

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO

REGINA MARIA DA COSTA SMITH MAIA

**INTERCOMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA CATEGORIAL DE
RANGANATHAN E DO MODELO ENTIDADE-RELACIONAMENTO DE
CHEN PARA A MODELAGEM CONCEITUAL: uma aplicação no
domínio do biomonitoramento do Projeto Manuelzão/UFMG nas
águas da Bacia do Rio das Velhas**

BELO HORIZONTE
2013

REGINA MARIA DA COSTA SMITH MAIA

**INTERCOMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA CATEGORIAL DE
RANGANATHAN E DO MODELO ENTIDADE-RELACIONAMENTO DE
CHEN PARA A MODELAGEM CONCEITUAL: uma aplicação no
domínio do biomonitoramento do Projeto Manuelzão/UFMG nas
águas da Bacia do Rio das Velhas**

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência da Informação da Escola de Ciência da Informação, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciência da Informação.

Linha de Pesquisa: Organização e Utilização da Informação.

Profª orientadora: Drª Lídia Alvarenga.

Belo Horizonte
Universidade Federal de Minas Gerais

2013

Maia, Regina Maria da Costa Smith.

M217i Intercomplementação do sistema categorial de Ranganathan e do modelo entidade-relacionamento de Chen para a modelagem conceitual [manuscrito] : uma aplicação no domínio do biomonitoramento do Projeto Manuelzão/UFMG nas águas da Bacia do Rio das Velhas / Regina Maria da Costa Smith Maia . – 2013.
298 f. : il., enc.

Orientadora: Lídia Alvarenga.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação.

Referências: f. 243-257

Glossário: f. 258-267

Anexos: f. 268-270

Apêndices: f. 271-298

1. Ciência da informação – Teses. 2. Representação do conhecimento (Teoria da informação) – Teses. 3. Modelagem de informações – Teses. 4. Classificação facetada – Teses. 5. Monitoramento ambiental – Velhas, Rio das, Bacia (MG) – Teses. I. Título. II. Alvarenga, Lídia. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Ciência da Informação.

CDU: 025.48



UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Ciência da Informação
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação
FOLHA DE APROVAÇÃO


"INTERCOMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA CATEGORIAL DE RAGANATHAN E DO MODELO ENTIDADE-RELACIONAMENTO DE CHEN PARA A MODELAGEM CONCEITUAL: UMA APLICAÇÃO NO DOMÍNIO DO BIOMONITORAMENTO DO PROJETO MANUELZÃO/UFMG NAS ÁGUAS DA BACIA DO RIO DAS VELHAS"

Regina Maria da Costa Smith Maia

Tese submetida à Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte dos requisitos à obtenção do título de "**Doutora em Ciência da Informação**", linha de pesquisa "**Organização e Uso da Informação - OUI**".

Tese aprovada em: 13 de junho de 2013

Por:




Profa. Dra. Lidia Alvarenga - ECI/UFMG (Orientadora)




Prof. Dr. Renato Rocha Souza - FGV/RJ



Profa. Dra. Ana Maria Rezende Cabral - Aposentada - ECI/UFMG

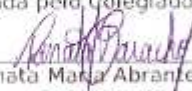


Prof. Dr. Maurício Barcellos Almeida - ECI/UFMG



Profa. Dra. Gercina Angela Borém de Oliveira Lima - ECI/UFMG

Aprovada pelo Colegiado do PPGCI



Profa. Renata Maria Abrantes Baracho Porto
Coordenadora

Versão final Aprovada por



Profa. Lidia Alvarenga
Orientador



UFMG

Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Ciência da Informação
Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação

ATA DA DEFESA DE TESE DE **REGINA MARIA DA COSTA SMITH MAIA**, matrícula:
2007669590

Às 9:15 horas do dia 13 de junho de 2013, reuniu-se na Escola de Ciência da Informação da UFMG a Comissão Examinadora aprovada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação em 17/05/2013, para julgar, em exame final, o trabalho intitulado **Intercomplementação do sistema categorial de Ranganathan e do modelo entidade-relacionamento de Chen para a modelagem conceitual: uma aplicação no domínio do biomonitoramento do Projeto Manuelzão/UFMG nas águas da Bacia do Rio das Velhas**, requisito final para obtenção do Grau de DOUTORA em CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, Área de Concentração: Produção, Organização e Utilização da Informação, Linha de Pesquisa: Organização e Uso da Informação - OUI. Abrindo a sessão, a Presidente da Comissão, Profa. Dra. Lídia Alvarenga, após dar conhecimento aos presentes do teor das Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra à candidata para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a Comissão se reuniu sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Foram atribuídas as seguintes indicações:

Profa. Dra. Lídia Alvarenga - Orientadora	APROVADA
Prof. Dr. Renato Rocha Souza	APROVADA
Profa. Dra. Ana Maria Rezende Cabral	APROVADA
Prof. Dr. Maurício Barcellos Almeida	APROVADA
Profa. Dra. Gercina Ângela Borém de Oliveira Lima	APROVADA

Pelas indicações, a candidata foi considerada APROVADA.

O resultado final foi comunicado publicamente à candidata pela Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, a Presidente encerrou a sessão, da qual foi lavrada a presente ATA que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora.

Belo Horizonte, 13 de junho de 2013

Profa. Dra. Lídia Alvarenga
ECI/UFMG (Orientadora)

Prof. Dr. Renato Rocha Souza
FGV/RJ

Profa. Dra. Ana Maria Rezende Cabral
Aposentada - ECI/UFMG

Prof. Dr. Maurício Barcellos Almeida
ECI/UFMG

Profa. Dra. Gercina Ângela Borém de Oliveira Lima
ECI/UFMG

Profa. Renata Maria Abrantes Parache Porto
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação
em Ciência da Informação

Obs: Este documento não terá validade sem a assinatura e carimbo da Coordenadora.

Dedico à Divindade Suprema,

Aos meus pais, Iracema e Gregório.

Aos meus irmãos mais próximos, Gonzaga, Afonso e Fernando
À minha irmã Margarida, por cuidar com tanto carinho de nossa mãe, e por me
ensinar, com suas atitudes, o caminho do amor.

AGRADECIMENTOS

“... e aprendi que se depende sempre, de tanta, muita, diferente gente. Toda pessoa sempre é a marca das lições diárias de outras tantas pessoas...”

(Gonzaguinha)

Agradeço ao Programa de Pós Graduação em Ciência da Informação da UFMG, pela confiança e pela sabedoria manifestada nos momentos de eventuais impedimentos de continuidade da pesquisa ora finalizada.

Aos professores e funcionários ECI da UFMG, que acolhem e torcem pelo nosso sucesso e oferecem inegável suporte, em especial aos professores participantes da banca de qualificação desta pesquisa, professora Marlene de Oliveira, professores Marcelo Bax, Nivio Ziviani e Renato Rocha pela atitude de respeito e de ponderação e pelas contribuições que indicaram caminhos de grande contribuição a esta pesquisa.

À Lussandra Giansesi, que abriu as portas do Projeto Manuelzão permitindo livre acesso ao mesmo. Também, agradecimento às biólogas, Juliana Franca e Ana Paula Eller que deram espaço em suas agendas para validar as classificações e os modelos desenhados e esclarecer as dúvidas que iam surgindo, na busca de se entender a complexidade do biomonitoramento, no Projeto Manuelzão.

A todos os autores lidos, nem todos inseridos, para a confecção deste estudo em especial aos que nortearam o caminho desta pesquisa.

Aos meus amigos, em especial a Solange Macedo, a Sol, por ter surgido no caminho e ter caminhado comigo dando suporte técnico e entusiasmo e a Philippe Rodrigues, o Phil, tão mais novo em idade e tão mais velho em sabedoria e conhecimento, agradecimento eterno a vocês dois.

Também um agradecimento aos meus dois amores de quatro patas, Alana e Mel, juntas latindo sempre que um barulho diferente ocorria, me obrigando a conectar com o mundo.

AGRADECIMENTO ESPECIAL

*'No mistério do sem-fim equilibra-se um planeta.
E no planeta um jardim
e no jardim um canteiro
no canteiro uma violeta e
sobre ela o dia inteiro
entre o planeta e o sem-fim
a asa de uma borboleta.'*

Cecília Meireles

Faço parte da lista de orientandos de *Lídia Alvarenga*, e quem a conhece sabe o que isto significa.

Gratidão, Lídia, pelo apoio, por não ter desistido, por ter alargado os limites de sua paciência.

Gratidão pela sua sabedoria acadêmica e pela sua sabedoria de vida.

Gratidão por ter sido minha orientadora, por ser a pessoa linda que você é!

A você Lidia, simplesmente

GRATIDÃO!

*Adeus rio das Velhas, adeus.
(Tasso Octaviano de Alvarenga)*

*[...] Ali vi peixes maiores, dourados,
pirás e surubins
e perguntei a mim mesmo.
Porque eles pulam assim?
Então eu fui entender
porque estavam pulando,
estavam a procura do ar
que na água estava faltando.*

*[...] pedi a meu grande Deus
que mandasse até um temporal
pois com a água em grande volume
podia voltar tudo ao normal
mas ele me respondeu:
e eu que criei toda essa grandeza
e seu irmão acaba com tudo
com o ar, com a água e com a natureza.*

*[...] a mortandade era imensa
impossível de enumerar.
Pensei comigo outra vez
porque essa situação
será que o homem não tem amor
e nem coração?
que defesa dentro daquele inferno
tinha aquele pobre peixinho?
era como uma epidemia
que acaba com o mundo inteirinho.*

*[...] Sem nada poder fazer
então, porque estava só,
fui assistindo a tragédia
chorando e morrendo de dó.*

*[...] Abaixei minha cabeça
e continuei a chorar
chegou bem pertinho do barco
uma curvina a me olhar
com os olhos parece me dizia:
- Ô, me dê um pouquinho de ar!
e que mal nós fizemos aos homens
para ele nos exterminar?*

*[...] o rio agonizava
como um parente querido meu,
mas eu, que eu pude fazer foi dizer:
Adeus rio das Velhas, adeus!*

RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo mostrar como o Sistema Categoral de *Ranganathan* e o Modelo Entidade Relacionamento de *Chen* se intercomplementam metodologicamente na modelagem conceitual de um domínio específico. Os dois autores são, respectivamente, da área de Ciência da Informação e da Ciência da Computação. A metodologia utilizada se caracteriza pela abordagem qualitativa, sendo a pesquisa do tipo bibliográfica e analítico-sintética de conceitos específicos do domínio. O levantamento das entidades se fundamenta na garantia científico-tecnológica do domínio, sendo esse material composto de artigos publicados e formulários usados no domínio observado. Os dados foram analisados pela análise de conteúdo e de assunto, em seguida estruturados e modelados, segundo princípios e postulados do sistema categorial de *Ranganathan* e do Modelo Entidade-Relacionamento de *Chen*. Os principais resultados mostram que a teoria da Classificação Faceta de *Ranganathan* dá suporte substancial a estrutura do MER, de *Chen*, no processo de modelagem conceitual de um domínio específico. Os resultados apontam que há uma intercomplementação entre o Sistema Categoral de *Ranganathan* e o Modelo Entidade Relacionamento de *Peter Chen* para modelar conceitualmente um domínio de conhecimento. E mais, se os dois modelos forem usados conjuntamente a modelagem de um sistema terá um nível de qualidade elevado.

Palavras-chave: Modelização conceitual de domínios; Bio-monitoramento de águas; Sistema categorial de Ranganathan; Modelo entidade-relacionamento de Peter Chen.

ABSTRACT

The research aims to show how the inter-complementarity between Ranganathan's Categorical System and Peter Chen's Entity Relationship Model in order to model a knowledge domain. Both researchers are, respectively, from the areas of Information Science and Computer Science. The methodology applied is characterized by a qualitative approach based on analytical-synthetic method of specific concepts in the domain. The sources for domain's entities are papers published and forms that are used in the domain observed. Data were analyzed by content analysis and subject, after analysis data were structured and shaped according to principles and postulates of the categorical system of Ranganathan's Categorical System and of Peter Chen's Entity Relationship Model. The main results show that the Ranganathan's Categorical System supports substantial Chen's MER structure, in the process of modeling a specific domain. So that the results indicate that there is rather a intercomplementarity between Ranganathan's Categorical System and Peter Chen's Entity Relationship Model to conceptually model a domain of knowledge. Furthermore, if the two models are used together, the modeling of a system will have a high level of quality.

Key words: Conceptual modeling domains; Bio-Monitoring of Water; Ranganathan's Categorical System; Peter Chen's Entity Relationship Model.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama da pesquisa	31
Figura 2 – Exemplo do Pensamento Sistemico.....	48
Figura 3 – Representação da Árvore de Porfírio	62
Figura 4 – Árvore Baniana	65
Figura 5 – Exemplo de Dissecação.....	73
Figura 6 – Exemplo de Dissecação de idéias isoladas	73
Figura 7 – Exemplo de Desnudação	74
Figura 8 – Exemplo de Desnudação de idéias isoladas.....	75
Figura 9 – Exemplo de Superposição	76
Figura 10 – As leis fundamentais da Biblioteconomia e as leis básicas.....	79
Figura 11 – Planos de Trabalho na Teoria de Ranganathan.....	81
Figura 12 – Canones do Plano da Ideias	83
Figura 13 – Exemplo do Cãnone da Exaustividades.....	85
Figura 14 – Diagrama dos princípios do Canone da Sequência Útil	88
Figura 15 – Modelo básico de um Diagrama de Fluxo de Dados (DFD)	111
Figura 16 – Caracteres chineses que representam Entidades do mundo real.....	112
Figura 17 – Definição Formal dos Conceitos de Entidade e Relacionamento	113
Figura18 – Representação dos elementos básicos do MER.....	115
Figura 19 – Relacionamento identificador de entidade fraca	120
Figura 20 – Notação de atributos convencional e notação Heuser	121
Figura 21 – Possíveis relacinamentos entre entidades	126
Figura 22 – Representação das instancias das entidades Professor e Curso e do relacionamento LECIONA	127
Figura 23 – Relacionamento R entre as entidades A e B.....	128
Figura 24 – Esquema de um relacionamento 1:1	129
Figura 25 – Exemplo de relacionamento um para um.....	130
Figura 26 – Relacionamento 1:N (um para muitos).....	130
Figura 27 – Exemplo de relacionamento 1:N	131

Figura 28 – Esquema de relacionamento M:N	131
Figura 29 – Exemplo de relacionamento M:N	132
Figura 30 – Cardinalidade mínima e máxima na notação de Peter Chen	133
Figura 31 – Relacionamento ternário, cardinalidades é analisada aos pares	134
Figura 32 – Autorelacionamento, representação segundo Peter Chen.....	134
Figura 33 – Relacionamentos independentes	135
Figura 34 – Relacionamentos contingentes, com nomes diferentes	136
Figura 35 – Relacionamentos mutuamente exclusivos, com nomes diferentes	136
Figura 36 – Relacionamento com atributo.....	137
Figura 37 – Representação especialização/ generalização	139
Figura 38 – Representação de classe EMPREGADO e subclasses	140
Figura 39 – Representação Gráfica da Agregação	141
Figura 40 – Representação de agregação do exemplo da FIG 31.....	142
Figura 41 – Diagrama simplificado das principais fases do projeto de banco de dados	145
Figura 42 – Estrutura do Projeto Manuelzão, destaque, pela autora, do Geoprocessamento.....	157
Figura 43 – Bacia hidrográfica do Rio das Velhas e suas divisões em trechos (A) principais tributários e pontos de coleta (B) e trecho de rios em condições de referência (C).	161
Figura 44– Excerto do Índice Remissivo do Texto1	173
Figura 45 – Excerto do Índice Remissivo do Texto1, após formatação.....	174
Figura 46 – Excerto do índice remissivo dos textos, após a primeira junção de todos os índices remissivos, dos textos estudados.....	175
Figura 47 – Excerto do índice remissivo dos textos, após a segunda junção	175
Figura 48 – Faceta e subfacetas da Categoria Tempo, no Biomonitoramento de Águas.....	191
Figura 49 – Faceta e subfacetas da Categoria Espaço, no Biomonitoramento de Águas.....	193
Figura 50 – Faceta e Subfacetas da Categoria Energia, no Biomonitoramento de Águas.....	196

Figura 51 – Faceta e subfacetas da Categoria Matéria, no Biomonitoramento de Águas	199
Figura 52 – Faceta e subfacetas da Categoria Personalidade, no Biomonitoramento de Águas	203
Figura 53 – Modelagem inicial M1.....	208
Figura 54 – Modelagem da entidade Equipamento no formato generalização/especialização	212
Figura 55 – Modelagem M2.....	218
Figura 56. Modelagem M3	227
Figura 57 - Exemplos de uso da Notação da Engenharia da Informação ou notação de James Martin.....	295
Figura 58 - Problema representado na Notação de Peter Chen	296
Figura 59 - Problema representado na Notação da Engenharia de Informações....	296
Figura 60 - Notação Peter Chen x Notação MERISE.....	297

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Síntese dos estágios de pré-ideia e ideia de Ranganathan	68
Quadro 2 – Síntese dos principais termos utilizados na Teoria de Ranganathan	72
Quadro 3 – Exemplo de Laminação	74
Quadro 4 – Exemplo de Reunião	76
Quadro 5 – Exemplo do Cânone da Sequência Consistente	86
Quadro 6 – Representação em uma possível tabela, da entidade Cachorro com seus atributos e instâncias.	116
Quadro 7 – Grupos de entidades encontrados dependendo do nível de abstração da modelagem.....	117
Quadro 8 – Possíveis informações de um jogo de futebol.	118
Quadro 9 – Entidade Refrigerador visto de forma única	119
Quadro 10 – Entidade Refrigerador visto por meio de duas entidades	119
Quadro 11 – Outra representação para atributo.....	122
Quadro 12 – Exemplo de atributos nominativos	123
Quadro 13 – Exemplo de atributos referenciais	124
Quadro 14 – Exemplo de domínios de atributos	124
Quadro 15 – Atributos e proprietários	138
Quadro 16 – Relação entre a gramática Inglesa e o ER	144
Quadro 17 – Identificação dos componentes do MER	144
Quadro 18 – Passos para desenho de banco de dados e desenho de esquema de classificação de assunto	151
Quadro 19 – Fases da primeira etapa da metodologia	166
Quadro 20 – Descrição das informações contidas na planilha.....	171
Quadro 21 – Exemplo do Canone da diferenciação, na faceta Comunidades de Organismos Aquáticos,na categoria Personalidade, adaptado do Apêndice E.....	180
Quadro 22 – Exemplo da dificuldade de aplicação do Canone da Permnência na faceta Regiões Políticas e Geográficas, na categoria Espaço, adaptado do APÊNDICE B.....	181
Quadro 23 – Apresentação das etapas de modelagem do MER	184

Quadro 24 – Excerto da descrição do ‘mini mundo’ do biomonitoramento, com marcações das possíveis entidades, atributos e relacionamentos.....	206
Quadro 25 – Entidade Ponto de Coleta, localizada na categoria Espaço, adaptado do Apendice B.....	210
Quadro 26 – Entidade Período de Coleta, localizada na categoria Tempo, adaptado do APÊNDICE A.....	210
Quadro 27 – Entidade Amostra, localizado na categoria Personalidade, adaptado do APÊNDICE E.....	211
Quadro 28 – Entidade Equipamentos, localizada na categoria Personalidade, adaptado do Apêndice E.....	212
Quadro 29 – Entidades e Atributos apresentados no modelo M1 e sua correspondente com o PMEST	213
Quadro 30 – Entidade Ponto de Coleta, localizada na categoria Espaço, adaptado do APÊNDICE B.....	214
Quadro 31 – Atributo de Ponto de Coleta, localizado na categoria Matéria, adaptado do APÊNDICE D	215
Quadro 32 – Atributo de Período de Coleta, localizada na categoria Tempo, adaptado do APÊNDICE A	215
Quadro 33 – Associações entre Relacionamentos no MER e o PMEST, na modelagem M1.....	217
Quadro 34 – Relacionamento Coleta, na categoria Energia, adaptado do APÊNDICE C.....	217
Quadro 35 – Entidades e Atributos apresentados no modelo M2 e sua categorização	221
Quadro 36 – Comunidades de Organismos Aquáticos, da categoria Personalidade adaptado do APÊNDICE E.....	224
Quadro 37 – Comunidades de Organismos Aquáticos, da categoria Matéria Adaptado do APÊNDICE D	224
Quadro 38 – Associações entre Relacionamentos no MER e o PMEST	225
Quadro 39 – Excerto 2 da descrição do mini mundo do biomonitoramento, com marcações das possíveis entidades, atributos e relacionamentos.....	226

Quadro 40 – Faceta Pessoas, da categoria Personalidade adaptado do APÊNDICE E	228
Quadro 41 – Entidade Pessoa e Atributos apresentados no modelo M3 e sua categorização	228
Quadro 42 – Relacionamento Avalia e seus Atributos apresentado no modelo M3.....	229
.....	229
Quadro 43 – Categoria Matéria adaptado do APÊNDICE D	230
Quadro 44 – Excerto do Item 10 (ANEXO A) e do Item 11 (ANEXO B)	231
Quadro 45 – Relação entre os elementos do PMEST e do MER, no biomonitoramento.....	233

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Princípios Normativos.....	78
Tabela 2 – Análise em facetas	94
Tabela 3 – Excerto da Reorganização das Categorias Fundamentais (em ordem decrescente de concretude).....	95
Tabela 4 – Relação dos textos (documentos) utilizados na parte empírica da tese	170

LISTA DE SIGLAS

BC	<i>Bibliographic Classification Bliss</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CBERS	<i>China-Brazil Earth Resources Satellite</i>
CC	Ciência da Computação
CDD	Classificação Decimal de Dewey
CDU	Classificação Decimal Universal
CI	Ciência da Informação
CID	Centro de Documentação e Informação do Manuelzão
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CNRS	<i>Centre National de la Recherche Scientifique</i>
CONAM	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPASA/MG -	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
CRG	<i>Classification Research Group</i>
DER	Departamento de Estradas e Rodagens
DER	Diagrama de Entidade-Relacionamento
DFD	Diagrama de Fluxo de Dados
DSG	Diretoria de Serviço Geográfico do Exército
FAPEMIG	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais
FEAM	Fundação Estadual do Meio Ambiente
FID	Federação Internacional de Documentação
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBM	<i>International Bussiness Machine</i>
ICB	Instituto de Ciências Biológicas
IGA	Instituto de Geociências Aplicadas
INPE	Instituto de Pesquisas espaciais
JAD	<i>Joint Application Development</i>
LCC	<i>Library of Congress Classification</i>
LI	Linguagens de Indexação
LMU	Linguagem de Modelagem Unificada
MER	Modelo Entidade-Relacionamento

OPACs	<i>On-line Public Access Catalogs</i>
PMEST	Personalidade, Matéria, Energia, Espaço e Tempo
PRODABEL	Processamento de Dados de Belo Horizonte
RMBH	Região Metropolitana de Belo Horizonte
SGBD	Sistema Gerenciador de Banco de Dados
SI	Sistema de Informação
SIs	Sistemas de Informação
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
SRI	Sistemas de Recuperação da Informação
STIC	<i>Sciences et Technologies de l' Information et de la Communication</i>
TGS	Teoria Geral dos Sistemas
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
XML	<i>Extensible Markup Language</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
1.1 Problema e objetivos	26
1.3 Justificativa	27
1.4 Estrutura da tese	30
2 PERPECTIVAS CONCEITUAIS E TEÓRICAS DA REPRESENTAÇÃO/ MODELAGEM	32
2.1 Definição de Representação	32
2.1.1 Visão filosófica da representação.....	34
2.2 Modelagem ou modelização	38
2.2.1 Modelagem conceitual.....	41
2.2.2 Sistemas como modelo de realidade	44
2.3 Análise de Conteúdo e Assunto	50
3 ASPECTOS HISTÓRICO-CONCEITUAIS, NORMATIVOS E PRÁTICOS DA TEORIA DA CLASSIFICAÇÃO FACETADA DE RANGANATHAN	56
3.1 Aspectos histórico-conceituais	56
3.1.1 Classificação do conhecimento humano	56
3.1.1.1 Sistemas de classificação	60
3.1.2 Estágios Pré-ideia e Ideia.....	67
3.1.3 Intensão e extensão	69
3.1.4 Assunto	70
3.1.5 Formação dos assuntos	72
3.2 Aspectos normativos	77
3.2.1 Princípios normativos	77
3.2.1.1 Leis	79
3.2.1.2 Planos de trabalho e os cânones	81
3.2.1.3 Princípio da Sequência Útil (Cânone da Sequência Útil)	88
3.2.1.4 Postulados e Princípios para Seqüência de Facetas	91

3.2.2 Todo, Orgãos e Constituintes.....	96
3.2.3 Níveis (<i>level</i>) e ciclos (<i>rounds</i>)	97
3.3 Aspectos práticos	98
3.3.1 Equívocos no processo de categorização: orientações de <i>Ranganathan</i> para evitá-los.....	98
3.3.2 Construção de um sistema de classificação facetado.....	100

4 SISTEMA DE INFORMAÇÃO E MODELAGEM ENTIDADE- RELACIONAMENTO (MER) DE CHEN..... 103

4.1 Processo e técnicas para análise e projeto de sistemas de informação ...	103
4.2 A Modelagem de Entidade e Relacionamento (MER).....	112
4.2.1. Componentes do Modelo Entidade Relacionamento	115
4.2.1.1 Entidade	115
4.2.1.1.1 <i>Relacionamento identificador e entidade fraca</i>	120
4.2.1.2 Atributos	121
4.2.1.3 Relacionamentos.....	125
4.2.1.3.1 <i>Cardinalidade ou multiplicidade do relacionamento</i>	128
4.2.1.3.2 <i>Número de entidades (objetos) participantes do relacionamento</i>	133
4.2.1.3.3 <i>Existência de relacionamentos simultâneos</i>	135
4.2.1.3.4 <i>Presença de atributos nos relacionamentos</i>	137
4.2.2. Semânticas adicionais ao Modelo Entidade Relacionamento	138
4.2.2.1 Generalização e Especialização.....	138
4.2.2.2 Agregação.....	141
4.3 Construção de uma Modelagem Entidade Relacionamento.....	143

5 INTERAÇÕES ENTRE AS ABORDAGENS DE RANGANATHAN (PMEST) E PETER CHEN (MER)..... 147

6 O CONTEXTO DO SISTEMA DE BIOMONITORAMENTO: PROJETO MANUELZÃO/UFMG..... 153

6.1 Atuações do Projeto Manuelzão	154
6.2 Meta 2010 - Meta 2014	155
6.3 Nuvelhas	156

6.3.1 Sistema de biomonitoramento de águas	158
7. METODOLOGIA: Material e Método	163
7.1 Fases da metodologia para a categorização e modelagem	165
7.1.1 Primeira fase – Análise categorial e facetada.	166
<i>7.1.1.1 Etapa 1 – Definição e delimitação do assunto a classificar.</i>	167
<i>7.1.1.2 Etapa 2 – Exame da literatura do assunto.</i>	168
<i>7.1.1.3 Etapa 3 – Seleção e preparação dos termos encontrados.</i>	172
<i>7.1.1.4 Etapa 4 – Exame e definição dos termos selecionados, por meio dos textos ou em outras fontes do tema.</i>	176
<i>7.1.1.5 Etapa 5 – Análise dos termos e distribuição pelas categorias</i>	177
<i>7.1.1.6 Etapa 6 – Análise dos termos incluídos em cada categoria, reconhecimento das facetas e agrupamento dos conceitos relacionados.</i>	178
7.1.2 Segunda fase – Modelagem segundo o MER	183
<i>7.1.2.1 Etapa 1 – Descrição do ‘mini –mundo’ e dos requisitos de dados do sistema.</i>	185
<i>7.1.2.2 Etapa 2 – Identificação das entidades, atributos e relacionamentos com apoio dos resultados encontrados no PMEST.</i>	187
<i>7.1.2.3 Etapa 3 – Confecção do MER.</i>	188
8 RESULTADOS - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE	190
8.1 Resultados da primeira fase da metodologia	190
8.1.1 Categoria Tempo.....	190
8.1.2 Categoria Espaço	192
8.1.3 Categoria Energia.....	194
8.1.4 Categoria Matéria	198
8.1.5 Categoria Personalidade	202
8.2 Resultados da segunda fase da metodologia	205
8.2.1 Modelagem 1 (M1): Coleta das Amostras de Material	207
8.2.2 Modelagem 2 (M2): Classificações e Análises efetuadas nas <i>Amostras</i>	218
8.2.3 Modelagem 3 (M3): Avaliação do Ponto de Coleta	225

8.3 A intercomplementação entre o Modelo Entidade Relacionamento de <i>Peter Chen</i> e o Sistema Categoral de <i>Ranganathan</i> na modelagem do domínio em estudo	232
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS	239
9.1 Limitações e sugestões para estudos futuros	241
REFERÊNCIAS.....	243
GLOSSÁRIO.....	258
ANEXOS	268
APÊNDICES	271

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de se registrar o conhecimento produzido perpassa a vida do homem, sendo evidenciada ao longo da história da humanidade, por meio de diferentes representações de manifestações culturais, tais como figuras encontradas nas cavernas, manuscritos medievais, textos impressos, cenário esse especialmente enriquecido com a invenção da imprensa por *Gutenberg*. Atualmente, novas formas de gestão de registros de conhecimento, mediadas pelo computador, mais especificamente pelas tecnologias da informação e da comunicação, permitem a conjunção de diferentes suportes de informação, textos, imagens e o sons.

No meio digital as representações do conhecimento podem resultar em produtos e serviços informacionais, visando-se recuperar ou construir *home-pages*, bibliotecas digitais, criando-se bases de dados, catálogos *on-line*, denominados *On-line Public Access Catalogs (OPACs)*, assim como ferramentas, tais como ontologias, mapas conceituais e outros. Sendo assim, nos Sistemas de Recuperação da Informação (SRIs), desde as bibliotecas, às grandes bases de dados secundárias especializadas e à Internet, constituindo-se esta de vários SRI's, em extensão e abrangência antes nunca vistas, o processo da representação do conhecimento é o maior destaque.

O conceito de representação do conhecimento está ligado a várias áreas de estudo, entre elas a da Ciência da Informação (CI), que é de natureza interdisciplinar. A CI relaciona-se de forma permanente à tecnologia da informação, assim como outros campos do conhecimento, e, ao mesmo tempo, possui uma forte dimensão social e humana, que ultrapassa a questão tecnológica. O aspecto histórico do desenvolvimento da CI deveu-se ao aumento da relevância da transmissão dos conhecimentos para a sociedade (SARACEVIC, 1996). O que novamente demonstra a relevância da representação do conhecimento, que na CI se constitui de atividades orientadas para a compreensão do conteúdo/mensagens de um documento, independente do suporte e de sua forma de registro (PINTO, 2002).

Dentre os vários conceitos de documento no âmbito da CI, tem-se o de Guinchat e Menou (1994, p. 41) onde “[...] um documento é um objeto que fornece um dado ou uma informação. É o suporte material do saber e da memória da humanidade”.

Nesta definição clássica, os documentos são percebidos segundo suas características físicas e intelectuais. Nas características físicas verifica-se seu suporte, símbolo, tamanho, peso, forma de produção, autoria, forma de difusão e acessibilidade, entre outros aspectos; nas características intelectuais incluem-se objetivos, conteúdo, assunto, o lado semântico da mensagem registrada.

Sem pretender exaustividade da literatura publicada, outro estudo foi feito por Pédaque (2003), realizada pelo *Sciences et Technologies de l' Information et de la Communication (STIC)*, do *Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)*, que aborda a definição de documento digital como sendo um conjunto de dados organizados com uma estrutura associada a regras que permitem uma legibilidade compartilhada entre o autor e seus leitores. Pédaque (2003) ainda considera o documento digital como um texto cujos elementos são potencialmente analisáveis por um sistema de conhecimento, com o propósito de sua exploração por um leitor competente; e ainda é visto como um vestígio de relações sociais reconstruído pelos dispositivos informáticos. Nota-se que a definição passa pela forma, significado e mídia, abrangendo aspectos como suporte, inscrição, estrutura, dados, sentidos ou significado, conhecimentos, informação, ontologias, procedimento e acesso localizado. Neste caso, para Pédaque (2003), o documento é, então, um entendimento entre pessoas, cujas qualidades antropológicas (legibilidade-percepção), intelectuais (compreensão-assimilação) e sociais (sociabilidade-integração) alicerçariam a capacidade da convivência mútua. Daí a complexidade da representação dos documentos, objetos conceituais que tratam de objetos da realidade.

A descrição de um documento, entendido em todas as acepções apresentadas acima, visa a sua perfeita recuperação. Os bibliotecários, documentalistas, especialistas de informação buscam conhecer os documentos, identificar características, avaliar sua importância, tratá-los para que possam ser recuperados. Em um esquema apresentado por Pinto (2002), os processos de representação envolvem o sujeito (bibliotecário) que lê o documento, a partir de sua leitura de mundo (realidade), assim como o processa, expressando sua leitura por meio da produção de outras representações que podem constituir índices, catálogos e outros. Para organizar estes documentos, os registros do conhecimento, e

disponibilizá-los ao ser humano, verificou-se a necessidade de classificá-los de forma a poder conseguir uma rápida recuperação dos mesmos quando se fizesse necessário. Nesse contexto, surge a necessidade da modelagem conceitual, que procura ferramentas para os processos de classificação e relacionamento entre os documentos para uma maior eficiência na representação e recuperação do conhecimento.

Para que ocorresse a classificação do conhecimento humano de forma estruturada, modelada conceitualmente, um longo caminho foi percorrido. Desde a classificação dada aos tabletas de argila da Biblioteca de *Assurbanipal* (669 a 240 a.C.) até a Classificação Decimal Universal (CDU), sendo que na década de 1930 foi proposta por Ranganathan a teoria da classificação facetada, que revolucionou a área da classificação bibliográfica ao mostrar os princípios utilizados para a elaboração da sua tabela, a *Colon Classification*, conhecida como Classificação dos Dois Pontos (CAMPOS, 2001).

As bases teóricas estabelecidas por *Ranganathan* na elaboração de seu sistema de classificação ultrapassam o seu propósito inicial, ou seja, o de criar uma tabela de classificação bibliotecária, considerando-se que a estrutura que tal empreendimento enseja pode ser vista como um modelo de representação da realidade (GOMES; MOTTA; CAMPOS, 2006). Na verdade *Ranganathan* não criou somente um trabalho teórico para explicar a elaboração dessa tabela, mas sim “[...] apresenta uma teoria sólida e fundamentada para dar à Classificação Bibliográfica um *status* que a eleva a disciplina independente” (CAMPOS e GOMES, 2003, p. 152). Dos teóricos da classificação bibliográfica, *Ranganathan* foi um dos primeiros a evidenciar a necessidade da elaboração de esquemas de classificação capazes de realizar o acompanhamento das mudanças e evolução do conhecimento (CAMPOS e GOMES, 2003). *Ranganathan* demonstrou que a área de conhecimento, isto é, o número de assuntos específicos que devem ser selecionados numa classificação é potencialmente infinito e que o conhecimento é multidimensional. A teoria de *Ranganathan* tem sido explorada, desde então, como possibilidades de modelização e de construção de sistemas de classificação bibliográficos (VICKERY, 1980). *Ranganathan* foi quem trouxe a noção de categorias aos sistemas de classificação, sendo cinco as suas categorias fundamentais (categorias mais genéricas possíveis):

Personalidade, Matéria, Energia, Espaço e Tempo (PMEST). Na categorização analisa-se “o domínio a partir de recortes conceituais que permitem determinar a identidade dos conceitos (categorias) que fazem parte deste domínio” (CAMPOS GOMES, 2008, p.5).

Como já dito sobre a natureza interdisciplinar da CI destaca-se, no presente trabalho, a sua interação com a Ciência da Computação (CC), entendida aqui como “o estudo sistemático dos processos algorítmicos que descrevem e transferem informações; sua teoria, análise, desenho, eficiência, implementação e aplicação” (DENNING, *et al*, 1989, p. 12). Esta definição evidencia, na CC, os algoritmos como sendo os elementos transformadores da informação, enquanto a CI trata da natureza da informação, dos conteúdos a serem representados e de sua comunicação para o uso das pessoas. A interação da CI com a CC ocorre na aplicação dos aparatos tecnológicos (*hardware* e *software*) da computação para a recuperação da informação.

Assim como a qualidade, o valor e o uso da informação são tópicos estudados pela CI e CC, outra importante interação entre ambas relaciona-se ao aspecto da representação, organização intelectual, busca e recuperação da informação em sistemas específicos. Os SRIs são estudos realizados na base estrutural da CI e, ao mesmo tempo, também participam de um contexto de estudo da CC. Desta forma, considera-se que existe uma complementação entre essas duas ciências, desenvolvendo-se na direção de uma cooperação intelectual entre elas, principalmente, na construção de Sistemas de Informação (SIs), construídos no ambiente da computação, que se utiliza de modelos, cujo objetivo é representar determinadas realidades. Segundo Almeida, Oliveira e Coelho (2010), a etapa em que são criados modelos em um SI é conhecida como modelagem conceitual. Assim, considera-se que a elaboração de um Sistema de Informação (SI) fundamentado em modelos conceituais, elaborados por meio de técnicas já amplamente testadas e validadas, contribuem para a eficiência e para a interoperabilidade¹ entre diferentes tipos de SIs. De forma que um SI não pode ser

¹ Baseado em definição do Governo da Austrália interoperabilidade é “Habilidade de transferir e utilizar informações de maneira uniforme e eficiente entre várias organizações e sistemas de informação” (BRASIL, 2011)

escrito sem um compromisso com um modelo de mundo, ou seja, os compromissos com entidades, propriedades e relações deste mundo (CHANDRASEKARAN; JOSEPHSON; BENJAMINS, 1999). Na CC, vários modelos semânticos ou conceituais têm sido propostos para o projeto conceitual de sistemas, entre estes o Modelo Entidade-Relacionamento (MER), que é considerado como o mais amplamente utilizado.

O MER foi apresentado por *Peter Chen* no artigo “*The Entity-Relationship Model: Toward a Unified View of Data*”, em março de 1976, sendo considerado um marco na história da modelagem e de projeto de banco de dados. O MER é, também, importante no projeto de sistemas de informação sendo que, desde sua apresentação, ele tem sido ampliado para obter um maior poder semântico. O MER baseia-se em conceitos simples e possui um fácil entendimento, fornecendo uma abordagem muito poderosa para modelagem de dados (LAENDER; FLYNN, 1993).

Diante do exposto, a presente pesquisa se norteou pela contribuição entre a CI e a CC, por meio da verificação do potencial da classificação facetada (Teoria da Classificação Facetada, de *Ranganathan*), oriunda da primeira, em dialogar com a modelagem de entidade-relacionamento (Modelo Entidade Relacionamento, de *Peter Chen*), oriunda da segunda.

Sendo assim, a interdisciplinaridade entre a CI e a CC permite que se busque explorar as relações contidas nestas duas áreas, principalmente no que diz respeito á organização, registro e recuperação da informação. E mais especificamente, no caso da presente pesquisa, buscou-se apresentar que há uma intercomplementação entre o sistema categorial de *Ranganathan*, da CI, e o Modelo Entidade-Relacionamento de *Chen*, da CC, para a modelagem conceitual; o que ressalta se constitui em mais uma interação entre as duas áreas do conhecimento, sobretudo no aspecto da modelagem de um domínio específico estudado nesta tese o biomonitoramento das águas da Bacia do Rio das Velhas do Projeto Manuelzão/UFMG.

Nesse sentido, observa-se que os conceitos de domínio e sistema, apesar de possuírem sutis diferenças de conceituação, nas respectivas áreas da CI e CC,

foram considerados e usados com o mesmo significado nesta pesquisa, ou seja, como sendo um conjunto de elementos ou partes coordenadas, interligadas, interdependentes e interagentes, em um determinado contexto, formando um todo para atingir finalidades específicas (CHURCHMAN, 1972; SHAUGHNESSY, 1976; BERTALANFFLY, 2008)

Na subseção seguinte, apresenta-se o problema de pesquisa e os objetivos deste estudo.

1.1 Problema e objetivos

A questão norteadora da presente pesquisa pode ser enunciada da seguinte forma: O Sistema Categoral de *Ranganathan* e o Modelo Entidade Relacionamento de *Chen* se intercomplementam metodologicamente na modelagem conceitual do domínio do biomonitoramento do Projeto Manuelzão/UFMG das águas da Bacia do Rio das Velhas?

A fim de responder a pergunta, a presente pesquisa tem por objetivo geral mostrar como o Sistema Categoral de *Ranganathan* e o Modelo Entidade Relacionamento de *Chen* se intercomplementam metodologicamente. Para atingir tal objetivo geral foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- a) Modelizar conceitualmente esse domínio, segundo a classificação facetada de Ranganathan;
- b) Modelizar conceitualmente parte do domínio (Mini-mundo) segundo o Modelo Entidade-Relacionamento de *Peter Chen*
- c) Verificar a intercomplementação entre o Modelo Entidade Relacionamento de *Peter Chen* e o Sistema Categoral de *Ranganathan*, na modelagem conceitual.

1.3 Justificativa

A importância da presente pesquisa é evidenciada pela potencialidade vislumbrada de se estudar a modelagem conceitual, usando-se conhecimentos já solidificados na Ciência da Computação (CC) e na Ciência da Informação (CI). Além das interações já apresentadas entre as duas áreas envolvendo os aportes tecnológicos e o tratamento do conteúdo para a construção de SRIs, pressupôs-se que, na área da modelagem conceitual, outros conceitos teóricos já trabalhados na CI, poderiam se conectar a conceitos de práticas tradicionais da CC.

Aspectos dessas interações foram observados pela autora deste trabalho, que dedica sua carreira profissional à área de análise de sistemas e ao ensino de matérias voltadas ao assunto. Em seu mestrado (1998 a 2000), na CI, verificou que muito dos conhecimentos aplicados na CC já possuíam uma longa trajetória na CI, despertando a necessidade de se desenvolver a presente pesquisa, realizando ligações de teorias trabalhadas em ambas as áreas.

Outros fatores que contribuíram para justificar o desenvolvimento da presente pesquisa relacionam-se às conclusões apresentadas por Maria Luiza Campos em sua tese 'A Organização de Unidades do Conhecimento em Hiperdocumentos', apresentada em 2001, e o trabalho de Madan Mohan Kashyap '*Similarity Between the Ranganathan's Postulates for Designing a Scheme for Library Classification and Peter Pin-Sen Chen's Entity Relationship Approach to Data Modelling and Analysis*', também apresentado em 2001.

Em sua tese, Campos (2001) considerou as diversas metodologias voltadas para a representação do conhecimento nos campos da Terminologia, da CI e da CC. A autora observou que nesses campos são discutidos princípios relacionados ao "contexto do conhecimento, natureza dos conceitos, relações entre conceitos e sistemas de conceitos" (CAMPOS, 2001, p.121). Com relação à CC a autora afirma "[...] que a maioria destas discussões está refém de aplicações específicas; elas se dão no âmbito da concepção de modelos de representação, ou seja, de planos gráficos para a representação de objetos/ conceitos e seus relacionamentos, que facilitem a implementação de um sistema", fato que na visão da autora é uma

característica da própria CC. Entretanto, a autora verifica que “[...] o nível de aprofundamento dos conceitos sobre representação de conhecimento nestes modelos de representação é superficial. O pesquisador não conta com textos mais conceituais para o entendimento dos princípios que estão subjacentes a tais modelos [...]. Campos (2001, p. 121) diz ainda que na sua pesquisa “[...] foi raro encontrar textos conceituais no sentido de aprofundamento de idéias. “Por outro lado, o número de modelos gerados, a partir destas idéias, é grande”.

Assim, verifica-se que na CC, com relação aos aspectos estudados por Campos (2001), existe pouco aprofundamento e poucos textos que expliquem os princípios conceituais existentes nos diversos modelos elaborados nesse campo. Em compensação, é usual a prática de modelos gráficos existentes no campo da CC. Já na área da CI, com relação aos aspectos já citados sobre a representação do conhecimento, Campos (2001, p. 122) observou as seguintes questões:

Na Ciência da Informação, em certa medida, ocorre o contrário, a área é pobre em modelos para representação gráfica de conhecimento, pois seu objetivo é a utilização de princípios teóricos de representação para a elaboração de linguagens documentárias [...] Apesar das atividades desenvolvidas na Ciência da Informação e na Ciência da Computação se colocarem em um plano utilitário, ou seja, objetivam a elaboração de sistemas ou de instrumentos de recuperação de informação, a Ciência da Informação agrega trabalhos com um nível de aprofundamento muito maior, no que diz respeito aos princípios básicos para entender os contextos de conhecimento, os conceitos e suas relações.

No contexto acima citado é fácil a verificação de que na CI existe um aprofundamento dos conceitos elaborados para os sistemas de recuperação de informação, mas, ao contrário do ocorrido na CC, existem poucas expressões por meio gráfico na CI. Das conclusões elaboradas por Campos (2001) nota-se que existe uma quase ausência de conceituações na CC, relativos aos princípios do contexto do conhecimento, da natureza dos conceitos, das relações entre conceitos e sistemas de conceitos, mas há uma farta representação gráfica, o que não ocorre na CI que é farta da conceituação dos princípios e carente das suas representações gráficas. E é justamente, também, dentro desse contexto, que a presente pesquisa torna-se relevante para as áreas de CI e CC, já que a classificação facetada possui aportes conceituais, amplamente consolidados pela CI, assim como, o MER, também é consolidado na CC e possui um amplo aspecto gráfico.

Vista nesse sentido, a presente pesquisa possui grau de importância para as áreas em questão por mostrar que um domínio sendo modelado com as duas abordagens, conjuntamente, tem grandes possibilidades de ter um nível de excelência ainda maior na representação do conhecimento e posteriormente na recuperação da informação.

Na literatura foram encontrados trabalhos voltados para a aplicação da teoria de *Ranganathan* em diversos campos de atuação, como por exemplo, o de Dias (2010), na tese 'Análise de domínio organizacional na perspectiva arquivística: potencialidade no uso da metodologia *DIRKS – Designing and Implementing Record keeping Systems*', dentre outros. Por outro lado, existem na literatura trabalhos utilizando o MER, em abordagens diferentes da qual este é classicamente utilizado, como é o caso da dissertação de Caliaro (2007) denominada 'Deronto: método para construção de ontologias a partir de diagramas entidade-relacionamento'. Dessa forma, os trabalhos ora trazem uma abordagem, ora outra, porém isoladamente.

Outro estudo que pode ser mencionado é a dissertação de Silva (2011), denominada 'A Teoria da Classificação Facetada na modelagem de dados em bancos computacionais', em que o autor utiliza a análise facetada de *Ranganathan* em uma implementação de um banco de dados relacional, que de certa forma se relaciona ao MER. No entanto, o estudo não busca mostrar a interconexão entre a classificação facetada e o MER, já que se constitui na implementação de um banco de dados e não numa modelagem conceitual de um domínio específico.

Assim, quanto a trabalhos voltados para a verificação das interconexões possíveis entre a análise facetada e MER, não se encontrou nenhum trabalho específico, com estas características apresentadas, no Brasil.

Dos estudos pesquisados na literatura fora do Brasil, foi localizado o de Kashyap (2001) que fez uma pesquisa entre as abordagens dos postulados de *Ranganathan* no âmbito da CI, assim como os conceitos do MER, definido por *Peter Chen*, da CC. O autor verificou a existência de semelhança entre estes princípios teóricos; considerou essas duas vertentes como abordagens que se complementam e se suplementam, na utilização como meios para a concepção, desenvolvimento e

busca em bases de dados de todos os tipos de organizações; tal proposta difere da presente pesquisa, que demonstrou a interconexão utilizando, conjuntamente, a classificação facetada e o MER para a modelagem conceitual de um domínio específico, no caso o biomonitoramento de águas, usando documentos (artigos científicos) sobre o assunto para categorização e construção das entidades neles contidas. Posteriormente, a partir dos mesmos documentos, elaborou-se o 'mini mundo', identificando as necessidades informacionais para, em seguida, fazer a modelagem com o Modelo de Entidade e Relacionamento, representando as várias relações existentes entre as entidades do domínio em questão.

Sendo assim, a presente pesquisa também se difere das demais, primeiro por ainda não existirem trabalhos realizados com a utilização somente de documentos específicos de uma determinada área e segundo porque os passos para o desenvolvimento da pesquisa tornaram-se uma metodologia de como modelar um domínio específico utilizando, conjuntamente, a classificação facetada e o MER.

1.4 Estrutura da tese

A presente tese está estruturada em 9 (nove) capítulos. O Capítulo 1 apresenta a introdução, trazendo os pressupostos, a questão de pesquisa e os objetivos e princípios que a nortearam. Do Capítulo 2 ao Capítulo 5 apresenta-se a fundamentação teórica que serviu de base para o desenvolvimento da pesquisa. No Capítulo 2 é desenvolvido o estudo da representação e da modelagem do conhecimento, referente tanto à CI quanto à CC, assim como se apresenta o estudo voltado à análise de assunto, que será aplicada na parte empírica desta tese. O Capítulo 3 apresenta aspectos relacionados ao processo de classificar dando ênfase à apresentação das bases da Teoria da Classificação Facetada de *Ranganathan*. No Capítulo 4 apresentam-se diversas técnicas de captura de requisitos para a elaboração de um sistema de informação, dando-se ênfase ao estudo das possibilidades de representação gráfica do MER de *Chen*, além das complementações ocorridas posteriormente. No Capítulo 5 apresentam-se interações entre a análise facetada e o MER. O Capítulo 6, de natureza contextual, apresenta o Projeto Manuelzão e o projeto de biomonitoramento das águas, foco

desta pesquisa no âmbito empírico. No Capítulo 7 discute-se a metodologia da tese, ao mesmo tempo em que se apresenta a metodologia elaborada para a aplicação da parte empírica da tese. O Capítulo 8 está voltado para a apresentação dos resultados da aplicação da metodologia, juntamente com a discussão desses resultados. No Capítulo 9 são apresentadas as considerações finais deste trabalho. Em seguida apresentam-se as Referências, os Anexos e Apêndices.

A FIG. 1 mostra um diagrama da estrutura dos capítulos da tese:

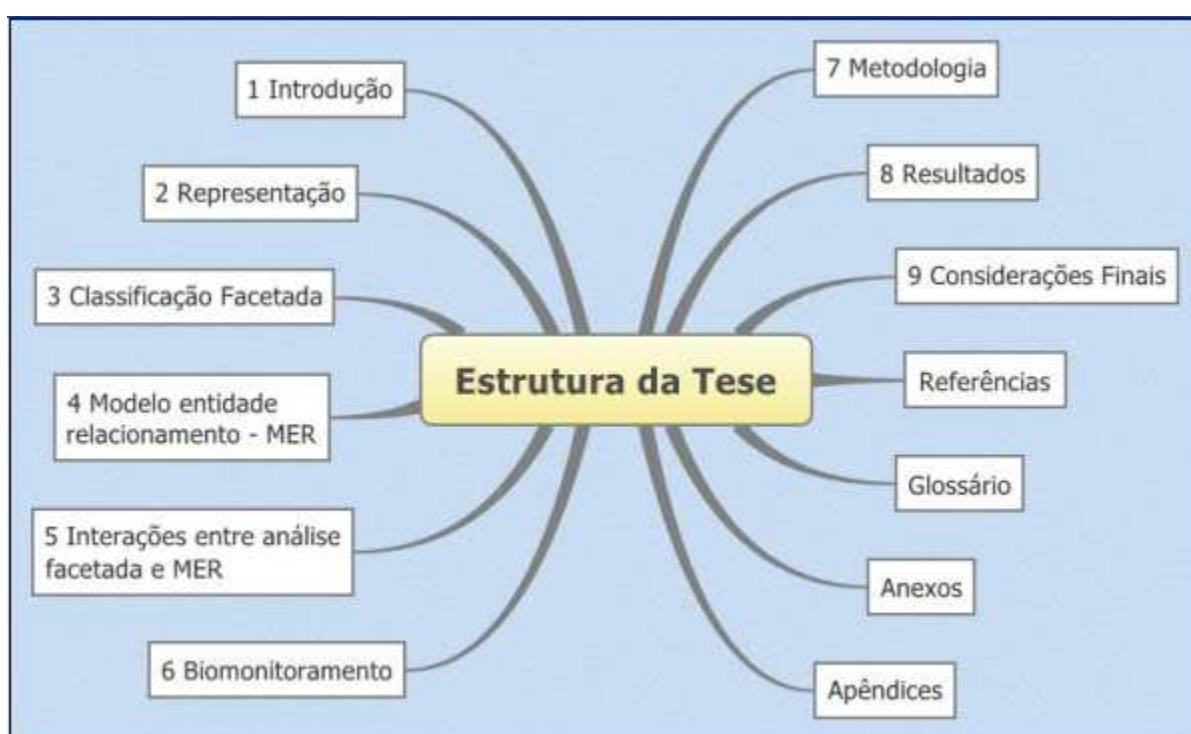


FIGURA 1 – Diagrama da pesquisa
Fonte: Dados da pesquisa

A fim de visualizar e acompanhar o passo a passo metodológico da análise de assunto e conteúdo dos textos, preparou-se o CD-ROM que acompanha esta tese, contendo os 8 (oito) textos utilizados nesta pesquisa, com as marcações dos termos presentes em cada um deles, termos estes agrupados num documento único e, posteriormente separados por categorias, com suas respectivas facetas e subfacetas, bem como todos os indicadores relativos à vinculação termos/textos incluindo páginas onde ocorrem, além dos termos similares.

2 PERSPECTIVAS CONCEITUAIS E TEÓRICAS DA REPRESENTAÇÃO/ MODELAGEM

Este capítulo discorre sobre perspectivas conceituais de processos envolvidos na modelização desenvolvida nesta tese. Baseia-se nas visões teóricas estudadas, relativas aos processos de representação (2.1), da modelagem (2.2) e da análise conceitual e de assunto (2.3), tal como explicitados nos itens seguintes.

2.1 Definição de Representação

A palavra representar tem sua origem na palavra latina *repraesentare*, cujos significados são de "fazer presente", "apresentar novamente" e "trazer à memória" (SALES; CAFÉ, 2009, p. 100). Nesse sentido, o termo representação do conhecimento pode ser usado para:

[...] nomear o processo de tornar presente, por meio de termos, o conteúdo de uma informação. Porém, cabe frisar que o processo de tornar presente conteúdos informacionais é uma atividade que diz respeito à 'representação da informação', que por sua vez se instrumentaliza por meio de modelos de representação do conhecimento. Melhor dizendo, a representação do conhecimento é um processo mental (campo das idéias) responsável pela organização do conhecimento. Desta organização surgem os sistemas de representação do conhecimento, *Knowledge Organization Systems (KOS)*, também chamados de modelos de representação do conhecimento ou linguagens documentárias, que servem de ferramentas para a atividade de representação da informação (SALES; CAFÉ, 2009, p.100-101).

Sendo assim, segundo os autores acima, a representação do conhecimento é considerada um processo, em que se representa o conteúdo de uma informação por meio de termos extraídos do documento, que traz essa informação. Fica evidenciado que esse processo de representar o conhecimento é também um processo de representar a informação.

Numa linha de pensamento parecida com a origem da palavra representar (fazer presente), colocada por Sales e Café (2009), Peirce (citado por LOURENÇO, 2005, p. 28), identifica a representação como “[..] um signo [...] que, sob certo aspecto ou modo, representa algo para alguém”. Ou seja, o fazer presente é representar algo para alguém.

Alvarenga (2003, p. 22), parte de outro foco para apresentar o significado do termo representação, considerando-o como um “ato de colocar algo no lugar de”. A autora classifica a representação em nível primário e secundário. No nível primário a representação é aquela que é feita pelos autores ao expressar o resultado de seus pensamentos. Nesta etapa da representação desempenham importante papel a linguagem e os campos do conhecimento, além de outros símbolos icônicos e sonoros. De forma que nessa representação “[...] os produtos finais são constituídos de conceitos sobre os seres, formando o conhecimento, conceitos mais ou menos intensamente detalhados, codificados através de uma linguagem simbólica”.

A representação em nível secundário, segundo a mesma autora, é formada pelos registros de conhecimento produzidos pelos autores, após a representação primária, ao integrarem-se a acervos “[...] sendo novamente representados, visando-se à sua inclusão em sistemas documentais referenciais”. Nessa etapa ocorre a identificação dos conceitos resultantes da representação primária, nos seus elementos constitutivos fundamentais “[...] escolhendo-se os pontos de acesso fundamentais que garantem a representação desse conhecimento (documento) para fins de futura recuperação [...]” (ALVARENGA, 2003, p. 22)

Numa visão semelhante da autora acima, Lourenço (2005, p. 73) acrescenta que o mundo real, que é onde se buscam as informações, possui uma inter-relação muito complexa e que “[...] para um tratamento adequado desta informação, é necessário que este ambiente seja descrito [...]. Neste nível descritivo, ainda não são utilizados métodos formais de tratamento de informação.” Nota-se que a representação do conhecimento está relacionada à descrição do ambiente interpretada por alguém.

Também como uma forma de representação do conhecimento, a Biblioteconomia e a Ciência da Informação têm elaborado, ao longo dos tempos, ferramentas de apoio à representação dos conteúdos dos documentos, facilitando a busca e recuperação da informação, citando como exemplo as linguagens de indexação (LI), incluídas dentre as linguagens artificiais; por serem construídas a partir de um conjunto de regras, essas linguagens representam de forma abreviada o conteúdo de um documento (RIVER, 1992). Dentre as teorias que fundamentam o estudo e a construção das LI,

citam-se as teorias da classificação facetada, do conceito e da análise de assunto (NAVES, M., 2004).

Já na área da Ciência da Computação, CC o conceito de representação está ligado ao ato de modelar, sendo enfatizado na maioria de seus modelos o aspecto diagramático. A modelagem é a representação de uma realidade percebida. De forma que o resultado do ato de modelar será a representação de uma realidade. Assim, tanto no campo da CC e também da CI no processo de representação articulam-se conceitos tais como identidade, diferença, gênero, todo, parte e outros. Na Filosofia a busca de um entendimento dos fundamentos dos significados desses conceitos acontece no estudo da metafísica, campo que compreende a ontologia (ARANHA; MARTINS, 1993; SMITH, 2004).

