional qualities [...]. An enumeration of these motifs would be a pre iconographical description of the work of art. [...]
 2. Secondary or conventional subject matter. It is apprehended by realizing that a male figure with a knife represents St. Bartholomew, [...]. In doing this we connect artistic motifs and combinations of artistic motifs (compositions) with themes or concepts. Motifs thus recognized as carriers of a secondary or conventional meaning may be called images, and combinations of images are what the ancient theorists of art called invenzioni; we are wont to call them stories and allegories. The identification of such images, stories and allegories is the domain of what is normally referred to as "iconography." [...]
 3. Intrinsic meaning or content. It is apprehended by ascertaining those underlying principles which reveal the basic attitude of a nation, a period, a class, a religious or philosophical persuasion-qualified by one personality and condensed into one work. [...] A really exhaustive interpretation of the intrinsic meaning or content might even show that the technical procedures characteristic [...]. The discovery and interpretation of these "symbolical" values (which are often unknown to the artist himself and may even emphatically differ from what he consciously intended to express) is the object of what we may call "iconology" [...]."

Ao pré-iconográfico concerne às descrições genéricas de objetos e relações que existem na imagem e à identificação das características visuais como, por exemplo, cor, textura e forma. Não se requer interpretação, mas sim percepção.

No iconográfico, identifica-se temas ou conceitos de tipos abstratos e específicos, e as características lógicas ou derivadas que requerem um nível de interpretação de quem analisa a imagem.

Posteriormente, no Iconológico se associa o significado ou o conteúdo intrínseco da imagem, o qual requer um maior nível de conhecimento e inferência “semântica” (significado) do intérprete da imagem, e incorpora o estudo do contexto.

Neste contexto, para este método de análise da imagem, observa-se que a informação sintática se encontra no pré-iconográfico, em que a indexação pode ser realizada automaticamente pelas máquinas e o conteúdo semântico faz parte dos outros dois níveis (iconográfico e iconológico).

b) Modelo de questões e atributos para descrição

Proposto por Sara Shatford (1986), este modelo possui uma ligação com o método de Panofsky, sendo vista a nomeação dos níveis de análise da imagem como: Genérico, Específico e Abstrato, para se referir ao pré-iconográfico, iconográfico e iconológico, respectivamente. Vale destacar que, Shatford (1986, p. 45, tradução nossa) resume esses níveis de significado ou conteúdo como “[...]pré-iconografia é uma descrição, iconografia é análise e iconologia é interpretação”⁴³.

A autora supracitada no início do seu artigo, apresenta o seu modelo de descrição do significado da imagem e coloca a seguinte questão que orienta o trabalho: “É possível analisar os assuntos de imagens para que esses diferentes tipos de informação possam ser acessíveis, disponíveis para satisfazer uma multiplicidade de usos e usuários?”⁴⁴ (SHATFORD, 1986, p. 42, tradução nossa).

⁴³ “Panofsky's final level of meaning he calls "iconology"; in his categories, pre-iconography is a description, iconography is analysis, and iconology is interpretation.”

⁴⁴ “Is it possible to analyze the subjects of pictures so that these different kinds of information would be accessible, available to satisfy a multiplicity of uses and users?”

Adicionalmente, Panofsky (1955) pretendeu que fossem aplicados esses níveis para imagens da vida cotidiana do mesmo modo que para as imagens de arte, porém, foram principalmente utilizados para as artes. Shatford (1986) propõe um modelo que abrange um maior conjunto de imagens de diferentes tipos.

A partir disso, são apresentadas para cada nível (Genérico, Específico e Abstrato), quatro facetas ou questões: Quem, O Que, Onde e Quando; e dois aspectos: De (Genérico e Específico) e Sobre, os quais permitem extrair os conteúdos das imagens e sua posterior representação.

A seguir, no Quadro 13, apresenta-se a correspondência entre os níveis propostos por Panofsky (1955), os aspectos do modelo de Shatford (1986) e também os exemplos apontados por Smit (1996) que facilitam o entendimento dos modelos.

Quadro 13 – Resumo da proposta de Shatford relacionada ao Método de Panofsky

PANOFSKY	Exemplo	SHATFORD	Exemplo
Nível pré-iconográfico, significado fatural	Homem levanta o chapéu	DE genérico	Ponte
Nível iconográfico, significado fatural	Sr. Andrade levanta o chapéu	DE específico	Ponte das Bandeiras
Nível pré-iconográfico + iconográfico, significado expressivo	Ato de cortesia, demonstração de educação etc.	SOBRE	Transporte urbano, São Paulo. Rio Tietê, arquitetura, urbanização, etc.

Fonte: Smit (1996, p. 32).

O Quadro 14 contém breves definições ou resumos, ainda, na sequência de exemplos apontados por Smit (1996), relacionados com as facetas e os aspectos do modelo de Shatford (1986).

Quadro 14 – Categorias para representação da imagem

CATEGORIA	DEFINIÇÃO GERAL	DE GENÉRICO	DE ESPECÍFICO	SOBRE
QUEM	Animado e inanimado, objetos e seres concretos	Esta imagem é de quem? De que seres?	De quem, especificamente, se trata?	Os seres ou objetos funcionam como símbolos de outros seres ou objetos? Representam a manifestação de uma abstração.

CATEGORIA	DEFINIÇÃO GERAL	DE GENÉRICO	DE ESPECÍFICO	SOBRE
	Exemplo	Ponte	Ponte de Bandeiras	Urbanização
	Exemplo	–	–	Arquitetura dos anos 40
ONDE	Onde está a imagem no espaço?	Tipos de lugares geográficos, arquitetônicos ou cosmográficos	Nomes de lugares geográficos, arquitetônicos ou cosmográficos.	O lugar simboliza um lugar diferente ou mítico? O lugar representa a manifestação de um pensamento abstrato?
	Exemplo	Selva	Amazonas	Para isso (supõe um contexto que permita esta interpretação).
	Exemplo	Perfil de cidade	Paris	Monte Olimpo (como o exemplo anterior)
QUANDO	Tempo linear ou cíclico, datas e períodos específicos, tempos recorrentes	Tempo cíclico	Tempo linear	Raramente utilizado, representa o tempo, a manifestação de uma ideia abstrata ou símbolo?
	Exemplo	Primavera	1996	Esperança, fertilidade, juventude.
O QUE	O que os objetos e seres estão fazendo? Ações, eventos, emoções.	Ações, Eventos	Eventos individualmente nomeados.	Que idéias abstratas (ou emoções) estas ações podem simbolizar?
	Exemplo	Morte	Petá	Dor (emoção)
	Exemplo	Jogo de futebol (ação)	Copa do Mundo 1995	Esporte

Fonte: Smit (1996, p. 33).

Além dos níveis de análise da imagem descritos anteriormente, Shatford aponta que para propiciar o acesso às imagens:

[...] é necessário determinar quais atributos são necessários para fornecer agrupamentos úteis de imagens; quais atributos fornecem informações úteis quando as imagens são encontradas; e quais atributos podem, ou mesmo deveriam ser deixados para o buscador ou pesquisador identificar. [...] É necessário pesquisar as maneiras pelas quais as imagens são procuradas e as razões pelas quais elas são úteis para melhorar nossa capacidade de

selecionar atributos nos quais basear a indexação [...].⁴⁵ (SHATFORD, 1994, p. 587, tradução nossa).

A partir destas necessidades, a autora supracitada divide os atributos das imagens em quatro categorias: biográficos, assuntos, exemplificados e relacionamento.

Os atributos biográficos são resultantes da análise histórica da imagem, por sua vez se subdividem em duas categorias “*nascimento*” e “*viagens*”:

[...] atributos que lidam com o ‘nascimento’ de uma imagem: seus progenitores ou criadores, sejam eles fotógrafos ou artistas, a hora e o local de sua criação, e qualquer nome ou título dado a ela por seus criadores. [...] atributos que lidam com as ‘viagens’ da imagem através do mundo: onde está, onde esteve, quem foi o proprietário, quanto custa ou custou, se foi alterado de alguma forma. [...].⁴⁶ (SHATFORD, 1994, p. 584, tradução nossa).

No tocante aos atributos de assuntos, esses podem ser dos tipos: De e Sobre (*Of and About*), genérico e específico; ou seguir as facetas de Tempo, Espaço, Atividades e Eventos e Objetos.

Os atributos exemplificados surgem da análise da imagem seguindo as características do tipo ou classificação específica na que ela pertence, e os atributos de relacionamento guardam a relação da imagem com outros recursos textuais ou imagéticos.

Nesse cenário, observa-se que dadas as características e a descrição desses atributos, sejam eles biográficos, de assuntos, exemplificados ou de relacionamentos, a informação contida neles, com fins de representar ou descrever a imagem, corresponde com a informação não visual ou extrínseca e de contexto das imagens, a qual facilita o acesso, a disponibilidade e o encontro desses recursos informacionais.

⁴⁵ “[...] it is necessary to determine which attributes are needed to provide useful groupings of images; which attributes provide information that is useful once the images are found; and which attributes may, or even should, be left to the searcher or researcher to identify. It is also necessary to make decisions about whether to index images collectively or individually, to what degree and in what way the different attributes of images need to be differentiated, and what level of indexing is desirable. Research is needed into the ways that images are sought and the reasons that they are useful in order to improve our ability to select attributes on which to base indexing [...]”

⁴⁶ “First, there are those attributes that deal with the “birth” of an image: Its progenitors or creators, whether they are photographers or artists, the time and place of its creation, and any name or title given to it by its creators. Second, there are those attributes that deal with the image’s “travels” through the world: Where it is now, where it has been, who has owned it, how much it costs or has cost, whether it has been altered in any way.”

c) Modelo de atributos de Jörgensen

A partir de uma pesquisa realizada por Corinne Jörgensen em 1996, na qual participaram 82 pessoas, com o objetivo de realizar algumas tarefas que pretendiam a identificação e posterior classificação dos atributos que descrevem as imagens, surgiram os atributos: perceptivos, interpretativos e reativos.

Os atributos perceptivos se caracterizam por ter uma resposta direta para os estímulos visuais (por exemplo: cores, formas), enquanto que os atributos interpretativos, seguindo seu nome, precisam da interpretação dos atributos perceptivos (por exemplo: objetos, cenas) e finalmente, os atributos reativos descrevem reações ou comportamentos das pessoas durante a análise da imagem (por exemplo: alegria, tristeza).

Na pesquisa apresentada por Jörgensen (1996), entre alguns resultados foram obtidos os seguintes elementos identificados na análise das imagens e que seguem os atributos: Objeto Literal (Perceptivo), Pessoas (Perceptivo), Qualidades das pessoas (Interpretativo), Cor (Perceptivo), Elementos Visuais (Perceptivo), Conceitos Abstratos (Interpretativo), Reação das pessoas (Reativo), dentre outros.

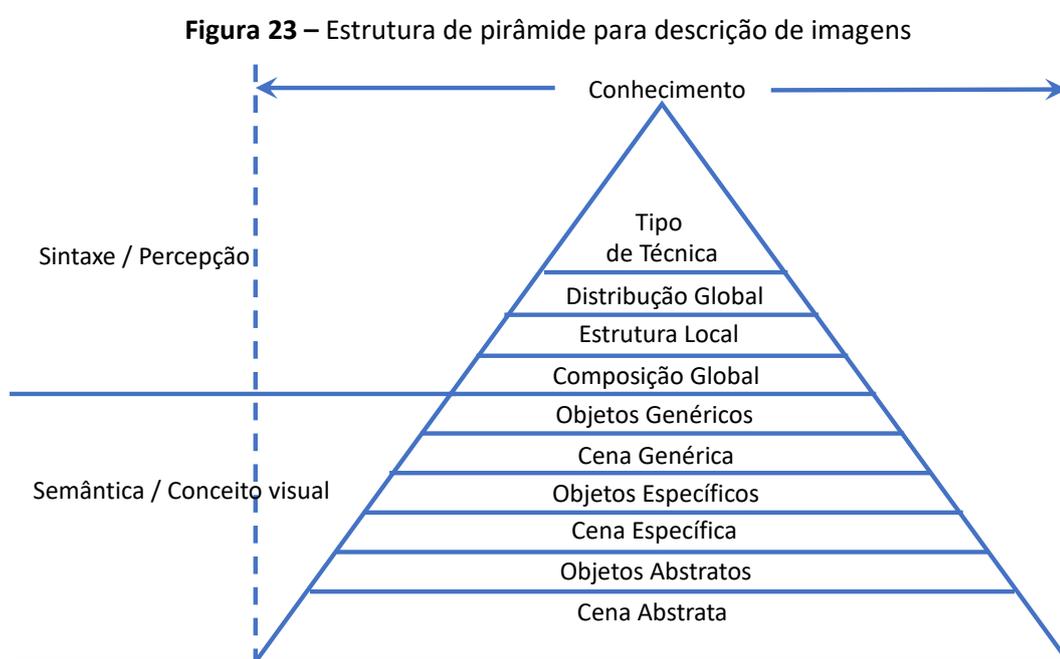
Vale destacar que o nível perceptivo deste modelo está associado às características de conteúdo visual de baixo nível das imagens e pode ser indexado pelas máquinas, correspondendo com a sintaxe da imagem; enquanto que o nível interpretativo se vincula mais com o conteúdo do significado ou semântico da imagem e os atributos reativos à dimensão pragmática.

d) *Framework* para descrição de imagens em múltiplos níveis

O principal objetivo deste *framework* proposto por por Jaimes e Chang (2000) consiste em unificar definições ou conceitos que se referem à informação visual das imagens encontradas na literatura científica das áreas de Arte, Psicologia Cognitiva, Ciência da Informação e Ciência da Computação, para, assim, propor múltiplos níveis de descrição para a indexação das imagens.

O modelo do tipo piramidal, contempla a representação da imagem por conteúdo e por conceito, e está fundamentado em alguns elementos expostos por Panofsky (1955), Shatford (1986) e Jørgensen (1996).

O referido modelo conta com dez níveis ou camadas para a descrição das imagens. Esses níveis pertencem à categoria baseada em atributos sintáticos (primeiros quatro níveis) e à categoria baseada no conteúdo semântico da imagem (seis níveis restantes). A Figura 23, mostra o modelo piramidal com as categorias citadas e os respectivos níveis em cada uma delas.



Fonte: Jaimes e Chang (2000, p. 5, tradução nossa).

Na Figura 23, há uma clara divisão entre os níveis sintáticos/percepção e os semânticos/conceitos visuais. Também, observa-se que há um conhecimento necessário para a descrição das imagens que aumenta ao descer pela pirâmide, ou seja, os primeiros níveis requerem menor conhecimento do que os últimos níveis.

Os primeiros níveis, sintáticos, podem ser obtidos automaticamente pelas máquinas mas sem restrição que possam ser realizados por pessoas, nesses níveis não se faz necessário um grande conhecimento para a descrição da imagem, enquanto os de tipo semântico, seis últimos níveis, requerem para a realização da descrição um maior nível de conhecimento. Essa descrição geralmente se realiza de forma manual pelas pessoas mas sem desconhecer com

este apontamento a existência de algoritmos computacionais como por exemplo, o uso de técnicas de inteligência artificial que buscam apoiar esses processo de descrição automaticamente.

No que diz respeito à unificação de termos proposto nesse trabalho, a seguir foram descritas, no Quadro 15, as principais definições apontadas pelos autores supracitados:

Quadro 15 – Unificação de definições

TERMOS	DEFINIÇÃO
Percepção vs. Conceito	Percepção: o que se percebe pelos sentidos, especificamente no sistema visual para a análise das imagens. Por exemplo: cor, textura. Sem interpretação nem conhecimentos necessários.
	Conceito: Refere-se as ideias abstratas ou genéricas. Implica conhecimento e interpretação. Possui alto nível de subjetividade.
Sintaxe e Semântica	Sintaxe: relaciona-se com a forma de organização dos elementos visuais sem considerar o significado deles. Por exemplo: cor, textura, formas geométricas como linhas. Não requer interpretação.
	Semântica: refere-se ao significado dos elementos visuais e seus arranjos. Requer interpretação.
Conceitos Gerais vs. Conceitos Visuais	Conceitos Gerais: Respondem à questão: o que é?. Precisam de conhecimento e interpretação
	Conceitos Visuais: Respondem à questão: como é?. Requerem conhecimento e interpretação.

Fonte: Adaptado de Jaimes e Chang (2000).

Adicionalmente, este modelo contempla informação não visual ou externa da imagem, que não está inserida na Figura 23; a informação não visual está principalmente ligada ao contexto, sendo definida mediante atributos físicos, informação biográfica e informação associada.

A informação biográfica não está diretamente relacionada ao assunto da imagem, mas sim à imagem como um todo. Exemplos incluem o autor, data, título, material, técnica, etc.

Informação associada [...] em muitos casos, essa informação ajuda a realizar alguma da indexação na estrutura visual, uma vez que ela pode conter informações específicas sobre o que está representado na imagem (ou seja, o assunto). [...]

Atributos físicos simplesmente se referem àqueles que têm a ver com a imagem como um objeto físico. Isso pode incluir a localização da imagem,

localização da fonte original, armazenamento (por exemplo, tamanho, compactação), etc.⁴⁷ (JAIMES; CHANG, 2000, p. 9, tradução nossa).

A informação não visual e de contexto deste modelo tem uma ligação com os atributos propostos nas pesquisas e modelos de Jorgensen (1996) e Shatford (1986). Por exemplo, há atributos biográficos e de assunto relacionados à data, título, etc. Destaca-se que a descrição deste tipo de informação não visual dependerá, também, da natureza e do tipo de imagem, como foi apontado nos modelos apresentados na presente seção.

5.2.2 Conteúdo Visual Sintático e Extração de Características das Imagens Digitais

A sintaxe de uma imagem, como foi exposto anteriormente, está dada principalmente pelas características visuais de baixo nível, que não precisam de interpretação nem de conhecimento específico. Em vista disto, essas características podem ser obtidas automaticamente mediante processos computacionais, os quais garantem processos de Recuperação de Imagens baseado em conteúdo visual, além de ser objetiva a obtenção dessas características ou atributos visuais como cor, textura, forma e bordas, o que reduz a subjetividade, o tempo e o custo da indexação em grandes volumes de imagens.

O processo de obtenção de atributos visuais de uma imagem é conhecido como extração de características e permite arranjar a descrição do conteúdo sintático (visual) de uma imagem digital. Essa descrição é utilizada para diferenciar uma imagem da outra em posteriores processos de Recuperação de Imagens baseadas em conteúdo. Ainda, as características das imagens referem-se às propriedades que descrevem, em termos visuais, o conteúdo das mesmas e que pode ser extraído automaticamente.

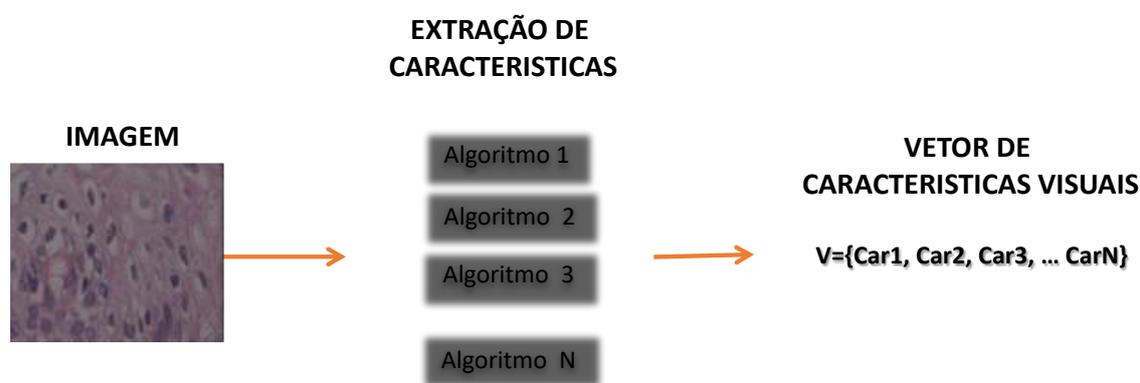
Esse processo de extração de características se realiza usando técnicas de processamento digital de imagens e de visão computacional (YANG, 2004). Essas técnicas ou algoritmos de extração proporcionam as características que incluem informações sobre cor,

⁴⁷ "Biographical Information is not directly related to the subject of the image, but rather to the image as a whole. Examples include the author, date, title, material, technique, etc. Associated information [...] in many cases this information helps perform some of the indexing in the visual structure, since it may contain specific information about what is depicted in the image (i.e., the subject). Physical Attributes simply refer to those that have to do with the image as a physical object. This may include location of the image, location of the original source, storage (e.g., size, compression), etc."

textura, forma, bordas e estrutura, entre outros que dependem da natureza da imagem e dos algoritmos selecionados.

Cada imagem digital é representada usando um vetor de características N-dimensional que armazena informações sobre seu conteúdo, sendo N o número de características que são extraídas da imagem, como pode ser visto na Figura 24. Cada característica ou grupo de características pode ser gerado por um algoritmo diferente e representam o conteúdo visual da imagem.

Figura 24 – Processo de extração de características visuais da imagem



Fonte: Roa-Martínez, Vidotti e Jorente (2016, p. 658, tradução nossa).

As técnicas utilizadas para a extração de características das imagens variam dependendo da natureza e especificidades destas. Algumas técnicas apresentam melhor desempenho em um tipo de imagem, enquanto que em outras imagens as informações contidas nos descritores para representar a imagem e a sua posterior recuperação podem ser deficientes ou insuficientes. Por exemplo, Yang (2004) apontava que as características de forma oferecem melhor desempenho nas imagens que contêm gráficos construídos por computador, enquanto características cromáticas e de textura apresentam um comportamento aprimorado em imagens gerais.

No caso de imagens médicas são usadas principalmente técnicas de extração de características de textura, pois, os tecidos e as texturas estão presentes nos órgãos do corpo humano e no caso de tumores e lesões, estas características facilitam a identificação.

As principais técnicas ou algoritmos usados para o processo de extração de características, que permitem a representação do conteúdo sintático, classificam-se seguindo a cor, a textura, a forma e as relações espaciais.

A seguir são apresentadas as principais técnicas compiladas na pesquisa de Zhang, Islam e Lu (2012), na qual se centrou com maior detalhe na cor e textura.

a) Características cromáticas ou de cor

As características de cor se definem seguindo o modelo ou o espaço de cor selecionado, que geralmente podem ser: RGB (*Red, Green e Blue*), HSV (*Hue, Saturation, Value*) e HMMD (*Hue, Max, Min, Diff*) e dependem também do tipo de informação que se deseja extrair para o tipo de imagem em análise. Essas características são consideradas importantes na representação do conteúdo das imagens e são medidas por meio das propriedades de cada *pixel*.

Há um grande número de características que podem ser extraídas e que para Zhang, Islam e Lu (2012) podem ser agrupadas em: Histogramas de Cores, Momentos de Cor (*colour moments – CM*), Vetor de Coerência de Cores (*colour coherence vector – CCV*), Correlograma de Cor (*colour correlogram – CC*), Descritor de Cor Dominante (*dominant colour descriptor – DCD*), Descritor de Layout de Cor (*colour layout descriptor - CLD*), Descritor de Estrutura de Cor (*colour structure descriptor - CSD*) e Descritor de Cor Escalável (*scalable colour descriptor - SCD*).

b) Características de textura

A textura pode ser definida como a repetição de ocorrências de padrões, e é analisada em um conjunto de *pixels*. A posição do padrão de repetição se comporta independentemente da percepção visual, pois, o padrão da textura é repetido na imagem e isso elimina as possíveis variações que podem surgir dos deslocamentos a que seja submetida a imagem (LA-SERNA; CONTRERAS; RUIZ, 2010, p. 59).

Igualmente às características de cor, há um amplo número de descritores e técnicas para representar a textura das imagens, que podem ser classificados em estatísticos, baseados em modelos, geométricos e estruturais, e baseados em transformações ou processamento de sinais.

Por sua vez, esses métodos foram agrupados por Zhang, Islam e Lu (2012) em Espaciais (*Spatial Texture Feature Extraction Methods*) e Espectrais (*Spectral Texture Feature Extraction Methods*). Nos métodos Espaciais são calculadas as estatísticas dos *pixels* ou identificadas as estruturas dos *pixels* da imagem e insere-se o termo “*texton*” como elemento de textura relativo ao seu posicionamento. Os espectrais envolvem otimização e são considerados computacionalmente caros, a imagem em análise para a extração de características por estes métodos precisa ser transformada ao domínio de frequência.

c) Características de forma

As características de Forma referem-se às técnicas que, de modo igual à percepção visual, permitem identificar os objetos durante o processo de representação da imagem. Para Zhang e Lu (2004), os métodos para extração de características de Forma se classificam em: baseados em contorno e baseados em regiões. “Os métodos baseados em contornos calculam os recursos de forma somente a partir do limite da forma, enquanto os métodos baseados em regiões extraem recursos de toda a região [...]”⁴⁸ (ZHANG; ISLAM; LU, 2012, p. 349, tradução nossa).

Resumindo, as técnicas de extração de características são os algoritmos ou procedimentos que permitem, mediante a aplicação de funções sobre as imagens, obter informações sobre o conteúdo (descritores visuais: como cor, forma e textura) e representá-las em um vetor de características, que vão variar de acordo com o tipo de imagem e a informação visual extraída pelas abordagens previamente citadas ou de outros métodos de extração, como os de relacionamento entre os objetos, os quais envolvem igualmente o uso de localização espacial de regiões e descritores de cor, de textura e de forma.

⁴⁸ “Contour based methods calculate shape features only from the boundary of the shape, while region based methods extract features from the entire region. Because contour based techniques use only a portion of the region, they are more sensitive to noise than region based techniques, as small changes in the shape significantly affect the shape contour. Therefore, colour image retrieval usually employs region based shape features.”

5.2.3 Conteúdo Não Visual e Metadados em Imagens Digitais

Adicionalmente à representação do conteúdo das imagens, há informação que precisa ser descrita, mas que não faz parte das características visuais nem dos elementos contidos na imagem, ou seja, refere-se à informação não visual ou extrínseca das imagens digitais e à informação de contexto da imagem digital que precisa ser representada, a qual pode ser contemplada pela análise formal de dados exposto ao início deste capítulo.

Nos modelos expostos para análise do conteúdo da imagem, a maioria desses apresenta além da concepção de descrever o conteúdo, a importância de representar este tipo de informação não visual e de contexto. A principal maneira de representá-la, é mediante o uso de metadados, os quais podem ser definidos de forma geral como informação estruturada que permite descrever um recurso informacional, e que facilita o encontro, a gestão, o entendimento, o controle e outros aspectos como a preservação da informação.

Os metadados são amplamente utilizados na Ciência da Informação, como aqueles elementos que caracterizam uma entidade e que: “[...] descrevem os atributos e o conteúdo de um documento original, e que usados de forma eficaz viabilizam o acesso à informação precisa.” (MILSTEAD; FELDMAN, 1999, p. 1, tradução nossa).

Frequentemente, os metadados são selecionados de acordo com as necessidades dos usuários dos Sistemas de Recuperação da Informação, pois, os atributos são inerentes aos recursos informacionais que são representados. Diante disto, Alves (2010, p. 47) sistematizou diversas definições existentes dos conceitos de metadados e padrão de metadados, buscando unificá-las para assim descrever que:

Metadados são atributos que representam uma entidade (objeto do mundo real) em um sistema de informação. Em outras palavras, são elementos descritivos ou atributos referenciais codificados que representam características próprias ou atribuídas às entidades; são ainda dados que descrevem outros dados em um sistema de informação, com o intuito de identificar de forma única uma entidade (recurso informacional) para posterior recuperação.

Os **padrões de metadados** são estruturas de descrição constituídas por um conjunto predeterminado de metadados (atributos codificados ou identificadores de uma entidade) metodologicamente construídos e padronizados. O objetivo do padrão de metadados é descrever uma entidade gerando uma representação unívoca e padronizada que possa ser utilizada para recuperação da mesma.

Vale destacar, que os metadados têm um papel fundamental na descrição dos recursos informacionais e também no processo de recuperação destes. Neste contexto, existem diversas tipologias e classificações dos metadados, por exemplo, em 2004 para a *National Information Standards Organization (NISO)*, eram três tipos: Metadados descritivos (por exemplo, autor, assunto e título); Metadados estruturais ou técnicos (por exemplo: formato de arquivo); Metadados administrativos (por exemplo: data de criação e direito de acesso).

Adicional a esses tipos, também são encontrados metadados de conservação e preservação dos recursos informacionais e metadados de uso. Para Riley (2017), surge uma categorização de metadados que além de inserir os já apresentados, também contempla uma reorganização e a adição do tipo de metadado de *Markup languages*, como pode ser observado no Quadro 16.

Quadro 16 – Tipos de metadados

TIPOS DE METADADOS		DESCRIÇÃO	EXEMPLO DE PROPRIEDADES	USOS PRIMÁRIOS
Metadados descritivos		Para encontrar ou entender um recurso	Título, autor, assunto, gênero, data de publicação	Descoberta Exibição Interoperabilidade
Metadados administrativos	Metadados técnicos	Para decodificar e renderizar arquivos	Tipo de arquivo, tamanho do arquivo, data / hora de criação, esquema de compactação	Interoperabilidade Gerenciamento de objetos digitais Preservação
	Metadados de preservação	Gerenciamento de longo prazo de arquivos	<i>Checksum</i> , evento de preservação	Interoperabilidade Gerenciamento de objetos digitais Preservação
	Metadados de direitos (<i>rights</i>)	Direitos de propriedade intelectual associados ao conteúdo	<i>Status</i> dos direitos autorais, termos de licença, detentor dos direitos	Interoperabilidade Gerenciamento de objetos digitais
Metadados estruturais		Relações de partes de recursos para o outro	Seqüência, lugar na hierarquia	Navegação
Linguagens de marcação		Integra metadados e sinalizadores para outros recursos estruturais ou semânticos no conteúdo	Parágrafo, cabeçalho, lista, nome, data	Navegação Interoperabilidade

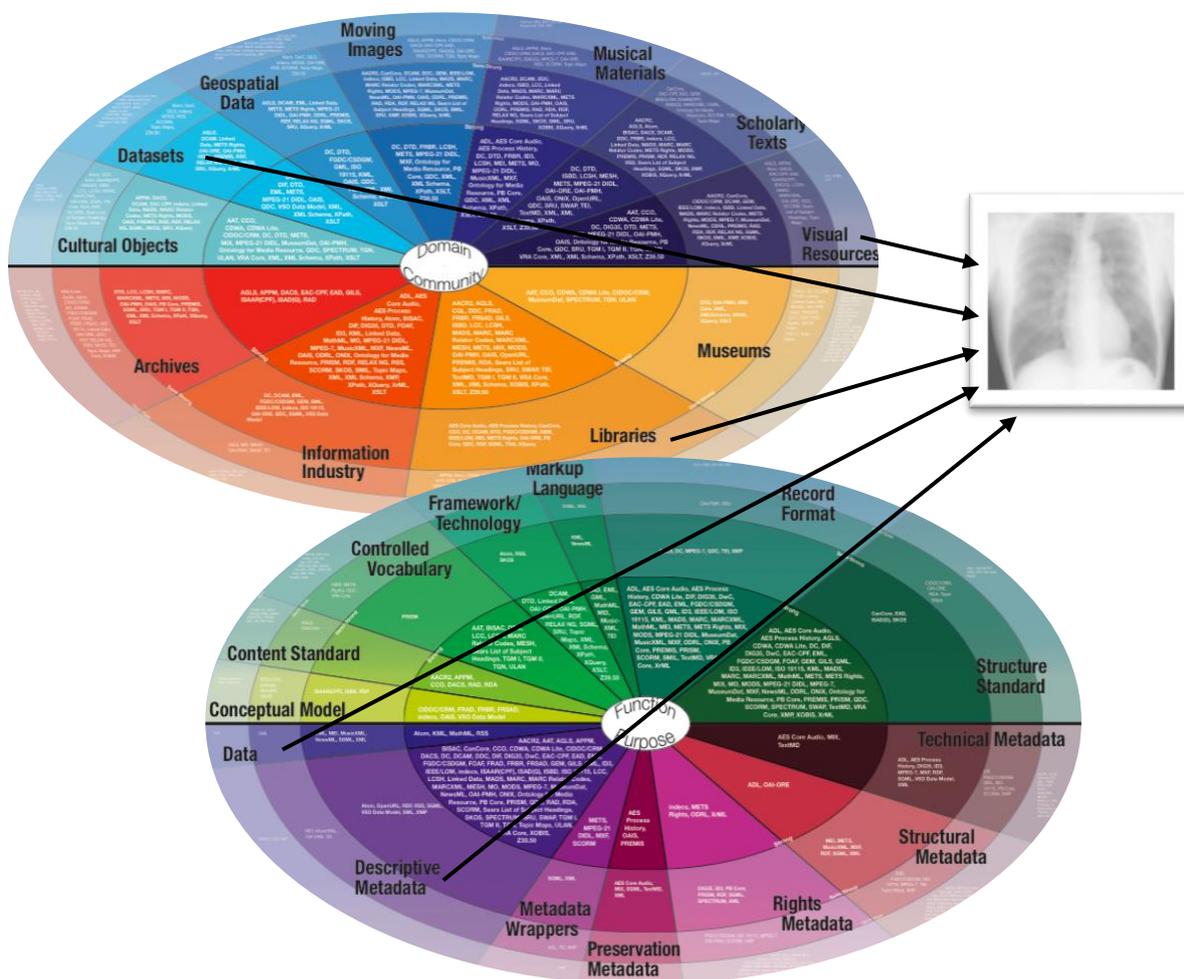
Fonte: Adaptado de Riley (2017, p. 6-7, tradução nossa).