Existe grande complexidade para se representar uma determinada realidade, seja qual for o campo do saber; tal situação permite uma apresentação geral, enfocando uma perspectiva filosófica e cognitiva sobre a percepção da realidade, embora estes não tenham sido temas focalizados na presente pesquisa.

2.1.1 Visão filosófica da representação

Por meio da ontologia, a filosofia busca entender o que são, quais as estruturas, tipos, eventos e relações, passíveis de ocorrência nos objetos/entidades que compõem determinada realidade. Na Grécia antiga, embora seus princípios tenham ocorrido com *Parmênides* e *Platão*, atribui-se a origem da ontologia a *Aristóteles*. Sua filosofia concentra-se no conhecimento científico e em seu objeto, o ser, denominando-se 'filosofia primeira' e, mais tarde, metafísica (CHAUÍ, 2008; HESSEN, 1999).

Ao escrever sobre o pensamento dos filósofos pré-socráticos, Aranha e Martins (1993, p. 93) menciona que *Heráclito* buscava entender a multiplicidade do real, considerando que todas as coisas mudam incessantemente, não havendo nada estático “[...] nunca nos banhamos duas vezes no mesmo rio, pois na segunda vez não somos os mesmos e o rio também mudou”; *Parmênides*, por sua vez,

considerava impensável o fato de algo poder ‘ser e não ser’ ao mesmo tempo, concluindo que ‘o ser é único, imutável, infinito e imóvel’; isto, mais tarde, seria chamado pelos lógicos de ‘princípio da identidade’.

A ontologia de *Platão* se diferencia da ontologia de *Parmênides* e introduz o conceito do “mundo sensível, da mudança, do devir dos contrários e o mundo inteligível, da identidade, da permanência, da verdade [...]”. O primeiro é o mundo das coisas, o outro o mundo das idéias’ (CHAUÍ, 2008, p. 185). A importância do que denomina ‘idéias’ para *Platão* pode ser observada no que ele considera: “(1) as idéias são os objetos específicos do conhecimento; (2) as idéias são critérios ou princípios de juízo acerca das coisas naturais; (3) as idéias são causas das coisas naturais.” (ABBAGNANO, 1984, p.147). Sobre o antagonismo apresentado pelas percepções da realidade entre *Heráclito* onde ‘tudo flui’ e a de *Parmênides* onde ‘tudo é imóvel’, *Platão* tenta resolver por meio da sua concepção onde “o mundo das idéias se refere ao ser parmenídeo, e o mundo dos fenômenos ao devir heraclítico” (ARANHA; MARTINS, 1993, p. 96); neste caso, percebem-se no mundo sensível vários tipos de abelhas, mas ‘a idéia de abelha deve ser uma, imutável, a verdadeira realidade’.

Para *Aristóteles* o mundo das coisas sensíveis não é ilusório, pelo contrário, é real e sua essência está nos múltiplos seres e na sua constante mudança; a essência das coisas e dos seres humanos não se encontra separada, mas se encontra nas próprias coisas e nos homens e para conhecê-las deve-se partir da sensação até a compreensão das diferenças (CHAUÍ, 2008). Nesse sentido:

[...] diferentes tipos de seres ou entes se diferenciam justamente por suas essências [...]. *Aristóteles* também usará a mudança como critério de diferenciação dos seres, porém, o fará de maneira completamente nova [...]. Movimento não significa, porém, simplesmente mudança de lugar ou locomoção. Significa toda e qualquer mudança que um ser sofre ou realize (CHAUÍ, 2008, p. 188).

O conceito de movimento de *Aristóteles* é amplo, significando as constantes alterações na natureza, na vida como um todo, conforme se vê na continuação da apresentação de Chauí (2008, p. 188) sobre o significado de movimento como sendo:

- Toda mudança qualitativa de um ser qualquer (por exemplo, uma semente que se torna árvore, um objeto branco que amarelece, um

animal que adoece, algo quente que esfria, algo frio que esquenta, o duro que amolece, o mole que endurece, etc.)

- Toda mudança ou alteração quantitativa (por exemplo, um corpo que aumente e diminua, que se divide em outros menores, que encompride ou encurte, alargue ou estreite etc.)
- Toda mudança de lugar ou locomoção (subir, descer, cair, a trajetória de uma flecha, o deslocamento de um barco, a queda de uma pedra, o levitar de uma pluma etc.)
- Toda alteração em que se passe da ação à paixão ou da passividade à atividade (por exemplo, de cortar a ser cortado, de amar a ser amado, ou de ser desejado a desejar, de ser tocado a tocar etc.)
- Toda geração ou nascimento e toda corrupção ou morte dos seres, nascer, viver e morrer são movimentos.
- Numa palavra: o devir, em todos os seus aspectos, é movimento.

Desta forma, o que diferencia um ser ou ente do outro é a sua essência², e, na visão de Aristóteles, a mudança é uma forma de diferenciação, pois, a cada mudança algo novo acontece. Essa mudança está relacionada ao estar ou não em movimento que pode ser qualitativa, quantitativa, geográfica, situacional, espacial e até um “estado de espírito”. Essas são as bases das dimensões categoriais propostas pelo autor e que servem para categorizar as entidades visando representação.

Na ontologia aristotélica estuda-se a essência do ‘ser enquanto ser’, cabendo às outras ciências o estudo diferenciado entre esses seres. Atualmente, as pesquisas científicas, em vários campos do saber estão, também, provocando mudanças significativas. No ambiente tecnológico, por exemplo, compram-se equipamentos com determinadas características, e, ao longo do tempo, no processo de substituição de seus componentes, sua identidade original vai se perdendo. Situação similar, e com implicações bem mais amplas tanto no aspecto do pensamento filosófico quanto da realidade observada, vêm ocorrendo no ambiente biológico, como exemplo têm-se as possíveis alterações do corpo humano, onde transplantes de órgãos e outras mudanças, que podem chegar ao nível do DNA³, demonstram o quão complexo pode ficar a representação e identificação do ser, que muda ao longo do tempo.

Segundo Piedade (1983), Aristóteles nomeou de categorias ou predicáveis⁴ as classes gerais nas quais se podem identificar o entendimento que se têm sobre as coisas, essas categorias são as seguintes:

²A abordagem sobre a essência do Ser é uma pesquisa que se indica para um outro estudo.

³ DNA – ácido desoxirribonucleico, substâncias químicas envolvidas na transmissão de caracteres hereditários

⁴ *Predicare* = atribuir predicados (PIEADADE, 1983, p. 20)

- a) Substância – sobre o que se deseja falar (homem, carro, flor,
- b) Qualidade – (verde, dedicado, bonito ...)
- c) Quantidade – (dois quilos, muito, pouco ...)
- d) Relação – (mais pesado, igual a ...)
- e) Duração (tempo) – (ano de 2013, amanhã ...)
- f) Lugar – (Paris, ali na varanda ...)
- g) Ação – (crescer, viver, amar ...)
- h) Paixão ou sofrimento – (derrotado, angustiado ...)
- i) Maneira ou Estado de ser - (florescido, saudável, febril ...)
- j) Posição – (vertical, sentado, em pé ...)

Estas dez categorias foram agrupadas e reduzidas a três, por Aristóteles, sendo as seguintes: Substância, Modo e Relação. Neste caso, Substância continua a representar o ser existente, sobre o qual se deseja conhecer, o Modo ou acidente refere-se ao que existe na Substância, os modos que ela pode ser ou se apresentar e a Relação é o que permite a ligação entre os diferentes seres (PIEADADE, 1983).

Verifica-se que nas categorias busca-se explicar o ser pelos modos com que se pode percebê-lo, ou seja, onde ele está, suas qualidades, suas quantidades, como se relaciona, o que sofre, o que faz, em que tempo existe. Importa acrescentar que esta percepção do mundo pode estar relacionada com localização geográfica, cultura, sociedade e, também, com os órgãos captadores de informação do universo externo pelos seres. Nossos órgãos sensoriais captam e transformam o que é apreendido do mundo, “[...] transformamos fótons em imagens, vibrações em sons e ruídos e reações químicas em cheiros e gostos específicos” (OLIVEIRA, 2002). Por tal motivo Merleau-Ponty (1999) argumenta que o sentido da percepção do mundo abrange a questão das relações, ao invés do absoluto, significando que o universo percebido acontece na relação entre ‘o que está fora’ e o que se consegue perceber por meio dos órgãos sensoriais de quem o percebe, com suas características e limitações.

As reflexões sobre a realidade, sua percepção e estruturação dos seres/entidades que a compõem tornam-se processos essenciais para se compreender e praticar a representação de uma realidade, tal como proposta nesta tese, com a finalidade de se criar um sistema de organização de conhecimento.

2.2 Modelagem ou modelização

Muito embora os conceitos de representar e modelar estejam muito próximos e até sejam usados como definidores um do outro, percebe-se que, representar na CI tem, entre os seus objetivos, o de ser um indicador, para que o documento (no amplo aspecto deste termo) representado seja encontrado na prateleira de uma biblioteca real ou virtual.

Assim como acontece na CI, o ato de modelar na CC está comprometido com a representação de um determinado objeto, domínio ou sistema. Neste caso a representação, ao ser implantada no ambiente computacional passa a ser também, uma nova realidade de trabalho ou de estudo. Este modelo implantado irá interagir com a realidade da qual se originou⁵.

As considerações iniciais, anteriormente descritas, sobre a percepção da realidade indicam a possibilidade de se apreender uma mesma realidade sobre diferentes aspectos. A formulação de hipóteses e confecção de modelos tem ajudado a humanidade a entender os fenômenos do mundo percebidos por seus sentidos. Um modelo pode ser considerado uma criação cultural, um fato de natureza abstrata capaz de representar aspectos de uma realidade, permitindo com isso sua descrição qualitativa e quantitativa e, por vezes, sua observação. A existência dos modelos faz-se necessária, em virtude da limitada percepção humana, tal situação decorre do fato desta percepção, do meio exterior, serem interpretações do cérebro ao estímulo recebido, associadas a experiências anteriores (ALMEIDA; TAUHATA, 1981). O entendimento do ambiente que nos cerca e a avaliação de que este ambiente é por demais complexo para se captar em sua totalidade, faz com que a construção de modelos se torne uma ferramenta de percepção da realidade para o ser humano.

Modelos podem então ser entendidos como representações do mundo; são construídos por meio de simplificações, buscando manter o que se considera

⁵ Esta característica existe também em uma modelagem não computacional, mas é muito acentuada nos modelos computacionais, passando a possuir características sociais. Tal fato possui raízes na revolução feita pela microinformática associada à Internet, permitindo a chegada da rede de computadores aos lares. A partir disto, a realidade virtual e o real passam a interagir de forma intensa. Verifica-se, neste caso, a atuação do princípio da recursão organizacional de *Edgar Morin* (MORIN, 2008).

essencial para o entendimento de um domínio ou campo de estudo. É a tentativa de desmembrar o mundo real em mundos simplificados e idealizados, objetivando “uma visão das características essenciais de um domínio” (APOSTEL citado por SAYÃO, 2001, p. 83). A partir da construção de modelos busca-se obter o conhecimento dos processos da natureza (DUPUY, 1996).

Bunge (1974) considera que há um aspecto paradoxal do entendimento conceitual da realidade acontecer por meio de idealizações, mas o que é paradoxo para o autor pode ser considerado como a forma platônica de se perceber a realidade. Na busca de conhecimentos sobre determinado fenômeno, tanto no micro quanto no macrocosmo, existe a necessidade de selecionar os eventos que possuem maior conexão com o fenômeno estudado; dessa forma uma visão idealizada da realidade é construída com objetivos de atender aos estudos do investigador.

O estudo feito por Stachowiak (citado por SAYÃO, 2001), apresenta três atributos básicos dos modelos:

- a) Atributos de Reprodução – um modelo é sempre uma reprodução de um sistema original, natural ou artificial.
- b) Atributo de Redução – Um modelo não reproduz todos os atributos do sistema original; os atributos modelados dependem do que o criador ou o usuário do modelo estão interessados em observar.
- c) Atributo de Pragmatismo – modelos não pertencem, geralmente, à mesma classe de seu representado. O entendimento de um modelo necessita, também, do entendimento do contexto dentro do qual foi criado. O modelo é utilizado em um período de tempo, trazendo consigo as perguntas: para quem é o modelo? Para que é o modelo? Porque ele foi criado?

Vê-se no atributo de redução que o modelo reproduz alguns atributos do sistema original. É gerado um núcleo, que consiste de todos os atributos que podem ser diretamente atribuídos de volta ao sistema original. Mas a fim de se obter um modelo aplicável, acrescentam-se alguns atributos que não são representados no sistema original.

Para Morrison e Morgan (1999) os modelos são entendidos como instrumentos de investigação, usados pelos cientistas para conhecer suas teorias e o mundo. As autoras acreditam que existe uma autonomia nos modelos e é esta autonomia que os permitem serem vistos como instrumentos; também elas identificaram aspectos relacionados à construção, funcionamento, representação e aprendizado, relacionados aos modelos:

- a) Em relação à construção de modelos, verificaram que a autonomia dos modelos vem do fato de não serem derivados, nem totalmente de uma teoria e nem dos dados, e geralmente ambos envolvem adicionalmente outros elementos externos.
- b) Na questão do funcionamento, os modelos foram identificados como instrumento ou ferramenta de natureza diferente daquilo que ele manipula, mas possuindo uma conexão com o mesmo. Assim como as ferramentas, modelos podem ser usados para diferentes tarefas.
- c) No aspecto da representatividade do modelo, verificaram que existem instrumentos que são usados apenas de forma instrumental para efetuar algo e instrumentos que são dispositivos para aprender algo, como exemplo o termômetro é um instrumento de investigação; a diferença entre ambos é que o último envolve alguma forma de representação. Modelos representam algum aspecto do mundo e / ou algum aspecto de nossa teoria sobre o mundo. O poder do modelo, como representação, não é a função de instrumentalizar, mas a de se ensinar alguma coisa sobre o que ele está representando;
- d) Como consequência, no aspecto do aprendizado – nós não aprendemos muito olhando para o modelo; nosso aprendizado vem de nossa manipulação e construção do mesmo. É quando o manipulamos que as características de intervenção e representação do modelo nos ensinam como e porque nossa intervenção funciona. Esse argumento vai de encontro ao pensamento de Vico (2010), segundo o qual o homem só consegue conhecer verdadeiramente aquilo que faz ou cria. Este princípio é conhecido como “*verum-factum*” (“*Verum et factum convertuntur*”- O que é verdadeiro e o que se faz podem ser convertidos um no outro).

O aspecto empírico desta tese está voltado para a construção de modelos conceituais do domínio do biomonitoramento de águas da bacia do Rio das Velhas, embasados nas propostas de *Ranganathan* e *Chen*. Desta forma segue uma visão do conceito de modelagem conceitual.

2.2.1 Modelagem conceitual

A modelagem conceitual objetiva a compreensão e representação do mundo real, de tal forma, que ele possa ser traduzido em um modelo que capte os principais aspectos de uma realidade. Na CC, um projeto de banco de dados, muitas vezes pode ser uma tarefa difícil por ser necessário que o projetista compreenda as necessidades dos usuários e tenha a capacidade de representá-las; para isso é necessário que ele consiga entender de forma clara a realidade que está sendo modelada. Muitas vezes o projetista não possui conhecimento sobre o domínio modelado, reforçando a necessidade da interação com o usuário, conhecedor deste domínio. Na fase do projeto em que se modela conceitualmente um banco de dados, o enfoque está na construção de uma representação de alta qualidade dos fenômenos selecionados de domínio (SUGUMARAN; STOREY, 2006). Neste caso, na modelagem conceitual se busca a identificação, descrição e entendimento de um domínio, processo que permitirá estruturar os conceitos e as relações, nele inseridas (MEDEIROS, 2011).

As definições anteriores vêm de encontro à de Guizzardi, Herre e Wagner (2002) que consideram que a modelagem conceitual está voltada para a identificação, análise e descrição dos conceitos essenciais e as restrições de um domínio, sendo auxiliada por diagramas. Os autores também consideram que as linguagens de modelagem conceitual (como diagramas de Entidade-Relacionamento ou diagramas de classe *Unified Modeling Language (UML)*) são avaliadas em função do sucesso da sua utilização nas fases de desenvolvimento de sistemas de informação.

O conceito apresentado por Mylopoulos (1992) sobre modelagem conceitual abrange os dizeres dos autores citados anteriormente e acrescenta enfoques importantes. Para o autor, a modelagem conceitual é uma atividade que permite

formalizar a descrição de aspectos do mundo físico e social que nos rodeia e tem como objetivo a compreensão e comunicação desses aspectos. Para esta descrição é necessário o uso de uma notação formal, ou seja, um elemento de um modelo conceitual. Por meio da modelagem conceitual obtêm-se aspectos relevantes de uma realidade, permitindo uma compreensão comum desta realidade aos participantes da mesma. A modelagem conceitual utiliza-se de interfaces gráficas e lingüísticas. A sua vantagem sobre a linguagem natural ou esquemas vem do fato de se basear em notações formais e a vantagem sobre notações formais matemáticas vem do fato da modelagem conceitual suportar facilidades inferenciais que são psicologicamente fundamentadas. Isto se torna importante devido ao fato de que as descrições surgidas da atividade de modelação conceituais são destinadas ao uso por seres humanos, não por máquinas. O autor ainda acrescenta que se podem considerar os modelos de dados como modelos conceituais especiais, onde o assunto pretendido consiste em estruturas de dados e operações associadas.

Neste caso, um modelo conceitual de dados é independente de qualquer limitação que possa ser 'imposta por tecnologias, técnicas de implementação ou dispositivos físicos' (COUGO, 1997, p. 28), devido ao fato de representar os aspectos conceituais do ambiente observado. Reafirmando o dizer de Mylopoulos (1992), o aspecto relacionado à utilização deste modelo destina-se ao aspecto da comunicação humana, permitindo a transmissão e validação de conceitos percebidos no ambiente estudado, mapeamento deste ambiente e outros aspectos. Observa-se que, por ser independente da implementação, o modelo conceitual não se altera, seja qual for o banco de dados que se utilizará para esta implementação (COUGO, 1997).

Os métodos tradicionais de construção de modelos na CC são o método dedutivo, também conhecido por *top-down* e o método indutivo, ou *bottom-up*. No método *top-down* observa-se primeiramente o 'todo' do sistema para depois entender as partes que o compõem. O método *bottom-up* envolve a observação dos elementos básicos que o compõem o sistema, para posteriormente serem agregados em níveis acima, até o entendimento do todo (CAMPOS, 2004). Sendo assim a autora ainda coloca que:

O método indutivo possibilita a elaboração de modelos, partindo, desde o início, da representação dos elementos/objetos e relações de um contexto. Já o método dedutivo propõe que se elaborem mecanismos de abstração para pensar primeiramente o domínio/ contexto, independentemente de pensar os elementos e suas relações; esta seria uma etapa posterior. (CAMPOS, 2004, p. 25)

Aos métodos apresentados, o *top-down* e *bottom-up*, Barbieri (1994), acrescenta o *middle-down*, onde o estudo do sistema, ou seja, a análise do sistema se inicia no seu *meio*, pelo entendimento das entidades e eventos. Com esta abordagem evitam-se os excessos, seja pela a globalidade do método *top-down* ou pela granularidade do método *bottom-up*. Observa-se que o *meio*, neste contexto, possui o significado, também, de se iniciar pela parte principal de um projeto.

Por meio da modelagem conceitual obtêm-se a modelagem lógica e a partir desta projeta-se o banco de dados físico. Neste trabalho, a confecção do MER, está estritamente voltada à modelagem conceitual. Isto significa que não se está buscando saber que tabelas serão criadas, as chaves de acesso, em que tipo de banco de dados será estruturado e depositado os dados, ou qualquer outra situação voltada aos aspectos lógicos e físicos de um projeto de banco de dados.

Sendo assim, a modelagem conceitual é importante porque facilita a detecção precoce e correção de erros de desenvolvimento do sistema, desempenhando também um papel importante em atividades como a reengenharia de processos de negócios, documentação de dados e modelos de processos, em sistemas de planejamento de recursos empresariais (WAND; WEBER, 2005).

Como o conceito de sistema / domínio, além de se reportar à realidade, está muito presente neste trabalho, será apresentada também uma visão geral de sistemas, considerando-se que os sistemas também são uma forma de representação de realidades. Neste trabalho, considera-se domínio e sistemas como similares, apesar de existir abordagens diferenciadas para os mesmos na CI e na CC. Estas diferenças obviamente não interferem nem apresentam obstáculos para se alcançar os objetivos deste trabalho.

No item que se segue, pretende-se mostrar aspectos históricos e conceituais sobre os quais estão estruturados os conceitos de sistemas.

2.2.2 Sistemas como modelo de realidade

No pensamento analítico ou cartesiano o mundo, ou qualquer dos elementos que o constituem, pode ser explicado pelo entendimento das suas partes, ou seja, com este objetivo aplica-se a metodologia de dividir o *todo* em partes, analisando os conteúdos do que se considera "indivisível". A abordagem cartesiana baseada em princípios de organização está sendo substituída pelo pensamento sistêmico ou sintético (também conhecido como holístico, organísmico ou ecológico) que tenta entender a 'parte' e o seu contexto, considerando-os como um 'todo'. Esse pensamento tem apresentado a existência de uma interdependência entre as ciências, antes não percebida de forma clara. Um aspecto importante para a ciência, em relação ao conceito sistêmico, foi o de que sistemas não podem ser entendidos pela análise; na concepção sistêmica se entendem as propriedades das partes a partir da organização do todo. É um pensamento que se baseia em princípios de organização básica (CAPRA, 1996).

Dessa forma, verifica-se que o pensamento analítico se foca na estrutura, apresentando como é o funcionamento de algo e o pensamento sintético é focado nas funções, revelando porque algo funciona de determinada maneira. Ackoff (1981) apresenta seu entendimento sobre essas duas abordagens de pensamento da seguinte forma:

Análise foca o olhar para dentro das coisas, a síntese olha fora das mesmas. Pensamento analítico tem interesse em explicar somente a interação entre as partes do objeto; pensamento sistêmico tem similarmente o mesmo interesse, mas também se ocupa desse objeto com outros objetos em seu meio ambiente e com o próprio meio ambiente. Está também ocupado com a interação funcional das partes do sistema. Esta orientação originada preocupação do pensamento sistêmico com o *desenho e redesenho* do sistema [...] (ACKOFF, 1981, p. 17, tradução nossa)

Verifica-se, pelo entendimento do autor, que o pensamento sistêmico é contextual, diferenciando-se da análise, que tenta entender algo a partir de seu isolamento, o pensamento sistêmico coloca-a no seu contexto. O que deve ser apreendido no pensamento sistêmico são os inter-relacionamentos, em lugar da percepção mecânica de causa e efeito, além dos processos de mudanças ao invés de fatos instantâneos e isolados.

O pensamento sistêmico, na ciência ocidental, tem como um de seus marcos a Teoria Geral dos Sistemas (TGS), que é definida como uma ciência geral da

totalidade, cujo objetivo é formular os princípios válidos para os sistemas em geral, sejam quais forem os elementos que os compõem e as relações ou 'forças' que possam existir entre eles. Ou seja, objetiva formular princípios para todos os sistemas, independente da natureza de seus elementos e das relações existentes. (CHURCHMAN, 1971). O termo 'Teoria Geral dos Sistemas' foi introduzido por *Ludwig Von Bertalanffy* e apresentado em 1937 no Seminário de Filosofia de *Charles Morris* na Universidade de *Chicago*. Seu princípio foi pensado para ambientes biológicos, uma vez que o biólogo *Bertalanffy* encontrava-se intrigado com as lacunas existentes na pesquisa e na teoria da biologia (BERTALANFFY, 2008).

A idéia de totalidade, característica da TGS, ou 'todos integrados' já haviam sido abordados, também, por *Alexander A. Bogdanov* em seu Tratado de *Tectologia*, no período entre 1912 a 1917. Neste tratado são apresentados diferentes estados de complexidade possíveis no sistema, em um estado complexo organizado pode-se perceber o 'todo' como maior que a soma de suas partes constituintes; no complexo desorganizado verifica-se que o 'todo' torna-se menor que suas partes e no estado de complexo neutro a força de ordem e desordem se anulam (CAPRA,1996; LE MOIGNE, 1997). Definições semelhantes às apresentadas por *Bogdanov* podem ser encontradas, também, no Pensamento Complexo de *Edgar Morin* que define que "O todo é simultaneamente mais e menos que a soma das partes" (MORIN, 2008, p. 124).

Ainda sobre o pensamento sistêmico, considera-se que a definição de sistema varia de acordo a especialização em que a mesma será aplicada pelo pesquisador, mas todas elas se assemelham em diversos pontos. Um dos aspectos em comum identifica que o sistema tem um propósito (um objetivo) e possui a característica do 'globalismo' onde, diante de um estímulo externo, sua reação acontece como um todo coerente. Diante deste contexto, sistema pode ser assim definido:

um sistema aberto é um conjunto de partes interdependentes e em permanente interação, constituindo, dessa forma um todo sinérgico, voltado à consecução de propósitos dados, e interdependente também em relação a seu meio ambiente , sendo tanto por ele influenciado como o influenciando (BAUER, 1999, p. 45)

Churchman (1971) corrobora com o autor acima ao considerar sistema como partes coordenadas para a realização de um conjunto de finalidades. Já Bertalanffy (2008, p. 84) define sistema como:

[...] um complexo de elementos em interação. A interação significa que os elementos p estão em relações R , de modo que o comportamento de um elemento p em R é diferente de seu comportamento em outra relação R' . Se os comportamentos em R e R' não são diferentes não há interação, e os elementos se comportam independentemente com respeito às relações R e R' .

Sendo assim, sistema é uma interação de vários elementos em relações comportamentais. Ainda na visão do autor, um elemento está em processo de interação quando, ao se expor a diferentes relações se comporta, também, de forma diferenciada. Numa perspectiva semelhante à de Bauer (1999) e de Bertalanffy (2008), uma definição de sistema é feita por Ackoff (1981) como um conjunto de dois ou mais elementos onde o comportamento de cada elemento influencia o comportamento do 'todo' no qual estão inseridos, muito embora os efeitos de tal comportamento e sua influência sejam interdependentes, ou seja, nenhum elemento atua de forma independente sobre o todo.

Um aspecto diferente em relação ao conceito de sistemas é apresentado por Le Moigne (1997, p. 91) que pondera e reconhece o sistema como “[...] um produto artificial do espírito dos homens”. Tal fato não impede sua utilização, não como uma explicação, mas como uma representação dos objetos que o homem busca conhecer, o que enfatiza a definição de um sistema como um modelo de representação da realidade.

O pensamento sistêmico pode ser considerado como uma nova estrutura de conceitos, ou “quadro de referência do processo de pensamento, fundada numa concepção essencialmente processual e dinâmica da realidade, seja ao nível da natureza, sociedade e do próprio processo de construção conhecimento” (KASPER, 2000, p. 3). Nesse sentido, segundo Senge (1990), a percepção sistêmica da realidade é circular e nossa forma de expressão (linguagem) nos apresenta uma realidade linear. O autor descreve o pensamento sistêmico como uma disciplina que precisa ser ensinada para se aprender a ver o todo, sendo na atualidade

extremamente necessário seu ensino, devido à alta complexidade na qual se encontra as conexões humanas. Ele define pensamento sistêmico como:

[...] uma estrutura conceitual, um conjunto de conhecimentos e instrumentos desenvolvido nos últimos cinquenta anos, que tem por objetivo tornar mais claro o conjunto e nos mostrar as modificações a serem feitas para melhorá-lo (SENGE, 1990, p. 16).

Um exemplo simples do quanto o pensamento sistêmico é circular é o encher de um copo d' água, conforme esquema apresentado na FIG. 2 a seguir:

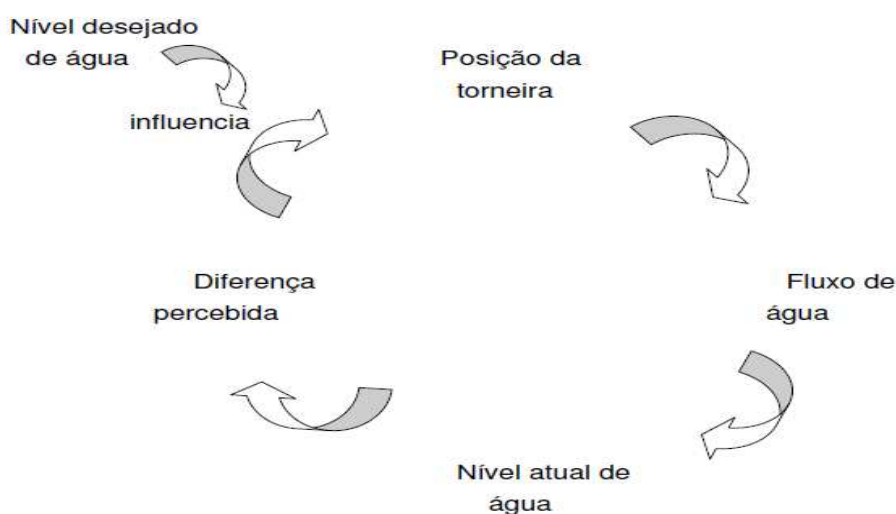


FIGURA 2 – Exemplo do Pensamento Sistêmico
Fonte: Senge (1990, p. 107)

Senge (1990, p. 103) explica o exemplo da FIG. 2, sob a perspectiva linear e sistêmica:

Do ponto de vista linear dizemos: “estou enchendo um copo de água.” Mas na verdade, ao encher o copo estamos observando o nível da água subir. Monitoramos a diferença entre o nível atual e a nossa meta, “o nível desejado de água”. Quando a água se aproxima do nível desejado ajustamos a posição da torneira para reduzir o fluxo de água, até fechá-la quando o copo estiver cheio. Na verdade, quando enchemos o copo de água, estamos operando um *sistema* de “regulagem de água”, envolvendo cinco variáveis: nosso nível desejado de água, o nível atual de água no copo, a diferença entre os dois, a posição da torneira e o fluxo de água. Essas variáveis estão organizadas em um círculo ou *loop* de relacionamentos de causa e efeito, chamado de “processo de feedback”. O processo funciona continuamente para fazer com que a água alcance o nível desejado.

Os sistemas também são formas, modelos de se representar o mundo, de reduzir a complexidade. Essa redução é referente às complexidades existentes entre “(i) os sinais desses fenômenos reais e os instrumentos perceptores e (ii) da relação entre

a informação imanente entre a percepção e o conhecimento pré-existente na mente do cognocente” (SELNER, 2006, p. 49). Para Senge (1990, p. 102), existem dois tipos de complexidade:

- a) complexidade de detalhes, que lida com muitas variáveis tais como “[...] conjunto de instruções complexas para montar uma máquina ou determinar o estoque de uma loja de varejo”;
- b) complexidade dinâmica, que “[...] aparece quando a mesma ação provoca efeitos drasticamente diferentes a curtos e médios prazos [...]”. Tal complexidade dinâmica produz resultados inesperados em situações aparentemente óbvias. Em um ambiente empresarial, por exemplo, fazer as associações de lucro, satisfação do cliente, qualidade do produto/serviço é uma questão dinâmica.

Já Morin (2008, p. 22) procura entender a complexidade do real integrando o pensamento clássico (analítico) com o pensamento sistêmico, não se associando à “unidade abstrata do alto (holismo) e do baixo (reducionismo)”, permitindo “distinguir sem separar, associar sem identificar ou reduzir”. Essas diretrizes metodológicas são denominadas de macro-conceitos partindo do princípio de que “nas coisas mais importantes os conceitos não se definem pelas suas fronteiras, mas a partir de seu núcleo” (MORIN, 2008, p. 106). Como exemplo, o autor coloca que o significado de amor e a amizade são reconhecidos em seu núcleo, mas não há uma fronteira nítida em suas situações intermediárias (amizade amorosa e amores amigáveis). O pensamento complexo de *Edgard Morin* possui três princípios: a) Princípio dialógico; b) Princípio da recursão organizacional; c) Princípio holográfico ou hologramático.

No Princípio Dialógico utilizam-se duas lógicas concorrentes, às vezes até contraditórias, e não apenas uma. Uma é a lógica da individualidade, dos sujeitos “que cuidam de si”, a lógica da desordem. A outra é a lógica da totalidade, da consciência que transcende o sujeito e tem a visão do ‘todo’, a lógica da ordem (MORIN, 2008, p. 107).

O Princípio da Recursão Organizacional é “[...] um processo em que os produtos e os efeitos são ao mesmo tempo causas e produtores daquilo que os produziu” (MORIN, 2008, p. 108). Um exemplo seria a interação indivíduo e sociedade. A sociedade

resulta das interações humanas, ela mesma age sobre seus elementos produtores (as pessoas, as instituições, etc.) e também os altera, novamente voltando a alterar a si mesma.

No Princípio Holográfico ou Hologramático consideram-se as características de um holograma, onde o menor ponto da imagem contém a informação da totalidade do objeto representado, sendo que “Não apenas a parte está no todo, mas o todo está na parte” (MORIN, 2008, p. 108; 109). Um exemplo no mundo biológico é que cada célula tem a informação genética do todo, do indivíduo que ela participa.

Ao apresentar seu entendimento sobre o pensamento complexo, Morin (2008, p. 29) encontra na Teoria dos Sistemas, pelo menos, três direções contraditórias:

- a) Contém um princípio da complexidade;
- b) Algumas de suas verdades viraram meras repetições sem, contudo, tornaram-se operantes;
- c) ‘[...] há finalmente a *system analysis* [...] que transforma o sistemismo no seu contrário, quer dizer, como o termo *analysis* indica operações redutoras’.

O aspecto importante está no fato de não se negar os modelos de pensamentos lineares (cartesiano) e o sistêmico. A questão da análise (linear) e da síntese (sistêmico) deve ser percebida como métodos científicos que se complementam, onde a síntese é elaborada com os resultados de análises anteriormente efetuadas e, a cada síntese, nova análise se efetua. Neste caso, então, um método não é superior ao outro, assim como não se considera, no ato de respirar, qual o melhor processo, o de inspirar ou o de expirar (RICTCHEY, 2012).

2.3 Análise de Conteúdo e de Assunto

A interação entre a Biblioteconomia e a CI trouxe, para esta, técnicas relacionadas às formas de se representar o conteúdo de documentos objetivando sua posterior recuperação. Segundo Dias e Naves (2007), a representação da informação ou tratamento da informação, dependendo do meio ou da abrangência em que atua, pode ter várias designações, entre as quais se mencionam as seguintes:

- a) Catalogação e classificação, processos usualmente utilizados nas bibliotecas tradicionais, têm a função de representar os documentos, usando-se esquemas de metadados que informam características físicas, de produção, assim como do conteúdo desses documentos. Na classificação identifica-se o principal tema do documento, objetivando posicioná-lo em uma coleção definida por assunto;
- b) Indexação, processo específico de atribuição de assuntos aos itens integrantes de SRI's;
- c) Metadados – Termo usado em bibliotecas digitais, tendo semelhanças com a catalogação das bibliotecas tradicionais.

Esta mesma representação abrange disciplinas, técnicas, métodos e processos relacionados aos aspectos do tratamento descritivo, referente aos dados físicos extraídos do documento (autor, título, editora etc.); ao tratamento temático, que busca descrever o conteúdo do documento; ao aspecto da criação ou aprimoramento de instrumentos (códigos, linguagens, padrões) a serem utilizados no tratamento temático e, finalmente, à criação e implementação de diferentes formas de armazenagem (física ou por meio eletrônico) do documento e de seus registros, fichas, indexadores entre outros (DIAS; NAVES, 2007).

Ainda segundo os autores o tratamento temático tem como primeira etapa a análise de assunto sendo que na literatura existe uma ampla terminologia para esta etapa, encontram-se expressões como análise conceitual, análise temática, análise documentária, análise informacional, análise de assunto entre outras (DIAS; NAVES, 2007).

Para Vergara (2005), a análise de conteúdo é uma técnica da área das ciências sociais e objetiva identificar o que se diz sobre determinado tema por meio do tratamento sistemático de dados. Verifica-se que na literatura o termo 'análise de assunto' e 'análise de conteúdo', na maioria das vezes, são considerados com o mesmo significado, mas, observa-se que o entendimento do conteúdo dos documentos é um aspecto constante em qualquer ciência.

A análise de conteúdo pode ser definida como um conjunto de ferramentas metodológicas, aplicadas a diversos 'discursos' (conteúdos e continentes) (BARDIN, 1997). O aspecto comum que se verifica nesta técnica, de diferenciadas facetas, é o eterno encontro entre a compreensão humana e a interpretação dos textos, que tem em suas bases a dedução, a inferência. Verifica-se que a análise de conteúdo manifesta-se em um constante equilíbrio entre um rigor para se obter uma objetividade e a maleabilidade da subjetividade, para não se fugir ao aspecto humano do texto. Esta aparente dualidade é entendida a partir do momento em que se identifica o texto como um objeto que possui, além de sua estrutura lingüística, também uma estrutura de significados que surgem no processo da leitura. Nota-se que o texto está sujeito a uma interpretação cognitiva e não somente descritiva (FUJITA; RUBI, 2006).

Outra interpretação para a análise de conteúdo é a de Moraes (1999), que a considera como uma metodologia de pesquisa que permite a descrição e a interpretação do conteúdo de toda classe de documentos e textos. Essa análise conduz a descrições sistemáticas, qualitativas ou quantitativas, auxiliando a reinterpretar as mensagens e permitindo uma compreensão de seus significados num nível que vai além de uma leitura comum. Quanto à constituição da matéria-prima, para a análise de conteúdo, esta pode ser proveniente de comunicação verbal ou não-verbal, como cartas, cartazes, jornais, revistas, informes, livros, relatos autobiográficos, discos, gravações, entrevistas, diários pessoais, filmes, fotografias e outros. Esses dados chegam ao estudioso em um formato bruto, tendo-se a necessidade de processá-los, facilitando o trabalho de compreensão, interpretação e inferência.

Para Bardin (1997) a análise de conteúdo tem a intenção de inferir os conhecimentos relacionados às condições de produção, às vezes da recepção, e esta inferência é obtida por indicadores, sendo esses quantitativos ou não. Este processo de inferência por meio de indicadores não é raro no meio científico e pode-se ter como exemplo as deduções feitas por um médico, sobre o estado de saúde de uma pessoa, através de sintomas descritos pelo mesmo ou verificados pelo médico. A autora considera que a análise de conteúdo pode ser organizada em três seqüências designadas como pré-análise; exploração do material e tratamento dos resultados.

A pré-análise é vista como um período de intuições e, geralmente, abrange a escolha dos documentos de análise, a formulação das hipóteses (não é obrigatoriedade) e dos objetivos e, finalmente a elaboração de indicadores. Na escolha dos documentos de análise implica na utilização de regras relacionadas à exaustividade, a representatividade e a pertinência do documento:

- a) Regra da Exaustividade, estabelece que ao se definir um determinado domínio de abordagem é preciso ter em conta todos os constituintes desse domínio.
- b) Regra da Representatividade considera que a análise pode ser efetuada por meio de amostras que representem o domínio trabalhado de forma significativa.
- c) Regra de Pertinência relaciona-se ao fato dos documentos corresponderem ao objetivo da análise.

Com relação ao aspecto da formulação das hipóteses, ocorre o fato de, eventualmente, elas não serem elaboradas, o que não impede de muitas vezes o analista ser orientado por hipóteses implícitas. A hipótese é uma afirmação que buscamos confirmar.

No que se refere aos índices e elaboração dos indicadores, a autora considera que o índice pode ser a “[...] menção explícita de um tema numa mensagem’ de tal forma que ‘este tema possui tanto mais importância para o locutor, quanto mais freqüentemente é repetido” (BARDIN, 1997, p.100).

Após a pré-análise, verifica-se a exploração do material que é a administração sistemática das decisões tomadas, considerando-se que a pré-análise tenha sido devidamente elaborada. Esta fase consiste de operações de codificações, onde se observa a pertinência da verificação da escolha do recorte, ou seja, escolha das unidades de registro, que são as unidades de significação a serem codificadas.

E finalmente, no tratamento dos resultados faz-se a inferência e a interpretação dos resultados brutos obtidos, onde os mesmos são tratados para que sejam válidos e significativos. A partir disso o analista “[...] pode então propor inferências e adiantar interpretações a propósito dos objetivos previstos” (BARDIN, 1997, p. 101)

Ainda se referenciando aos estudos de *Bardin*, a autora considera que ao se excluir o aspecto da inferência na análise de conteúdo, o que se obtém será análise documental, ou análise de assunto. Para a autora existem semelhanças, mas também diferenças essenciais entre a análise de assunto e a de conteúdo. Dentre estas diferenças, destaca-se o fato da análise documental ter por objetivo ‘a representação condensada da informação, para consulta e armazenagem ‘ já, no caso da análise de conteúdo acontece ‘a manipulação de mensagem (conteúdo e expressão desse conteúdo), para evidenciar indicadores que permitem inferir sobre outra realidade que não a da mensagem’. A autora destaca que a análise documental é feita, principalmente, “por classificação–indexação; a análise categorial temática é, entre outra, uma das técnicas da análise de conteúdo” (BARDIN, 1997, p. 46).

Ainda com relação à análise de conteúdo e de assunto Alvarenga (2011) apresenta em sua disciplina *Análises na Ciência da Informação* que a diferença básica entre ambos os processos se identifica a partir das naturezas e funções de cada um deles. A autora continua a explicação ao considerar que na análise de assunto

“se procura extrair do texto todos os temas relevantes por ele abordados, representando-os para fins de indexação de assuntos, visando-se à recuperação por usuários em SRI. Na análise de conteúdo, a partir de categorias previamente definidas, tal como orienta Lawrence Bardin, o texto é analisado não somente para fins de sua incorporação e uso em SRI, mas, para estudos epistemológicos; neste caso visa-se à compreensão e absorção de seu conteúdo, em quaisquer domínios do conhecimento, sejam estes científicos, tecnológicos e culturais. A análise de conteúdo compreende, nesse sentido, a essência do trabalho intelectual podendo envolver a recepção e a hermenêutica do texto, a partir de sua exploração competente.”

A análise de assunto também é considerada como um dos processos mais intelectuais e importantes do bibliotecário, tendo por objetivo identificar em um documento, por meio de leitura, de que assuntos ele trata, para ser recuperado nos catálogos e índices: neste caso, representa-se um documento primário por meio de um secundário. Esses processos possuem complexidade, devido ao caráter interdisciplinar dos mesmos. Na identificação de conceitos, ou extração de conceitos, o indexador, busca encontrar no texto os conceitos que melhor o representem (FUJITA, 2003; DIAS; NAVES, 2007). Após essa fase, os conceitos são traduzidos para uma linguagem de indexação e “[...] passam a ser chamados de descritores de assunto, cabeçalhos de assunto, palavras-chave, termos de indexação ou enunciados” (DIAS; NAVES, 2007, p. 12). A indexação é definida por Fugmann (1993) como um processo no qual se distingue a essência de um documento e esta é representada em uma linguagem de indexação.

Para alguns autores, a análise de assunto é uma das etapas do processo da indexação, e objetiva a identificação e a seleção dos conceitos que possam representar um dado documento. Ela pode se subdividir em três estágios, que na prática se sobrepõem, ou seja, a “compreensão do conteúdo do documento; identificação dos conceitos que representam este conteúdo e seleção dos conceitos válidos para recuperação” (FUJITA, 2003, p. 64).

A compreensão do conteúdo acontece por meio da leitura, sendo esta uma leitura técnica, que se mescla entre ler o texto e passar os olhos sobre ele (LANCASTER, 2004). Na identificação de conceitos, o texto passa a ser abordado de uma forma mais lógica para que se possam identificar os conceitos que melhor representarão o texto estudado. Na seleção de conceitos, selecionam-se, entre os conceitos identificados, aqueles que melhor se relacionam aos objetivos da indexação sobre o documento (FUJITA, 2003).

Entre os conceitos presentes no processo de indexação encontram-se o de consistência e relevância. A consistência pode ser vista como o grau de concordância de diferentes seres humanos (indexadores) processando a mesma informação (TONTA, 1991; ZUNDE; DEXTER, 1969). Em relação à consistência

Dias e Naves (2007) consideram que os valores da consistência variam muito entre indexadores; mas para Olson e Wolfram (2006), os indexadores, no geral, concordam em um núcleo de temas, variando na representação de seus aspectos periféricos. Denomina-se de relevância, na recuperação da informação, ao julgamento que se dá ao resultado de uma busca; ela pode ser considerada como a satisfação do usuário em face à representação do documento.

Na parte empírica do presente estudo, as análises de conteúdo e de assunto se constituem como etapas da metodologia no que se refere à definição dos documentos que serão utilizados, assim como na busca dos termos relevantes do domínio do biomonitoramento das águas, contidos nos textos selecionados.

3 ASPECTOS HISTÓRICO-CONCEITUAIS, NORMATIVOS E PRÁTICOS DA TEORIA DA CLASSIFICAÇÃO FACETADA DE RANGANATHAN

A classificação facetada é um dos pilares teóricos deste trabalho; no entanto, faz-se necessário antes de se discorrer sobre essa teoria, apresentar uma introdução às origens da classificação do conhecimento humano; primeiramente, seguem-se conceitos de classificação sob a ótica de diversos autores para, em seguida abordar especificamente a Teoria da Classificação Facetada de *Ranganathan*.

3.1 Aspectos histórico-conceituais

3.1.1 Classificação do conhecimento humano

A necessidade de se identificar, selecionar e tornar disponível o conhecimento, que se armazena nas mais diferentes mídias, torna a classificação e a organização dos documentos um importante foco de estudo. Esta seção tem como objetivo apresentar aspectos teóricos da classificação. Primeiro conceituar classificação na visão de diferentes autores, logo após apresentar diferentes aspectos da classificação e por fim focar a classificação bibliográfica, que é onde se identificam os estudos de *Ranganathan*.

Classificar tem origem na palavra *classis*, que vem do latim e indicava a divisão em grupos do povo romano. Foi Johann Heinrich *Zedler*⁶, em 1733, quem evidenciou a palavra no *Universal Lexicon*, combinando as palavras latinas *classis* e *facere*, ao apresentar uma divisão do Direito Civil; somente no final Século XVIII, a palavra começa a ser utilizada na ordenação das ciências (PIEDADE, 1983). Pode-se chamar de classificação à identificação e reunião dos semelhantes, separando-os do que se define como diferente (ARANALDE, 2009). Segundo Houaiss, Villar e Franco (2009), o ato de classificar está relacionado “[...] a distribuir em classes e nos respectivos grupos de acordo com um sistema ou método de classificação”. Piedade

⁶ A enciclopédia de *Zedler*, *Grosses Voolständiges Universal-Lexicon aller Künste und Wissenschaften*, foi publicada entre 1732 e 1754, em 64 volumes *infolio*, sendo duas colunas cada página da obra (CARELS; FLORY, 1981).

(1983, p. 16) define classificar como o ato de '[...] dividir em grupos ou classes, segundo as diferenças e semelhanças'. Araújo (2006) comenta que a definição apresentada por *Piedade* possui variações, de acordo com quem a enuncia e considera que o ponto central da classificação seja o de formar grupos de forma metódica e sistemática. Esta organização dos seres e das coisas parte de uma característica comum, agrupando os que a possuem, separando-os dos demais. O autor ainda acrescenta que na classificação, ao se definir um critério de divisão, são promovidos distinções e aproximações entre os objetos; levando a diferenciação a ser considerada como uma característica básica da classificação.

Verifica-se que o ato de classificar é feito sob uma ótica pré-estabelecida, pois, somente após a definição desta ótica, do que irá diferenciar um ente de outro, é possível realizar algum tipo de classificação. Vickery (1980) coloca o auxílio na identificação das entidades existentes como o principal objetivo da classificação. Segundo o autor, as muitas classificações das entidades, tais como rochas, plantas, estrelas, doenças e outros, ordenando-as segundo uma sequência de suas características próprias, facilita a identificação de uma rocha, planta, estrela, doença e outros por meio da semelhança com o que já foi previamente descrito; então a classificação permite selecionar, de um universo de entidades conhecidas, a que melhor combine com a que já foi anteriormente determinado. Em conformidade com este o pensamento, Langridge (1977) identifica que, no ato de classificar, as percepções dos sentidos, aparentemente caóticas, são agrupadas com base em objetos e padrões já conhecidos. A aprendizagem se dá na medida da compreensão e da facilidade em organizar e classificar as novas percepções; o autor acrescenta que a base do pensamento, da ação e da organização humana, da maneira como o conhecemos, estabelece-se por meio da classificação.

Pombo (1988) ressalta que o resultado de um processo de classificação é consequência da identificação das características que formarão a mesma. Dessa forma diferentes classificações podem ser feitas, significando diferentes formas de representar uma mesma realidade. Classificar passa a ser uma escolha, dentre as possíveis classificações, do que melhor se adéqua ao que se busca representar.

Costa (1997/1998) considera que os seres humanos estão em constante

classificação do universo ao seu redor. A forma como interagimos em nossas relações sociais, atribuindo valores e agindo de forma diferenciada, conforme essas atribuições são consideradas de superioridade ou de inferioridade, é um exemplo do classificar social:

Encontramos inúmeros exemplos de classificações inscritas e atuantes nos mais variados domínios das relações sociais, tal como se nos apresentam no cotidiano. Basta pensar na maneira como as pessoas tratam uma as outras, ou se referem a terceiros, atribuindo estatutos de superioridade ou inferioridade social, considerando umas distintas e outras vulgares, umas sérias e outras desonestas, umas competentes e outras incapazes, umas merecedoras de mais respeito e outras menos, e por aí afora (COSTA,1997; 1998, p. 66)

O autor acrescenta que as classificações são aspectos constituintes das sociedades e que pode ser considerada como a matéria prima de construção das outras classificações ou sendo, pelo menos, um fator decisivo, embora podendo ser despercebido.

Em conjunto com a visão social da classificação existe um caráter individual; Kaula (1984) identifica a classificação como um processo mental; esta proposta foi apresentada em 1916, por *James Duff Brown*⁷, onde o mesmo considerava que, por ser um processo mental, a classificação pode ocorrer de forma consciente e inconsciente para qualquer que seja o seu objetivo.

[...] a classificação era um "processo mental" constantemente executado de forma consciente e inconsciente por qualquer ser humano, ainda que não reconhecido como tal. Na realidade, este é um dos mais importantes campos do conhecimento. Toda mente classifica objetos consciente ou inconscientemente para todos os tipos de propósito. Apesar de significações e valores difundidos, o estudo da classificação não atraiu as pessoas de um modo geral, com exceção de alguns pensadores, lógicos, cientistas e especialistas em Biblioteconomia e Ciência da Informação (KAULA,1984).

Mesmo sendo um ato que guia o ser humano em sua vida, Kaula (1984) pondera que a classificação não tem sido devidamente estudada; Aranalde (2009) acrescenta que a forma humana de entender seu ambiente vem associada com a criação de um variado sistema de simbologias que o ajudam a perceber sua situação no mundo, auxiliando-o na reflexão sobre suas experiências e possibilitando entender,

⁷ Um dos primeiros bibliotecários a escrever livros sobre Biblioteconomia e a criar o único sistema de classificação geral da Inglaterra. Revolucionou a área com o acesso livre às estantes (BEGHTOL, 2004)

organizar e operacionalizar o conhecimento delas obtido.

Ainda associando classificação a processos mentais, Shera (1957) avalia que a matéria da classificação são os conceitos. Na construção de classificações são utilizados os conceitos, as unidades do pensamento e as relações entre eles, podendo se referir a coisas concretas ou abstratas. Shera (1957) diz que um conceito “[...] é uma rede de padrões de inferências, associações e relacionamentos que são predicados, ou de outro modo, postos em jogo através do ato de categorização”. O autor acrescenta, ainda, as seguintes considerações sobre o processo de formação de conceitos:

[...] aparecem não como entidades independentes, mas como aspectos do processo de pensamento. Formação de conceito, então, não é uma função separada e independente da mente que opera autonomamente e é governada por suas próprias regras nos níveis mais elevados da integração do pensamento. Está intimamente ligada com a organização da memória, com a antecipação, cognição e outros processos e funções mentais (SHERA, 1957).

De forma que, no processo de formação de conceito, cada nova sensação que se origina da experiência é classificada no cérebro humano, de acordo com as experiências passadas, ali registradas, possibilitando a ordem que levaria ao saber, percepção confirmada por Langridge (1977)

Na forma de pensar de Speziali (1973) podem-se encontrar alguns dos pensamentos dos autores citados. Para o autor, a classificação apresenta a característica de ser um processo, tanto objetivo quanto subjetivo. Objetivo ao se basear nas características extrínsecas dos objetos e subjetivo na escolha das características classificatórias. O autor identifica o motivo da classificação com o desejo de estabelecer uma ordem nas coisas e no pensamento. Sua aplicação nas ciências permite ter um retrato, embora provisório, dos conhecimentos científicos de uma determinada época; neste caso, a classificação fornece uma espécie de seção transversal espaço-temporal da esfera das idéias e da cultura de um período; *Speziali* ressalta que a história da classificação das ciências pode nos auxiliar na descoberta das conexões e analogias existentes entre as diferentes áreas de conhecimento em um determinado momento, e dentro do contexto de um determinado tipo de civilização. Entretanto, verifica que a história de qualquer

ordenação não é um fenômeno estático, mas segue um curso evolutivo, reforçando o estudo da classificação das ciências como um sujeito histórico, em um contínuo processo de desenvolvimento.

3.1.1.1 Sistemas de classificação

Uma definição de um sistema de classificação é a de “um conjunto de classes apresentado em ordem sistemática” (PIEIDADE, 1983, p.29), ou seja, é o agrupamento das idéias de um determinado domínio, de forma coordenada e subordinada. Há os sistemas de classificação filosóficos, criados pelos filósofos para a hierarquização do saber, preocupados com a ordem das coisas; e os bibliográficos, preocupados, também, com a ordem do saber, mas, com maior ênfase em estabelecer relações entre os documentos para facilitar sua localização e ordenação; das classificações filosóficas se originaram as classificações bibliográficas.

Para Pombo (1988), ao citar Diemer (1974), existem quatro grandes vertentes da classificação: a ontológica (classificação dos seres), a gnosiológica (classificação das ciências), a biblioteconômica (classificação dos livros) e a informacional (classificação das informações). A classificação dos seres está voltada para a questão da classificação nas ciências, que se inicia com Aristóteles, mantida até a atualidade; interessa principalmente aos lógicos e aos cientistas, como por exemplo, as classificações da biologia, da geologia, da cosmologia. A classificação dos saberes enfoca a classificação das ciências, questão que interessa aos filósofos e pensadores, e aos respectivos resultados de suas atividades (um dos seus principais aspectos está na busca das relações entre as várias ciências). A classificação dos livros e das informações “corresponde à constituição de uma ciência da classificação, isto é, de um novo domínio científico que tem por tarefa o estudo de todos os possíveis sistemas de classificação” (POMBO, 1988). Esta ciência possui como objeto de análise o conceito de classificação e objetiva a constituição de uma teoria da classificação.

Na literatura não há um consenso se foi Platão o primeiro filósofo a se ocupar com a classificação dada às ciências, ao dividir o conhecimento em física, ética e lógica em seu livro “República” ou se foi a lógica de Aristóteles, referente à divisão dicotômica dos objetos em gênero e espécie, uma das primeiras contribuições para a teoria da classificação (LANGRIDGE, 1977; PIEDADE, 1983). Esta divisão é uma espécie de hierarquização dos conceitos, onde se faz a divisão de um tema geral (gênero) em espécies ou sub-temas, aplicando uma característica classificatória, esta característica é o elemento “[...] que serve para reunir os grupos, segundo as semelhanças que apresentam” (BARBOSA, 1969, p. 14). Assim, a existência de gêneros e espécies tem como consequência a necessidade da existência de um princípio classificatório ou característica de uma classificação; é por meio desse elemento que se reúnem os grupos, de acordo com as semelhanças apresentadas. Conforme Araújo (2006, p. 122; 123), *Aristóteles* elaborou cinco predicados⁸ para a Teoria da Classificação:

[...] os cinco tipos de relações existentes num arranjo lógico:

- a) Gênero: classe ou grupo de seres ou objetos que possuem um determinado número de características em comum;
- b) Espécie: ser ou coisa que possui uma diferença específica que a distingue de seu gênero próximo; a espécie é obtida do gênero pelo acréscimo de uma diferença;
- c) Diferença: é a característica que serve para gerar uma espécie; cada acréscimo de diferença gera uma nova espécie;
- d) Propriedade: algo próprio de cada elemento de uma classe mas que não é imprescindível à definição da classe;
- e) Acidente: qualidade não obrigatória a todos os elementos de uma classe, isto é, que pode ou não estar presente em um conceito”

Denomina-se de ‘gênero’, como princípio de uma subdivisão, o conjunto mais amplo ao qual um determinado objeto de estudo pertence, sendo que esses objetos compartilham características comuns (o cavalo e o homem pertencem ao gênero animal, e uma flor ao gênero vegetal). Esse conjunto pode ser subdividido, sucessivamente, conforme se verifique a presença ou ausência de determinadas características (denomina-se *summum genus* - gênero supremo - para o primeiro gênero e *infima species* - espécie inferior - para a última subdivisão). O conceito de

⁸ Foi Porfírio (233 a 304 dC), filósofo grego, quem apresentou esses princípios na obra *Isagoge* ou *Introdução às Categorias* (PIEADADE, 1983). Nesta obra sugere-se uma primeira representação em formato de árvore sobre a idéia de classificação, apesar de Porfírio, em nenhum momento recorrer a qualquer representação icônica (POMBO, 1996).