Nesse contexto, os diversos tipos de metadados são elementos fundamentais de representação que possibilitam a descoberta, busca, recuperação, preservação, interoperabilidade e outros processos relevantes dos recursos informacionais.

Riley (2010) também apresentou o mapa visual do panorama de metadados (*Seeing Standards: A Visualization of the Metadata Universe*), o qual contém 105 padrões de metadados associados às categorias definidas dos eixos: comunidade, domínio, função e propósito.

A Figura 25 exemplifica uma imagem médica relacionando padrões desse mapa, no qual estão relacionados os eixos e suas respectivas categorias. Vale destacar, ainda, que as imagens como recursos informacionais são contidas dentro de vários domínios, ou seja, os domínios não são excludentes e pertencem a diferentes comunidades com propósitos e funções diversos.

Figura 25 – Imagem medica digital exemplificada no Universo dos metadados



Fonte: Adaptado de Riley (2010)⁴⁹.

No exemplo da Figura 25, apresenta-se uma imagem digital médica, considerada seguindo seu domínio, como um recurso visual (*Visual Resources*) e como parte de um conjunto de dados (*Datasets*) de uma pesquisa. No que diz respeito à comunidade, adicionalmente, encontra-se dentro de uma biblioteca de uma instituição hospitalar que possui em seu acervo imagens médicas digitais (*Libraries* como comunidade), além disso, propõe-se armazenar os seus metadados descritivos (*Descriptive Metadata*) usando ONIX (encontrada dentro desta categoria), de modo igual aos metadados associados como dado de pesquisa (*Data*).

Diante deste panorama da importância, utilidade e tipos de metadados e padrões de metadados, seguindo os eixos e categorias apresentados e outros existentes, vislumbra-se que determinar os metadados para um recurso informacional como as imagens digitais é uma tarefa complexa, com dependência da natureza da imagem, do âmbito no qual ela está inserida, dos usuários que acessam, dos ambientes informacionais digitais nos quais ela se encontra, da sua origem, entre outros aspectos a serem considerados para a seleção dos metadados a serem usados durante a descrição e os padrões de metadados que os contemplam.

Não obstante, também os metadados para a imagem podem ser classificados conforme a proposta de Barreto (2007, p. 20):

- a) metadados independentes do conteúdo: dados que não dizem respeito ao conteúdo da imagem, mas estão relacionados a ele, por exemplo, o formato da imagem, autor, data, local, condições de iluminação, etc;
- b) metadados dependentes do conteúdo: características de baixo e médio nível como cor, textura, forma, relações espaciais e combinações destes;
- c) metadados descritivos de conteúdo: referem-se ao conteúdo semântico e às relações das entidades da imagem com entidades do mundo real, ou emoções ou significados associados a sinais visuais ou cenas.

Diante do exposto, seguindo as definições apresentadas nesta seção que estão relacionadas aos metadados e suas classificações e incluindo as perspectivas apresentadas até

⁴⁹ Disponível em: <http://jennriley.com/metadatamap/seeingstandards.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2018.

aqui, os metadados nas imagens serão associados à informação não visual e de contexto das imagens.

No entanto, ao analisar e refletir sobre as características de conteúdo visual associadas à sintaxe (conceito) e os elementos de significado ou semântico abordados pelos modelos de análise da imagem, a informação contida neles também faz com que seja atingida a definição de metadado para este tipo de informação da imagem como recurso informacional. Destaca-se que esses conteúdos podem não pertencer a um padrão de metadados, mas que ao serem contemplados por estruturas conceituais como as bases de dados relacionais, além de abranger o conteúdo das imagens como atributos (metadados) podem-se transformar em padrões de metadados.

5.3 RECUPERAÇÃO DE IMAGENS DIGITAIS

A Recuperação da Informação para Lancaster (1968) centrou-se no estudo dos sistemas automáticos que informam ao usuário sobre a existência de resultados relacionados a sua consulta. Ainda, este continua sendo um dos objetivos deste processo, mas a pesquisa tem foco nas imagens digitais, de modo que estas possam ser representadas e recuperadas pelos Sistemas de Recuperação da Informação.

Somente nos primórdios dos anos 90, do século passado, tornou-se importante ou se deu início à representação dos documentos visuais mediante o uso da Linguística, os quais dadas suas acentuadas diferenças com referência aos documentos de texto pelas suas especificidades, a Recuperação da Imagem buscou subsídios em técnicas de representação que contemplaram outras características contidas nas imagens que não existem na recuperação de documentos de texto.

Nesse contexto, os Sistemas de Recuperação de Imagens podem ser baseados em texto (*Textual Based Image Retrieval* - TBIR) ou baseados em conteúdo (*Content Based Image Retrieval* - CBIR).

Os TBIR recuperam imagens segundo as palavras ou assuntos mediante os quais foram representadas (indexação semântica) (GOODRUM, 2000; SIONG, 2015).

Para autores como Pérez-Alvarez (2007) e Comeche (2013), só em 1992 usou-se pela primeira vez o termo Recuperação de Imagem com base no conteúdo (*Content-Based Image*

Retrieval - CBIR), abrangendo com este as características visuais, como cor, forma, textura, que precisam de algoritmos computacionais de processamento digital de imagens para a extração destas características.

Para Siong *et al.* (2015), os sistemas CBIR foram desenvolvidos buscando solucionar alguns problemas dos sistemas TBIR como, por exemplo, a anotação manual das imagens que pode inserir subjetividade.

O Quadro 17 apresenta uma compilação dos tipos de Sistemas de Recuperação de Imagens, seguindo a classificação realizada por D'Britto e Joshi (2017).

Quadro 17 – Enfoques e técnicas de recuperação de imagens

TIPO	TECNICA	ETAPAS
TBIR	<i>Text-Based Indexing System</i>	<i>Sentences Identification</i>
		<i>Semantic Analysys</i>
		<i>Stop-word Removal and Synonyms Identification</i>
		<i>Stemming</i>
		<i>Indexing</i>
		<i>Classification</i>
	<i>Efficient Retrieval of Annotated Images</i>	
	<i>Image Retrieval Using Automatic Image Annotation</i>	
CBIR	<i>CBIR Based on Interactive Genetic Algorithm (IGA)</i>	<i>Query Stage</i>
		<i>Evolution Stage</i>
	<i>Large Scale Image Retrieval Using Semantic Binary Code Generation (SBCG) Technique</i>	<i>Feature Extraction</i>
		<i>Web Crawling</i>
		<i>Content Database</i>
		<i>Semantic Binary Small Code Generation</i>
		<i>Indexing and Retrieval</i>
		<i>Similarity Measure</i>
		<i>Relevance Feedback</i>
	<i>CBIR Using Color Strings Comparison</i>	<i>Database Classification</i>
		<i>Feature Extraction</i>
		<i>Similarity Measure</i>
	<i>CBIR using Topical Rule Based Classification Strategy</i>	<i>Image Preprocessing</i>
		<i>Feature Extraction and Knowledge Base Formation</i>
		<i>Classification Strategy</i>
		<i>Similarity Measure</i>
		<i>Indexing and Retrieval</i>
		<i>Relevance Feedback</i>
	<i>An Integrated Approach to CBIR</i>	<i>Preprocessing</i>
		<i>Feature Extraction</i>
<i>Similarity Measurement</i>		
<i>Ontology Based Image Retrieval Semantic Image Descriptions (SID)</i>	<i>Image Repository Manager</i>	
	<i>Grid Annotator</i>	
	<i>Image Retrieval Manager</i>	

Fonte: Baseado em D´Britto e Joshi (2017).

Assim, quando se usa algum destes sistemas, seja CBIR ou TBIR, o usuário se depara com questões como a subjetividade existente entre a forma como foi descrito o conteúdo das

imagens, mediante palavras ou textos, o qual pode não coincidir com os termos de busca que o usuário utiliza. Igualmente, no enfoque CBIR, a recuperação por conteúdo não incluirá elementos de busca que o usuário percebe nas imagens e que não estão associados às características visuais. Diante disto, se evidencia a “lacuna” ou “vazio” existente entre a descrição ou representação das imagens e a consulta do usuário nos Sistemas de Recuperação das Imagens.

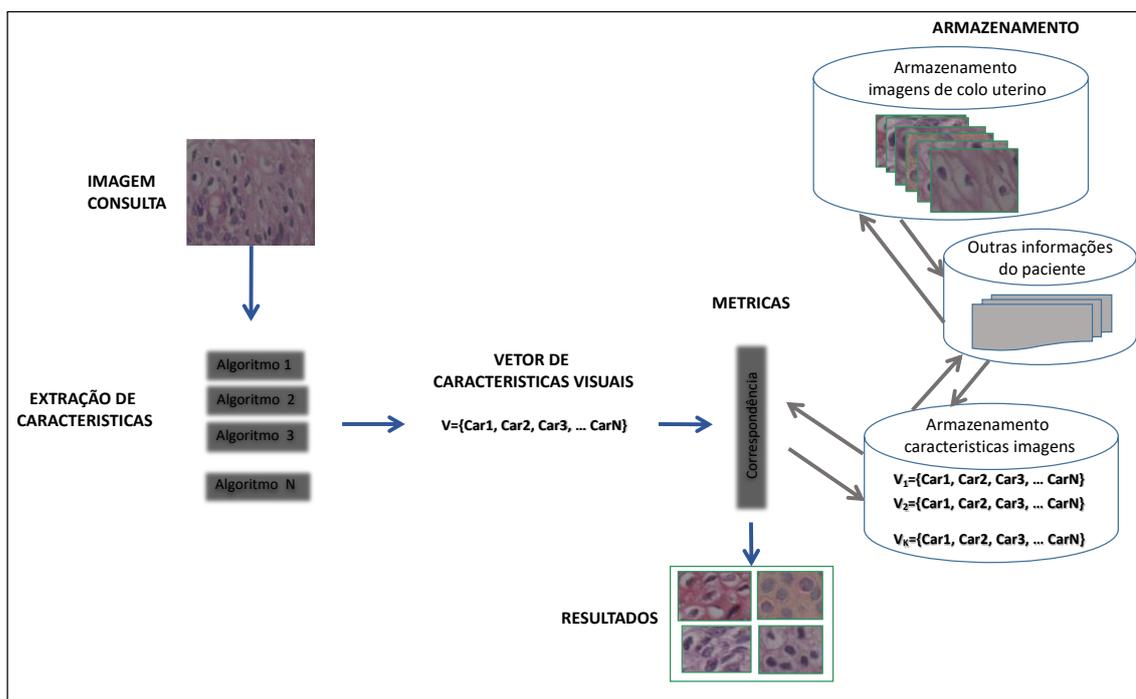
Diante disto, Bentes-Pinto (2008) manifesta sua concordância com Smeulders *et al.* (2000), considerando que, pela falta de coincidência da informação extraída das imagens com respeito à interpretação destas pelo usuário, há o conhecido *gap* semântico, que não se soluciona somente com o uso de atributos visuais durante o processo de representação, pois “[...] as imagens são tão polissêmicas [...], já que são constituídas por uma infinidade de textos imbricados em formas, cores e texturas, estruturados morfossemanticamente.”(BENTES-PINTO, 2008).

No tocante à estrutura de um Sistema de Recuperação de Imagens, este geralmente compõe-se dos seguintes módulos, que são similares aos de um SRI:

- a) representação: descreve automaticamente, semi-automaticamente ou manualmente as imagens com base nas características intrínsecas e extrínsecas, associadas ao tipo de recuperação que será executado pelo usuário;
- b) consulta: permite ao usuário expressar sua necessidade informacional;
- c) correspondência: estabelece a existência ou não de imagens a serem apresentadas como resultados durante a busca, e pode incluir métricas de similaridade ou outras medidas para determinar as imagens encontradas a partir da consulta; e
- d) apresentação de resultados: determina as imagens que serão apresentadas ao usuário como resposta à sua necessidade informacional expressa na consulta.

A seguir, na Figura 26, podem ser observados esses módulos para um Sistema de Recuperação de Imagens baseado em conteúdo do âmbito médico.

Figura 26 – Elementos de um sistema CBIR para imagens histológicas de colo uterino



Fonte: Adaptada de Roa-Martínez e Mera-Gaona (2013, tradução nossa).

A similaridade entre imagens quando avaliado pelas pessoas se baseia na interpretação que eles fazem sobre a imagem e seu contexto, enquanto no CBIR está determinada pela comparação entre as características extraídas da imagem consultada e as mesmas características extraídas das imagens armazenadas, obtindo-se como saída um conjunto de imagens ordenadas de acordo ao grau de similaridade com a imagem de consulta.

O uso das métricas de similaridade mencionado, e que pode ser observado no exemplo da Figura 26, refere-se a determinar a distância existente entre os vetores normalizados das características visuais das imagens armazenadas e o vetor de características da imagem consultada nos sistemas CBIR, sendo que o valor dessa distância varia entre 0 e 1. Em consequência, um valor próximo a 1 indicará que há similaridade entre as imagens e serão incluídas nos resultados apresentados ao usuário. Vale destacar que nesse tipo de sistemas é definido um limiar sobre o qual serão aceitas como similares ou não as imagens durante a avaliação da correspondência.

A eleição e/ou uso de uma função ou métrica de similaridade determina na recuperação em um sistema CBIR, a ordem na qual serão apresentadas as imagens recuperadas na consulta. Essas medidas são baseadas nas interpretações geométricas sem

relação com a percepção das pessoas, pois características extraídas das imagens que representam seu conteúdo sintático são variáveis contínuas.

As métricas de similaridade se dividem em três grupos: Distância Minkowski ou Norma L_p , distâncias baseadas em formas quadráticas e a distância Canberra, sendo as mais utilizadas na literatura as primeiras, ou seja, baseadas na Norma L_p . A equação que agrupa as métricas dessa Norma L_p ou distância de Minkowski se apresenta a seguir:

$$D_p(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \left(\sum_{i=1}^M (x_i - y_i)^p \right)^{1/p}$$

A equação 1, determinará a similaridade entre as imagens X e Y , na qual x_i corresponde à i -ésima característica da imagem X e y_i à i -ésima característica da imagem Y , sendo M o número de características extraídas e dependendo do valor de p , então a distância calculada pode-se configurar, ser no caso de $p = 1$ como a distância de *Manhattan* ou *City-Block*, quando $p = 2$, distância *Euclidiana* e para $p = \infty$ (infinito) como a distância Chebychev. (ROA-MARTÍNEZ; MERA-GAONA, 2013).

Sob outra perspectiva, os Sistemas de Recuperação de Imagens, ainda, podem ser classificados segundo os tipos: linguístico, visual puro, de representação linguística e recuperação visual, de representação visual e recuperação linguística ou mistos.

Uma breve descrição de cada um desses tipos, de acordo com Torres (2006), considera que:

- a) os linguísticos usam texto para recuperar a imagem e pode ser difícil expressar linguisticamente características visuais (como cores, texturas e emoções), e há possibilidade de processar automaticamente o texto associado a uma imagem, por exemplo, o título sem a necessidade de um registro adicional, apenas as informações no depósito de dados ou nas páginas Web onde a imagem está localizada, o que poderia levar à construção automática de ontologias para imagens;
- b) os sistemas visuais puros usam as características de conteúdo da imagem, como cor, texturas, relações espaciais, etc., sem contemplarem o uso de conceitos contidos na imagem;
- c) os sistemas de representação linguística e recuperação visual realizam a recuperação a partir de representações textuais associadas com as imagens; a

consulta é executada a partir de uma imagem selecionada que contém um texto, o que permite ao sistema realizar a consulta por texto e ao mecanismo de busca retornar as imagens recuperadas que serão apresentadas ao usuário;

- d) os modelos de representação visual e recuperação linguística precisam que o usuário construa textos mediante a combinação de conceitos e, em seguida, associe-os às imagens, para que o sistema decida usar essas imagens e executar o processo de recuperação visual segundo a comparação entre as características da imagem consulta e as que estão armazenadas;
- e) os sistemas mistos integram os modelos de recuperação anteriores, permitindo a recuperação com acesso a todos os níveis representáveis em uma imagem, como formais (representado por índices visuais) e semântico (representado por textos linguísticos).

Neste contexto, a Recuperação de Imagens pode ser resumida como um processo que inclui uma representação automática e procura imagens em formato digital a partir de uma necessidade de informação de um usuário, e que pode ser expresso a partir de um elemento visual (imagem) ou linguístico (texto), onde a recuperação será realizada de acordo ao conteúdo sintático (ou características visuais de baixo nível que contém a imagem) ou com respeito ao conteúdo semântico e, em alguns casos, atendendo à informação não visual.

No que diz respeito à consulta nos Sistemas de Recuperação, o modelo de análise da imagem, apresentado por Shatford (1986), aponta que um usuário só pode fazer uma consulta em termos do que ele sabe, ou seja, se o usuário só conhece o nível pré-iconográfico de uma imagem, então não pode fazer um inquérito em termos iconográficos (específicos) ou iconológicos.

Do mesmo modo, Eakins e Graham (1999) enfocam na consulta, visando aprimorar a recuperação de documentos visuais, e identificam três níveis de consultas, que estabelecem um vínculo entre as necessidades informacionais dos usuários e as características das imagens: nível 1 - de consultas baseadas em características primitivas, como cor ou forma (nível baixo); nível 2 - de consultas baseadas em recursos lógicos (ou derivados) e nível 3 - de consultas baseadas em características abstratas.

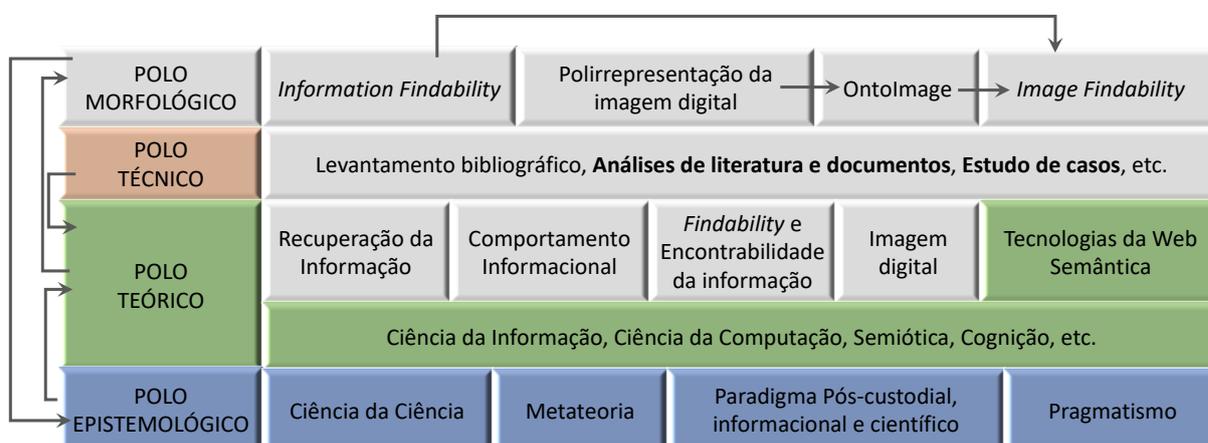
Nesse cenário, a Recuperação de Imagens se mantém como foco de pesquisas para o desenvolvimento de teorias, conceitos, modelos e técnicas que tornarão o conteúdo das

imagens explícito, para que seja compreensível e recuperado pelas máquinas e, encontrável pelos usuários, mantendo os elementos da consulta, os níveis de interpretação e conhecimento, os tipos de representação e conteúdos de forma implícita.

Na seção seguinte são apresentadas algumas tecnologias da Web Semântica que permitirão estruturar e enriquecer semanticamente os diferentes conteúdos e informações das imagens digitais que foram apresentadas neste capítulo com o intuito de contribuir nos processos de recuperação e *findability* desses recursos imagéticos.

CAPÍTULO 6

TECNOLOGIAS DA WEB SEMÂNTICA NO ÂMBITO DAS IMAGENS DIGITAIS



6 TECNOLOGIAS DA WEB SEMÂNTICA NO ÂMBITO DAS IMAGENS DIGITAIS

Neste capítulo apresentam-se as Tecnologias da Web Semântica, principalmente aquelas que permitem a representação dos recursos informacionais, como as Ontologias, pois estas serão usadas para sustentar o processo de descrição e enriquecimento semântico das imagens digitais, uma vez que permitem explicitar o conteúdo e as informações contidas nos recursos imagéticos para que sejam compreensíveis pelas máquinas e propiciem a Recuperação da Informação. Também são apresentadas e revisadas as ontologias do *Linked Open Vocabularies* que se relacionam ao âmbito das imagens digitais como recursos informacionais.

6.1 WEB SEMÂNTICA E SUA ARQUITETURA FUNCIONAL E TECNOLÓGICA

Para iniciar e seguindo a definição da Web Semântica apontada por Hendler, Berners-Lee e Miller (2002, p. 676, tradução nossa), em que:

A Web Semântica é uma extensão da Web atual, na qual a informação recebe um significado bem definido, permitindo que computadores e pessoas trabalhem em cooperação. Baseia-se na ideia de ter dados na Web definidos e vinculados que possam ser usados para descoberta, automação, integração e reutilização mais eficazes em vários aplicativos. Para que a Web atinja todo o seu potencial, ela deve evoluir para essa Web Semântica, fornecendo uma plataforma universalmente acessível que permite que os dados sejam compartilhados e processados por ferramentas automatizadas e também por pessoas.⁵⁰

Percebe-se que, a Web Semântica se propõe dentre suas finalidades, que os recursos informacionais como por exemplo, páginas Web e imagens tenham um significado intelegível para as máquinas além do que têm para as pessoas, e que estes possam trabalhar cooperativamente, o que propiciará dar significado aos recursos, interoperabilidade na Web e conseqüentemente favorecerá os processos como a descoberta, recuperação e reutilização da informação. Mas, para que isso seja possível, faz-se necessário entender que há uma

⁵⁰ "The Semantic Web is an extension of the current Web in which information is given well-defined meaning, better enabling computers and people to work in cooperation. It is based on the idea of having data on the Web defined and linked such that it can be used for more effective discovery, automation, integration, and reuse across various applications. For the Web to reach its full potential, it must evolve into this Semantic Web, providing a universally accessible platform that allows data to be shared and processed by automated tools as well as by people."

perspectiva com respeito à evolução da Web. Portanto isto levará à implicação de uma nova filosofia de trabalho da Web Semântica, na qual contemplam-se a descrição e a representação dos recursos informacionais e suas relações, além de aspectos como a localização e inferência das informações.

Neste cenário, vale destacar os pontos propostos por Pastor-Sanchez (2011), que se configuram como as bases sobre as que se suporta essa filosofia de trabalho da Web Semântica:

- Usar modelos de metadados para descrever recursos de informação.
- Uso de vocabulários de RDF para representar os referidos metadados.
- Desenvolvimento de Esquemas RDF ou Ontologias para descrever as relações entre os recursos descritos e até mesmo entre as propriedades utilizadas para caracterizá-los.
- Localização, interconexão e reutilização de fontes de dados RDF, o que permite sua integração através de processos automáticos.
- Inferir novas informações das relações lógicas estabelecidas entre os dados. Dessa maneira, ferramentas e agentes ‘inteligentes’ podem ser desenvolvidos para revelar relações indiretas entre os dados.⁵¹ (PASTOR-SANCHEZ, 2011, p. 20, tradução nossa).

Esses pontos propiciam a implementação e o enriquecimento da representação das imagens digitais no contexto da Web Semântica, pois como pode ser observado, abrangem a descrição, seja mediante o uso de modelos de metadados ou vocabulários, a implementação de esquemas RDF ou ontologias para a localização, reutilização e inferências de novas informações entre outros processos que são suportados pelas tecnologias da Web Semântica quando usados para dar significado aos recursos informacionais.

A representação da informação na Web Semântica se sustenta principalmente no uso de metadados e de ontologias, lembrando que, anteriormente neste documento foi exposta a temática de metadados. Os metadados descrevem os recursos informacionais disponíveis na Internet, enquanto que as ontologias são utilizadas para a estruturação do conteúdo (conhecimento e aspectos semânticos) desses recursos e para a realização de deduções.

⁵¹ • Utilizar modelos de metadatos para describir recursos de información.

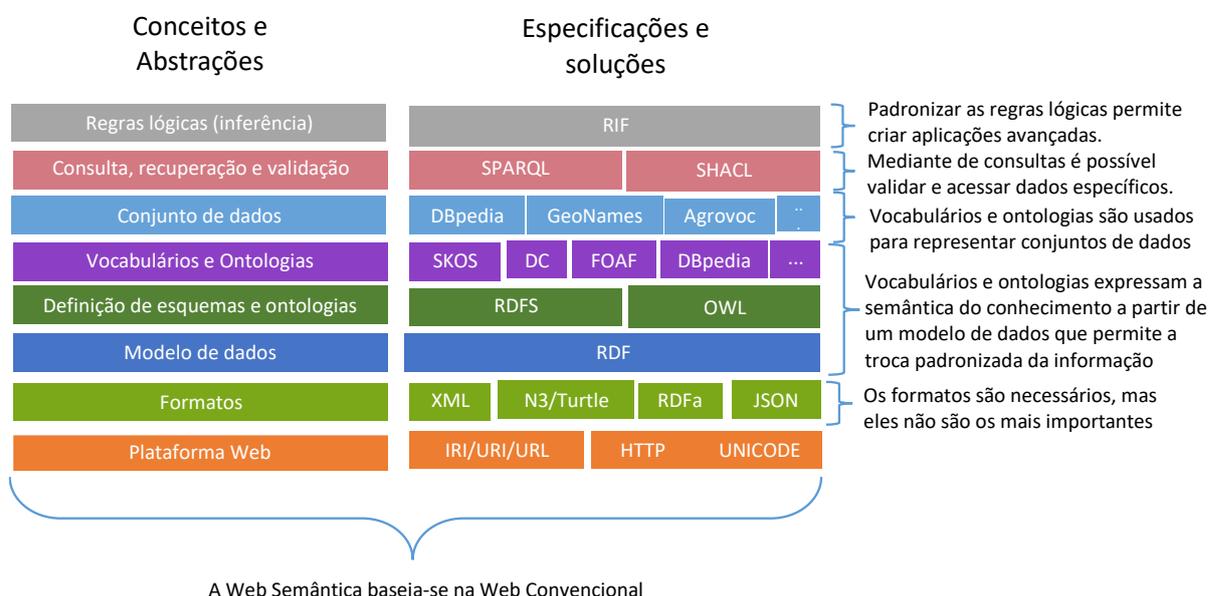
- Uso de vocabularios RDF para representar dichos metadatos.
- Desarrollo de Esquemas RDF u Ontologías para describir las relaciones entre los recursos descritos e incluso entre las propiedades utilizadas para caracterizarlos.
- Localización, interconexión y reutilización de fuentes de datos RDF, lo que permite su integración mediante procesos automáticos.
- Inferir nueva información a partir de las relaciones lógicas que se establecen entre los datos. De este modo se pueden desarrollar herramientas y agentes «inteligentes» que permiten descubrir relaciones indirectas entre datos.

A Web Semântica pode ser percebida como um conjunto de níveis ou camadas que permitirão a interoperabilidade desde diversos aspectos tais como o sintático, o estrutural e o semântico, e que para que isto seja possível são necessárias as tecnologias desenvolvidas no seu âmbito.

Nesse sentido, “[...] a Ciência da Informação e a Ciência da Computação buscaram definir um arcabouço teórico comum e desenvolver tecnologias e aplicações em ambientes informacionais digitais visando materializar a WS [Web Semântica].” (CONEGLIAN *et al.*, 2019, p. 26). Diante disso, verifica-se que essas tecnologias ampliam a arquitetura da Web atual para a Web Semântica, o que conseqüentemente leva além da gestão de conteúdos à publicação, reutilização e interoperabilidade da informação estruturada para as máquinas e os usuários.

Na Figura 27, apresenta-se de forma explícita os conceitos e as abstrações, assim como as especificações e as soluções que contemplam a arquitetura funcional e tecnológica da Web Semântica proposta por Pastor-Sánchez (2018).

Figura 27 – Arquitetura funcional e tecnológica da Web Semântica



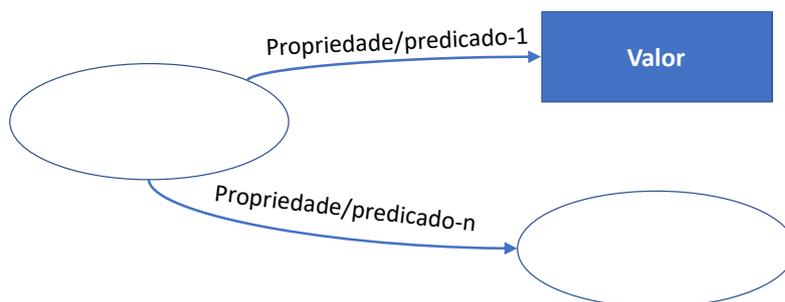
Fonte: Pastor-Sánchez (2018, p. 237, tradução nossa).

Observa-se que a Plataforma Web e o protocolo HTTP seguem sendo usados para as tarefas de comunicação (cliente/servidor), do mesmo modo que a utilização das referências URI para identificar os recursos informacionais, e se adicionam nesta camada o identificador internacional de recursos (IRI), e a URL que facilitara a localização e o acesso dos recursos.

O seguinte nível da arquitetura apresentada na Figura 27, refere-se aos formatos necessários para o processamento dos dados, sendo o mais usado o XML como linguagem de marcação que utiliza a sintaxe que disponibiliza as informações e agrega semântica aos conteúdos, o que possibilita às aplicações interpretar seguindo a marcação atribuída dos conteúdos. Entre os formatos mais usados se podem listar o JSON, RDFa, N3/Turtle.

O modelo de dados utilizado para a Web Semântica, baseia-se no RDF, o qual mediante o uso de triplas do tipo sujeito-predicado-objeto (recurso-propriedade/relação-valor/recurso) propicia a identificação dos recursos (sujeito) e a descrição das suas relações ou propriedades (predicado) com outros objetos que podem ser um valor ou outro recurso. Os grafos são utilizados para representar visualmente em RDF, correspondendo os nodos ao sujeito/recurso e os arcos direcionados desde o sujeito até o objeto/valor ao predicado/propriedade, isto pode ser observado na Figura 28.

Figura 28 – Tripla RDF representada como grafo



Fonte: Autoria própria.

Para o World Wide Web Consortium (W3C), o RDF é o modelo padrão para o intercâmbio de dados na Web, que age como uma linguagem para representar os conteúdos e fornecer a interoperabilidade dos dados, o que leva à Recuperação das Informações dos recursos na Web.

Resumindo no que respeita ao RDF, vale destacar que, “RDF tem um propósito duplo: por um lado descrever os recursos e pelo outro definir os vocabulários a partir dos quais se realizam tais descrições.”⁵² (PASTOR-SANCHEZ, 2018, p. 239, tradução nossa).

⁵² “RDF tiene un doble propósito: por un lado describir los recursos y por outro definir los vocabulários a partir de los cuales se realizan tales descripciones.”

No tocante às ontologias (camada arquitetural seguinte), OWL permite criar ontologias mediante a inserção de características semânticas com um alto nível de formalização, o que possibilita aos agentes computacionais dar significado ao contexto.

Para Allemang e Hendler (2011), a OWL está pensada para ser usada com *RDF Schema*, pois permite a definição de relações complexas entre propriedades, classes e indivíduos (instâncias) como por exemplo, propriedades reflexivas, transitivas, estabelecimento de classes equivalentes ou disjuntas, cardinalidade das relações entre os recursos entre outras.

O *RDF Schema* e a OWL, na Figura 27, permitem a definição de esquemas e ontologias e, que de modo igual às ontologias e os vocabulários, expressam a semântica seguindo o modelo de dados que favorece o intercâmbio padronizado da informação.

Entre alguns vocabulários e ontologias se encontram o SKOS, o Dublin Core, FOAF entre outros. Pastor-Sanchez (2011) destaca a iniciativa de Dublin Core (*Dublin Core Metadata Initiative – DCMI*), a qual contempla um conjunto de elementos comuns para descrever recursos eletrônicos de diversas temáticas e dentre suas vantagens se destacam a simplicidade, um alto nível de padronização e independência da linguagem utilizada para codificar, além de potenciar a interoperabilidade semântica, o que resume-se ao dizer que com os metadados: “[...] é possível converter a grande esfera de dados em que a Web se tornou em um núcleo de informação estruturada e descrita de uma maneira precisa que possa ser localizada e reutilizada de modo mais eficiente.”⁵³ (PASTOR-SANCHEZ, 2011, p. 28, tradução nossa).

O *Schema.org* também se constitui como um mecanismo de representação, do tipo vocabulário para a Web Semântica, pois seguindo Roa-Martínez, Vidotti e Pastor-Sánchez (2018, p. 73-74, tradução nossa):

[...] Schema.org é responsável por criar, manter e promover esquemas de dados estruturados (dados específicos marcados) na Internet, oferecendo uma coleção de vocabulários compartilhados (esquemas de metadados) [...] baseados na categorização em campos e controle de vocabulários que favorecem a Recuperação da Informação.⁵⁴

⁵³ “[...] se puede convertir la gran esfera de datos en la que se ha convertido la web en un núcleo de información estructurada y descrita de forma precisa que pueda ser localizada y reutilizada de un modo más eficaz.”