‘espécie’ é denominado ao resultado da divisão do gênero, conforme a ausência ou presença de determinada característica (o homem é um animal racional e se diferencia do cavalo que é um animal irracional). ‘Diferença’ é a característica que irá permitir a diferenciação do gênero em subconjuntos ou espécies (o que diferencia o animal racional do irracional é a sua característica de pensar). A ‘propriedade’ é uma característica comum aos membros de um determinado gênero, mas não é de sua exclusividade (os homens riem, mas alguns animais também); e o ‘acidente’ se manifesta em alguns membros de um mesmo gênero, mas não necessariamente em todos (todos os homens possuem estatura, mas só alguns são altos) (ANJOS, 2009).

Este método de divisão dicotômico tem sua clássica aplicação na ‘Árvore de Porfírio’, que pode ser representada na FIG. 3 da seguinte forma:

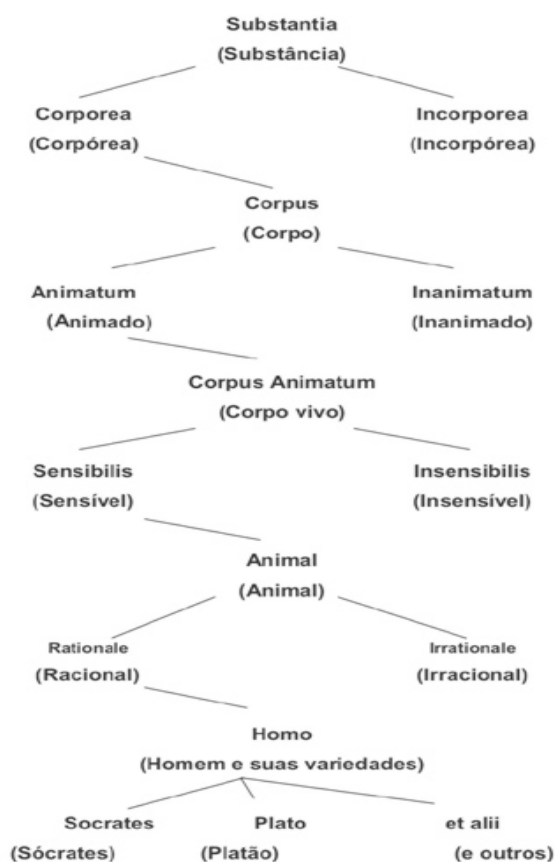


Figura 1 – Árvore de Porfírio

FIGURA 3 – Representação da Árvore de Porfírio.
Fonte: Kaula (1982)

A característica de 'substância', que se encontra no 'topo da árvore' e corresponde ao primeiro gênero, é o indicador de se ter alguma forma de 'existência'. Em seguida, pela característica corporalidade (ter ou não um corpo) obtêm-se as espécies 'corpórea' e 'incorpórea', que se transformam em gênero ao serem divididas pela característica 'vida', onde o novo gênero 'corpórea' resulta nas espécies com corpos 'animados' e 'inanimados'. Do novo gênero 'animado', utilizando a característica 'sensibilidade' resultam as espécies 'sensível' (animais) e 'insensível' (vegetais). Dividindo o novo gênero 'sensíveis' pela característica 'razão' obtêm as espécies 'racionais' e 'irracionais' e finalmente, no resultado da última divisão do novo gênero 'racionais' na espécie 'homem', as diferenças individuais são reconhecidas (PIEDADE, 1983). Estas noções são as bases da definição de classificação como hierarquia e foram fundamentais na formulação dos primeiros sistemas de classificação bibliográfica; estes são também conhecidos como sistemas de classificação hierárquicos, devido ao fato dos conceitos se organizarem em estruturas de gênero/espécie, identificando características essenciais e acidentais.

Anjos (2009) distingue na prática biblioteconômica três significados diferentes, mas interrelacionados, para o termo 'classificação':

o primeiro, é o *sistema de classificação* ou o *esquema de classificação* (chamado simplesmente de *Classificação*); segundo, é o *ato de classificar* ou de atribuir um código de classificação ao documento para indicar o seu assunto ou conteúdo; terceiro, é o *arranjo físico* do documento nas estantes e a *representação* do documento no catálogo classificado (ANJOS, 2009, p. 132).

O primeiro significado apresentado para classificação é fundamental para que os outros dois aconteçam. A Federação Internacional de Documentação (FID) define o ato de classificar a um método que identifica e gera relações, de qualquer nível, entre unidades semânticas individuais (ANJOS, 2009). Pode-se dizer que a classificação bibliográfica é "uma aplicação pragmática do princípio classificatório no contexto das unidades e sistemas de informação" (ANJOS, 2009, p. 132). Para Piedade (1983), na atual classificação bibliográfica está implícito que a base da classificação são os assuntos tratados nos documentos e as relações entre eles, o que facilita sua localização

As evidências de classificações bibliográficas aparecem antes da era cristã e, desde então, sua história vem sendo construída em torno das várias civilizações de diferentes locais e épocas; mas foi nos Estados Unidos que se desenvolveu uma classificação que teve amplo destaque, a Classificação Decimal de Dewey (CDD), publicada em 1876, influenciando muitos dos seus sucessores e sendo, ainda, a mais amplamente usada no mundo. Em 1899, *Putnam*, então diretor da Biblioteca do Congresso dos Estados Unidos, ao decidir reclassificar toda a coleção do Congresso opta pela formulação de um sistema próprio a Classificação da Biblioteca do Congresso (*Library of Congress Classification (LCC)*); este sistema é muito utilizado nas bibliotecas de universidades dos Estados Unidos. O segundo sistema de classificação mais usado é a Classificação Decimal Universal (CDU), originada do sistema de *Dewey*, foi elaborado por *Otlet e La Fontaine* e publicada em 1905 pela atual FID. Em 1912, *Bliss* publica a *Bibliographic Classification Bliss (BC)*, considerada por muitos como próximo à perfeição, mas que não vem sendo usada. (PIEDADE, 1983; ANJOS, 2009).

A Teoria da Classificação Facetada surgiu na década de 1930, dentro das áreas de Biblioteconomia e Ciência da Informação. Foi desenvolvida por *Shiyali Ramamrita Ranganathan* (1892-1972), com o objetivo de “[...] evidenciar os princípios utilizados na elaboração da *Colon Classification* (também denominada Classificação Dois Pontos), tabela de classificação elaborada para a organização da Biblioteca da Universidade de Madras, na Índia”⁹ (CAMPOS, 2001b, p. 31). Este trabalho foi apresentado em quatro fontes básicas, a *Philosophy to Library Classification*, a obra *Five Laws of Library Science* de 1931, o livro *Prolegomena to Library Classification* de 1937 (republicado em 1957 e 1967), além da *Colon Classification*, em 1933. Também com o objetivo de estudo da classificação facetada, é formado em 1952, no Reino Unido, o *Classification Research Group (CRG)* (SPITERI, 1998; LIMA, 2004).

⁹ *Ranganathan* “[...] ao entrar em contato, por intermédio das idéias de *Bliss*, com a perspectiva de elaborar uma base teórica para sistemas de classificação, sentiu-se estimulado a providenciar uma teoria e uma linguagem única para a sua Classificação dos Dois Pontos (publicada em 1933), que havia sido elaborada apenas sobre bases intuitivas. Consequentemente, em 1937, *Ranganathan* elabora uma série de regras e desenvolve um sistema de cânones e postulados e, desses, extrai princípios e distingue processos para estabelecer uma conduta uniforme na formação de representação de qualquer conceito e assunto existente em nível teórico, tornando-se o pai da Moderna Teoria da Classificação” (ANJOS, 2009, p. 145).

A *Colon Classification* é considerada como o último grande sistema de classificação bibliográfico; onde o ícone da Árvore de Porfírio foi substituído pelo da Árvore Baniana, pois, nela os assuntos teriam uma melhor representatividade, conforme visto a seguir na FIG. 4:

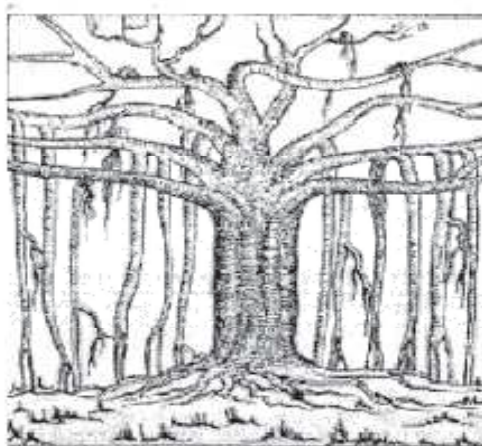


FIGURA 4 – Árvore Baniana
Fonte: Ranganathan (1967, p. 368)

Como visto na FIG. 4, do tronco principal desta árvore outros ramos se desenvolvem, permitindo uma associação mais adequada à alta expansão do conhecimento. Esta percepção é embasada no fato dos assuntos dos documentos não pertencerem, na maioria dos casos, a apenas um domínio de conhecimento (PIECADE, 1983; CAMPOS; GOMES, 2003).

Para Tennis (2001), a classificação facetada é um método que separa o universo de assuntos em facetas, é baseada em cânones, sendo que muitos deles adaptados do trabalho de Sayers¹⁰, mas que foram aprimorados e refinados por Ranganathan. A definição dada por Barbosa (1972, p. 74) apresenta diferentes aspectos abordados pela classificação facetada, a saber:

Classificação facetada é o sistema que agrupa termos estruturados, na base da análise de um assunto, para a identificação de suas facetas, isto é, dos diferentes aspectos nele contidos. A análise em facetas coordena conceitos, significando que um assunto, por mais complexo que seja, pode ser representado pela síntese de mais de uma faceta, cada uma indicando conceitos diferentes.

¹⁰ Ranganathan estudou na Escola de Biblioteconomia da Universidade de Londres, tendo W. C. Berwick Sayers como seu professor de Classificação. Baseando-se nos ensinamentos de Sayers, estruturados na teoria da classificação com lógica aristotélica, iniciou uma revolução no delineamento de esquemas de classificação (VICENTINI, 1972).

Verifica-se que é feita uma análise de assunto e, por meio dela se identifica as facetas, ou seja, diferentes ângulos com os quais se podem abordar o assunto estudado. Barbosa (1972), ainda considera que a contribuição de *Ranganathan* à classificação vem, principalmente, da sua idéia da divisão dos assuntos em categorias e facetas; Piedade (1983) acrescenta que não é exatamente a *Colon Classification* o que realmente importa, mas o princípio que anima sua construção, ou seja, o conceito de 'faceta', definida como "a totalidade das subdivisões resultantes da aplicação de uma única característica" (PIEADADE, 1977, p. 22).

O termo 'faceta' refere-se a uma manifestação, em uma realidade específica, de qualquer uma das cinco categorias fundamentais, o PMEST¹¹; também é definido como um termo genérico usado para denominar um componente de um assunto composto, assunto básico ou uma idéia isolada.(RANGANATHAN, 1967; KASHYAP, 2001). Gomes, Motta e Campos (2006) consideram faceta como um termo genérico que denomina os componentes do domínio com suas cadeias e renques; e apresentam como exemplo a Agricultura, onde as facetas poderiam ser o solo, cultivares, implementos agrícolas, e outras. As autoras expressam que a seqüência de facetas, visa à organização das mesmas para a construção do sistema de classificação. Barbosa (1972) define o conceito de facetas ao resultado obtido na aplicação de um determinado princípio de divisão, diferença ou característica, ao assunto estudado. Diferentes aspectos, ou facetas, do assunto vão aparecendo ao serem aplicadas sucessivas divisões.

Este trabalho não se baseia na *Colon Classification*, mas na teoria da classificação abordada por Ranganathan (1967) e materializada no livro *Prolegomena to Library Classification*. Nas seções que se seguem, sintetizam-se as principais bases apresentadas nesta obra e que foram utilizadas no presente trabalho, ou que foram percebidos pela autora como importantes para a modelização de domínios no geral, mesmo que não tenham sido evidenciados na parte empírica desta tese. Apresentam-se os conceitos básicos, a formação de assuntos, os princípios normativos, os cânones para construção das classes e os postulados. Nem todos os

¹¹ PMEST e assunto, serão temas vistos nas seções que se seguem

aspectos dessa extensa teoria foram abordados neste trabalho, apenas os que se mostraram relevantes para o objetivo do mesmo.

3.1.2 Estágios Pré-ideia e Idéia

Em seu livro clássico, *Prolegomena to Library Classification*, Ranganathan vai articulando suas idéias e tecendo uma complexa trama de conceitos, princípios, postulados, leis e cânones que, em resumo, são os *prolegomena* (plural do termo latino *prolegomenum*), ou seja, princípios básicos para o estudo de um assunto; neste caso, o assunto em destaque é a classificação. A teoria da classificação do autor é elaborada em três planos de trabalho: planos das Idéias, Verbal e Notacional. Sendo uma teoria extensa, a mesma envolve, desde os aspectos conceituais até a aplicação desses conceitos em notações, próprias para a classificação bibliográfica.

Para um entendimento mais amplo do universo de conhecimento, que envolve a teoria da classificação elaborada por Ranganathan, será apresentado inicialmente, os conceitos principais sobre a qual o autor se estrutura.

Considerando que o ser humano é o princípio a partir do qual a classificação se estabelece (POMBO, 1988), verifica-se em Ranganathan a necessidade de apresentar uma sequência de processos que irão elucidar a formação da percepção da realidade do ser que classifica.

O autor define que, em um estágio anterior ao conceito de Ideia (pré idéia), recebe-se a impressão do que se denomina de perceptos puros que são percepções definidas como “impressões significativas, produzidas por qualquer entidade, através de um único sentido primário e depositado na memória” (RANGANATHAN, 1967, p. 80, tradução nossa); neste caso, a entidade é a coisa existente, podendo ser um algo concreto ou um conceito. É possível, segundo o autor, que os perceptos puros possam ser percebidos apenas em recém-nascidos.

Na apresentação do conceito de ‘percepção’ o autor faz uma associação entre o percepto e as entidades que estão fora da mente; exemplifica com o fato de se fazer uma correlação entre uma impressão de um ponto de luz brilhando no céu, obtidos a partir do sentido da visão, e uma estrela distante. A impressão produzida na memória pela luz é o percepto e a estrela é a percepção.

Os perceptos compostos são as impressões que a memória recebe, como resultado da associação de um ou mais perceptos, recebidos simultaneamente ou bem próximos. *Ranganathan* dá o exemplo de uma criança que recebe o puro percepto da imagem de um corvo e sua audição recebe o puro percepto do som produzido pelo corvo ‘cow...cow’, essas duas percepções se associam na memória e produzem o que se denomina de percepto composto, neste caso seria a figura do corvo a corvejar. No QUADRO 1 é apresentada uma síntese dos conceitos citados:

QUADRO 1
Síntese dos estágios de pré-ideia e ideia de *Ranganathan*

ESTÁGIOS	TERMO	DESCRIÇÃO
Pré-ideia	Percepto Puro	impressões significativas, produzidas por qualquer entidade através de um único sentido primário e depositado na memória
	Percepção	correlaciona o percepto e as entidades que estão fora da mente
	Percepto composto	são as impressões que a memória recebe como resultado da associação de um ou mais perceptos recebidos
	Conceito	resultado das associações feitas entre os perceptos, puros ou compostos que já se encontram na memória.
	Apercepção (Percepção clara)	assimilação de perceptos recém recebidos e conceitos recém-formados com os conceitos já presentes na memória
	Massa de apercepção	conceitos já presentes na memória com os quais perceptos recém recebidos e conceitos recém formados são assimilados
Idéia	Idéia	um produto que resulta do ato de pensar, refletir ou imaginar
	Informação	uma idéia comunicada por outros ou que se obtém através de estudos e investigações
	Conhecimento	a totalidade de idéias que são conservadas pelo ser humano

Fonte: Adaptado de Ranganathan (1967) pela autora

O significado de conceito está associado aos perceptos, e é considerado como o resultado das associações feitas entre os perceptos, puros ou compostos, que já se encontram na memória. Não existe um limite definido entre conceitos e perceptos.

Denomina-se 'apercepção' ao processo de assimilação de perceptos recém recebidos e conceitos recém-formados com os conceitos já presentes na memória, e considera-se como 'massa de apercepção' aos conceitos já presentes na memória com os quais perceptos recém recebidos e conceitos recém formados são assimilados.

Para Ranganathan (1967, p. 81, tradução nossa) "a ideia é um produto que resulta do ato de pensar, refletir ou imaginar [...]"; ele frequentemente usa o conceito de 'Pensamento', 'Conhecimento' e 'Informação' como sinônimos de 'Ideia'. Define o conhecimento como sendo a totalidade de ideias que são conservadas pelo ser humano, concluindo ser 'Conhecimento = Universo das Ideias'. A Informação, também se configura como uma ideia comunicada por outros ou que se obtém através de estudos e investigações.

3.1.3 Intensão e extensão

Intensão e extensão são conceitos que estão sempre permeando o ambiente de classificação. Ranganathan (1967) define que a extensão tem como medida o número de entidades ou a faixa compreendida em uma classe enquanto que a Intensão tem como medida o número de características utilizadas na derivação a partir do universo original. Sayers¹² (citado por RANGANATHAN, 1967, p. 174, tradução nossa) considera que uma classe principal abrange um amplo campo - um grande número de coisas, que é a sua extensão, enquanto a intensão possui expressivos significados. Quanto mais ampla a classe, menores são os atributos que podem ser ditos sobre ela.

¹² SAYERS, W. C. B. Extension and intension. In: _____ **Introduction to library classification: theoretical, historical and practical.** London: Grafton, 1935.

A definição de Gomes, Motta e Campos, (2006) reforça o que foi dito anteriormente, afirmando que o conceito de extensão está relacionado a objetos enquanto o conceito de intensão relaciona-se a conceitos. Deste modo, uma classe geral tem alta extensão (as características são muito abrangentes) conseguindo com isso abarcar uma grande quantidade de objetos. Quanto mais se definem as características de um objeto, o conceito se torna mais específico, diminuindo o número de objetos que suportam ser abarcados pelas características especificadoras. Percebe-se, com isto, a relação inversa existente entre o conceito de extensão e intensão¹³.

3.1.4 Assunto

Outro conceito apresentado por Ranganathan (1967; 1985) para a construção de sua teoria refere-se ao assunto. Assunto é considerado como um corpo de idéias, cuja extensão e intensão se apresentam de forma coerente dentro do campo de interesse da competência intelectual e do campo de especialização de uma pessoa. Um assunto pode ser apresentado por vários volumes de documentos, em artigos, capítulos ou seções de livros e até mesmo em uma única palavra. *Ranganathan* menciona que um assunto, geralmente, é composto somente de um assunto básico ou, podendo acontecer, de se constituir de um assunto básico e uma ou mais idéias isoladas. 'Idéia isolada' é definida como qualquer idéia que se ajuste para a formação do componente de um assunto, mas que não está apta, por si só, a ser considerada como assunto; conclui-se que a idéia isolada deve ser combinada com o campo do assunto, isto é, o propósito da *idéia isolada* passa a ser entendido por meio de sua contextualização. Ranganathan (1967) exemplifica 'criança', 'ouro', 'estrutura' ou 'Índia' como idéia isolada, significando que podem participar de diferentes assuntos tais como 'psicologia da criança', 'mineração de ouro', 'estrutura geológica' e 'agricultura na Índia' respectivamente. Campos e Gomes (2003, p. 156) identificam os isolados de Ranganathan como conceitos, considerando-os como as

¹³ Nota da autora: Observa-se a percepção intuitiva desses conceitos na brincadeira infantil de 'advinha o objeto que estou pensando?' onde, geralmente, a criança que pensa o objeto tenta informar características de maior extensão do mesmo (então grande número de objetos podem estar incluídos), em contrapartida, a outra criança, vai perguntando características mais específicas (aumenta a intensão) com intuito de identificar com mais facilidade o objeto pensado.

unidades constituintes do documento, e não mais os assuntos; segundo as autoras os isolados “reunidos por um processo de arranjo ou combinação, permitem formar qualquer assunto do documento”.

Em sua teoria, Ranganathan (1967) faz uso constante do termo ‘Universo’, e este termo é definido como um agregado, considerado em determinado contexto; e o termo agregado é definido como uma coleção de entidades sem nenhuma ordenação especial entre elas.

Os assuntos são tipificados, de acordo com sua complexidade em assunto básico, assunto composto e assunto complexo. Chama-se de assunto básico ou assunto simples ao assunto sem qualquer ideia isolada como componente; representa um campo de estudo, uma disciplina ou sub-disciplina, como a Álgebra, ou qualquer agregado de campos de estudos, por exemplo a Matemática. Um assunto composto é constituído de um assunto que tem um assunto básico (também denominado de faceta básica) e uma ou mais ideias isoladas (também denominada de faceta isolada) (RANGANATHAN, 1967; KASHYAP, 2001). As seguintes declarações de assunto exemplificam um assunto composto: **Mineração** de **ouro**, **Química** do **ouro**, **Estudo Biológico** de *animais*, **Estudo Botânico** das *flores*, **Tratamento** do **câncer** no **Sistema** de **Medicina Ayurvédica**, onde os termos com letra em negrito representam o assunto básico ou faceta e os termo em negrito/itálico representam uma ideia isolada ou faceta do assunto composto (KASHYAP, 2001). Cada faceta/ideia isolada de um assunto composto é a manifestação de uma das cinco categorias fundamentais, que serão apresentadas posteriormente. Um assunto complexo é composto de dois ou mais assuntos, apresentados por uma declaração da relação entre os assuntos abordados, usa-se, geralmente palavras que indiquem tendência, comparação, influência e assim por diante, entre os assuntos básicos ou assuntos composto, por exemplo: ‘Diferenças entre Física e Química’, ‘Psicologia para Médicos’, ‘ Geopolítica’ (RANGANATHAN, 1967; KASHYAP, 2001).

No QUADRO 2 a seguir, apresenta uma síntese dos principais termos utilizados na Teoria de *Ranganathan* abordados anteriormente:

QUADRO 2
Síntese dos principais termos utilizados na Teoria de *Ranganathan*

TERMO	DESCRIÇÃO
Assunto	um corpo de idéias, cuja extensão e intensão se apresentam de forma coerente dentro do campo de interesse da competência intelectual e do campo de especialização de uma pessoa.
Universo	Agregado (coleção de entidades) considerado em determinado contexto
Ideias isoladas	qualquer idéia que se ajuste para a formação do componente de um assunto, mas que não está apta, por si só, a ser considerada como assunto
Assunto básicos	assunto sem qualquer ideia isolada como componente
Assunto composto	um assunto que tem um assunto básico e uma ou mais idéias isoladas
Assunto complexo	dois ou mais assuntos, apresentados por uma declaração da relação entre os assuntos abordados

Fonte: Adaptado de Ranganathan (1967) pela autora

3.1.5 Formação dos assuntos

Ranganathan (1967) fez um exame mais detalhado sobre a formação, estrutura e desenvolvimento do universo de assuntos e das idéias isoladas. Os métodos primários de formação propostos foram:

- a) Dissecação;**
- b) Laminação;**
- c) Desnudação;**
- d) Reunião/Agregação;**
- e) Superposição.**

Na **dissecação** (*dissection*) o universo de entidades é cortado em partes que possuam o mesmo status.; estas partes se situam em uma posição de coordenação, formando o que se denomina de um renque (*array*), cada uma dessas partes podem ser denominadas de 'laminas'. Cada assunto básico ou ideias isoladas podem ser dissecadas quantas vezes forem necessárias.

(RANGANATHAN, 1967). Na FIG. 5 um exemplo de dissecação:



FIGURA 5 – Exemplo de Dissecação
Fonte: Adaptado de Ranganathan (1967) pela autora

Observa-se na FIG. 5, que o universo de assuntos básicos foi dissecado em lâminas de assuntos, nesse caso, Botânica, Agricultura e Zoologia.

Um exemplo da técnica de dissecação para Idéias Isoladas é apresentado na FIG.6:



FIGURA 6 – Exemplo de Dissecação de idéias isoladas
Fonte: Adaptado de Ranganathan (1967) pela autora

Na FIG. 6 o universo de idéias isoladas, nesse caso as áreas geográficas, é dissecado em lâminas de assuntos, Àsia, Europa e África. Estes assuntos tidos são considerados idéias isoladas, pois, ao contrário dos assuntos Botânica, Agricultura e Zoologia que possuem outras idéias inerentes a eles, Àsia, Europa e África precisam de um assunto básico associado para representar uma idéia.

A **Laminação** (*lamination*) é a construção, onde se reveste faceta sobre faceta, como se fizesse um sanduíche. Um assunto composto se forma por meio de uma camada de assunto básico e outra camada de idéia isolada, ou várias idéias isoladas. No QUADRO 3 um exemplo de laminação:

QUADRO 3
Exemplo de Laminação

ASSUNTO COMPOSTO	ASSUNTO BÁSICO	IDÉIAS ISOLADAS
Agricultura do milho	Agricultura	Milho
Agricultura em Java	Agricultura	Java
Agricultura do milho em Java	Agricultura	Milho / Java

Fonte: Adaptado de Ranganathan (1967) pela autora

A **Desnudação** (*desnudation*) é a progressiva diminuição da extensão e o aumento da intenção (ou aprofundamento) de um assunto básico ou idéia isolada. Segundo Campos (2001) a desnudação apresenta a formação de cadeias, e Lima (2004, p. 82) acrescenta que a desnudação permite "... a representação do núcleo específico de um assunto básico ou uma ideia isolada". Na FIG. 7 abaixo, um exemplo de desnudação:



FIGURA 7 – Exemplo de Desnudação

Fonte: Adaptado de Ranganathan (1967) pela autora

Nota-se que o assunto 'recrutamento e seleção' é mais específico que o assunto 'administração de recursos humanos' que por sua vez é mais específico que o assunto

‘administração’, visto na FIG. 7.

No universo das ideias isoladas utiliza-se o mesmo raciocínio. No exemplo, a seguir, no contexto da sua cadeia, a ideia isolada ‘Madras’ é o resultado da sucessiva desnudação da ideia isolada ‘Ásia’; mas observa-se que, quando vista no contexto de seu renque, a ideia isolada ‘Madras’ é uma das partes obtidas da dissecação da ideia isolada ‘Índia’. Os dois raciocínios são considerados adequados, é uma questão de se se indicar sob qual ponto de vista se observa. Na FIG. 8, apresenta-se um exemplo de Desnudação, para ideias isoladas:

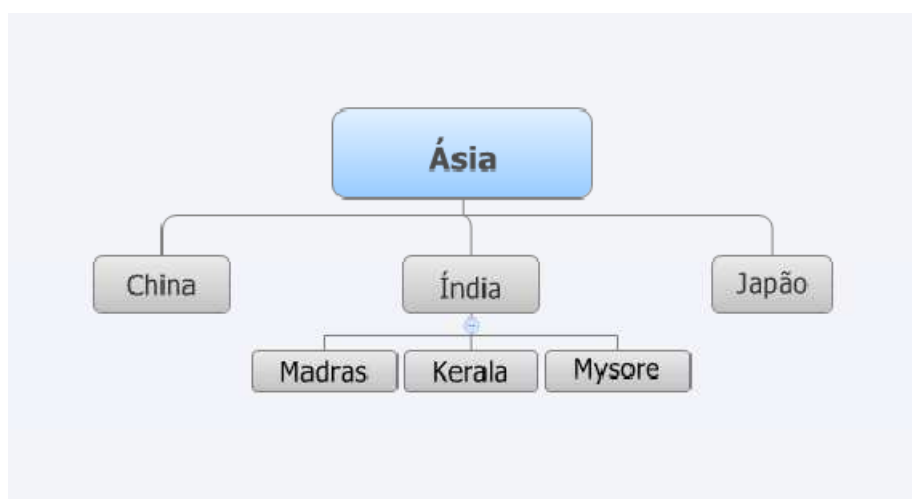


FIGURA 8 – Exemplo de Desnudação de ideias isoladas
Fonte: Adaptado de Ranganathan (1967) pela autora

A **Reunião** (*loose assemblage*) é chamado também de Agregação e compreende a reunião de dois ou mais assuntos (básicos ou compostos) e de ideias isoladas. O resultado é um assunto complexo, ou uma ideia isolada complexa, ou um renque de ideia isolada complexa. A reunião acontece para expressar as possíveis relações entre os componentes do conjunto. Cada componente na reunião é chamada de ‘fase’. Eles são denominados de ‘fase1’, ‘fase2’ e assim por diante, conforme sua sequência no conjunto. Ranganathan (1967, p. 358, tradução nossa), reconhece, até então, nas fases relacionais, as fases das relações gerais, de tendência, de comparação, de diferença e influência. Na QUADRO 4, é demonstrado um exemplo de Reunião:

QUADRO 4
Exemplo de Reunião

ASSUNTO COMPLEXO	FASE 1 FASE DE RELAÇÃO	FASE 2 ASSUNTO BÁSICO	FASE 3 ASSUNTO BÁSICO
Relações gerais entre Ciência Política e Economia	Relações gerais	Ciência política	Economia
Influência da geografia na história	Influência	geografia	história

Fonte: Adaptado de Ranganathan (1967) pela autora

Verifica-se, no QUADRO 4, exemplos de assuntos complexos ‘Relações gerais entre Ciência Política e Economia’ e ‘Influência da Geografia na História’. No caso de idéias isoladas complexas, pode-se exemplificar por meio das expressões ‘Influência do Budismo no Cristianismo’ e ‘Diferença entre Lemuroidea e Anthropeidea’.

A **Superposição** (*superimposition*) é a conexão de duas ou mais idéias isoladas, pertencente ao mesmo universo de idéias isoladas. O resultado da superposição é chamado ‘idéia isolada superposta’ ou ‘idéia isolada composta’. Ranganathan (1967) exemplifica este método na seção EN3 e 4, abordando o universo dos ‘professores’ sendo classificados, separadamente, pela característica ‘Assunto’ e pela característica ‘Habilidade Retórica’, ele denomina essas características de uma idéia quase isolada. Os assuntos formados pela reunião dessas duas características são idéias superpostas conforme pode ser visto na FIG. 9.

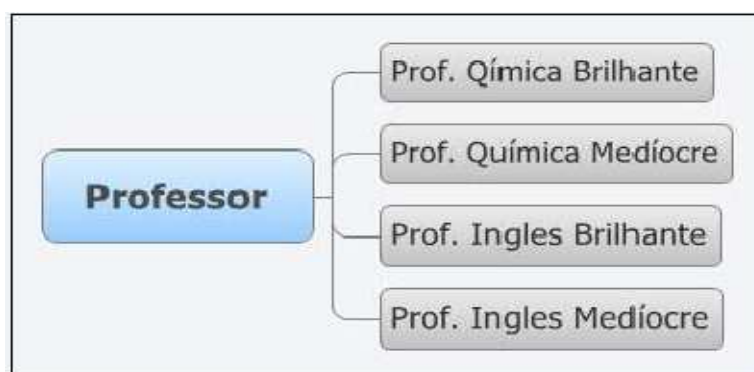


FIGURA 9 – Exemplo de Superposição
Fonte: Adaptado de Ranganathan (1967) pela autora.

No exemplo, apresentado na FIG. 9, pode-se obter possíveis sobreposições tais como 'professor de química brilhante' ou 'professor de química medíocre' e assim por diante.

3.2 Aspectos normativos

Os aspectos normativos da Teoria da Classificação Facetada de Ranganathan referem-se às Leis básicas do pensamento, as Leis fundamentais da Biblioteconomia, aos princípios, aos postulados e aos cânones.

3.2.1 Princípios normativos

Ranganathan (1967) define os princípios normativos como postulados para se utilizar em diferentes níveis de trabalho, desde o nível dos processos básicos do pensar na Biblioteconomia e em suas várias disciplinas. É importante ressaltar, que no conceito de postulado admite-se uma afirmação ou um fato, sem a necessidade de ser demonstrado (HOUAISS; VILLAR; FRANCO, 2009). Tal situação é exemplificada na Matemática onde, por meio de postulados diferentes, constroem-se diferentes geometrias (Geometria Euclidiana¹⁴, Geometria de *Lobatchevsky-Bolyai*¹⁵ e a Geometria de *Riemann*¹⁶).

Kumar (1981) menciona a força teórica e empírica em relação aos Princípios Normativos, argumentando que os mesmos têm sido reconhecidos pela sua aplicação e utilidade e pelo fornecimento de uma base científica para a classificação. Eles permitem uma orientação no planejamento, na remodelação, na interpretação de regras e na comparação das tabelas de classificação. Pensamento similar é apresentado por Neelameghan (1997) que considera os princípios normativos como orientadores para pesquisa e desenvolvimento, tanto no nível micro quanto macro, além de serem utilizados na resolução de problemas ou conflitos que surjam,

¹⁴ Postula o Universo como um plano

¹⁵ Postula o Universo com curvatura negativa

¹⁶ Postula o Universo com curvatura positiva

servindo como critério na avaliação de inovações em bibliotecas e sistemas de informação e serviços.

Os níveis aos quais pertencem os conjuntos de princípios normativos da Teoria de *Ranganathan* são apresentados no TAB. 1, apresentado a seguir:

TABELA 1 – Princípios Normativos

Nº	NÍVEL	NOME DOS PRINCÍPIOS NORMATIVOS
1	Leis básicas do pensamento	Leis Básicas
2	Biblioteconomia	Leis Fundamentais
3	Classificação	Cânones
4	Seqüência útil nos Renques	Princípios
5	Atividade de Classificação	Postulados e Princípios para Seqüência de Facetas

Fonte: RANGANATHAN, 1967, p. 113, tradução nossa

Observa-se na TAB. 1, que no primeiro nível dos princípios normativos têm-se as leis básicas, sendo consideradas como leis de trabalho intelectual, são aplicadas em todas as áreas do universo do conhecimento (por exemplo, a lei da simetria, da imparcialidade). No segundo nível têm-se as leis fundamentais de cada disciplina do conhecimento (por exemplo, as leis da física, da química, da biologia e as cinco leis da biblioteconomia sendo estas postuladas pelo próprio *Ranganathan*). No terceiro nível aparecem os cânones que são regras aplicadas a um ramo de uma disciplina, ou regras para estrutura e processos nos planos de trabalho e, no quarto nível, tem-se os princípios e postulados (por exemplo, na classificação tem-se o princípio da seqüência de facetas) que são aplicados em uma subdivisão de um ramo de uma disciplina. (NEELAMEGHAN, 1997)

Ranganathan (1967) considera que as Leis Básicas governam o ‘processo do pensar’ e são utilizadas quando as Leis Fundamentais ou os canones estiverem conflitantes ou indicarem diferentes decisões válidas. O mesmo princípio se aplica às Leis Fundamentais quando algum conflito ou tomada de decisão surge no uso entre os Canones. Os Canones, assim como os Princípios para Sequencia Útil de

Renques são aplicados no desenho do esquema de classificação. Os Postulados e Princípios para Sequência de Facetas são usados na classificação dos assuntos e guiam o trabalho de classificar, aparecendo em quase todas as etapas. O autor pondera que o desenho do esquema de classificação se torna mais duradouro ao se utilizar os Postulados e os Princípios para a Sequência de Facetas, em conjunto com os Canones e os Princípios para a sequência de renques.

Os princípios normativos serão apresentados com um maior ou menor aprofundamento, nas seções seguintes.

3.2.1.1 Leis

As Leis Fundamentais apresentam questões que muitas vezes são abordadas de forma implícita, quase que intuitiva pelos profissionais da informação. No esquema, a seguir, pode-se visualizar na FIG. 10, as leis propostas por *Ranganathan*:

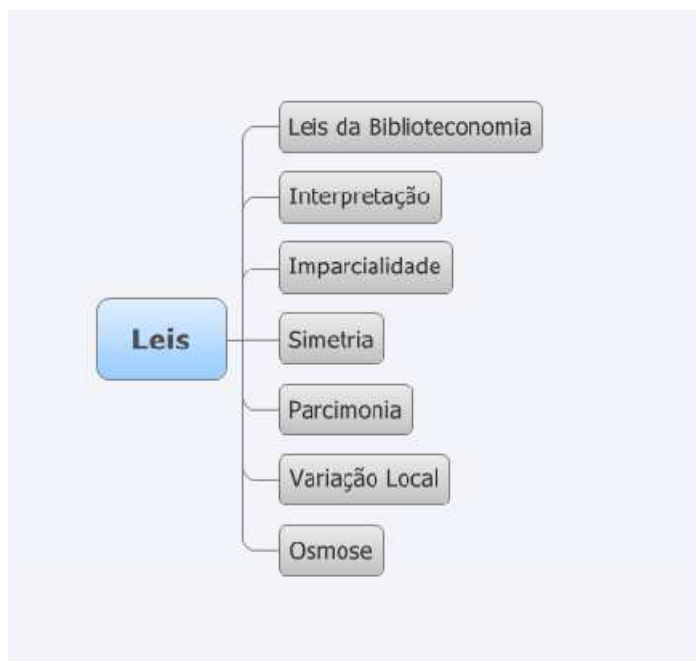


FIGURA 10 – As leis fundamentais da Biblioteconomia e as leis básicas.
Fonte: Adaptado de Ranganathan (1967) pela autora.

As leis Fundamentais da Biblioteconomia foram articuladas em 1928 por *Ranganathan*, no livro 'As Cinco Leis da Biblioteconomia', publicado em 1931. As

cinco leis são : i) Livros são para Uso; ii) Para cada Leitor, seu Livro; iii) Para cada Livro, seu Leitor; iv) Poupe o Tempo do Leitor e v) A Biblioteca é um organismo em crescimento. Segundo Campos (2004), estas cinco leis orientam as atividades da biblioteca, como a 'Seleção e Aquisição; Administração de Bibliotecas; Recuperação de Informação; Classificação e Indexação; Atendimentos aos Usuários etc. '. Essas mesmas leis inspiraram Noruzi (2004) a adaptá-las ao ambiente *Web*, sendo reescritas como as 'Cinco Leis da *Web*':

- a) Recursos web são para uso;
- b) Para cada usuário o seu recurso *Web*.
- c) Para cada recurso web, o seu usuário.
- d) Poupe o tempo do usuário.
- e) A *Web* é um organismo em crescimento.¹⁷

Ranganathan (1967) aborda os cânones, princípios e as regras para a classificação como semelhantes a um texto legal, isto é, como um documento que possui força de lei. Baseado nessa premissa, considera que, caso aconteça algum conflito entre eles, o mesmo deve ser solucionado pela Lei da Interpretação. Adverte que as regras devem ser periodicamente revistas, sob a ótica da experiência e com objetivo de se solucionar antigos conflitos. A Lei da Imparcialidade é satisfeita quando, ao invés de se tomar uma decisão arbitrária, em relação à sequência de facetas, a mesma seja determinada por princípios aplicáveis aos assuntos. No caso de situações ou entidades que admitam contrapartes simétricas aplica-se a Lei da Simetria; neste contexto Gomes, Motta e Campos (2006) dão o exemplo de ao se fazer determinada subdivisão de gênero literário, na Literatura de uma determinada língua, adota-se similar procedimento para literaturas de outras línguas. O princípio da Lei da Parcimônia é abordado quando diante de um dado fenômeno existam duas ou mais alternativas possíveis, neste caso utilizam-se, com ponderação, a de maior economia de energia humana, financeira, material e tempo. Na Lei de Variação Local, Ranganathan (1967) considera que em qualquer disciplina ou técnica devem-se prever resultados alternativos aos resultados de uso geral; permitindo, dessa forma, a manifestação de características próprias em ambientes específicos. E, finalmente, na Lei da Osmose, são abordados processos a serem

¹⁷ Uma discussão sobre esse assunto é interessante, mas foge ao objetivo deste trabalho.

verificados, caso sejam necessárias mudanças do Código de Catalogação ou do Sistema de Classificação usados.

3.2.1.2 Planos de trabalho e os cânones

O sistema de classificação facetada é estruturado em três planos de trabalho, apresentados na FIG. 11:



FIGURA 11 – Planos de Trabalho na Teoria de Ranganathan
Fonte: Adaptado de Ranganathan (1967) pela autora.

Na FIG. 11 os planos são o das idéias (nível das idéias, onde são encontrados os conceitos); o plano verbal (nível da expressão verbal dos conceitos) e o plano notacional (nível de fixação dos conceitos em formas). A análise de um determinado campo de assunto, nos seus respectivos componentes, é feita no plano das idéias; a escolha da terminologia adequada para expressar esses componentes é feita no plano verbal e a síntese ou expressão desses componentes por um dispositivo de notação acontece no plano notacional (RANGANATHAN,1967; 1985; SPITERI, 1998).

Esta diferenciação em três planos de trabalhos foi considerada por Dahlberg, (1976) como de grande auxílio no trabalho da classificação:

Essa distinção em três níveis auxiliou consideravelmente a tornar mais claro o que pode ser considerado como objeto da ciência da classificação: é o conceito único e sua capacidade de combinação para representar o conhecimento que o homem tem do mundo que, desde Ranganathan, pode ser considerado como elemento característico dos sistemas de classificação. Isto pressupõe a disponibilidade das expressões da linguagem natural para sua descrição (plano verbal) e utiliza notações para sua representação em uma forma semiótica.

Assim, Dahlberg (1976) considera que o conceito e as suas possíveis interações possui a capacidade de representar o universo de conhecimento obtido pelo homem, e a partir de *Ranganathan* ele se tornou o foco nos sistemas de classificação; o entendimento dos conceitos permite sua verbalização com o uso da terminologia adequada ao assunto e sua representação na forma notacional.

O Plano de Idéias, também tido como Plano Ideacional é o passo inicial para a realização do trabalho de classificação de um dado domínio. Esse Plano apresenta os princípios que norteiam o recorte de um domínio de conhecimento. Nele “[...] estabelece-se o princípio da análise do pensamento que possibilitará a tradução do pensar de um domínio do conhecimento que se pretende organizar” (NOVO, 2010, p. 140). Para Kaula (1984) no Plano da Idéias é possível agrupar os conceitos que fazem parte do domínio que se pretende trabalhar. O autor enfatiza o quanto é difícil e trabalhoso a tarefa da análise conceitual:

[...] O trabalho no plano das idéias pode ser tomado como análise do conceito. Uma idéia e um conceito que ao tomar forma concreta pode levar a alguma informação. A análise conceitual é uma tarefa difícil que tem que ser esgotada na concepção do esquema de classificação. Um conceito pode ser um isolado, um quase isolado ou um assunto e é a identificação de conceitos, sua posição no universo de assuntos, seu arranjo sistemático entre outros conceitos, etc., que faz do trabalho uma tarefa árdua (KAULA, 1984).

A realização de cada um desses planos solicita princípios que devem ser observados. O enfoque desta tese está no Plano das Idéias, por ser a parte da teoria que está sendo associada com o modelo conceitual E-R de *Peter Chen*, apesar disso, sabe-se da importância do Plano Verbal para o Plano das Idéias, pois, como o próprio Ranganathan (1967) argumenta, a linguagem é o meio pelo qual se transmite as idéias, tanto no diálogo das idéias com a mente que as criou quanto com a mente de outras pessoas.

Os cânones para se trabalhar a classificação no plano das idéias são apresentados nas seções EB a EU, do livro *Prolegomena*. Eles envolvem os conceitos: de **CARACTERÍSTICAS, SUCESSÃO DAS CARACTERÍSTICAS, CLASSES DE RENQUES, CLASSES DE CADEIAS e SEQUÊNCIA DE FILIAÇÃO**

(RANGANATHAN, 1967). O esquema destes cânones pode ser visto na FIG. 12, sendo detalhados a seguir:

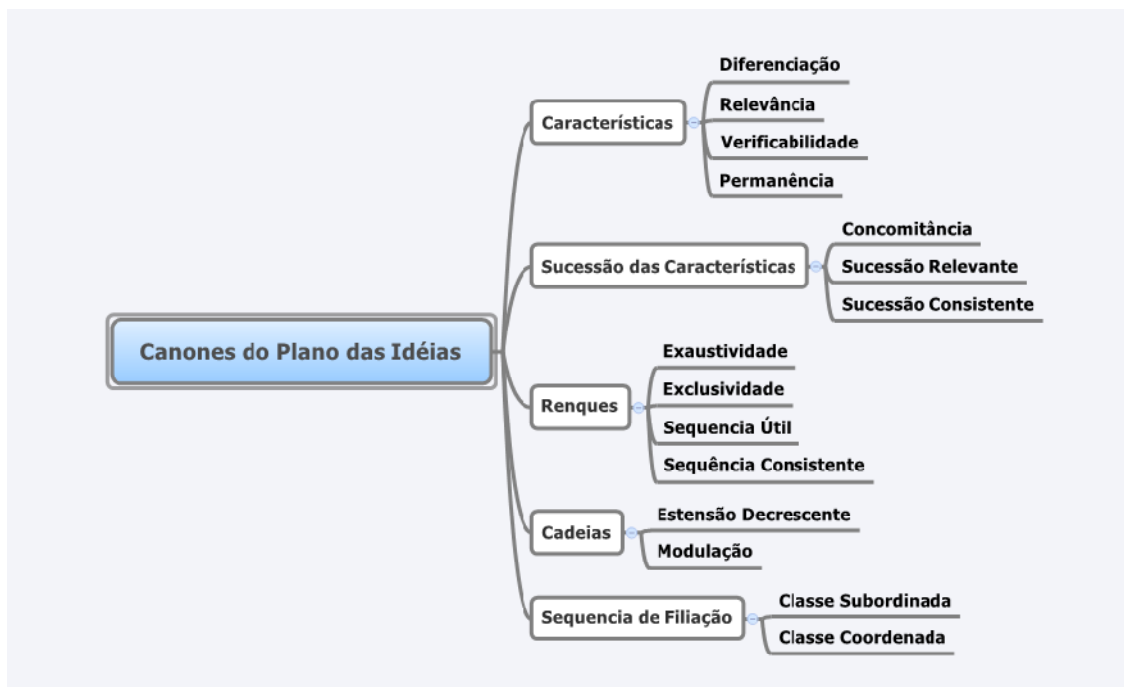


FIGURA 12 – Cânones do Plano da Ideias
Fonte: Adaptado de Ranganathan (1967), pela autora.

Conforme visto na FIG. 12, os **CÂNONES¹⁸ PARA CARACTERÍSTICAS** são identificados como cânones da **Diferenciação**, da **Relevância**, da **Verificabilidade** e da **Permanência** e são aplicados para qualquer universo de entidades. No **Cânone da Diferenciação** as características usadas como base para a classificação de um universo deve diferenciar algumas das entidades, devendo dar origem a pelo menos duas classes: ex. A característica 'numero de cilindros' pode ser um diferenciador no 'universo de motores a diesel', mas a característica 'possuir cilindros' não seria um diferenciador. No **Cânone da Relevância** a característica usada como base para a classificação do universo deve ser relevante para a proposta da classificação. Ex.: assunto, idioma, autor e ano da publicação são características relevantes se os objetivos da classificação forem para satisfazer as necessidades dos leitores em uma biblioteca. No **Cânone da Verificabilidade** a característica usada para classificar um universo deve ser definitiva e verificável. Nem todas as características relevantes

¹⁸ Norma, princípio geral do qual se inferem regras particulares, maneira de agir; modelo, padrão, lista, catálogo, coletânea (HOUAISS; VILLAR; FRANCO, 2009)

de um universo de entidades podem ser verificáveis. Por exemplo: no universo dos poetas o 'ano de nascimento' é verificável. No **Cânone da Permanência** a característica usada para classificar um universo deve continuar a ser inalterada, enquanto os fins da classificação continuar os mesmos. Ranganathan (1967) apresenta vários exemplos sobre a dificuldade de se aplicar este cânone, entre eles ao se classificar os territórios de países, baseado em sua divisão política ou administrativa; este canone será eventualmente violado de tempos em tempos. Em contrapartida, problemas podem surgir ao não se considerar este cânone; um exemplo seria a utilização da característica 'cor' na classificação dos camaleões, pois estes estão em constante mudança de cor, sendo bastante exótica sua classificação por esse item.

Os **CÂNONES PARA A SUCESSÃO DAS CARACTERÍSTICAS** (FIG. 12) são canones de senso comum, não se considerando que um sistema de classificação os violará. Eles são identificados como os cânones da **Concomitância**, da **Sucessão Relevante** e da **Sucessão Consistente**. O **Cânone da Concomitância**¹⁹ diz que duas características não devem ser concomitantes no esquema de características associadas, ou seja, elas não devem dar origem ao mesmo renque de assuntos ou das idéias. Como exemplo, no universo de pessoas as características 'idade' e 'ano de nascimento' não devem se usadas juntas para classificação, pois ambas apresentarão o mesmo resultado de renques. As características 'altura' e 'idade' podem ser usadas concomitantemente, pois elas apresentarão dois conjuntos de renques diferenciados. O **Cânone da Sucessão Relevante** a escolha da sucessão das características deve ser relevante para a proposta da classificação. Como exemplo Ranganathan (1967) destaca que na *Colon Classification* a sucessão de características de linguagem, forma, autor e obra são as usadas na classificação do universo de assunto Literatura, como sendo as mais relevantes, dentre as sucessões possíveis. Para Spiteri (1998) este canone sugere que a escolha da ordem de citação das facetas, é essencial para garantir que esta reflita o propósito, o assunto e o escopo do sistema de classificação. O **Cânone da Sucessão Consistente** considera que, ao ser estabelecida uma citação de facetas por um sistema de

¹⁹ Diz-se de algo que evolui ao mesmo tempo que outra(s) coisa(s) (HOUAISS; VILLAR; FRANCO, 2009)

classificação, não deve ser modificada a menos que haja uma mudança na finalidade, assunto ou escopo do sistema. Este canone é importante porque assegura um grau de consistência e previsibilidade na estrutura de um sistema de classificação. (SPITERI, 1998). Ranganathan (1967) exemplifica que no universo de assuntos, que tem 'História' como classe principal, a CC escolheu quatro características que são Comunidade, Órgão do Estado, Atributo do órgão, e o Período. Todos os que usarem a CC devem utilizar esta sucessão de características, para não se resultar em um caos.

Os **CÂNONES PARA OS RENQUES** (FIG. 12) em um esquema de classificação; cada renque de classes deve satisfazer aos cânones da **Exaustividade**, **Exclusividade**, **Seqüência Útil**, **Seqüência Consistente**. O **Cânone da Exaustividade** estabelece que todas as classes e subclasses em um sistema de classificação devem apresentar todos os aspectos de seu universo imediato comum. Qualquer nova entidade do universo original deve ser ordenada, no processo de classificação, para o universo imediato em consideração e deve ser designada a qualquer uma das classes existentes ou a uma classe recém-formada no renque. A FIG. 13, exemplifica o Cânone da Exaustividade:

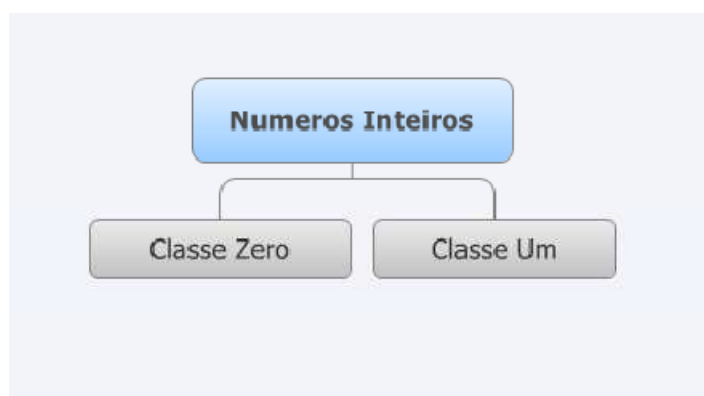


FIGURA 13 – Exemplo do Cânone da Exaustividade
Fonte: Adaptado de Ranganathan (1967) pela autora.

Ranganathan (1967) exemplifica este canone considerando o universo dos números inteiros, apresentado na FIG. 13, ao usar a característica 'o resto resultante de uma divisão pelo número 2'. O renque resultante terá somente duas classes, a Classe Zero, seriam os números cujo resto da divisão é zero, e a Classe Um que seria a dos números cujo resto da divisão é um. Essas duas classes no renque exaure todos os

numeros do universo imediato dos Numeros Inteiros. Nota-se que ao se introduzir os numeros racionais no universo imediato, a divisão por 2 também poderá resultar em restos de ‘frações próprias ‘ e ‘frações impróprias’, fazendo com que os dois renques (Classe Zero, Classe Um) até então considerados, não sejam mais totalmente exaustivos para o novo universo imediato, sendo necessário a inclusão de novas classes.

O **Cânone da Exclusividade** explica que nenhuma entidade compreendida no universo imediato pode pertencer a mais de uma classe de renque, significando que duas classes de renques não podem ter entidades em comum, como consequência, as classes de um renque do universo imediato devem ser baseadas em somente uma característica. Campos e Gomes (2003) identificam que, ao elaborar esse cânone, a Teoria de *Ranganathan* não aceita o conceito de polihierarquia. O **Cânone da Seqüência Útil** indica que a seqüência de classes em um renque de classes deve ser de utilidade aos propósitos daquele a quem é destinado. Este cânone por ser de grande extensão e abordado também como um Princípio, será apresentado separadamente na seção 4.2.1.2. O **Cânone da Seqüência Consistente** indica que sempre que classes semelhantes ocorrerem em diferentes renques, sua seqüência deve ser paralela em todos os renques dessas classes, desde que a insistência em tal paralelismo não contrarie outra exigência mais importante. No QUADRO 5, apresenta-se um exemplo de paralelismo, dentre os vários exemplos apresentados por *Ranganathan*:

QUADRO 5
Exemplo do Cânone da Sequência Consistente

MEDICINA	PSICOLOGIA
Olhos	Visão
Ouvido	Audição
Órgãos do Cheiro	Cheiro
Órgãos do Paladar	Paladar
Órgãos do Tato	Tato

Fonte: Adaptado de Ranganathan pela autora (1967)

Apresenta-se, no QUADRO 5, a similaridade possível na classificação dos 'órgãos dos Sentidos' e dos 'Sentidos' que ocorre tanto no universo da Medicina quanto na Psicologia:

Ainda conforme a FIG. 12, Os **CÂNONES PARA CADEIAS** cada classe de cadeias deve satisfazer os seguintes cânones **da Extensão Decrescente e da Modulação**. O **Cânone da Extensão Decrescente** indica que no movimento decrescente, do primeiro para o último elo, a extensão da classe diminui e a intensão aumenta. Como exemplo o campo Filosofia tem uma grande extensão; Ética, que é uma divisão da Filosofia, possui uma menor extensão que Filosofia, mas uma maior intensão que a mesma, e assim, sucessivamente a classificação se orienta segundo esse método. Já o **Cânone da Modulação** indica que deve haver uma ordem na sequência da cadeia de classes e subclasses; por exemplo, América do Sul – Brasil - Minas Gerais - Uberaba. Ranganathan (1967) sugere uma pesquisa mais aprofundada sobre este cânone, apesar de não possuir, na maioria dos casos, dificuldades em ser aplicado.

Aos **CÂNONES DA SEQUÊNCIA DE FILIAÇÃO** pertencem o cânone das **Classes Subordinadas** e o das **Classes Coordenadas**. O **Canone das Classes Subordinadas** informa que em um renque aglutinado, se A1 A2 etc são subclasses de qualquer ordem da classe A, originado em uma das cadeias da classe A, a classe A1, A2 etc deve seguir imediatamente a classe A em sucessão, sem ser descolada a partir dele ou entre si por qualquer outra classe. Segundo Gomes, Motta e Campos (2006) a sucessão das classes deve acontecer uma após a outra, sem interrupções por classes de outra natureza. Já o **Cânone das Classes Coordenadas** indica que ao considerar um renque aglutinado, tendo sido a classe A e a classe B originada em uma e na mesma matriz e sendo consecutiva, eles não devem ser separados e tendo A como seu universo comum imediato. Para Spiteri (1998) este canone é essencialmente um corolário do canone das classes subordinadas. Ranganthan (1967) não apresentou, no *Prolegomena*, um exemplo para se obter maior esclarecimento sobre este cânone.

3.2.1.3 Princípio da Sequência Útil (Cânone da Sequência Útil)

Conforme a descrição dos conjuntos de princípios normativos que compõem os níveis da Teoria da Classificação Facetada (apresentado no Quadro 5), *Ranganathan* considera o Cânone da Sequência Útil, aplicado nos Renques, como um Princípio. O autor traz esse Cânone em uma seção a parte, nomeando-o, a todo momento, de Princípio. Dessa forma, conclui-se que o Cânone da Sequência Útil nos Reques e o Princípio Sequência Útil são a mesma coisa

O **Canone da Sequência Útil** é o estabelecimento de alguns princípios que, segundo Gomes, Motta e Campos (2006), formalizam aspectos da ordenação, quando esta se torna necessária. Este Cânone pode ser visualizado na FIG. 14, a seguir:



FIGURA 14 – Diagrama dos princípios do Cânone da Sequência Útil
Fonte: Adaptado de Ranganathan (1967) pela autora

Conforme diagrama apresentado na FIG. 14, o Cânone da Sequência Útil traz os princípios: **Posterior no Tempo**, **Posterior na Evolução**, **Contiguidade Espacial**

Medida Quantitativa, Complexidade Crescente, Seqüência Canônica, Princípio da Garantia Literária e Ordem Alfabética. Esses princípios são considerados, tanto para assuntos quanto para idéias isoladas; Ranganathan (1967) enfatiza que os mesmos devem ser considerados segundo a perspectiva em que são apresentados, a menos que outro aspecto mais adequado ao contexto prevaleça. O **Posterior no Tempo** é uma ordenação apresentada quando os assuntos se originam em tempos diferentes, deve-se apresentá-los na sequencia temporal progressiva, a não ser que outra questão seja mais adequada para o contexto. Ranganathan (1967) exemplifica com as religiões apresentadas em sequencia de seu surgimento. Ex: Religião: Veda/ pós Veda/ Jainismo / Budismo / Judaísmo / Cristianismo / Islamismo. Já **Posterior na Evolução** se dá quando os assuntos são apresentados em diferentes estágios de evolução, eles devem ser apresentados na sequencia evolucionária. Ex.: Na medicina temos embrião / criança/ adolescente e velho. A **Contiguidade Espacial** está relacionada à disposição do objeto no espaço, ao longo de uma linha unidirecional, radial ou circular. Alguns dos princípios aparecem em pares antagonicos, assim:

- a) As Entidades em Linha Vertical podem ser ordenadas de 'Baixo para cima', onde Ranganathan exemplifica na Botânica – segmentos de uma planta: Raiz, Caule, Folha, Flor, Fruto, Semente; e podem ser apresentadas de 'Cima para Baixo', onde Ranganathan exemplifica na Medicina um possível arranjo das partes do corpo; Cabeça, Rosto, Pescoço, Tórax, Abdomen, Região pélvica, Extremidades superiores, Extremidades inferiores.
- b) As Entidades que podem ocorrer em Linha Horizontal podem ser ordenadas da 'Esquerda para Direita' ou da "Direita para Esquerda. Um exemplo para esses casos é apresentado por Gomes, Motta e Campos (2006) na matemática, onde o arranjo das unidades de medida (km, hm, dam ...), pode ser apresentado nas duas sequencias, mantendo-se a consistência dos arranjos como a questão principal.
- c) As Entidades que se apresentam em Linha Circular podem ser ordenadas em 'Direção Horária ' e 'Direção anti-horária'. Como exemplo Ranganathan apresenta os doze signos do Zodíaco.
- d) As Entidades que se apresentam em uma Linha Radial, ao longo de um círculo ou de um cilindro, pode ser ordenada 'Do Centro para a Periferia',

Ranganathan (1967) exemplifica na Medicina: osso, músculo, tecido conectivo, pele, pelo; e também 'da Periferia para o Centro', exemplificado por Gomes, Motta e Campos (2006) na área de morfologia botânica, a constituição do pericarpo - o próprio fruto, excluídas as sementes: epicarpo, mesocarpo e endocarpo.

- e) O Princípio 'A Partir de um Ponto' indica um renque que pode ser convenientemente ordenado a partir de um ponto, separando-se ao longo de uma linha, por exemplo, a sequência dos planetas do sistema solar (iniciando ou terminando com o planeta Mercúrio).
- f) A Contigüidade Geográfica é apresentada por Ranganathan (1967), visando observar o fato das divisões administrativas da superfície da Terra (continentes, países... etc.) serem estabelecidas em uma superfície e não em uma linha. Como consequência, pode-se utilizar, conjuntamente, mais de um dos princípios mencionados. Pode-se exemplificar que, na ordenação dos países das Américas, devem-se estabelecer os critérios de contigüidade a serem utilizados.

O Princípio da **Medida Quantitativa** é apresentado para os renques que admitem distinções por quantidade, pode ser avaliado segundo dois princípios. O princípio da 'Quantidade Crescente' é exemplificado por Ranganathan (1967) na Geometria, pelo número de dimensões (linha, plano, três dimensões... n - dimensões). No princípio da "Quantidade Decrescente", Ranganathan (1967) exemplifica com as bibliotecas, sendo estas ordenadas pelo número decrescente da população a ser atendida: Biblioteca Mundial, Biblioteca Nacional, Biblioteca Estadual, Biblioteca Distrital, Biblioteca Municipal. O da **Complexidade Crescente** é a possibilidade de se ordenar um renque na sua complexidade crescente, caso ela exista. *Ranganathan* exemplifica no universo da Lingüística: som isolado, sílaba, palavra, frase... com base na característica 'Elementos'. O da **Seqüência Canônica** é a ordenação sugerida quando existe uma sequência específica que é tradicionalmente adotada, mesmo que não exista uma característica em que se possa basear para se justificar essa sequência. Ranganathan apresenta vários exemplos, entre eles o das 'pedras preciosas' na Mineralogia: Diamante, Rubi, Opala, Topázio, Espinélio, Pérola; e as formas de Literatura: Poesia, Drama, Ficção, Cartas, Discurso, outras formas de prosa. No **Princípio da Garantia Literária** o termo 'garantia Literária' foi introduzido

por Hulme (1911). Este princípio define a ordenação de um assunto em função da quantidade decrescente de documentos publicados ou a serem publicados sobre os mesmos. Segundo Ranganathan (1967), deve-se ter muito cuidado na aplicação deste princípio; Gomes, Motta e Campos (2006) consideram que o resultado da aplicação deste princípio não trás bons resultados e ele é citado pelo fato de existir quem o adote. E por fim a **Sequência Alfabética** que é utilizada quando não se adota nenhuma outra sequência apresentada; tem uma aplicação muito restrita, mas pode ser útil em contextos limitados e temporários, como o nome dos alunos, em uma sala de aula, por exemplo.

3.2.1.4 Postulados e Princípios para Sequência de Facetas

Ranganathan (1967) considera que a grande quantidade de idéias isoladas, facetas e assuntos existentes no mundo fenomenal e as possíveis relações entre eles trazem uma desordem e confusão aos profissionais que farão a classificação, gerando uma necessidade de se buscar formas de escapar dessa situação. Uma solução sugerida é a descida ao nível seminal, a partir do fenomenal. Neste deslocamento de níveis, podem-se encontrar padrões que levem a princípios que ajudem a mapear o universo das idéias isoladas; o princípio da Sequência Útil é um exemplo. Um alerta é feito pelo autor, pois a descida pode chegar a níveis tão específicos que não traria soluções ao nível fenomenal. Sobre as idéias seminais encontradas, Ranganathan (1967) argumenta que não se pode dizer se são verdadeiras ou falsas; a questão está no fato de serem capazes de ajudar ou não na classificação; é desta forma que se inicia o processo de classificação, por meio dos postulados. Partindo desse princípio, o autor dá forma ao postulado das categorias fundamentais e outros postulados, que serão vistos na próxima seção.

Ranganathan (1985) define os postulados como uma afirmação que não se diz se está 'certa' ou 'errada', mas somente se eles podem ajudar ou não.

Ranganathan dividiu o universo de conhecimento em tradicional 'disciplinas básicas' ou 'Classes principais de assuntos' seguido por uma sub - divisão dessas disciplinas básicas ou classes por meio da aplicação de 'características' ou 'facetas'. O termo

'Faceta' refere-se a uma manifestação em uma realidade específica de qualquer uma das cinco categorias fundamentais - Personalidade [P], a Matéria ou propriedade [M] Energia, ou Ação [E], e Espaço [S] e Tempo [T] (RANGANATHAN, 1967)

Os principais postulados da Teoria da Classificação Faceta são o Postulado das Categorias Fundamentais e o Postulado da Concretude, sendo que existem relacionados a estes outros postulados que devem ser levados em consideração.

O postulado básico da Teoria da Classificação Facetada se relaciona com a concepção das cinco Categorias Fundamentais, as quais foram e são exaustivamente testadas e obtendo-se resultados satisfatórios. Não existe impedimento que outras categorias possam ser avaliadas por outros autores, mas foram essas as utilizadas por *Ranganathan*. Campos e Gomes (2003, p. 189) consideram que ao utilizar os conceitos de categorias "como um princípio fundamental para a organização do conhecimento". *Ranganathan* recupera os conceitos aristotélicos. Existem, então, em sua Teoria, somente cinco categorias fundamentais, também memorizadas como PMEST, a saber:

- a) Personalidade (Personality),**
- b) Matéria (Matter),**
- c) Energia (Energy),**
- d) Espaço (Space)**
- e) Tempo (Time).**

A categoria **Tempo** é a de menor dificuldade de ser verificada, pois o significado do termo identifica o conhecimento de 'senso comum' que se possui sobre o mesmo. Exemplos de um tipo de idéias isoladas dessa categoria são: século, década, ano dia e outros; outro tipo de tempo pode ser relacionado a dia, noite, inverno, verão, assim como qualidades metereológicas como seco, úmido e assim por diante.

A categoria **Espaço**, assim como a Tempo, possui o significado comum do termo. Geralmente se manifesta como idéias isoladas relacionadas à superfície externa e interna da Terra. Pode-se citar continente, países, cidades, oceano, lago, deserto, montanhas, florestas e outras manifestações.

A categoria **Energia** tem, geralmente, a conotação de um tipo de ação, processos, operações. A ação pode ser efetuada ou entre todos os tipos de entidades inanimada, animada, conceitual, intelectual, intuitiva. Para Kaskyap (2001) a categoria Energia (ou ação) abrange o universo das idéias isoladas ou conceitos que representam os atributos alcançados ou adquiridos pela entidade estudada, devido às suas relações com outras entidades. Também pode ser a ação, operação (mental ou física) ou impacto sobre uma entidade o qual traz mudanças nas propriedade ou nas características da entidade. Conceitos Isolados tais como medidas, tratamento, avaliação, diagnóstico, cálculo, avaliação crítica, controle, Influência de Impacto, e assim por diante pertencem a esta categoria. Raghavan (1985) destaca que não somente os verbos intransitivos revelam as manifestações desta categoria. Essa categoria pode se manifestar em um e mesmo assunto mais de uma vez.

A categoria **Matéria** possui uma dificuldade maior de ser identificada do que a categoria energia, espaço ou tempo. Ela pode ser manifesta de duas formas materiais ou propriedade; compreende o material de que são feitas as coisas e suas respectivas propriedades. Kashyap (2001) a define como as idéias isoladas ou conceitos que representam a matéria intrínseca, material, propriedades, atributos de entidade ou objetos, isto é, qualidades, quantidades, funções, atividades, processos, crescimento, mudança de comportamento, de estado. Alguns exemplos que *Kashyap* apresenta para esta categoria são morfologia, defeito, doença, inflamação, cor, peso, estrutura e outros.

A categoria **Personalidade** possui o conceito mais difícil de definir; geralmente é reconhecida por meio da eliminação das outras categorias. É considerada a mais importante das categorias, mas *Ranganathan* não a definiu. Ele sugere o método dos resíduos: em determinado assunto o que não for 'Tempo', 'Espaço', 'Energia' ou 'Matéria' será 'Personalidade'. Kashyap (2001) descreve a categoria Personalidade como qualquer entidade física ou conceitual, objeto, fenômeno ou a construção teórica sobre tais fatos, informações, explicações, conhecimento, imagens mentais formada na mente de uma pessoa, e descrita ou incorporada em um trabalho ou um documento. Ele argumenta que, ao se traçar ou explicar fatos sobre uma entidade, o que se faz realmente é dar uma descrição sobre a sua personalidade como um todo

ou parte da personalidade; ou seja, descreve-se os seus atributos, caráter, natureza, relacionamentos com outras entidades, assim como sobre seu estar presente ou existente em um determinado contexto espaço-tempo, tal definição vem justificar o método do resíduo apresentado por *Ranganathan*.

No **Postulado da Concretude** as cinco categorias fundamentais quando organizadas em ordem de concretude aparecem na sequência P, M, E, S, T. Tal Postulado envolve também o Postulado de Sequência, em que a faceta básica do assunto deve vir em primeiro lugar e as demais facetas devem aparecer em ordem decrescente de concretude das categorias fundamentais. Um exemplo da aplicação destes postulados pode visto na sequência das TAB. 2 e TAB. 3:

TABELA 2
Análise em facetas

Nº	TERMO
1	Agricultura (BC)
2	Agricultura (BC) na Índia (S) iniciada em 1950 (T)
3	Adubação (E) na Agricultura (BC)
4	Adubação (E) na Agricultura (BC) na Índia (S) iniciada a partir de 1950 (T)
5	Agricultura (BC) de cultura alimentar (P)
6	Adubação (E) para cultura alimentar (P) na Agricultura (BC) na Índia (S) iniciada a partir de 1950 (T)
7	Agricultura (BC) de arroz (P)
8	Adubação (E) para arroz (P) na Agricultura (BC) na Índia (S) iniciada a partir de 1950 (T)
9	Adubação (E) para arroz (P) na Agricultura (BC) em UTTAR Pradesh (S) iniciada a partir de 1950 (T)

Fonte: Adaptado pela autora de Ranganathan (1985)

Na TAB. 2 são apresentados os assuntos de forma aleatória, sendo que a sigla Classe Básica - BC corresponde a um conceito usado por *Ranganathan*, na *Colon Classification*, não sendo objeto de aprofundamento para este trabalho.

Na TAB. 2, apresenta-se o exemplo de Ranganathan (1985) para o assunto Agricultura, e na TAB. 3 o mesmo exemplo é ordenado segundo o postulado da sequência de concretude:

TABELA 3
 Excerto da Reorganização das Categorias Fundamentais
 (em ordem decrescente de concretude)

Nº	CLASSE BÁSICA	TERMOS NA SEQUÊNCIA DO PMEST				
	BC	P	M	E	S	T
1	Agricultura					
2	Agricultura				Índia	1950
3	Agricultura			Adubação		
4	Agricultura			Adubação	Índia	1950
5	Agricultura	cultura alimentar				
6	Agricultura	cultura alimentar		Adubação	Índia	1950
7	Agricultura	arroz				
8	Agricultura	arroz		Adubação	Índia	1950
9	Agricultura	arroz		Adubação	Uttar Pradesh	1950

Fonte: Adaptado de Ranganathan (1985) pela autora

Observa-se na TAB. 3, que os assuntos estão apresentados na sequência de concretude.

As categorias fundamentais envolvem outros postulados, a saber:

- a) **Postulado da Faceta Básica** – Cada assunto tem uma faceta básica. Segundo Campos (1975). As características das facetas básicas de *Ranganathan*, não possuem uma definição rigorosa, segundo Ranganathan (1967) elas devem ser intuitivas;
- b) **Postulado da Faceta Isolada** – Um assunto tem uma ou mais facetas isoladas, que se pode considerar como sendo a manifestação de somente uma das Cinco categorias Fundamentais;
- c) **Postulado consolidado sobre o assunto** – Um assunto compõe-se em uma classe básica isolada ou de uma classe básica e uma ou mais manifestações de pelo menos uma das cinco categorias fundamentais. A faceta é uma manifestação geral e um **foco** nela, é uma manifestação particular da classe básica ou das categorias fundamentais relacionadas. Toma-se como exemplo ‘doenças do sistema respiratório’. A faceta básica é ‘Medicina’. A faceta ‘Órgão’ é uma manifestação geral da Categoria Fundamental ‘Personalidade’. O foco ‘Sistema respiratório’, também é

uma manifestação da Categoria Fundamental 'Personalidade' (RANGANATHAN, 1985).

3.2.2 Todo, Órgãos e Constituintes

As relações todo-parte são tratadas por Ranganathan (1967), em um capítulo específico intitulado 'Todo, Órgãos e Constituinte'. O autor considera a utilidade de se saber distinguir e de utilizar, em seus sentidos específicos, os termos Todo , Parte, Porção, Órgão e Constituinte.

O termo 'Todo' pode ser aplicado primeiro no sentido de um 'Universo de Entidades' estando todas juntas e segundo no sentido de um Universo de Entidades, sendo neste caso a entidade inteira, completa. O termo 'Parte', também se aplica de duas formas, a primeira aplica-se ao Universo de Entidades, a algumas, mas não a todas as entidades; a segunda aplica-se a uma entidade típica do Universo de Entidades, mas não ao seu todo.

Em relação à questão Parte, Ranganathan (1967) a define em três tipos: no aspecto Porção, Órgão e Constituinte, contendo as seguintes características cada uma:

- a) O autor prefere o termo 'Porção', ao invés de parte, quando se aplica no primeiro sentido acima citado. Ele exemplifica no caso do Universo de Leite em Reservatório, onde um copo de leite retirado deste universo se constitui de uma Porção.
- b) Órgão é definido como a parte funcional de uma entidade típica de um Universo de Entidades, o autor descreve que diferentes órgãos, relativos a um Todo, geralmente possuem funções diferentes, ele considera que, ao se separar do Todo, o órgão cessa suas funções imediatamente ou após um curto intervalo de tempo. Um dos exemplos dado foi o do corpo humano, podendo-se explicitar seus órgãos locais como perna, mão etc seus órgãos funcionais como sistema digestivo, respiratório e outros.
- c) O termo 'Constituinte' se aplica quando uma entidade de um Universo de Entidade é a parte final desta entidade sem uma função específica, por si mesma, em relação ao todo, mas possui individualidade própria e pode

ocorrer em diferentes entidades de diferentes universos de entidades. Em uma entidade o Constituinte é um material ou uma propriedade, por exemplo.

3.2.3 Níveis (*level*) e ciclos (*rounds*)

Os termos ciclos e níveis foram utilizados por Ranganathan quando, em um assunto, uma categoria se manifesta mais de uma vez, constituindo os níveis (*levels*) e ciclos (*rounds*) (PIEDADE, 1983).

Ranganathan (1967) considera como um primeiro ciclo a manifestação ocorrida das categorias Personalidade [P], Matéria [M] e Energia [E]. À segunda vez que estas categorias, novamente, se manifestassem denomina-se de segundo ciclo e assim, sucessivamente. Neste caso, representa-se uma faceta de Personalidade nos ciclos 1 e 2, por exemplo, pelo símbolo [1P] e [2P] respectivamente; as facetas de Matéria seriam [1M] e [2M] e de Energia [1E] e [2E], sendo que, geralmente, as categorias Espaço e Tempo se manifestam no final dos ciclos de um assunto.

Em um mesmo ciclo, verifica-se que é possível categorias Personalidade e Matéria se manifestarem mais de uma vez, neste caso, é o que se denomina de nível. À primeira manifestação da categoria, em um determinado ciclo, denomina-se de Nível 1, sua segunda manifestação, neste mesmo ciclo, será denominada de Nível 2 e assim, sucessivamente. A categoria Energia, ocorre somente uma vez, a cada ciclo. Neste caso pode-se obter o seguinte exemplo de símbolos, para a manifestação das categorias, a saber:.

[2P1] = primeiro nível de Personalidade no segundo ciclo

[2P2] = segundo nível de Personalidade no segundo ciclo

[1M2] = primeiro nível de Matéria no segundo ciclo

O seguinte exemplo é dado, no campo da Agricultura, onde Ranganathan (1967) apresenta o assunto e depois, este mesmo assunto, na sequência de ciclos e níveis:

- a) Assunto: Prevenção [E] da Virulência [M] da Doença [M] da planta de Arroz [P] com o Produto Químico [M] no período Seco [T]

- b) Sequência : planta de Arroz [1P1]. Doença [1M1]. Virulência [1M2].
Prevenção [1E]. Produto Químico [2M1]. período Seco [T1]

3.3 Aspectos práticos

3.3.1 Equívocos no processo de categorização: orientações de *Ranganathan* para evitá-los.

Nessa seção serão apresentadas as orientações de Ranganathan (1967) no sentido de evitar que, durante o processo de categorização, ocorram equívocos que podem comprometer a qualidade da classificação, devendo observá-las no ato de analisar e modelar um determinado domínio. O autor considera que podem acontecer armadilhas na determinação das categorias fundamentais devido aos termos homônimos. Dentre as armadilhas mencionadas pelo autor, algumas serão apresentadas por serem consideradas importantes para avaliação dos termos no contexto da presente pesquisa, a saber:

- 1) Espaço sendo representado como Personalidade: o exemplo apresentado é o assunto 'História da Índia'. Neste assunto o termo 'Índia' não está denotando uma área geográfica, mas uma comunidade que vive na 'Índia'. Neste caso o assunto isolado Índia deve ser considerado como uma manifestação da categoria Personalidade ao invés da categoria Espaço.
- 2) Assunto e Contexto; a mesma idéia isolada pode ser uma manifestação da categoria Personalidade em um contexto e ser a categoria Matéria em outro contexto. Na 'Exploração Florestal', a idéia isolada 'Madeira' é considerada como categoria 'Personalidade', no assunto básico 'Carpintaria' considera-se a mesma idéia isolada como categoria 'Matéria'.
- 3) Pode acontecer das idéias isoladas de tempo, espaço, energia, matéria ou personalidade não serem manifestações de nenhuma das categorias fundamentais, mas qualificadores de uma idéia isolada.
- 4) Entidade Tempo como qualificador: no exemplo de 'carro modelo 1967', o ano do desenho do modelo é usado como característica para formar uma classificação de isoladas do Universo de Carros. No assunto de

Fabricação de Carros este Universo de Idéias isoladas é uma manifestação da categoria Personalidade. A entidade-Tempo '1967' é somente um Qualificador usado na nomeação desta Personalidade isolada, não sendo a manifestação da categoria Tempo.

- 5) Entidade Espaço como qualificador: com exemplo o termo 'Período Britânico' na História da Índia. Neste caso 'Britânico' é usado como uma característica para nomear a ordenação do Universo de Isoladas de Período. No assunto História, este Universo de Idéias Isoladas é uma manifestação da categoria Tempo. O termo 'Britânico' é somente um qualificador, não é uma manifestação da categoria Espaço, como seria no assunto 'Condições agrícolas britânicas em 1967'.
- 6) Entidade Matéria como qualificador: como exemplo o termo 'Mesa de aço'. Neste caso, o material do qual a mesa é feita é usado como uma característica para nomear a ordenação do Universo de isoladas de Mesa. No assunto Construção de Mesa, este Universo de Idéias Isoladas pertence à manifestação da categoria Personalidade. A entidade Matéria 'Aço' é somente um qualificador usado para denominar esta idéia isolada de Personalidade. Não é a manifestação da categoria Matéria como é a categoria Matéria no assunto 'Oxidação do aço em um vagão ferroviário'.
- 7) Entidade Personalidade como qualificador: como exemplo o termo 'Cadeira Rainha Anne'. Neste caso o termo Rainha Anne é usado como característica para nomear a ordenação de isoladas do Universo de Cadeiras. No assunto Confecção de Cadeiras, este Universo de Idéias Isoladas é constituído da manifestação da categoria fundamental Personalidade; neste caso a entidade Personalidade 'Rainha Anne' é somente um qualificador usado para nomear este tipo de cadeira, não é uma manifestação da categoria Personalidade como é Personalidade no assunto 'O poder exercido pela Rainha Anne'.

3.3.2 Construção de um sistema de classificação facetado

Na elaboração de uma classificação facetada, a identificação de conceitos e termos é feita por meio do exame da literatura do assunto, estabelecendo suas características, entre as quais, suas facetas. Depois de realizar o levantamento e a definição da terminologia do assunto “[...] os termos são analisados e distribuídos em facetas” (PIEIDADE, 1983, p. 80). Segundo Lima (2004, p. 58), faceta “[...] é a coleção de termos que apresentam igual relacionamento com o assunto global, refletindo a aplicação de um princípio básico de divisão. As facetas obtidas são inerentes ao assunto” e:

Dentro de cada faceta, os termos que as constituem são suscetíveis a novos agrupamentos, pela aplicação de outras características divisionais, dando origem às subfacetas. Os termos nas subfacetas serão mutuamente exclusivos, ou seja, não podem se sobrepor.

Estabelecidas as facetas e subfacetas, é importante determinar a ordem de citação em que serão apresentadas no sistema de classificação. Em seguida, ordenam-se todos os elementos em ordem de arquivamento, o que permite colocar o assunto geral antes do específico. Após estas etapas, o sistema está pronto para receber uma notação, que deverá ser flexível para permitir a inclusão de novas classes. Finalmente, compila-se um índice com todos os termos e suas respectivas notações.

É possível observar, acima, como se dá o processo de classificação e organização do conhecimento, primeiro com a definição de uma faceta, que são os termos que irão representar um assunto e posteriormente também subfacetas desse mesmo assunto. Após essa etapa, define-se a ordem de citação desses assuntos para melhor apresentá-los no sistema de classificação.

Semelhante sequência de classificação é apresentada por Piedade (1983) onde a identificação de conceitos e termos é feita por meio do exame da literatura do assunto, estabelecendo suas características, entre as quais, suas facetas. Depois de realizar o levantamento e a definição da terminologia do assunto “[...] os termos são analisados e distribuídos em facetas” (PIEIDADE, 1983, p. 80). A autora resume a elaboração de uma classificação facetada na seguinte sequência:

1. Definição e delimitação do assunto a classificar
2. Exame da literatura do assunto e seleção da terminologia encontrada;

3. Exame e seleção da terminologia do assunto apresentada em outras fontes, tais como thesaurus, sistemas de classificação, tratado do assunto;
4. Definição dos termos selecionados;
5. Análise dos termos e distribuição pelas categorias;
6. Análise dos termos incluídos em cada categoria para reconhecimento das facetas e agrupamento dos conceitos relacionados;
7. Ordenação das facetas;
8. Ordenação dos focos²⁰;
9. Inversão das facetas , para obtenção da seqüência definitiva das tabelas de classificação;
10. Atribuição de notação;
11. Determinação da ordem de citação e ordem de intercalação;
12. Compilação do índice (PIEDADE, 1977, p. 78).

Foskett (1972; 1996, p. 147-151) também apresenta as atividades a serem desempenhadas na elaboração de um sistema de classificação facetada, a saber:

- a) estudo cuidadoso da literatura sobre o assunto para determinar suas linhas gerais e o seu desenvolvimento;
- b) pela análise do conteúdo do assunto, determinação de suas facetas;
- c) nas facetas, seguindo uma seqüência útil, listagem dos focos que as compõem;
- d) determinação da ordem de citação (ordem de precedência ou prioridade das facetas), que é aplicada quando se faz a síntese para assuntos compostos;
- e) estudo da disposição das facetas dentro do esquema, que deverá mostrar claramente onde um assunto, simples ou composto, poderá ser encontrado.

O conjunto desses passos evidencia um trabalho de definir as facetas ou classes e outro de realizar o relacionamento entre as classes na composição do sistema de classificação facetada (ARAÚJO, 2006).

Assim como Piedade (1977) e Foskett (1972; 1996), Barbosa (1972) também explicita passos para elaborar uma classificação facetada, os quais são:

- 1º passo** - Definição do assunto e levantamento da terminologia;
- 2º passo** - levantamento das facetas ;
- 3º passo** - levantamento das subfacetas;
- 4º passo** - decisão da ordem de citação das facetas e subfacetas;
- 5º passo** - agrupamento das subfacetas ou ordem dos *arrays*;
- 6º passo** - ordem de arquivamento.

²⁰ Focos, sendo entendido, como os termos dentro das facetas (ARAÚJO, 2006)

Na abordagem facetada de Barbosa (1972), a primeira etapa é para definir as fronteiras do assunto a classificar. Para a autora, em geral, existe uma relação entre o assunto (*core subject*) estudado e assuntos de outras áreas (*fringe subjects*). A terminologia do assunto é encontrada nos thesaurus, dicionários da área e na “documentação do grupo para quem o sistema está sendo elaborado, e principalmente dos termos encontrados na literatura do assunto, que os americanos chamam de garantia literária (*Literary warrant*)” (BARBOSA, 1972, p. 76). Na segunda etapa determinam-se as primeiras facetas, que no caso de Ranganathan, refere-se ao PMEST. Em sequência levantam-se as subfacetas, agrupando seus termos; esta é uma etapa em constante evolução devido ao surgimento de termos a serem anexados. As necessidades do sistema direcionam o surgimento de subfacetas que são obtidas com a aplicação de novos princípios de divisão. Ao se aplicar sucessivos princípios de divisão nos focos, ou subclasses, estes vão sendo reagrupados em subfacetas ou renques. Barbosa (1972, p. 75) conclui que as subfacetas ou renques são “grupos de termos coordenados, derivados pela aplicação de um mesmo princípio de divisão e mutuamente exclusivos.” Posteriormente aplica-se os princípios de divisão na ordem de citação dos elementos do assunto e na ordem das subfacetas para finalmente colocar as facetas em ordem de arquivamento, que segundo Barbosa (1972) são todas as notações numa sequência vertical.

Verifica-se que existe uma relação entre as etapas classificatórias dos três autores, sendo que eles se diferem na forma mais ou menos explícita de enunciar as mesmas. Consideram-se as etapas enunciadas por Piedade (1977), como a mais detalhada entre as três apresentadas; pode-se distinguir que, após a etapa 8 o trabalho está sendo direcionado para a confecção do Plano Notacional, segundo a Teoria *Ranganathan*. Na parte empírica do capítulo Metodologia desta tese, referente à classificação facetada do domínio do Biomonitoramento das Águas, as etapas norteadoras serão as apresentadas por Piedade (1977). As etapas referentes ao Plano Notacional não serão consideradas, visto que não são objetos de estudo desta pesquisa.

4 SISTEMA DE INFORMAÇÃO E MODELAGEM ENTIDADE- RELACIONAMENTO (MER) DE CHEN

Este capítulo aborda o processo e as técnicas de modelagens clássicas da análise de sistemas, sabendo-se que esses instrumentos ajudam no entendimento dos dados obtidos, durante o processo de elicitação dos requisitos. Mas, sobretudo para a presente pesquisa, permite a contextualização do MER na análise de sistemas para posteriormente mostrar que o seu uso, conjuntamente, com a Teoria da Classificação Facetada, na modelagem de um domínio, trará um nível maior de qualidade na elaboração e desenvolvimento de um sistema.

4.1 Processo e técnicas para análise e projeto de sistemas de informação

Diante da perspectiva de representação da realidade por meio de sistemas, o entendimento de um SI contribui para a compreensão de um dos objetos de interesse, no caso o MER, para a presente pesquisa.

Os Sistemas de Informação podem ser definidos como “[...] aqueles que objetivam a realização de processos de comunicação [...]”, neste caso, as informações nele contidas são consideradas como “[...] as estruturas conceituais sociais referentes ao conhecimento coletivo, ou seja, as estruturas de conhecimento partilhadas pelos membros de um grupo social” (ARAÚJO, 1994, p.84). Ou seja, as informações contidas em um SI constituem-se de registros da memória humana, sendo necessária a confecção de modelagens conceituais, objetivando construir a representação dos fenômenos selecionados em um domínio específico (WAND; WEBER, 2005).

Na ótica organizacional, os SIs também são considerados como uma representação ou modelo de um negócio ou domínio, podendo ser composto por pessoas, *hardware*, *software*, redes de comunicação e recursos de dados. Por meio dos SIs coleta-se, transforma-se e dissemina-se informações contidas em uma organização (WAND; WEBER, 1993; JACKSON, 1995; O'BRIEN, 2001). Nesse contexto, a estrutura de uma organização (física e humana) participa ativamente do sistema de

informação. Um SI objetiva-se também, a criar e oferecer serviços e produtos informacionais que atendam as necessidades dos usuários.

As técnicas para análise e projeto de sistemas de informação, mediados por computador, começaram a atrair a atenção no final da década de 60 e início da década de 70 (século XX). Com relação aos aspectos gráficos para o entendimento de um sistema, uma primeira abordagem de modelagem gráfica foi feita por *Ross e Kennety*, em 1975, no trabalho 'Técnicas de Projeto de Análise Estruturada'. Sua principal ferramenta para modelo de sistema foi o 'diagrama de atividades', considerado um avanço, ao substituir as longas narrativas utilizadas anteriormente na descrição dos sistemas. Mesmo assim, para muitos, o diagrama de atividades ainda continha muita informação, causando desconforto no seu entendimento. Em 1977, *Gane e Sarson*, publicaram o livro intitulado '*Structured System Analysis: Tolls & Techniques*', melhorando as técnicas de *Ross e Kennety*, propondo o uso do Diagrama de Fluxo de Dados (DFD), em combinação com dicionário de dados e descrição dos processos (MCMENAMIM; PALMER, 1991).

As primeiras metodologias de desenvolvimento de sistemas, até meados de 1970, focavam as técnicas direcionadas aos processos existentes. Posteriormente, os dados do sistema passaram a ser o enfoque principal com a modelagem de dados. Atualmente, observa-se um equilíbrio na abordagem tanto de processos, quanto de dados, existindo na modelagem de sistemas de informação uma ênfase na orientação a objetos (MCMENAMIM; PALMER, 1991).

A globalização da economia vem influenciando as empresas produtoras e prestadoras de serviços de *software*²¹ a alcançar o patamar de qualidade e produtividade internacional. Para enfrentarem a competitividade cada vez maior, as empresas fazem uso da norma internacional ISO/IEC 12207 – Tecnologia da Informação – Processos de Ciclo de Vida de *Software* (ISO12207: 97). Essa norma é usada como referência em muitos países, inclusive no Brasil, para alcançar esse

²¹ Denomina-se de *software*, não somente aos programas que atuam no computador, mas a todo tipo de documentação (tais como requisitos, modelos de projetos e manuais de usuário) e configuração associados e necessários para que o programa opere corretamente, durante sua vida útil, (SOMMERVILLE, 2007; PRESSMAN, 2002); no geral, apesar de fazerem diferenciações, os autores alternam o uso da palavra sistema e *software*, como similares, no ambiente computacional.

diferencial competitivo no desenvolvimento de qualidade de sistemas de informação (MACHADO, 2001).

A metodologia de desenvolvimento de sistemas de informação é um processo constituído por sucessivas fases, e vários métodos são usados ao longo de toda a construção do sistema. A elaboração e o desenvolvimento de um sistema, seja qual for a sua natureza, passa pelos ciclos básicos de planeamento, análise, projeto e implementação (DENNIS; WIXON, 2005; BARBIERE, 1994).

Em geral, na fase de Planeamento busca-se saber, com algumas variações, os motivos de se construir o sistema (o problema que ele irá resolver ao ser desenvolvido), a viabilidade (técnica, operacional e financeira) de construí-lo, a definição da equipe entre outros aspectos. Posteriormente, passa-se para a fase de Análise, onde uma das questões a ser definida está na determinação dos requisitos do sistema (DENNIS; WIXON, 2005). 'Um requisito é uma característica do sistema ou a descrição de algo que o sistema é capaz de realizar, para atingir os seus objetivos' (PFLEEGER, 2004, p. 111). De forma que se aprende, cada vez mais sobre os requisitos, à medida que se elabora o projeto do sistema. De modo geral, o requisito identifica o que o sistema deve fazer, e o projeto identifica como será feito (PFLEEGER, 2004). Após o projeto, utilizam-se diversas fases de testes para se implementar o sistema.

Um requisito, também pode ser, simplesmente, “uma declaração do que o sistema deve ser ou que característica ele precisa possuir” (DENNIS; WIXON, 2005, p. 84). Pressman (2002) reitera que a especificação de requisitos servirá como fundamento para as engenharias de *hardware*, de *software*, dado (base de dados) e pessoal, desta forma, obtem-se a visão do mundo ('mundo', neste caso, no sentido do sistema a se projetar) por meio da engenharia de requisitos.

Os requisitos podem ser classificados como funcional, o qual descreve uma interação entre o sistema e seu ambiente e requisito não-funcional, descreve uma restrição do sistema que limita as opções de uma solução para o problema ou, também, determina as propriedades comportamentais que o sistema deve possuir. (SOMMERVILLE, 2007; DENNIS; WIXON, 2005).

McMenamim e Palmer (1991) enfatizam que, desde meados de 1970, o problema de especificação de requisitos começou a atrair séria atenção e várias abordagens foram definidas para se definir requerimentos “[...] ajudando os analistas a produzirem especificações completas dos requerimentos verdadeiros que estavam livres de preferências e influências tecnológicas” (MCMENAMIM; PALMER, 1991, p. 6). Nesse sentido, Gane (1983, p. 3) já questionava sobre os mesmos ‘problemas’ que os analistas de requisitos ainda hoje possuem “[...]; não existe ferramenta analítica que possibilite ao analista saber o que o usuário pensa, mas não diz”.

Vários problemas surgem quando os requisitos não são precisamente definidos e requisitos ambíguos levam a maneiras diferentes de interpretações pelos desenvolvedores e usuários (SOMMERVILLE, 2007). Apesar de parecer simples, este é um momento de difícil elaboração e se for mal definido, certamente tornará o projeto final inviável. Segundo Pressman (2002) os problemas relacionados à definição dos requisitos são:

- a) Problemas de escopo: envolve a delimitação do sistema, que se for mal definida podem confundir os verdadeiros objetivos do SI.
- b) Problemas de entendimento: o usuário não tem um real entendimento de suas necessidades de informação, omite informações por parecerem ‘óbvias’.
- c) Problemas de volatilidade: os requisitos são mutáveis ao passar do tempo.

Os requisitos servem a vários propósitos, eles permitem que os desenvolvedores expliquem o seu entendimento sobre o sistema, eles informam aos projetistas as funcionalidades e características que o sistema deve ter e também informam à equipe de teste o que deve ser verificado, para que se apresente ao cliente o sistema de acordo com a solicitação feita. Para esse entendimento é necessário que os requisitos possuam características de qualidade, tais como:

- 1) Estarem corretos - deve-se garantir, entre desenvolvedor e usuário, que os requisitos foram definidos sem erro;
- 2) Serem consistentes - não permitir a existência de requisitos ambíguos ou conflitantes;

- 3) Serem completos - os requisitos podem ser considerados completos quando todos os possíveis estados, mudanças de estado, entradas, produtos e restrições do sistema forem descritos por algum requisito;
- 4) Serem realistas - o que é descrito no requisito deve ser passível de ser realizado pelo sistema e/ou organização estudado;
- 5) Devem descrever o que é necessário ao cliente _ deve-se evitar excesso de requisitos que ultrapassem aos reais e principais objetivos do sistema;
- 6) Devem ser verificados - os requisitos devem ser escritos de forma a poderem ser planejados testes para avaliação dos mesmos;
- 7) Devem ser rastreados - permitir que cada função do sistema seja rastreada (avaliada) por um conjunto de requisitos (PFLEEGER, 2004).

Na fase de elicitação dos requisitos, o trabalho acontece entre os especialistas em *software* e os usuários e, neste momento, entende-se o domínio da aplicação, os serviços a serem fornecidos pelo sistema, seu desempenho esperado e outros. Esta especificação também avalia a informação que precisa ser obtida pelo sistema e a que pode ser produzida por ele (SOMMERVILLE, 2007).

Sendo assim, existe uma motivação econômica para a avaliação dos métodos utilizados na engenharia de requisitos, pois os custos de consertar os erros, em um sistema de informação, aumentam exponencialmente quanto maior for o tempo entre o erro cometido e sua reparação. Dessa forma, investir na engenharia de requisitos é uma maneira de minimizar problemas futuros e contínuas mudanças, ao longo do desenvolvimento do sistema (BOEHM, 1988). Um método, utilizado na engenharia de requisitos, é o de captar requisitos por meio de modelos conceituais. Considera-se, então, a importância de se compreender o desenvolvimento dos sistemas de informação como um processo de sucessivas traduções - da documentação dos requisitos à implementação final do sistema – e de se consolidar a avaliação do impacto da qualidade dos modelos conceituais, sobre o resultado do desenvolvimento dos sistemas de informação (WYSSUSEK; KLAUS, 2005).

A elicitação de requisitos busca informações por meio da documentação existente na organização sobre o sistema, tais como “[...] formulários, relatórios, manuais, procedimentos escritos, registros, imagens de tela de terminais e listagem de

programas que já existam na organização usuária” (YOURDON, 1990, p. 668). A análise desses documentos conta apenas parte da história, pois informam a situação do sistema no estado atual; a documentação técnica não é suficiente devido ao fato de, geralmente, a equipe de projetos deixar de documentar, ao longo do processo de desenvolvimento. Uma indicação de que o sistema em vigor precisa de mudanças relaciona-se à verificação dos usuários começarem a criar seus próprios formulários e adicionarem informações aos existentes (DENNIS; WIXON, 2005).

Entre as técnicas tradicionais de se obter os requisitos iniciais do sistema apresentam-se as entrevistas, as reuniões, etnografia e a análise de documentos (DENNIS; WIXON, 2005; FURNIVAL, 1996). Sendo a última abordada no Capítulo 3 (Análise de conteúdo e assunto), da presente tese, por ser uma das técnicas usadas durante o processo de categorização da teoria da classificação facetada.

Para Yourdon (1990, p. 665) faz-se uma entrevista para:

- a) Coletar informações sobre o sistema atual ou dos requisitos do sistema a ser confeccionado “[...] de pessoas que tem essas informações armazenadas em algum lugar em suas cabeças.”;
- b) O analista verificar sua própria compreensão do que foi entrevistado ou observado previamente;
- c) Executar estudos de custos/benefícios.

O autor ressalta que os problemas que podem ocorrer com esta ferramenta consistem em entrevistar a pessoa errada e ainda no momento errado, fazer perguntas erradas e obter as respostas erradas e, por fim, criar ressentimentos entre entrevistador e entrevistado.

Dennis e Wixon (2005) consideram 5 (cinco) etapas básicas no processo da entrevista, a saber:

- a) seleção dos entrevistados;
- b) planejamento das perguntas;
- c) preparação;
- d) condução da entrevista;
- e) acompanhamento após a entrevista.

Na seleção dos entrevistados é importante incluir pessoas de diferentes níveis de execução de serviço, o que Sommerville (2007) denomina de diferentes pontos de vista, para obtenção de diferentes perspectivas do sistema.

As reuniões são encontros onde se buscam a discussão sobre o entendimento do sistema que se pretende desenvolver. Dentre os tipos de reuniões, o desenvolvimento de aplicações conjuntas ou *Joint Application Development (JAD)* costuma ser escolhida por ser estruturada com o objetivo de se conhecer os processos existentes em um sistema. Esta técnica de reunião foi desenvolvida pela empresa *International Business Machine (IBM)*, no final da década de 1970, e nela participam de 10 a 20 pessoas da equipe do projeto sob a direção de um mediador, treinado nesta técnica.

A etnografia é a observação do ambiente e está associada à tentativa do analista em compreender os requisitos sociais e organizacionais do sistema. Nesta técnica o que se busca é a informação que muitas vezes é esquecida de ser repassada ao longo da utilização de outras técnicas de elicitação de requisitos (DENNIS; WIXON, 2005).

Dentre os vários modelos que podem ser desenvolvidos na fase de engenharia de requisitos, destacam-se o Dicionário de Dados, o Diagrama de Fluxos de Dados (DFD) e o modelo de dados, neste caso o tipo MER, escolhido dentre outros, em razão do propósito da presente pesquisa. Será abordado em seção específica deste capítulo.

O Dicionário de Dados possui valor significativo em uma modelagem de desenvolvimento de sistemas, garantindo a mesma compreensão e interpretação de um modelo de dados por todas as pessoas. O Dicionário de dados é a definição ou descrição do conceito de cada elemento de dados que pertencem ao sistema estudado (COUGO, 1997). Ele descreve o significado dos dados do depósito, dos fluxos, das entidades, dos relacionamentos (YOURDON, 1990). Definição similar pode-se obter dos metadados, onde geralmente são denominados como 'dados sobre os dados'; eles são referências, resumo, das informações, onde se obtém o conhecimento da forma ou conteúdo de uma determinada fonte. O constituinte de um registro de metadados é um conjunto de atributos, ou elementos, que descrevem

o objeto analisado. Por exemplo, o catálogo da biblioteca é um sistema comum de metadados; ele contém um conjunto de registros com os elementos de metadados que descrevem um livro ou outro item de biblioteca: autor, título, data da criação ou publicação, cobertura de assunto, e o número de telefone especificando a localização do item na prateleira, dentre outros. (HILLMANN, 2001).

O Diagrama de Fluxo de Dados (DFD) é a ferramenta de modelagem utilizada para representar as transformações ocorridas em um sistema, das entradas em saídas. Seus principais componentes são os processos (propriamente ditos), depósitos de dados, fluxo e terminadores (entidade externa). A representação gráfica desses elementos no DFD depende do autor (YOURDON, 1990). O DFD representa o que acontece no sistema e não como uma dada atividade é desenvolvida. Gouveia (1996) define o DFD como a descrição gráfica do sistema de informação, ou de uma parte do mesmo. Considera que, do ponto de vista dos dados, podemos apresentar um sistema inteiro somente com os quatro símbolos deste modelo, suficientes para representar as diversas atividades contidas em um sistema, a saber:

- a) Processos – São as funções, atividades, ações que o sistema executa e através delas entradas são transformadas em saídas do sistema. É representado no diagrama por uma bolha;
- b) Fluxos – São as informações /dados que circulam pelo sistema e sobre as quais atuam os processos, podem ser representados por setas;
- c) Depósitos de dados – Mostra as coleções de dados que o sistema consulta ou armazena durante seu funcionamento, podem ser representados por duas paralelas ou uma elipse;
- d) Entidade externa ou terminador – Um produtor ou um consumidor de informação e está fora dos limites do sistema modelado, podem ser representados por um retângulo.

Na FIG. 15 pode-se ter uma visão da representação do DFD, baseado na simbologia utilizada pelo autor Yourdon (1990):

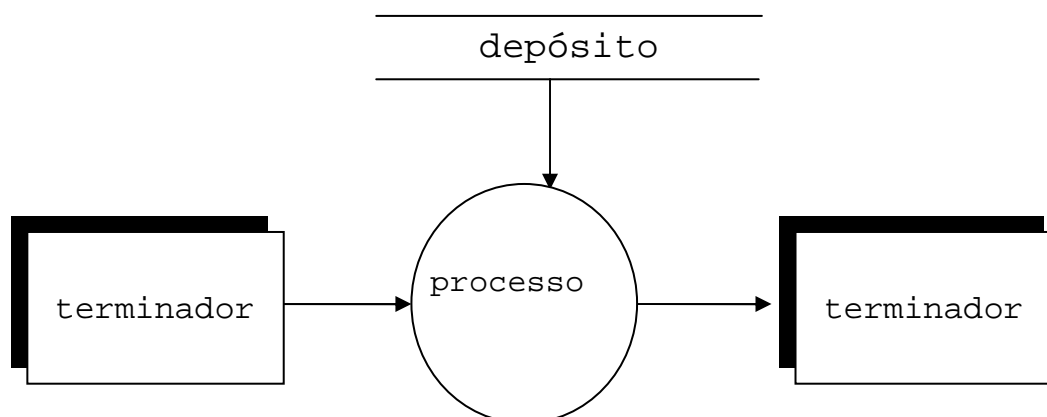


FIGURA 15 – Modelo básico de um Diagrama de Fluxo de Dados (DFD)
Fonte: Adaptado de Yourdon (1990) pela autora

Na elaboração de um DFD, torna-se necessário o conhecimento da fronteira que delimita o sistema, identificando a partir deste conhecimento os elementos constituintes do diagrama. No projeto final do DFD apresenta-se de uma forma '*top-down*' (do nível geral para níveis mais específicos, numa espécie de um passo a passo). Na prática essa elaboração passa por constantes mudanças, em que o analista ao longo do entendimento do sistema com o usuário, vai modificando os níveis até a definição final.

Os Diagramas de Fluxo de Dados, que mostram dados em movimento (fluxos de dados) complementam o Diagrama de Entidade-Relacionamento (DER), também conhecido como Modelo de Entidade-Relacionamento (MER), o qual é um tipo de modelo de dados. O modelo de dados mostra dados em repouso sendo armazenados ou para ser armazenado na proposta do sistema, independente de como esses dados serão eventualmente processados ou usados (YOURDON, 1990). Analistas de sistemas usam essas ferramentas para desenvolver modelos de dados, independentes de implementação, que lhes permitam comunicar com os usuários finais, em linguagem não técnica. Na seção seguinte mais detalhes do MER.

4.2 A Modelagem de Entidade e Relacionamento (MER)

Foi *Peter Chen* o precursor do Modelo Entidade-Relacionamento (MER). O modelo, com já dito, foi proposto no artigo '*The Entity-Relationship Model: Toward a Unified View of Data*', sendo considerado um marco na história da modelagem de dados e de projeto de banco de dados, conseqüentemente, no projeto de sistemas de informação e de engenharia de *software* (CHEN, 1976; 1983; 2002). Neste artigo, Chen (1976) desenvolve seu raciocínio por meio do projeto lógico e, como visto anteriormente no Capítulo 2, na seção sobre modelagem, existe uma diferenciação nas etapas de modelagem conceitual e lógica. A evolução desta técnica permite que o MER seja considerado como uma das importantes técnicas para análise de dados e de projeto de banco de dados, sendo que desde sua definição o modelo tem se ampliado para poder obter um maior poder semântico (COUGO, 1997; MULLER, 2002; KORTH; SILBERSCHATZ, 2006). O processo de modelagem foi estendido para incluir novas técnicas e modelos e também para considerar novas tecnologias, como por exemplo, ontologias, web semântica, *Extensible Markup Language* (XML), visualização, e outros.

Para Chen (2002), sendo o mesmo de origem chinesa, a base da idéia do MER pode ter vindo do patrimônio cultural chinês, pois, o desenvolvimento e a evolução dos caracteres chineses trazem alguns conceitos que estão intimamente relacionadas com a modelagem das coisas no mundo real (FIG. 16):







<u>Original Form</u>	<u>Current Form</u>	<u>Meaning</u>
		Sun
		Moon
		Person

FIGURA 16 – Caracteres chineses que representam Entidades do mundo real
Fonte: Chen (2002)²²

²² A figura original estava desalinhada

Na FIG. 16 temos a forma original do caractere chinês e a forma corrente dos significados de 'Sol', 'Lua' e 'Pessoa'. Inicialmente esses caracteres possuíam grande semelhança com as entidades do mundo real, com o passar do tempo as curvas se tornaram linhas retas. Tanto os caracteres chineses quanto o MER estão tentando modelar o mundo, tentando usar gráficos para representar entidades do mundo real.

No MER considera-se que o mundo real é constituído por entidades e relacionamentos, onde entidade é considerada como uma 'coisa' de fácil identificação (pessoa, empresa, evento e outros), e um relacionamento é uma associação entre entidades (por exemplo, 'pai-filho' é uma relação entre duas entidades de 'pessoa'). Pode acontecer de determinado objeto ou fenômeno para um grupo de pessoas serem definidos como entidade e outro grupo os definam como relacionamento. *Chen* sugere que se resolva este impasse pelo contexto do que se deseja estudar e que seja decidido entre os participantes do estudo (CHEN, 1976). Observa-se que esta situação de aparente indefinição se justifica com base no modelo sistêmico sobre o qual o MER se estrutura. Como visto no Capítulo 2, sistema é um conjunto de elementos que se relacionam entre si, e ao mesmo tempo, cada um desses elementos pode ser visto, também, como um sistema; então, o que é visto como elemento ou relacionamento dependerá do que o observador do sistema deseja enfocar, ou seja, dos limites impostos pelo observador.

Segundo Chen (2002) o modelo é baseado em um conjunto de teorias, relações matemáticas, álgebra moderna, lógica e Teoria de *Lattice*. Não é objetivo do presente estudo abordar este aspecto do modelo, mas uma definição formal do conceito entidade e relacionamento pode ser visto na FIG. 17:

A RELATIONSHIP SET IS DEFINED AS A
"MATHAMATICAL RELATION" ON ENTITY SETS

$$R = \{r_1, r_2, \dots, r_n\}$$

$$r_i = [e_{i1}, e_{i2}, \dots, e_{in}] | e_{i1} \in E_1, \dots, e_{in} \in E_n$$

SET THEORY (DEFINITIONS)

ENTITY	e
ENTITY SET	E; e ∈ E
VALUE	v
VALUE SET	V; v ∈ V
RELATIONSHIP	r
RELATIONSHIP SET	R; r ∈ R

FIGURA 17 – Definição Formal dos Conceitos de Entidade e Relacionamento
Fonte: Chen (2002)

Os objetivos da modelagem de entidades e relacionamentos são a identificação dos objetos (entidades) observados no mundo (sistema ou domínio estudado) e os relacionamentos entre esses objetos. Segundo Shlaer e Mellor (1990, p. 12):

Nós abstraímos coisas semelhantes e chamamos estas abstrações de objetos. Na formulação destas abstrações, preferimos ignorar a maior parte das coisas do mundo. As coisas restantes são agrupadas de acordo com os conceitos e as percepções que possuímos a respeito do que significa ser 'semelhante'. O nosso conceito do que constitui os critérios apropriados para determinar a semelhança é de que eles dependem dos objetivos que nós visamos.

Observa-se a abstração de aspectos da realidade, para posterior agrupamento dos objetos semelhantes encontrados e relaciona-se com os propósitos de se modelar um aspecto dessa mesma realidade.

A identificação dos objetos e dos relacionamentos entre os mesmos pode mostrar características tais como: regras de existência desses objetos, associações possíveis, associações proibidas, número de participantes nas associações e outros aspectos (COUGO,1997). O MER baseia-se na observação de que o mundo pode ser percebido como um conjunto de objetos, denominados entidades (sendo que essas entidades são caracterizados por um conjunto de atributos), e pelo conjunto dos relacionamentos entre essas entidades (CHEN, 1976; SHLAER; MELLOR, 1990; COUGO, 1997; SILBERSCHATZ, *et al.*1999).

O MER, apresentado no artigo de Chen (1976) era constituído de entidade, relacionamento, atributos, conforme visto na FIG 18 a seguir, sendo que posteriormente estes conceitos foram detalhados e ampliados (por exemplo, atributo composto, generalização/especialização e outros) com objetivo de apresentar uma modelização mais representativa das realidades observadas:



FIGURA18 – representação dos elementos básicos do MER
 Fonte: Siebra (2010, p. 11)

Na FIG.18 estão representados os principais elementos do MER. A simbologia de *entidade* é um retângulo, onde nele se inscreve o nome da entidade que se deseja representar (ex.: Cliente; Conta), os *atributos* podem ser representados por uma oval (ex.: nome, rua, cidade) ligada à respectiva entidade com que se identifica e o relacionamento é representado por um losangulo.

Nos tópicos seguintes apresentam-se os componentes do MER e as contribuições que foram acrescentadas ao mesmo.

4.2.1. Componentes do Modelo Entidade Relacionamento

Nos itens seguintes serão apresentados os elementos constituintes do MER, composto pelas entidades, atributos e relacionamentos assim como o conceito de cardinalidade.

4.2.1.1 Entidade

Segundo Cougo (1997) as entidades podem ser identificadas em um universo (domínio) observado onde se percebe elementos de forma individualizada e que,

com base em suas características ou propriedades, se adéquam a um determinado conjunto ou categoria, é esse conjunto que se pode definir como entidade. Muller (2002, p.121) evidencia que na modelagem de dados o termo *entidade* está relacionado ao “conjunto de coisas com propriedades semelhantes”. Ainda para o autor:

Na prática utiliza-se o termo ‘entidade’ como referência ao retângulo presente em um diagrama entidade relacionamento. Formalmente esse é um modelo de definição *intencional* de um conjunto de objetos. A *extensão* da entidade é o conjunto de objetos no banco de dados representados pela entidade (MULLER, 2002, p. 121).

Nesses termos, Muller (2002) entende que a denominação designada à entidade refere-se ao conjunto de intenções, qualidades ou propriedades constituintes do conceito representado. O conjunto de elementos que possuem as características captadas, a extensão, são os objetos representados, geralmente, no banco de dados.

Denomina-se de instância a todos os objetos encontrados no mundo real que tenham as mesmas características e que estejam em conformidade com as mesmas normas (SHLAER; MELLOR, 1990). No QUADRO 6 representa-se uma entidade CACHORRO com seus possíveis atributos (nome, raça etc.) e suas respectivas instancias (Alana; bearded collie...; Mel, SRD,...; Kiron, labrador... etc):

QUADRO 6

Representação em uma possível tabela, da entidade Cachorro com seus atributos e instâncias.

ENTIDADE	CACHORRO			
ATRIBUTO	Nome	Raça	Comida Preferida	Nascimento
INSTÂNCIA	Alana	Bearded Collie	ração	maio de 2005
	Mel	SRD (sem raça definida)	todas	junho de 2006
	Kiron	Labrador	ração	dezembro de 2011

Fonte: Adaptado de Shlaer e Mellor (1990) pela autora

As estratégias apresentadas por Shlaer e Mellor (1990) para a captação de objetos da realidade, e que podem depois ser identificados como entidades, são, conforme Cougo (1997), uma síntese do que é apresentado por outros autores. Descreve-se a seguir essas estratégias, onde se sugere a observação de cinco grandes grupos de objetos: **a) objetos tangíveis; b) funções; c) eventos ou ocorrências; d) interações; e) especificação.**

Os **Objetos tangíveis** englobam todos os objetos que possam ser tocados e manipulados. Diferentes grupos podem ser encontrados, dependendo do nível de abstração adotado na modelagem, conforme visto no QUADRO 7:

QUADRO 7

Grupos de entidades encontrados dependendo do nível de abstração da modelagem.

Nível de abstração	Conjunto (entidade/classe)	Objetos do conjunto
Alto nível de abstração	Meio de Transporte	Avião , auto móvel
	Animal	Cavalo, elefante, cachorro
Nível de abstração mais especializado	Avião	Todos os exemplares de aviões observados
	Cavalo	Todos os exemplares de cavalos observados

Fonte: Adaptado de Cougo (1997) pela autora

No QUADRO 7 pode-se observar que, ao se considerar um alto nível de abstração (objetos se assemelham em menores detalhes) obtêm-se informações mais genéricas (ex.:meio de transporte pode ser tanto avião quanto automóvel), à medida que se especializa a abstração (objetos devem possuir maior números de detalhes semelhantes) os objetos vão sendo identificados de forma mais específica (ex.:avião e todos os seus exemplares). Como já foi dito, a abstração é um processo mental que separa um ou mais elementos de uma totalidade complexa, desconsiderando o restante, facilitando sua compreensão por meio de um modelo. Quanto mais simples o modelo, maior a abstração feita para produzi-lo.

Nas **Funções desempenhadas por pessoas ou organizações** se representa a atuação que um determinado objeto exerce. As funções podem ser exercidas por

peças (ex. veterinário, comprador, autor e outros) e órgãos funcionais (ex.: hospital, departamento de compras e outros).

Os **eventos ou ocorrências** (Incidentes) são os objetos percebidos ou caracterizados, quando uma determinada ação acontece. Verifica-se que grande parte das informações pertence a outros objetos que também participam do evento. Como exemplo: um vôo comercial; uma peça de teatro; um jogo de futebol.

No caso de um jogo de futebol pode-se considerar que Data e Hora Prevista da Realização do Jogo, Hora Inicial e Hora Final do Jogo são características do evento em si. Porém, outras informações de importância que compõem e identificam o jogo, geralmente, fazem parte de outros conjuntos de entidades. No QUADRO 8 apresenta-se outras relevantes informações de um jogo de futebol, mas que estariam identificadas em conjuntos de entidades, diferentes Da entidade Jogo de Futebol:

QUADRO 8
Possíveis informações de um jogo de futebol.