⁵⁴ “[...] Schema.org se encarga de crear, mantener y promover esquemas para datos estructurados (datos específicos etiquetados) en Internet, ofreciendo una colección de vocabularios (esquemas de metadatos) [...] basados en la categorización en campos y el control de vocabularios que favorece la recuperación de la información.”

Verifica-se neste apontamento, que serão os vocabulários e as ontologias, os mecanismos utilizados para a descrição de recursos da Internet para posterior Recuperação da Informação no contexto da Web Semântica.

Nesse cenário da Recuperação da Informação, igualmente para García-Marco (2013), esses esquemas são considerados microformatos de Catalogação que se integram na Web Semântica e são reconhecidos e implementados pelos mecanismos de busca.

Por outro lado, Lamarca (2006) aponta que as linguagens de marcação se tornam necessárias e permitem atingir o potencial da Web Semântica pois, por meio delas, faz-se possível representar o conhecimento a partir do uso de metadados e ontologias, como foi dito quando utilizadas para a representação dos recursos informacionais. As linguagens de marcação, geralmente, são baseadas em RDF e contêm uma maior expressividade e capacidade de raciocínio para representar os conhecimentos e a semântica das ontologias.

Seguindo, ainda, as camadas da Figura 27, o conjunto de dados “[...] é algo mais que um depósito de sentenças RDF, é uma unidade autodescritiva com dados estruturados disponíveis em variados formatos para sua descarga completa ou acesso seletivo.” (PASTOR-SANCHEZ, 2018, p. 241). Para a representação dos conjuntos de dados são usados os vocabulários e as ontologias da camada anterior, sendo que entre alguns conjuntos amplamente utilizados encontram-se DBpedia e GeoNames, que seguem as diretrizes de publicação do *Linked Data*. Ressalta-se que o uso desses conjuntos de dados além de ampliar os espaços de busca, possibilitam o enriquecimento semântico dos conteúdos mediante a vinculação deles.

Nos níveis superiores da Figura 27, observam-se o RIF e as linguagens que possibilitam realizar consultas, recuperação e validação de dados nos formatos compatíveis com a Web Semântica, como por exemplo: SPARQL, SHACL e SWRL.

Uma vez apresentada e descrita a arquitetura funcional e tecnológica da Web Semântica, serão descritos aspectos relacionados às ontologias e aos vocabulários, pois se busca que esses sejam usados posteriormente para a implementação e descrição semântica da estrutura de polirrepresentação das imagens digitais.

Além do exposto nesta seção, para Santarém Segundo (2015, p. 225):

Utilizar ontologias é uma das maneiras de se construir uma relação organizada entre termos dentro de um domínio, favorecendo a possibilidade de contextualizar os dados, tornando mais eficiente e facilitando o processo de interpretação dos dados pelas ferramentas de recuperação da informação.

Construir ontologias nem sempre é o melhor ou mais rápido caminho para disponibilizar dados em formato semântico. Em grande parte das vezes, utilizar-se de ontologias prontas e universalmente conhecidas, e reconhecidas por uma determinada comunidade, acelera o processo de publicação de dados, mas principalmente favorece o processo de recuperação da informação em ambientes semânticos.

Não utilizar esquemas lógicos como as ontologias e os principais vocabulários para descrever dados a serem publicados certamente é o pior caminho para publicação de dados em formato semântico, principalmente do ponto de vista da recuperação da informação.

Nestes apontamentos, as ontologias e os vocabulários além de serem usados na organização do conhecimento e na publicação de dados, dentre outros, deverão ser vistos como determinantes na Recuperação da Informação em ambientes semânticos.

6.2 ONTOLOGIAS

O termo ontologia se utiliza em diversos âmbitos seguindo as áreas do conhecimento como por exemplo, a Filosofia, o que pode levar a diferentes concepções da sua definição. Para a Ciência da Computação e para a Ciência da Informação, que abrangem esta pesquisa, as ontologias podem ser entendidas como um artefato computacional capaz de auxiliar na compreensão de um determinado domínio, por meio de uma representação deste e posteriormente favorecer os processos de Recuperação da Informação.

Uma definição amplamente conhecida de uma ontologia associada à Ciência da Computação e usada na Ciência da Informação, a apresenta como “[...] uma especificação formal e explícita de uma conceituação compartilhada” (GRUBER, 1995), em que se considera: uma especificação formal para ser clara e compreensível além de estar baseada em um modelo que permitirá que seja legível e processada pelas máquinas e implementada em alguma linguagem como OWL ou RDF *Schema*; explícita para descrever em detalhe o recurso que se pretende representar; uma conceituação compartilhada porque é importante o conhecimento consensual e a aceitação pela comunidade, sem tornar-se privada ou individual; e se traduzir, principalmente, em conceitos e propriedades.

Vale destacar que, para o *World Wide Web Consortium* ao referir-se a uma ontologia, define os vocabulários no âmbito da Web Semântica:

Na Web Semântica, os vocabulários definem os conceitos e relacionamentos (também chamados de “termos”) usados para descrever e representar uma área de preocupação. Os vocabulários são usados para classificar os termos que podem ser

usados em uma aplicação específica, caracterizar possíveis relacionamentos e definir possíveis restrições ao uso desses termos. Na prática, os vocabulários podem ser muito complexos (com vários milhares de termos) ou muito simples (descrevendo apenas um ou dois conceitos).

Não existe uma divisão clara entre o que é referido como “vocabulários” e “ontologias”. A tendência é usar a palavra “ontologia” para uma coleção de termos mais complexa e possivelmente bastante formal, ao passo que “vocabulário” é usado quando tal formalismo estrito não é necessariamente usado ou apenas em um sentido muito frouxo. Os vocabulários são os blocos básicos de construção das técnicas de inferência na Web Semântica.⁵⁵ (W3C, 2015, tradução nossa).

Nesta seção serão analisados alguns vocabulários do *Linked Open Vocabularies*, pois seu principal papel na Web Semântica favorece a integração de dados, entre outros auxílios que serão expostos posteriormente.

Entre as principais vantagens no uso de ontologias visam-se:

- a) a contribuição como um **vocabulário** baseado em conceitos para representar o conhecimento;
- b) a diminuição da ambiguidade durante a interpretação de um recurso informacional;
- c) a facilidade do compartilhamento de uma estrutura de informação comum entre pessoas e agentes de *software*;
- d) o compartilhamento de um domínio de conhecimento e
- e) a possibilidade da criação de padrões que levem à interoperabilidade.

Essas vantagens listadas permitem verificar o potencial no uso das ontologias e suas características relacionadas ao compartilhamento, a diminuição da ambiguidade e a interoperabilidade, entre outras.

Jurisica, Myloupoulos e Yu (2004) analisaram o uso e a importância das ontologias na Organização e Representação do Conhecimento desde a perspectiva da informação, para o qual revisaram conceitos associados às ontologias na Ciência da Informação para a

⁵⁵ “On the Semantic Web, vocabularies define the concepts and relationships (also referred to as “terms”) used to describe and represent an area of concern. Vocabularies are used to classify the terms that can be used in a particular application, characterize possible relationships, and define possible constraints on using those terms. In practice, vocabularies can be very complex (with several thousands of terms) or very simple (describing one or two concepts only).

There is no clear division between what is referred to as “vocabularies” and “ontologies”. The trend is to use the word “ontology” for more complex, and possibly quite formal collection of terms, whereas “vocabulary” is used when such strict formalism is not necessarily used or only in a very loose sense. Vocabularies are the basic building blocks for inference techniques on the Semantic Web.”

representação do conhecimento com as suas vantagens e desvantagens e relacionaram com a teoria e prática na Ciência da Informação igualmente no que diz respeito às ontologias. Os autores concluíram que:

[...] a chave para fornecer suporte útil para o gerenciamento do conhecimento reside em como o significado é incorporado nos modelos de informação, conforme definido nas ontologias. [...] argumentando pela necessidade de uma combinação de técnicas da Ciência da Informação e os Sistemas de Informação.⁵⁶ (JURISICA; MYLOUPOLUS; YU, 2004, p. 396, tradução nossa).

De igual forma Gruber (2008, tradução nossa) afirmou que:

No contexto das Ciências da Computação e da Informação, uma ontologia define um conjunto de primitivas representacionais com as quais se pode modelar um domínio de conhecimento ou discurso. As primitivas representacionais são tipicamente classes (ou conjuntos), atributos (ou propriedades) e relacionamentos (ou relações entre membros da classe). As definições das primitivas representacionais incluem informações sobre seu significado e restrições em sua aplicação logicamente consistente.⁵⁷

Neste apontamento, apresentam-se os componentes das ontologias comuns entre a Ciência da Informação e a Ciência da Computação, entre eles: as classes, as propriedades, os relacionamentos e as restrições que permitem torná-las como elementos de representação/modelagem de um domínio de conhecimento.

A seguir, são descritos os componentes considerados básicos das ontologias:

- a) classes: podem ser definidas como os conceitos de um domínio;
- b) propriedades: atributos que descrevem as relações entre os conceitos;
- c) relações: apresentam o tipo de interação entre as classes ou conceitos do domínio a representar;
- d) indivíduos ou instâncias: representam os objetos específicos do domínio; e

⁵⁶ “[...] the key to providing useful support for knowledge management lies in how meaning is embedded in information models as defined in ontologies. [...] argued for the need for a combination of techniques from information science and information systems.”

⁵⁷ “In the context of computer and information sciences, an ontology defines a set of representational primitives with which to model a domain of knowledge or discourse. The representational primitives are typically classes (or sets), attributes (or properties), and relationships (or relations among class members). The definitions of the representational primitives include information about their meaning and constraints on their logically consistent application.”

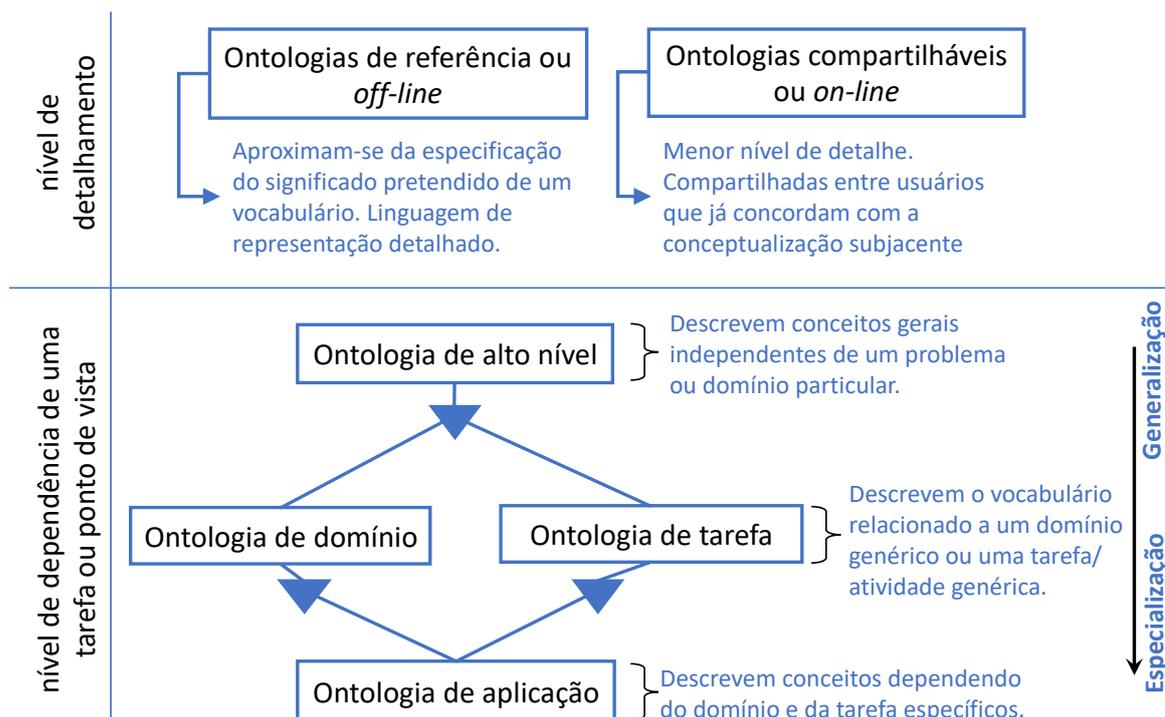
- e) restrições e axiomas: permitem modelar as restrições de interpretação e uso dos conceitos, quando associadas às propriedades consideram-se restrições e na forma de sentenças com restrições em que participam classes e instâncias são axiomas.

Vale destacar que a OWL como linguagem criada pela W3C para o desenvolvimento de ontologias em conjunto com RDF *Schema* permitem definir as classes, instâncias e propriedades do mesmo modo que as restrições e axiomas, ou seja, os componentes previamente listados. Para isto, OWL oferece a OWL Lite para a criação de hierarquias (p.e. tesouros) e algumas restrições, assim como a OWL DL e a OWL *Full* que aumentam a expressividade e o significado nas ontologias.

Entre os elementos básicos que podem ser modelados com a OWL e o RDF *Schema* encontram-se: classes, subclasses e instâncias (por exemplo: *owl:Class*, *owl:Thing*, *rdfs:subClassOf*, *rdfs:type*), propriedades (por exemplo: *owl:ObjectProperty*, *rdfs:domain*), características das propriedades como a transitividade, simetria, funcional e inversas entre outras, restrições de propriedades (por exemplo: *owl:someValuesFrom*, *owl:maxCardinality*), mapa de ontologias (por exemplo: *owl:equivalentClass*) e operações sobre classes e entre classes e/ou propriedades como a interseção, união, complemento, disjunção.

Existem diversos tipos de ontologias, dentre essas as propostas por Guarino (1997), que são apresentadas na Figura 29 e seguem duas dimensões para sua classificação, o nível de detalhamento e o nível de dependência de uma determinada tarefa ou ponto de vista. Entre as primeiras encontram-se as Ontologias de referência e as compartilháveis. Na segunda categoria se listam: Ontologias de alto nível (*Top-level ontologies*), de domínio e tarefas (*Domain ontologies and task ontologies*) e as de aplicação (*Application ontologies*).

Figura 29 – Tipos de ontologias seguindo o detalhamento e a dependência de tarefas



Fonte: Baseado em Guarino (1997, p. 44).

Entre as ontologias classificadas seguindo o nível de dependência para Guarino (1997) há uma relação de especialização que começa do geral e por meio de mecanismos de hierarquia se especializa, e conseqüentemente isto faz com que as ontologias de aplicação sejam mais específicas do que as ontologias de alto nível, e ainda contemplem uma maior dependência com o domínio e a tarefa para a qual se desenvolvem.

Quanto às ontologias classificadas seguindo o nível de detalhamento, aquelas que oferecem um maior nível de especificação também podem se tornar restritas e fechadas, pois se dificulta que exista um consenso além da comunidade para a qual foi desenvolvida, o que logo faz com que sejam usadas. Geralmente, em ambientes *off-line* a diferença das ontologias compartilháveis que por ser consideradas mais simples são aceitas por diversas comunidades e se encontram *on-line*.

Seguindo com tipos de ontologias, dependendo das relações taxonômicas e as ontologias usadas para a modelagem do domínio, existem as ontologias leves (*lightweight*) e as ontologias pesadas (*heavyweight*). Para Poveda-Villalón *et al.* (2018), as ontologias leves são fundamentalmente taxonomias que se compõem de conceitos, relacionamentos tipo subclasse e de tipo entre conceitos e propriedades que descrevem conceitos, e as ontologias

pesadas adicionam às leves, axiomas e restrições que permitem completar o significado dos termos que as compõem.

Ao analisar os diferentes tipos de ontologias apresentados, pode-se estabelecer que ao desenvolver uma ontologia, esta corresponderá a variadas classificações, que serão determinadas pelo domínio ou tarefa, detalhe e relações taxonômicas, pois não há exclusões entre as propostas por Guarino (1997) e as apontadas por Poveda-Villalón *et al.* (2018).

Para o desenvolvimento de ontologias têm sido propostas diversas metodologias que permitem a construção mediante um conjunto de passos que vão desde a identificação do propósito/objetivo/competência da ontologia até a documentação, perpassando por definições, implementação, criação de instâncias e avaliação dentre algumas etapas de acordo com a metodologia. Neste cenário, David Stuart (2016) compilou os passos de quatro metodologias diferentes de desenvolvimento de ontologias, os quais são apresentadas no Quadro 18.

Quadro 18 – Visão geral das etapas em diferentes metodologias de desenvolvimento de ontologias

Metodologia de Uschold e King (1995)	Metodologia TOVE (GRÜNINGER; FOX, 1995)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Identifique o propósito 2. Construa a ontologia <ol style="list-style-type: none"> a. Captura da ontologia b. Codificação da ontologia c. Integração com ontologias existentes 3. Avaliação 4. Documentação 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Defina a competência da ontologia 2. Defina a terminologia da ontologia 3. Especifique as definições e restrições da terminologia 4. Teste a competência da ontologia, provando teorias de completude
METHONTOLOGY (FERNÁNDEZ-LOPEZ; GÓMEZ-PEREZ; JURISTO, 1997)	Metodologia simples de engenharia do conhecimento (NOY; MCGUINNESS, 2001)
<ol style="list-style-type: none"> 1. Especificação 2. Aquisição de conhecimento 3. Conceituação 4. Integração 5. Implementação 6. Avaliação 7. Documentação 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Determinar o domínio e o escopo da ontologia 2. Reutilizar ontologias existentes 3. Enumerar termos importantes na ontologia 4. Definir as classes e a hierarquia de classes 5. Definir as propriedades das classes-<i>slots</i> 6. Definir as facetas dos <i>slots</i> 7. Criar instâncias

Fonte: Stuart (2016, p. 99, tradução nossa).

Ainda quando a seleção de uma metodologia vai depender de aspectos como: o objetivo e tipo da ontologia, experiência do desenvolvedor, entre outros, uma vez analisados

os passos das metodologias expostas no Quadro 18, encontra-se que podem ser concatenadas e/ou agrupadas algumas etapas equivalentes em:

- a) planejamento;
- b) aquisição de conhecimento ;
- c) implementação;
- d) avaliação;
- e) documentação.

O Planejamento visa atividades como a identificação do escopo, do objetivo e do domínio da ontologia que serão determinados pelos usuários e utilizadores da ontologia, nessa etapa pode-se estabelecer também o tipo de ontologia que se pretende desenvolver.

Durante a Aquisição do Conhecimento se contempla que uma vez planejada, sejam definidos os conceitos, termos ou terminologia, atributos, relações ou propriedades igualmente as restrições seguindo o domínio da ontologia, pois esses elementos serão mapeados posteriormente na etapa de implementação. Ressalta-se que a determinação do reuso de ontologias e vocabulários existentes também se considera uma atividade dessa fase de aquisição do conhecimento, pois propiciarão além da interoperabilidade a ampliação de fontes e espaços de busca e elementos de representação dos recursos informacionais.

No que refere ao terceiro passo da Implementação, uma vez determinada a linguagem e o *software* que serão utilizados, busca-se a integração dos elementos identificados e definidos, assim como a sua normalização para que possam ser codificados e em seguida realizada a publicação da ontologia.

Posteriormente, para etapa de avaliação os aspectos, tais como, sintáticos, estruturais, semânticos, de representação e contexto, são descritos por Vrandečić (2009) e podem ser usados para avaliar uma ontologia, mas existem outros critérios para realizar esta validação. Quanto à documentação referida no processo de desenvolvimento da ontologia, esta pode ser anexa ou *embedded* e permitirá que a ontologia seja usada e conseqüentemente reusada, pois abrange questões técnicas, de *design* e de uso, dentre outras.

Vale destacar que, esse conjunto de passos proposto para o desenvolvimento de uma ontologia, não pretende tornar-se uma metodologia, mas sim ser utilizado com fins práticos na construção da ontologia que conterà a polirrepresentação das imagens digitais embasada na estrutura conceitual destes recursos.

6.3 LINKED OPEN VOCABULARIES NOS PROCESSOS DE REPRESENTAÇÃO E RECUPERAÇÃO DE IMAGENS DIGITAIS

Depois de ter sido revisadas as temáticas associadas à Web Semântica e suas tecnologias de igual forma que suas vantagens e propósitos entre outros aspectos teóricos, no que diz respeito às imagens digitais, a Web Semântica possibilitará a representação das informações contidas neste tipo de recursos informacionais (documento visual), uma vez que a descrição do conhecimento contido nas imagens será explícito e, portanto, compreensível pelas máquinas, tornando-se os recursos imagéticos interoperáveis e disponíveis ainda nos seus diferentes formatos e com a complexidade dos seus conteúdos e informações, diminuindo-se com isto a falta de interoperabilidade sintática e semântica durante o processo de anotação de imagens que decorre dos diferentes formatos e aplicativos usados para executar esse processo.

As tecnologias da Web Semântica quando usadas para que uma imagem estática seja semanticamente descrita visam dar uma resposta para a questão associada à representação textual da informação de uma imagem e frente ao: “[...] problema de fazer o conhecimento implícito capturado em imagens mais facilmente processáveis por máquinas e consequentemente disponíveis em outros formatos.”⁵⁸ (SPLENDIANI, 2015, p. 134, tradução nossa).

Além disso, para Splendiani (2015), as tecnologias da Web Semântica apresentam-se como meios eficazes para expressar a semântica de uma imagem mediante a representação sistemática e a definição precisa das informações que existem atrás destes recursos imagéticos.

No que tange aos processos de representação e Recuperação de Imagens Digitais no âmbito das tecnologias da Web Semântica, neste trabalho, tem-se interesse nas ontologias, por isto, no Quadro 19, expõem-se as principais funcionalidades que as Ontologias oferecem quando usadas para auxiliar processos relacionados aos recursos imagéticos, com uma breve descrição e a referência a um exemplo de aplicação.

⁵⁸ [...] the problem of making the implicit knowledge captured in images more easily processable by machines and, consequently, available in other forms.

Quadro 19 – Objetivos das ontologias nos processos de representação e recuperação de imagens digitais

OBJETIVO	DESCRIÇÃO	EXEMPLO
Descrição unificada de recursos de baixo nível	Ontologias são usadas para fornecer um padrão de descrição de recursos de baixo nível.	Ontologias multimídia para MPEG-7. (DASIOPOULOU <i>et al.</i> , 2010)
Ontologia de descrição visual	Ontologias usadas para representar os diferentes tipos de relações entre recursos de imagem, como bordas, linhas e regiões associados a características visuais das imagens. Usadas no processo de análise da imagem.	Análise de imagem para descrição de texto (<i>Image parsing to text description</i>) (YAO <i>et al.</i> , 2010)
Descrição do conhecimento	Ontologias utilizadas para modelar os conceitos e as relações entre eles. Tipicamente, trata-se das abordagens que usam o raciocínio sobre conceitos ou informações contextuais, ou seja, posterior ao processo de análise de imagem. Usadas no processo de interpretação de imagens.	Ontologia de relação espacial para interpretação de imagens usando <i>Fuzzy</i> (HUDELLOT; ATIF; BLOCH, 2008).
Mapeamento semântico	Ontologias usadas para ajudar no mapeamento entre o nível visual e o nível semântico.	Integração de ontologia de conceito e aprendizado multitarefa para anotação de imagens em vários níveis. (FAN; GAO; LUO, 2008)

Fonte: Adaptado de Bannour e Hudelot (2011, p. 212).

A partir dos objetivos apresentados no Quadro 19, verifica-se que as ontologias favorecem o enriquecimento e a descrição das imagens e, portanto, conseqüentemente aprimoram a recuperação, uma vez que a partir da análise da imagem são contemplados os conceitos sintáticos e semânticos contidos em um recurso imagético que posteriormente se representam mediante conceitos e relacionamentos fornecidos pelas ontologias, levando à correspondência entre o nível sintático e o semântico.

Vale destacar que, como foram apresentados nos exemplos, existem diversas ontologias que podem auxiliar o processo de análise, interpretação e até aprendizado de máquina para a representação do conteúdo visual, não visual e de contexto das imagens digitais.

Na construção de uma ontologia, o reuso de ontologias e vocabulários além de permitir estruturar e explicitar o conhecimento, favorece a interoperabilidade dos recursos e vincula os dados no ecossistema do *Linked Data* (LD) na Web. Adicionalmente, evita a duplicação de referências diferentes aos mesmos conceitos.

Nesse cenário dos dados vinculados, surgiu a iniciativa de publicar os dados de forma aberta para que tanto a descrição dos recursos quanto a vinculação a outros possa ser realizada mediante a reutilização e padronização de elementos comuns que fornecem as ontologias e vocabulários para o *Linked Open Data* (LOD) com sua semântica bem definida.

Na busca de vocabulários e ontologias existentes para o domínio e a representação dos recursos, há alguns catálogos tais como: o *Linked Open Vocabularies* (<https://lov.linkeddata.es/dataset/lov/>), o BioPortal (<http://bioportal.bioontology.org/ontologies>) e o JoinUp (<https://joinup.ec.europa.eu>), nos quais podem ser encontrados elementos/metadados necessários para seu reuso. Não obstante, no caso de não existir um vocabulário que satisfaça as necessidades, então ao desenvolver uma nova ontologia recomenda-se reutilizar elementos existentes nesses vocabulários que são amplamente usados.

Vandenbussche *et al.* (2014), analisam e descrevem o LOV e adicionalmente na pesquisa apresentam um resumo que contém a comparação desse vocabulário com Swoogle, Watson, Falcons e Vocab.cc., na qual verifica-se que LOV oferece mais vantagens na maioria das características/critérios comparados, entre os quais se contemplaram: Listagem de Ontologias, Método de Descoberta de Ontologia, Escopo, *Ranking*, Filtragem de domínio, Comentários e revisão, Acesso a serviços Web, SPARQL *endpoint*, Leitura/Escrita, Diretório de Ontologias, Plataforma de aplicativos, Armazenamento, Interação com colaboradores, Acompanhamento de versões e Visualização de relacionamento inter-vocabulário.

Diante disto, a seguir apresenta-se uma definição do LOV e posteriormente algumas das suas características, pois se pretende que a ontologia a construir nesta pesquisa seja publicada posteriormente nesse ambiente e reuse elementos deste.

Para Vandenbussche *et al.* (2014, p. 437, tradução nossa):

O Linked Open Vocabularies, [é] um catálogo de alta qualidade de vocabulários reutilizáveis para a descrição de dados na Web. [...] Ao fornecer uma ampla gama de métodos de acesso a dados (pesquisa de texto completo, SPARQL *endpoint*, API, *dump* de dados ou interface do usuário), o projeto visa facilitar a reutilização de vocabulários bem documentados no

ecossistema Linked Data. A adoção do LOV por muitos aplicativos e métodos mostra a importância de tal conjunto de vocabulários e recursos relacionados para o design de ontologias e a publicação de dados na Web.⁵⁹

Nessa definição do LOV podem ser identificados os elementos que previamente têm sido citados no que respeita ao reuso de vocabulários para a descrição e publicação de dados na Web e sua importância no *design* e na construção de ontologias para o contribuir na vinculação de dados no ecossistema do *Linked Data*.

Um vocabulário no LOV “[...] reúne definições de um conjunto de classes e propriedades (juntas chamadas apenas de termos do vocabulário) [...]. Termos de vocabulários também fornecem os *links* em dados vinculados [...] a linguagem formal que eles usam (algum dialeto de RDF como RDFS ou OWL)”.⁶⁰ (LOV, 2011, tradução nossa). Adicionalmente, cada vocabulário no LOV, termos (classes, propriedades, tipos de dados, instâncias) são indexados e se disponibiliza a busca por texto que pode ser realizada nesses campos.

O ambiente informacional LOV se apoia em uma arquitetura que integra quatro componentes: o relacionado à atualização da versão de cada vocabulário e suas características específicas, o que suporta as atividades de curadoria garantindo a qualidade no LOV, o que oferece diversos métodos e protocolos de acesso aos dados para facilidade de uso e o associado aos métodos de armazenamento e consulta dos dados.

Na Figura 30, mostra-se a tela principal do *Web site* da iniciativa LOV, que contém 660 vocabulários⁶¹, nessa tela indicam-se as últimas inserções e atualizações, categorias de *tags* e uma nuvem dos vocabulários com maior número de vínculos.

⁵⁹ “O Linked Open Vocabularies, a high-quality catalogue of reusable vocabularies for the description of data on the Web. [...] By providing an extensive range of data access methods (full-text search, SPARQL endpoint, API, data dump or UI), the project aims at facilitating the reuse of well-documented vocabularies in the Linked Data ecosystem. The adoption of LOV by many applications and methods shows the importance of such a set of vocabularies and related features for ontology design and the publication of data on the Web.”

⁶⁰ “[...] gathers definitions of a set of classes and properties (together simply called terms of the vocabulary) [...]. Terms of vocabularies also provide the links in linked data [...] the formal language they use (some dialect of RDF such as RDFS or OWL).”

⁶¹ Disponível em: <https://lov.linkeddata.es/dataset/lov/>. Acesso em: 18 mar. 2019.

Figura 30 – Tela página principal LOV

Fonte: (“Linked Open Vocabularies (LOV)”, [s.d.])

A seguir, na Figura 31, pode-se observar a apresentação de resultados quando se realiza uma busca de vocabulário, por exemplo com a palavra “*images*”, para a qual foram exibidos quatro resultados com algumas características como a linguagem e outros sinalizados na mesma Figura 31. Vale destacar que, em LOV, podem ser efetuadas buscas por vocabulários (VOCABS), termos (TERMS), agentes (AGENTS) e LOV *SPARQL Endpoint*.

Figura 31 – Interface de busca e apresentação de resultados

The screenshot shows the LOV search interface. At the top, there are navigation links: VOCABS, TERMS, AGENTS, and SPARQL/DUMP. A search bar contains 'VOCABS' and 'images'. Below the search bar, there are four search results:

- lio - Lightweight Image Ontology** (http://purl.org/net/lio): A Lightweight Ontology for Describing Images @en
- imo - The IMGpedia Ontology** (http://imgpedia.dcc.uchile.cl/ontology): The IMGpedia Ontology provides terms to describe descriptors and similarity relations between images @en
- vra - RDFS Ontology for VRA** (http://smile.mit.edu/2003/10/ontologies/vraCore3#): The VRA Core is a set of metadata elements to describe works of visual culture as well as the images that document them. @en
- pna - Press.net Asset Ontology** (http://data.press.net/ontology/asset/): Press.net Asset Ontology describes news assets (text, images, video, data, etc), the relationships between them and how assets can be classified and semantically annotated. @en

On the right side, there are filter panels:

- Type:** vocabulary (4), property/class >, agent >
- Tag:** Image (3), Press (1)
- Language:** English (4), Spanish (1)

The footer contains 'Linked Open Vocabularies' logo, 'DOCUMENTATION' (About, API documentation, Source code, Contact), 'PUBLICATION' (Semantic Web Journal '18, ERCIM News '14, Library HI Tech '13), and 'Hosted by the Ontology Engineering Group - UPM'.

Fonte: (“Linked Open Vocabularies (LOV)”, [s.d.]

Ao selecionar um dos vocabulários mostrados nos resultados, na Figura 32 (a) pode ser visto como se detalham metadados do vocabulário/ontologia escolhido, nesse caso, apresentam-se os da ontologia *Lightweight Image Ontology* (lio).

Figura 32 – Detalhe de um vocabulário entregue como resultado da busca

The figure shows two screenshots of the LOV interface for the 'Lightweight Image Ontology (lio)'.
 Screenshot (a) displays the metadata page for 'lio'. It includes fields for URI (http://purl.org/net/lio), Namespace (http://purl.org/net/lio/), Description (A Lightweight Ontology for Describing Images @en), Language (English), and Creator (Margaret Warren, Paul Hayes). It also shows statistics (Classes: 2, Properties: 14, Instances: 2) and expressivity (RDF, RDFS, OWL).
 Screenshot (b) shows the graph view for 'lio'. It displays 0 Incoming Links and 5 Outgoing Links. The graph shows connections to 'xsd', 'rdf', 'dcterms', and 'rdfs'. Below the graph is a 'Vocabulary Version History' chart showing versions from 2014-02-02 to 2014-02-18.

Fonte: (“Linked Open Vocabularies (LOV)”, [s.d.]

Adicionalmente, na Figura 32 (b), podem observar-se os vínculos de cada vocabulário tanto de entrada (*incoming links*) quanto de saída (*outgoing links*) com outros vocabulários ou ontologias, igualmente o número de classes, propriedades, tipos de dados, instâncias, conjuntos de dados que têm usado esse vocabulário no LOD, e o histórico de versões do vocabulário, dentre outros.

Posteriormente, foram buscados no LOV, vocabulários associados às imagens digitais para determinar a existência daqueles que poderão ser considerados/reusados no desenvolvimento da ontologia que implementa a estrutura conceitual de polirrepresentação dos conteúdos e informações dos recursos imagéticos para a Web Semântica. Para isto, os termos de busca utilizados inicialmente no ambiente LOV foram: *image*, *images* e “*digital images*”, seguidamente e pretendendo ampliar os resultados obtidos se usaram os termos: *visual*, *picture*, *photo* e *photography*. As ontologias e vocabulários encontrados estão listados no Quadro 20.