DADOS JOGO DE FUTEBOL	CONJUNTO A QUE PODEM PERTENCER
Nome do juiz do jogo	PESSOA / JUIZ
Jogadores participantes	PESSOA / JOGADOR
Times que realizaram o jogo	TIME
Local do jogo	ESTÁDIO

Fonte: Adaptado de Cougo (1997) pela autora

As **Interações** possuem uma qualidade ou ação de ‘contrato’ ou ‘transação’, referindo-se a duas ou mais entidades do modelo, neste caso a entidade é resultado da interação entre outros objetos. A interação caracteriza-se por não interferir na existência dos objetos constituintes da relação. Um exemplo seria a transação ‘Compra de um Imóvel’ onde esta entidade refere-se ao contrato estabelecido entre o comprador do imóvel, o vendedor e coisa comprada; uma venda realizada por um fornecedor; um casamento etc. Observa-se que existe a possibilidade deste tipo de

entidade ser identificada ou apresentada no MER como um relacionamento entre objetos ou eventos, e não como uma entidade.

A **Especificação** identifica características especiais de outros objetos, sendo que “conceitualmente falando, não tem muita significância se for analisada isoladamente” (COUGO,1997, p. 43), como o exemplo nos QUADROS 9 e 10:

QUADRO 9
Entidade Refrigerador visto de forma única

REFRIGERADOR
cor
numero de série
capacidade principal
voltagem
modelo
tempo de produção
altura
largura
profundidade
data da produção
número de série
data de expiração da garantia

Fonte: Cougo (1997, p. 43)

QUADRO 10
Entidade Refrigerador visto por meio de duas entidades

Coisa tangível	Especificação
REFRIGERADOR	MODELO
cor	capacidade principal
numero de série	Voltagem
tempo de produção	Modelo
data da produção	Altura
número de série	Largura
data de expiração da garantia	Profundidade

Fonte: Cougo (1997, p. 43)

Como visto no QUADRO 9 a entidade definida como REFRIGERADOR é apresentada como uma única entidade; no QUADRO 10 este mesmo objeto pode ser visto sob duas modalidades de entidades, uma contendo informações específicas, na entidade REFRIGERADOR, e a outra, contendo informações gerais do refrigerador, na entidade MODELO. Tanto a forma apresentada na no QUADRO 9 quanto à apresentada no QUADRO 10 estão conceitualmente certas, sendo que a forma apresentada no QUADRO 9 já apresenta características de um modelo lógico.

4.2.1.1.1 Relacionamento identificador e entidade fraca

No geral as entidades que possuem atributos que as identificam (atributo chave ou identificador), são vistas como entidade forte. Recebe a designação de entidade fraca aquela entidade que, no contexto estudado, é identificada por meio de um atributo identificador de outra entidade (entidade identificador ou entidade proprietária do atributo). Denomina-se o relacionamento entre a entidade fraca e a entidade proprietária de relacionamento identificador, isto é, relacionamento que identifica a entidade fraca. A entidade fraca possui uma dependência de existência em relação a seu relacionamento identificador, porque uma entidade fraca não poderá ser identificada sem um tipo proprietário (ELMASRI; NAVATHE, 2005). O conceito de entidade forte e fraca tem sua origem no trabalho de Chen (1976). A FIG. 19 mostra um relacionamento identificador de entidade fraca:

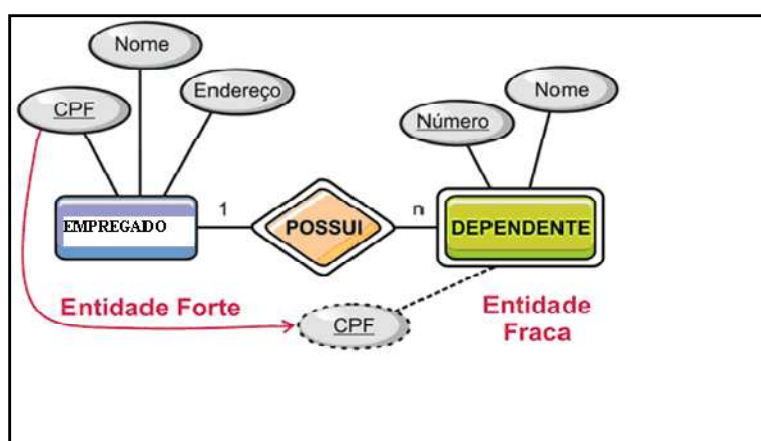


FIGURA 19 – Relacionamento identificador de entidade fraca
Fonte Adaptado de Siebra (2010, p. 25) pela autora

Na FIG. 19 tem-se um exemplo clássico dessa situação no relacionamento identificador possui que associa a entidade fraca DEPENDENTE e entidade proprietária EMPREGADO, com objetivo de se identificar os dependentes de cada empregado. O identificador da entidade fraca é composto pelo identificador (no caso CPF do empregado) da entidade forte, a qual a existência dela está associada, mais algum atributo (geralmente um seqüencial, no caso número) da própria entidade fraca.

4.2.1.2 Atributos

Consideram atributos no MER, como sendo uma determinada característica que a entidade possui. Segundo Shlaer e Mellor (1990) espera-se que os conjuntos de atributos de uma determinada entidade sejam:

- completos, conseguindo captar todas as informações relacionadas ao objeto de estudo;
- totalmente fatorados, onde cada atributo se capte e apresente aspectos diferenciados do objeto;
- mutuamente independentes, cada atributo assume seus valores que são independentes um dos outros.

No MER, a representação clássica dos atributos acontece por meio de elipses, nelas inscritas o nome do atributo, e foi usada notação apresentada por Chen (1976), mas pode-se representar esses atributos de outras maneiras. Na FIG. 20, a entidade CLIENTE tem os atributos CPF, nome (do cliente), cidade e endereço e a entidade ALUNO apresenta os atributos código e nome (do aluno):

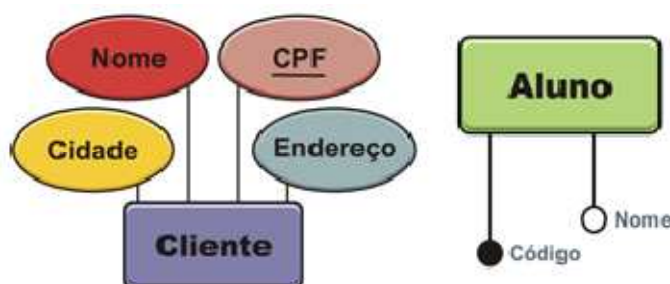


FIGURA 20 – Notação de atributos convencional e notação Heuser
Fonte Adaptado de Siebra (2010, p. 15) pela autora

Nota-se na FIG. 20 que a entidade ALUNO a notação dos atributos é diferente, seguindo a notação apresentada por Heuser (2009). Nota-se que o atributo CPF (sublinhado) de Cliente e o atributo Código (um círculo na cor preta) de Aluno estão sendo evidenciados pelo fato desses atributos serem identificadores da entidade, isto é, por meio desses atributos se consegue identificar uma específica entidade (no caso, a instância).

Outra maneira de se representar os atributos é colocá-los separados do diagrama; tal situação permite uma visibilidade gráfica mais clara do MER, ou seja, enfatiza as entidades e relacionamentos constituintes do MER, não sobrecarregando o mesmo com as informações dos atributos, já que uma entidade pode ter muitos atributos (HEUSER, 2009). Esta representação dos atributos pode ser vista no QUADRO 11, onde no topo do quadro se coloca o nome da entidade, no caso CLIENTE, e abaixo os respectivos atributos da entidade, nome, endereço, RG e cidade. (SHLAER; MELLOR,1990):

QUADRO 11
Outra representação para atributo

CLIENTE
Nome
Endereço
RG - Registro Geral
Cidade

Fonte: Adaptado de Shlaer e Mellor (1990) pela autora

Uma maneira de identificar os atributos de determinada entidade é buscar entender as características das instâncias no mundo real. Segundo Shlaer e Mellor (1990) os atributos identificados podem ter características descritivas, nominativas e referenciais. Cougo (1997) considera que a classificação dos autores indica a finalidade do atributo, sendo que é na modelagem lógica que se evidencia a importância do seu entendimento.

Nos atributos descritivos apresentam-se situações ou estados que podem ocorrer nas instâncias, como por exemplo: estar aberta (atributo) ou fechada (atributo) são situações encontrada em uma VALVULA; uma altitude, longitude e latitude (atributo) são referências na qual um AVIÃO pode se encontrar; um determinado endereço (atributo) é um local onde uma PESSOA pode estar residindo (SHLAER; MELLOR, 1990). Cougo (1997, p. 60) apresenta uma leve diferenciação desse conceito, considerando o atributo descritivo, também, como aquele “[...] que seja capaz de demonstrar, ou representar características formadoras, ou pertencentes, a um objeto [...]” e exemplifica como ‘data de nascimento’ (atributo) de uma pessoa; ‘numero de cilindros’ (atributo) de um carro etc.

Os atributos nominativos são apresentados por Shlaer e Mellor (1990, p. 36) como aqueles que “[...] fornecem fatos relativos aos nomes e rótulos arbitrários incluídos em cada exemplo de um objeto”. Um exemplo seria o atributo ‘identificação do funcionário’ dentro de uma empresa, pode-se mudar o valor da identificação deste funcionário sem alterar suas características intrínsecas. Cougo (1997, p. 61) acrescenta que este tipo de atributo engloba os atributos que cumprem a função dos atributos descritivos acrescidos da função de “[...] definidores de nomes ou rótulos de identificação aos objetos aos quais pertencem”. No QUADRO 12 um exemplo de atributos nominativos:

QUADRO 12
Exemplo de atributos nominativos

Atributo Nominativo	Exemplo	Objeto
Numero da matricula na empresa	867301	FUNCIONARIO
Nome do funcionário	João da Silva	FUNCIONARIO
Número de série	110.764-E	EQUIPAMENTO
Sigla do Órgão	CPD	ÓRGÃO FUNCIONAL
Prefixo do avião	PT_EGC	AERONAVE

Fonte: Cougo (1997, p. 62)

No QUADRO 12 pode-se ver, por exemplo, que ‘numero da matricula na empresa’ cuja instância é ‘867 301’ é um atributo nominativo por ser um rótulo arbitrário que uma pessoa adquire, ao ser admitida como funcionária em uma empresa.

Os atributos referenciais acontecem sempre por meio de um relacionamento; esse atributo não pertence propriamente ao objeto que está sendo designado, mas é uma espécie de conexão do objeto com outro, sendo que o outro objeto é a origem do atributo (COUGO, 1990). No QUADRO 13, a seguir, um exemplo de atributos referenciais:

QUADRO 13
Exemplo de atributos referenciais

Atributo Referencial	Exemplo	Objeto no qual está definido	Objeto de Origem
Local de trabalho	Fabrica 1	FUNCIONÁRIO	FÁBRICA
Nome do Fabricante	Fiat	CARRO	FABRICANTE
Nome do proprietário	José da Silva	IMÓVEL	PESSOA
Cidade onde nasceu	Curitiba	FUNCIONÁRIO	CIDADE

Fonte: Cougo (1997, p. 63)

Nota-se no QUADRO 13 os exemplos de atributos referenciais, onde, por exemplo, 'nome do proprietário' está como atributo do objeto IMÓVEL, mas o objeto que origina este atributo é o objeto PESSOA

Denomina-se de **domínio** dos atributos ao conjunto de valores que um determinado atributo pode assumir no contexto estudado. No QUADRO 14, a seguir, um exemplo de domínios de atributos:

QUADRO 14
Exemplo de domínios de atributos

Atributo	Domínio
Fonte de energia. Polaridade	Positiva, negativa
Proprietário do carro. Endereço	Todo endereço de rua reconhecido pelos Correios
Cachorro. Raça	Poodle, afegã, raça mista...
Câmara de Frio. Temperatura	0-500 kelvin

Fonte: Shlaer e Mellor (1990, p. 44)

Observa-se, no QUADRO 14, que o atributo 'polaridade' do objeto, 'Fonte de Energia', pode assumir os valores 'positivo' ou 'negativo'. Em outro exemplo o atributo 'raça' da entidade, 'Cachorro' tem como domínio o nome de todas as raças de cachorros conhecidas.

4.2.1.3 Relacionamentos

Após a identificação dos objetos observados em uma determinada realidade, outro aspecto do MER é o relacionamento entre esses objetos. Um relacionamento pode ser definido como um conjunto de associações entre entidades (HEUSER, 2009). Shlaer e Mellor (1990) consideram o relacionamento como uma abstração das associações entre espécies diferentes de coisas do mundo. Cougo (1997) acrescenta que um relacionamento pode acontecer entre objetos de igual ou diferentes tipos. O autor afirma ainda:

Esses relacionamentos existem, também, por características intrínsecas de cada um dos objetos ou do meio onde estão situados. Ao observarmos os objetos e reconhecê-los estaremos, quase que imediatamente, reconhecendo as relações existentes entre eles. Muitas vezes a própria observação de um relacionamento será o ponto de partida para a identificação dos objetos que dele participam. Através do mapeamento dos relacionamentos estaremos sendo capazes de demonstrar como um objeto se comporta em relação aos demais, qual seu grau de dependência de outros objetos, qual a associação de dados existentes entre eles, entre outros fatores (COUGO, 1997, p. 66).

Cougo (1997) considera que os relacionamentos entre os objetos podem ser identificados pelas próprias características do objeto ou do contexto no qual ele se insere. O mapeamento dos relacionamentos do objeto permite o conhecimento deste objeto, sob diferentes óticas.

Têm-se os seguintes exemplos de relacionamentos, onde os mesmos são representados com as palavras em forma maiúscula:

- a) 'Proprietário de cachorro POSSUI cachorro' ou
'Cachorro É POSSUÍDO POR proprietário de cachorro'.
- b) 'O Trem ESTÁ PRÓXIMO DE a Plataforma dos Passageiros' ou
'Plataforma dos Passageiros' ESTÁ PRÓXIMO DE o Trem
- c) 'O Dançarino ESTÁ PRÓXIMO DO Dançarino.

Observa-se nos exemplos citados que os relacionamentos podem ser afirmados em dois sentidos, entre os objetos relacionados. No primeiro exemplo é apresentado um sentido da relação acontecendo na forma verbal da voz ativa (POSSUI) e a leitura no sentido inverso dessa relação acontece na voz passiva (É POSSUÍDO POR). No segundo exemplo as duas afirmativas acontecem com o mesmo significado entre os

objetos (ESTÁ PRÓXIMO DE) e no terceiro exemplo, por existir apenas um objeto (Dançarino) a relação apresentada (ESTÁ PRÓXIMO DO) possui apenas uma forma afirmativa.

A quantidade de relacionamentos definidos entre dois ou mais objetos dependerá do que se objetiva identificar e modelar. A FIG. 21 mostra os possíveis relacionamentos entre entidades:

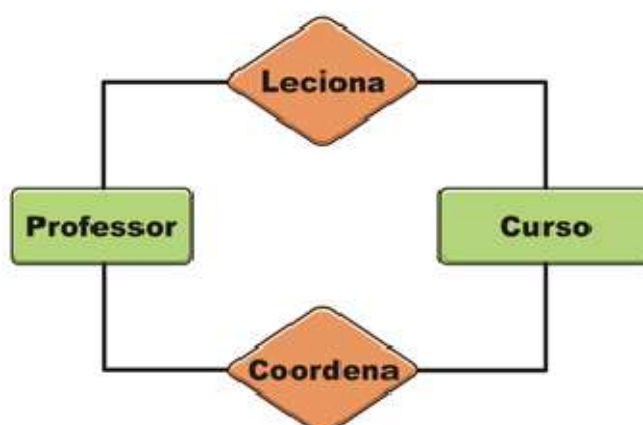


FIGURA 21 – Possíveis relacionamentos entre entidades.
Fonte: Siebra (2010, p.17)

Na FIG. 21 apresentam-se dois diferentes relacionamentos, 'Leciona' e 'Coordena', existentes entre as entidades 'Professor' e 'Curso'. Neste caso a relação 'Professor leciona em um Curso' e a relação 'Professor coordena Curso', são dois diferentes relacionamentos que acontecem entre os mesmos objetos.

O relacionamento é uma relação matemática, e mesmo não sendo o objetivo deste trabalho, apresenta-se, no texto que segue uma definição formal do mesmo:

Um tipo relacionamento R entre n tipos entidade E_1, E_2, \dots, E_n define um conjunto de associações — ou um conjunto de relacionamentos — entre essas entidades. Como utilizado em tipos entidade e conjuntos de entidades, um tipo relacionamento e seu conjunto de relacionamentos correspondentes são, habitualmente, referidos pelo mesmo nome, R . Matematicamente, o conjunto de relacionamentos R é um conjunto de instâncias de relacionamento r_i , em que cada r_i associa-se a n entidades individuais (e_1, e_2, \dots, e_n) , e cada entidade e_j em r_i é um membro do tipo entidade E_j , $1 < j < n$. Portanto, um tipo relacionamento é uma relação matemática em $E_1 \times E_2 \times \dots \times E_n$; como alternativa, ele pode ser definido como um subconjunto do produto cartesiano $E_1 \times E_2 \times \dots \times E_n$. Cada um dos tipos entidade E_1, E_2, \dots, E_n é dito participante do tipo

relacionamento R; analogamente, cada uma das entidades individuais e_1, e_2, \dots, e_n é conhecida como participante da instância de relacionamento $r = (e_x, e_2, \dots, e_n)$. (ELMASRI ; NAVATHE, 2005, p. 44).

Assim, como se identificam entidades e instâncias de entidades, também se identificam relacionamentos e instâncias de relacionamentos. Uma instância de um determinado relacionamento se refere a uma particular ocorrência que acontece no relacionamento. Descrevendo de maneira informal, uma instância de relacionamento é uma associação de entidades, onde esta associação inclui uma entidade de cada uma das entidades participantes. A instância de relacionamento representa o fato das entidades participantes estarem relacionadas, de alguma forma, no mundo real do qual se modela, como visto na FIG. 22:

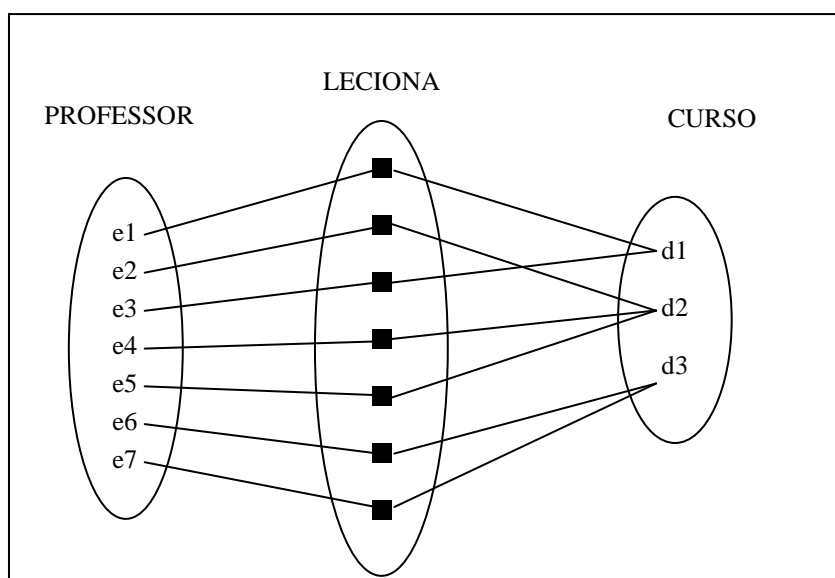


FIGURA 22 – Representação das instancias das entidades Professor e Curso e do relacionamento LECIONA.

Fonte: Adaptado de Elmasri e Navathe (2005) pela autora

Por exemplo, consideremos o relacionamento LECIONA da FIG. 21: o relacionamento LECIONA acontece entre as duas entidades, Professor e Curso. As instâncias do objeto 'Professor' e do objeto 'Curso' assim como as instâncias do relacionamento LECIONA são mostradas na FIG. 22. Cada instância de relacionamento no conjunto de relacionamento LECIONA associa uma instancia da entidade Professor a uma instância da entidade Curso. (ELMASRI; NAVATHE, 2005)

Os relacionamentos possuem diversas características. Apresenta-se a seguir algumas das mais importantes para que se possa fazer uma leitura adequada do MER:

4.2.1.3.1 Cardinalidade ou multiplicidade do relacionamento

A cardinalidade de uma entidade em um relacionamento designa o número mínimo e máximo de instâncias de cada objeto que podem ser associadas por meio de um relacionamento. O estudo do ambiente observado apresentará regras que limitarão as possibilidades de relacionamentos entre os objetos. Sendo essas regras extraídas do ambiente modelado, estas não são fixas, ou seja, uma regra de relacionamento entre entidades considerada verdadeira em um ambiente poderá não ser verdadeira em outro (HEUSER, 2009; ELMASRI; NAVATHE, 2005; COUGO, 1997)

Cougo (1997) apresenta formas de questionamentos que permitem a identificação da cardinalidade de determinado relacionamento. Ao se observar na FIG 23 um determinado relacionamento R entre as entidades A e B, a multiplicidade ou cardinalidade especifica valores que responderão às seguintes perguntas:



FIGURA 23 – Relacionamento R entre as entidades A e B
Fonte: Siebra (2010, p. 17)

1. Dado **um** elemento de A, com quantos elementos de B ele se relaciona?
2. Dado **um** elemento de B, com quantos elementos de A ele se relaciona?

O negrito na palavra '**um**' nas perguntas 1 e 2 deve-se ao fato de 'o ponto de partida para a análise e leitura do relacionamento descrito deve ser sempre um elemento individualizado da entidade' (COUGO, 1997, p. 78).

Com base nessas perguntas podem-se encontrar três grandes grupos, que na modelagem expressam a semântica de associações entre os elementos e que são os seguintes:

- a) **Relacionamentos** Um para Um (1:1);
- b) **Relacionamentos** Um para Muitos (1:M);
- c) **Relacionamentos** Muitos para Muitos (M:N).

No **Relacionamentos (1:1)** identifica-se que **um elemento** da entidade A está associado, no máximo, a **um elemento** da entidade B. Fazendo a leitura do relacionamento no sentido inverso (direita para a esquerda), **um elemento** da entidade B está associado, no máximo, a **um elemento** da entidade A. A FIG. 24 mostra o esquema de um relacionamento 1 para 1:

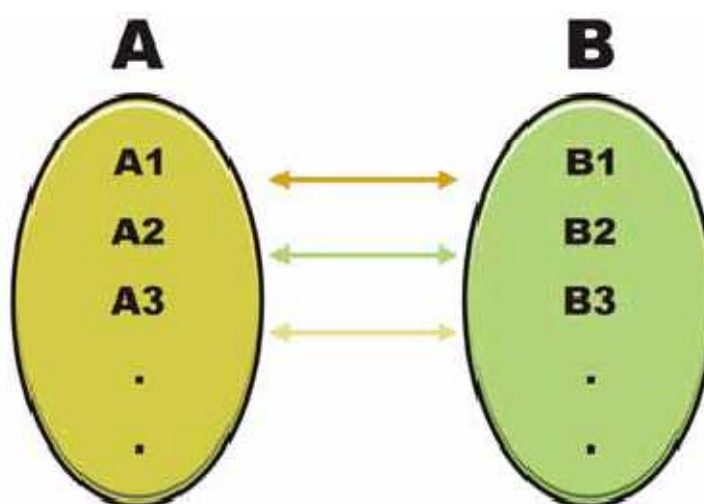


FIGURA 24 – Esquema de um relacionamento 1:1
Fonte: Siebra (2010, p. 18)

Na FIG. 24 pode-se visualizar uma representação genérica da relação mencionada acima. Na FIG. 25 a seguir apresenta-se um exemplo dessa relação, com 'Pessoa recebe Certidão de Óbito':



FIGURA 25 – Exemplo de relacionamento um para um
Fonte Siebra (2010, p. 18)

Considerando que a relação da FIG. 25 é de cardinalidade 1:1, pode-se ler a relação das seguintes formas: 'um elemento da entidade Pessoa só pode receber uma única Certidão de Óbito'. No sentido inverso pode-se, também, fazer a seguinte leitura: 'uma certidão de óbito só deve pertencer a uma única pessoa'.

Segundo Cougo (1997) os relacionamentos com a multiplicidade 1:1 são difíceis de serem encontrados, pois muitos questionamentos sobre a unicidade podem aparecer; no exemplo citado na FIG. 25, uma determinada pessoa pode receber uma certidão de óbito e, posteriormente, outra certidão ser emitida para alguma correção. Um relacionamento 1:1 é considerado um caso especial do relacionamento 1: N, onde , nesse caso $N=1$.

O **Relacionamentos (1:N)** é mais facilmente encontrado na modelagem MER, conforme exemplo na FIG. 26:

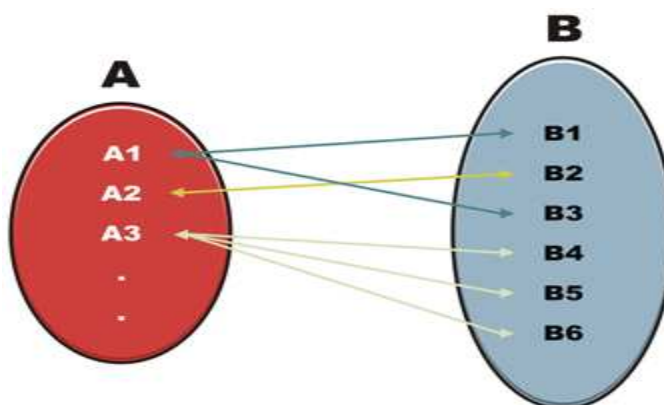


FIGURA 26 – Relacionamento 1:N (um para muitos)
Fonte: Siebra (2010, p. 18)

A relação 1: N é apresentada de forma genérica na FIG. 26, e pode-se ler da seguinte maneira: **um elemento** da entidade A está associado a **vários elementos** da entidade B. Entretanto a leitura inversa acontece da seguinte maneira: **um elemento** da entidade B deve estar associado a, no máximo, **um elemento** da

entidade A. Isto significa que cada instância (elemento) da entidade A pode encontrar nenhuma (zero), uma ou mais de uma instância correspondentes na entidade B, porém, cada instância da entidade B só encontra nenhuma ou uma única instância correspondente em A, conforme exemplo apresentado na FIG. 27:



FIGURA 27 – Exemplo de relacionamento 1:N
Fonte Siebra (2010, p. 19)

Um exemplo deste relacionamento pode ser encontrado na seguinte afirmativa, conforme FIG. 27: “Empresa possui Filial”. Neste exemplo pode-se admitir que uma determinada empresa possua zero (nenhuma), uma ou mais filiais (ou seja, N filiais, onde N significa 0, 1, 2 ou mais). Mas uma filial só pertence a uma empresa.

O **Relacionamentos (M:N)** é mais facilmente encontrado, Segundo Cougo (1997), verificando-se pelo aspecto teórico, não existem restrições para as possíveis relações que podem ser estabelecidas entre os conjuntos A e B. A FIG. 28 traz um Esquema de relacionamento M:N:

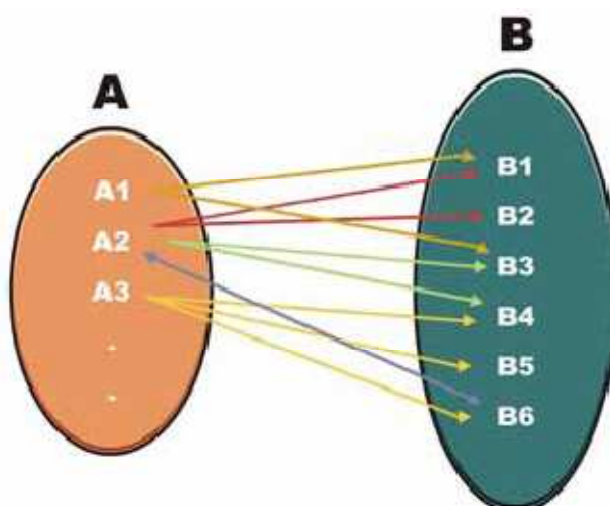


FIGURA 28 – Esquema de relacionamento M:N
Fonte Siebra (2010, p. 20)

Pela FIG. 28 pode-se fazer, para o relacionamento M:N a seguinte leitura: um elemento da entidade em A pode associar-se a zero (nenhum), 1 (um) ou N (vários) elementos da entidade B e um elemento da entidade B pode associar-se a zero (nenhum), 1 (um) ou N (vários) elementos da entidade A. A FIG. 29 apresenta um exemplo de relacionamento M:N:



FIGURA 29 – Exemplo de relacionamento M:N
Fonte Siebra (2010, p.20)

Na FIG 29 verifica-se um possível exemplo deste tipo de cardinalidade, onde da afirmativa “Aluno cursa Disciplina”, pode-se fazer a seguinte leitura: um determinado aluno pode cursar zero (nenhuma), uma ou mais disciplinas e uma determinada disciplina é cursada por zero (nenhum), um ou mais alunos

A Cardinalidade mínima e máxima indica a obrigatoriedade de participação ou não de elementos da entidade nos relacionamentos é outro aspecto que pode ser identificado no MER. A representação gráfica mostra o grau de presença e / ou ausência de associações entre elementos das entidades participantes no relacionamento. Em determinados casos os relacionamentos acontecem de forma integral e em outros de forma parcial. Como já enfatizado anteriormente, são as regras do ambiente modelado que irão definir esta situação. O grau máximo é o que se tem apresentado no modelo até o momento (1:1;1:N e 1:M) (COUGO, 1997). Na FIG. 30 a seguir pode-se visualizar a cardinalidade mínima e máxima na notação de *Peter Chen*:

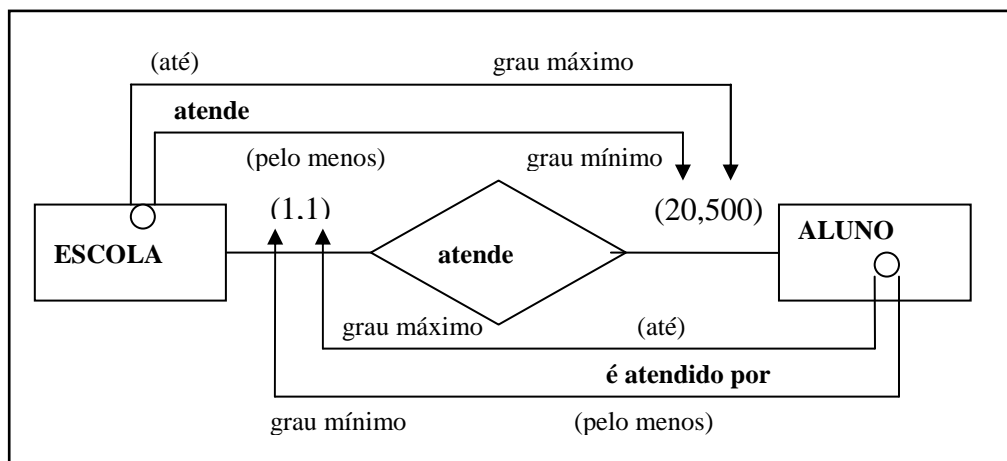


FIGURA 30 – Cardinalidade mínima e máxima na notação de *Peter Chen*
 Fonte: Adaptado de Cougo (1997) pela autora

Na FIG. 30 consegue-se obter as seguintes regras, em relação à cardinalidade, entre os elementos da entidade ESCOLA e os da entidade ALUNO:

- a) Toda escola *atende* obrigatoriamente a pelo menos 20 alunos (o grau mínimo de atendimento = 20);
- b) Toda escola *atende* no máximo a 500 alunos (grau máximo = 500);
- c) Um aluno *é atendido por* uma escola (o grau mínimo de atendimento = 1);
- d) Um aluno *é atendido por* somente uma escola (o grau máximo de atendimento também é 1).

4.2.1.3.2 Número de entidades (objetos) participantes do relacionamento

Até o momento mostrou-se relacionamentos entre duas entidades (relacionamentos binários) com o objetivo de facilitar o entendimento dos conceitos apresentados. Mas os relacionamentos podem acontecer, também, entre três (relacionamentos ternários) ou mais entidades, conforme visualizado nas FIG. 31:

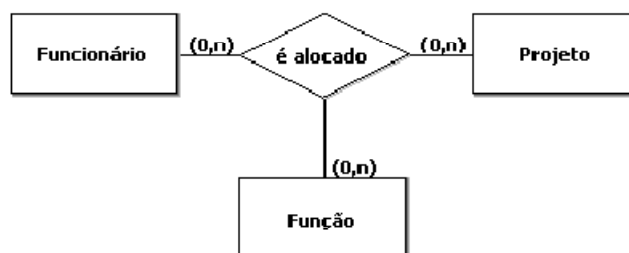


FIGURA 31 – Relacionamento ternário, representação segundo Peter Chen
Fonte: Cougo (1997, p. 87)

Na FIG. 31 apresenta-se a situação em que um FUNCIONÁRIO pode ser alocado em mais de um PROJETO e exercer diferente FUNÇÃO em cada um dos Projetos. Para se determinar, então, que função exerce um determinado funcionário em um determinado projeto, a associação, simultânea desses três objetos será necessária. A cardinalidade neste tipo de relacionamento é feita aos pares.

Relações ternárias ou com mais entidades devem ser observadas com atenção e, geralmente não podem ser substituídas por relacionamentos binários, a extensão Agregação, que foi incorporada ao MER, facilita o entendimento dos relacionamentos ternários e será vista posteriormente. A FIG. 32 a seguir apresenta um autorelacionamento:

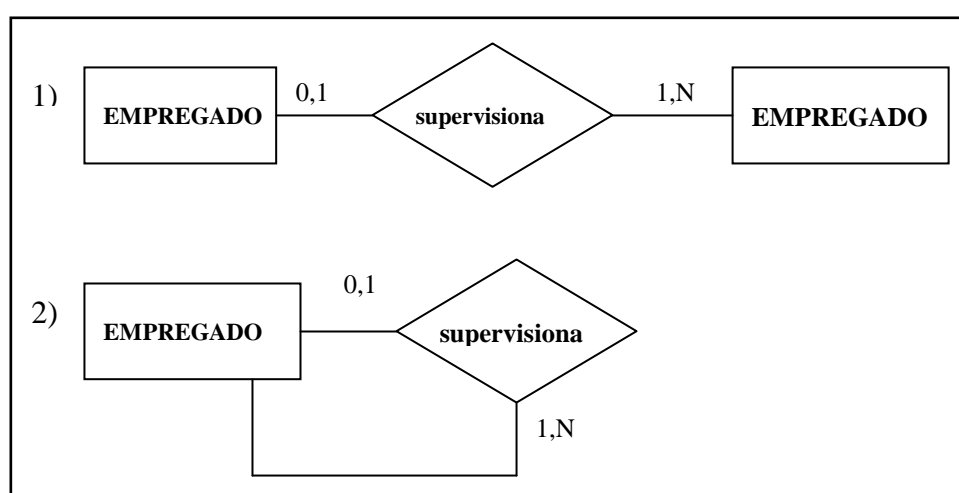


FIGURA 32 – Autorelacionamento, representação segundo Peter Chen
Fonte: Adaptado de Cougo (1997, p. 71) pela autora

Um relacionamento pode acontecer entre os elementos (instâncias) de um mesmo objeto (entidade), como apresentado no item 1 da FIG. 32. Neste caso denomina-se de autorelacionamento. Outra forma de se representar o autorelacionamento no MER, é apresentado no item 2, da FIG. 32. Com relação ao que se apresenta na FIG. 32 pode-se dizer que um empregado supervisiona 1 ou mais de um (N) empregado e que um empregado é supervisionado por nenhum (0) ou por um (1) empregado (estando este exercendo a função de um Supervisor)

4.2.1.3.3 Existência de relacionamentos simultâneos

Na situação de existência de diferentes relacionamentos entre as entidades, fato normal de ocorrer, deve-se verificar a existência de influências entre esses relacionamentos. Neste caso, eles podem se independentes, contingentes e mutuamente exclusivos. A seguir, a FIG. 33 apresenta relacionamentos independentes:

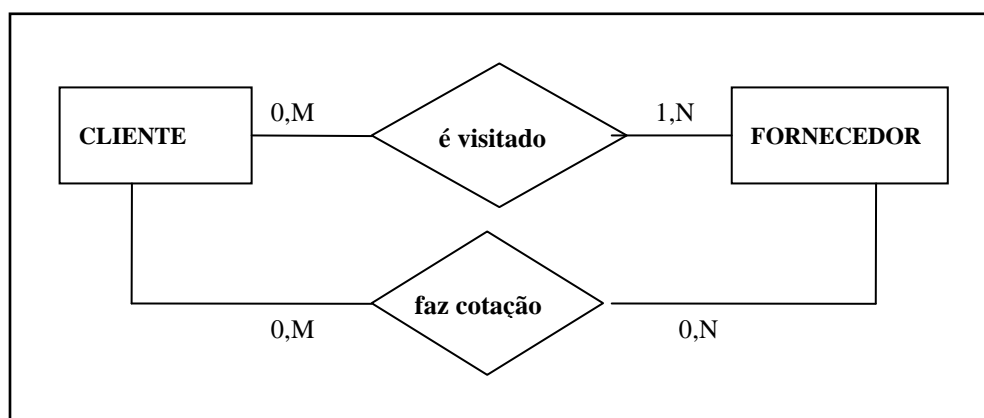


FIGURA 33 – Relacionamentos independentes
Fonte: Cougo (1997, p. 95)

Os relacionamentos independentes tratam de conceitos diferentes e podem ocorrer entre as mesmas entidades ou entidades diferentes. Um exemplo seria CLIENTE é visitado por FORNECEDOR e CLIENTE faz cotação com FORNECEDOR, como pode ser visto na FIG. 33.

Os relacionamentos contingentes acontecem, no geral, em associações que denotam um sentido sincronicidade, acontecendo ao mesmo tempo. A FIG. 34 mostra relacionamentos contingentes, com nomes diferentes:

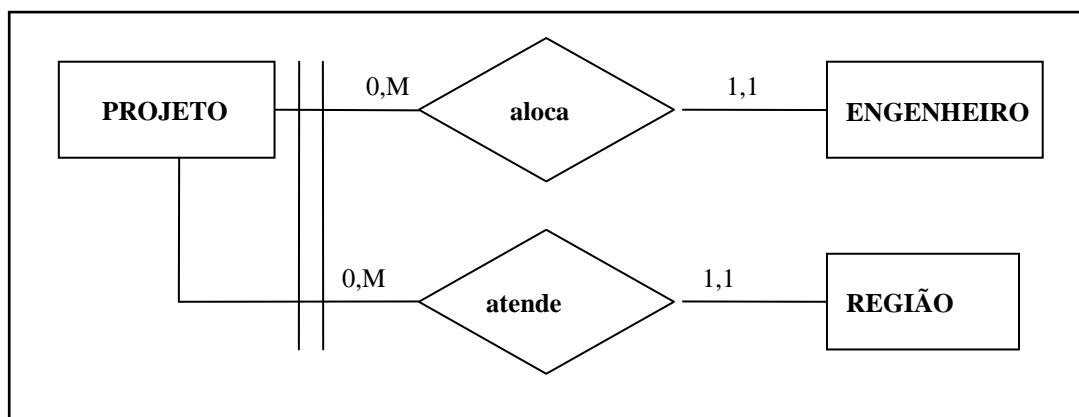


FIGURA 34 – Relacionamentos contingentes, com nomes diferentes
Fonte: Cougo (1997, p. 97)

Na FIG. 34 existe um Projeto que aloca Engenheiro e, ao mesmo tempo, este Projeto atende uma Região.

Os relacionamentos mutuamente exclusivos abrangem situações onde vários relacionamentos acontecem, mas ao se estabelecer um determinado relacionamento, os outros não acontecem. Cougo (1997) enfatiza que esta exclusividade de relação acontece no nível da instância (elemento) da entidade e não na entidade como um todo. A FIG. 35 traz relacionamentos mutuamente exclusivos, com nomes diferentes:

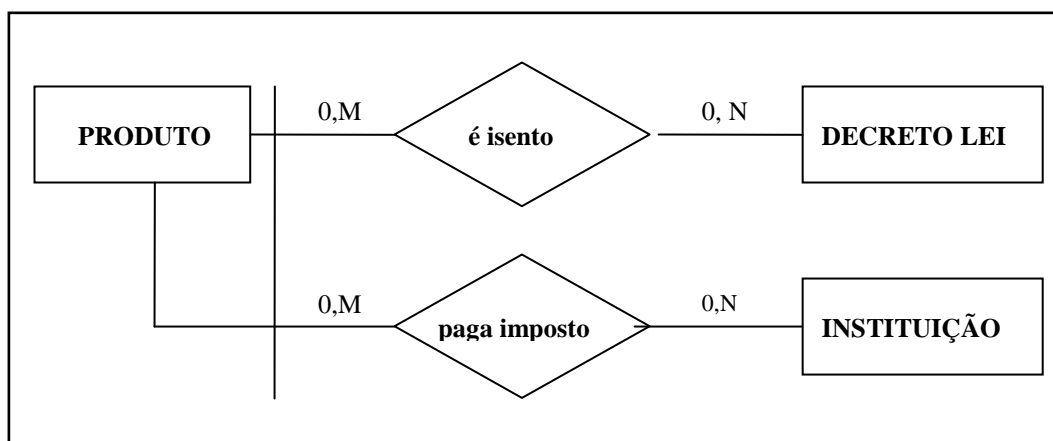


FIGURA 35 – Relacionamentos mutuamente exclusivos, com nomes diferentes
Fonte Cougo (1997, p. 97)

No exemplo da FIG. 35 existe uma mútua exclusão nas associações onde sempre que determinado Produto se relacionar com Instituição, não se relacionará com Decreto Lei e vice-versa.

4.2.1.3.4 Presença de atributos nos relacionamentos

No estudo de um determinado universo observado (mini mundo), muitas vezes acontece de um relacionamento ter características (atributos) que são próprias do relacionamento:

Um relacionamento com atributos tem todas as características comuns a qualquer outro relacionamento. Tem um nome, um significado, um grau mínimo e máximo, pode ser independente, contingente, mutuamente exclusivo ou ter qualquer outro tipo de classificação já vista. O ponto importante a ser considerado é que, adicionalmente, a todos esses elementos ele possui também dados a serem manuseados. Esses dados denotam a existência de informações que só podem ser estabelecidas ou consideradas quando da existência de uma associação entre elementos (COUGO, 1997, p. 100)

Verificam-se as propriedades sistêmicas se manifestando na modelagem ER, pois o emergente sistêmico é uma propriedade que acontece nas relações; os atributos no relacionamento são características próprias do mesmo, e não das entidades associadas. A FIG. 36 mostra o relacionamento com atributo:

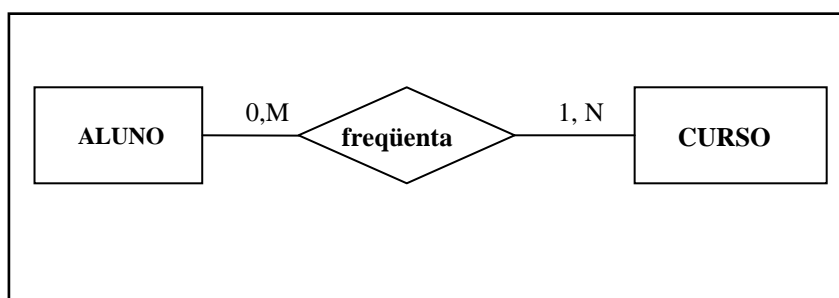


FIGURA 36 – Relacionamento com atributo
Fonte Cougo (1997, pg, 102)

No QUADRO 15 apresenta-se um exemplo clássico de relacionamento com atributos:

QUADRO 15 – Atributos e proprietários

Atributo	Proprietário
Nome do aluno	ALUNO
Endereço	ALUNO
Data de nascimento	ALUNO
Nome do curso	CURSO
Carga horária	CURSO
Nota para aprovação	CURSO
Quantidade de faltas	Frequenta
Média final	Frequenta
Data de inscrição	Frequenta

Fonte: Adaptado de Cougo (1997, p. 102) pela autora

Neste exemplo (QUADRO 15) um Aluno frequenta um ou mais Curso. Observa-se que os atributos ‘quantidade de faltas’, ‘média final’ e ‘data de inscrição’ pertencem à relação que acontece entre as duas entidades.

4.2.2. Semânticas adicionais ao Modelo Entidade Relacionamento

Aos conceitos iniciais propostos por Chen (1976), de entidades, atributos e relacionamentos, foram acrescentadas novas características semânticas (generalização / especialização e agregação), permitindo um entendimento mais detalhado da realidade modelada. Elsmari e Navathe (2011) denominam esta versão do modelo ER de E2R ou EER (ER Estendido). O modelo EER engloba todos os conceitos de modelagem do modelo ER apresentados até o momento. Algumas destas abordagens serão vistas nos itens que se seguem.

4.2.2.1 Generalização e Especialização

O conceito de generalização, como o próprio nome indica, é decorrente de uma abstração onde se considera objetos individuais (semelhantes) como um único objeto (genérico). A generalização é um importante mecanismo utilizado pelo ser humano na conceitualização do mundo real e, também, embasa a aquisição da

linguagem natural, onde, por exemplo, a observação de determinadas raças de cães, por uma criança, a permite modelar a percepção dos cães em geral. Na generalização, algumas diferenças individuais entre os objetos são ignoradas. Por exemplo: um conjunto de pessoas empregadas em uma determinada empresa pode ser considerado como um objeto genérico denominado "empregado". Esta abstração desconsidera diferenças individuais entre os funcionários, por exemplo, os fatos dos funcionários terem nomes, idades e funções de trabalho. A generalização permite a definição de aplicação de operadores, a especificação de atributos e de relacionamentos em que objetos genéricos participam (SMITH; SMITH, 1977), conforme visualizado na FIG. 37, a seguir.

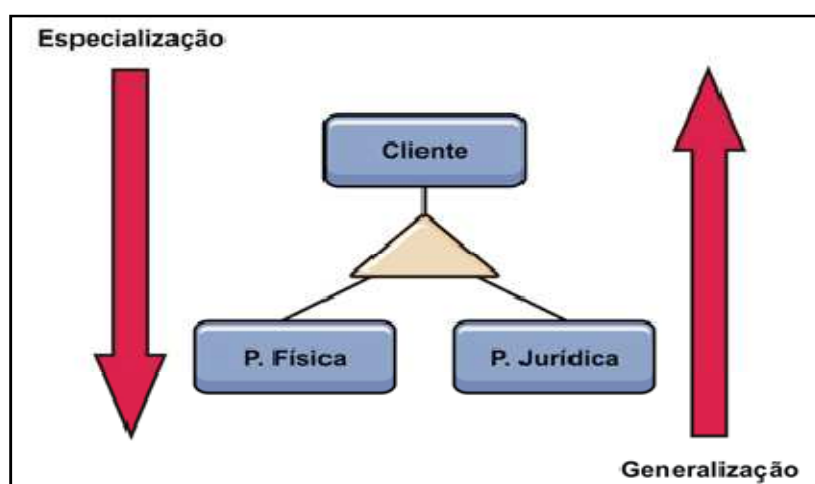


FIGURA 37 – Representação especialização/ generalização
Fonte: Siebra (2010, p. 26).

Na FIG 37 vê-se o sentido do conceito de generalização/ especialização. O aspecto importante na generalização / especialização é verificar que os subgrupos explicitados são, de alguma forma, diferentes dos outros grupos do conjunto. Esta diferença caracteriza-se pelo subgrupo possuir atributos que não são compartilhados pelos demais componentes do grupo. A especialização permite atribuir propriedades particulares a este subgrupo (subconjunto) mantendo a herança de propriedades (atributos) de uma entidade mais genérica (ELMASRI; NAVATHE, 2011). Isto significa que nos relacionamentos de generalização e especialização, as entidades de nível inferior herdam os atributos e os relacionamentos das entidades de nível superior. Ainda na FIG. 38, as entidades especializadas P. FISICA e P.JURIDICA herdam todos os atributos e relacionamentos da entidade genérica CLIENTE,

podendo ter, adicionalmente, mais algum atributo ou relacionamento que são próprios.

A relação de generalização/especialização é freqüentemente chamada *IS-A* (é-um) onde se designa a relação dessa forma, por exemplo, "uma PESSOA. FISICA é um CLIENTE", "uma PESSOA.JURIDICA é um CLIENTE", e assim por diante. A seguir na FIG. 38, mais um exemplo:

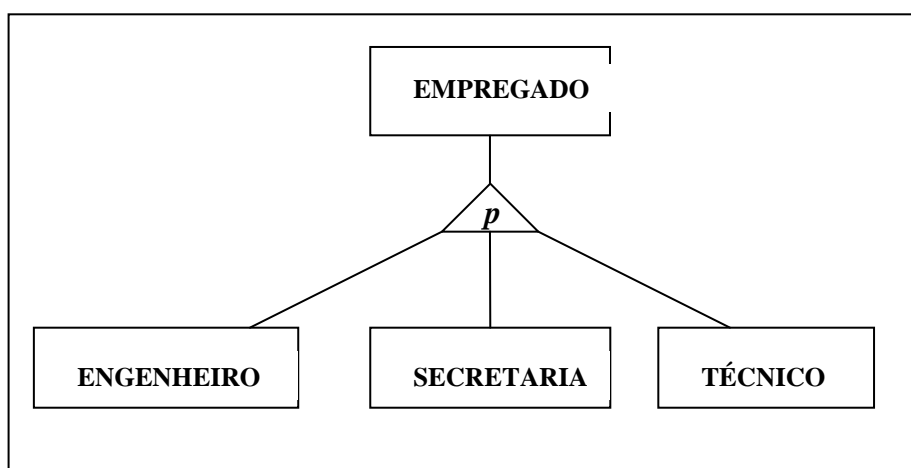


FIGURA 38 – Representação de classe EMPREGADO e subclasses
Fonte Adaptado de Elmasri e Navathe (c2011) pela autora

Na FIG. 38 utiliza-se o exemplo da entidade EMPREGADO. Observa-se que esse tipo entidade tem numerosos subgrupos, tais como SECRETÁRIA, ENGENHEIRO, TÉCNICO, cuja representação pode ser significativa, dependendo da realidade a ser modelada. Cada um desses grupos é um subconjunto de entidades e pertencem ao conjunto de entidades EMPREGADO (ELMASRI; NAVATHE, 2011). A letra 'p' no centro do símbolo triângulo indica que a informação contida é *parcial*, isto significa que não está sendo apresentada todas as possíveis subclasses de EMPREGADO, ou seja, existem outros tipos de funções exercidas, que não foram explicitadas. No caso de se explicitar todas as subclasses a letra designativa seria 't' de 'total', isto é, todas as subclasses foram mostradas. Na fig. 37, apresenta-se um caso típico de representação da especialização total 't', pois a entidade CLIENTE pode ser somente PESSOAS JURÍDICAS ou PESSOAS FÍSICAS

4.2.2.2 Agregação

A agregação se relaciona ao aglomerado de entidades e relacionamentos, com a finalidade de se obter um objeto de maior amplitude semântica. Uma das propostas da agregação é “mostrar , quando necessário, pedaços do modelo de dados contendo Entidades e relacionamentos de qualquer natureza como sendo um único elemento abstrato” (BARBIERI, 1994, p. 202). Para Elsmari e Navathe (2011, p 178) a “agregação é um conceito de abstração para a criação de objetos compostos com base em seus objetos componentes”. Outra maneira para a definição de agregação é a seguinte:

Uma estrutura que denota a existência de uma junção de elementos através de um relacionamento, e que permite que essa junção seja percebida como um novo elemento a ser, por sua vez, relacionado a outro elemento (COUGO, 1997, p. 134).

Neste caso, um novo elemento pode ser percebido por meio da ocorrência de um relacionamento, sendo que este novo elemento se relaciona a outro externo. Dessa forma os relacionamentos ternários ou com maior número de objetos relacionados podem se relacionarem por meio da associação resultante de pares de objetos, como apresentado na FIG. 39, a seguir:

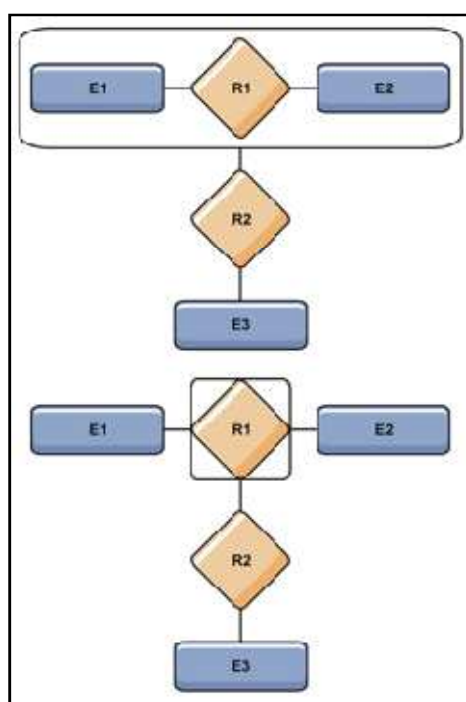


FIGURA 39 – Representação Gráfica da Agregação
Fonte: Siebra (2010, p. 28)

Na FIG. 39 apresentam-se duas formas de se representar uma agregação no modelo ER. Na primeira, todos os componentes do relacionamento (E1, E2, R1) são englobados por um retângulo e por meio desse retângulo se faz um novo relacionamento, R2, com a entidade E3. Na segunda maneira, engloba-se com um retângulo apenas o relacionamento R1, e este, agora como uma representação de entidade, se relaciona com E3 por meio de R2. Na FIG. 40 apresenta-se, com o formato de agregação, o exemplo já mostrado na FIG. 31, agora no formato de agregação:

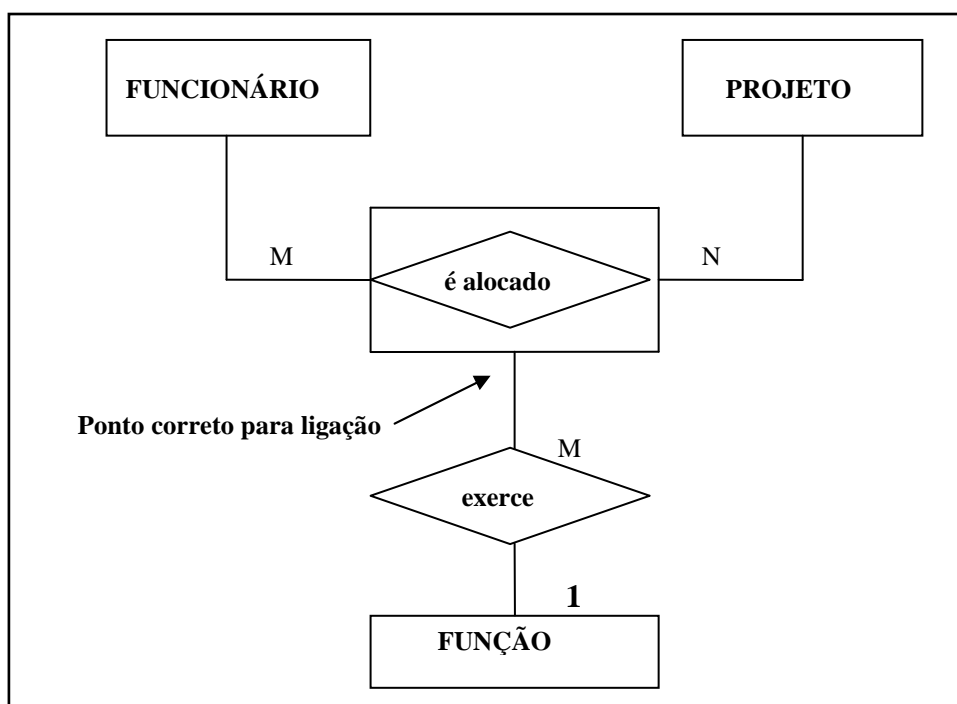


FIGURA 40 – Representação de agregação do exemplo da FIG 31
Fonte: Cougo (1997, p. 134)

Na parte gráfica (FIG. 40), verifica-se que a entidade que participa do relacionamento 'exerce' é obtida pelo relacionamento entre PROJETO e FUNCIONÁRIO. Cada par de PROJETO X FUNCIONÁRIO está ligado a uma, e só uma, FUNÇÃO, o que demonstra, nesse caso, que um funcionário pode participar de vários projetos, mas exercendo uma única função em cada um deles (COUGO, 1997).

Com respeito às variadas Notações para um modelo entidade relacionamento, apresentam-se algumas delas no APÊNDICE F. Verifica-se que, ao se entender um domínio e a dinâmica do modelo ER, existe facilidade no entendimento das

notações. A escolha do uso, muitas vezes, é determinada pela ferramenta de representação que se possui ou da cultura da organização em que as mesmas são elaboradas.

4.3 Construção de uma Modelagem Entidade Relacionamento

Existem várias abordagens para se iniciar a construção de um modelo ER. Yourdon (1990) apresenta uma visão muito abrangente ao estabelecer que esta construção acontece no processo das entrevistas com os usuários e o conhecimento do modelador sobre o domínio trabalhado, este entendimento permite ao modelador a capacidade de identificar os objetos e relacionamentos. Dennis e Wixon (2005) consideram como as etapas básicas para a construção de um diagrama²³ a identificação das entidades, o adição dos atributos a cada entidade, e, finalmente o desenho do relacionamento; os autores sugerem a identificação desses elementos por meio da avaliação de outros tipos de modelos que tenham sido construídos para o mesmo projeto de sistemas, como por exemplo o de Caso de Uso ou um DFD. Já Sommerville (2007) não apresenta nenhum aspecto metodológico para tal abordagem. Um aspecto um pouco diferenciado é apresentado por Chen (1983), onde o autor, faz uma comparação entre análise gramatical da Língua inglesa e a estrutura do MER, conforme pode ser visto no QUADRO 16 a seguir:

²³ Diagrama entidade relacionamento DER está relacionado ao aspecto diagramático do MER.

QUADRO 16
Relação entre a gramática Inglesa e o ER

Estrutura da Gramática no Inglês	Estrutura ER
Nome Comum	Tipo Entidade (um possível candidato)
Nome Próprio	Entidade (candidato)
Verbo transitivo	Tipo Relacionamento (candidato)
Verbo intransitivo	Tipo Atributo (candidato)
Adjetivo	Atributo para entidade
Advérbio	Atributo para relacionamento
Gerúndio (um nome convertido de um verbo)	Um tipo de entidade derivado de um tipo de relação
Parte da frase, oração	Um tipo de entidade de alto nível que esconde um ER detalhada

Fonte: Chen (1983, tradução nossa)

Conforme pode ser visto, no QUADRO 16, Chen (1983) sugere uma relação possível entre os elementos do MER e a gramática da língua inglesa. Também Kashyap (2001), sugere formas de se identificar os componentes do MER, por meio do entendimento de seus significados, como apresentado no QUADRO 17:

QUADRO 17
Identificação dos componentes do MER

Componentes do MER	forma de identificação
Entidade	objetos ou coisas sobre as quais se deseja obter e manter os dados ou fatos
Atributos	propriedades das entidades
Relacionamentos	possíveis associação entre as entidades

Fonte: Kashyap (2001), adaptado pela autora

No QUADRO 17, encontram-se as associações entre os componentes do MER e suas formas de identificação.

Em todas as propostas citadas, a identificação desses elementos constituintes do MER, acontecem após uma avaliação de requisitos do sistema estudado e a criação ou uso de uma documentação que permita a identificação dos elementos do MER. Outra proposta é a apresentada por Elmasri e Navathe (c2011), ao apresentar as fases para o projeto de um banco de dados, conforme visto na FIG. 41, a seguir:

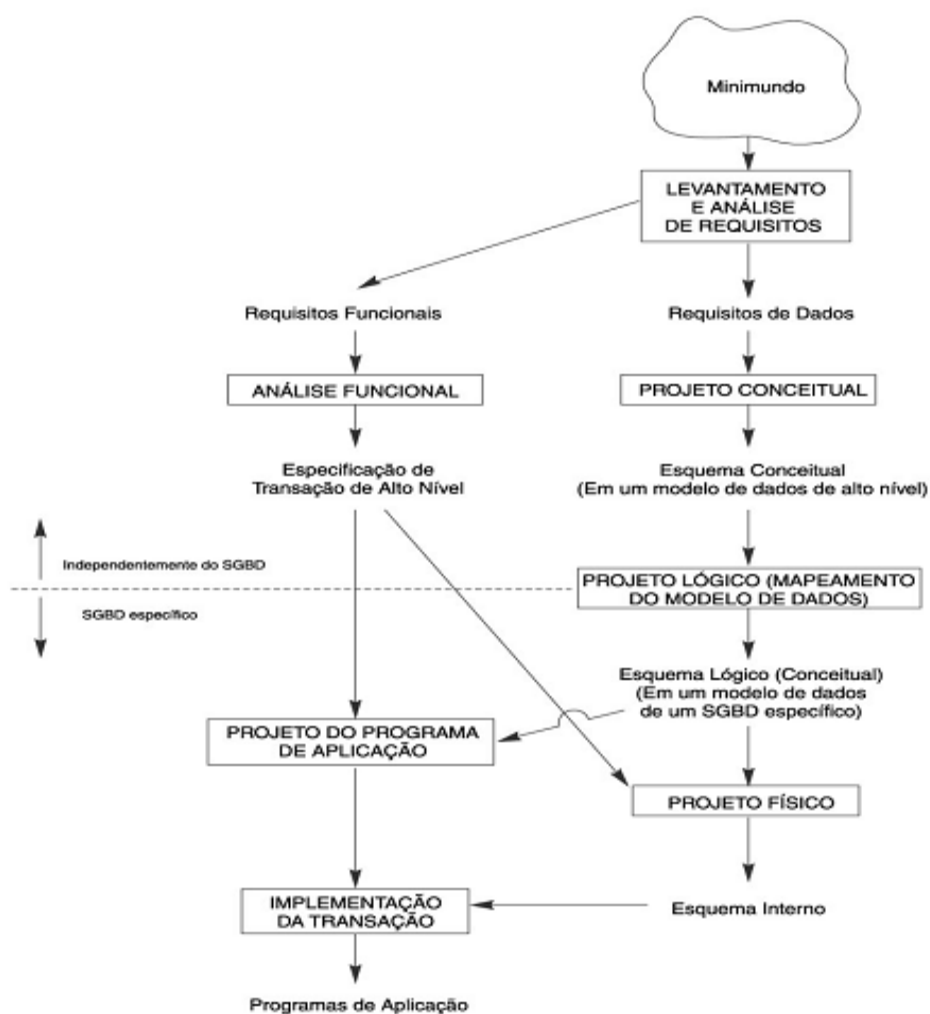


FIGURA 41 – Diagrama simplificado das principais fases do projeto de banco de dados
Fonte: Elmasri e Navathe (2011, p.133)

Na FIG. 41, representa-se, inicialmente, uma parte do mundo real por meio da identificação conhecida como Mini Mundo²⁴, que é o aspecto de interesse da realidade se buscar entender e projetar. Após este entendimento do que e pretende abordar, realiza-se o levantamento e análise de requisitos, onde o projetista realiza entrevista os usuários do sistema e documenta os requisitos *de dados*. Como resultado deste levantamento elabora-se um registro (documento) dos requisitos do

²⁴ Os autores, Elmasri e Navathe (2011), utilizam a denominação de Mini Mundo, também quando estão querendo indicar o documento resultante da fase de levantamento de dados.

usuário. Em paralelo à especificação dos requisitos de dados, define-se os requisitos funcionais, que são constituídos de operações (ou transações) a serem aplicadas no banco de dados. Retornando ao aspecto dos requisitos de dados, na FIG. 41, após a identificação dos requisitos realiza-se a criação de um esquema conceitual, utilizando-se para isto, um modelo de dados conceitual de alto nível, esta fase é chamada projeto conceitual. No esquema conceitual estão incluídas descrições detalhadas de tipos entidade, relacionamentos e restrições. Como se pode observar na FIG. 41, este modelo não depende da implementação, sendo por isso mais fácil de entendimento e usado na comunicação com os usuários. O esquema conceitual de alto nível também pode ser usado como uma referência para assegurar que todos os requisitos de dados do usuário estejam sendo apresentados e não sejam conflitantes. Após esta etapa conceitual, próxima etapa no projeto é a implementação real do banco de dados utilizando para isso de um Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD), desta forma o esquema conceitual é transformado de um modelo de dados de alto nível em um modelo de dados de implementação. Essa fase é denominada de projeto lógico, e o seu resultado é um esquema do banco de dados, já voltado para o SGBD que será utilizado. A fase do projeto físico é o último passo, onde são definidas as estruturas de armazenamento interno, índices, caminhos de acesso e organizações de arquivo. Em paralelo a essas atividades são projetados e implementados os programas de aplicação, como transações do banco de dados correspondentes às especificações de transação de alto nível (ELMASRI; NAVATHE, 2011).

A proposta de Elmasri e Navathe (2011) será a utilizada neste trabalho, na parte empírica do mesmo. Neste caso considera-se como Mini Mundo, os textos recuperados que descrevem o domínio que se deseja modelar. De posse destes textos se levantam os requisitos constantes nos mesmos e se elabora um documento resumo, conforme será visto no capítulo da Metodologia.

5 INTERAÇÕES ENTRE AS ABORDAGENS DE RANGANATHAN (PMEST) E PETER CHEN (MER)

Verifica-se, inicialmente, que tanto *Ranganathan* quanto *Peter Chen* são autores que possuem conceituada expressão em seus campos de atuação, da mesma forma que suas concepções teóricas e práticas são utilizadas pelos profissionais de suas respectivas áreas. A Teoria da Classificação Facetada de *Ranganathan* trouxe uma revolução na Classificação Bibliográfica, por ter evidenciado quais os princípios utilizados em sua tabela de classificação na organização do acervo da Biblioteca de Madras, na Índia (CAMPOS, 2001). O emprego do MER vem se ampliando para se obter maior poder semântico e é a base para projeto conceitual e lógico de bancos de dados (COUGO, 1997; MULLER, 2002; KORTH; SILBERSCHATZ, 2006; ELSMARI; NAVATHE, 2011).

O modelo de mundo sobre o qual os dois autores trabalham é essencialmente o sistêmico. *Ranganathan* vem de um ambiente de profundas visões holísticas (SEPÚLVIDA, 1996). Por outro lado, *Chen*, além de estar inserido na atual visão sistêmica da ciência, enfatiza em seus trabalhos que seus conceitos podem ter surgidos de sua origem chinesa (CHEN, 1982). O pensamento sistêmico de *Chen* se evidencia em seu artigo seminal de 1976, onde o autor aborda que a percepção do que se considera como entidade ou relacionamento em seu modelo dependerá dos objetivos pretendidos pela organização, ou seja, dependerá dos observadores que estudam e observam o que se deseja modelar. Ele acrescenta que sua concepção de desenhar a realidade como relacionamentos entre entidades é uma forma natural de se ver o mundo, esta forma natural, na verdade, está baseada no princípio do pensamento sistêmico das interrelações entre seus componentes, como visto anteriormente.

Embora, hoje, o PMEST seja usado para uma ampla variedade de contextos e funções, ele foi pensado, inicialmente, com objetivo de categorizar e classificar os assuntos de um documento trazendo organização aos documentos da biblioteca de Madras, na Índia, de modo que aqueles pudessem ser posicionados na estante da biblioteca e posteriormente recuperados. Como visto anteriormente nesta pesquisa,

a abordagem de *Ranganathan* sobre a classificação baseia-se em postulados ou princípios para análise e síntese de facetas. Estes conjuntos de postulados trouxeram bases sólidas para a teoria da classificação, e os trabalhos de indexar e classificar documentos bibliográficos (KASHYAP, 2001; 2011).

Por outro lado, a técnica de modelagem conceitual de dados, o MER, é usada para especificar um modelo conceitual de um banco de dados, ou para formular um projeto da estrutura de dados possibilitando a organização dos dados sobre entidades do mundo real. No MER, busca-se a identificação dos objetos (entidades) observados no mundo (sistema estudado) e os relacionamentos entre esses objetos. Com base nesta identificação podem ser estudadas as características desses objetos, no contexto estudado, segundo as regras de existência desses objetos, as associações possíveis entre os mesmos, as associações proibidas, o número de participantes nestas associações e outros aspectos (COUGO, 1997; ELSMARI; NAVATHE 2011; KASHYAP, 2001; 2011). Outro aspecto, também de muita importância do MER, é que, ao mesmo tempo ele se adequa para um ambiente de banco de dados, também facilita o entendimento dos requisitos funcionais de um sistema, possibilitando o diálogo entre analistas e usuários deste sistema computacional, em processo de desenvolvimento.

Entre os trabalhos que utilizaram a Teoria da Classificação Facetada em banco de dados pode-se citar a dissertação de Silva (2011), 'A Teoria da Classificação Facetada na modelagem de dados em banco de dados computacionais', da Universidade da Paraíba. O autor fez uma aplicação de um sistema de informação que denominou de Sistema Facetado e o implementou no *MS Access*, um sistema gerenciador de banco de dados relacional. O sistema cadastra, organiza e recupera os materiais adquiridos e produzidos pela instituição na qual foi aplicado. Silva (2011) evidenciou os aspectos utilizados da análise facetada para a construção de seu sistema em um banco de dados relacional. Ele utilizou, em relação à formação de assunto, o método de Dissecção e Desnudação, sendo este último considerado como sendo o de principal aplicação para seu projeto, por permitir um aprofundamento do assunto, por meio de formação de *cadeias*. Também aplicou vários princípios e cânones da Teoria da Classificação Facetada, tais como o **Cânone Cadeia de Classes**: Extensão Decrescente, o Princípio da Contiguidade

Espacial, o Cãnone Renque de Classes: Seqüência Útil e Sequência Consistente; e Princípio da Seqüência Canônica.

Entre os poucos estudos encontrados na literatura que fazem a associação direta entre a Teoria da Classificação Facetada de *Ranganathan* e o modelo de entidade e relacionamento de *Chen*, destaca-se o de *Madan Mohan Kashyap*, professor aposentado do Departamento de Biblioteconomia e Ciência da Informação da Universidade de Delhi, Índia, tendo atuado em ambiente de ensino e pesquisa nas áreas de classificação do conhecimento, análise e projeto de sistemas e aplicação em computador.

Kashyap (2001; 2002; 2011) verifica que ambas as teorias continuam em desenvolvimento por outros especialistas, e que suas abordagens objetivam a organização e recuperação da informação, existindo semelhança entre seus princípios teóricos. Para Kashyap (2001; 2011), estas duas abordagens são complementares e suplementares sendo, ambas utilizadas, de forma separada, como meios para a concepção, desenvolvimento e busca em bases de dados, de todos os tipos de organizações. Kashyap (2001) não define de forma clara seu entendimento sobre o aspecto complementar e suplementar existentes entre as teorias. Por este motivo, está se considerando, neste trabalho, que por complementar e suplementar o fato de ambas as teorias se beneficiarem, caso estejam associadas, trazendo um ganho ao seu entendimento. Este mútuo beneficiamento, denominamos de intercomplementação.

Kashyap (2001; 2011) apresenta em seus trabalhos que existe similaridade entre os postulados de *Ranganathan* para o esquema de classificação em uma biblioteca e os conceitos do modelo de dados Entidade Relacionamento de *Chen*. Estas similaridades são apresentadas em módulos separados, onde se infere, entre outros aspectos, a existência de relações entre os componentes dessas teorias. Em relação à categoria Personalidade, que se considera como a representante do ponto focal de um estudo, existe uma identificação com a Entidade no MER, pelo fato desta ser considerada como qualquer entidade física ou conceitual ou objeto ou fenômeno ou imagens mentais formada na mente de uma pessoa, e descritos ou incorporados em um trabalho ou um documento.

A categoria Matéria, que se relaciona aos atributos ou propriedades de um elemento, é possível ser associada com o componente *Atributo* do MER. Em relação à categoria Espaço o autor considera que esta pode ser, também, uma propriedade ou atributo de uma entidade no MER, o mesmo acontecendo com a Categoria Tempo. A categoria Energia é associada ao elemento relacionamento do MER, e é a categoria que o autor dá maior ênfase e significado. Segundo o autor, à categoria Energia pode-se associar as idéias isoladas ou conceitos que representam os atributos alcançados ou adquiridos pela entidade focal em função de suas relações com outras entidades; também pode-se associá-la a uma ação, ou operação (mental ou física) ou impacto sobre uma entidade focal, a qual traz mudança nas propriedades ou as características da entidade.

Como já apresentado, a categoria Energia pode se manifestar em um único e mesmo assunto mais de uma vez. Desta forma considera-se a primeira manifestação desta categoria como o final de uma rodada de manifestação das três categorias fundamentais, onde se designa Personalidade como [1P], Matéria [1M], e Energia [1E], podendo ter uma outra sequência da manifestação dessas categorias, sendo designada a categoria Personalidade de [2P], Matéria de [2M], e Energia de [2E], e assim sucesivamente. Kashyap (2001), exemplifica estas manifestações considerando que o resultado (valor) da medida de uma determinada ação [1E] é a propriedade [1M] de uma entidade ou objeto [1P], sendo medida com o auxílio de régua ou instrumento/ferramenta/agente de medida [2P], que é uma outra entidade. O autor associa que o conceito de relação, como definido pela abordagem de modelagem ER, tem correspondência com a abordagem de Ranganathan, e considera que a ferramenta de medição (entidade), no exemplo citado, tem relação com a entidade que está sendo medida e o resultado da conexão é a descoberta do valor específico do atributo possuído pelo entidade medida.

Conforme apresentado, o autor considera que a categoria Energia transforma a entidade, podendo trazer novos atributos à mesma em sua relação com outras entidades, além disso, ele menciona as características, já apresentadas, de ciclos e níveis, onde esta categoria é sempre um marco para a finalização dos mesmos.

E finalmente, Kashyap (2011) conclui, em seu trabalho, que a existência de correlação entre as abordagens da biblioteconomia e o desenho de um banco de dados deve-se ao fato de ambas as áreas estarem voltadas às atividades de armazenamento, de processamento e recuperação de informações

Um fator que embasa a proposição de *Kashyap*, da similaridade entre o projeto para banco de dados e o esquema de classificação para uma biblioteca, é apresentada por Neelameghan (1992) que compara e identifica como semelhantes as fases de confecção de projeto de banco de dados e os esquemas de classificação de assunto. Esta identificação pode ser vista no QUADRO 18:

QUADRO 18

Passos para desenho de banco de dados e desenho de esquema de classificação de assunto

PROJETANDO UM BANCO DE DADOS	PROJETANDO UM ESQUEMA PARA A CLASSIFICAÇÃO ASSUNTO
Plano das idéias	Plano das idéias
1. Identificar entidades de dados (objetos sobre qual os dados devem ser coletados)	Identificar / definir os domínios assunto para o qual sistema de classificação é concebido
2. Selecionar atributos de entidades de dados de interesse dos usuários potenciais	Selecionar os atributos das entidades que constituem o assunto
3. Selecionar modelos de dados, um esquema para mapear as entidades e seus atributos	Selecionar modelo de classificação (hierárquica, facetada, livremente facetado) para o obter mapeamento de informações sobre entidades (conceitos / isolados)
4. Agrupar / dividir as entidades de dados por seus comuns atributos e atributos de diferenciação (características)	Agrupar / dividir os conceitos / isolados por seus atributos comuns e os atributos de diferenciação (características)
5. Organizador, organizando os grupos, subgrupos, e unidades derivadas na etapa 4	Organizador arranjar os grupos, subgrupos e isoladas derivados na etapa 4
Plano verbal	[Trabalho no plano verbal]
6. Nomear campos e elementos de dados	
Plano notacional	[Trabalho no Plano de notação]
7. Atribuir tags a campos, codificação, etc	

Fonte: Neelameghan (1992, p. 37, tradução nossa)

No QUADRO 18 Neelameghan (1992) apresenta as comparações entre o processo de desenvolvimento do esquema conceitual para se projetar um banco de dados (que envolve a identificação das entidades, seus atributos e as relações entre as entidades e seu respectivo mapeamento) e o processo de concepção de um esquema para conhecimento ou classificação de assunto. Observa-se que Neelameghan (1992) delimita as comparações utilizando a notação dos tres planos de trabalho de *Ranganathan*, plano das idéias, o plano verbal e o plano notacional, pois o autor considera que essa abordagem pode ser aplicada no projeto de banco de dados.

6 O CONTEXTO DO SISTEMA DE BIOMONITORAMENTO: PROJETO MANUELZÃO/UFMG

O Projeto Manuelzão foi criado por iniciativa de professores da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), do Departamento de Medicina Preventiva e Social, por meio da aplicação de uma disciplina obrigatória denominada Internato em Saúde Coletiva (conhecida como 'Internato Rural'). Nesta disciplina, os estudantes de medicina atuam em municípios do interior de Minas Gerais, durante três meses e seu objetivo é propiciar aos alunos do curso a oportunidade de vivenciar a relação entre a medicina e a sociedade. Diante desta vivência foi possível perceber a intensa relação do meio ambiente com a saúde. E é justamente com essa nova percepção e com o desejo de agregar valores maiores à medicina e ao seu ensino que o Projeto teve o seu nascimento com o nome de Projeto Rio das Velhas em 1990, que mais tarde, em 1996, é revisto e se apresenta com o nome de Projeto Manuelzão, passando a se fazer a relação do nome do Sr. Manoel Nardi com a história do Projeto, homenageando, desta forma, o vaqueiro, eternizado pelo autor Guimarães Rosa (LISBOA, 2005; PROJETO MANUELZÃO, 2011).

O foco do Projeto foi a bacia hidrográfica do rio das Velhas, composta de 51 municípios mineiros, da parte central do estado. O Projeto traz como proposta a mobilização da população dos municípios existentes ao longo das margens dos rios que compõem a bacia, a participação das lideranças políticas e dos seguimentos empresariais para a urgência da revitalização do Rio das Velhas, sempre mantendo a ligação entre a ação do meio ambiente com a qualidade de vida ou seja.

A escolha de uma bacia hidrográfica é explicada pela sua representatividade como unidade de diagnóstico e planejamento, permitindo uma ação transdisciplinar, transetorial e interinstitucional dentro de um espaço definido. O estudo da bacia permite uma análise sistêmica e integrada dos problemas e das necessidades de intervenções sobre a mesma. O desenvolvimento desta metodologia de trabalho foi construído por meio de parcerias com os municípios compreendidos na bacia e com o governo do estado de Minas Gerais, dentre outros órgãos. A certeza do

acertamento na escolha da bacia veio com o levantamento de uma pesquisa, que aponta a sobrevivência de mais de cem espécies de peixes e revelam o impacto negativo da Região Metropolitana de Belo Horizonte nesta realidade (LISBOA, 2005).

6.1 Atuações do Projeto Manuelzão

O conceito de atuação do projeto foi se abrindo de forma natural, enquanto eram ministradas palestras onde se considerava a saúde, o meio ambiente e a cidadania os focos centrais. Desde o início do projeto foi intuído, pelos integrantes do mesmo, que uma maior dimensão política deveria se alinhar ao processo. Foram enumerados pontos considerados principais que receberiam influencia diante da revitalização da bacia, destacando-se:

- 1) Combate a fome, pela restituição da fonte de proteínas com o retorno à produção natural de peixes;
- 2) pequenas atividades comerciais relacionadas com a pesca, envolvendo a população ribeirinha;
- 3) fonte abundante de água para consumo humano;
- 4) fonte para dessedentar animais silvestres e da produção animal;
- 5) fonte de água para irrigação agrícola;
- 6) espaço de lazer para as populações destes municípios;
- 7) hidrovia, pelo menos para o comércio e transporte de pessoas nas pequenas e médias distâncias;
- 8) turismo, hidrográfica do rio das Velhas, compreendendo, total ou parcialmente, cinquenta e um municípios do estado de Minas Gerais (LISBOA, 2008, p. 65)

Após a definição do território e do tema a serem abordados nos trabalhos, foi percebida uma necessidade de se definir quais indicadores de avaliação seriam seguidos com objetivo de se acompanhar o desenvolvimento e sucesso do projeto. A presença do elemento água surgiu, novamente, em conformidade com os ideais e a atividade do projeto. Desta forma, o peixe passa a ser principal marco indicador do progresso, permitindo verificar os resultados obtidos no processo. Assim sendo, o conjunto de seres vivos, situados nas águas da bacia, tendo como referencia iconográfica o peixe, seria o indicador da qualidade do uso e ocupação do solo e da condição do ecossistema avaliado. “A água foi se afirmando como sangue da Terra” (LISBOA, 2008, p. 60). Este então passou a ser o elemento principal da medição, monitoramento e avaliação do progresso das atividades propostas no âmbito do projeto. A qualidade de sua fauna ictiológica e bentônicas, formada por seres

habitantes das águas, refletiria também a mentalidade cultural da sociedade local. Desta forma, a água surge como um suporte avaliativo,, uma referência de qualidade universal e como instrumento de monitoramento e de solução ambiental.

6.2 Meta 2010 - Meta 2014

A Meta 2010 transmitiu a crença em um novo tempo, caracterizado por uma complexa rede transdisciplinar, resumindo-se como um acordo firmado entre governantes, a sociedade civil e entidades empresariais para a navegação e pesca e nado no Rio das Velhas, se não de todo, pelo menos já em suas partes, até o ano de 2010. Para isso se fazia necessário a classificação desse trecho do rio na Classe II, um padrão do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAM), baseado na Resolução 20, de dezoito de Junho do ano de mil novecentos e oitenta e seis (Diário Oficial, Seção 1, 30/07/1986) e atribui às águas doces Classe II as seguintes características:

sejam destinadas 1) ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado; 2) à proteção das comunidades aquáticas; 3) à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); 4) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rente ao solo e que sejam consumidas cruas sem remoção de película e 5) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas a alimentação humana (BRASIL, 1986, p. 11356-1360)

Atingir as característica das águas de Classe II, exige que interesses dos vários segmentos socioeconômicos da bacia hidrográfica do Rio das Velhas sejam interligados, para agir em seus piores trechos, beneficiando, desta forma, o rio como um todo. Ao se efetuar a avaliação da Meta 2010, verificou-se que houve 60% de sucesso, ao se considerar que se nadou com segurança em Santo Hipólito, na região de Curvelo, no médio curso do rio (PROJETO MANUELZÃO, 2011).

Para a continuidade do projeto, foi lançada a Meta 2014, tendo como objetivos o nado na Região Metropolitana de Belo Horizonte (RMBH), a continuidade do retorno dos peixes, a exclusão de construções de barragens na calha do Rio das Velhas e na bacia do Rio Cipó. O maior objetivo da Meta 2014 é “a conquista de uma

sociedade com nova visão-de-mundo que seja civilizatoriamente superior, ecossistemicamente adequada às necessidades de todas as espécies, verdadeiramente democrática e justa, abolindo fronteiras e preconceitos²⁵. O documento, com objetivos da meta 2014, foi assinado dia 14 de Agosto de 2010, às margens do rio das Velhas, pelo então governador de Minas Gerais, o Sr. Antonio Anastasia, pelo ex-governador Aécio Neves, e por diversos prefeitos de cidades do entorno da bacia, entre os quais o prefeito de Belo Horizonte, Márcio Lacerda e os coordenadores do Projeto Manuelzão (PROJETO MANUELZÃO, 2011).

6.3 Nuvelhas

O Projeto Manuelzão é composto por uma equipe multidisciplinar de professores e estagiários, e sua coordenação está sediada na Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais sendo que outras equipes estão situadas na Faculdade de Filosofia e Ciências Humanas (Departamento de Comunicação Social), no Instituto de Ciências Biológicas, no Instituto de Geociências e no Núcleo Transdisciplinar e Transinstitucional pela Revitalização da Bacia do Rio das Velhas - NuVelhas, situado na Unidade Administrativa III do Campus Pampulha/UFMG. O Nuvelhas é composto por uma equipe de biólogos, geólogos e geógrafos que buscam soluções conjuntas para os problemas da bacia.

Apresenta-se a seguir a organização do projeto Manuelzão, na FIG. 42 e destaca-se o Geoprocessamento, que recebe e fornece informações de vários setores do projeto e de entidades externas:

²⁵ Projeto Manuelzão (2011)

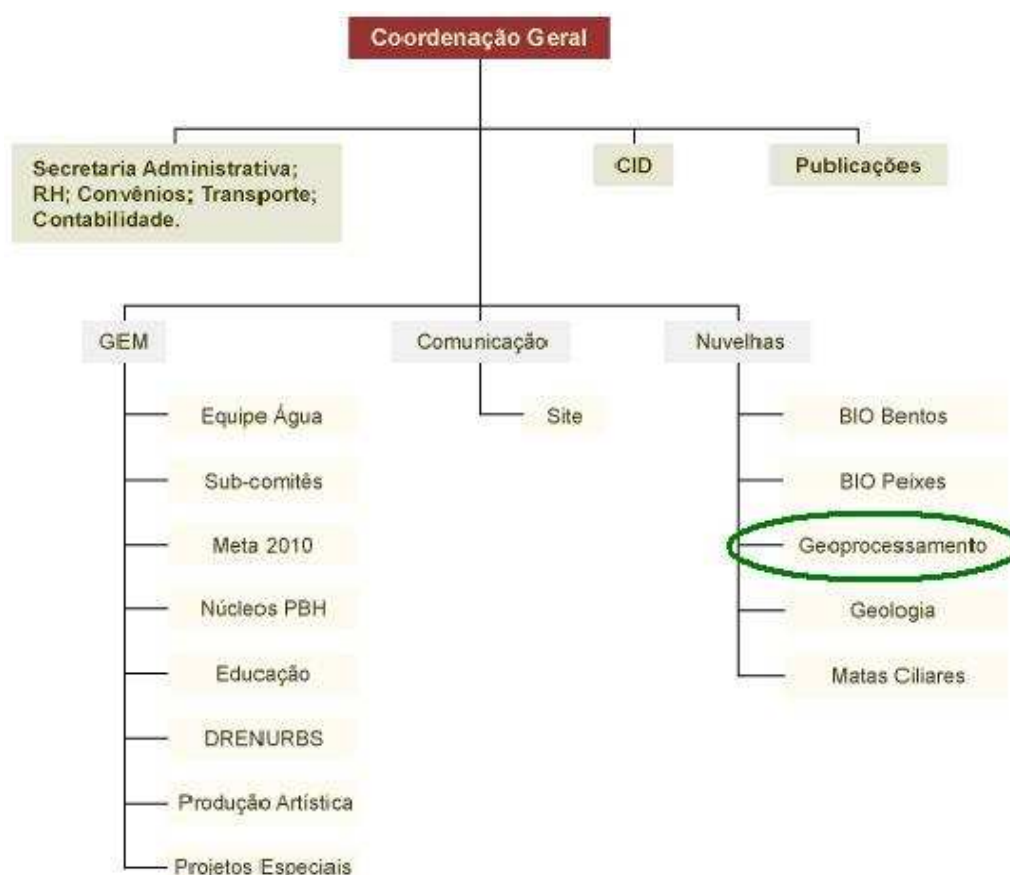


Figura 42 – Estrutura do Projeto Manuelzão, destaque, pela autora, do Geoprocessamento
 Fonte: Projeto Manuelzão (2011)

Foi por meio da coordenação do setor de geoprocessamento, na época a professora Lussadra Gianasi, que se abriram as portas do Projeto Manuelzão para a efetivação da presente pesquisa. O geoprocessamento, do projeto Manuelzão, atua desde fevereiro de 2003, implementando um banco de dados georeferenciado sobre a bacia do Rio das Velhas. O banco de dados é resultado da compilação de diversos tipos de arquivos obtidos de vários órgãos de planejamentos governamentais e prestadores de serviços públicos, em especial do estado de Minas Gerais. O banco possui informações topográficas e hidrográficas das cartas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e a Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (DSG), as divisões políticas elaboradas pelo Instituto de Geociências Aplicadas (IGA), a malha rodoviária fornecida pelo Departamento de Estradas e Rodagens (DER), toda a base georeferenciada do município de Belo Horizonte, pelo Processamento de Dados de Belo Horizonte (PRODABEL). Destaca-se, também, a fonte de imagens orbitais da série *Landsat*, disponibilizadas pela *University of Maryland* (EUA), e as imagens do *China-Brazil Earth Resources Satellite (CBERS)*,

(Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres), disponibilizadas e atualizadas pelo Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE) (MACEDO; MAGALHÃES, 2008)

6.3.1 Sistema de biomonitoramento de águas

Na moderna legislação brasileira sobre águas (Lei Federal sobre Recursos Hídricos N.9433/1997) é dada uma grande importância à bacia hidrográfica como unidade territorial para o gerenciamento dos recursos hídricos, visando suas múltiplas utilizações (BRASIL, 1997).

Dentro das pesquisas desenvolvidas pelo Nuvelhas encontra-se o biomonitoramento, atividade fundamental para o gerenciamento sustentável dos recursos hídricos. Utiliza-se o biomonitoramento como uma ferramenta de avaliação das alterações ocorridas em um rio e sua bacia hidrográfica, avaliando a qualidade da água e dos organismos vivos. Esta avaliação e monitoramento ocorrem através de análises, ao longo do tempo das mudanças ocorridas no ambiente, ocasionadas por aspectos externos, tais como desmatamento das matas de galeria (mato de beira de rio), o lançamento de esgotos e efluentes industriais sem o devido tratamento, e nas respostas de organismos que vivem no fundo destes ecossistemas, os Macroinvertebrados Bentônicos.

Denomina-se Macroinvertebrados Bentônicos aos organismos aquáticos (na fase de larva ou adulto) de hábito bentônico, ou seja, os que habitam o fundo (sedimento) de rios e lagos aderidos a pedras, cascalhos e folhas ou enterrados na lama ou areia. Os macroinvertebrados bentônicos são classificados quanto à sua tolerância a mudanças na qualidade das águas e podem ser encontrados em ecossistemas aquáticos naturais, alterados e/ou impactados.²⁶ São exemplos de macroinvertebrados bentônicos as larvas de mosquitos (insetos) como os pertencentes à família *Chironomidae* (Ordem: Diptera), minhocas d'água pertencentes à classe *Oligochaeta* (*Annelida*). Por serem considerados sensíveis à poluição ou degradação dos ecossistemas aquáticos, os insetos aquáticos,

²⁶ Projeto Manuelzão (2011)

pertencentes às Ordens *Plecoptera*, *Ephemeroptera* e *Trichoptera* são utilizados como bioindicadores para avaliar a qualidade de água.

Por um período de mais de meio século, esse trabalho de gerir os recursos hídricos foi baseado em normas estrangeiras rígidas e desenvolvidas com má qualidade, além de focar somente em características físico-químicas da água. A questão dos bioindicadores foi colocada em foco recentemente no Brasil, por representantes de ONGs e pelo governo, até ser aderido pelo ordenamento jurídico. No monitoramento biológico é avaliado as mudanças na estrutura e na composição das comunidades aquáticas, que contem os macroinvertebrados bentônicos. A equipe do Laboratório de Ecologia de Bentos do Instituto de Ciências Biológicas (ICB) da UFMG vem desenvolvendo o Programa de Biomonitoramento da Qualidade das Águas na Bacia do Rio das Velhas e, para garantir o desenvolvimento constante do trabalho proposto são necessárias a discussão, revisão e validação dos sistemas e metodologias.

A rede de biomonitoramento se desenvolveu a partir do aumento da necessidade de se entender o comportamento dos organismos bentônicos, peixes e dados físico-químicos em toda a bacia e também por novos projetos financiados por órgãos diversos. Em seu início a rede compunha-se de 7 (sete) pontos, que monitoravam dados para o Projeto *Drenurbs*, lançado no ano de 2003, pela Prefeitura de Belo Horizonte, atendendo às diretrizes do Plano Diretor de Drenagem do Município, objetivando encontrar alternativas para a gestão das águas. Entre as metas desse Projeto estão a separação do esgoto das águas pluviais, combate a erosão, ampliação da coleta de lixo, remoção e reassentamento das famílias alocadas em áreas de risco, promoção da educação ambiental, entre outras. O planejamento é para 30 anos e pretende recuperar 73 (setenta e três) bacias.

Ao se entender a necessidade da análise dos dados da calha para uma maior compreensão da bacia passou-se para 16 (dezesesseis) os pontos biomonitorados. A RMBH era agraciada em maior número de pontos que as outras áreas e dessa forma foram aumentados para 24 (vinte e quatro) os pontos com a inclusão de importantes afluentes. Em no ano de 2004 a rede atingiu 37 (trinta e sete) locais

analisados, o que permanece até o ano de 2013, mas existem definições de aumentos desses pontos.

A metodologia do processo de obtenção de dados bióticos e abióticos no Nuvelhas tem sido feita por meio de estudos sobre a ocorrência, distribuição, abundância e diversidade dos organismos vivos, constantes na bacia do Rio das Velhas. Utiliza-se deste monitoramento como uma ferramenta de avaliação das mudanças ocorridas na bacia ao longo do tempo, pretendendo mostrar que as mudanças ambientais decorrentes de impactos externos afetam estes organismos presentes na bacia.

O Nuvelhas realiza dois tipos de biomonitoramento:

- a) Avaliação e monitoramento dos organismos que vivem no fundo dos ecossistemas aquáticos denominados Macroinvertebrados Bentônicos;
- b) Estudos sobre a ocorrência, distribuição e diversidade de peixes na bacia do Rio das Velhas. Nestes estudos, 16 são realizados na calha principal do Rio das Velhas, em seus principais afluentes e nas lagoas marginais.

Os resultados do biomonitoramento permitem avaliar os locais que apresentam melhor qualidade ambiental, assim como, os locais mais afetados principalmente pelas atividades antrópicas como desmatamento das matas ciliares, lançamentos de esgotos e efluentes industriais sem tratamento.

O Projeto Manuelzão realiza o Biomonitoramento dos Macroinvertebrados Bentônicos em quatro (4) campanhas anuais de amostragens de campo, sendo (2) duas no período de chuvas e (2) duas no período de seca. Hoje são monitorados trinta e sete (37) pontos ao longo da bacia do Rio das Velhas. Coletam-se amostras de água para análises de parâmetros físicos e químicos em laboratório e amostras do fundo dos rios e afluentes de sedimentos para estudo ecológico dos Macroinvertebrados Bentônicos.

A avaliação do nível de impacto antrópico em cada trecho de bacia é feita por meio do Protocolo de Avaliação Rápida das Condições Ecológicas e da Diversidade de Habitat em Trechos de Bacia Hidrográficas proposto por Callisto *et al.* (2002). Este protocolo avalia um conjunto de parâmetros em categorias descritas e pontuadas de

0 a 4, e de 0 a 5. O valor final do protocolo de avaliação é obtido por meio do somatório dos valores atribuídos a cada parâmetro, de forma independente. De posse das pontuações finais avalia-se o nível de preservação das condições ecológicas dos trechos de bacias, onde a pontuação de 0 a 40 representa trechos impactados; de 41 a 60 representa trechos alterados; e acima de 61, os trechos são considerados como naturais.

Na FIG. 43 apresentam-se os 37 pontos de coleta e amostra, ao longo do curso do Rio das Velhas:

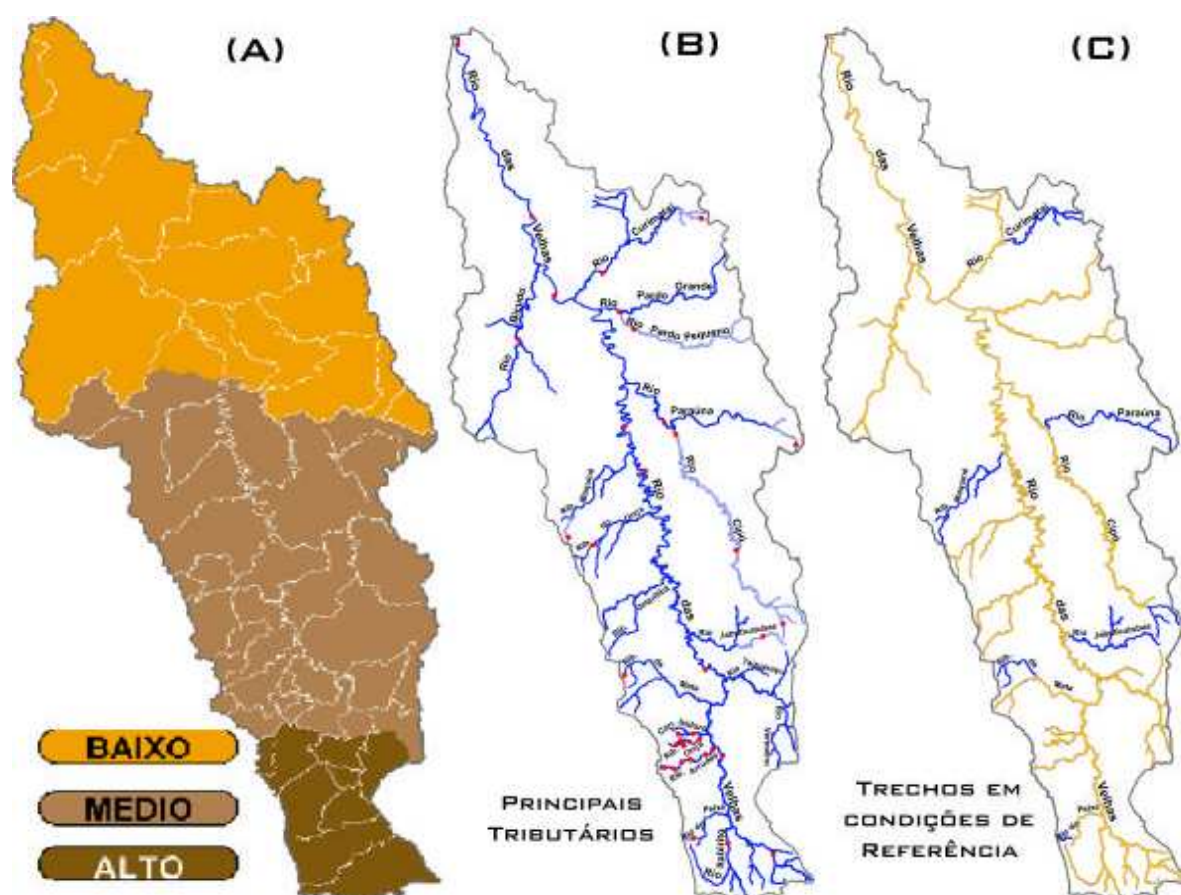


Figura 43 – Bacia hidrográfica do Rio das Velhas e suas divisões em trechos (A) principais tributários e pontos de coleta (B) e trecho de rios em condições de referência (C).
Fonte: Projeto Manuelzão (2011)

Na FIG. 43 está representado a Bacia hidrográfica com seus respectivos trechos (alto, médio e baixo), os pontos de coletas de amostras e os trachos em condições de referência.

As informações obtidas por meio da coleta de amostras trabalhadas e repassadas a diversas entidades, entre elas a Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEAM), Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA/MG) . Esses relatórios são distribuídos pelo Centro de Documentação e Informação (CID) do Manuelzão. Essas informações possuem um alto rigor científico, pois segundo Callisto (2004), a equipe participante do Biomonitoramento de Qualidade das Águas na bacia do Rio das Velhas busca constantemente parcerias com órgãos e instituições municipais, estaduais e federais.

Por meio do Convênio do Projeto Manuelzão/UFMG com a COPASA, são realizadas, no Laboratório Metropolitano, análises de parâmetros físico-químicos e microbiológicos de qualidade de água, segundo metodologias do Standard Methods e com certificação ISO 9001. Estas parcerias envolvem também fontes de financiamento de órgãos de fomento à pesquisa, como o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Secretaria do Estado de Educação de Minas Gerais e Prefeitura Municipal de Belo Horizonte.

As metodologias utilizadas em campo e na análise de resultados tem sido objeto de discussão regular no âmbito de um Acordo de Cooperação Técnico-científico com pesquisadores da *US Environmental Protection Agency* (Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos) e da *Oregon State University*. O acordo prevê o intercâmbio de pesquisadores e de pós-graduandos, além da viabilização de cursos e treinamentos. Os resultados obtidos são apresentados e discutidos em eventos nacionais e internacionais. Também, em reuniões, palestras e mesas-redondas, os informes técnico-científicos são repassados para integrantes dos comitês de sub-bacias para fomentar sua participação efetiva e conhecimento da situação atual.

7. METODOLOGIA: Material e Método

Conforme a sua natureza, uma pesquisa pode ser classificada em básica ou aplicada. De acordo com Gil (1999), a pesquisa aplicada gera conhecimentos voltados a solucionar problemas específicos, de interesses locais. Quanto à abordagem do problema a pesquisa pode ser qualitativa ou quantitativa. Segundo Oliveira (2002, p. 117) a abordagem qualitativa permite “[...] descrever a complexidade de uma determinada hipótese ou problema; analisar a interação de certas variáveis; [...]. Já a abordagem quantitativa “[...] procura quantificar os dados e aplicar alguma forma de análise estatística” (MALHOTRA, 2001, p. 155). No que diz respeito aos procedimentos técnicos a pesquisa classifica-se em bibliográfica, documental, experimental, levantamento, estudo de caso, pesquisa de campo, participante, pesquisa ação, pesquisa *expost facto* (observador faz um estudo sobre fatos já ocorridos). Em relação aos seus objetivos a pesquisa pode ser exploratória, descritiva ou conclusiva (GIL, 1999; LAKATOS, 2000).

Conforme a classificação acima se considera a pesquisa apresentada como sendo de natureza aplicada, uma vez que gera conhecimento ao ambiente da realidade de onde os dados foram obtidos, utilizando-se de técnicas dos campos da CI e da CC, para modelar determinados aspectos do domínio do Biomonitoramento das Águas da Bacia do Rio das Velhas. Além disso, a pesquisa possui uma abordagem qualitativa, visto que esta modelagem, utilizando as teorias de *Ranganathan* e de *Peter Chen*, não é traduzida em números e sim na observação e descrição, pelo pesquisador, das correspondências significativas entre as mesmas. O processo de interpretar e dar significados aos fenômenos estudados é a base da pesquisa qualitativa, onde a análise dos dados possui um argumento indutivo, baseado em uma estrutura de conhecimento do pesquisador.

A fundamentação metodológica da presente tese, desenvolvida por pesquisas bibliográficas, demandou um mergulho nas teorias de análise facetada de *Ranganathan* e de modelagem de entidades relacionamentos de *Peter Chen* para posterior aplicação intercomplementar dos métodos delas constantes, no domínio do Biomonitoramento das Águas da Bacia do Rio das Velhas. O objetivo dessa

fundamentação teórico-metodológica foi levantar os conceitos e métodos fundamentais de cada autor e utilizá-los para conceituação e construção da metodologia de modelagem conceitual desenvolvida nesta tese.

Em relação aos objetivos, esta pesquisa caracteriza-se também como exploratória; geralmente a pesquisa exploratória tem como base pesquisas bibliográficas, focalizando em estudos de caso. De acordo com Gil (1999) esta modalidade proporciona uma maior familiaridade com o problema, permitindo a explicitação do mesmo, a construção de hipóteses ou pressupostos; envolve, além do levantamento bibliográfico, entrevistas com pessoas relacionadas à prática do problema pesquisado e análise do material coletado, visando-se, no caso desta pesquisa, à modelagem de entidades do domínio. O levantamento das entidades foi feito na literatura científica do domínio e durante toda a determinação das categorias e posterior construção do MER, profissionais de pesquisa do Projeto Manuelzão/Novelhas foram consultados e participaram da elaboração e definição das mesmas.

Quanto aos procedimentos técnicos, no que diz respeito à seleção de fontes, este trabalho também envolveu pesquisa bibliográfica. Segundo Gil (1999), a pesquisa bibliográfica é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros, artigos científicos e materiais disponibilizados em bases de dados credenciadas. Além disso, a pesquisa de campo é vinculada a critérios de escolha da amostragem e o meio pelo qual serão coletados os dados, além dos critérios de análise desses dados (GIL, 1999).

Na época da aplicação empírica deste trabalho não havia nenhum projeto de sistemas sobre o biomonitoramento no Novelhas, em fase de projeto conceitual, então, por este motivo esta pesquisa utilizou basicamente textos / documentos científicos, que são escritos com critérios metodológicos, e, por meio destes, estudou-se aspectos específicos do biomonitoramento. O material usado nesta tese foi levantado em fontes documentais relacionadas ao domínio focalizado, e será mostrado durante a apresentação da metodologia desenvolvida.

Com objetivo de identificar as relações complementares e suplementares entre a análise facetada de *Ranganathan* e o Modelo ER de *Peter Chen* elaborou-se uma metodologia, onde ambas as teorias são aplicadas na modelização de um domínio/sistema. A operacionalização da parte empírica desta pesquisa foi baseada na aplicação desta metodologia. Na sequência apresentam-se as etapas metodológicas e sua aplicação no domínio do biomonitoramento.

7.1 Fases da metodologia para a categorização e modelagem.

São duas as grandes fases teórico-metodológicas desta pesquisa. A primeira relaciona-se aos princípios de modelagem de *Ranganathan* interpretada por vários autores, tal como apresentado no Capítulo 3; a segunda fase relaciona-se à modelagem das entidades e relacionamentos, proposta baseada na teoria de *Peter Chen*, apresentada no Capítulo 4.

A primeira fase, a da Análise Facetada, contemplou as seguintes etapas:

- 1) Definição e delimitação do assunto a classificar;
- 2) Exame da literatura do assunto;
- 3) Seleção e preparação dos termos encontrados;
- 4) Exame e definição dos termos selecionados, por meio dos textos ou em outras fontes do tema;
- 5) Análise dos termos e distribuição pelas categorias;
- 6) Análise dos termos incluídos em cada categoria, reconhecimento das facetas e agrupamento dos conceitos relacionados.

Já a segunda fase, da Modelagem ER, foram contempladas as seguintes etapas

- 1) Levantamento e análise dos requisitos
- 2) Descrição do 'mini-mundo' e dos requisitos de dados do sistema; retorno à literatura do assunto
- 3) Identificação das entidades, atributos e relacionamentos, com apoio dos resultados encontrados no PMEST
- 4) Confecção do MER

As etapas apresentadas na primeira fase são decorrentes de uma compilação da abordagem de vários autores sobre a elaboração de uma análise facetada, apresentada, com aplicação de partes da teoria de Ranganathan. A segunda fase, relacionado à confecção do modelo ER, teve como base os conceitos apreendidos e apresentados no capítulo 4, principalmente no exposto por Elsmari e Navathe (2011). O diferencial nesta segunda fase está no suporte oferecido à confecção do MER pela estrutura resultante da categorização dos termos pelo PMEST, realizado na primeira fase. O objetivo foi de estudar e justificar as conexões possíveis entre essas duas formas de representar uma realidade, conforme foi preconizado por Kashyap (2001).

A seqüência metodológica com suas respectivas fases/etapas e descrições serão apresentadas a seguir, de forma detalhada, assim como sua utilização neste trabalho.

7.1.1 Primeira fase – Análise categorial e facetada.

A primeira fase da pesquisa é composta de 6 etapas. O QUADRO 19 apresenta as etapas da análise categorial e facetada:

QUADRO 19
Fases da primeira etapa da metodologia

Etapas	Primeira Fase: Análise facetada
1	Definição e delimitação do assunto a classificar
2	Exame da literatura do assunto
3	Seleção e preparação da terminologia encontrada;
4	Exame e definição dos termos selecionados, por meio dos textos ou em outras fontes do tema.
5	Análise dos termos e distribuição pelas categorias
6	Análise dos termos incluídos em cada categoria, reconhecimento das facetas e agrupamento dos conceitos relacionados;

Fonte: Dados da pesquisa

7.1.1.1 Etapa 1 – Definição e delimitação do assunto a classificar.

Na primeira etapa busca-se definir o campo a ser modelado. Segundo Piedade (1983), define-se nesta etapa o que se denomina assunto central ou assunto do núcleo (*core subjects*) e os assuntos marginais (*fringe subjects*). Os assuntos centrais, como a própria designação já traduz, são aqueles que estão especificamente relacionados com o tema a se classificar, e os assuntos marginais referem-se a outros temas abordados e que de alguma forma se relacionam ao tema central.

O campo definido, para a aplicação empírica deste trabalho, foi o domínio do Biomonitoramento das Águas da Bacia do Rio das Velhas, processo especializado que ocorre dentro do Projeto Manuelzão da UFMG, do subprojeto Nuvelhas. Este domínio foi restrito ao biomonitoramento efetuado por meio dos macroinvertebrados bentônicos, pois também são realizadas pesquisas no Projeto Manuelzão com o biomonitoramento da ictiofauna²⁷ da bacia do Rio das Velhas, não sendo esta a abordagem principal deste trabalho. O biomonitoramento de águas é considerado um campo de pesquisa que envolve diferentes áreas do conhecimento, e entre as principais se encontram a biologia e a geografia.

No caso do biomonitoramento o assunto central relaciona-se com a coleta periódica de amostras de sedimentos, de macroinvertebrados bentônicos (bentos) e da água, em locais específicos da Bacia do Rio das Velhas, denominados de estação de amostragem ou ponto de coleta. Estas coletas acontecem em períodos específicos do ano. Os materiais coletados são avaliados por meio de vários tipos de análises e medidas físicas, químicas, biológicas e estatísticas. Com os resultados destas análises pode-se avaliar, nos pontos onde foram coletados os materiais, o nível do impacto sofrido pela bacia hidrográfica decorrente das alterações efetuadas em seu ecossistema. Os assuntos marginais do domínio estudado foram definidos como todos aqueles que motivaram a existência do biomonitoramento, tais como, os impactos ocasionados na região, as políticas e programas de recuperação da bacia, as organizações financiadoras de tais programas, leis de proteção ambiental e outros assuntos.

²⁷ Denomina-se de ictiofauna à totalidade das espécies de peixes existentes em uma região.

7.1.1.2 Etapa 2 – Exame da literatura do assunto.

Na segunda etapa, após a definição do domínio a ser estudado, busca-se selecionar as fontes que abordem o assunto pesquisado. Estas fontes podem abranger tanto a literatura científica ou especializada quanto documentos, atas e pautas de reuniões, todos relativos ao assunto sobre o domínio a ser modelado. Definiu-se para este trabalho a utilização dos textos científicos originados das pesquisas desenvolvidas no Projeto Manuelzão/Nuvelhas e cuja abordagem tivesse como foco principal o estudo do biomonitoramento da rede de amostragem da Bacia do Rio das Velhas. Existem outros projetos que realizam este estudo, mas não foi o objeto desta pesquisa.

Os documentos, utilizados para este estudo, foram pesquisados e encontrados na Biblioteca Virtual do Projeto Manuelzão, (onde se disponibiliza um acervo de teses, dissertações, artigos, mapas e demais publicações científicas e literárias, produzidos pelo próprio projeto ou por seus parceiros), localizada no *site* <<http://www.manuelzao.ufmg.br/>>; e na Biblioteca Virtual do Laboratório de Ecologia de Bentos da Universidade Federal de Minas Gerais, disponibilizada no *site*: <http://www.biogeral.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/Page439.htm>. Também se pesquisou a documentação que fica disponível nas instalações do NUVELHAS, no Prédio Administrativo III, do campus da UFMG . Procurou-se textos compreendidos entre o ano de 1999, início da rede de amostragem do biomonitoramento, até 2010, quando se finaliza o projeto Meta 2010, e que tivessem sido escritos na língua portuguesa.

A escolha e análise dos documentos, com objetivo de conhecer a realidade a ser estudada (o domínio), baseou-se na análise de conteúdo e de assunto. Utilizou-se a fase de pré-análise, com suas regras constituintes, definidas por Bardin (1997), tais como a regra da exaustividade, a regra de pertinência e a regra da representatividade. Na aplicação da regra da exaustividade os documentos recuperados deveriam conter os principais termos do domínio '*Biomonitoramento*' e '*Bacia do Rio das Velhas*. Após a pesquisa e recuperação dos documentos, foi realizada uma leitura técnica nos mesmos, com objetivo de se verificar se estavam realmente inseridos no domínio buscado. A adequação dos documentos à regra de pertinência origina-se do fato dos mesmos estarem em correspondência com o

objetivo da pesquisa. Tal comprovação se obtém pelo fato de serem documentos que têm como foco específico o biomonitoramento das águas da Bacia do Rio das Velhas e de serem documentos elaborados e aceitos pela comunidade do estudo. Finalmente, para a regra da representatividade, buscou-se textos que representem de forma significativa o domínio que será estudado, fato verificado pela origem dos mesmos. Todos os trabalhos acadêmicos selecionados foram produzidos pelos pesquisadores participantes do Projeto Manuelzão. Verificou-se que quatro dos textos selecionados tem a participação, em sua elaboração, do Prof. Marcos Callisto, que atuava até a época da pesquisa, como Professor Associado III no Departamento de Biologia Geral (ICB) da Universidade Federal de Minas Gerais, coordenando o Laboratório de Ecologia de Bentos; sendo pesquisador associado ao NUVELHAS/Projeto Manuelzão/UFMG, participando de atividades de pesquisa, ensino e extensão na bacia do rio das Velhas e na bacia do Rio São Francisco. Outro aspecto da documentação utilizada relaciona-se ao fato dos autores dos mesmos estarem ou estiveram diretamente relacionados ao Nuvelhas e suas pesquisas.

Ao final da pesquisa e recuperação de documentos, que permitiriam um entendimento do domínio a ser modelado, foram selecionados oito (08) documentos e uma planilha de dados. Os documentos foram numerados de forma seqüencial, esta numeração teve uma função de indexador, onde cada termo selecionado de um documento trouxe sua identificação por meio deste numero.

A numeração dos textos (documentos) com suas respectivas descrições são apresentadas na TAB. 4, a seguir:

TABELA 4
Relação dos textos (documentos) utilizados na parte empírica da tese

Nº DO TEXTO	DENOMINAÇÃO DO TEXTO
Texto 1	Título: Relatório de Sistematização de Dados do Biomonitoramento – Projeto Manuelzão Autoria: Lussandra Martins Silva Referência: (SILVA, 2008)
Texto 2	Título: Monitoramento de macroinvertebrados bentônicos bioindicadores de qualidade de água ao longo da bacia do rio das Velhas (MG) Autoria: Wander Ribeiro Ferreira Referência: (FERREIRA, 2004)
Texto 3	Título: Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas Autoria: Wander Rodrigues Ferreira, Ludemar Tavares Paiva e Marcos Callisto Referência: (FERREIRA; PAIVA; CALLISTO, 2009)
Texto 4	Título: Bioindicadores de Qualidade de Água ao Longo da Bacia do Rio das Velhas (MG). Autoria: Pablo Moreno e Marcos Callisto Referência: (MORENO; CALLISTO, 2009)
Texto 5	Título: Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores Autoria: Marcos Callisto, José Francisco Gonçalves Júnior e Pablo Moreno Referência: (CALLISTO; GONÇALVES JÚNIOR; MORENO, 2009)
Texto 6	Título: Programa de biomonitoramento de qualidade da água e biodiversidade bentônica na Bacia do Rio das Velhas. Autoria: Marcos Callisto e Pablo Moreno Referência: (CALLISTO; MORENO, 2009)
Texto 7	Título: Efetividade de Áreas Protegidas na conservação da qualidade das águas e biodiversidade aquática em sub-bacias de referência no Rio das Velhas (MG). Autoria: Aline Paz, Pablo Moreno, Lucas Rocha e Marcos Callisto Referência: (PAZ et al, 2009)
Texto 8	Título: Bioindicadores como ferramenta para o manejo, gestão e conservação ambiental Autoria: Marcos Callisto e Pablo Moreno Referência: (CALLISTO; MORENO, 2006)

Fonte: Dados da pesquisa

Os arquivos, contendo os textos selecionados (TAB. 4) se encontram disponíveis no CD, material adicional desta tese.

Os registros primários das coletas dos pesquisadores se encontram anotados em cadernos de campo, no Laboratório do Nuvelhas no prédio Administrativo III do campus da UFMG. As anotações realizadas no período de março/2003 a fevereiro/2009 foram, também, registradas em uma planilha *Excel*. Esta planilha não era de domínio publico, mas foi disponibilizada para utilização neste trabalho. A planilha de dados serviu como fonte de pesquisa para a autora na confirmação dos dados de coleta. Os termos no trabalho empírico não foram dela retirados, pois todos foram encontrados nos textos pesquisados.