Quadro 20 – Ontologias e vocabulários encontrados no LOV relacionados às imagens digitais

TERMO DE BUSCA (quantidade resultados)	RESULTADOS	DESCRIÇÃO ADAPTADA DE LOV (2011, não paginado, tradução nossa)
image (2)	lio - <i>Lightweight Image Ontology</i>	Ontologia para descrever imagens.
	arp - <i>Arpenteur Ontology</i>	Dedicada às comunidades de fotogrametria, arqueologia e oceanologia para realizar tarefas como processamento de imagens, fotogrametria e modelagem.
images (4)	lio - <i>Lightweight Image Ontology</i>	-----
	imo - <i>The IMGpedia Ontology</i>	Fornecer termos para descrever descritores e relações de similaridade entre imagens.
	vra - <i>RDFS Ontology for VRA</i>	O VRA Core é um conjunto de elementos de metadados para descrever trabalhos de cultura visual, bem como as imagens que os documentam.
	pna - <i>Press.net Asset Ontology</i>	Descreve os <i>assets</i> de notícias (texto, imagens, vídeo, dados, etc.), as relações entre eles e como os <i>assets</i> podem ser classificados e semanticamente anotados.
digital images (13)	lio - <i>Lightweight Image Ontology</i>	-----
	imo - <i>The IMGpedia Ontology</i>	-----
	vra - <i>RDFS Ontology for VRA</i>	-----

TERMO DE BUSCA (quantidade resultados)	RESULTADOS	DESCRIÇÃO ADAPTADA DE LOV (2011, não paginado, tradução nossa)
	pna - <i>Press.net Asset Ontology</i>	-----
	identity - <i>Ontology of digital identity</i>	Ontologia da identidade digital.
	odrl - <i>The Open Digital Rights Language (ODRL) Ontology</i>	Ontologia da linguagem de direitos digitais abertos, na qual a ODRL fornece mecanismos flexíveis e interoperáveis para apoiar o uso transparente e inovador de conteúdo digital na publicação, distribuição e consumo de mídia digital em todos os setores e comunidades.
	cro - <i>Copyright Ontology</i>	A Ontologia de Direitos Autorais é uma contribuição voltada para o desenvolvimento de sistemas de Gerenciamento de Direitos Digitais (DRM) com reconhecimento de direitos autorais.
	dicom - <i>Healthcare metadata - DICOM ontology</i>	Ontologia para metadados de assistência médica - especialmente metadados encontrados em arquivos DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine).
	foaf - <i>Friend of a Friend vocabulary</i>	FOAF é um projeto dedicado a vincular pessoas e informações usando a Web. Independentemente da informação estar em documentos físicos ou digitais, ou na forma de dados factuais, ela pode ser vinculada.
	pav - <i>Provenance, Authoring and Versioning</i>	O PAV é uma ontologia leve para rastrear a proveniência, criação e versionamento. O PAV é especialista na ontologia de proveniência do W3C (PROV-O) para descrever autoria, curadoria e criação digital de recursos online.
	chord - <i>The OMRAS2 Chord Ontology</i>	Primeiro esboço de uma ontologia de acordes baseada no trabalho do Centro de Música Digital, Queen Mary, Universidade de Londres. Ele foi criado como parte do projeto OMRAS2 e destina-se a fornecer um vocabulário comum e versátil para descrever acordes e sequências de acordes em RDF.
	opmo - <i>Open Provenance Model</i>	Contempla um Modelo de Proveniência Aberto projetado para atender seis requisitos, como: troca de informações entre sistemas, compartilhamento de ferramentas, independência de tecnologia, apoio da representação digital de qualquer recurso, coexistência de múltiplos níveis de descrição e definição de regras para a representação da proveniência.
	cl - <i>Cinelab ontology</i>	O projeto <i>Advene</i> visa fornecer um modelo e vários formatos para compartilhar anotações sobre documentos de vídeo digital (filmes, cursos, conferências, etc.).
visual (4)	va - <i>The Visual Analytics Vocabulary</i>	Este vocabulário permite a descrição semântica de aplicativos analíticos visuais. Baseia-se no Vocabulário

TERMO DE BUSCA (quantidade resultados)	RESULTADOS	DESCRIÇÃO ADAPTADA DE LOV (2011, não paginado, tradução nossa)
		de Cubo de Dados RDF e na Ontologia Integrada de <i>Semanticscience</i> .
	<i>vmm - Visual Modeling tool Model</i>	Esse vocabulário representa a estrutura básica de algumas ferramentas UML, mas não exclui outras que permitem usar outras linguagens visuais para modelar sistemas de <i>software</i> ou outras entidades.
	<i>frappe - FraPPE: Frame, Pixel, Place, Event vocabulary</i>	FraPPE é um vocabulário para permitir operações do Visual Analytics em dados geoespaciais variáveis no tempo. Ao ativar os instrumentos do Visual Analytics, o FraPPE facilita as operações de captura, correlação e comparação de dados geoespaciais de diferentes fontes que evoluem com o tempo.
	<i>vra - RDFS Ontology for VRA</i>	-----
picture (1)	<i>exif - Exif data description vocabulary</i>	Vocabulário para descrever dados de imagem no formato Exif. Todas as <i>tags</i> Exif 2.2 são definidas como propriedades RDF, além de vários termos para ajudar esse esquema.
photo (0)	-----	-----
photography (0)	-----	-----

Fonte: Autoria própria.

Ao analisar os resultados, conforme Quadro 20, observa-se que foram obtidas dezoito (18) ontologias/vocabulários diferentes, dos quais para continuar na análise, foram descartadas aquelas sem relação às imagens digitais e vinculadas aos domínios específicos não relacionados como: *chord, cl, va, vmm, frappe*.

Do novo grupo reduzido, seis (*identify, odrl, cro, foaf, pav, opmo*) descrevem elementos associados a recursos digitais em geral, mas sem características próprias relacionadas ao conteúdo visual sintático ou semântico da imagem digital, essas ontologias abrangem aspectos de: identidade digital, proveniência, direitos autorais e vinculação de pessoas que podem ser usadas nas informações de contexto e não visuais das imagens digitais.

Das outras sete, *dicom, arp* e *exif* se referem principalmente a especificidades da captura como condições de configuração e parâmetros (por exemplo, luminosidade, tempo de exposição, lente, equipamentos, etc.) usados para imagens de domínios específicos da medicina, fotogrametria e de algumas câmeras digitais que usam o formato *exif*.

As ontologias restantes ainda que relacionadas na sua descrição com às imagens digitais, também fazem parte da interseção de alguns resultados entregados pelos diferentes termos de busca, e compõem o conjunto de resultados pelo termo *images*, sendo elas: *lio*, *imo*, *pna* e *vra*, e serão descritas a seguir.

a) *lio*⁶²

Ontologia leve para descrever imagens, contém a classe *Image*, a qual é uma subclasse de *PictorialElement* (Elemento Pictórico), e uma propriedade ou aspecto de uma imagem pode ser considerado um objeto pictórico para os autores desta ontologia, quando pode ser apreendido apenas pela visão, ou seja, aquelas características visuais da imagem. Adicionalmente, inclui dezoito (18) propriedades, sendo que 13 são de tipo objeto e 5 do tipo de dado.

No que tange as de tipo objeto, nove (9) dessas estão associadas a elementos pictóricos, sendo estas: *depics*, *lookslike*, *hasArtisticElement*, *hasInForeground*, *conveys*, *usesPictorially* e *hasInBackground*, e as outras referem-se a algumas informações de contexto, portanto se vinculam com *Thing* como são: *hasPictorialBackground*, *hasDepictedBackground*, *hasSetting* e *shown*.

As propriedades de tipo de dado da ontologia *lio* são de tipo cadeia de caracteres (*string*), entre as quais se encontram: *hasTag*, *technique*, *location*, *materials* e *style*.

b) *imo*⁶³

Esta ontologia fornece descritores e relações de similaridade das e entre as imagens, e propõe seis classes: *Image* (subclasse de *ImageObject* e *StillImage*), *Image Relation*, *Descriptor*, *ColourLayoutDescriptor*, *GrayHistogramDescriptor* e *HistogramofOrientedGradient*.

Como propriedades de tipo objeto têm oito (8): *appearIn* (quando aparece num artigo de Wikipedia), *associatedWith* (se a imagem está relacionada a um recurso de DBPedia),

⁶² Disponível em: <http://purl.org/net/lio>.

⁶³ Disponível em: <http://imgpedia.dcc.uchile.cl/ontology>.

describes, *fileURL*, *similar*, *sourceImg*, *targetImg* e *usesDescriptor*. Adicionalmente, entre as propriedades de tipo dado se listam: *distance* (do tipo *float*), *height* (em *pixel* do tipo *integer*), *value* (do descritor de tipo *string*) e *width* (em *pixel* do tipo *integer*).

c) *pna*⁶⁴

Esta ontologia de *assets* (recursos/ativos) descreve recursos de notícias que podem ser textos, imagens, vídeos, dados, entre outros, também se apresentam as relações entre eles. Contêm quatro classes: *Asset*, *Image*, *Text* e *Video*. Entre suas propriedades de objeto encontram-se: *hasThumbnail*, *associatedAsset*, *derivedFrom* e *hasTranscrip*. E como propriedades de tipo dado: *byline*, *created*, *embargoedUntil*, *modified*, *published*, *summary* e *title*.

d) *vra*⁶⁵

Esse conjunto de metadados tem como finalidade a descrição dos trabalhos de cultura visual de igual forma que as imagens que documentam estes. Nesta ontologia existe uma superclasse *Record* para as classes *Work* e *Image* e adicionalmente outras quatro classes tais como: *Series*, *Corporation*, *Entity* e *LargerEntity*. No que diz respeito às quarenta e oito (48) propriedades contidas neste vocabulário, somente uma (1) é do tipo objeto: *subject*, as demais referem-se na sua maioria aos atributos de descrição dos recursos e são armazenados nas propriedades de dados do tipo literal. Entre algumas delas podem se listar: *style/period*, *culture*, *date*, *school*, *technique*, *movement*, *resolution*, entre outras.

Depois de analisados estas ontologias e vocabulários, pode-se observar que a vinculação com outros é baixa e que na sua maioria, as informações para descrever os recursos imagéticos seguem uma perspectiva de banco de dados no que se refere aos tipos de dados usados que não adiciona semântica nem favorece interoperabilidade. Adicionalmente, verifica-se a necessidade e aporte que pode trazer uma ontologia ao contemplar os diversos

⁶⁴ Disponível em: <http://data.press.net/ontology/asset/>.

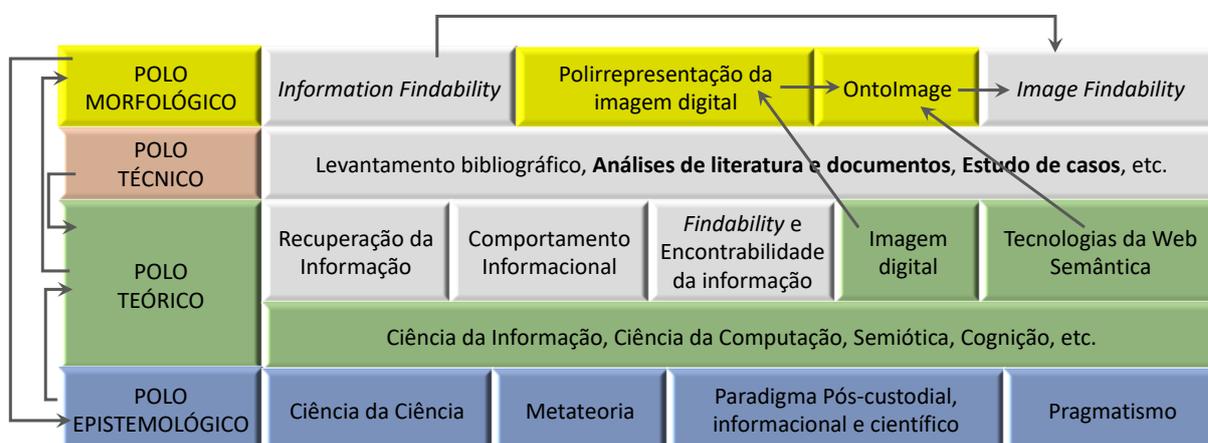
⁶⁵ Disponível em: <https://lov.linkeddata.es/dataset/lov/vocabs/vra/versions/2003-10-14.n3>.

conteúdos e informações das imagens digitais que propiciarão a representação e recuperação destes recursos no contexto da Web Semântica.

O capítulo seguinte, do mesmo modo que o quatro e o oito, contém os resultados e discussões que se derivam do processo investigativo realizado, constituindo-se como componente do polo morfológico, pois nele serão descritas principalmente as propostas de polirrepresentação no âmbito da análise documental e a descrição semântica das imagens digitais mediante uma ontologia OWL.

CAPÍTULO 7

POLIRREPRESENTAÇÃO E DESCRIÇÃO SEMÂNTICA DAS IMAGENS DIGITAIS



7 POLIRREPRESENTAÇÃO E DESCRIÇÃO SEMÂNTICA DAS IMAGENS DIGITAIS

Nesta seção será apresentada uma proposta em nível conceitual da polirrepresentação da imagem digital que contempla o conteúdo visual e a informação não visual e de contexto destes recursos, pois uma representação da imagem mais completa, ou seja, com mais componentes, pode contribuir principalmente nos processos de recuperação e *findability*.

Seguidamente, com o uso das Tecnologias da Web Semântica, descreve-se a implementação e o enriquecimento semântico da polirrepresentação da imagem digital, com a finalidade de possibilitar a estruturação da informação, a interoperabilidade e conseqüentemente a recuperação e *findability* dos recursos imagéticos, além de propiciar a ampliação e vinculação de fontes de consulta com resultados contextualizados às necessidades informacionais dos usuários.

Ao final deste capítulo apresenta-se a Findability das imagens digitais elencada com a definição proposta de *Information Findability* discutida previamente no capítulo quatro e detalham-se aspectos da Recuperação e do Comportamento de busca das Imagens Digitais que permitiram construir e propor um conceito e modelo de *Image Findability*.

7.1 PROPOSTA DE UMA ESTRUTURA CONCEITUAL PARA POLIRREPRESENTAÇÃO DA IMAGEM DIGITAL

Após revisados os aspectos relacionados à representação, principalmente das imagens digitais como recursos informacionais, objeto de estudo desta pesquisa, no capítulo cinco, percebeu-se que, a análise documental compreendida pela análise formal de dados e a análise de conteúdo, oferece subsídios para a representação da informação e, portanto, será utilizada com este intuito nas imagens digitais, como recursos informacionais, pois, estes requerem a leitura de diversos tipos de informações ou elementos que pela natureza e níveis de abstração e o conhecimento demandados precisam ser contempladas nos processos ou as operações efetuadas por sujeitos e/ou máquinas e que, posteriormente mediante técnicas poderão materializar-se.

A análise formal de dados contempla principalmente a descrição bibliográfica dos recursos informacionais mediante elementos que permitam sua identificação como por exemplo, o DOI, o nome, etc., igualmente determina características tais como: as físicas

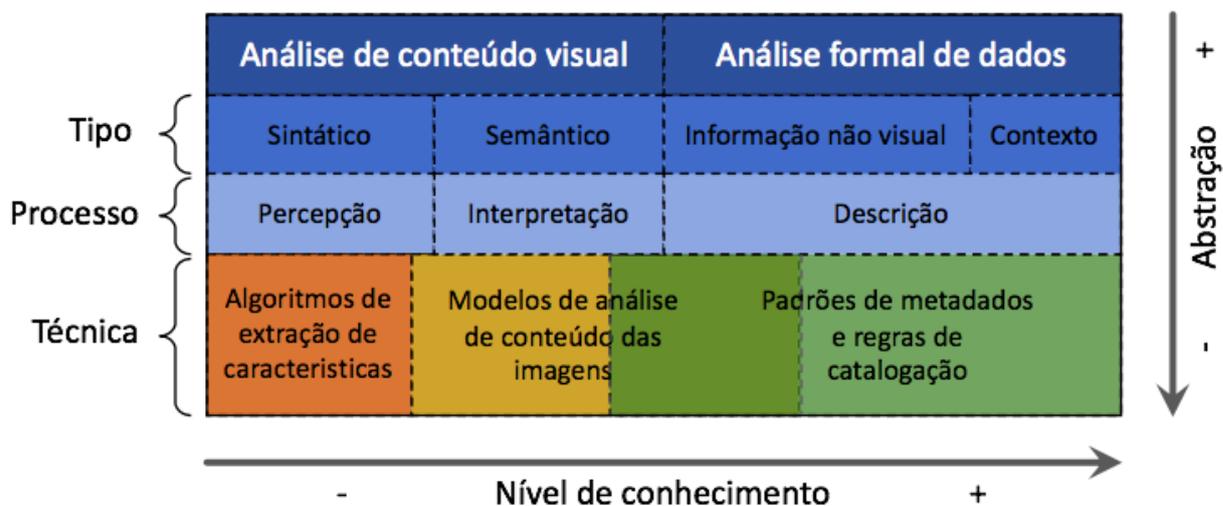
(formato, tipo, etc.), as de publicação (local, data, etc.), de autoria (autor, editor, etc.) entre outras (SPLENDIANI, 2015). Essas informações são relevantes para o acesso, recuperação e *findability* das imagens, ainda que não façam parte da informação visível desses recursos, e será nomeada como informação extrínseca ou não visual. Outras informações próprias da imagem, associam-se ao contexto, sendo de interesse nesta pesquisa, a representação daquelas que indicam o relacionamento da imagem com outros recursos textuais ou imagéticos.

A análise do conteúdo, além de identificar os elementos visuais contidos na imagem, também estuda o significado destes elementos na imagem sob faceta social e de dados. Os elementos visuais como as características de cor, textura, assim como a identificação mediante a percepção de objetos e componentes da imagem entre outras informações visíveis referem-se ao conteúdo sintático das imagens digitais. Enquanto que, o significado dado aos elementos contidos na imagem no processo de interpretação faz parte da informação ou conteúdo semântico da imagem digital.

Representar a informação de uma imagem digital tem uma maior complexidade se comparada com a representação de um documento textual, pois, esse processo nas imagens requer a leitura dos diferentes tipos de informação ou conteúdo a representar, que podem ser: sintático, semântico, não visual e de contexto.

A seguir, apresenta-se na Figura 33 uma proposta para a representação da imagem digital no âmbito da análise documental seguindo a escola francesa, a qual surge da revisão de modelos e elementos identificados durante a o desenvolvimento desta pesquisa e que, como pode observar-se na camada superior, inicia-se com a classificação da análise documental em: análise formal de dados e análise de conteúdo, as quais foram apresentadas no capítulo cinco, seguidamente apresenta-se a relação existente entre a camada que indica os tipos de informação a ser contemplada na representação e cada uma das análises previamente descritas.

Figura 33 – Representação da imagem digital no âmbito da análise documental



Fonte: Autoria própria.

Na Figura 33, pode-se ressaltar que são apresentadas a percepção, a interpretação e a descrição para se referir aos processos envolvidos para a geração dos tipos de informação mencionados, esses processos podem ser realizados pelas máquinas e/ou pelos humanos.

No que se refere ao conteúdo sintático, este é associado à percepção e requer um menor nível de conhecimento de quem realiza esta operação, pois, dependerá do que se percebe pelos sentidos (por exemplo, sistema visual nos humanos) ou pode ser extraído por algoritmos computacionais (técnica) mediante o processamento digital da imagem e também contemplado por alguns modelos de análise de conteúdo das imagens (técnica).

Vale destacar, que o uso do termo ‘técnica’⁶⁶ foi utilizado para referir-se a métodos, algoritmos, instrumentos e outras operações que permitiram ‘concretizar’ a representação da imagem digital, ou seja, no sentido prático.

O nível do conhecimento aumenta para realizar o processo de interpretação, estando relacionado à representação do conteúdo semântico, que como foi dito contempla aspectos sociais e dos dados para dar significado ao conteúdo, para isto poderão ser usados igualmente alguns outros elementos contemplados pelos modelos de análise de conteúdo das imagens.

Os padrões de metadados e as regras de catalogação são consideradas também na Figura 33 como técnicas, porque oferecem o conjunto de métodos que permitem a descrição

⁶⁶ Conjunto de procedimentos e recursos que uma ciência ou arte é servida. Pertencente ou relacionado às aplicações das ciências e das artes (ASALE, [s.d.]).

da informação não visual e de contexto das imagens digitais. Além disso, ao encontrar-se as técnicas na camada inferior, seu nível de abstração é menor porque podem ser consideradas mecanismos de abstração que abordam a complexidade e materializam a representação dos recursos imagéticos.

Resumindo, a Figura 33, com as diferentes “camadas” ou níveis de abstração busca representar os diferentes tipos de informação ou conteúdo que poderão ser obtidos mediante processos objetivos ou com subjetividade, desde a percepção até a descrição perpassando pela interpretação com níveis de conhecimentos requeridos e maiores em cada uma das camadas, esses níveis estarão associados às operações manuais e automáticas com que sejam realizados. Para isto, são usadas técnicas como os algoritmos de extração de características, os modelos de análise de conteúdo das imagens, os padrões de metadados e as regras de catalogação entre outros métodos, com a finalidade de instanciar a representação da imagem digital no âmbito da análise documental.

Cabe destacar, que esta proposta busca contribuir em futuras pesquisas relacionadas com a análise e representação das imagens digitais e orientar a criação da estrutura conceitual de representação que será apresentada a seguir.

Além da representação de informações e de conteúdo sintático, semântico, não visual e de contexto das imagens digitais e que já foram descritos, existem outros elementos a ser considerados, como as necessidades informacionais dos usuários. Diante disto, o conceito de polirrepresentação de Ingwersen (1996), apresentado na introdução, reúne além desses tipos de informações de representação do recurso informacional, essas necessidades, buscando, entre outros, favorecer a recuperação e a busca da informação.

Nessa definição, da polirrepresentação, foram sublinhados elementos que permitem, de forma resumida, afirmar que ao agrupar os diferentes métodos de representação dos recursos informacionais para ampliar a descrição deste, e o uso de diversas técnicas de Recuperação da Informação contemplando às necessidades do usuário, a Recuperação da Informação será fortalecida.

Nesse contexto, encontra-se uma dicotomia no conceito exposto, do lado do usuário e do lado do sistema, na qual previamente para Ingwersen (1994, p. 36, tradução nossa), “A

polirrepresentação do lado do sistema e do lado do usuário é considerada como fornecedora das estruturas de acesso aprimoradas para todos os atores durante a interação da RI.”⁶⁷

Adicionalmente, como um dos princípios da Organização do Conhecimento, que visam atingir os problemas comuns da busca e da Recuperação da Informação, Hjørland (1994) destaca o conceito supracitado de polirrepresentação.

A polirrepresentação se torna relevante quando se pretende fornecer e aprimorar a Recuperação da Informação desde suas diversas óticas, sejam estas, a física, a cognitiva e a pragmática, pois não só centra a atenção na descrição do recurso informacional, nas necessidades do usuário ou nas técnicas usadas pelo sistema para recuperar, mas sim, as abrange todas com suas sinergias.

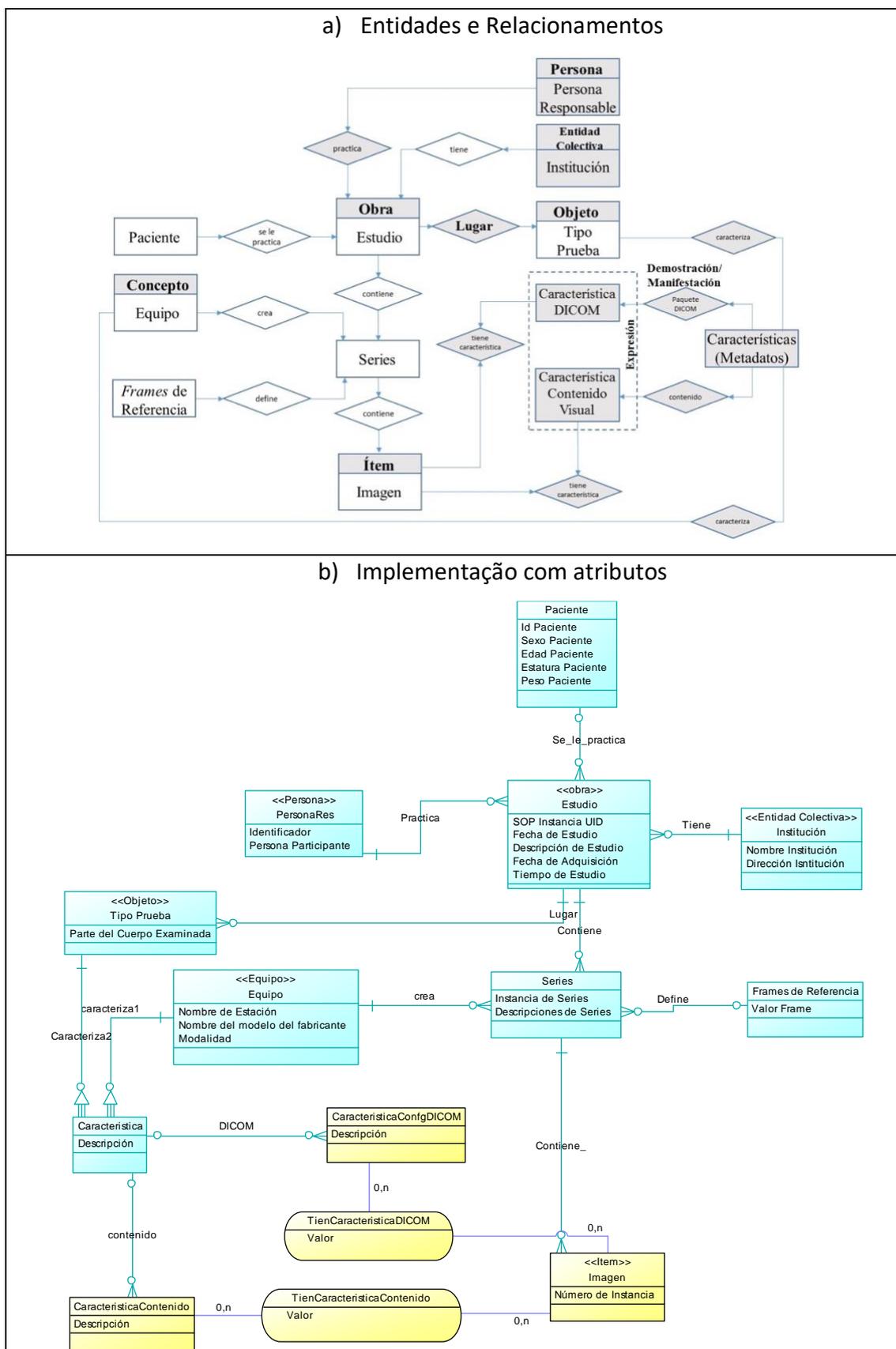
Depois de serem compreendidas as informações contidas nas imagens digitais e as diversas técnicas, os modelos e os padrões de metadados, dentre outros subsídios teóricos e tecnológicos para a representação desses recursos, propõe-se a polirrepresentação das imagens digitais, usando para isto um esquema entidade-relacionamento como estrutura conceitual.

O modelo entidade-relacionamento permite a modelagem de conceitos por meio de entidades que contêm atributos comuns que as descrevem, e se conectam com outras entidades mediante relações/relacionamentos que indicam as ações que as vinculam. Os diagramas obtidos usando o modelo entidade-relacionamento podem ser transformados ou implementados como um esquema relacional para bancos de dados, em uma ontologia/vocabulário, como conjuntos de dados, ou convertidos em padrões de metadados, dentre algumas estratégias de materialização a serem desenvolvidas na camada de persistência da informação.

Vale destacar que, em estudos iniciais desenvolvidos no doutorado, foi proposta uma representação conceitual que integrou o conteúdo visual, a informação de contexto e não visual das imagens do âmbito médico e o padrão DICOM (ROA-MARTINEZ; VIDOTTI; JORENTE, 2016), a qual se mostra na Figura 34 (a) como entidades e relacionamentos e na Figura 34 (b) implementada com atributos.

⁶⁷ Polyrepresentation on both the system side and the user side is assumed to provide improved access structures for all the actors during IR interaction.

Figura 34 – Diagrama conceitual entidade-relação proposto para a gestão e representação de imagens medicas digitais



No diagrama conceitual proposto para a representação de imagens médicas digitais da Figura 34, pode-se observar a integração de elementos descritivos contidos em padrões de metadados amplamente usados para a descrição de recursos informacionais, entre eles o padrão DICOM, o qual principalmente contém metadados administrativos, as características visuais, elementos do modelo de Requisitos Funcionais para Dados Imagéticos Digitais (RFDID) e do marco de referência *Functional Requirements for Bibliographic Records* (FRBR), os quais mediante o modelo entidade-relacionamento permitiram representar informação textual relacionada ao contexto e conteúdo visual.

Neste contexto, a partir desta primeira representação conceitual se visa generalizar as imagens digitais de diversos campos e inserir outros tipos de conteúdos, informações e elementos identificados no percurso desta pesquisa, os quais foram descritos no capítulo da imagem digital e posteriormente contemplados no âmbito da análise documental.

Adicionalmente, na construção desta estrutura conceitual, além da análise e revisão teórica e epistemológica dado pelo embasamento e trabalhos prévios relacionados, foram estudados oito (8) ambientes informacionais digitais que recuperam imagens digitais. O objetivo deste estudo foi determinar aqueles elementos que se mostravam com as imagens recuperadas durante a busca, pois estes igualmente às filtagens permitidas dos resultados podem indicar o que se encontra armazenado e representado das imagens nesses ambientes.

Os ambientes pertencem a diversos âmbitos, entre eles comerciais, culturais e acadêmicos, para imagens gerais ou específicas de diferentes espectros e domínios. No Quadro 21, podem-se observar as fontes consultadas e as informações que se encontraram nos resultados junto às imagens recuperadas, a marcação X indica a existência dessa informação nos resultados, a O que em alguns casos se mostra mas em outros não, ou seja, considera-se opcional e a V se refere a que pode ser múltiplo o valor retornado por este atributo ou descritor da imagem.

Quadro 21 – Informações com os resultados em ambientes informacionais digitais que recuperam imagens

INFORMAÇÃO	FONTES CONSULTADAS							
	GETTYIMAGES https://www.gettyimages.es/	SHUTTERSTOCK https://www.shutterstock.com/	CARTOONBANK https://cartoonbank.com/home	GOOGLE IMAGE https://www.google.es/imghp?hl=es	SCIENCE SOURCE https://www.sciencesource.com	OPEN I https://openi.nlm.nih.gov/	CELL IMAGE LIBRARY http://www.cellimagelibrary.org/home	EUROPEANA https://www.europeana.eu/portal/es
Créditos / autor	X	X	X	O	X	V	X	
Coleção / categoria	X	X						X
Data de criação	O							X
Tipo de licença	X				X	X	X	
Tamanho do arquivo	O		X	X	X		X	X
Localização	O							X
Descrição / Resumo	X	X		O	X	X	X	
Identificador	V	X	V		V			O
Palavras-chave / tags		X	X		X			X
Data de publicação			O					X
Título			X	O	X	X		X
Extensão de arquivo / formato			X					X
Artista			X					
Editor / agregador			X					
Proveniência / Fonte de extração				X			X	X
Restrição de uso					X			
Afiliação						X		X
Relacionado em						X		X
Detalhes técnicos							O	
Citação (DOI, ARK)							X	
Tipo de imagem							X	X

X: obrigatorio. O:opcional. V: múltiplo valor

Fonte: Autoria própria.

A maioria desses ambientes consultados permite somente a busca por texto e em inglês, mas em todos os ambientes os resultados foram imagens e alguma informação relacionada. Na revisão dessas informações foram agrupados itens como coleções com categorias, palavras-chave com *tags* entre outros que foram listados.

FILTRAGENS	FONTES CONSULTADAS							
	GETTYIMAGES https://www.gettyimages.es/	SHUTTERSTOCK https://www.shutterstock.com/	CARTOONBANK https://cartoonbank.com/home	GOOGLE IMAGE https://www.google.es/imghp?hl=es	SCIENCE SOURCE https://www.sciencesource.com	OPEN I https://openi.nlm.nih.gov/	CELL IMAGE LIBRARY http://www.cellimagelibrary.org/home	EUROPEANA https://www.europeana.eu/portal/es
Idioma								X
ORGANIZAR POR								
Melhor resultado / mais relevante	X	X						
Mais recente	X	X				X		
Mais antigo	X					X		
Mais popular	X							
Tipo (tratamento, diagnóstico,						X		

Fonte: Autoria própria.

Vale destacar, que os elementos contidos no Quadro 21 e no Quadro 22 se constituem como parte dos atributos específicos ou instâncias que contemplam os tipos de conteúdo e informações a representar da imagem digital expostos na Figura 33, ou seja, no âmbito documental. Esses elementos complementam os outros já discutidos e contribuem na construção do diagrama entidade-relacionamento da estrutura conceitual da polirrepresentação da imagem digital que será descrita a seguir.

A proposta da estrutura conceitual para a polirrepresentação da imagem digital visa contemplar:

- os descritores visuais (conteúdo visual) das imagens obtidas automaticamente por meio de técnicas de extração de características para representar o conteúdo visual sintático;
- os elementos dos modelos de análise de conteúdo de imagem para representar conteúdo visual, especialmente conteúdo semântico;
- a informação não visual e de contexto a representar principalmente mediante padrões de catalogação e/ou padrões de metadados utilizados para descrever

recursos informacionais. Vale destacar que, essa informação não visual e de contexto também está contemplada pela maioria dos modelos de análise de conteúdo expostos e pela análise formal de dados.

Adicionalmente, como complemento desta estrutura conceitual, a representação das imagens contemplará os aspectos relacionados ao comportamento de busca da informação que permitam atingir o conceito de polirrepresentação, com a finalidade de aprimorar a Recuperação das Imagens Digitais e especificamente a *Findability* das Imagens Digitais.

Com respeito aos descritores visuais, esses dependem da natureza da imagem digital a ser representada. Os algoritmos de extração de características são técnicas usadas para extrair os atributos ou características visuais (conteúdo visual) como cor, textura ou forma conforme a natureza da imagem, por exemplo, no caso das imagens médicas, os algoritmos mais usados em imagens de raio-X são os de textura, enquanto que para aplicações de controle de qualidade sobre imagens de frutos, os que aportaram mais informação são os algoritmos extratores de características cromáticas.

O Quadro 23 apresenta as entidades participantes que se referem ao conteúdo visual baseado em características visuais, o qual será nomeado como Conteúdo Sintático, que pode ser obtido principalmente como foi dito pelos algoritmos de extração de características. Adicionalmente, a partir da concepção da entidade ImagemDigital, neste quadro se incluem os relacionamentos estabelecidos entre as entidades associadas ao conteúdo sintático e essa entidade bem como os atributos desta relacionados ao conteúdo sintático.

Quadro 23 – Entidades, relacionamentos e atributos associados ao conteúdo sintático

ENTIDADE/RELACIONAMENTO/ATRIBUTO	DESCRIÇÃO
ENTIDADES RELACIONADAS À ENTIDADE ImagemDigital	
CaracterísticaVisual	Refere-se à informação das características visuais de baixo nível extraídas da imagem relacionadas p.e. cor, textura, etc.
TipoTécnica	Tipo de técnica utilizada na produção e também na extração das características visuais da imagem, p.e. espectro de luz como raios X, fotografia, histograma, transformada de <i>wavelet</i> etc.
RELACIONAMENTOS COM ENTIDADE ImagemDigital	
temCarVis	Relacionamento que indica as características visuais que têm ou foram extraídas de uma imagem digital.
temTipoTec	Este relacionamento indica o tipo de técnica das imagens digitais.
ATRIBUTOS DA ENTIDADE ImagemDigital	
tamanho	Refere-se ao tamanho da imagem que pode ser em <i>pixels</i> (soma de todos os <i>pixels</i> contidos nas filas e colunas) p.e. o tamanho de uma fotografia digital pode ser 1024 x 683 = 699.392 <i>pixels</i> . Pode ser usado para armazenar o tamanho físico da imagem digital (geralmente em cm) ou o tamanho do arquivo em bytes.
resolução	Relação entre o tamanho em <i>pixels</i> de uma imagem (depende do dispositivo de captura) e suas dimensões físicas, se expressa em pixels por polegada, dpi ou ppp.
orientação	Descreve o tipo de orientação da imagem digital que pode ser horizontal ou vertical.
distribuiçãoGlobal	Visa classificar as imagens com base no seu conteúdo global e é medida em termos de características perceptivas de baixo nível.
estruturaLocal	Relacionado à extração e caracterização dos componentes da imagem em um nível básico de percepção.
composiçãoGlobal	Refere-se ao arranjo ou <i>layout</i> espacial dos elementos na imagem.

Fonte: Autoria própria.

Ainda no conteúdo sintático, vale ressaltar que nos modelos formais para a análise de imagens descritos, o modelo de Panofsky (1955), apresenta-se como o fundamento dos outros modelos estudados como o de Shatford (1986), de Smit (1996), o de Jaimes e Chang (2000), e

o de Jørgensen (1996). Pois, nestes modelos, uma vez analisados e comparados, encontrou-se que todos estabelecem níveis ou camadas de descrição das imagens, ainda que em alguns casos como o modelo piramidal (JAIMES; CHANG, 2000), sejam mais níveis de especificidade e de tipos de conteúdo e informação contemplados com respeito ao modelo iconográfico e iconológico. No entanto, há uma correspondência evidente entre esses níveis de descrição das imagens.

Neste contexto, os níveis pré-iconográfico, iconográfico e iconológico (PANOFSKY, 1955) correspondem ao perceptivo e interpretativo (JØRGENSEN, 1996) e igualmente há uma analogia com as camadas agrupadas no sintático-perceptivo e semântico-conceitual (JAIMES; CHANG, 2000). Diante disso, ainda que o conteúdo visual da imagem se situe em níveis terminologicamente diferentes, as concepções desses modelos são complementares e não contraditórias, permitindo assim, uma representação explícita do conteúdo visual e da informação não visual e de contexto.

Por conseguinte, visando inserir na representação da imagem digital, o conteúdo visual sintático perceptivo que não pode ser obtido pelos algoritmos (conteúdo sintático automático), contemplado pelos modelos de análises mencionados, adicionaram-se no Quadro 23, atributos dos primeiros quatro níveis da categoria baseada em elementos sintáticos propostos por Jaimes e Chang (2000), que foram: distribuição global, composição global, estrutura local, bem como a entidade tipo de técnica da imagem digital.

Adicionalmente, no Quadro 23, observam-se o tamanho, a resolução e a orientação, pois pertencem ao conteúdo sintático que pode ser obtido automaticamente ao igual que as características visuais (p.e. tamanho) ou percebido pelos humanos como no caso da orientação (vertical ou horizontal).

No tocante ao conteúdo semântico, ou seja, que requer interpretação, mas que também foi contemplado nos modelos de análise da imagem, especificamente no de James e Chang (2000), nos outros seis níveis associados à categoria semântica ou de conceito visual, encontram-se os elementos tais como: as cenas (genérica, específica ou abstrata) e os objetos (genéricos, específicos ou abstratos) que contêm as imagens. No Quadro 24, apresentam-se as entidades e relacionamentos que contemplam a representação do conteúdo semântico baseado nos modelos de análise de imagens.

Quadro 24 – Entidades e relacionamentos associados ao conteúdo visual semântico

ENTIDADE/RELACIONAMENTO/ATRIBUTO	DESCRIÇÃO
ENTIDADES RELACIONADAS À ENTIDADE ImagemDigital	
Objeto	Armazena características dos objetos contidos na imagem.
Cenário	Refere-se à vinculação de cenas existentes na imagem.
Pessoa	Pessoas que podem fazer parte do conteúdo da imagem.
Localização	Dados associados à localização por exemplo do tipo lugar, coordenadas, órgão, etc., que possam ser visualizadas na imagem.
RELACIONAMENTOS COM ENTIDADE ImagemDigital	
ImagemObjeto	Relacionamento entre o(s) objeto(s) que se visualiza(m) em uma imagem digital.
ImagemCenário	Relacionamento entre a(s) cena(s) que se visualiza(m) em uma imagem digital.
ImagemPessoa	Relacionamento entre a(s) pessoas(s) que se visualiza(m) em uma imagem digital.
temLocal	Indica o relacionamento da entidade Localização com a ImagemDigital
temAutomag (recursiva)	Permite estabelecer a possibilidade de que uma imagem esteja composta por outra(s) imagens.
OUTRAS ENTIDADES PARTICIPANTES	
Elemento	Entidade base com as características dos elementos que podem conter uma imagem.
Agente	Tipo de Elemento do tipo Agente com características específicas que permitem determiná-lo.
Ação	Tipo de Elemento do tipo Ação com seus atributos específicos.
Objetivo	Tipo de Elemento do tipo Objetivo.
Qualificador	Determina as características ou qualificadores que podem ser usados para descrever uma imagem.
GrupoÉtnico	Refere-se às informações dos grupos étnicos.
Gênero	Refere-se às informações dos gêneros das pessoas.
RELACIONAMENTOS COM ENTIDADE Elemento	
temQualificador (recursiva)	Indica a existência de qualificadores dos Elementos.
CenárioElemento	Relacionamento entre as entidades Cena e Elemento.

ENTIDADE/RELACIONAMENTO/ATRIBUTO	DESCRIÇÃO
tipodeElemento (Agente, Ação, Objetivo)	Este relacionamento permite indicar o tipo de Elemento que pode ser um Agente, uma Ação ou um Objetivo.
RELACIONAMENTOS COM ENTIDADE Qualificador	
temAutoQ	Relacionamento recursivo para indicar qualificadores dos qualificadores.
RELACIONAMENTOS COM ENTIDADE Pessoa	
temGrupoÉt	Relacionamento que armazena o grupo étnico de uma pessoa específica.
temGênero	Relacionamento que armazena o gênero de uma pessoa específica.

Fonte: Autoria própria.

Outros elementos que foram apresentados no Quadro 24, tais como: Pessoa, gênero, grupo étnico e localização/local, foram instanciados dos resultados obtidos na busca de imagens dos ambientes informacionais revisados. Adicionalmente, foi contemplada a entidade elemento e qualificador que permitirão adicionar aqueles elementos contidos na imagem que não sejam considerados objetos nem pessoas, mas que existem visualmente na imagem e foram interpretados semanticamente para serem representados.

No que respeita à informação não visual das imagens, esta pode ser contemplada pelo uso dos metadados e de padrões de metadados para representá-la. Vale destacar que, como foi mencionado, a natureza e o tipo de imagem determinarão, também, os metadados a ser balizados, tendo em vista que, por exemplo, no caso das fotografias digitais existem variados padrões de metadados a ser usados, para este tipo específico de imagem digital, que se diferenciam dos utilizados nas imagens médicas.

No Quadro 25, podem-se observar os atributos e entidades participantes para a representação da informação não visual na estrutura conceitual proposta.

Quadro 25 – Entidades, relacionamentos e atributos associados ao conteúdo não visual

ENTIDADE/RELACIONAMENTO/ATRIBUTO	DESCRIÇÃO
ENTIDADES RELACIONADAS A ENTIDADE ImagemDigital	
Licença	Descreve o tipo de licença e uso permitido da imagem.
Coleção/categoria	Relacionado com as coleções ou categorias nas quais pertence uma imagem seguindo um sistema de organização.
Pessoa	Entidade utilizada para estabelecer a hierarquia com as entidades derivadas autor, editor e outras relacionadas a pessoas.
RELACIONAMENTOS COM ENTIDADE ImagemDigital	
temLicença	Relacionamento para armazenar o tipo de licença de uma imagem digital.
temColeção	Indica o relacionamento com as coleções ou categorias e a imagem digital.
ATRIBUTOS DA ENTIDADE ImagemDigital	
data (multivalorado)	Datas de interesse para armazenar da imagem, p.e. data de criação.
título	Título colocado à imagem digital.
formato	Refere-se ao tipo de arquivo da imagem, o qual vai determinar por exemplo a qualidade, o peso, etc.
proveniência/fonte	Indica as características relacionadas à origem ou fonte da imagem digital.
citação	Contempla aspectos que permitam a citação da imagem e dependerá da norma a utilizar.
id (multivalorado)	Identificador(es) da imagem em relação a outras.
filiação	Armazena o dado referente à existência da filiação da imagem com organizações ou instituições.
descrição/ resumo	Armazena a descrição o resumo da imagem digital.
OUTRAS ENTIDADES PARTICIPANTES	
Crédito/autor	Pessoas ou organizações que se referem ao autor ou dos créditos da imagem.
Editor/agregador	Pessoas ou organizações que se referem ao editor, publicador ou agregador da imagem.
RELACIONAMENTOS COM ENTIDADE Pessoa	
tipodePessoa (Crédito/autor, Editor/agregador)	Indica o tipo de hierarquia estabelecido para determinar se uma pessoa é do tipo autor ou editor, etc.

Fonte: Autoria própria.

Para a informação não visual ser representada, no Quadro 25 foram apresentados atributos específicos e entidades encontrados na revisão dos ambientes consultados e em padrões de metadados, os quais deverão ser entendidos como um conjunto de elementos mínimos e incluso alguns opcionais, que auxiliará na busca, na Recuperação e na *findability* das imagens digitais, mas que dependerá da natureza da imagem e dos padrões de metadados e regras de catalogação usados e que correspondam com as imagens a representar.

Vale destacar que, para alguns tipos de imagens há uma falta de padrões de metadados e de regras de catalogação que permitam expressar as especificidades destas, principalmente quando não são fotografias, e que no intento do enquadramento com outros tipos de recursos informacionais se gera a perda de informação. Não obstante, há padrões amplamente reconhecidos mediante os quais pode ser representada parte ou totalidade da informação não visual de alguns tipos de imagens digitais.

Ao analisar estruturalmente um padrão de metadados pode-se observar que ele pode ser interpretado, brevemente, como uma entidade ou conjunto de entidades com atributos, que em alguns casos podem ser opcionais ou obrigatórios, não se pretendendo neste trabalho reduzir a potencialidade e o que ele atinge, mas sim para efeitos práticos de modelar e adicionar a informação não visual no diagrama entidade-relacionamento da polirrepresentação da imagem digital.

No tocante à informação de contexto, essa foi associada também à categoria de atributos de relacionamento proposta por Shatford (1994), na qual nesses elementos será contida a relação da imagem com outros recursos informacionais como, por exemplo, a relação de uma determinada imagem com textos ou outras imagens e mediante os quais (atributos de relacionamento) se permitirá acessá-la.

O Quadro 26 expressa as entidades que dão um detalhe ou especificidade do que foi encontrado nos ambientes informacionais analisados com respeito à informação de contexto, mas igualmente à informação não visual dependerá da natureza da imagem, do nível de especificidade a descrever e da existência dos relacionamentos que permitam estabelecer o contexto da imagem digital.

Quadro 26 – Entidades e relacionamentos associados ao contexto da imagem digital

ENTIDADE/RELACIONAMENTO/ATRIBUTO	DESCRIÇÃO
ENTIDADES RELACIONADAS A ENTIDADE ImagemDigital	
Evento	Informações vinculadas a eventos.
PalavraChave/tag	Termos ou palavras-chave e <i>tags</i> que se relacionam ou descrevem a imagem.
DetalheTécnico	Aspectos relacionados com detalhes técnicos da imagem digital.
Pessoa	Entidade utilizada para estabelecer a hierarquia com a entidade derivada PessoaEspecífica.
RELACIONAMENTOS COM ENTIDADE ImagemDigital	
ImagemEvento	Indica se a imagem está relacionada a um evento.
ImagemTag	Armazena os <i>tags</i> pou palavras-chave de uma determinada imagem.
temDetTec	Armazena os detalhes técnicos de cada imagem especificamente.
OUTRAS ENTIDADES PARTICIPANTES	
PessoaEspecífica	Refere-se às pessoas específicas com as quais pode ser contextualizada a imagem.
RELACIONAMENTOS COM ENTIDADE Pessoa	
tipodePessoa (PessoaEspecífica)	Indica o tipo de hierarquia estabelecido para determinar a partir de Pessoa, as Pessoas Específicas.

Fonte: Autoria própria.

A informação de contexto da imagem digital deve ser entendida como aquela que pelo seu maior nível de conhecimento permite descrever os elementos contextuais nos quais se encontra inserida a imagem, sejam estes de tipo social, histórico, científico e técnico entre outros.

Em seguida, no Quadro 27, indica-se a cardinalidade ou multiplicidade dos relacionamentos identificados entre as entidades participantes para a representação da imagem digital, ou seja, para cada entidade (linha) se há um relacionamento com outra entidade (coluna), esse poderá ser com muitos (n ou m) elementos ou somente com um elemento da entidade com a qual se relaciona.

Por exemplo, há um relacionamento entre a entidade ImagemDigital e a entidade TipoTécnica, marcado com cardinalidade um (1) no cruzamento da ImagemDigital (linha) com

TipoTécnica (coluna) que indica que uma imagem digital tem um tipo de técnica. Usando as mesmas entidades, a leitura da cardinalidade muitos (n) do relacionamento entre a entidade TipoTécnica (linha) e a entidade ImagemDigital (coluna) nomeia que um tipo de técnica pode ser tido por múltiplas imagens digitais.

Quadro 27 – Relacionamentos entre as entidades e suas cardinalidades

ENTIDADES	ImagemDigital	CaracterísticaVisual	TipoTécnica	Objeto	Cenário	Elemento	Agente	Ação	Objetivo	Qualificador	Pessoa	GrupoÉtnico	Gênero	Localização	Crédito/Autor	Editor/Agregador	Coleção/Categoria	Licença	PessoaEspecífica	DetalheTécnico	Evento	PalavraChave/Tag
ImagemDigital	n-m	n	1	n	n						n			n			n	1		n	n	n
CaracterísticaVisual	m																					
TipoTécnica	m																					
Objeto	m																					
Cenário						n																
Elemento	m			m			s	s	s	n												
Agente						t																
Ação						t																
Objetivo						t																
Qualificador						1				n-m												
Pessoa	m												1	1	s	s			s			
GrupoÉtnico											m											
Gênero											m											
Localização	m																					
Crédito/Autor											t											
Editor/Agregador											t											
Coleção/Categoria	m																					
Licença	m																					
PessoaEspecífica											t											
DetalheTécnico	m																					
Evento	m																					
PalavraChave/Tag	m																					

1: um. n ou m: muitos. t: subtipo. s: supertipo. n-m: muitos a muitos.

Fonte: Autoria própria.

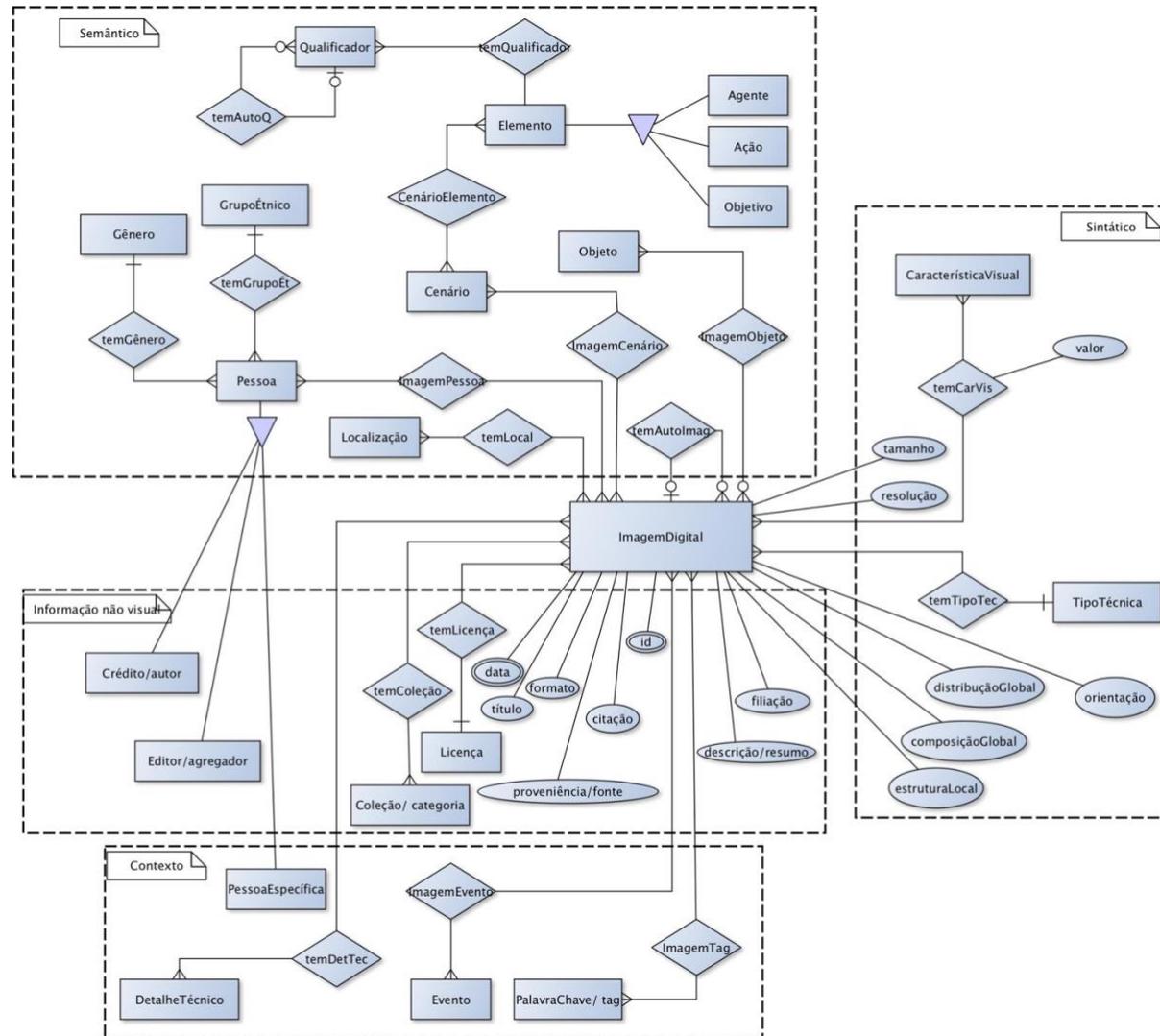
No Quadro 27, podem ser observados relacionamentos de muitos-a-muitos, os quais no momento de transformação para um modelo lógico ou físico implementável gerará novos elementos ao igual que os relacionamentos de supertipo (s) e subtipo (t) entre entidades como no caso dos supertipos Pessoa e Elemento com seus subtipos.

Dos atributos identificados, vale destacar que, em alguns casos, constituíram-se como entidades, não obstante em outros ficaram como atributos da entidade imagem, e nas demais entidades da proposta não foram descritos os atributos que elas contemplam, pois estes serão determinados seguindo da natureza da imagem. No que diz aos atributos multivalorados, esses podem conter múltiplos valores porquanto estão sujeitos a gerar novos elementos na implementação dos esquemas entidade-relacionamento.

Adicionalmente, as entidades citadas exceto a entidade imagem digital, podem ser consideradas como entidades menores porque auxiliam no processo de representação adicionando conteúdos ou informações à entidade principal, à imagem digital, sem outros tipos de relacionamentos relevantes.

Nesse cenário, na Figura 35, podem-se observar os atributos específicos da entidade ImagemDigital, as outras entidades e os relacionamentos existentes entre as entidades identificadas e descritas nesta seção associadas à imagem digital, tudo isso com a finalidade da integração do conteúdo visual sintático (automático e perceptivo), conteúdo visual semântico (interpretativo), informação não visual e de contexto, e assim propor o esquema da estrutura conceitual da polirrepresentação da imagem digital como recurso informacional.

Figura 35 – Estrutura conceitual da polirrepresentação da imagem digital como recurso informacional



Fonte: Autoria própria.

Nesta proposta da polirrepresentação da imagem digital se contemplam os diversos conteúdos e informações que buscam ser representados e, conseqüentemente, aprimorarão a Recuperação e *Findability* das imagens digitais. Essa estrutura integra os aspectos (entidades e relacionamentos) que foram detalhados de forma separada nesta seção para facilitar o seu entendimento e sua concepção. Salienta-se que como foi dito, há outros elementos contemplados pelo Comportamento de Busca de Informação que complementam a estrutura conceitual e fazem parte do conceito de polirrepresentação.

7.2 ONTOIMAGE: UMA ONTOLOGIA OWL PARA A POLIRREPRESENTAÇÃO DE IMAGENS DIGITAIS

Partindo da polirrepresentação proposta para a imagem digital na seção anterior, a seguir será descrito o processo de estruturação e implementação mediante a utilização das tecnologias da Web Semântica, especificamente com o uso de ontologias, as quais além da estruturação dos dados que agreguem semântica, propiciarão a interoperabilidade, a vinculação com conjuntos de dados e aprimorarão os processos de representação e Recuperação das Imagens Digitais no contexto da Web de Dados.

No que tange à representação das imagens digitais, como foi exposto, essa se compõe de conteúdos visual, de informações não visual e de contexto, que uma vez analisados podem ser expressos no âmbito da Web Semântica.

Em relação ao conteúdo visual das imagens digitais, há complexidade na integração deste na Web Semântica, pois, a obtenção desses conteúdos traz processamentos computacionais e informações que posteriormente deverão ser convertidas semanticamente em dados compreensíveis pelas máquinas, para assim atingir os princípios da Web Semântica.

A inserção das informações de contexto vem a agregar principalmente elementos de relacionamento das imagens digitais com outros recursos informacionais, que em conjunto com a informação não visual e o conteúdo visual, tornam uma representação da imagem digital com um maior número de dados a serem considerados pelas tecnologias da Web Semântica.

A partir da proposta conceitual da polirrepresentação da imagem digital e com a estruturação de conteúdos e informações, por exemplo usando padrões de metadados, foi possível realizar a conversão dessas informações em estruturas RDF, tecnologia da Web

Semântica que como foi vista tem a capacidade de representar os dados com mais argumentos e de forma mais significativa para as máquinas.

Para isso, essa conversão ocorreu utilizando ontologias como base, que permitiram definir a estrutura em que os dados foram organizados, relacionados e interligados, inclusive com a perspectiva da definição de vocabulários que serão utilizados para expressar as propriedades e as ligações dos recursos (principalmente conceitos SKOS).

Tal processo buscou transformar os registros de metadados, que originalmente tinham uma estrutura de chave-valor, para uma estrutura mais complexa, onde as propriedades terão um valor semântico mais significativo, utilizando vocabulários reconhecidos pelas comunidades e que vão ser compostas em sua totalidade por triplas RDF, nas quais os recursos estão ligados a outros recursos por meio de propriedades, podendo conter axiomas e outras características já estudadas.

Esse processo de representação semântica mediante elementos da ontologia que foram estruturados em RDF, das características visuais e informações não visuais e de contexto, da imagem digital tornou a estrutura conceitual da polirrepresentação em uma estrutura compatível com os princípios da Web Semântica.

Associadas às imagens digitais há diversas ontologias capazes de agregar outras informações semânticas a esses recursos informacionais, as quais permitem posteriormente aos agentes computacionais ser capazes de extrair significado.

Ao usar as ontologias como elementos para descrever os conteúdos e as informações das imagens digitais, é necessário que estas sejam entendidas como as tecnologias da Web Semântica, que por meio de elementos descritivos e semânticos definidos em formato RDF poderão igualmente determinar o significado de um elemento de uma consulta (imagem ou palavra), segundo o contexto deste na ontologia.

Vale destacar que, o uso das ontologias determina novos espaços para a Recuperação de recursos imagéticos, abrangendo tanto o conteúdo visual sintático e semântico, quanto as informações não visuais e do contexto destes, pois, os agentes computacionais e programas que rastreiam a Web, poderiam localizar os conteúdos relacionados com um termo de busca que está associado com o significado e com os demais conceitos interpretados, tudo isto facilitado pelo uso de tecnologias da Web Semântica.

No desenvolvimento da ontologia para imagens digitais deste trabalho, na implementação (transformação) do modelo conceitual para a Web Semântica se contemplou a arquitetura funcional e tecnológica da WS apontada na Figura 27, a qual se baseia no RDF como modelo de dados a ser usado, seguido da definição de esquemas e ontologias com RDF *Schema* e OWL, e na perspectiva do reuso de vocabulários e ontologias que permitirão a interoperabilidade da mesma maneira que a vinculação com conjuntos de dados na Web de Dados.

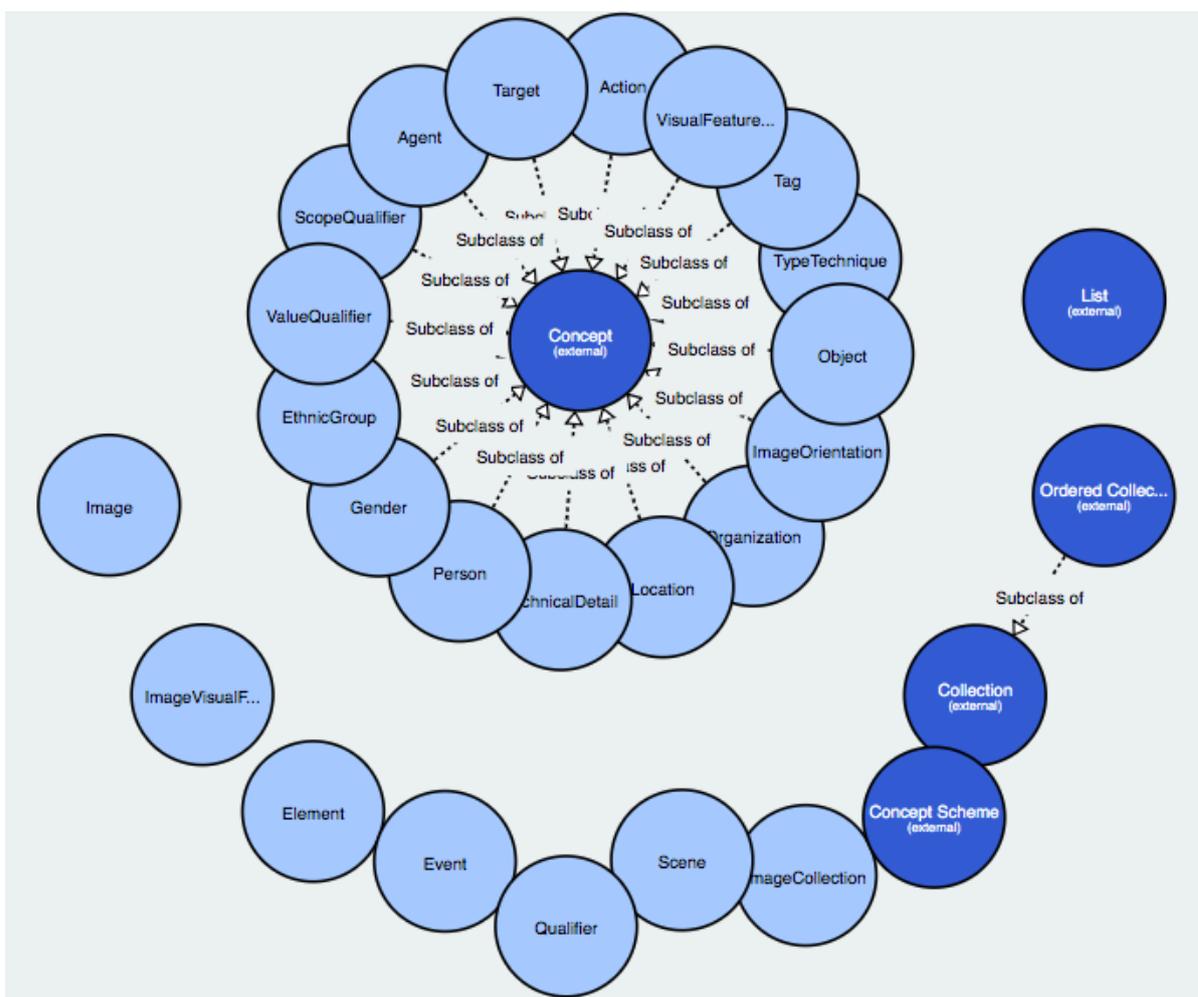
Vale destacar que após as análises do LOV apresentado na seção cinco que se refere às imagens digitais, encontrou-se que, há um conjunto reduzido de ontologias e vocabulários para sua representação quando comparado com os elementos contidos na proposta de polirrepresentação. Adicionalmente, esses vocabulários e ontologias do LOV oferecem poucos elementos para os diferentes conteúdos e informações dos recursos imagéticos contemplados.

A OntoImage é ontologia criada nesta pesquisa para imagens digitais (<http://purl.org/umu/ontoimage>) e para a qual na sua estrutura de classes foram definidas as seguintes classes nativas: Image, ImageCollection, ImageVisualFeature, Element, Qualifier, Scene e Event. Há outras classes externas usadas na OntoImage tais como: ConceptScheme, Concept, Collection, OrderedCollection e List.

Posteriormente foram definidas a partir do SKOS Concept as subclasses: Action, Agent, Person, EthnicGroup, Gender, ImageOrientation, Location, Object, Organization, ScopeQualifier, ValueQualifier, Tag, Target, TechnicalDetail, TypeTechnique e VisualFeatureElement, pois essas subclasses vão fazer referência a um conceito SKOS em um vocabulário. Dessa forma, ao definir uma classe específica em vez de apontar diretamente para um conceito de SKOS, delimita-se com maior granularidade ao tipo de SKOS Concept correspondente, pois existe um nome significativo do conceito mais do que genérico.

Na Figura 36, apresentam-se as classes e subclasses descritas. Foi usada para visualização dos elementos contidos na OntoImage, a ferramenta WebOwl, sendo apontadas com cor de fundo mais escuro as classes externas e com setas as relações do tipo “*Subclass of*”.

Figura 36 – Visualização das classes e subclasses do OntoImage



Fonte: Autoria própria.

No que diz respeito à consideração de criar subclasses *Concept*, isto permitirá, quando necessário, que essas subclasses da ontologia possam ser de alguma outra ontologia/vocabulário e não somente de SKOS, levando a maior independência do conjunto de dados referente à definição da ontologia para usos futuros ante mudanças na definição dessas subclasses sem ter conflitos no conjunto de dados.

Esses vocabulários SKOS que foram considerados na OntoImage, como por exemplo, *Personas*, *Tags*, podem ser vistos como ferramentas para realizar a descrição dos recursos imagéticos, que adicionalmente e ao ser independentes da Ontologia e do conjunto de dados, facilitam a inserção de novos conceitos.

Observa-se uma clara visão modular entre o que é a definição fora do conjunto de dados, que ao se encontrar em diferentes vocabulários, mantidos com sua própria estrutura e taxonomia, fazem com que o conjunto de dados os referencie.