No QUADRO 20 apresentam-se as denominações dos dados na planilha:

QUADRO 20
Descrição das informações contidas na planilha

Dados contidos na Planilha	
Dados abióticos:	Ambientes; Estação; Ano; Mês; Condutividade (mS/cm); Fósforo Total (mg/L); Nitrogênio Total (mg/L); Oxigênio (mg/L); Sólidos Dissolvidos (mg/L); Turbidez (UT); pH; Temperatura °C; Profundidade (m); Velocidade (m/s); M. Orgânica (% p.s.); Seixos; Cascalho; AMG; AG; AM; AF; AMF; S + Argila
Dados de bentos	Código; Corpo D'água; Município; Trecho; Situação; Data; Amostrador (m ²); riqueza; Chironomidae; Oligochaeta; Aeshnidae; Ancyliidae; Anthomyidae; Baetidae; Belostomatidae; Caenidae; Canacidae; Calomoceratidae; coenagrionidae; Calopterigidae; Ceratopogonidae; Chrysomelidae; Coenagrionidae; Collembola; Corydalidae; Cordulidae (odonata); Corixidae; Culicidae; Curcolionidae; Decapoda; Dixidae; Dytiscidae; Dolichopodidae; Dryopidae; e suas respectivas densidades
Comparativos	Dados comparativos das amostras.

Fonte: Dados da pesquisa

Na próxima etapa será descrita a forma como se efetuou a seleção e indexação, dos termos selecionados.

7.1.1.3 Etapa 3 – Seleção e preparação dos termos encontrados.

Na busca dos termos significativos nas fontes selecionadas, relacionados ao objeto de pesquisa, utilizou-se a técnica de análise de assunto. Para esta etapa, assim como nas posteriores, verificou-se a importância do pesquisador possuir um conhecimento do assunto pesquisado, permitindo uma maior facilidade na identificação dos termos significativos nas fontes; com esse objetivo a pesquisadora foi auxiliada pelas biólogas Juliana Silva França, desde 2004 no Projeto e Ana Paula Eller, desde 2006, pesquisadoras do Projeto Nuvelhas, em vários momentos de insegurança quanto à compreensão das entidades, pelo fato de não deter conhecimento prévio do assunto. A experiência no uso da técnica de análise de assunto, também, foi percebida como sendo de real importância.

Nesta etapa fez-se o levantamento e definição das entidades/ termos, do universo do biomonitoramento, encontradas em cada uma das fontes documentais selecionadas e como consequência obteve-se um total aproximado de 1900 termos, os quais se encontram disponibilizados no CD. As entidades /termos receberam um refinamento inicial onde se fez uma análise preliminar dos vários conjuntos agrupados, ainda em ordem alfabética. Esta análise deriva-se da inconsistência lingüística das entidades /termos, devendo as mesmas ser preparadas para se chegar a uma lista que defina devidamente o domínio do objeto de estudo, observa-se que nesta pesquisa manteve-se o uso da linguagem natural, não tendo sido estes termos tratados por meio de vocabulários controlados.

Em seguida apresentam-se cada uma das partes que constituíram a presente etapa. Ao fazer a seleção das entidades / termos relevantes para o domínio utilizou-se a geração do índice remissivo²⁸, permitindo destacar os vários termos selecionados do texto, relativos ao objeto de estudo desta pesquisa. Após geração dos índices remissivos de cada texto, os termos foram identificados, segundo o texto a que se

²⁸ Antes de levantar os termos constantes nas fontes, foi feito um estudo, à distância, sobre como confeccionar índice remissivo, utilizando o editor de texto Word 2003. Esta aula encontra-se no *link* <http://www.youtube.com/watch?v=jgNiPfaPmKU>. Como a maioria dos documentos encontrava-se em arquivos de formato PDF foi utilizado o *site* <http://www.pdfword.com/> para converter os arquivos em formato DOC; excetuando-se o Texto1, que por estar bloqueado para cópia, foi enviado, em formato DOC, pela autora do texto

relacionavam, utilizando-se como identificador o número seqüencial do texto, mostrada na etapa anterior. Segue o exemplo na FIG. 44, que se refere ao Texto1:

.....
abióticos,1: 21,1: 22,1: 23,1: 24
ABIÓTICOS,1: 1,1: 9
abundância,1: 1
acima de 61 pontos,1: 4
afuentes,1: 2,1: 10,1: 5,1: 11,1: 12,1: 21,1: 23,1: 33,1: 40
.....

Figura 44– Excerto do Índice Remissivo do Texto1
Fonte: Dados de pesquisa

Na FIG. 44 temos como exemplo o termo ‘abióticos’, onde o primeiro número indica o texto do qual o termo foi selecionado (no exemplo o número “1” refere-se ao Texto1) e, logo após, seguido de dois pontos“:”, indica-se o número da página onde o termo se encontra no texto, após efetuado o índice remissivo no mesmo. No exemplo, o termo ‘abióticos’, se encontra nas páginas 1, 9, 21, 22, 23, 24 do Texto1. A numeração das páginas, onde o termo se encontra, representa uma possibilidade de quantificação de um determinado termo, ao longo dos textos utilizados, para uma pesquisa quantitativa, não sendo, no entanto, o objetivo deste trabalho. Esta identificação possibilitará rastrear a origem de cada termo, após a reunião dos termos selecionados, de todos os textos.

Verifica-se no FIG. 44 que alguns termos são mostrados em duplicidade, em função de formatos diferentes de escrita apresentados no texto original; por esse motivo colocou-se todos os termos em um formato padrão de letra, geralmente no formato de letra ‘minúscula’, conforme se verifica na FIG. 45 a seguir:

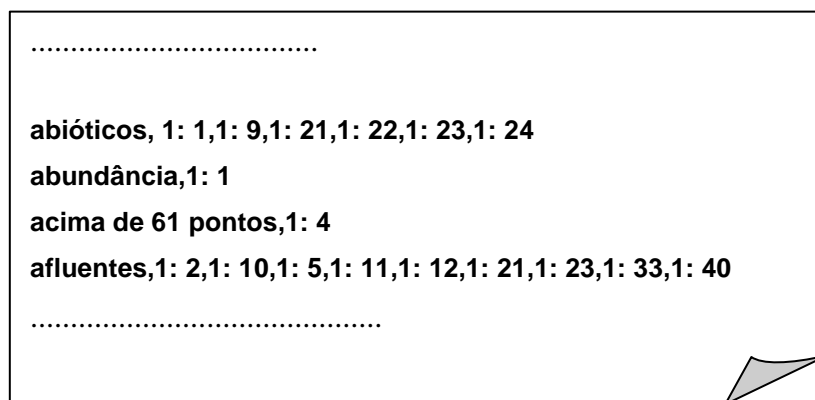


Figura 45 – Excerto do Índice Remissivo do Texto1, após formatação
 Fonte: Dados de pesquisa

Como exemplo, observa-se na FIG. 44, os termo “abióticos,1: 21,1: 22,1: 23,1: 24” e “ABIÓTICOS,1: 1,1: 9”. Para essas duas grafias, considerou-se somente a escrita em minúsculo “abióticos, 1: 1,1: 9,1: 21,1: 22,1: 23,1: 24”, acrescentou-se a este único termo as indicações de texto e páginas das formas de escrita anteriores (1: 1, 1: 9), conforme se verifica na FIG. 45.

Após a formatação dos índices remissivos de cada texto, fez-se a reunião dos mesmos em uma única listagem, agrupando-os, inicialmente, em ordem alfabética. A ordem alfabética vem do fato de tentar aproximar grafias semelhantes para serem, novamente, analisados. O resultado desse processo é apresentado a seguir na FIG. 46:

.....
agricultura,1: 4
agricultura,5: 3
ambiente aquático,1: 3
ambiente aquático,4: 16
comunidades bentônicas,1: 3,1: 7,1: 8,1: 10
comunidades bentônicas,4: 7,4: 23,4:24.
comunidades biológicas,5: 5,5: 4,5: 20
comunidades biológicas,2: 9
comunidades d e macroinvertebrados bentônicos,4: 1
comunidades d e macroinvertebrados bentônicos,2: 7.....
comunidades d e macroinvertebrados bentônicos, 5:9

Figura 46 – Excerto do índice remissivo dos textos, após a primeira junção de todos os índices remissivos, dos textos estudados
Fonte: Dados de pesquisa

Como pode ser visto na FIG. 46, vários termos, dos diferentes textos, se repetem, tornando-se necessário uma nova unificação e padronização dos mesmos, mantendo-se a indicação de texto e página dos termos unificados constantes em um único padrão. Como exemplo observa-se na FIG. 46 que o termo 'comunidades bentônicas' foi encontrado nos textos '1' e '4'. O termo foi mantido uma única vez, permanecendo os indicadores (numero do texto:numero da página do texto) dos termos unificados, conforme apresentado na FIG. 47:

.....
agricultura,1: 4,5: 3
ambiente aquático,1: 3,4: 16
comunidades bentônicas,1: 3,1: 7,1: 8,1: 10,4: 7,4: 23,4: 24
comunidades biológicas,5: 5,5: 4,5: 20,2: 9
comunidades de macroinvertebrados bentônicos,4: 1,2: 7,5: 9
.....

Figura 47 – Excerto do índice remissivo dos textos, após a segunda junção
Fonte: Dados de pesquisa

Após a preparação dos termos, conseguiu-se uma lista de aproximadamente 1900 termos designadores de entidades constituintes do domínio analisado, que,

inicialmente, foram organizados em ordem alfabética agrupando-se os termos similares.

7.1.1.4 Etapa 4 – Exame e definição dos termos selecionados, por meio dos textos ou em outras fontes do tema.

Nesta etapa foram feitas as seguintes verificações e acertos, utilizando-se os textos originais como fontes de pesquisa:

- a) termos que se apresentavam com significação incompleta: buscou-se um possível complemento;
- b) termos com mais de um núcleo de significação: buscou-se separar as várias significações;
- c) termos que, sozinhos, não apresentaram um aspecto significativo foram grifados para um posterior descarte, e colocados em outra lista que se denominou de *Sobras*.

Após este primeiro refinamento, retirou-se a classificação alfabética dos termos agrupando-os em termos por sua semelhança de significados. Os termos, que necessitassem de um esclarecimento sobre seu significado, foram definidos e cadastrados em um dicionário de dados, no caso o glossário, que se encontra após a seção “Referências” da presente tese. Esta definição foi encontrada nos textos que originaram os termos, em dicionários de termos ambientais, além do dicionário da língua portuguesa. Segue a lista das outras fontes de pesquisa utilizadas nas definições dos termos selecionados:

- a) Ambientebrasil - Portal sobre o Meio Ambiente.

Disponível no endereço eletrônico:

http://ambientes.ambientebrasil.com.br/educacao/glossario_ambiental.html;

- b) Dicionário Ambiental

Disponível no endereço eletrônico:

<http://www.ecolnews.com.br/dicionarioambiental/>;

- c) Ministério do Meio Ambiente

Disponível no endereço eletrônico:

<http://www.mma.gov.br>

Glossário de Termos Geológicos e Ambientais Aplicados às Geociências²⁹.

Disponível no endereço eletrônico:

<<http://pt.scribd.com/doc/36816453/Glossario-de-Termos-Geologicos>>

d) Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Sergipe

Disponível no endereço eletrônico:

<<http://www.semarh.se.gov.br/srh/modules/tinyd0/index.php?id=8>>

e) Glossário do portal de mapeamentos do estado do Rio de Janeiro

Disponível no endereço eletrônico:

<<http://portalgeo.rio.rj.gov.br/mlateral/glossario/gloss.htm#c>>

f) Portal do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH)

Disponível no endereço eletrônico:

<<http://www.ana.gov.br/portalsnirh/Downloads/tabid/77/Default.aspx>>

g) Portal de Meio Ambiente do estado de Minas Gerais

Disponível no endereço eletrônico:

<<http://www.meioambiente.mg.gov.br/>>

h) Dicionário *Houaiss*

7.1.1.5 Etapa 5 – Análise dos termos e distribuição pelas categorias

A lista de termos resultante da etapa anterior foi refinada e classificada nas respectivas categorias do PMEST, de *Ranganathan*, em conformidade com suas significações, seguindo as diretrizes apresentadas no capítulo 4. No decorrer do processo de classificação dos termos, surgiu a necessidade de novas consultas aos textos de estudo, aos vários glossários e principalmente aos pesquisadores do NUVELHAS que foram esclarecendo e, eventualmente, avaliando as classificações elaboradas.

²⁹ BARROS, Jorge G. **Glossário de Termos Geológicos e Ambientais Aplicados às Geociências**. Brasília: ESMPU, 2006.

7.1.1.6 Etapa 6 – Análise dos termos incluídos em cada categoria, reconhecimento das facetas e agrupamento dos conceitos relacionados

Nesta etapa são estabelecidas as facetas encontradas para cada uma das categorias. Barbosa (1972, p. 75) define faceta "como um conjunto de termos produzidos pela aplicação de um amplo *princípio de divisão*", ou seja, uma lista de termos relacionados entre si e com suas classes de origem. A autora ainda destaca que cada um dos termos da faceta é denominado de *foco isolado*, na terminologia de *Ranganathan*. As facetas correspondem às manifestações das diversas categorias em que as entidades se subdividiram. O método que mais se apresentou como adequado no estudo da maioria dos assuntos foi o da *dissecação* e o da *desnudação*, apresentados no Capítulo 3.

Na parte empírica do trabalho, observou-se que:

- a) a maioria dos nomes dados às facetas e subfacetadas foram termos retirados dos próprios textos selecionados;
- b) os termos apresentados nas facetadas ou subfacetadas, que não possuem suas respectivas indicações de texto/ página, foram termos acrescentados pela autora objetivando dar maior completude às mesmas;
- c) termos de significados semelhantes foram agrupados por meio do símbolo “//”, como pode ser visto nos APÊNDICES A a E

Em cada categoria, os termos pouco mencionados, os que mostraram possuir significado vago para os objetivos da representação do domínio do biomonitoramento, ou aqueles que não se adequaram às principais facetadas identificadas foram reunidos no que se denominou de Sobras. Tais fatos mantêm o registro de todos os termos selecionados e permite transparência na pesquisa além de possibilitar suporte a trabalhos futuros.

Na primeira fase da pesquisa, buscou-se fazer uma análise de assunto dos textos selecionados, obtendo-se aproximadamente 1900 termos que foram trabalhados conforme apresentado na metodologia, no capítulo 8, e categorizados segundo o PMEST.

Para definir as facetas e subfacetas das categorias usou-se principalmente o método da *Dissecação* e da *Desnudação*, conforme visto no capítulo 3. Estas abordagens possuem uma característica complementar, onde se podem obter, por meio da *Dissecação*, os aspectos relativos aos renques de uma faceta, ou seja, as facetas participantes de um mesmo nível, e, por meio da *Desnudação* consegue-se obter as cadeias de conceitos de uma faceta, o que permite um aprofundamento nos conceitos básicos da mesma.

Observou-se que, em cada uma das categorias, a maioria das denominações dadas às diversas facetas já faziam parte dos termos que foram obtidos por meio da análise de assunto dos textos. Percebeu-se que os termos selecionados por meio da análise de assunto estão inicialmente apresentados de forma desordenada, verificando-se que, ao final desta etapa, estes termos estavam organizados e estruturados, permitindo um entendimento claro e objetivo do domínio estudado.

Considerando-se que os cânones, princípios e postulados da análise facetada, apresentados no capítulo 4, foram elaborados para uma classificação de domínios de naturezas diversas, nem todos eles foram aplicados no domínio do Biomonitoramento. Com objetivo de não se tornar repetitivo, e por serem cânones amplamente utilizados, optou-se por apresentar inicialmente um exemplo de aplicação do *Cânone das Características* e do *Cânone para a Sucessão das Características*. Quanto à utilização dos Cânones para Renques e dos Cânones para Cadeias, optou-se por exemplificá-los durante a exposição das categorias com suas respectivas facetas.

Verificou-se que na maioria das facetas encontradas estava presente o *Cânone para Características*, identificado por meio dos cânones da *Diferenciação*, da *Relevância*, da *Verificabilidade* e da *Permanência*. Tal fato se justifica por ser aquele cânone aplicado em qualquer universo de entidades e de seus cânones constituintes facilitarem a construção da estrutura inicial que se buscava alcançar.

Desta forma, com o *Cânone da Diferenciação* buscou-se utilizar características que pudessem diferenciar significativamente as entidades de cada classe, em suas respectivas facetas, e que, ao mesmo tempo, permitissem o entendimento dos termos

selecionados e estivessem de acordo com o domínio do Biomonitoramento. Pode-se exemplificar com a Categoria Personalidade / faceta *Comunidades de Organismos Aquáticos*, no APÊNDICE E, conforme pode ser visto no QUADRO 21:

QUADRO 21
Exemplo do Canone da diferenciação, na faceta Comunidades de Organismos Aquáticos, na categoria Personalidade, adaptado do Apendice E

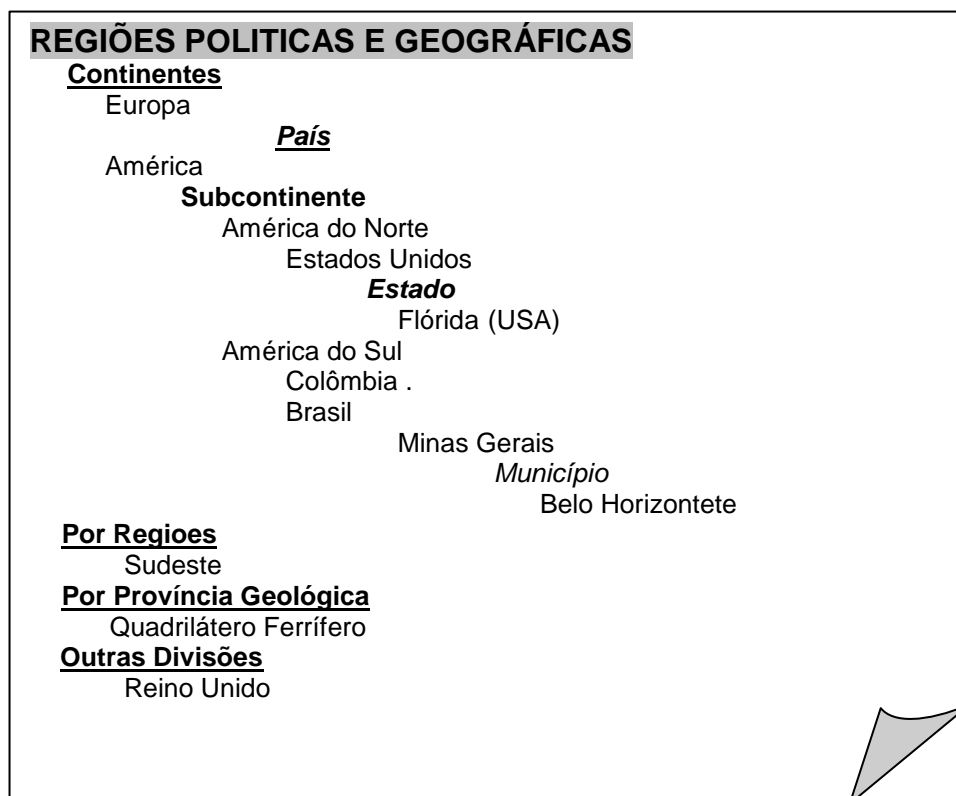
COMUNIDADES DE ORGANISMOS AQUÁTICOS
<p><u>Macroinvertebrados bentônicos (Bentos),</u> Por Denominação Científica (Reino Filo Classe Subclasse Ordem Subordem Família Gênero):</p>
<p><u>Ictiofauna,</u> Por Denominação Científica</p>

Fonte: Dados da pesquisa

Tem-se no QUADRO 21 a representação da faceta *Comunidade de Organismos Aquáticos*. Esta faceta indica os organismos sobre os quais se realiza o monitoramento, com objetivo de avaliar a qualidade das águas, no Projeto Manuelzão. Ela foi diferenciada em duas subfacetas, que são a dos organismos participantes da classe dos Macroinvertebrados Bentônicos (Bentos) e a dos participantes da Ictiofauna (peixes).

Neste mesmo exemplo, pode-se verificar também, tanto o *Cânone da Relevância*, onde as características usadas para a base de classificação são relevantes para a proposta buscada, quanto o *Cânone da Verificabilidade*, onde estas mesmas características tornam-se verificáveis por terem vindo do entendimento de textos científicos, voltados especificamente para o domínio estudado em questão. No caso do *Cânone da Permanência* considera-se que as características usadas para a classificação, neste trabalho, terão um tempo de permanência significativo, apesar deste cânone possuir certa dificuldade para sua aplicação, pois as mudanças estão ocorrendo constantemente, mesmo em ambientes científicos já solidamente estruturados. Os aspectos de permanência são mais delicados e passíveis de mudança quando se verifica no campo geopolítico, que é o caso, por exemplo, na categoria Espaço, conforme se pode verificar no QUADRO 22, a seguir:

QUADRO 22
Exemplo da dificuldade de aplicação do Canone da Permanência na faceta Regiões Políticas e Geográficas, na categoria Espaço, adaptado do Apendice B



Fonte: Dados da pesquisa

Apresenta-se no QUADRO 22, a faceta, *Regiões Políticas e Geográficas*, onde se percebe a dificuldade de se considerar o cânone da *Permanência*, devido a possíveis mudanças políticas que permitem alterar o quadro apresentado. Nota-se, no entanto, que tal fato não impede a possibilidade de se efetuar a categorização e classificação dos termos relacionados a este assunto, ao se permitir a representação de uma situação *espaço temporal*, que é um aspecto característico da classificação, como já mencionado no Capítulo 3.

Em relação aos *Cânones para a Sucessão das Características*, considerados como cânones de senso comum e que não serão violados em um sistema de classificação, estes são identificados com os cânones da *Concomitância*, da *Sucessão Relevante* e da *Sucessão Consistente*. Verifica-se que sua aplicação foi realizada, principalmente, na forma do cânone da *Concomitância* onde se buscou características de classificação que não produzissem renques com resultados semelhantes.

Antes de se apresentar os resultados finais da primeira fase, segue a forma como se buscou padronizar as sequências de facetas e suas respectivas subfacetas:

- a) As categorias, com suas respectivas facetas e subfacetas, estão apresentadas nos apêndices. No APÊNDICE A encontra-se a Categoria Tempo; no APÊNDICE B a Categoria Espaço; no APÊNDICE C a Categoria Energia; no APÊNDICE D a Categoria Matéria e no APÊNDICE E a Categoria Personalidade.
- b) Em relação aos APÊNDICES de número A a E, relacionados às categorias e facetas, optou-se em apresentar da forma mais 'limpa' possível, com objetivo de facilitar a visualização dos mesmos. Por este motivo retirou-se os termos similares e os indicadores de texto e páginas dos mesmos.
- c) Estes mesmos Apêndices, citados acima, encontram-se disponíveis em CD, sendo que, nesta mídia, são apresentados, também, todos os termos similares com seus respectivos indicadores de textos e páginas de onde foram retirados, além das *Sobras*, já mencionadas.

Quanto à padronização das facetas e suas respectivas subfacetas optou-se pelos seguintes aspectos, que podem ser observados no QUADRO 22, como forma de exemplo:

- a) As facetas iniciais são apresentadas em letra maiúscula, sombreada e em negrito, conforme é representada a faceta **REGIÕES POLÍTICAS E GEOGRÁFICAS**
- b) As subfacetas obedeceram a seguinte sequência de padronização, considerando-se, também, a indentação apresentada:
 - A primeira subfaceta é apresentada em negrito e sublinhado como no exemplo em **Por Continentes**.
 - caso tenha mais subfacetas, as mesmas serão apresentadas em negrito como no exemplo em **Subcontinente**
 - ◆ caso tenha mais subfacetas, as mesmas serão apresentadas em negrito, sublinhado e itálico como no exemplo em **País**

- o caso tenha mais subfacetas, as mesmas serão apresentadas em negrito e itálico como no exemplo em ***Estado***
 - ◆ caso tenha mais subfacetas, as mesmas serão apresentadas em itálico como no exemplo em *.Município*
- c) As denominações das facetas ou subfacetas foram apresentadas em formato padrão, quando fossem a divisão final, conforme pode ser exemplificado pela denominação. Belo Horizonte, da subfaceta *Município* ou a denominação Sudeste, da faceta **Por Regiões**

Nas etapas da primeira fase foram definidos os limites do domínio do biomonitoramento. Também foram identificados e categorizados, segundo o PMEST, os termos/entidades encontrados nos textos utilizados como fonte e documentação do domínio. Ao finalizar esta fase inicia-se a fase da modelagem ER, avaliando-se o suporte oferecido pelos termos já categorizados. Nos próximos itens apresenta-se a descrição da segunda fase e de suas respectivas etapas.

7.1.2 Segunda fase – Modelagem segundo o MER .

Na segunda fase desta metodologia o objetivo é a confecção da modelagem de parte do domínio apresentado nos documentos/ textos selecionados, utilizando a modelagem ER. Esta modelagem, como foi visto no capítulo 4, objetiva identificar entidades, atributos e relações de um determinado sistema (parte do domínio), de tal forma, que auxilia a definição de estrutura de tabelas de um banco de dados.

Também no capítulo 4 mencionou-se a não existência de uma metodologia padrão para a confecção do MER, devido a este fato, optou-se por elaborar para esta fase uma adaptação da sequência apresentada por Elsmari e Navathe (2011), que é mostrada no QUADRO 23:

QUADRO 23
Apresentação das etapas de modelagem do MER

Segunda Fase: Modelagem ER	
Etapas	Descrição
1	Levantamento e análise dos requisitos
	Descrição do 'mini-mundo' e dos requisitos de dados do sistema; retorno à literatura do assunto
2	Identificação das entidades, atributos e relacionamentos, com apoio dos resultados encontrados no PMEST
3	Confecção do MER

Fonte: Dados da pesquisa

Apresentou-se no QUADRO 23 a descrição “levantamento e análise dos requisitos”, mas optou-se por não defini-la, ou numerá-la, como uma fase específica da modelagem ER. Esta é uma fase que acontece no início do desenvolvimento de um sistema, e um de seus produtos resulta na geração de insumos para a modelagem conceitual dos dados do sistema.

Ao se iniciar a elaboração de um projeto conceitual para o banco de dados de um sistema, a fase de levantamento e análise de requisitos já foi estabelecida. É nesta fase que se inicia reuniões e entrevistas com os usuários do sistema e também se faz a avaliação e estudos dos documentos que circulam ou que definem diretrizes sobre o sistema/ domínio. Ao final do processo de levantamento e análise dos requisitos, obtêm-se uma documentação, contendo, entre as muitas informações, um conjunto de requisitos de dados. Estes requisitos permitem identificar os dados que devem ser armazenados, para que o sistema possa responder às necessidades de informação do usuário e com eles se elabora o projeto conceitual do banco de dados.

As etapas apresentadas a seguir acontecem após o levantamento do sistema e a análise de requisitos.

7.1.2.1 Etapa 1 – Descrição do ‘mini –mundo’ e dos requisitos de dados do sistema.

O ‘mini mundo’ é o resultado das investigações, entrevistas, análises, reuniões e nele se descreve as informações necessárias para a resolução de questões motivadoras do desenvolvimento do sistema. O ‘mini mundo’ é definido como “a parte da empresa que será representada no banco de dados” (ELMASRI; NAVATHE, 2011, p.133) . No caso deste projeto, é a parte do biomonitoramento que será descrita para se efetuar a modelagem pelo MER.

Para a descrição do ‘mini mundo’ retornou-se aos textos/documentos, com objetivo de se obter e descrever o que neles estava contido. Analisaram-se os dados que deveriam ser registrados, e por consequencia, estariam na modelagem ER. Para tal descrição utilizou-se como referências, principalmente, a parte relativa aos resumos e metodologias dos textos/ documentos selecionados, apresentados no CD, material adicional da tese. O motivo do enfoque nestes itens relaciona-se ao fato dessas partes dos textos/ documentos científicos apresentarem as relações mais nucleares (*core subjects*) do assunto abordado, ou seja, os processos utilizados para a realização efetiva do biomonitoramento.

Para a descrição do mini mundo foi necessária uma análise de conteúdo dos textos/ documentos buscando apreender os processos e necessidades de informação do biomonitoramento. Após esta análise foi definido a seguinte descrição do mini mundo:

O Projeto Manuelzão/Nuvelhas da UFMG realiza o biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas em 4 coletas anuais, por meio de estudo de material coletado nas estações de amostragem em períodos climáticos diferenciados de chuva e seca. São realizadas análises físico-químicas e biológicas com as amostras, conforme a natureza e objetivo de cada amostra. Também é feita a avaliação das condições ecológicas do trecho do rio. Este estudo acontece da seguinte forma:

- 1) *As estações de amostragem possuem localização geográfica, latitude e longitude, e estão situadas ao longo da bacia do Rio das Velhas em 37 estações amostrais. Em uma mesma estação de amostragem são realizadas medições na coluna d'água e coletadas amostras de água e sedimentos para análise. É necessário indicar a data e situação do clima, no dia da realização da amostragem.*
- 2) *A coleta das amostras é realizada por meio de equipamentos adequados ao ambiente do local.*
- 3) *As amostras são destinadas para as seguintes análises ou medidas:*
 - *amostras de água, para a realização de análises de parâmetros físicos e químicos. São mensurados os seguintes parâmetros: condutividade ($\mu\text{S/cm}$), fosforo total (mg/l), nitrogênio amoniacal (mg/L), nitrogênio total (mg/L), nitratos (mg/L), nitritos (mg/L), oxigênio (mg/L), sólidos dissolvidos (mg/L), turbidez (UNT), pH, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), profundidade (m), velocidade (km/h). Estes resultados são considerados um dos parâmetros abióticos do biomonitoramento;*
 - *amostra de macroinvertebrados bentônicos, são coletadas amostras de sedimento do fundo do rio. É feita a classificação e contagem dos macroinvertebrados bentônicos que são identificados por meio de uma Chave de identificação ao nível de famílias. Estes resultados são considerados parâmetros bióticos do biomonitoramento;*
 - *amostra de sedimentos, são coletadas amostras do fundo do rio para estudo da composição dos sedimentos e dos teores de matéria orgânica. São avaliadas as porcentagens de seixos, cascalhos, areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina, areia muito fina, silte e argila e teores de matéria orgânica. A determinação da composição granulométrica e dos teores de matéria orgânica dos sedimentos são realizadas seguindo metodologias e utilizando equipamentos específicos. A identificação é feita por meio de tabelas de intervalos granulométricos. Estes resultados são considerados um dos parâmetros abióticos do biomonitoramento.*

- 4) ***É necessário identificar de que período e estação de amostragem pertencem os resultados acima citados.***
- 5) ***O trecho da estação de amostragem também é avaliado a partir do “Protocolo de Avaliação Rápida das Condições Ecológicas e da Diversidade de Habitat em Trechos de Bacias Hidrográficas”, ver em ANEXO A e B. O protocolo avalia um conjunto de parâmetros em categorias descritas e pontuadas de 0 a 4 no ANEXO A, e de 0 a 5 no ANEXO B. O valor final do protocolo de avaliação é obtido a partir do somatório dos valores atribuídos a cada parâmetro independente. Estes resultados são considerados um dos parâmetros abióticos do biomonitoramento***
- 6) ***Deve-se registrar aos resultados das medidas e das análises físicas químicas e biológicas, realizadas nas amostras, e dos resultados do Protocolo. São feitas análises estatísticas com esses resultados.***

7.1.2.2 Etapa 2 – Identificação das entidades, atributos e relacionamentos com apoio dos resultados encontrados no PMEST.

Busca-se, nesta etapa, identificar os termos/ entidades que se possa considerar como entidades, atributos ou relacionamentos com base nos requisitos de dados apresentados na descrição do ‘mini-mundo’, listados na etapa anterior. Em relação à estrutura das entidades, atributos e relacionamentos identificados buscaram-se avaliar o suporte oferecido por meio do PMEST ao modelo ER.

Na identificação das entidades, atributos e relacionamentos do MER optaram-se pelo direcionamento sugerido por Chen (1983) e Kashyap (2001). Observa-se que são direcionamentos, não são regras definidas, o que se conceitua como entidade, atributo ou relacionamentos dependerá, também, da forma como o modelador do ER abordará as questões que se deseja alcançar.

7.1.2.3 Etapa 3 – Confeção do MER.

Nesta etapa o domínio estudado é representado por meio do modelo ER, sendo que, durante este processo, também são feitas associações entre os componentes do MER e do PMEST. Com objetivo de facilitar a apresentação da modelagem e a associação com os conceitos categorizados pelo PMEST, adotaram-se os seguintes critérios:

1. Apresentar as modelagens por partes, podendo-se desta forma detalhar de forma mais adequada a relação PMEST/MER;
2. Nas apresentações do MER, também se identificará as categorias, facetas ou subfacetadas em que as entidades, atributos e relacionamentos do MER foram categorizados e classificados;
3. A identificação inicial do [P/ M/ E/ S/ T], no modelo ER será apresentada entre colchetes antes do nome da entidade, do atributo ou do relacionamento;
4. Os atributos das entidades e os atributos dos relacionamentos, caso tenham, serão mostrados em um quadro à parte, permitindo associações mais claras entre os dois modelos;
5. As entidades que apresentaram correlação nos dois modelos foram identificadas pelo mesmo nome, sempre que possível, tanto no PMEST quanto no MER.
6. Para se obter uma visão mais clara do que se irá modelar, separou-se a descrição do 'mini mundo', nos QUADRO 24 e QUADRO 39. Neles foram feitas marcações, identificando-se os enfoques das modelagens (M1, M2, M3) que serão desenvolvidas. Marcaram-se em 'negrito' o que se considerou como entidade, as relações e os possíveis atributos das entidades ou dos relacionamentos.

Observa-se que apesar das duas fases, apresentadas na metodologia, sugerirem serem seqüenciais, na verdade, elas são cíclicas. Tal situação é devido ao fato da necessidade de se voltar às fases/etapas anteriores e verificar possíveis falhas de entendimento, ou uma melhor adequação aos objetivos da modelagem.

A confeção do Modelo ER passa por vários ajustes, até que se possa aceitar como adequada aos objetivos que se deseja alcançar. Esta é uma das vantagens de se

definir conceitualmente um domínio/sistema, antes de se implementá-lo em ambientes físicos, significando que se pode fazer alterações e detectar possíveis falhas no que se está modelando.

O resultado final da aplicação das fases e etapas desta metodologia e a discussão sobre esses resultados serão vistos no próximo capítulo.

8 RESULTADOS - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE

A metodologia para categorização de termos de um domínio, usando-se a proposta de *Ranganathan*, e posterior modelagem ER deste domínio, apresentadas no capítulo anterior, foi aplicada ao domínio do biomonitoramento das águas da Bacia do Rio das Velhas do Projeto Manuelzão da UFMG. Neste capítulo, são apresentados os resultados e discussões dessa aplicação, com objetivo de validar possíveis relações e intercomplementações entre as duas propostas.

8.1 Resultados da primeira fase da metodologia

No item que se segue serão apresentados os resultados finais da primeira fase, sendo esta constituída pela categorização dos termos, de acordo com as categorias PMEST. As categorias, apresentadas serão mostradas na forma invertida, TSEMP, por esta ordem possuir uma relativa ordem de especificidade crescente de facetas em um domínio, considerando as suas categorias fundamentais; seguem-se comentários sobre a aplicação de cânones, propostos por *Ranganathan*, colaborando no processo de estabelecimento de facetas e subfacetas como manifestações dessas categorias..

8.1.1 Categoria Tempo

A categoria Tempo é considerada por *Ranganathan* como a que possui menor grau de dificuldade em ser encontrada. No caso deste trabalho esta categoria foi definida apenas pela faceta *Período de Coleta*, conforme pode ser visto na FIG. 48, que é um desenho esquemático desta categoria:

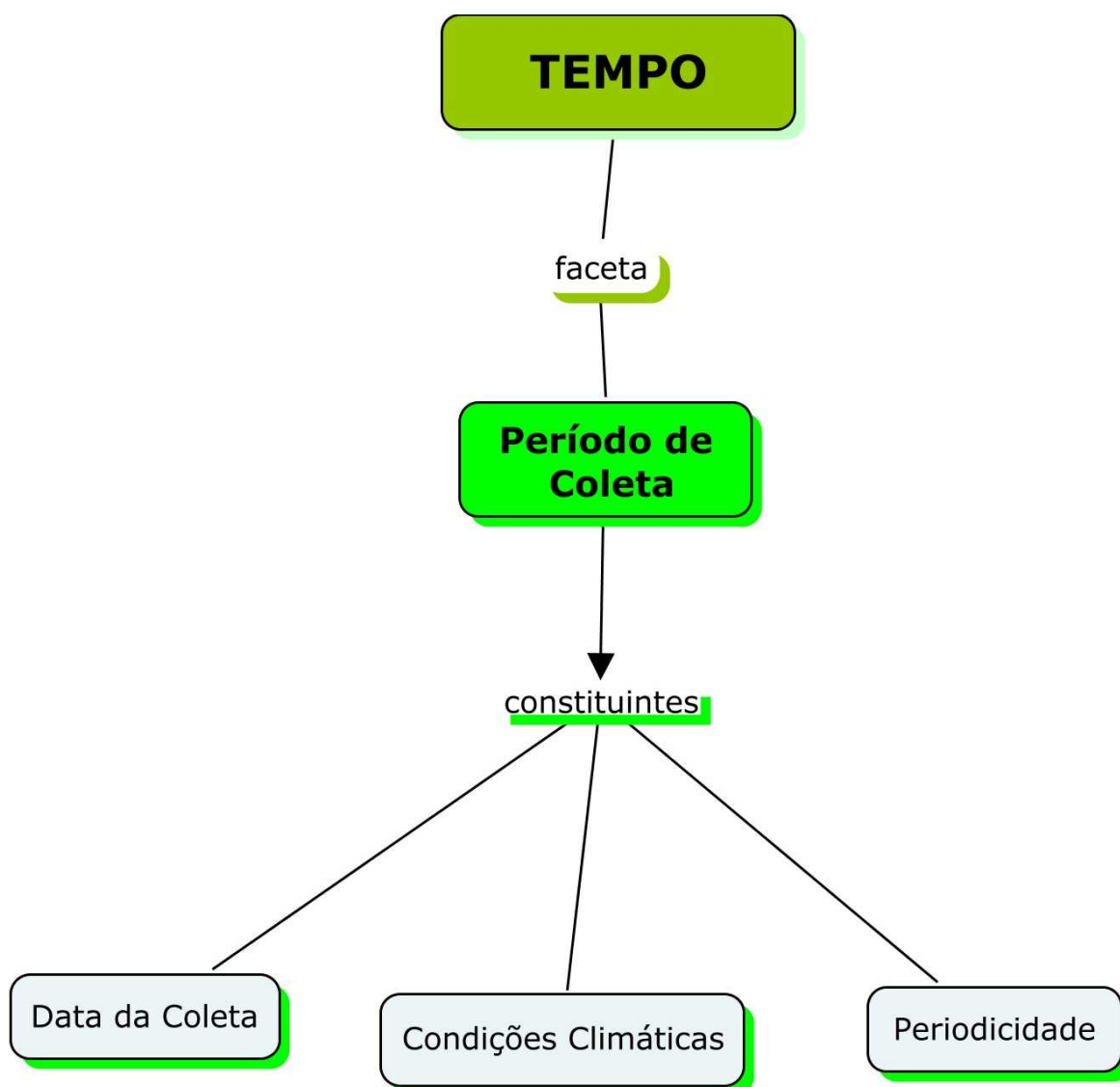


Figura 48 – Faceta e subfacetas do da Categoria Tempo, no Biomonitoramento de Águas
 Fonte: Resultados dos dados da pesquisa

A faceta *Período de Coleta* é a indicação dos períodos temporais e climáticos durante os quais se obtém os dados brutos, bióticos e abióticos, para a realização do biomonitoramento das águas da Bacia do Rio das Velhas. É neste período que são coletadas amostras de sedimentos, água e de bentos para posterior análise e também são feitas medidas físicas necessárias, relativas a aspectos diversos do local. Estas coletas e medidas são realizadas nos *pontos de coleta* da Bacia do Rio das Velhas, locais já definidos e que estão representados na categoria Espaço.

As coletas das amostras e as medidas acontecem em datas específicas, identificada na faceta *Data da Coleta*. A faceta *Periodicidade* acontece em função do tipo de campanha definida para a coleta de dados, ao se efetuar o planejamento do

biomonitoramento. As *Condições Climáticas*, do local de coleta, são variáveis que interferem nas análises a serem feitas com os dados coletados. As coletas pertencentes a determinado tipo de campanha, geralmente, são efetivadas em períodos diferenciados de seca e chuva, pois, como já mencionado, a abundância de material biológico, em consequência a variação dos dados, é alterada, em função do clima.

Conforme mencionado, pode-se visualizar, por meio da FIG. 48, a categoria Tempo com suas respectivas facetas. Observa-se, nestas três facetas, a aplicação do *Cânone da Exclusividade*, pertencente ao *Canone para Renques*, onde se estabelece que as classes de renques não podem ter entidades em comum.

8.1.2 Categoria Espaço

Segundo Adas (1994) os espaços sobre os quais o homem se utiliza para viver e prover sua existência são chamados de espaços geográficos. O autor conclui que nos espaços geográficos estão inseridos, tanto o homem quanto a natureza por ele utilizada, percebendo-se a interdependência existente entre eles. Os espaços geográficos abrigam outras entidades, além da humana, que sofrem com as ações antrópicas devido ao fato de, geralmente, estas ações provocarem alterações degradadoras, fazendo-se necessário o monitoramento das mudanças decorrentes dessas alterações.

A categoria Espaço, no domínio estudado, possui grande relevância. Sua presença no domínio do Biomonitoramento é de tal força que se questionou várias vezes se determinadas facetas, nela definidas, deveriam ser transpostas para a Categoria Personalidade. A razão deste questionamento residiu no fato de serem as alterações nos espaços geográficos, no caso a Bacia do Rio das Velhas, a questão sobre a qual orbita a existência do Biomonitoramento. Decidiu-se manter a forma canônica, já estabelecida para o conceito de espaço, e se manteve esta categoria com suas facetas, como aqui se apresenta. Pode-se visualizar esta categoria e suas respectivas facetas conforme se apresenta no esquema da FIG 49:

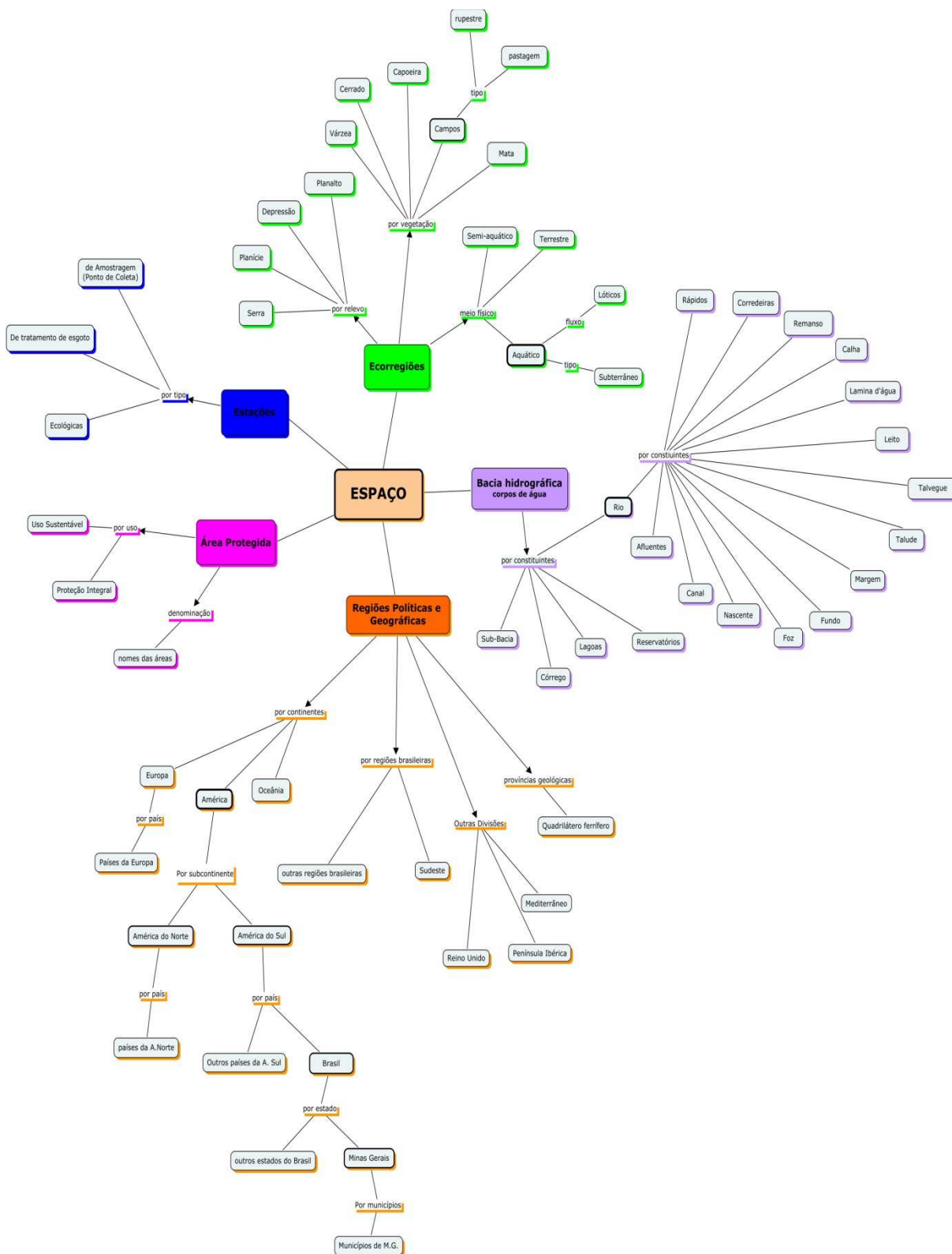


Figura 49 – Faceta e subfacetas da Categoria Espaço, no Biomonitoramento de Águas
Fonte: Resultados dos dados da pesquisa

Na categoria Espaço, conforme visto FIG. 49, designa-se inicialmente a faceta *Áreas Protegidas*, sendo esta regida pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) instituído no Brasil, através da Lei N 9.995 de 19 de julho de 2000. A faceta *Regiões Políticas e Geográficas*, apresentada em sua forma reduzida no QUADRO 22, é uma faceta canônica, mesmo tendo certa instabilidade de permanência devido a possíveis alterações de seus constituintes. Nesta faceta pode-se verificar o uso do *cânone para renques*, por meio do o *cânone da sequencia útil*, definido no *princípio da contigüidade espacial* que orienta sobre as facetas relacionadas às divisões administrativas da superfície da Terra (continentes, países... etc). Em apoio a este cânone pode-se verificar também a utilização de outro cânone, que é o *Cânones para Cadeias* por meio do *Cânone da Modulação*, que indica que deve haver uma ordem na sequência da cadeia de classes e subclasses (como exemplo América do Sul – Brasil - Minas Gerais – Uberaba). Dentro desta faceta, foram verificadas, também, formas diferenciadas de se mencionar as regiões geográficas, conforme é mostrado na subfaceta denominada *Outras divisões*, na subfaceta *Província geológica* e na subfaceta *Regiões brasileiras*.

A faceta *Bacia Hidrográfica (Corpos de água)* apresenta os diversos constituintes de uma Bacia, sendo que entre esses constituintes encontra-se a subfaceta *Rio*, tendo este, também, seus próprios constituintes. Na faceta *Ecorregiões* apresentam-se os tipos de ecorregiões mencionados nos textos, sendo pelo aspecto do *Meio Físico*, do tipo de *Vegetação* ou do tipo de *Relevo* encontrado. A faceta sob a denominação de *Estações* apresentou diferenciados tipos de estações, tendo as subfacetas de estações de *Tratamento* (de esgoto), estações *Ecológicas* e *Estação de Amostragem (Ponto de Coleta)*, sendo esta última uma importante subfaceta do domínio estudado, pois estes são os locais onde se realizam as coletas das amostras que fornecem todos os dados para as diferentes análises realizadas no biomonitoramento.

8.1.3 Categoria Energia

A categoria Energia está relacionada aos processos, às ações que são realizadas ou que acontecem, em um determinado domínio. As interações estão constantemente acontecendo em um sistema, sendo que, como consequência, pode gerar outras

ações diferentes das iniciais, em um processo contínuo. O domínio do biomonitoramento envolve uma complexidade de ações naturais e artificiais, atuantes no ecossistema estudado, desde as ações da natureza, das ações antrópicas degradadoras, das ações reparadoras; a própria realização do estudo do biomonitoramento acontece por meio de diferentes ações dos pesquisadores; todos esses processos são facetados nesta categoria. Pode-se visualizar esta categoria e suas respectivas facetadas conforme se apresenta no esquema da FIG. 50:

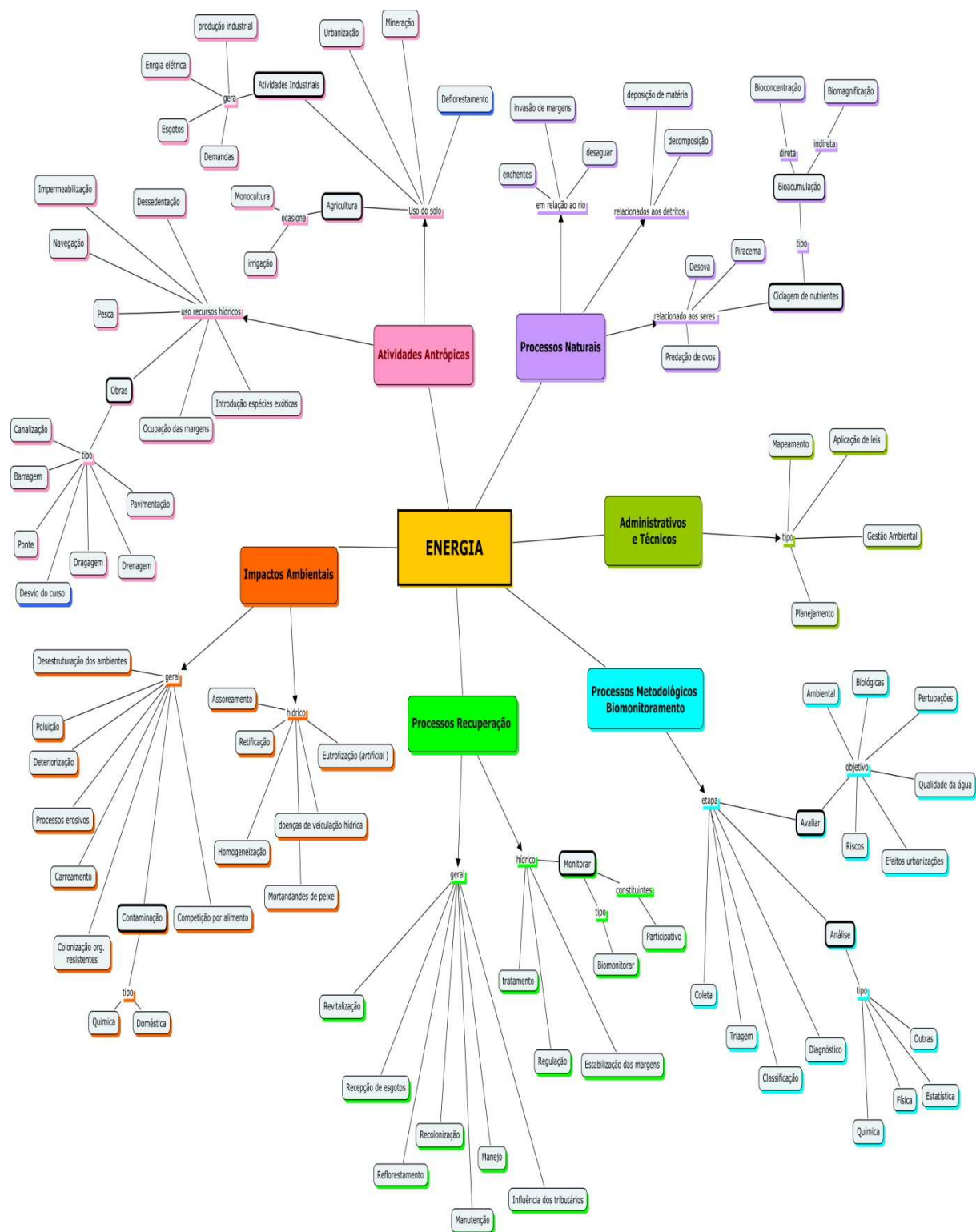


Figura 50 – Faceta e Subfacetas da Categoria Energia, no Biomonitoramento de Águas.
Fonte: Resultados dos dados da pesquisa

Como já dito, as facetas da Categoria Energia apresentam uma grande diversidade de atuações que ocorrem, de forma direta ou indireta, sobre o ambiente, tanto do elemento humano quanto de outros elementos da natureza. Devido ao objetivo da modelagem do domínio do biomonitoramento, grande parte destas facetas relaciona-se aos aspectos das atuações antrópicas (humanas). A faceta *Processos Naturais* é a única faceta, desta categoria, onde a atuação humana não está sendo representada, pelo menos de forma direta.

As facetas *Atividades Antrópicas* e *Impactos Ambientais* possuem uma relação de causa e efeito entre si, onde na faceta *Atividades Antrópicas* apresentam-se as atividades humanas que alteram o meio ambiente. As conseqüências³⁰ dos processos apresentados nesta faceta - que possui as subfacetas *Uso e Ocupação do Solo* e *Uso de Recursos Hídricos* -, são mostrados na faceta *Impactos Ambientais*, que indica os processos degradadores no ambiente. As intervenções humanas para a regulação do ambiente degradado são descritas na faceta, *Processo de Recuperação*, tendo entre suas subfacetas a atividade de *monitorar*, que é uma atividade central no domínio deste trabalho. Observa-se que nestas três facetas, e em especial nas duas últimas, exemplifica-se o uso do **Cânone para Renques**, sob a forma do **Cânone da Seqüência Consistente**; este sugere que quando classes semelhantes ocorrerem em diferentes renques, sua seqüência deve ser paralela em todos os renques dessas classes, desde que a insistência em tal paralelismo não contrarie outra exigência mais importante. Observa-se este paralelismo na sequencia utilizada de *Habitat Geral* e *Habitat Hídrico*, nestas facetas, e ao mesmo tempo, uma semelhança destas facetas com as subfacetas de *Atividades Antrópicas*, ou seja, as subfacetas *Uso e Ocupação do Solo* e *Uso de Recursos Hídricos*.

A faceta *Processos administrativos e técnicos*, como o nome já traduz, apresenta ações administrativas, relacionadas ao monitoramento ambiental. A faceta *Processos Metodológicos do Biomonitoramento* apresenta processos centrais do domínio estudado, relacionado aos aspectos de obtenção de dados para se efetivar o biomonitoramento. Na subfaceta *Etapas* estão representadas as várias etapas que acontecem durante a realização efetiva do biomonitoramento, estas ações serão as

³⁰ Note-se que pelo pensamento sistêmico, causa e efeito não estão em sentido retilíneo, mas circular, como visto no Capítulo 2

mais utilizadas na confecção do MER, conforme será visto na segunda fase. Ainda sobre as subfacetas de *Etapa*, as mesmas foram apresentadas na ordem seqüencial em que, geralmente, acontecem, utilizando-se, por este motivo, do *Cânone da Sequencia Útil*, em seu princípio *Posterior no Tempo*, que sugere uma apresentação ordenada na sequencia temporal progressiva quando os assuntos se originam em tempos diferentes.

8.1.4 Categoria Matéria

Nesta categoria são apresentadas as facetas que abrangem as características (atributos) e constituintes das diversas entidades das outras categorias. Por este motivo, sempre que foi possível, buscou-se nomear as facetas principais, da categoria matéria, de tal forma que se permitisse fazer uma associação com as facetas das outras categorias, a que se relacionam. Pode-se visualizar esta categoria e suas respectivas facetas conforme se apresenta no esquema da FIG. 51, a seguir:

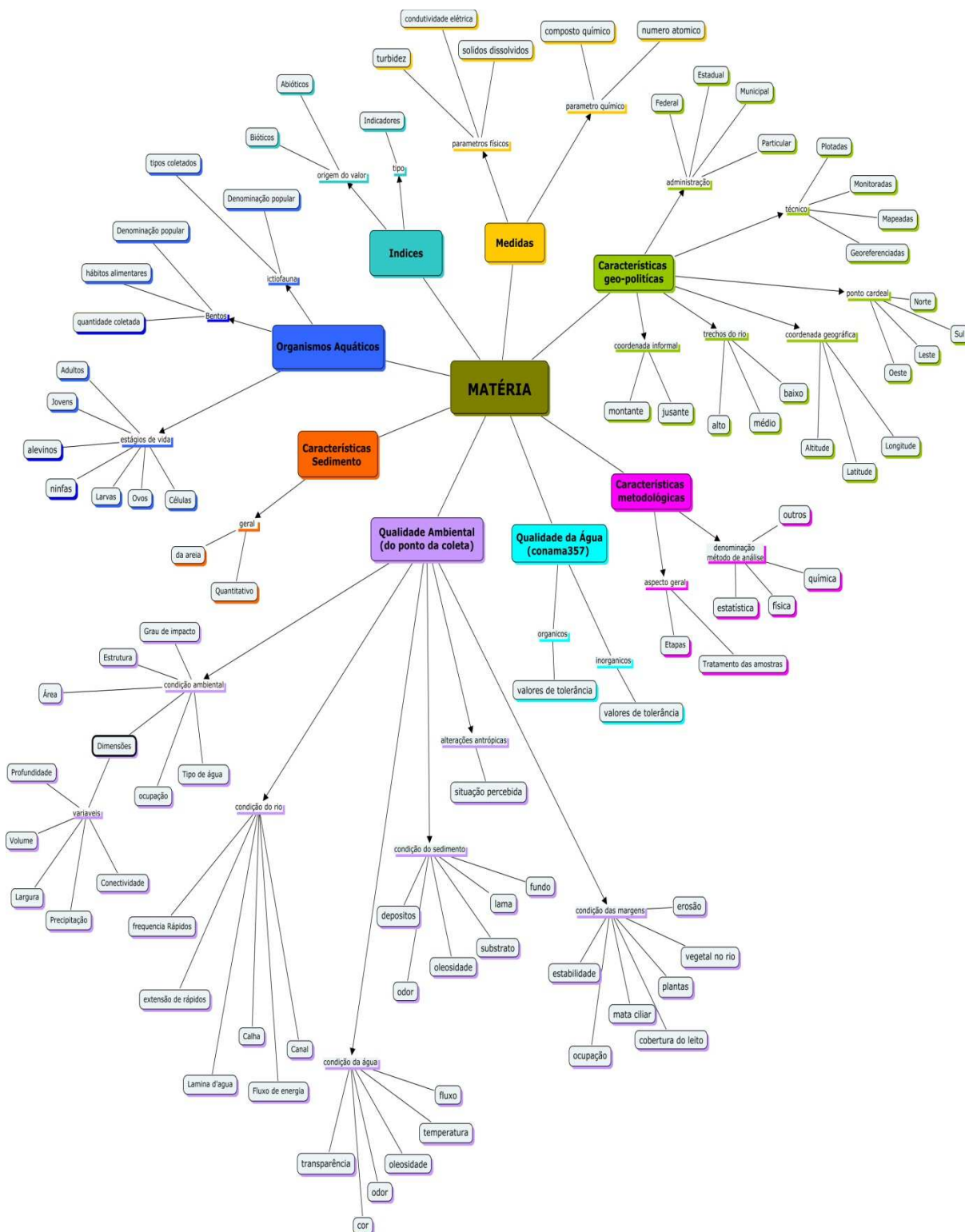


Figura 51 – Faceta e subfacetas da Categoria Matéria, no Biomonitoramento de Águas
Fonte: Resultados dos dados da pesquisa

A faceta denominada de *Comunidades de Organismos Aquáticos* apresenta as subfacetas *Dados de Bentos*, *Ictiofauna* e *Estágios de Vida*, onde, nas duas primeiras, são apresentadas as características próprias para cada subfaceta e, na última, os estágios em que estes seres podem se capturados ao se fazer coletas de amostras. Pode-se observar que na subfaceta *Estágios de Vida* utilizou-se o princípio *Posterior na Evolução*, do *cânone da sequencia útil* que se aplica quando os assuntos são apresentados em diferentes estágios de evolução, tendo sido apresentado a subfaceta na sequencia evolucionária.