No que tange às propriedades de objeto de OntoImage, na sua maioria tem sua relação inversa, o que favorecerá a exploração dos conjuntos de dados, pois sem esse tipo de relação se faria necessário ter o conjunto de dados em um servidor RDF para realizar consultas SPARQL, por exemplo, poderia a partir de uma pessoa ir até a imagem com a relação inversa e da mesma forma se iria desde a imagem à pessoa, e desse modo poderia realizar consultas das imagens nas quais aparece uma determinada pessoa.

Na Figura 37 (a), observar-se a estrutura de classes, as propriedades de objetos e de tipo de dados do OntoImage, e na Figura 37 (b) outros aspectos da mesma ontologia, desenvolvida no Protegé, relacionados aos prefixos que foram usados e algumas métricas que resumem as quantidades de elementos contidos em OntoImage.

Figura 37 – Elementos de OntoImage

The screenshot displays the Protegé ontology editor interface for the 'owl:Thing' ontology. It is divided into three main panes:

- Class hierarchy: owl:Thing:** Shows a tree of classes including Collection, Ordered Collection, Concept, Action, Agent, EthnicGroup, Gender, ImageOrientation, Location, Object, Organization, Person, ScopeQualifier, Tag, Target, TechnicalDetail, TypeTechnique, ValueQualifier, VisualFeatureElement, Concept Scheme, Element, Event, Image, ImageCollection, ImageVisualFeature, Qualifier, rdf.List, and Scene.
- Object property hierarchy: owl:Thing:** Lists various object properties such as elementForVisualFeature, has member, has member list, has top concept, hasAction, hasAgent, hasAgregator, hasAutoImage, hasCollection, hasContributor, hasCreator, hasEditor, hasEvent, hasGender, hasLicence, hasLocation, hasObject, hasOrganization, hasOrientation, hasPerson, hasPublisher, hasQualifier, hasQualifierScope, hasScene, hasTag, hasTarget, hasTechnicalDetail, hasTypeTechnique, hasValueQualifier, hasVisualFeature, is in scheme, is in semantic relation with, isActionOf, isAgentOf, isAgregatorOf, isAutoImageOf, isCollectionOf, isContributorOf, isCreatorOf, isEditorOf, isElementOf, isEventOf, isGenderOf, isLocationOf, isObjectOf, isOrganizationOf, isOrientationOf, isPersonOf, isPublisherOf, isQualifierOf, isQualifierScopeOf, isSceneOf, isTagOf, isTargetOf, isTechnicalDetailOf, isTypeTechniqueOf, isValueQualifierOf, and isVisualFeatureOf.
- Data property hierarchy: owl:topDa:** Lists data properties including contentType, date, description, hasGlobalComposition, hasGlobalDistribution, hasLocalStructure, hasVisualFeatureValue, height, notation, title, and width.

Annotations with arrows point to these panes: 'Estrutura de classes' points to the class hierarchy, 'Propriedades de objeto' points to the object property hierarchy, and 'Propriedades de tipo de dato' points to the data property hierarchy. The label 'a)' is centered below the screenshot.

The screenshot displays the OntoImage web application interface. At the top, the browser address bar shows the URL `http://purl.org/umu/ontoimage`. Below the browser tabs, the 'Ontology header' section provides the 'Ontology IRI' as `http://purl.org/umu/ontoimage` and the 'Ontology Version IRI' as `e.g. http://purl.org/umu/ontoimage/1.0.0`.

Two 'Ontology metrics' windows are open. The left window shows a summary of metrics:

Metrics	
Axiom	466
Logical axiom count	209
Declaration axioms count	123
Class count	28
Object property count	71
Data property count	11
Individual count	0
Annotation Property count	22

Below this, 'Class axioms' are listed:

Class axioms	
SubClassOf	17
EquivalentClasses	0
DisjointClasses	3
GCI count	0
Hidden GCI Count	0

The right 'Ontology metrics' window provides a detailed breakdown of property axioms:

Object property axioms	
SubObjectPropertyOf	15
EquivalentObjectProperties	0
InverseObjectProperties	29
DisjointObjectProperties	0
FunctionalObjectProperty	2
InverseFunctionalObjectProperty	1
TransitiveObjectProperty	3
SymmetricObjectProperty	4
AsymmetricObjectProperty	0
ReflexiveObjectProperty	0
IrreflexiveObjectProperty	0
ObjectPropertyDomain	59
ObjectPropertyRange	59
SubPropertyChainOf	0

Below this, 'Data property axioms' are listed:

Data property axioms	
SubDataPropertyOf	0
EquivalentDataProperties	0
DisjointDataProperties	0
FunctionalDataProperty	0
DataPropertyDomain	10
DataPropertyRange	7

At the bottom of the metrics window, there is a 'Synchronising' checkbox which is currently unchecked.

The 'Ontology prefixes' window shows a table of prefixes and their corresponding URIs:

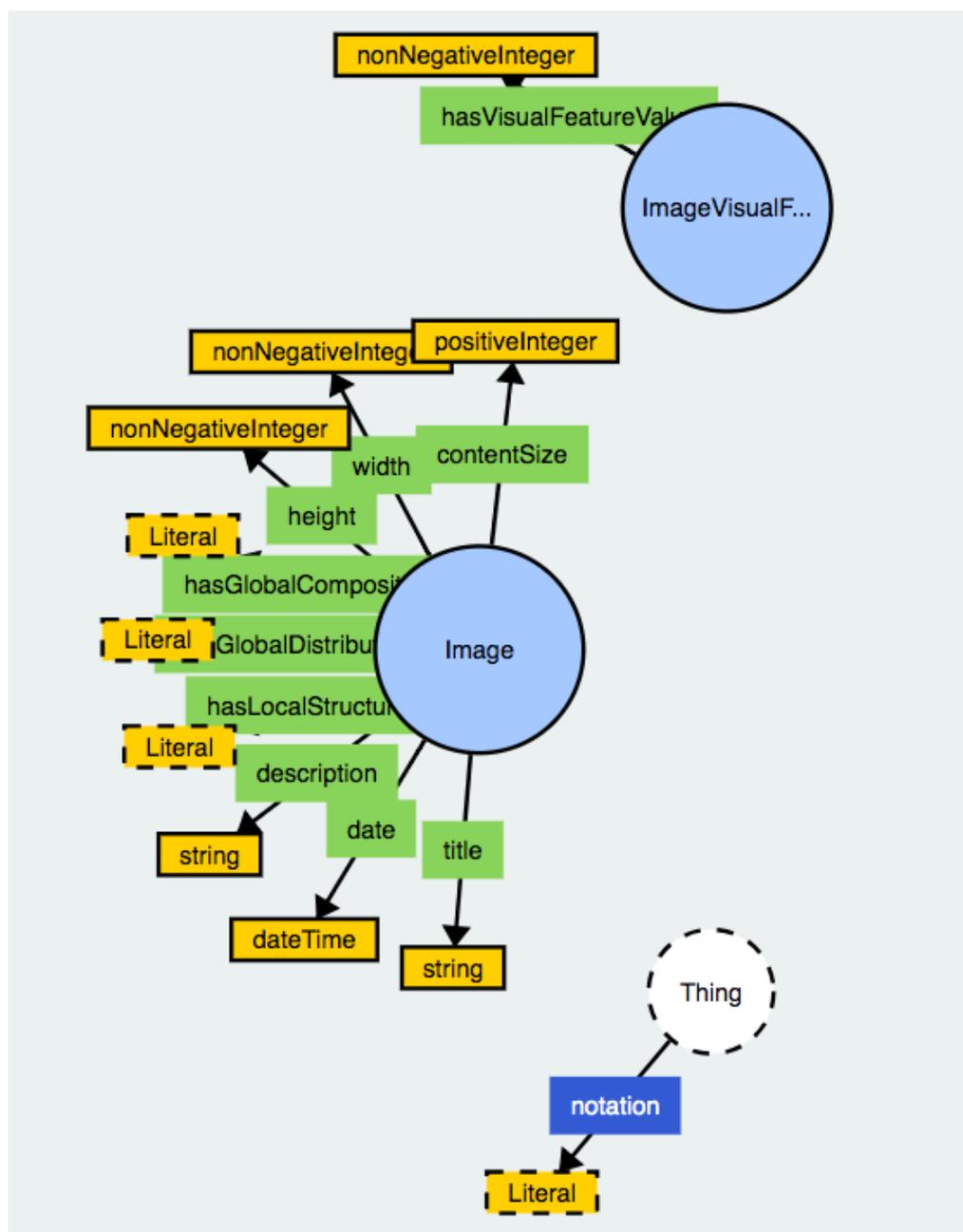
Prefix	Value
	<code>http://purl.org/umu/ontoimage#</code>
owl	<code>http://www.w3.org/2002/07/owl#</code>
rdf	<code>http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#</code>
rdfs	<code>http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#</code>
skos	<code>http://www.w3.org/2004/02/skos/core#</code>
xml	<code>http://www.w3.org/XML/1998/namespace</code>

The label 'b)' is centered below the screenshot.

Fonte: Autoria própria.

Na Figura 37 (a) também são apresentadas as seguintes propriedades de dados de OntoImage: `contentSize`, `date`, `description`, `hasGlobalComposition`, `hasGlobalDistribution`, `hasGlobalStructure`, `hasVisualFeatureValue`, `height`, `notation`, `title` e `width`, das quais foi gerada sua visualização na ferramenta WebOwl e podem ser observadas na Figura 38, encontrando-se entre os tipos de dados usados os inteiros (`nonNegativeInteger`, `positiveinteger`), literais, cadeias de caracteres (`string`) e data (`dateTime`).

Figura 38 – Visualização das propriedades do tipo de dado de OntoImage



Fonte: Autoria própria.

Vale destacar que essas propriedades foram consideradas básicas, pois para algumas poderão ser utilizadas por exemplo o Dublin Core para title, mesmo que DC não seja uma ontologia e que existem múltiplas ontologias para anotar ou descrever os recursos informacionais como GeoNames para criar estes conjuntos de dados. Neste trabalho não se contempla o mapeamento do OntoImage com propriedades/equivalências de outros.

Depois de implementada a ontologia para imagens digitais OntoImage no Protegé, essa foi visualizada no WebOwl e se apresenta na Figura 39, uma visão geral desta. Na cor vermelha foi destacada a classe Image, a qual concentra os relacionamentos com outras classes e subclasses, pois esses incidiram na representação e implementação das diversas camadas de conteúdo e informação dos recursos imagéticos com significado na Web Semântica mediante a ontologia OWL que foi desenvolvida.

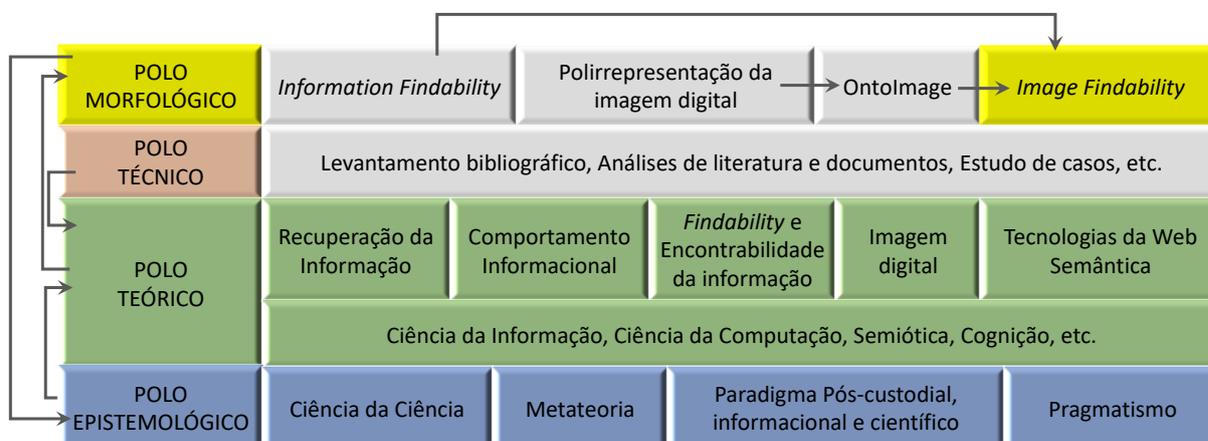
Os passos envolvidos que permitiram a construção da ontologia OntoImage para as imagens digitais nesta pesquisa seguiram as etapas de planejamento, aquisição do conhecimento, implementação e documentação apontadas na seção 5.2 deste documento. Não obstante, o que tange à integração e reuso de elementos e/ou outras ontologias e vocabulários que fazem parte das atividades das etapas de aquisição do conhecimento e implementação junto à etapa de avaliação da ontologia pretende-se que sejam realizados em trabalhos e pesquisas futuras, pois não foram escopos desta tese de doutorado.

Por fim, dada a necessidade de uma ontologia para imagens digitais que abrangia os diferentes conteúdos visuais e informações não visuais e de contexto, sem se tornar tão básica como por exemplo, a ICD-9, nem tão específica como a DICOM, objetivou-se o desenvolvimento de OntoImage para que essa possa ser usada em diversos âmbitos e forneça a recuperação e *findability* dos recursos imagéticos ao proporcionar a ampliação das fontes de consulta pela vinculação com outros dados na Web, a interoperabilidade e outras vantagens oferecidas pelas ontologias que foram previamente refletidas.

A seguir será apresentado em detalhe o modelo conceitual de *Image Findability*, que integra todas as seções previamente revisadas e discutidas, do mesmo que os processos e elementos a serem considerados para o encontro dos recursos imagéticos nos ambientes informacionais digitais, entre os quais se destacam a Representação e Recuperação das imagens digitais e o Comportamento de busca da informação.

CAPÍTULO 8

IMAGE FINDABILITY: conceito e modelo

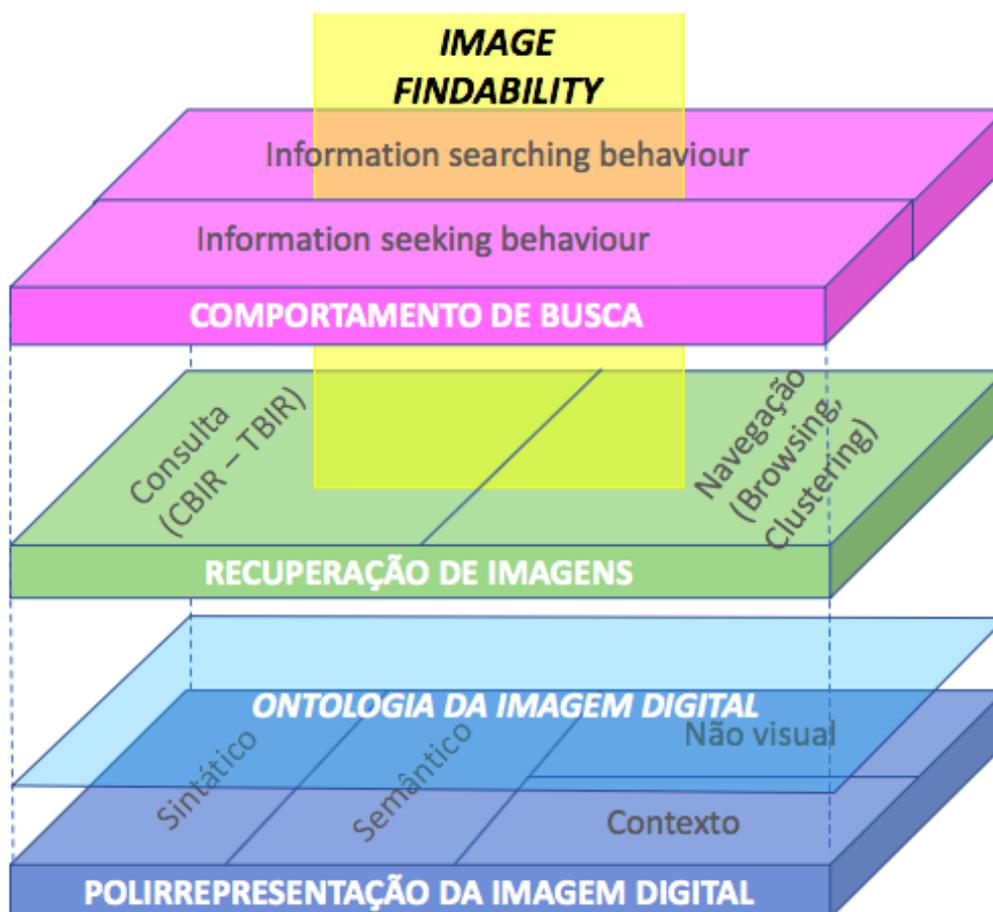


8 IMAGE FINDABILITY: CONCEITO E MODELO

Uma vez definido o conceito de *Information Findability* com os elementos que a caracteriza, e sendo o objeto de estudo desta pesquisa a imagem digital, propõe-se a seguir a integração da polirrepresentação da imagem digital no cenário da Recuperação, o Comportamento de busca e da *Information Findability*. Essa integração objetiva aprimorar esses processos e se constitui como uma contribuição que facilite futuras implementações e projetos de ambientes informacionais digitais com foco nos recursos imagéticos.

A seguir a Figura 40 apresenta um diagrama geral de camadas associadas à polirrepresentação da imagem digital, à Recuperação de Imagens digitais e ao Comportamento informacional que conseqüentemente contém a *Image Findability*, conceito que será detalhado posteriormente neste capítulo.

Figura 40 – Diagrama geral de camadas associadas a *Image Findability*



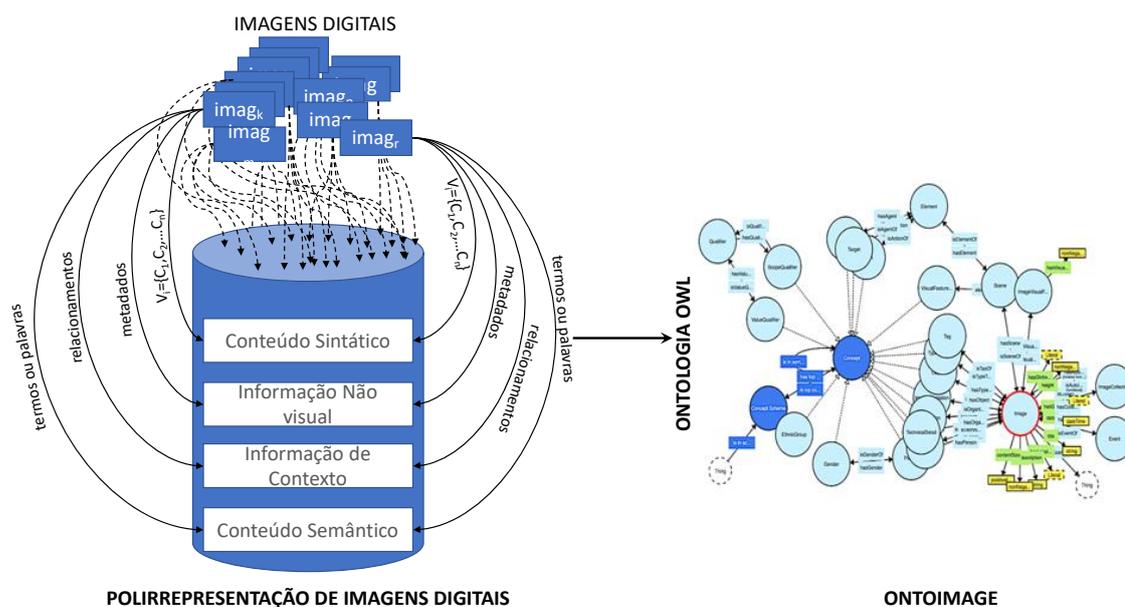
Fonte: Autoria própria.

Da Figura 40 pode deduzir-se que a polirrepresentação da imagem digital deve ser vista como a base do processo de Recuperação de Imagens sobre o qual em conjunto com o Comportamento Informacional de Busca se suscita a *Image Findability*. Diante disto, serão descritas cada uma das camadas e dos sub-processos: Polirrepresentação da imagem digital, Recuperação das imagens e Comportamento de Busca da Informação que compõem este modelo.

a) Polirrepresentação de imagens digitais enriquecida com as tecnologias da Web Semântica

Como já foi exposto, a polirrepresentação da imagem digital proposta nesta pesquisa está conformada por diferentes tipos de conteúdos que representam a imagem digital, sendo eles o sintático, o semântico e as informações não visuais e de contexto, os quais durante o pré-processamento dos recursos imagéticos são obtidos por diferentes técnicas ou métodos e armazenados como se mostra do lado esquerdo na Figura 41. Vista assim, essa polirrepresentação pode ser utilizada por exemplo, em ambientes digitais com armazenamento em banco de dados e recuperada por mecanismos de busca com orientação no valor (sintaxe) dos dados, mais do que no significado (semântica) da informação.

Figura 41 – Polirrepresentação e ontologia das imagens digitais



Fonte: Autoria própria.

Diante disto e com o intuito de contribuir nos processos de Recuperação e Representação das imagens digitais, como se apresenta no lado direito na Figura 41, essa polirrepresentação foi estruturada com as Tecnologias da Web Semântica ao ser mapeada e projetada em uma ontologia OWL, OntoImage, a qual pode ser expressa como uma camada entre a representação e a Recuperação da Imagem Digital.

Ressalta-se que a OntoImage tem como finalidade além de estruturar/enriquecer os dados ou informações e conteúdos dos recursos imagéticos para a Web, propiciar a interoperabilidade destes, o reuso de outras ontologias e vocabulários associados e de OntoImage para a comunidade, ampliar as fontes de consulta das imagens com *datasets* relacionados e contextualizar os resultados entregados.

Desse modo, verifica-se que com a inclusão das Tecnologias da Web Semântica, ontologias OWL, o processo da Recuperação da Imagem Digital é favorecido pois, ademais das vantagens mencionadas, a Recuperação baseada em ontologia se apresenta como uma possibilidade adicional de Recuperação que se integra às contempladas pelas abordagens do conteúdo (CBIR) e do texto (TBIR) para os recursos imagéticos no âmbito da Recuperação semântica da Informação também na Web.

b) Recuperação de imagens digitais

O que tange à Recuperação das Imagens, concebe-se que pode ser iniciada quando o usuário interage com o ambiente informacional digital na busca de informação imagética, estabelecendo explicitamente uma consulta ou mediante a navegação, seguindo a sua necessidade informacional.

A Recuperação de Imagens expressada por meio de consulta (*query*) pode ser realizada usando texto (TBIR) ou por conteúdo visual (CBIR), o uso de uma imagem de referência ou exemplo para a consulta.

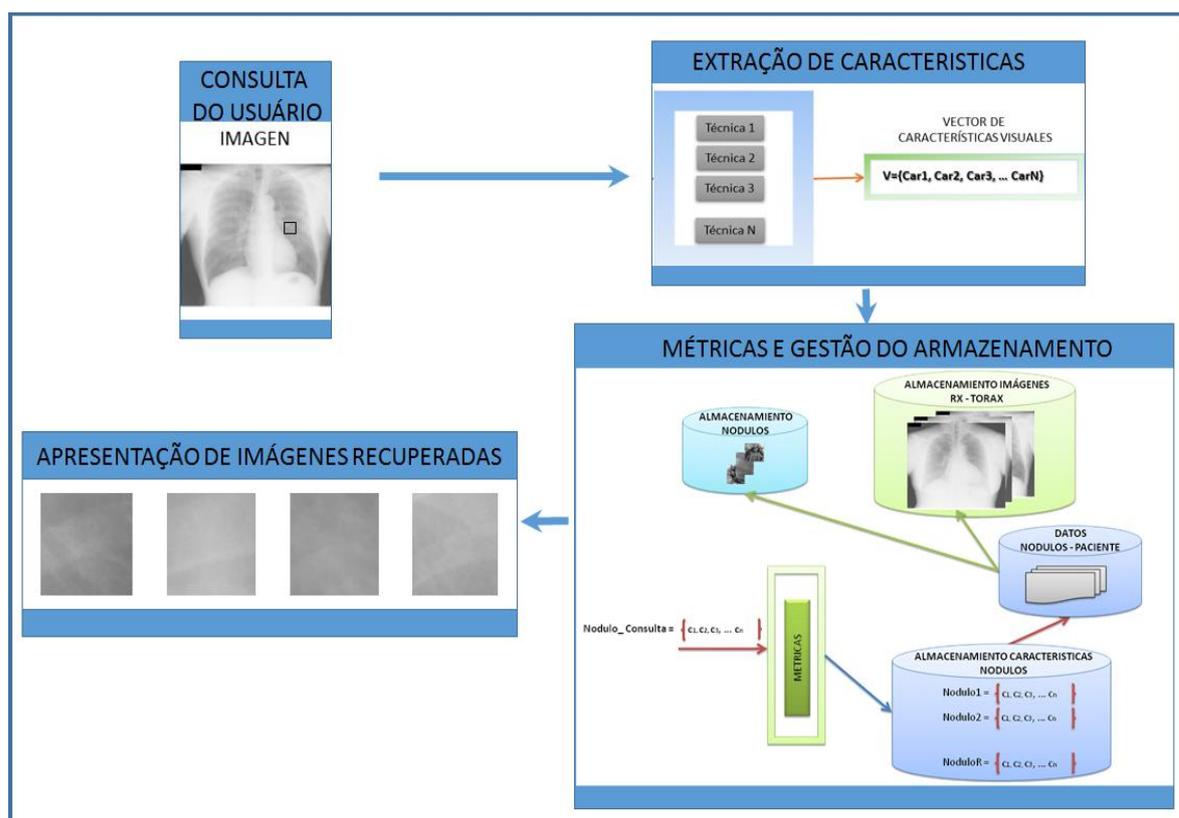
No caso da busca de imagens por conteúdo visual ou sistemas CBIR, a consulta por imagem de referência no Sistema de Recuperação será representada como um vetor de características que contêm a informação obtida de forma automática pelos algoritmos de extração de características visuais, os quais contêm essa sintaxe da imagem digital. Seguidamente, esse vetor será comparado com os vetores de características das imagens

existentes no sistema que previamente têm sido extraídos pelos mesmos algoritmos, para essa comparação são usadas medidas de similitude ou similaridade entre os vetores, as quais determinam o grau de correspondência sintática da imagem de referência com as imagens existentes seguindo suas características visuais de baixo nível.

Aqueles recursos imagéticos que superem o limiar estabelecido sobre o qual serão aceitas como similares ou não as imagens durante a avaliação da correspondência serão apresentados nos resultados da recuperação, seguindo um *ranking* definido de acordo com o maior grau de similaridade encontrado.

A seguir na Figura 42 se apresenta um exemplo de diagrama de blocos do funcionamento detalhado de um Sistema de Recuperação baseado em conteúdo sintático de imagens médicas (radiográficas de tórax) a partir de uma imagem de referência.

Figura 42 – Funcionamento da busca em um sistema CBIR para imagens radiológicas de tórax



Fonte: Roa-Martínez (2010, p. 42).

Para esse tipo de Recuperação de Imagens Digitais, CBIR, cabe ressaltar a importância do conteúdo visual sintático, o qual foi considerado pela polirrepresentação proposta nesta

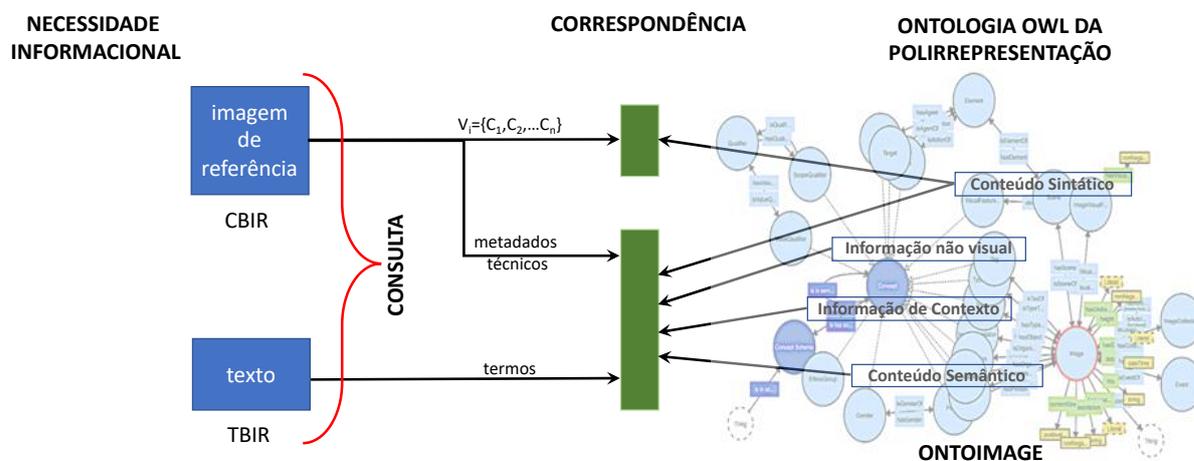
pesquisa, pois se baseia nas características visuais de baixo nível de conteúdo como cor, textura, entre outros que são extraídas de forma automática pelos algoritmos de extração de características seguindo a natureza da imagem digital.

Adicionalmente, o SRI durante a consulta poderá extrair automaticamente os metadados da imagem de referência, no caso desta contê-los, e realizar um processo de recuperação no qual o sistema com esses metadados oferecerá ao usuário outros resultados associados com o conteúdo visual semântico e a informação não visual dos recursos imagéticos, mesmo quando a busca iniciou-se com uma imagem, ou seja, ao ser utilizadas outras informações diferentes do conteúdo visual contidas nos metadados da imagem ou na página Web onde a imagem está localizada, por exemplo ao ter sido inserida uma *url* do recurso imagético de referência para a busca.

Os subprocessos expostos até aqui relacionados ao processo de Recuperação de Imagens Digitais por texto e imagem de referência, mediante consulta que expressa a necessidade informacional do usuário podem ser observados na Figura 43.

Vale destacar que a polirrepresentação da imagem digital está contida e foi implementada na ontologia OWL, porém o processo de correspondência acontece entre os elementos da consulta e os conteúdos e as informações representados das imagens digitais contidos na OntoImage.

Figura 43 – Necessidade informacional formulada mediante consulta no Sistema de Recuperação de Imagens



Fonte: Autoria própria.

A partir da consulta por imagem (conteúdo sintático extraído das características visuais) ainda que sejam ou não usados os metadados (conteúdo semântico, informação não visual ou de contexto), os resultados retornados pelo SRI poderão ser de diversas naturezas em Sistemas de Recuperação de Imagens mistos, pois estes integram os níveis de representação sintático, semântico e não visual das imagens digitais. Dessa forma, poderão ser recuperadas pelo sistema e entregues aos usuários além de imagens, resultados como textos e outros tipos de recursos informacionais, ocorrendo uma tradução inter-semiótica.

Um exemplo deste tipo de sistema foi proposto por Roa-Martínez et al. (2017), que apresenta um mecanismo de busca de imagens médicas, que integra um Sistema de Recuperação e um sistema de recomendação, o qual se considera semioticamente híbrido ou uma tradução inter-semiótica. A partir de uma consulta realizada por um profissional da saúde que se inicia com informação visual (uma imagem médica digital de referência no subsistema CBIR), mediante a integração de um sistema de recomendação é gerada uma lista de resultados que contêm imagens similares seguindo as características visuais e também as recomendações vinculadas aos resultados, derivadas dos outros subsistemas e dos demais componentes do ambiente hospitalar.

Vale destacar que, há Sistemas de Recuperação de Imagens nomeados como sistemas visuais puros que somente recuperam imagens como resultados para o usuário, os quais são obtidos a partir das características visuais extraídas automaticamente da imagem de referência, mas seguindo o mesmo processo de cálculo de similaridade de acordo com o limiar definido como foi descrito.

Nos Sistemas de Recuperação de Imagens por texto (TBIR) ou linguísticos, que também se mostram na Figura 43, a consulta inicia com a necessidade informacional do usuário formulada mediante palavras, termos ou frases que serão cotejadas com os elementos de representação da imagem digital que tenham sido armazenados em registros deste tipo, ou seja, serão recuperadas as imagens que contenham esses elementos na sua representação e se correspondam com os termos de busca utilizados.

Os conteúdos visuais de tipo semântico, as informações não visual e de contexto das imagens digitais contemplados pela polirrepresentação dos recursos imagéticos igualmente se encontram principalmente no formato texto, porquanto são susceptíveis de serem utilizados neste tipo de recuperação visual a partir da Linguística, que dependendo do grau de

correspondência, retornará ao usuário as imagens que têm sido representadas e que contêm os termos da busca usados pelo usuário.

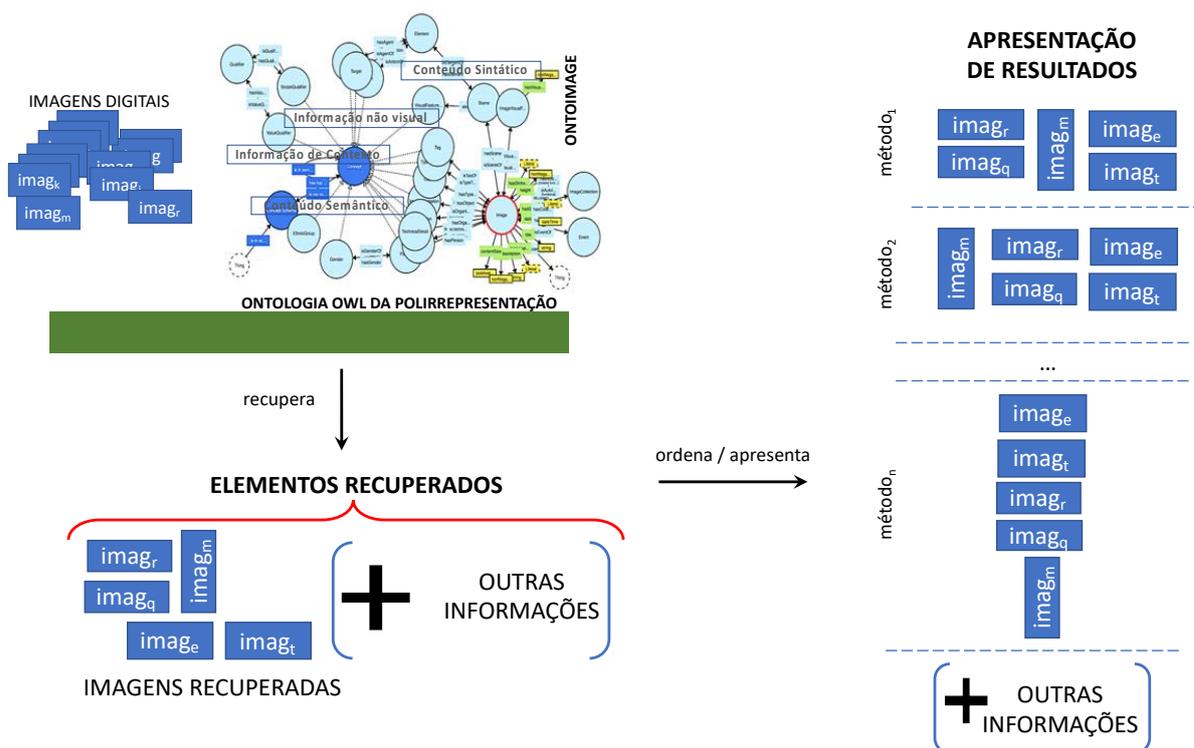
Uma vez obtido o grau de correspondência, ou seja, a relevância algorítmica ou do sistema, do tipo objetiva, os resultados antes de serem apresentados ao usuário são ordenados/apresentados mediante técnicas de ordenamento ou uso de diversos métodos de apresentação para os usuários.

Para o cálculo dos resultados relevantes, no caso de consulta por imagem de referência, esse encontra-se definido pelas métricas de similaridade, valor obtido da distância calculada entre o vetor de características da imagem de entrada com respeito a cada imagem comparada, que oscila entre 0 e 1, sendo que o valor 1 indica as imagens iguais e os valores próximos a 1, indicam uma maior correspondência entre as imagens.

Dentre alguns dos métodos usados para medir a similaridade semântica que poderão ser usados para determinar o grau de correspondência semântica durante o processo de recuperação usando a ontologia OWL, listam-se a seguir os apontados por Hliaoutakis *et al.* (2006): de Contagem de Borda, de Conteúdo de Informação, baseados em Características, Métodos Híbridos, de Similaridade de Ontologia Única e de Similaridade de Ontologia Cruzada.

Na Figura 44, pode-se observar o sub-processo de apresentação de resultados durante a recuperação de imagens digitais, no qual o SRI entrega um conjunto de elementos recuperados, imagens digitais e adicionalmente em alguns casos outras informações, que serão ordenados/apresentados por métodos diferentes e dependentes das funcionalidades do sistema ao usuário, as imagens digitais apresentadas serão provenientes da sua localização ou armazenamento. É importante entender que a polirrepresentação armazena somente os conteúdos e as informações que a representam, entre estes os dados de localização e identificação para que seja recuperada e apresentada pelo SRI.

Figura 44 – Apresentação de resultados recuperados pelo Sistema de Recuperação de Imagens



Fonte: Autoria própria.

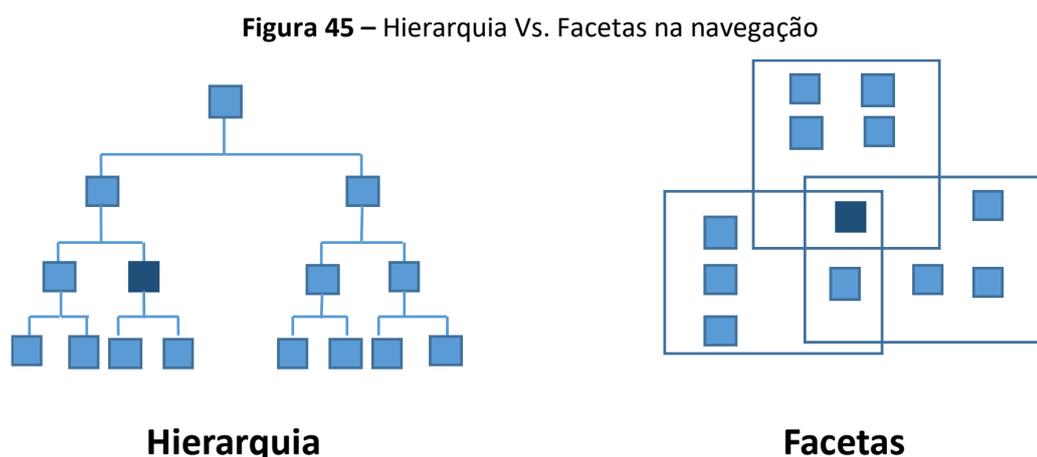
No que respeita à Recuperação de Imagens por texto são aplicados os modelos de Recuperação da Informação vistos na seção 2.2, principalmente os modelos clássicos de RI e suas modificações que se encontram em constante estudo com o intuito de aproximar-se e entregar resultados seguindo as necessidades do usuário e baseando-se em uma medida de relevância algorítmica determinada pelo sistema

No entanto, com o uso da ontologia OntoImage se propiciará a Recuperação semântica no âmbito das Imagens Digitais, isto é, o processo de busca será realizado por conteúdo semântico seja durante a execução de uma consulta usando o CBIR ou TBIR, ou na recuperação por navegação que será abordada seguidamente. Diante disso, os resultados apresentados ao usuário conterão além da similaridade semântica existente com a necessidade informacional, o contexto e os relacionamentos com outros conjuntos de dados vinculados dentre outras características a serem exploradas em trabalhos futuros de Recuperação de Imagens Baseada na Ontologia (RIBO).

Com referência à Recuperação da Informação realizada por meio da navegação, esta pode ser do tipo *browsing* ou *clustering* (MARCOS, 2004). No *browsing*, o acesso à informação

acontece mediante o “olhar” no ambiente ou espaço de busca com o objetivo de reconhecer os objetos informacionais, ou seja, os recursos imagéticos a recuperar e encontrar. O *clustering* agrupa previamente objetos similares seguindo características de similaridade do seu conteúdo para que sejam “olhadas” pelo usuário na Recuperação da Informação. Esses tipos de navegação não são excludentes, o *browsing* pode ser relacionado com as hierarquias enquanto que o *clustering* com as facetas.

A seguir na Figura 45 são apresentadas as estruturas usadas na navegação em um sistema hierárquico e por facetas para a Recuperação da Informação, considerando que essas favorecerão a *findability* das imagens digitais, pois sustentadas na definição do *wayfinding* permitirão ao usuário se orientar e navegar entre as coleções ou os conteúdos refinando com isto sua busca até o encontro do recurso imagético.



Fonte: Díez (2014).

Neste paradigma de recuperação por navegação, o usuário acessa o ambiente informacional e navega mediante os recursos informacionais apresentados seguindo sua necessidade informacional, para isto utiliza “clusters” ou “links” que irão facetando ou movimentando-se numa hierarquia ou em subconjuntos durante sua busca até decidir se foi ou não recuperado pelo sistema e encontrado por ele o recurso informacional que buscava.

O processo de Recuperação de Imagens Digitais mediante navegação pode-ser observado na Figura 46, no qual mediante iterações permitidas pelo sistema e realizadas pelo usuário, seja mediante *browsing* ou *clustering*, ao final serão entregues um conjunto de resultados recuperados (imagens e no caso de consulta podem ser adicionadas outras

A partir da distinção apontada por Cacheda-Seijo, Fernandez-Luna e Huete-Guadix (2011), entre o *Information Seeking Behaviour* e o *Information Searching Behaviour*, considerados como níveis macro e micro respectivamente.

O *Information Seeking Behaviour* refere-se à busca da informação como uma consequência de uma necessidade que pode ser realizada num sistema informacional ou manual, mas tendo como foco de estudo as necessidades, as intenções e outros aspectos na busca.

O nível micro, ou seja, o *Information Searching Behaviour* centra-se na interação técnica (uso da interface e das funcionalidades do sistema), aspectos intelectuais e mentais (formulação de estratégias de busca, definição de critérios, avaliações, etc.).

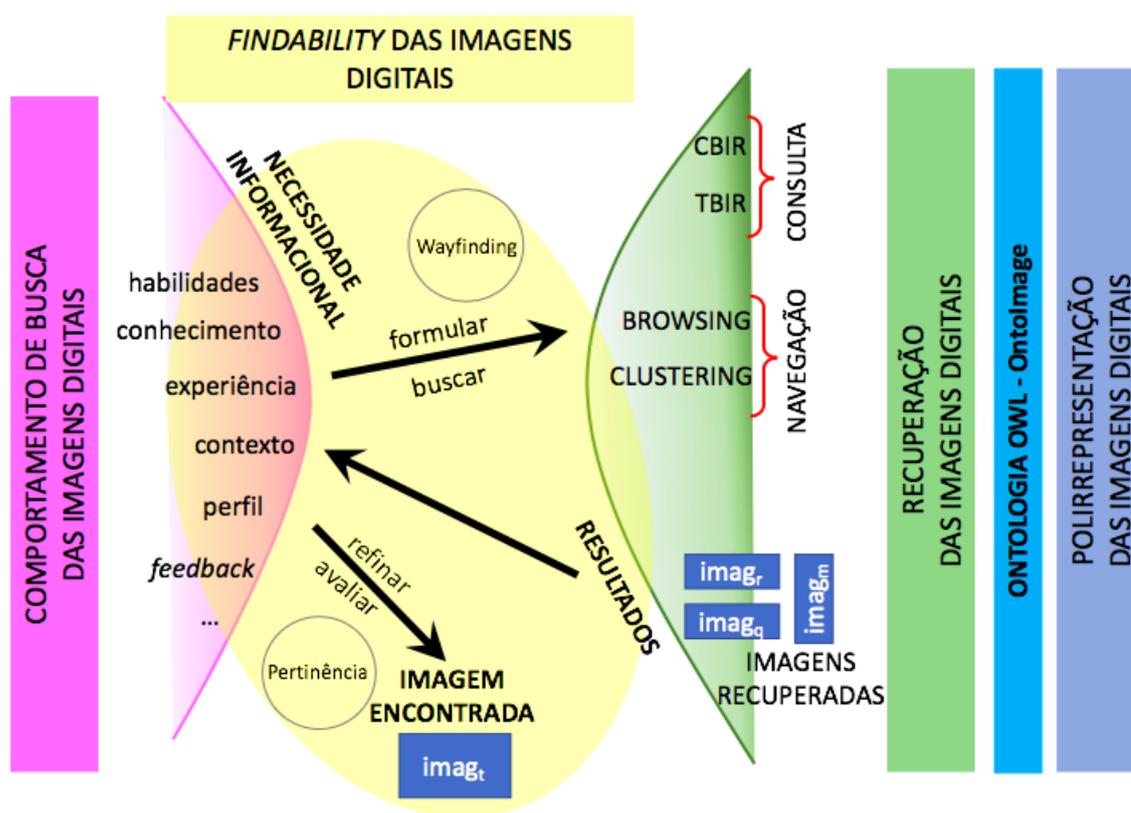
Nesse cenário, o Comportamento de Busca das imagens nesta pesquisa abrange o nível micro e macro, porquanto considera que devem ser contemplados os seguintes níveis para propiciar a *findability* das imagens digitais e para o aprofundamento em futuras pesquisas:

- a) no nível da formulação da necessidade informacional do usuário no SRI:
 - a existência ou carência de estruturas e habilidades técnicas, mentais e de conhecimento do usuário;
 - a informação do seu perfil e feedback;
 - o tipo de consulta que pode ser realizada, ou seja, por imagem ou por texto.
- b) no nível da interação dos usuários na frente dos recursos informacionais entregues pelo SRI, o seguinte:
 - o uso da medida de pertinência (relevância cognitiva) ou outros processos cognitivos, intelectuais ou mentais para determinar a *findability* dos recursos;
 - a decisão ou avaliação se as imagens da sua necessidade informacional foram ou não encontradas dentro do conjunto de resultados recuperados pelo sistema;
 - o uso da filtragem quando oferecida pelo sistema para reduzir/refinar a quantidade de resultados e se aproximar à localização ou encontro das imagens desejadas;
 - a retroalimentação de relevância no Sistema de Recuperação para aprimorar futuros processos de busca e recuperação relacionados.

Ao analisar essas interações do usuário, pode afirmar-se que, a *Image Findability* acontece quando o usuário determina o encontro das imagens digitais a partir do conjunto de resultados recuperados pelo Sistema de Recuperação de Imagens, usando como critérios a pertinência e os aspectos contemplados pelo Comportamento de Busca da Informação próprios do seu contexto, tais como suas habilidades, seu conhecimento, experiências e outros.

A seguir, na Figura 47 integra-se o que foi exposto nesta seção, evidenciando-se que, o Comportamento de busca da informação quando aplicado no âmbito da Recuperação da informação, participa na formulação da necessidade informacional. Assim, como durante a avaliação/refinamento dos resultados recuperados e apresentados pelo Sistema de Recuperação de Imagens, seja a busca por consulta ou navegação, verifica-se que a *Image Findability* se constitui como um espaço (cor amarelo) que somente acontecerá ao envolver esses processos, sendo estes o Comportamento de Busca de Informação tanto em nível micro quanto em nível macro, a Recuperação das Imagens Digitais e a polirrepresentação destas.

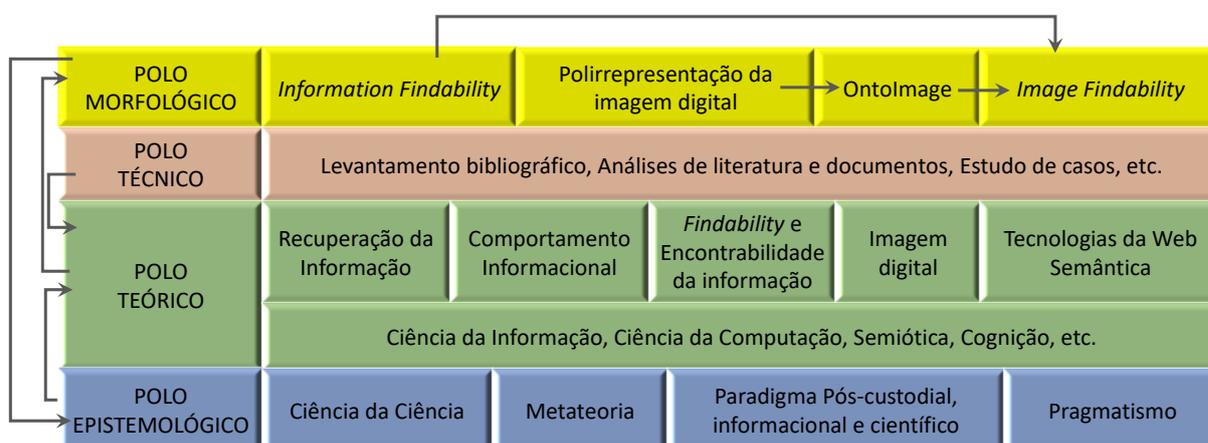
Figura 47 – *Image findability*



Fonte: Autoria própria.

Finalmente, no processo de Recuperação de Imagens se observou a importância da polirrepresentação da imagem digital e sua implementação em uma ontologia OWL para fornecer a Recuperação dos recursos imagéticos mediante CBIR e TBIR no âmbito da Web Semântica. Do mesmo modo, vale destacar que ainda que indireta ou transitivamente, na *Image Findability*, também os diferentes tipos de representação contidos na polirrepresentação proposta devem ser vistos como fundamentais, pois quanto mais informações e conteúdos sejam representativos da imagem digital, também maiores as possibilidades de encontro destas, já que a polirrepresentação permitirá ao sistema oferecer diversas opções e mecanismos de recuperação que quando enriquecida pelas tecnologias da Web Semântica, como a ontologia OntoImage, ampliarão os espaços de busca que podem surgir durante a interação do usuário com o sistema.

CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS



9 CONCLUSÕES

A concepção desta pesquisa se produz depois de transitar por questões e reflexões epistemológicas, teóricas e técnicas da imagem digital abordadas por diferentes áreas de estudo, no entanto neste trabalho se focaram principalmente a Ciência da Informação com alguns subsídios da Ciência da Computação, a Cognição e a Semiótica dentre outras.

Deste modo, a partir da questão de pesquisa “como poderiam ser aprimorados os processos de Recuperação e *Findability* das imagens digitais?” que suscitou esta investigação, propôs-se a tese ou premissa de que há uma relação entre a Recuperação da Informação e a *Findability* e que no âmbito das imagens digitais a Recuperação da Informação e *Findability* podem ser aprimoradas com a integração dos conteúdos (sintático e semântico) e das informações não visuais e de contexto, bem como com as tecnologias da Web Semântica.

Diante disto, buscou-se estabelecer essa relação entre a Recuperação da Informação e a *Findability*, para com o auxílio da polirrepresentação e o uso das Tecnologias da Web Semântica alcançar o objetivo principal proposto de aprimorar os processos de Recuperação e *Findability* das imagens digitais, por médio de conceitos operatórios e tecnológicos com base na polirrepresentação, no comportamento de busca e no uso das tecnologias da Web Semântica.

Para tal finalidade, as conclusões finais que emergem desta tese se apresentam a seguir e estão associadas aos aspectos contemplados nos objetivos específicos, entre os quais se abrangem:

- a) a revisão da temática de Recuperação da Informação e o levantamento bibliográfico da *Findability*, que uma vez realizados permitiram apontar que:
 - há um vínculo do usuário à *Findability* enquanto o sistema vincula-se à Recuperação da Informação, porém, considera-se que, para que um recurso informacional seja encontrado pelo usuário ele deverá ser previamente recuperado pelo sistema;
 - foi necessário incluir a revisão da temática de Comportamento de Busca da Informação ao oferecer subsídios que permitiram estabelecer que a *Findability* se associa ao usuário e também faz parte de pesquisas associadas à

Recuperação da Informação, ou seja, posiciona-se como campo de estudo comum destes processos analisados;

- ao referir-se ao usuário deverão ser contemplados os aspectos relacionados ao Comportamento de Busca da Informação, pois esses determinarão além das necessidades informacionais como entrada da Recuperação da Informação, a *Findability* dos recursos informacionais;

b) identificação dos elementos que permitiram esclarecer a relação entre a Recuperação da Informação e a *Findability*. Destacando-se dentre esses elementos que possibilitaram alcançar este objetivo:

- a Recuperabilidade associa-se ao sistema e a *Findability* ao Usuário;
- a Recuperação avalia-se pela Relevância (algorítmica) e a Pertinência (relevância cognitiva) pelo usuário como medida para *Findability*;
- o *Wayfinding* se apresenta como um nexo do usuário na *Findability*;
- e o Comportamento de Busca da informação permite que aconteça a *Findability*.

A Relevância e a Pertinência foram colocadas como medidas de avaliação da Recuperação da Informação e da *Findability* respectivamente. A Relevância algorítmica determina aspectos relacionados ao modelo e algoritmos de RI do mesmo modo que o desempenho e eficiência reportadas pelo sistema. A Pertinência ou relevância cognitiva ao ser determinada pelo usuário, decidirá o encontro das informações que atendem suas necessidades informacionais.

Do mesmo modo, o *Wayfinding* como elemento vinculado aos processos dos usuários na interação nos ambientes digitais informacionais, relaciona-se e favorece a *Findability* quando entendido seu nexo ao usuário, o qual está determinado pelos processos que envolvem as pessoas durante a interação, especificamente para orientação e navegação espacial nesses ambientes.

Esses elementos identificados, além de sustentar os apontamentos anteriores, permitem compreender que, ainda que, a Recuperação da Informação seja associada ao sistema e a *Findability* ao usuário, estas deverão ser vistas como campos de estudo complementares em junção ao Comportamento de Busca da Informação, sendo este último

um campo de estudo necessário em pesquisas associadas à busca e Recuperação da Informação e da *Findability*.

As análises e reflexões sobre os elementos mencionados e outros que foram descritos em detalhe no capítulo quatro permitiram posicionar e definir a *Information Findability* em termos da Recuperação da Informação e do Comportamento de Busca da Informação, que pode abstrair-se resumidamente em termos de uma capacidade do usuário com pressupostos do Comportamento de Busca da Informação no encontro do recurso informacional que se manifesta ou não sobre os resultados entregues pelo Sistema de Recuperação da Informação.

De outro lado, considera-se que, ao aprimorar no Sistema de Recuperação da Informação, os atributos ou as características que contemplem aspectos e processos do usuário, então se favorecerá o encontro dos recursos informacionais nos ambientes digitais, ou seja, à *Information Findability*. Diante disso, consequentemente a tríade da Arquitetura da Informação, conteúdo-contexto-usuário, no planejamento e desenvolvimento de ambientes informacionais digitais poderá favorecer a Recuperação e *Findability* dos conteúdos pelo usuário em um contexto específico.

No que diz respeito ao único Modelo de Encontrabilidade da Informação que foi encontrado na literatura brasileira, a análise desse permitiu concluir que ainda quando a participação do sujeito informacional e das suas características e contexto serem apenas visíveis ou identificadas em alguns atributos, dentre suas recomendações sugerem-se futuras pesquisas relacionadas aos aspectos pragmáticos e de Comportamento Informacional, sendo este um campo de estudo relevante e contemplado pela *Findability*.

c) Revisão e apresentação do referencial teórico da temática das Imagens digitais:

- verifica-se que os recursos imagéticos apresentam uma natureza complexa no processo de representação, vinculada às camadas de informação que as compõem, visual (sintático, semântico), não visual e de contexto,
- na Ciência da Informação e na Ciência da Computação foram encontrados os subsídios teóricos e de implementação para abordar esse processo de representação da imagem digital, para o qual se utilizam principalmente os modelos de análise formal e de conteúdo das imagens, os algoritmos de extração de características visuais e os padrões de metadados existentes.

d) A construção de uma proposta de polirrepresentação da imagem digital, em que:

- foi possível propor no âmbito da análise documental uma representação dos recursos imagéticos que considera os tipos de conteúdos e informações, os processos envolvidos (percepção, interpretação e descrição) e as técnicas vinculadas tanto à análise do conteúdo visual quanto à análise formal de dados, ao mesmo tempo que relaciona o nível de conhecimento e abstração requerido para realizar este processo de representação;
- a polirrepresentação constitui-se no elemento integrador da representação do recurso imagético e das necessidades do usuário que contempla além do seu contexto, as informações e conteúdos visuais e não visuais; e
- foi desenvolvida uma estrutura conceitual para ilustrar a modelagem da informação com elementos que foram amplamente discutidos e apresentados e que compõem a proposta de polirrepresentação da imagem digital.

A partir dessa estrutura de polirrepresentação da imagem digital que foi definida usando um modelo conceitual, mas que para ser entendido pelas máquinas deverá ser implementado usando um modelo lógico, e considerando a finalidade e o ambiente para o qual será usado, se objetivou seguidamente:

- e) Abordar o uso das Tecnologias da Web Semântica para a estruturação semântica da polirrepresentação da imagem digital, o que conseqüentemente levou:
 - à implementação de uma ontologia OWL, OntoImage, que permitiu descrever as imagens digitais como representações em forma de conceitos relacionados;
 - a determinar ainda que os metadados se oferecem como uma alternativa na descrição da informação principalmente não visual, igualmente podem ser usados para outros tipos de conteúdos e informações dos recursos imagéticos que foram integrados na proposta de polirrepresentação desenvolvida, e posteriormente estruturados e implementados na OntoImage mediante o reuso ou definição de vocabulários e conceitos SKOS; e
 - a OntoImage apresenta-se como uma ontologia que além de se tornar disponível para ser reusada, oferece um equilíbrio entre uma descrição do básico/genérico e do específico das imagens digitais que deverá ser representado em comparação com as ontologias e os vocabulários que foram revisados.

Diante disso, conclui-se que, o uso das ontologias determina novos espaços para a recuperação de recursos imagéticos, abrangendo tanto o conteúdo visual sintático e semântico, quanto as informações não visuais e de contexto destes, pois, os agentes computacionais e programas que rastreiam a Web poderão localizar os conteúdos relacionados com um termo de busca que está associado com o significado e com os demais conceitos interpretados.

Outrossim, as ontologias auxiliam na representação semântica das imagens digitais ao inserir na descrição desses recursos, elementos semânticos oriundos da ontologia e se validam como artefatos a ser utilizados para o processo de descrição e estruturação semântica das imagens digitais que fornecem sua Recuperação e *findability* na Web.

f) Integrar a polirrepresentação dos recursos imagéticos e o uso das Tecnologias da Web Semântica em um modelo conceitual de *Image Findability*:

- confirmou a importância da polirrepresentação da imagem digital proposta, a qual se justifica pelo fato de que quanto maior for a quantidade de elementos representados dos recursos imagéticos, maiores serão as possibilidades de resultados recuperados;
- a *Image Findability*, ainda que indireta ou transitivamente, pode ser vista do mesmo modo que a *Information Findability*, como transversal às camadas da Recuperação e do Comportamento de busca da informação;
- posiciona o Comportamento informacional como um campo de estudo que possibilita a *Image Findability*, pois tanto o *Information Searching Behaviour* (nível micro) quanto o *Information Seeking Behaviour* (nível macro) contemplam aspectos relacionados com a formulação da necessidade informacional e a interação dos usuários com os recursos imagéticos recuperados pelo Sistema de Recuperação de Imagens, sendo esses aspectos também contemplados na *Information Findability*;
- a Representação da Informação para a Web Semântica mediante uma ontologia insere semântica no processo de estruturação formal dos dados, o que complementa a Recuperação baseada em conteúdo (CBIR) e a Recuperação baseada em texto (TBIR) em direção à Recuperação semântica baseada em ontologia para Imagens Digitais;

- *Image Findability* se apresenta como uma capacidade do usuário que mediante a Pertinência e aspectos do Comportamento de Busca de Informação permite determinar o encontro das imagens digitais sobre o conjunto de resultados entregue ou recuperados pelo Sistema de Recuperação de Imagens.

Assim, a polirrepresentação das imagens e o uso das tecnologias da Web Semântica para sua estruturação/enriquecimento semântico contribuíram na construção de um modelo de *Image Findability* e permitiram além de atingir o objetivo geral desta pesquisa, responder a questão de pesquisa inicial, validar a tese traçada, na qual depois de esclarecida a relação entre a Recuperação da Informação e a *Findability*, e ao usar a polirrepresentação se aprimoram esses processos nas imagens digitais.

Por fim, verificou-se a importância do método quadripolar utilizado nesta tese para o delineamento da pesquisa, pois esse auxiliou mediante o polo teórico a concepção das teorias e conceitos precisos no que tange à Recuperação, à *Findability*, ao Comportamento Informacional, às Imagens digitais e às Tecnologias da Web Semântica. Os métodos utilizados que compõem o polo técnico, principalmente associados à pesquisa bibliográfica e documental, permitiram que na configuração do polo morfológico pudessem ser apresentadas as propostas de polirrepresentação das imagens digitais, a ontologia *OntoImage* e um modelo conceitual de *Image Findability*, e conseqüentemente o que se refere à *Findability*, *Information Findability* e *Image Findability* na Ciência da Informação.

Diante disto, destaca-se que a Ciência da Informação sustentou e possibilitou defender esta pesquisa com o auxílio da Ciência da Computação e que na linha de pesquisa Informação e Tecnologia do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da Unesp são necessários estes diálogos entre estas e outras Ciências.

10 TRABALHOS FUTUROS

Um processo de investigação como esta tese de doutorado além de não ter uma temporalidade fixa deverá ser entendido como inacabado e imperfeito para assim se tornar em uma oportunidade de ser revisto e melhorado.

A seguir são apresentadas algumas recomendações que se derivam desta pesquisa e que podem ser contempladas como ideias de pesquisa para futuros trabalhos e cenário de discussões acadêmicas:

- a) aprofundamento nos estudos de Comportamento Informacional, do contexto dos usuários e dos modelos de busca da informação vinculados com a Recuperação da Informação que venham a aprimorar aspectos pragmáticos no âmbito da *Information Findability*;
- b) revistar e desdobrar os atributos do MEI como uma oportunidade de aprimorar, consolidar e materializar a instanciação do Modelo de Encontrabilidade da Informação em diálogo com a *Information Findability*, e destacar deste modo ao sujeito informacional e seu comportamento de busca em junção com a Recuperação da Informação;
- c) construção e revisão de medidas baseadas no usuário para *Information Findability* e *Image Findability* que validem o modelo conceitual proposto e determinem as taxas de encontro dos recursos informacionais, entre eles os imagéticos;
- d) desdobrar a *Image Findability* com foco nas necessidades dos ambientes informacionais no contexto da Recuperação da Informação.
- e) realização do mapeamento e/ou equivalências entre os elementos da ontologia OntoImage, construída para a representação das imagens digitais com propriedades de outras ontologias e vocabulários;
- f) avaliação da abordagem semântica desde o ponto de vista de aplicação.
- g) descrição e publicação no ecossistema de Linked Open Data de conjuntos de dados das imagens digitais de diversos âmbitos seguindo a OntoImage, e
- h) projetos de ambientes digitais com Recuperação semântica de Imagens Digitais baseada na OntoImage para a Web de dados.

Ao repassar essas ideias de trabalhos futuros pode ser observado que cada uma delas pode ser desenvolvida no interior da linha de pesquisa Informação e Tecnologia do Programa de Pós-graduação da UNESP, pois sua trajetória e arcabouço científico, e experiência em pesquisas relacionadas a consolidam e a posicionam na liderança das temáticas de investigação correntes.

Finalmente, e para refletir, mais do que as ideias expostas aqui e muitas outras que com certeza surgem em cada leitura ou consulta principalmente de artigos científicos, livros, dissertações e tese de doutorado como esta, o que vale destacar são que as dúvidas, os questionamentos, e o interesse de validar é o que pode levar-nos ao avanço científico e a reprodutibilidade da ciência. Não obstante, esses somente serão possíveis estabelecendo diálogos inter, multi e transdisciplinares, como os que fizeram possível o desenvolvimento desta pesquisa na Ciência da Informação, pois foram e seguirão sendo necessários subsídios contemplados pelas Ciência da Computação, Cognição, Semiótica e a Psicologia, entre outras.

Então vamos continuar duvidando, questionando e dialogando na Ciência da Informação os aportes da polirrepresentação, Recuperação e Comportamento de Busca para irmos da *Information Findability* à *Image Findability* e respondermos às questões vinculadas à Figura 1 que nos permitam encontrá-la.

REFERÊNCIAS

- AGUILLO, I. Measuring the institution's footprint in the web. **Library Hi Tech**, v. 27, n. 4, p. 540–556, 2009.
- ALLAM, H. *et al.* **Exploring factors impacting users' attitude and intention towards social tagging systems**. In: ANNUAL HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 45., 2012, Maui. **Proceedings** [...] Maui: IEEE Computer Society, 2012. p. 3129-3138.
- ALLEMANG, D.; HENDLER, J. **Semantic web for the working ontologist**: effective modeling in RDFS and OWL. 2nd. ed. USA: Elsevier, 2011.
- ALVES, R. C. V. **Metadados como elementos do processo de catalogação**. Marília, SP: Universidade Estadual Paulista, 2010.
- ARTHUR, P.; PASSINI, R. **Wayfinding**: people, signs, and architecture. New York: McGraw-Hill, 1992.
- AZZOPARDI, L.; BACHE, R. **On the relationship between effectiveness and accessibility**. In: ANNUAL INTERNATIONAL ACM SIGIR CONFERENCE ON RESEARCH AND DEVELOPMENT IN INFORMATION RETRIEVAL, 33., 2010, Genebra. **Proceedings** [...]. Genebra: [s.L.], 2010. p. 889-890.
- AZZOPARDI, L.; VINAY, V. Retrievability: an evaluation measure for higher order information access tasks. In: ACM CONFERENCE ON INFORMATION AND KNOWLEDGE MANAGEMENT, 17., 2008, New York. **Proceedings** [...]. New York: ACM, 2008a. p. 561–570.
- AZZOPARDI, L.; VINAY, V. Accessibility in Information retrieval. In: MACDONALD, C. *et al.* (ed.). **Advances in information retrieval. Lecture Notes in Computer Science**, v. 4956. Berlin: Springer, 2008b. p. 482-489. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-540-78646-7_46. Acesso em: 14 out. 2017.
- BAEZA-YATES, R.; RIBEIRO-NETO, B. **Modern information retrieval**. New York: ACM Press, 1999. v. 463.
- BAEZA-YATES, R.; RIBEIRO-NETO, B. **Modern Information retrieval: the concepts and technology behind search**. 2nd. ed. USA: Addison-Wesley Publishing Company, 2011.
- BANNOUR, H.; HUDELLOT, C. **Towards ontologies for image interpretation and annotation**. In: INTERNATIONAL WORKSHOP ON CONTENT-BASED MULTIMEDIA INDEXING, 9., 2011, Madri. **Proceedings** [...]. Madri: IEEE, 2011. p. 211–216. Disponível em: http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=5972547. Acesso em: 31 ago. 2016.
- BARITÉ, M. G. B. **Referenciales teóricos vientes en el area de tratamiento temático de la información y su expresión metodológica**. In: ENCUESTRO DE DIRECTORES, ENCUESTRO DE DOCENTES DE ESCUELAS DE BIBLIOTECOLOGÍA Y CIENCIA DE LA INFORMACIÓN DEL MERCOSUR, 4., 2000, Montevideo. **Anais** [...]. Montevideo: Escuela Universitaria de Bibliotecología y Ciencias Afines, 2000. p. 223–233.

BARRETO, J. Desafios e avanços na recuperação automática da informação audiovisual. **Ci. Inf**, v. 36, n. 3, p. 17-28, 2007.

BASHIR, S. Estimating retrievability ranks of documents using document features. **Neurocomputing**, v. 123, p. 216-232, 10 jan. 2014.

BASHIR, S.; KHATTAK, A. S. Producing efficient retrievability ranks of documents using normalized retrievability scoring function. **Journal of Intelligent Information Systems**, v. 42, n. 3, p. 457-484, jun. 2014.

BATES, M. J. The design of browsing and berrypicking techniques for the online search interface. **Online review**, v. 13, n. 5, p. 407-424, 1989.

BATLEY, S. The I in information architecture: the challenge of content management. **Aslib Proceedings**, v. 59, n. 2, p. 139-151, 2007.

BEDFORD, D.; HARRISON, F. Leveraging environmental scanning methods to identify knowledge management activities in transportation. **Journal of Knowledge Management**, v. 19, n. 3, p. 579-592, 2015.

BELKIN, N. J. Interaction with texts: Information retrieval as information seeking behavior. **Information Retrieval**, v. 93, p. 55-66, 1993.

BELLUZZO, R. C. B.; SANTOS, C. A. dos; ALMEIDA JÚNIOR, O. F. de. A competência em informação e sua avaliação sob a ótica da mediação da informação: reflexões e aproximações teóricas. **Informação & Informação**, v. 19, n. 2, p. 60-77, 2014.

BENTES-PINTO, V. Indexação morfossemântica de imagens no contexto da saúde visando à recuperação de informações. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 15, n. 2, p. 313-330, jun. 2008.

BENTES-PINTO, V. B.; SOARES, M. E. **Informação para a área de saúde**: prontuário do paciente, ontologia de imagem, terminologia, legislação e gerenciamento eletrônico de documentos. [s.l.] UFC, 2010.

BERNERS-LEE, T.; HENDLER, J.; LASSILA, O. The semantic web. **Scientific American**, v. 284, n. 5, p. 28-37, 2001.

BLOEHDORN, S. et al. Semantic annotation of images and videos for multimedia analysis. In: GÓMEZ-PÉREZ, A., EUZENAT, J. (ed.). The semantic web: research and applications. **Lecture Notes in Computer Science**, v. 3532. Berlin: Springer, 2005. Disponível em: http://link.springer.com/10.1007%2F11431053_40. Acesso em: 31 ago. 2016

BORDIGNON, F. R. A.; TOLOSA, G. H. Recuperación de información: un área de investigación en crecimiento. **TELEMATIQUE**, v. 6, n. 1, p. 51-73, 2007.

BORKO, H. Information science: what is it? **Journal of the Association for Information Science and Technology**, v. 19, n. 1, p. 3-5, 1968.

- BORLUND, P. The concept of relevance in IR. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 54, n. 10, p. 913-925, 7 maio 2003.
- BOWLER, L. et al. Issues in user-centered design in LIS. **Library Trends**, v. 59, n. 4, p. 721-752, 2011.
- BUSH, V. As we may think. **The atlantic monthly**, v. 176, n. 1, p. 101-108, 1945.
- CACHEDA-SEIJO, F.; FERNÁNDEZ-LUNA, J. M.; HUETE-GUADIX, J. F. **Recuperación de información: un enfoque práctico y multidisciplinar**. Madrid: Ra-Ma, 2011.
- CANFORA, G.; CERULO, L. A taxonomy of information retrieval models and tools. **Journal of Computing and Information Technology**, v. 12, n. 3, p. 175-194, 2004.
- CAPURRO, R. Epistemología y ciencia de la información. **Enlace**, v. 4, n. 1, p. 11-29, 2007.
- CARDELLO, J. **Low Findability and discoverability: four testing methods to identify the causes**. 2014. Disponível em: <https://www.nngroup.com/articles/navigation-ia-tests/>. Acesso em: 27 out. 2017.
- CARMEL, D. *et al.* **What a makes a query difficult?** In: ANNUAL INTERNATIONAL ACM SIGIR CONFERENCE ON RESEARCH AND DEVELOPMENT IN INFORMATION RETRIEVAL, 29., 2006, Seattle. **Proceedings** [...]. Seattle: ACM, 2006. p. 390-397.
- COKER, G. Usability in emerging e-content environments. **Information Services and Use**, v. 27, n. 4, p. 179-184, 2007.
- COMECHE, J. A. M. La recuperación automatizada de imágenes: retos y soluciones. **Revista general de información y documentación**, v. 23, n. 2, p. 423, 2013.
- CONEGLIAN, C. S. *et al.* Tecnologias da web semântica na arquitetura da informação. **Revista Interamericana de Bibliotecología**, v. 42, n. 1, p. 23-35, 1 jan. 2019.
- CONWAY, M. C. *et al.* Advancing the DFC semantic technology platform via HIVE innovation. In: GAROUFALLOU, E.; GREENBERG, J. (ed.). **Metadata and Semantics Research**. [s.l.]: Springer, 2013. p. 14-21.
- CREAGER, J. H.; GILLAN, D. J. Toward understanding the findability and discoverability of shading gradients in almost-flat design. **Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting**, v. 60, n. 1, p. 339-343, 1 set. 2016.
- CRUZ-GIL, M. del C. **Modelos de búsqueda y recuperación de información**. Gijón: Trea, 2015.
- DANZICO, L. **Ambient findability: talking with Peter Morville**. 2005. Disponível em: <http://boxesandarrows.com/ambient-findability-talking-with-peter-morville/>. Acesso em: 13 fev. 2018.
- DASIOPOULOU, S. *et al.* Enquiring MPEG-7 based multimedia ontologies. **Multimedia Tools and Applications**, v. 46, n. 2/3, p. 331-370, 2010.

- D'BRITTO, M. P.; JOSHI, A. R. **Analysis of image retrieval techniques**. In: 2017 INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER COMMUNICATION AND INFORMATICS, 2017, Coimbatore. **Proceedings** [...]. Coimbatore: IEEE, 2017. p. 1-5.
- DE ANDRÉS, J.; MARTÍNEZ, A. B.; LORCA, P. Factors influencing web accessibility of big listed firms: an international study. **Online Information Review**, v. 34, n. 1, p. 75-97, 23 fev. 2010.
- DE BRUYNE, P.; HERMAN, J.; DE SCHOUTHEETE, M. **Dynamique de la recherche en sciences sociales: les pôles de la pratique méthodologique**. [s.l.]: Presses universitaires de France, 1974. v. 39
- DE BRUYNE, P.; HERMAN, J.; DE SCHOUTHEETE, M. **Dinâmica da pesquisa em Ciências Sociais**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1991.
- DE-JUANAS, Á. et al. Construcción de un instrumento de verificación de la calidad de portales y redes de investigación de carácter científico en internet. **Revista Espanola de Documentacion Cientifica**, v. 35, n. 4, p. 555-572, 2012.
- DERVIN, B. Sense-making theory and practice: an overview of user interests in knowledge seeking and use. **Journal of knowledge management**, v. 2, n. 2, p. 36-46, 1998.
- DÍEZ, R. **La navegación por facetas**. 2014. Disponível em: <https://www.rafaeldiez.com/blog/la-navegacion-por-facetas/>. Acesso em: 18 fev. 2019.
- DOMINICH, S. **Mathematical foundations of information retrieval**. [s.l.]: Kluwer Academic Publishers, 2001.
- DRAGUNOVA, M.; MORO, R.; BIELIKOVA, M. Measuring visual search ability on the web. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INTELLIGENT USER INTERFACES, 22., 2017, Limassol. **Proceedings** [...].Limassol: Association for Computing Machinery, 2017. p. 97-100.
- EAKINS, J. P.; GRAHAM, M. E. **Content based image retrieval: a report to the JISC technology applications programme**. Newcastle: University of Northumbria at Newcastle, 1999.
- ELLIS, D. A behavioural model for information retrieval system design. **Journal of Information Science**, v. 15, n. 4-5, p. 237-247, 1 ago. 1989.
- FAN, J.; GAO, Y.; LUO, H. Integrating concept ontology and multitask learning to achieve more effective classifier training for multilevel image annotation. **IEEE Transactions on Image Processing**, v. 17, n. 3, p. 407-426, mar. 2008.
- FERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; GÓMEZ-PÉREZ, A.; JURISTO, N. Methontology: from ontological art towards ontological engineering. **AAAI Technical Report**, 1997.
- FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.
- FORD, N. **Introduction to information behaviour**. [s.l.]: Facet Publishing, 2015.
- FOSKETT, D. J. **Classification and indexing in the social sciences**. Aslib proceedings. **Anais...** MCB UP Ltd, 1970. p. 90-101.

FOSKETT, D. J. A note on the concept of “relevance”. **Information Storage and Retrieval**, v. 8, n. 2, p. 77-78, 1972.

FRANSSON, J. Findability och informationskompetens vid webbnavigation. **Dansk Biblioteksforskning**, v. 7, n. 2/3, p. 55-68, 2011.

GARCÍA-MARCO, F. J. Schema. org: la catalogación revisitada. **Anuario ThinkEPI**, n. 1, p. 169-172, 2013.

GARDIN, J. C. **La logic du plausible**: essais d'épistemologie pratique. Ann Arbor, Michigan: University Microfilms International, 1981.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOFFMAN, W.; NEWILL, V. A. Methodology for test and evaluation of information retrieval systems. **Information Storage and Retrieval**, v. 3, n. 1, p. 19-25, 1966.

GOKER, A.; DAVIES, J. **Information retrieval**: searching in the 21st Century. [s.l.]: John Wiley & Sons, 2009.

GOODRUM, A. A. Image information retrieval: An overview of current research. **Informing Science**, v. 3, n. 2, p. 63-66, 2000.

GRUBER, T. **Definition of Ontology Encyclopedia of Database Systems**. [s.l.]: Springer Verlag, 2008. Disponível em: <http://tomgruber.org/writing/ontology-in-encyclopedia.htm>. Acesso em: 11 mar. 2019.

GRUBER, T. R. Toward principles for the design of ontologies used for knowledge sharing? **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 43, n. 5, p. 907-928, 1995.

GRÜNINGER, M.; FOX, M. S. **Methodology for the design and evaluation of ontologies**. Workshop on basic Ontological issues in Knowledge Sharing. *In*: WORKSHOP ON BASIC ONTOLOGICAL ISSUES IN KNOWLEDGE SHARING IJCAI. Montreal: Universidad de Toronto, 1995.

GUARINO, N. Semantic matching: formal ontological distinctions for information organization, extraction, and integration. *In*: MACDONALD, C. *et al.* (ed.). Information Extraction a Multidisciplinary Approach to an Emerging Information Technology. **Lecture Notes in Computer Science**, v. 1299. Berlin: Springer, 1997. p. 139-170. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/3-540-63438-X_8. Acesso em: 30 jun. 2019.

GUIMARÃES, J. A. C.; SALES, R. DE. Análise documental: concepções do universo acadêmico brasileiro em Ciência da Informação. **DataGramaZero-Revista de Ciência da Informação**, v. 11, n. 1, p. 1-17, 2010.

HASLE, P. Persuasive design: a different approach to information systems (and information). **Library Hi Tech**, v. 29, n. 4, p. 569-572, 2011.

- HENDLER, J.; BERNERS-LEE, T.; MILLER, E. Integrating applications on the semantic web. **JOURNAL-INSTITUTE OF ELECTRICAL ENGINEERS OF JAPAN**, v. 122, n. 10, p. 676-680, 2002.
- HERMAN, J. J. "Dinâmica da pesquisa em ciências sociais" 40 anos depois e além... **PRISMA.COM**, v. 0, n. 26, 2014.
- HLIAOUTAKIS, A. et al. Information retrieval by semantic similarity. **International Journal on Semantic Web and Information Systems**, v. 2, n. 3, p. 55-73, 2006.
- HJØRLAND, B. **Nine principles of knowledge organization**. In: KNOWLEDGE ORGANIZATION AND QUALITY MANAGEMENT, 30., 1994, Copenhagen. **Proceedings [...]**. Copenhagen: Indeks Verlag, 1994. p. 91-100.
- HJØRLAND, B. The foundation of the concept of relevance. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 61, n. 2, p. 217-237, 20 nov. 2009.
- HOFER, A. R.; TOWNSEND, L.; BRUNETTI, K. Troublesome concepts and information literacy: investigating threshold concepts for il instruction. **Portal: Libraries and the Academy**, v. 12, n. 4, p. 387-405, out. 2012.
- HUDELOT, C.; ATIF, J.; BLOCH, I. Fuzzy spatial relation ontology for image interpretation. **Fuzzy Sets and Systems**, v. 159, n. 15, p. 1929-1951, 2008.
- INGWERSEN, P. **Information retrieval interaction**. [s.l.] Taylor Graham London, 1992. v. 246.
- INGWERSEN, P. Polyrepresentation of information needs and semantic entities elements of a cognitive theory for information retrieval interaction. In: CROFT, B. W.; VAN RIJSBERGEN, C. J. (ed.). **SIGIR '94**. London: Springer London, 1994. p. 101-110.
- INGWERSEN, P. Cognitive perspectives of information retrieval interaction: elements of a cognitive IR theory. **Journal of documentation**, v. 52, n. 1, p. 3-50, 1996.
- INGWERSEN, P.; JÄRVELIN, K. **The turn: integration of information seeking and retrieval in context**. [s.l.]: Springer Science & Business Media, 2006. v. 18
- JAIMES, A.; CHANG, S.-F. **Conceptual framework for indexing visual information at multiple levels**. In: INTERNATIONAL SOCIETY FOR OPTICS AND PHOTONICS, 1999, San Jose. **Proceedings [...]**. 2000. Disponível em: <http://proceedings.spiedigitallibrary.org/proceeding.aspx?articleid=920728>>. Acesso em: 31 ago. 2016.
- JANSEN, B. J.; RIEH, S. Y. The seventeen theoretical constructs of information searching and information retrieval. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 61, n. 8, p. 1517-1534, 1 ago. 2010.
- JIANG, T.; LIU, F.; CHI, Y. Online information encountering: modeling the process and influencing factors. **Journal of Documentation**, v. 71, n. 6, p. 1135-1157, 2015.
- JOLY, M. **Introdução à análise da imagem**. 6. ed. Campinas: Papirus, 1996.

- JÖRGENSEN, C. **Indexing images**: testing an image description template. *In*: ASIS 1996 ANNUAL CONFERENCE PROCEEDINGS. 1996. Disponível em: https://www.acsu.buffalo.edu/~marissac/conceptpaper/JORGENSEN_INDEXING_IMAGES.pdf. Acesso em: 31 ago. 2016.
- JURISICA, I.; MYLOPOULOS, J.; YU, E. Ontologies for knowledge management: an information systems perspective. **Knowledge and Information Systems**, v. 6, n. 4, p. 380-401, 1 jul. 2004.
- KE, W. **Scalability of findability**: decentralized search and retrieval in large information networks. [s.l.]: The University of North Carolina at Chapel Hill, 2010.
- KOBASHI, N. Y. Análise documentária e representação da informação. **Informare: Cadernos do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação**, v. 2, n. 2, p. 5-27, 1996.
- KOLTAY, T. The bright side of information: ways of mitigating information overload. **Journal of Documentation**, v. 73, n. 4, p. 767-775, 2017.
- KOPACKOVA, H.; MICHALEK, K.; CEJNA, K. Accessibility and findability of local e-government websites in the Czech Republic. **Universal Access in the Information Society**, v. 9, n. 1, p. 51-61, mar. 2010.
- KRIKELAS, J. Information-seeking behavior: patterns and concepts. **Drexel library quarterly**, v. 19, n. 2, p. 5-20, 1983.
- KUHLTHAU, C. C. Inside the search process: Information seeking from the user's perspective. **Journal of the American society for information science**, v. 42, n. 5, p. 361-371, 1991.
- LAMARCA, M. J. **Hipertexto**: el nuevo concepto de documento en la cultura de la imagen. 2006. Tesis (**Doctorado en Fundamentos, Metodología y Aplicaciones de las Tecnologías Documentales y Procesamiento de la Información**) – Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 2006. Disponível em: <http://www.hipertexto.info>. Acesso em: 23 jan. 2006.
- LANCASTER, F. W. **Information retrieval systems; characteristics, testing and evaluation**. [s.l.]: J. Wiley, 1968.
- LA-SERNA, N.; CONTRERAS, W.; RUIZ, M. E. Procesamiento digital de textura: técnicas utilizadas en aplicaciones actuales de CBIR. **Revista de Investigación de Sistemas e Informática**, v. 7, n. 1, p. 57-64, 2010.
- LAUTENBACH, M. A. E. et al. Evaluating the usability of web pages: a case study. **Artificial Intelligence Preprint Series**, v. 11, 2008.
- LIN, Y. L.; BRUSILOVSKY, P.; HE, D. Finding cultural heritage images through a Dual-Perspective Navigation Framework. **Information Processing & Management**, v. 52, n. 5, p. 820-839, set. 2016.
- LOV. **Linked Open Vocabularies (LOV)**. Disponível em: <https://lov.linkeddata.es/dataset/lov/about>. Acesso em: 18 mar. 2019.

MANDEL, L. H. Understanding and describing users' wayfinding behavior in public library facilities. **Journal of Librarianship and Information Science**, v. 50, n. 1, p. 23-33, 2016.

MANNING, C. D.; RAGHAVAN, P.; SCHÜTZE, H. **An introduction to information retrieval**. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

MARCOS, M. C. **Browsing y clustering: dos técnicas en auge para la recuperación de información**. Barcelona: Documentación Digital, 2004.

MARTÍNEZ-MÉNDEZ, F. J. **Recuperación de información: modelos, sistemas y evaluación**. Murcia: Kiosko, 2004.

MATHIESEN, K. Informational Justice: a conceptual framework for social justice in library and information services. **Library Trends**, v. 64, n. 2, p. 198-225, 2015.

MCMINN, H. S. Library support of bibliographic management tools: a review. **Reference Services Review**, v. 39, n. 2, p. 278-302, 2011.

MEZARIS, V.; KOMPATSIARIS, I.; STRINTZIS, M. G. Region-based image retrieval using an object ontology and relevance feedback. **Eurasip Journal on applied signal processing**, v. 2004, p. 886-901, 2004.

MILSTEAD, J.; FELDMAN, S. Metadata: cataloging by any other name... **ONLINE-WESTON THEN WILTON-**, v. 23, p. 24-31, 1999.

MIRANDA, M. K. F. DE O. **O acesso à informação no paradigma pós-custodial: da aplicação da intencionalidade para a findability**. Portugal: Universidade de Porto, 2010.

MIZZARO, S. Relevance: The whole history. **Journal of the American Society for Information Science**, v. 48, n. 9, p. 810-832, 1 set. 1997.

MOOERS, C. N. Zatocoding applied to mechanical organization of knowledge. **Journal of the Association for Information Science and Technology**, v. 2, n. 1, p. 20-32, 1951.

MORVILLE, P. **The age of findability**. 2002. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20040804193156/http://www.boxesandarrows.com:80/archives/002595.php>. Acesso em: 10 set. 2017.

MORVILLE, P. **Ambient findability: what we find changes who we become**. [s.l.]: O'Reilly Media Inc., 2005.

NAGELHOUT, E.; STAGGERS, J.; TILLERY, D. Risk communication, space, and findability in the public sphere: a case study of a physical and online information center. **Journal of Technical Writing and Communication**, v. 39, n. 3, p. 227-243, 2009.

NAVARRETE, R.; LUJÁN-MORA, S. **Evaluating findability of open educational resources from the perspective of users with disabilities: a preliminary approach**. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDEMOCRACY AND EGOVERNMENT, 2., 2015, Quito. **Proceedings [...]**. Quito: IEEE, 2015. p. 112-119.

- NOY, N. F.; MCGUINNESS, D. L. **Ontology development 101: a guide to creating your first ontology**. Stanford: Stanford knowledge systems laboratory technical report KSL-01-05 and ..., 2001.
- ORTEGA, B. H.; JIMENEZ, J.; MARTIN, M. J. The Effect of the quality of a website on web traffic: the case of electronic banking in Spain. **Information Research**, v. 15, n. 2, jun. 2010.
- PANOFSKY, E. **Meaning in the visual arts**. [s.l.]: University of Chicago Press Chicago, 1955.
- PASSINI, R. Wayfinding: a conceptual framework. **Urban Ecology**, v. 5, n. 1, p. 17-31, abr. 1981.
- PASSINI, R. Wayfinding design: logic, application and some thoughts on universality. **Design Studies**, v. 17, n. 3, p. 319-331, 1 jul. 1996.
- PASTOR-SÁNCHEZ, J. A. **Tecnologías de la web semántica**. Barcelona: Editorial UOC, 2011.
- PASTOR-SANCHEZ, J. A. Mercado semántico: tecnologías y aplicación para la representación de sistemas de organización del conocimiento en el contexto Linked Open Data. **Scire**, v. 19, n. 2, p. 55-68, 2013.
- PASTOR-SANCHEZ, J. A. Buenas prácticas para la publicación de datos en la web: la superación del paradigma linked open data. In: **Datos abiertos vinculados y gestión integral de la información en los centros patrimoniales**. 7. ed. [s.l.] Artium, 2018. v. 1p. 233–255.
- PEKER, S.; KUCUKOZER-CAVDAR, S.; CAGILTAY, K. Exploring the relationship between web presence and web usability for universities. **Program**, v. 50, n. 2, p. 157–174, 2016.
- PÉREZ-ÁLVAREZ, S. **Sistemas CBIR: Recuperación de imágenes por rasgos visuales**. [s.l.] Trea, 2007.
- PINHEIRO, L. V. R.; FERREZ, H. D. Tesauro brasileiro de Ciência da Informação. Rio de Janeiro, 2014.
- PINTO-MOLINA, M. **Análisis documental: fundamentos y procedimientos**. Madrid: EUEDEMA, 1993.
- PINTO-MOLINA, M.; AGUSTÍN-LACRUZ, M. DEL C.; GARCÍA-MARCO, F. J. **Indización y resumen de documentos digitales y multimedia: técnicas y procedimientos**. [s.l.] Trea, 2002.
- POVEDA-VILLALÓN, M. et al. Ontologías para describir datos enlazados. In: **Datos abiertos vinculados y gestión integral de la información en los centros patrimoniales**. 7. ed. [s.l.] Artium, 2018. v. 1p. 277–294.
- RIBEIRO, F. **O acesso à informação nos arquivos**. 1998. Disponível em: http://aleph.letras.up.pt/F?func=find-b&find_code=SYS&request=000093444. Acesso em: 10 set. 2017.

RILEY, J. **Understanding metadata: what is metadata, and what is it for?** Baltimore, MD: National Information Standards Organization (NISO), 2017.

ROA-MARTÍNEZ, S. M. **Evaluación de técnicas para el análisis de relevancia en características para la recuperación de imágenes radiológicas por contenido visual.** Dissertação (Maestría en Ingeniería énfasis Electrónica)—Facultad de Ingenierías: Universidad del Valle, 2010.

ROA-MARTÍNEZ, S. M. et al. Mecanismo de busca de imagens médicas semioticamente híbrido: uma proposta de um sistema de recuperação e recomendação. In: **Estudos Avançados em Organização do Conhecimento**. 4. ed. Recife: Editorial UFPE, 2017. v. 4. p. 269–278.

ROA-MARTÍNEZ, S. M.; MERA-GAONA, M. F. Recuperación basada en Contenido de Imágenes Microscópicas de Cuello Uterino Infeccionadas con el Virus del Papiloma Humano empleando características de textura. **Revista Ingeniería Biomédica**, v. 7, n. 14, p. 69–80, dez. 2013.

ROA-MARTÍNEZ, S. M.; VIDOTTI, S. A. B. G.; PASTOR-SÁNCHEZ, J. A. Marcação semântica enriquecida para programas de pós-graduação na América Latina. **Perspectivas em Ciência da Informação**, v. 23, n. 3, p. 67–88, 2018.

ROA-MARTÍNEZ, S. M.; VIDOTTI, S. A. B. G.; JORENTE, M. J. Representación conceptual de imágenes médicas digitales: Integración de Contexto y Contenido Visual. **Revista General de Información y Documentación**, v. 26, n. 2, 22 dez. 2016.

RUIZ-PÉREZ, R. **El análisis documental: bases terminológicas, conceptualización y estructura operativa: con una bibliografía indizada.** Granada, España: Editorial Universidad de Granada, 1992.

SAMUEL, H. W.; ZAIANE, O. R.; ZAIANE, J. R. **Findability in health information websites.** Proceedings - IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics: Global Grand Challenge of Health Informatics, BHI 2012. **Anais...**2012.

SANTAELLA, L. **Matrizes da linguagem e pensamento: sonora, visual, verbal: aplicações na hipermídia.** 3. ed. São Paulo: Editora Iluminuras Ltda, 2005.

SANTAELLA, L.; NÖTH, W. **Imagem: cognição, semiótica, mídia.** 4. ed. São Paulo: Editora Iluminuras Ltda, 2015.

SANTARÉM SEGUNDO, J. E. Web semântica, dados ligados e dados abertos: uma visão dos desafios do Brasil frente às iniciativas internacionais. **Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação**, v. 8, n. 2, p. 219–239, 2015.

SANTOS, P. L. V. A. DA C.; VIDOTTI, S. A. B. G. Perspectivismo e Tecnologias de Informação e Comunicação: acréscimos à Ciência da Informação? **Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação e Biblioteconomia**, v. 4, n. 1, 2009.

SARACEVIC, T. **Relevance reconsidered**. Proceedings of the second conference on conceptions of library and information science (CoLIS 2). **Anais...ACM** New York, 1996, p. 201–218.

SARACEVIC, T. **Why is relevance still the basic notion in information science**. Re: inventing Information Science in the Networked Society. Proceedings of the 14th International Symposium on Information Science (ISI 2015). **Anais...2015**, p. 26–35.

SHATFORD, S. Analyzing the Subject of a Picture: A Theoretical Approach. **Cataloging & Classification Quarterly**, v. 6, n. 3, p. 39–62, 10 mar. 1986.

SHATFORD, S. Some issues in the indexing of images. **Journal of the American Society for Information Science**, v. 45, n. 8, p. 583–588, 1 set. 1994.

SHIEH, J.-C. **Mining website log to improve its findability**. [s.l.].2010. v. 88 CCIS

SHIEH, J.-C. From website log to findability. **Electronic Library**, v. 30, n. 5, p. 707–720, 2012.

SILVA, A. M. **A informação: da compreensão do fenómeno e construção do objecto científico**. [s.l.] Afrontamento, 2006.

SILVA, A. M. DA. Mediações e mediadores em Ciência da Informação. **Revista PRISMA.COM**, v. 9, 28 out. 2010.

SILVA, A. M. DA. O Método Quadripolar e a Pesquisa em Ciência da Informação. **PRISMA.COM**, v. 0, n. 26, 2014.

SIMIONATO, A. C.; PINHO NETO, J. A. S. de; SANTOS, P. L. V. A. da C. Ciência da Informação, Imagem e Tecnologia. **Informação & Tecnologia**, v. 2, n. 1, p. 53–65, 31 dez. 2015.

SIMUNICH, B.; ROBINS, D. B.; KELLY, V. The Impact of Findability on Student Motivation, Self-Efficacy, and Perceptions of Online Course Quality. **American Journal of Distance Education**, v. 29, n. 3, p. 174–185, 2015.

SIONG, L. C. et al. **Image retrieval system for medical applications**. Computer Applications & Industrial Electronics (ISCAIE), 2015 IEEE Symposium on. **Anais...IEEE**, 2015. p. 73–77. Disponível em: <http://ieeexplore.ieee.org/xpls/abs_all.jsp?arnumber=7298331>. Acesso em: 24 jun. 2016

SMEULDERS, A. W. et al. Content-based image retrieval at the end of the early years. **IEEE Transactions on Pattern Analysis & Machine Intelligence**, n. 12, p. 1349–1380, 2000.

SMIT, J. W. A representação da imagem. **Informare: Cadernos do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação**, v. 2, n. 2, p. 28–36, 1996.

SOERGEL, D. Indexing and retrieval performance: The logical evidence. **Journal of the American Society for Information Science**, v. 45, n. 8, p. 589–599, 1994.

SOWARDS, S. W. Visibility as a factor in library selection of ready reference web resources. **Reference Services Review**, v. 33, n. 2, p. 161–172, 2005.

- SPLENDIANI, B. **A proposal for the inclusion of accessibility criteria in the authoring workflow of images for scientific articles**. Barcelona: Universitat de Barcelona, 2015.
- STUART, D. **Practical ontologies for information professionals**. [s.l.] Facet Publishing, 2016.
- TERRAS, M. **Digital Images for the Information Professional**. [s.l.] Routledge, 2016.
- TORRES, N. **Ontologías y combinación de estándares aplicadas al análisis fotográfico en la construcción de sitios web**. Actas de las Quintas Jornadas Imagen, Cultura y Tecnología. **Anais...** In: QUINTAS JORNADAS IMAGEN, CULTURA Y TECNOLOGÍA. Universidad Carlos III de Madrid: Biblioteca Digital Vérsila, 2006. p. 33-56. Disponível em: <<http://biblioteca.versila.com/>>. Acesso em: 31 ago. 2016
- USCHOLD, M.; KING, M. **Towards a methodology for building ontologies**. United Kingdom: Citeseer, 1995.
- VANDENBUSSCHE, P.-Y. et al. Linked Open Vocabularies (LOV): A gateway to reusable semantic vocabularies on the Web. **Semantic Web**, v. 8, n. 3, p. 437–452, 2014.
- VECHIATO, F. L. **ENCONTRABILIDADE DA INFORMAÇÃO: contributo para uma conceituação no campo da Ciência da Informação**. Marília /SP: Universidade Estadual Paulista, 2013.
- VECHIATO, F. L.; VIDOTTI, S. A. B. G. **Encontrabilidade da informação**. 1. ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2014.
- VRADEČIĆ, D. Ontology Evaluation. In: STAAB, S.; STUDER, R. (Eds.). . **Handbook on Ontologies**. International Handbooks on Information Systems. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2009. p. 293–313.
- WEBREFERENCE. **Lou Rosenfeld and Peter Morville on Information Architecture**. 2002. Disponível em: <<http://webreference.com/new/020829.html>>. Acesso em: 1 fev. 2018.
- WHITE, B. **Web accessibility, mobility and findability**. Proceedings - 1st Latin American Web Congress: Empowering our Web, LA-WEB 2003. **Anais...**Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2003. p. 239-240.
- WHITE, M. Information architecture. **The Electronic Library**, v. 22, n. 3, p. 218–219, 2004.
- WILSON, T. D. On user studies and information needs. **Journal of Documentation**, v. 37, n. 1, p. 3–15, 1 jan. 1981.
- WILSON, T. D. Models in information behaviour research. **Journal of Documentation**, v. 55, n. 3, p. 249–270, ago. 1999.
- WILSON, T. D. Human Information Behavior. **Informing Science: The International Journal of an Emerging Transdiscipline**, v. 3, p. 049–056, 2000.
- WILSON, T. D.; WALSH, C. **Information behaviour: An inter-disciplinary perspective: A review of the literature**. [s.l.] British Library Research and Innovation Centre London, 1996.

W3C. **Ontologies - W3C**. 2015. Disponível em:

<https://www.w3.org/standards/semanticweb/ontology>. Acesso em: 27 abr. 2019.

YANG, C. C. Content-based image retrieval: a comparison between query by example and image browsing map approaches. **Journal of Information Science**, v. 30, n. 3, p. 254–267, 2004.

YANG, G. H.; SLOAN, M.; WANG, J. **Dynamic Information Retrieval Tutorial - SIGIR 2015**, 2015. Disponível em: <<https://es.slideshare.net/marcCsloan/dynamic-information-retrieval-tutorial>>. Acesso em: 26 set. 2018

YANG, G. H.; SLOAN, M.; WANG, J. Dynamic Information Retrieval Modeling. **Synthesis Lectures on Information Concepts, Retrieval, and Services**, v. 8, n. 3, p. 1–144, 15 jun. 2016.

YAO, B. Z. et al. I2T: Image Parsing to Text Description. **Proceedings of the IEEE**, v. 98, n. 8, p. 1485–1508, ago. 2010.

ZHANG, D.; ISLAM, M. M.; LU, G. **A review on automatic image annotation techniques**. 2012. Disponível em: <[/paper/A-review-on-automatic-image-annotation-techniques-Zhang-Islam/320b9a7a00cecf02fbcae5deac34a7a6a58e6fc5](https://paper/A-review-on-automatic-image-annotation-techniques-Zhang-Islam/320b9a7a00cecf02fbcae5deac34a7a6a58e6fc5)>. Acesso em: 30 ago. 2018.

ZHANG, D.; LU, G. Review of shape representation and description techniques. **Pattern Recognition**, v. 37, n. 1, p. 1–19, jan. 2004.