A faceta *Medidas Físicas e Químicas* envolve as características mensuráveis, identificadas após medições ou análises químicas e físicas das amostras das águas. Estas amostras são coletadas em um *Ponto de Coleta* (faceta da categoria Espaço), de em um determinado *Período de Coleta* (categoria Tempo). A faceta *Qualidade Ambiental dos Trechos – Ponto de Coleta* apresenta em suas diversas subfacetas os aspectos qualitativos relacionados às condições em que se encontra o ambiente do entorno e das águas no *Ponto de Coleta*. Observa-se que algumas características apresentadas para esta faceta, como exemplo pode-se citar a subfaceta *Condição da Água* e a subfaceta *Condição do Sedimento*, poderiam estar disponibilizadas em outras facetas, aparentemente mais relacionadas a estes aspectos. Optou-se por colocá-las nesta faceta pelo fato das mesmas fazerem parte dos itens de um protocolo denominado de “*Protocolo de Avaliação Rápida das Condições Ecológicas e da Diversidade de Habitat em Trechos de Bacia Hidrográficas*”, constante nos ANEXOS A e B. Este Protocolo é utilizado em todas as campanhas de biomonitoramento e seus resultados fazem parte das análises estatísticas que avaliam as condições físicas, químicas e biológicas dos trechos dos rios estudados, na Bacia do Rio das Velhas. A opção e decisão de colocá-las nesta faceta ocorreu durante o processo de confecção do Modelo M3 do MER, que será apresentado na próxima seção deste capítulo. Ao se confeccionar o modelo M3, verificou-se que esta disposição de subfacetas facilitaria a apresentação da modelagem e, principalmente, não acarretaria problemas conceituais para a classificação, pois se observa que as subfacetas, também, são adequadas a esta estrutura. Ao se optar por estruturar desta forma as facetas de classificação buscaram-se subsídio na teoria de *Ranganathan* advindo em forma do princípio da *Lei da Parcimônia*, ao se deparar com um determinado fenômeno onde existam duas ou mais alternativas possíveis;

neste caso utilizam-se, com ponderação, a de maior economia de energia humana e tempo e, também, encontrou-se respaldo na *Lei de Variação Local*, onde se considera que em qualquer disciplina ou técnica devem-se prever resultados alternativos aos resultados de uso geral; permitindo, dessa forma, a manifestação de características próprias em ambientes específicos.

Na faceta *Características do Sedimento* apresentam-se a classificação dos constituintes do sedimento e características físicas do mesmo. A faceta *Critério de Qualidade de Água* apresenta os padrões, estabelecidos pela Resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Esta Resolução dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. A resolução encontra-se disponível no CD. Não foi disponibilizada de forma explícita, neste trabalho, a classificação do CONAMA pelo fato de não terem sido apresentados formalmente esses padrões, nos textos estudados. Justifica-se esta situação por ser a Resolução n.357 um instrumento de trabalho característico do ambiente estudado, sendo apresentado nos textos apenas o resultado das classes das águas, ao se aplicar os padrões nela estabelecidos. Ao mesmo tempo esta faceta possui relevância na confecção da modelagem do MER, o que se justifica sua apresentação, mesmo sem os padrões explicitados.

Na faceta *Características Metodológicas* apresenta-se na subfaceta *Aspecto Geral* os estados em que as amostras se encontram durante os diversas etapas de manipulação das mesmas e na subfaceta *Por Método e Análise (denominação)* apresenta-se a denominação dos diversos métodos de análise possíveis de serem realizados nas amostras. As respectivas subfacetas da faceta *Características Geopolíticas* apresentam as características das regiões geográficas e políticas, destaca-se a subfaceta *Coordenada geográfica*, que são as coordenadas com as quais se pode localizar um ponto na superfície da Terra. Na faceta *Índices* apresentam-se os tipos de indicadores de condições ambientais, conforme seus constituintes e os *Tipos de Indicadores* encontrados.

8.1.5 Categoria Personalidade

A categoria Personalidade aborda as facetas que se relaciona a *quem* ou sobre *o que* se atua, no domínio estudado. Pode-se visualizar esta categoria e suas respectivas facetas conforme se apresenta no esquema da FIG. 52, a seguir:

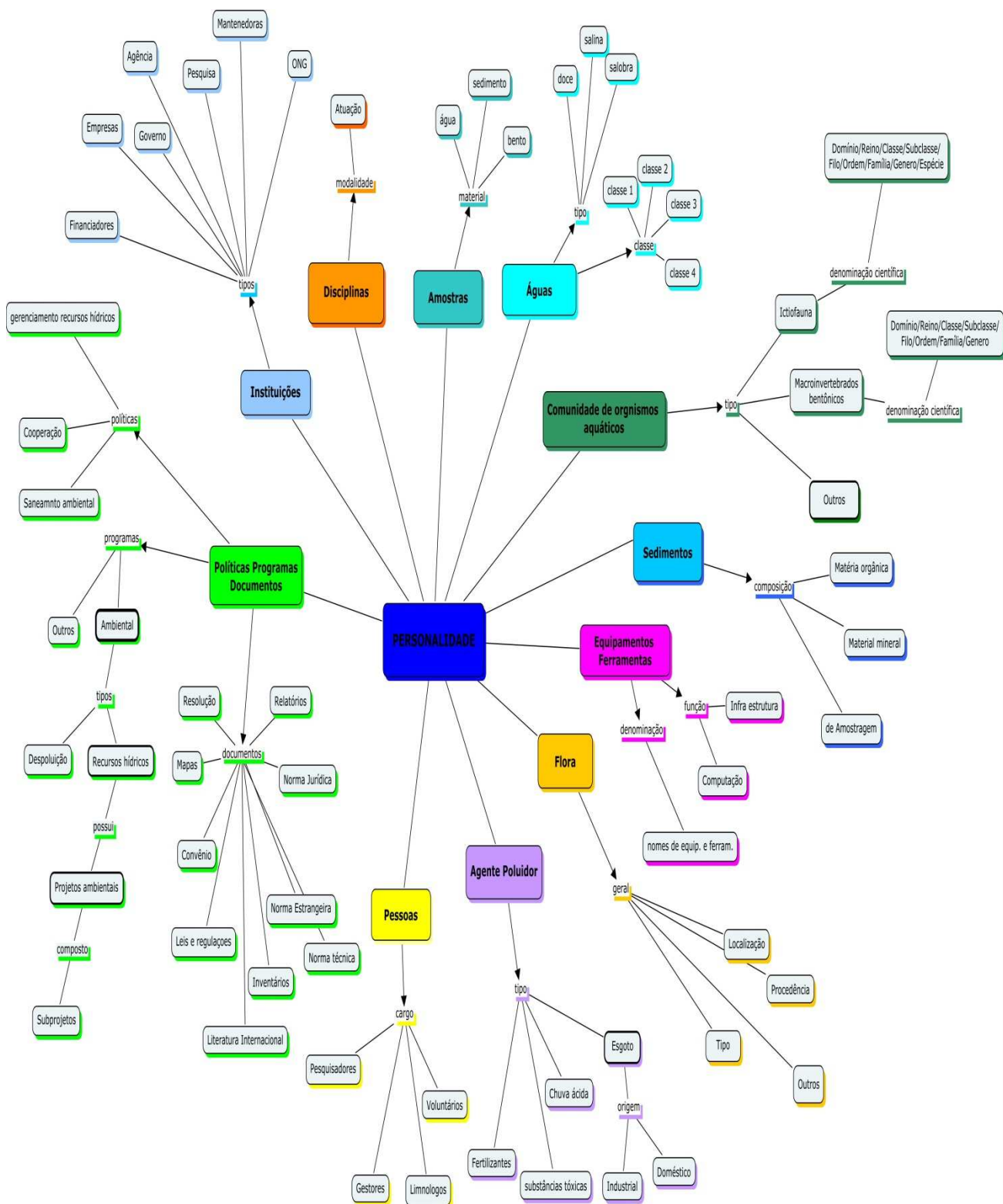


Figura 52 – Faceta e subfacetas da Categoria Personalidade, no Biomonitoramento de Águas
 Fonte: Resultados dos dados da pesquisa

Neste trabalho, um dos aspectos do biomonitoramento acontece com avaliação dos macroinvertebrados bentônicos, das águas e dos sedimentos que são coletados, medidos e analisados. Para que esta situação se efetive são recolhidas *Amostras* destes materiais que são apresentadas nesta faceta. Na faceta específica para *Água* apresentam-se, de forma resumida, as subfacetas *Tipo de Água* e *Classes de Águas*, definidas pela Resolução Conama 357/ 05 e alterada pela Resolução 410/2009 e pela resolução 430/2011.

A faceta *Comunidades de Organismos Aquáticos* apresenta, por meio da subfaceta *Denominação Científica*, a hierarquia canônica dos macroinvertebrados bentônicos e de peixes (ictiofauna) que possam ser encontrados no domínio da Bacia do Rio das Velhas. Destaca-se que a ictiofauna também é um dado monitorado, e, mesmo não sendo o objetivo deste estudo, foram apresentados nesta classificação por terem sido encontrados em vários textos, o que se justifica por serem dados de outros projetos de biomonitoramento, realizados no projeto Manuelzão. Por apresentar muitas subfacetas, definiu-se apenas negritar e deixar em itálico a denominação das mesmas, mantendo-se a endentação.

Os *Sedimentos* correspondem aos componentes do fundo do rio, sendo constituídos de *Material mineral* e *Matéria Orgânica*, apresentadas como suas subfacetas. Em *Equipamentos e Ferramentas* indicam-se os diversos tipos de ferramentas que dão suporte ao trabalho do pesquisador e suas respectivas denominações. Na faceta *Flora* apresentam-se os vários aspectos a ela relacionados; esta faceta é mencionada nos textos como uma contextualização do ambiente de coleta. Em *Agente Poluidor* apresentam-se os vários elementos encontrados nos textos, que ocasionam as poluições do rio. Na faceta *Pessoas*, são considerados os aspectos da subfaceta *Por Cargos*, observando-se que não se mencionam aspectos pessoais do indivíduo (nome, endereço e outros), esta situação geralmente é diferente quando o domínio estudado é voltado para setores de ambiente empresarial. A faceta, *Políticas Programas e Documentos* refere-se ao aspecto administrativo que envolve o processo do biomonitoramento; ela se relaciona respectivamente, às políticas e programas ambientais e aos vários tipos de documentos que são elaborados e utilizados. Na faceta *Instituições* são apresentados os diversos órgãos e tipos de

órgãos que participam, cooperam ou financiam o biomonitoramento. A faceta *Disciplina* apresenta as várias vertentes educacionais que acontecem neste domínio.

8.2 Resultados da segunda fase da metodologia

Na segunda fase da metodologia, desenvolve-se a parte gráfica do modelo ER, utilizando para esta abordagem a descrição do 'mini mundo' do biomonitoramento, apresentado no capítulo 7.1.2.1. A descrição do 'mini mundo' foi separada em duas partes, apresentadas no QUADRO 24 (para dar suporte à modelagem M1 e M2) e QUADRO 39 (para suporte à modelagem M3); o objetivo desta separação é permitir um acesso mais rápido às informações do que se está modelando. Nas descrições contidas nos quadros foram feitas marcações, identificando os enfoques das modelagens a se desenvolver, marcando-se em 'negrito' o que se considerou como, as relações, os possíveis atributos das entidades ou dos relacionamentos, ou os indicadores destas informações.

Deve-se observar que nesta segunda fase, relacionada à confecção do MER, pretende-se abordar esta modelagem de uma forma genérica, sem se deter aos complexos detalhes técnicos do biomonitoramento e das análises nele contidas. Para que detalhes mais específicos fossem mostrados no modelo ER, e que foram apresentados indicativos no PMEST, seria necessário uma equipe multidisciplinar que este tema exige, além do fato de se extrapolar a fonte desta pesquisa que foram os oito textos científicos recuperados.

Usou-se para a confecção do MER o *software* BRmodelo, disponível no *site* <http://sis4.com/brModelo/>, e que se baseia na notação de Carlos A. Heuser, autor do livro "Projeto de Bando de Dados".

O QUADRO 24 apresenta um excerto da descrição do 'mini mundo' do biomonitoramento, com marcações das possíveis entidades, atributos e relacionamentos:

QUADRO 24

Excerto da descrição do 'mini mundo' do biomonitoramento, com marcações das possíveis entidades, atributos e relacionamentos.

O Projeto Manuelzão/Novelhas da UFMG realiza o biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas realizando 4 coletas anuais de amostra de material. Estas **amostras são coletadas** nas **estações de amostragem** (designado como **Ponto de Coleta**) e em **períodos climáticos** (designado como **Período de Coleta**) diferenciados de chuva e seca. São realizadas análises físico-químicas e biológicas com as amostras, conforme a natureza e objetivo de cada amostra. Também é feita a avaliação das condições ecológicas do trecho do rio. A **coleta das amostras é realizada** por meio de **equipamentos** adequados ao ambiente do local. É necessário indicar a **data e situação do clima**, no dia da realização da amostragem.

Seguem as informações necessárias de registros para que seja realizado o estudo do biomonitoramento pelo MER:

1. As estações de amostragem **possuem** localização geográfica, **latitude e longitude**, e **estão situadas ao longo da bacia do Rio das Velhas**, são 37 estações amostrais. Em uma mesma estação de amostragem são **realizadas medições** na coluna d'água e coletadas **amostras de água e sedimentos** para **análise**.
2. As amostras são destinadas às seguintes análises ou medidas:
 - **Amostras de água**, para a **realização de análises de parâmetros físicos e químicos**. São mensurados os seguintes parâmetros: **condutividade ($\mu\text{S/cm}$)**, **fosforo total (mg/l)**, **nitrogênio amoniacal (mg/L)**, **nitrogenio total (mg/L)**, **nitratos (mg/L)**, **nitritos (mg/L)**, **oxigênio (mg/L)**, **sólidos dissolvidos (mg/L)**, **turbidez (UNT)**, **pH**, **temperatura ($^{\circ}\text{C}$)**, **profundidade (m)**, **velocidade (km/h)**. Esses resultados são considerados um dos **parâmetros abióticos** do biomonitoramento;
 - **Amostra macroinvertebrados bentônicos (bentos)**, **são coletadas** amostras de sedimento do fundo do rio. É feita a **classificação e contagem** dos macroinvertebrados bentônicos que são identificados por meio de uma chave de identificação ao nível de **famílias**. Esses resultados são considerados **parâmetros bióticos** do biomonitoramento;
 - **Amostra de sedimentos**, **são coletadas** amostras do fundo do rio para estudo da **composição dos sedimentos** e dos **teores de matéria orgânica**. São avaliadas as **porcentagens de seixos, cascalhos, areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina, areia muito fina, silte e argila e teores de matéria orgânica**. A determinação da composição granulométrica e dos teores de matéria orgânica dos sedimentos **são realizadas** seguindo **metodologias** e **utilizando equipamentos específicos**. A **identificação é feita** por meio de **tabelas de intervalos granulométricos**. Estes resultados são considerados um dos **parâmetros abióticos** do biomonitoramento.

Fonte: Resultados dos dados da pesquisa

No QUADRO 24 apresenta-se a descrição de parte do ‘mini mundo’, apresentado no capítulo 7. Busca-se por meio desta leitura identificar os dados que deverão ser registrados para serem posteriormente recuperados e processados de acordo com as necessidades de informação. Baseando-se nesta descrição foram desenvolvidas as modelagens que são apresentadas nos próximos itens.

8.2.1 Modelagem 1 (M1): Coleta das Amostras de Material

Como mencionado anteriormente, não existe uma modelagem ER única para representar um domínio (sistema), pois, em um ambiente de modelagem, a abordagem dependerá da forma como analista e usuário definirão suas necessidades; mas qualquer opção de modelagem deve suprir as necessidades de informação sobre o domínio.

Com objetivo de facilitar a visualização do MER, a autora optou por apresentar os atributos das entidades e dos relacionamentos em quadros separados da representação gráfica.

Nesta modelagem inicial aborda-se a entidade *Amostra* que é o resultado de coletas efetivadas durante as campanhas de biomonitoramento das águas do Rio das Velhas. Estas amostras serão utilizadas para avaliação dos sedimentos, dos bentos e das águas do trecho do rio, onde as coletas foram realizadas. Uma possível modelagem, para a situação inicial descrita, pode ser vista na FIG. 53:

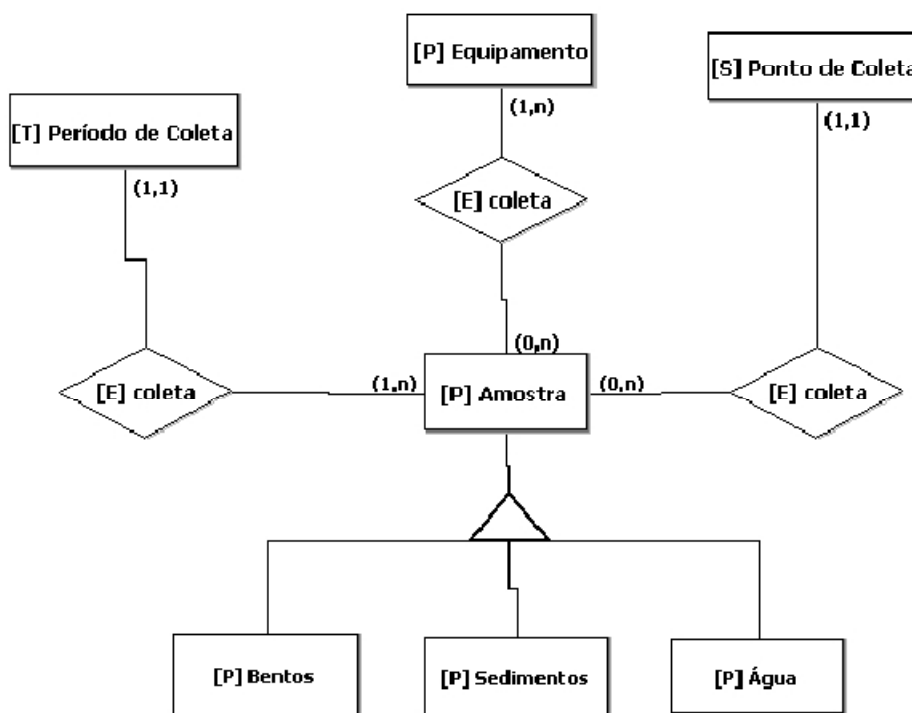


Figura 53 – Modelagem inicial M1
 Fonte: Resultados dos dados da pesquisa

Nesta modelagem, apresentada na FIG. 53, considerou-se *Amostra* como uma entidade fraca, isto é, uma entidade que não possui uma identificação própria no domínio estudado, por este motivo esta identificação acontece na sua relação com outras entidades. A entidade *Amostra* possui um relacionamento identificador tanto com a entidade que se designou de *Ponto de Coleta* (Estação de Amostragem), que é o local onde é realizada a coleta das amostras, quanto com a entidade designada de *Período de Coleta* (período de tempo) em que foi coletada. Isto se deve ao fato da principal informação inicial de uma amostra ser a identificação do local e do período em que ela foi coletada.

Neste momento inicial da modelagem, as questões relacionadas ao biomonitoramento envolvem, basicamente, o aspecto de onde (espaço) e quando (tempo) foi efetivada a coleta das amostras. Desta forma a relação da entidade *Amostra* com a entidade *Equipamento*, não se mostrou uma relação identificadora da *Amostra*, no domínio estudado, mas uma relação onde se pretende identificar os equipamentos utilizados para que as amostras pudessem ser coletadas.

Observa-se na relação entre *Ponto de Coleta* e *Amostra* que a leitura do diagrama, no sentido da direita para a esquerda, é de ‘em um *Ponto de Coleta* se coleta nenhuma, uma ou mais de uma *Amostra*’ e da esquerda para a direita pode-se ler que ‘uma determinada *Amostra* é coletada em um *Ponto de Coleta*’. Ao mesmo tempo, no relacionamento entre *Amostra* e *Período de Coleta*, lê-se da direita para a esquerda que ‘uma *Amostra* é coletada em um *Período de Coleta*’, e da esquerda para a direita que ‘em um *Período de Coleta* são coletadas uma ou mais *Amostras*’. No caso do relacionamento entre a entidade *Equipamento* e *Amostra* faz-se a leitura que ‘um *equipamento* coleta uma ou várias *Amostras*’, e ‘uma *Amostra* é coletada por um *equipamento*’. Outro aspecto a se observar nesta primeira modelagem refere-se à generalização/especialização apresentada na entidade *Amostra*, onde a especialização são as amostras de *água*, de *sedimentos* e de *bentos*, que apresentam características totalmente diferenciadas entre elas.

Após a identificação inicial das entidades e das relações apresentadas no modelo M1, FIG. 53, será feita as associações dos componentes do MER com os termos categorizados e classificados segundo o PMEST, apresentados no item anterior e disponíveis nos APÊNDICES de A a E.

- a) a entidade *Ponto de Coleta* representa todos locais onde se realizam a coleta de amostras para o biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas; sua identificação se faz por meio de um ‘identificador do ponto’ (codificação no Manualzão de Mz01 até Mz37). Esta entidade é encontrada na categoria Espaço / faceta Estações / subfaceta Estações de Amostragem (ou *Ponto de Coleta*). Conforme pode ser visto no QUADRO 25, retirado e adaptado do APÊNDICE B, da categoria Espaço:

QUADRO 25

Entidade *Ponto de Coleta*, localizada na categoria Espaço, adaptado do APÊNDICE B

ESTAÇÕES	
<u>Tipo</u>	Estação de amostragem (Ponto de Coleta) MZ 01 a MZ 37
	Estações de Tratamento de Esgotos, ETE Arrudas
	Estações Ecológicas da bacia do rio das velhas

Fonte: Resultados dos dados da pesquisa

- b) a entidade *Período de Coleta*, que identifica os períodos em que foram realizadas coletas para o biomonitoramento, encontra-se representada na categoria Tempo por sua única faceta *Período de Coleta*. No QUADRO 26 retirado e adaptado do APÊNDICE A, da categoria Tempo, apresenta-se tanto a faceta *Período de coleta* quanto suas respectivas subfacetas *data da coleta*, *condições climáticas do dia* e *periodicidade*:

QUADRO 26

Entidade *Periodo de Coleta*, localizada na categoria Tempo, adaptado do APÊNDICE A

PERÍODO DE COLETA	
<u>Data da Coleta</u>	Fevereiro de 2005
<u>Condições climáticas do dia</u>	Chuva / Seca
<u>Periodicidade</u>	Bimestral / Trimestral / Anual

Fonte: Resultados dos dados da pesquisa

- c) A entidade *Amostra* representa as amostras de material coletadas, e que serão analisadas. A entidade *Amostra* é encontrada, no PMEST, como uma faceta da categoria Personalidade. Esta faceta é subfacetada por *tipo de material* das amostras que é representada pela subfaceta *amostras de água, sedimentos e macroinvertebrados bentônicos (Bentos)*, conforme visto no QUADRO 27, retirado e adaptado do APÊNDICE E, da categoria Personalidade.

QUADRO 27

Entidade *Amostra*, localizado na categoria Personalidade, adaptado do APÊNDICE E

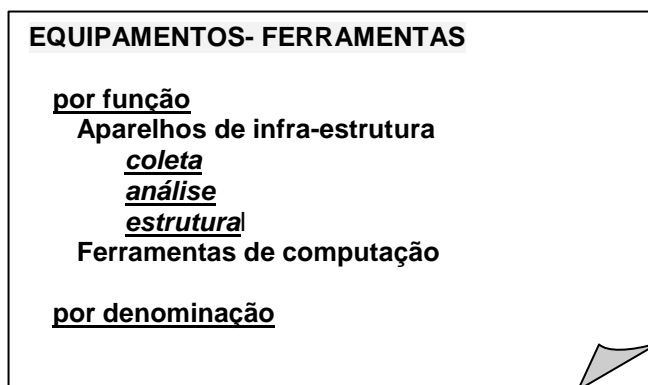
AMOSTRAS
<u>Por tipo de material estudado</u>
sedimento
água
macroinvertebrados bentônicos (bentos)

Fonte: Resultados dos dados da pesquisa

Observa-se na modelagem M1, FIG. 53, que a entidade *Amostra* é apresentada por meio da estrutura generalização/especialização, sendo que a generalização é a entidade *Amostra* e as especializações as entidades *sedimento*, *água* e *bentos*, tais entidades correspondem no PMEST às respectivas faceta (*Amostra*) e subfacetas (*amostra sedimento*, *amostra água* e *amostra bentos*), apresentado no QUADRO 27.

- d)** a entidade *equipamento* é a entidade que representa os equipamentos utilizados durante o processo do biomonitoramento desde equipamentos/ferramentas físicas utilizadas no processo das coletas de amostras até equipamentos/ ferramentas mais sutis como hardware/software utilizados nas análises estatísticas. Encontra-se na categoria Personalidade / faceta *equipamentos-ferramentas*. Os equipamentos podem ser classificados conforme suas funções, sendo estas as respectivas subfacetas, apresentada no PMEST, conforme pode ser visto no QUADRO 28, retirado e adaptado do APÊNDICE E:

QUADRO 28
Entidade *Equipamentos*, localizada na categoria Personalidade, adaptado do Apêndice E



Fonte: Resultados dos dados da pesquisa

Assim como aconteceu com a entidade *Amostra* que foi mostrada no MER no formato generalização/especialização, a entidade *Equipamento* poderia, também, ter sido representada desta forma, no modelo M1, conforme apresentado na FIG. 54, mas optou-se por mostrá-la no seu formato mais generalista permitindo uma visualização mais limpa da modelagem M1.

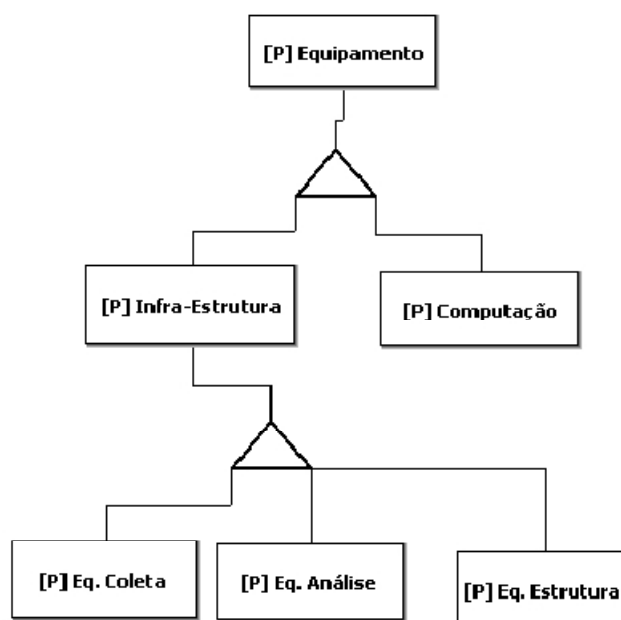


Figura 54 – Modelagem da entidade Equipamento no formato generalização/especialização
Fonte: Resultados dos dados da pesquisa

Conforme apresentado na FIG. 54, podem-se identificar os vários tipos de equipamentos classificados de acordo com sua função no domínio estudado. A entidade é representada no formato de generalização/especialização.

Apresentam-se, na sequência, os atributos relacionados às entidades apresentadas no modelo M1, assim como suas respectivas associações com o PMEST, conforme visto no QUADRO 29:

QUADRO 29
Entidades e Atributos apresentados no modelo M1 e sua correspondente com o PMEST

Entidades e Atributos do modelo M1				
Entidades	Ponto Coleta [S]	Período de Coleta [T]	Amostra [P]	Equipamento [P]
Atributos	Identificador do ponto [S]	Data da coleta [T]	Identificador do ponto [S]	Identificador do equipamento
	Latitude [M]	Condições Climáticas do dia [T]	Data da coleta [T]	tipo de equipamento [P]
	Longitude [M]	Periodicidade [T]	Tipo de amostra (água, sedimento, bento) [P]	Denominação [P]
			Identificador do equipamento	

Fonte: Resultados dos dados da pesquisa

No QUADRO 29, a identificação da categoria PMEST, a qual pertence o atributo foi colocada entre ‘colchetes’. Identifica-se o nome das entidades do MER na linha correspondente à ‘Entidades’, estando estas denominações escritas em negrito. Na coluna correspondente a cada uma dessas entidades identificadas estão posicionados seus respectivos atributos. Não foram apresentados todos os atributos das entidades identificadas, estas aparecerão ao longo das modelagens subseqüentes, conforme for necessário. Os atributos que foram escritos em negrito são os atributos de identificação da entidade à qual correspondem, no domínio estudado. Como já apresentado na teoria, algumas entidades não possuem identificação própria, o que faz com que sejam identificadas por meio do identificador de outras entidades, como é o caso da entidade *Amostra*.

A entidade *Ponto de Coleta*, apresentada no QUADRO 29, foi localizada na categoria Espaço, conforme visto no QUADRO 30:

QUADRO 30
Entidade *Ponto de Coleta*, localizada na categoria Espaço, adaptado do APÊNDICE B

ESTAÇÕES
<u>Tipo</u> Estação de amostragem (Ponto de Coleta)
<i>(Por identificação)</i>
MZ 01 a MZ 37

Fonte: Resultados dos dados da pesquisa

Ainda em menção ao QUADRO 29, é possível fazer verificações e elucidações, apresentadas nos parágrafos que se seguem.

Com relação aos atributos da entidade *Ponto de Coleta*, verifica-se que o atributo '*identificador do ponto*' é proveniente da categoria Espaço, conforme apresentado no QUADRO 29 [indicador 'S' do PMEST]. O *Identificador do ponto* é a designação dada a cada ponto definido para se efetivar as coletas de amostras. Observa-se no QUADRO 30, que foi acrescentada o 'princípio de divisão', denominado de '*por identificação*', dando significado às denominações MZ 01 até MZ 37 (que são consideradas como instâncias no MER, não fazendo parte da estrutura do mesmo).

Quanto aos atributos latitude e longitude, estes são localizados na categoria Matéria/faceta '*Características geopolíticas*' subfaceta '*coordenada geográfica*', conforme pode ser visto no QUADRO 31:

QUADRO 31

Atributo de *Ponto de Coleta*, localizado na categoria Matéria, adaptado do APÊNDICE D

CARACTERÍSTICAS GEO- POLÍTICAS
<p><u>Técnico</u> Georeferenciados / mapeadas / monitoradas / plotada</p>
<p><u>Coordenada Geográfica</u> Altitudes / latitudes / longitudes</p>
<p><u>Ponto Cardeal</u> Norte / Sul / Leste / Oeste</p>
<p><u>Tipo de Administração</u> Federais / Estadual / Municipal / Particular</p>

Fonte: Resultados dos dados da pesquisa

A entidade *Período de Coleta* é identificada principalmente pelo atributo *data da coleta*, sendo que *condições climáticas do dia* e *periodicidade* foram considerados, também, como seus atributos. Estes atributos são encontrados na categoria Tempo / faceta *Período de Coleta* e suas respectivas subfacetadas *Data da Coleta*, *Condições climáticas do Dia* e *Periodicidade*, conforme apresentado no QUADRO 32, retirado e adaptado do APENDICE A:

QUADRO 32

Atributo de *Periodo de Coleta*, localizada na categoria Tempo, adaptado do APÊNDICE A

PERÍODO DE COLETA
<p><u>Data da Coleta</u> Fevereiro de 2005</p>
<p><u>Condições climáticas do dia</u> Chuva / Seca</p>
<p><u>Periodicidade</u> Bimestral / Trimestral / Anual</p>

Fonte: Resultados dos dados da pesquisa

Como se observa no QUADRO 29 e no QUADRO 32, as subfacetadas da faceta *Período de Coleta* foram designadas no MER, como sendo atributos da entidade *Período de Coleta*

Com relação à entidade *Amostra*, conforme já mencionado, esta é uma entidade que necessita de outras entidades para que possa ser identificada. Os atributos '*Identificador do ponto*' e '*data da coleta*' são, neste domínio específico, os identificadores da *amostra* e são atributos que vieram das entidades *Ponto de Coleta* e *Período de Coleta*, sendo localizados no PMEST em suas respectivas Categorias e facetas, e que foram mostradas nos QUADRO 30 e QUADRO 32. O atributo *tipo de amostra* informa o tipo de material da amostra (água, sedimentos ou de bentos) coletado. Este atributo é encontrado na categoria Personalidade/ faceta *Amostra* / subfaceta *por tipo de material estudado*, conforme já apresentado no QUADRO 27. Outro atributo da entidade é o *Identificador de equipamento de coleta*, que também é localizado por meio de outra entidade, a entidade *Equipamento*, e identifica o equipamento utilizado na coleta, quando o mesmo é informado, e pode ser localizado no QUADRO 28. Observa-se que na faceta *Equipamento*, nesta pesquisa, o conceito específico de *identificador de equipamento* não foi localizado no PMEST, gerando a necessidade de se verificar esta informação nos textos fontes da pesquisa, sem um resultado positivo. Acredita-se que o motivo de não serem mencionados nas fontes textuais deve-se ao fato deste atributo não fazer parte do universo de estudo dos autores dos textos.

Em relação aos atributos da entidade *Equipamento*, o atributo *Identificador do equipamento* já foi analisado no item anterior. O atributo *Tipo de equipamento* é localizado na categoria Personalidade / faceta *Equipamentos-ferramentas* / subfaceta *Por função* / subfacetas *Aparelho de infra estrutura* e também *Ferramentas de computação*. A subfaceta *Aparelhos de infra estrutura*, é ainda facetada pelos *Objetivos* do aparelho, conforme apresentado no QUADRO 28. Quanto ao atributo *Denominação*, que apresenta o nome do aparelho, pode-se localizá-lo no PMEST na categoria Personalidade/faceta *Equipamentos-ferramentas*, subfaceta *Por denominação*.

Após apresentação das entidades no modelo M1 do MER e seus respectivos atributos, e ao mesmo tempo, a identificação desses elementos no PMEST, apresenta-se em sequência esta mesma identificação voltada ao aspecto do *relacionamento* no MER.

O relacionamento que foi representado na modelagem M1 refere-se ao processo da coleta das amostras, conforme o QUADRO 33, onde se apresenta o relacionamento identificado na modelagem M1 e sua associação a uma das categorias do PMEST:

QUADRO 33
Associações entre Relacionamentos no MER e o PMEST, na modelagem M1

Relacionamento MER	PMEST
São coletadas / Coleta	[E]

Fonte: Resultado a partir dos Dados da Pesquisa

O relacionamento *São coletadas* e *Coleta*, são semelhantes, se diferenciado pela direção com que se faz a leitura no MER. Este relacionamento é localizado no PMEST na categoria Energia / faceta *Processos Metodológicos do Biomonitoramento* / subfaceta *Etapas* / subfaceta *Coleta*. Conforme pode ser visto no QUADRO 34:

QUADRO 34
Relacionamento *Coleta*, na categoria Energia, adaptado do APÊNDICE C

PROCESSOS METODOLÓGICOS DO BIOMONITORAMENTO
<u>Etapas</u>
Coleta
<u>Tipo de coleta</u>
Triagem
Classificar
Diagnóstico
Análise
<u>Por objetivo</u>
<i>Análise Estatística</i>
<i>Análise Física</i>
<i>Análise Química</i>
<i>Análise Biológica</i>
<i>Outras Análises</i>
Avaliar

Fonte: Resultado a partir dos Dados da Pesquisa

Após apresentação da primeira modelagem (M1) feita por meio do MER, com recursos identificados no PMEST, apresenta-se outro aspecto central do domínio, identificado no QUADRO 24, visando-se à continuação do presente estudo de modelização.

8.2.2 Modelagem 2 (M2): Classificações e Análises efetuadas nas Amostras

A segunda modelagem (M2) tem por objetivo representar outro aspecto do biomonitoramento apresentado no QUADRO 24. Este aspecto está voltado às diferentes medições e análises iniciais que são realizadas nas amostras, com estas medições pode-se identificar as características das amostras coletadas. Algumas medidas ocorrem durante o próprio processo de coleta, como por exemplo, a medida da *temperatura da água*. Uma possível modelagem para esta situação é apresentada no FIG. 55:

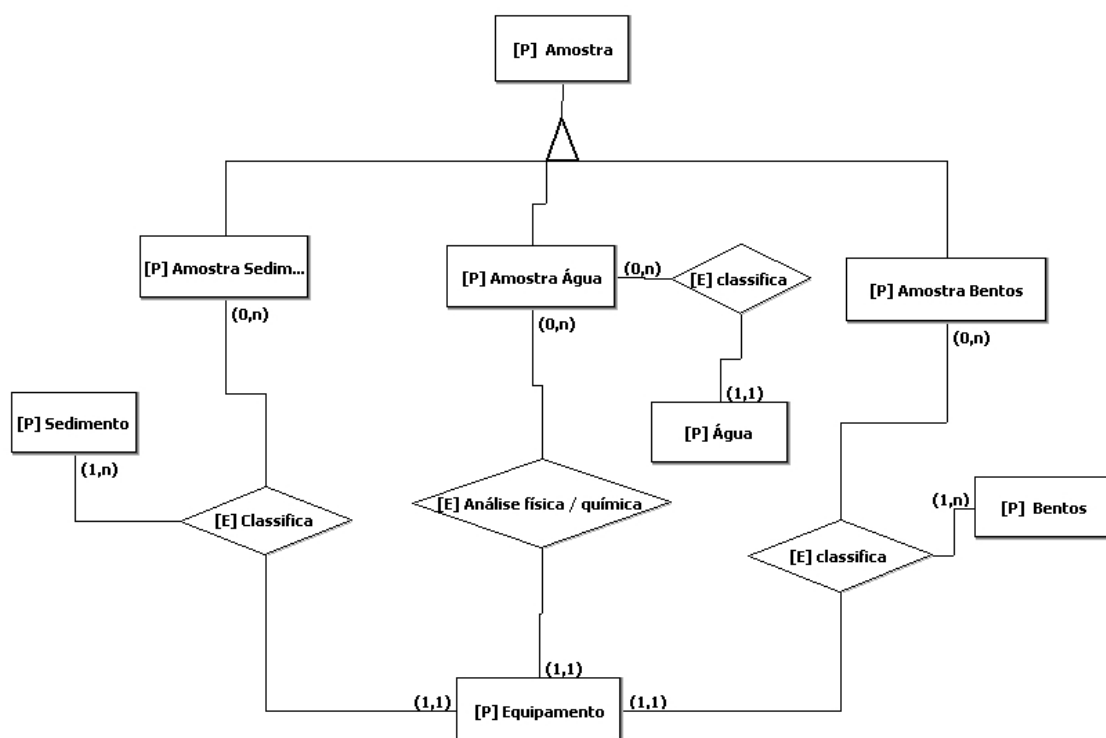


Figura 55 – Modelagem M2
Fonte: Resultado dos dados da pesquisa

Ao se visualizar a FIG. 55, pode-se ter um entendimento geral do M2, a saber:

- A entidade *Amostra* está sendo representada no formato generalização/especialização e são seus componentes especializados (*amostra de sedimentos*, *amostra de água* e *amostra de bentos*) o foco desta modelagem.
- A entidade *Amostra de Sedimentos* é classificada por meio da utilização da entidade *Equipamentos* e da entidade *Sedimentos*. Na medida em que se

determina a composição e granularidade da amostra, estas são classificadas com os padrões de medidas constantes na entidade *Sedimento*.

- c) A entidade *Amostra de Água* é analisada por meio da utilização da entidade *Equipamentos*, onde nesta modelagem a análise se refere às características físicas e químicas que a amostra apresenta. Somente após todas estas análises tiverem sido efetuadas é que se pode determinar a classificação desta amostra, fato que acontece após a comparação dos dados obtidos por meio da análise com os padrões constantes na entidade *Água*.
- d) A entidade *Amostra de Bentos* é classificada por meio da utilização da entidade *Equipamentos* e da entidade *Bentos*. Na medida em que se determina a característica de cada um dos Bentos encontrados na amostra, eles são classificados por meio da entidade *Bentos*.

Novamente ao se observar o FIG. 55, verifica-se que não foi representada nesta modelagem nem a entidade *Ponto de Coleta* e nem *Período de Coleta*, apresentada na modelagem M1. Optou-se por mostrar somente as entidades e relações que serão discutidas na modelagem M2, o objetivo, como aconteceu na maioria das opções, foi o de se ter uma melhor clareza na apresentação. Em relação à entidade *Equipamento*, esta se refere à entidade já apresentada e descrita anteriormente na modelagem M1, sendo que na modelagem M2 refere-se ao aspecto da entidade *Equipamentos* que auxilia na medição ou análise das amostras, localizando-se na categoria *Personalidade / faceta equipamentos-ferramentas / subfaceta Por função / Subfaceta Aparelhos de Infra-estrutura*, conforme pode ser visto no QUADRO 28.

Optou-se por não apresentar uma descrição detalhada, como foi feito em M1, de todas as relações, entidades e atributos de M2, assim como, também, em M3 que será a próxima modelagem. Os motivos de tal opção devem-se ao fato de que nesta pesquisa o objetivo principal é de apresentar algumas das relações entre PMEST e MER, o que está sendo realizado principalmente ao se mostrar a identificação do PMEST nos elementos constituintes do MER. Outro motivo relaciona-se ao fato de existir certa semelhança de raciocínio nas relações apresentadas entre as diferentes amostras e suas formas de classificação, o que tornaria repetitivo o processo de

apresentação das mesmas. Por estes motivos, optou-se por apresentar em detalhes a relação da entidade *Amostra Bentos* com a entidade *Equipamentos* e a entidade *Bentos*. As entidades *Amostra Sedimento e de Amostra Água* e suas respectivas relações serão apresentadas de uma forma mais geral. O QUADRO 35, a seguir, mostra as entidades e atributos apresentados no modelo M2 e suas categorias correspondentes:

QUADRO 35
Entidades e Atributos apresentados no modelo M2 e sua categorização

Entidades e Atributos do modelo M2							
Entidades	Amostra Sedimento [P]	Amostra Água [P]	Amostra Bentos [P]	Sedimento [P]	Bentos [P]	Água [P]	Equipamento [P]
Atributos	Identificador Equipamento análise material mineral	Classe da água [P]	Identificador do equipamento	Denominação material mineral [P]	Denominação científica do bento [P]	Classe da água [P]	Identificador do equipamento
	Denominação do material mineral [P]	Identificador do equipamento análise	Família [P]	Intervalo de medida do material mineral	Denominação popular [M]	Características ³¹ da água	tipo de equipamento [P]
	Denominação do método de análise do material mineral [M]	Denominação do método de análise [M]	Estágio de vida [M]	Características do material mineral [M]	Hábitos alimentares [M]		Denominação [P]
	Classificação do material mineral [M]	Denominação da medida da Análise [M]	Quantidade coletada do bento [M]	matéria orgânica [P]			
	% material mineral classificado	Valor da medida de análise					
	Identificador Equipamento análise matéria orgânica.						
	Denominação do método de análise do material orgânico [M]						
	% matéria orgânica						

Fonte: Resultado a partir dos Dados da Pesquisa

³¹ Definidas pela resolução Conama 357/ 05 que foi alterada pelas Resoluções 410/2009 e 430/2011

Em relação ao QUADRO 35 e a FIG. 55, pode-se fazer as seguintes considerações:

- 1) Verifica-se que a relação *Classifica* entre *Amostra de Sedimento/ Sedimento* e *Equipamento* acontece de forma que uma *Amostra de Sedimento* é *Classificada*³² por um ou vários *Equipamentos* e esta classificação é definida pelos intervalos de medidas, encontrados na entidade *Sedimentos*. Dessa forma os componentes da *Amostra de Sedimentos* são analisados e classificados para se determinar seus componentes minerais e orgânicos, esta entidade é encontrada na categoria *Personalidade/ faceta Amostra / subfaceta Por tipo de Material / subfaceta Sedimento*, conforme pode ser visto no QUADRO 27. Com relação aos atributos da entidade *Amostra de Sedimentos* verifica-se que:
 - *Denominação do Método de Análise* (tanto para o *Aspecto do Material Mineral* quanto do *Material Orgânico*) pode ser encontrado na categoria *Matéria / subfaceta Características Metodológicas / subfaceta Por Método de Análise / subfaceta Análise Física*;
 - A *Denominação Material Mineral* encontra-se no PMEST na Categoria *Personalidade / subfaceta Sedimentos / subfaceta Por composição do Sedimento / subfaceta Material Mineral*
 - Os atributos relativos à porcentagem dos materiais encontrados nas amostras (*% material mineral classificado* e *% matéria orgânica* respectivamente) não foram categorizados no PMEST.
- 2) A entidade *Sedimentos* é a denominação para uma tabela que possui os intervalos das medidas dos sedimentos com suas respectivas classificações. A entidade *Sedimento* é encontrada na categoria *Personalidade / faceta Sedimento* e seus atributos são localizados, também na categoria *Personalidade / faceta Sedimentos / subfaceta Composição do Sedimento / subfaceta Denominação Material Mineral* e *Denominação Matéria Orgânica*. O atributo *Característica do material mineral* é encontrado na categoria *Matéria / faceta Características do Sedimento / subfaceta Geral / subfaceta Características da Areia*. O atributo *Intervalo de Medida do Material Mineral* não foi identificado na

³² O ato de *classificar*, neste caso, envolve o processo da análise física dos componentes da *Amostra de Sedimentos*.

categorização pelo PMEST, isto se deve ao fato destes intervalos de medidas não constarem de forma explícita nas fontes textuais.

- 3) Entre a entidade *Amostra Água* e *Equipamento* existe a relação '*Análise Física e Química*' que são todas as possíveis análises ou medidas físicas e químicas efetuadas tanto nas amostras da água, quanto as que tenham sido efetuadas no próprio local, relativas ao aspecto da água. Quanto aos atributos da entidade *Amostra Água* verifica-se que atributo *Denominação do Método de Análise* encontra-se na categoria *Matéria / faceta Características Metodológicas / subfaceta Por Método de Análise / subfaceta Análise Física* ou subfaceta *Análise Química*. O atributo *Denominação da medida da Análise* encontra-se na categoria *Matéria / faceta Medidas Físicas e Químicas / subfaceta Parâmetros Químicos e subfaceta Parâmetros Físicos*. O atributo *Valor da Medida de Análise* é um valor de medida resultante da análise e não foi categorizado no PMEST, mas estes valores se encontram nas fontes textuais. A entidade *Amostra Água* encontra-se na categoria *Personalidade/ faceta Amostra / subfaceta Por tipo de Material / subfaceta Água*, conforme pode ser visto no QUADRO 27
- 4) Na relação *Classifica* entre a entidade *Amostra de Água* e *Água*, a entidade *Água* encontra-se na categoria *Personalidade / faceta Água* e indica a classificação das águas de acordo com o resultado de análises feitas nas mesmas. Com relação à entidade *Amostra de Água* seu atributo *Classe da Água* se encontra na categoria *Personalidade / faceta Água / subfaceta Classe de Água*, que é classificada de acordo com os limites estabelecidos pela resolução Conama 357/ 05-Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011, os limites definidos não foram mostrados na categorização.
- 5) No relacionamento entre as entidades *Amostra de Bentos / Equipamentos* e *Bentos*, verifica-se que a entidade *Bentos*, apresentada no QUADRO 35, representa as informações da classificação de todos macroinvertebrados bentônicos possíveis de serem encontrados na região estudada e no PMEST e foi categorizada no PMEST na categoria *Personalidade / faceta Comunidades de Organismos aquáticos/ subfaceta Macroinvertebrados Bentônicos (Bentos) / subfaceta Por denominação Científica*, conforme

pode ser vista no QUADRO 36. Os outros atributos desta entidade são encontrados na categoria Matéria / faceta *Comunidades de Organismos Aquáticos* / subfaceta *Denominação Popular* e, também, na subfaceta *Hábitos alimentares*, conforme apresentado no QUADRO 37, adaptado do APÊNDICE D. Ambos a seguir:

QUADRO 36
Comunidades de Organismos Aquáticos, da categoria Personalidade adaptado do APÊNDICE E

COMUNIDADES DE ORGANISMOS AQUÁTICOS
<p><u>Macroinvertebrados bentônicos (Bentos),</u></p> <p>Por Denominação Científica (Domínio Reino Filo Classe Subclasse Ordem Subordem Família Gênero):</p> <p>Domínio Reino Filo: Classe: Subclasse: Ordem Família</p> <p><u>Ictiofauna,</u></p> <p>Por Denominação Científica (Reino Filo Classe Subclasse Ordem Subordem Família Gênero Espécie):</p> <p><u>Outros</u></p>

Fonte: Resultado a partir dos Dados da Pesquisa

QUADRO 37
Comunidades de Organismos Aquáticos, da categoria Matéria Adaptado do APÊNDICE D

COMUNIDADES DE ORGANISMOS AQUÁTICOS
<p><u>Dados de bentos,</u> Denominação popular (Bentos) Por Hábitos Alimentares Quantidade coletada</p> <p><u>Ictiofauna</u> Denominação popular Tipo de Peixes Coletados</p> <p><u>Estágios de vida</u></p>

Fonte: Resultado a partir dos Dados da Pesquisa

Na entidade *Amostra Bentos*, apresentado no QUADRO 35, obtêm-se a informação de cada bento coletado por meio da identificação do atributo *Família*; este atributo, pelas características do MER é verificado e validado por meio da relação com a entidade *Bentos*. Ainda em relação à entidade *Amostra Bentos*, os atributos foram categorizados na categoria *Matéria / faceta Comunidades de Organismos Aquáticos / subfaceta Dados de Bentos/ subfaceta Quantidade Coletada* e na categoria *Matéria / faceta Comunidades de Organismos Aquáticos / subfaceta Estágio de Vida* e conforme pode ser visto no QUADRO 37. Quanto à entidade *Equipamento*, esta já foi analisada anteriormente, na modelagem M1.

Os relacionamentos que foram representados na modelagem M2 referem-se ao processo da classificação e análises das amostras, conforme se verifica no QUADRO 38:

QUADRO 38
Associações entre Relacionamentos no MER e o PMEST

Relacionamento MER	PMEST
Classifica	[E]
Análise	[E]

Fonte: Resultado a partir dos dados da pesquisa

O relacionamento *Classifica* e *Análise* foram explicitados na categoria *Energia / Processos Metodológicos do Biomonitoramento / Etapas*, conforme apresentado no QUADRO 34

8.2.3 Modelagem 3 (M3): Avaliação do Ponto de Coleta

A terceira modelagem é sobre a Avaliação do Ponto de Coleta. Nesta situação são feitas avaliações do ambiente no qual está inserido o trecho do rio onde se realiza a coleta das amostras. Esta avaliação acontece ao se preencher um relatório denominado de “Protocolo de Avaliação Rápida das Condições Ecológicas e da Diversidade de Habitat em Trechos de Bacia Hidrográficas” que se encontra nos

ANEXOS A e B. No QUADRO 39, apresenta-se a descrição da parte final constante do 'mini-mundo':

QUADRO 39

Excerto 2 da descrição do mini mundo do biomonitoramento, com marcações das possíveis entidades, atributos e relacionamentos.

3. É necessário identificar de que período e estação de amostragem pertencem os resultados acima citados.
4. O trecho da **estação de amostragem (ponto de coleta)** também é **avaliado** a partir do **“Protocolo de Avaliação Rápida das Condições Ecológicas e da Diversidade de Habitat em Trechos de Bacia Hidrográficas”**, ver em Anexo 1, no Quadro 1 e Quadro 2. O **protocolo avalia** um conjunto de parâmetros em categorias descritas e **pontuadas de 0 a 4** no **quadro 1**, e de **0 a 5 no quadro 2**. O valor final do protocolo de avaliação é obtido a partir do somatório dos valores atribuídos a cada parâmetro independente. Estes **resultados são considerados um dos parâmetros abióticos** do biomonitoramento
5. Deve-se registrar aos resultados das medidas e das análises físicas químicas e biológicas, realizadas nas amostras, e dos resultados do Protocolo. São feitas análises estatísticas com esses resultados

Fonte: Resultado a partir dos dados da pesquisa

Como já foi descrito anteriormente, no QUADRO 39 apresenta-se os aspectos relacionados à avaliação realizada nos trechos da Bacia Hidrográfica. Os resultados de cada item desta avaliação são registrados, obtendo-se um valor total final e com este dado, posteriormente, análises estatísticas serão realizadas fazendo-se comparações entre as estações de seca e chuva, e também correlações com as outras análises realizadas nas amostras (sedimento, água e bentos) coletadas no local. Nesta terceira modelagem ER o que se pretende identificar são os registros desta avaliação realizada por meio do Protocolo, neste caso, registra-se a pontuação dada a cada item do Protocolo. Observa-se que a avaliação relacionada ao Protocolo é uma avaliação espaço-temporal, ou seja, ela dá informações da situação ambiental do trecho do rio (do espaço, aqui representado pelo *Ponto de Coleta*), situação esta encontrada durante um dia, ou um período de tempo específico (relacionado ao tempo, aqui representado pelo *Período de Coleta*). Desta observação, pode-se concluir que os dados coletados e registrados não pertencem nem à entidade *Ponto*

de Coleta e nem à entidade *Período de Coleta*, mas à relação que conecta estas duas entidades, que no caso é *Avalia*.

Desta forma, na FIG. 56, apresentou-se uma possível modelagem deste aspecto do biomonitoramento. Como já mencionado, verificou-se que os itens avaliados no Protocolo são depois correlacionados estatisticamente, também, com os resultados das análises das amostras de sedimento, água e bentos. Desta forma considerou-se identificar os itens do Protocolo em um mesmo relacionamento, já que na verdade eles não pertencem às entidades até então mostradas, mas ao relacionamento entre as entidades *Pessoa*, *Período de Coleta* e *Ponto de Coleta* conforme mostrado no modelo M3, na FIG. 56:

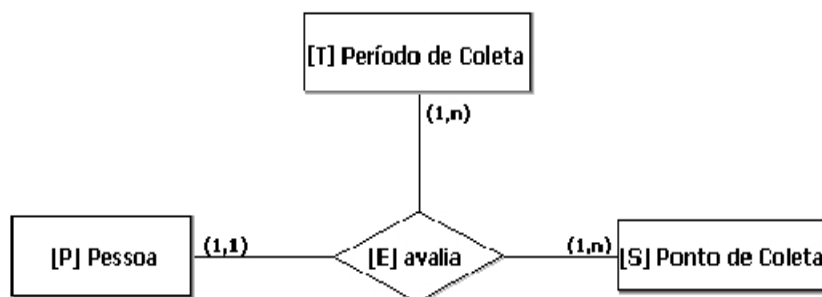


Figura 56. Modelagem M3

Fonte: Resultado a partir dos dados da pesquisa

A entidade *Pessoa*, foi mostrada pela autora nesta modelagem para dar um melhor entendimento ao relacionamento, mas não é uma entidade que apresenta uma importância no aspecto desta pesquisa e sequer é mencionada no Protocolo, ela representa a pessoa que efetivou a avaliação do Protocolo. A entidade *Pessoa*, apresentada na modelagem M3 (FIG. 56) é encontrada no PMEST na categoria Personalidade / faceta *Pessoas* / subfaceta *Por Cargos* / subfaceta *Pesquisadores*, conforme apresentado no QUADRO 40:

QUADRO 40
Faceta Pessoas, da categoria Personalidade adaptado do APÊNDICE E

PESSOAS
<u>Por cargos</u>
Pesquisadores
Limnólogos
Gestores
Voluntários

Fonte: Resultado dos dados da pesquisa

O QUADRO 41 apresenta a entidade Pessoa e Atributos apresentados no modelo M3 e sua categorização:

QUADRO 41
Entidade Pessoa e Atributos apresentados no modelo M3 e sua categorização

Entidade e Atributos do modelo M3	
Entidade	Pessoa [P]
Atributos	Identificador do Cargo [P]

Fonte: Resultado dos dados da pesquisa

Verifica-se, conforme já descrito, que a entidade *Pessoa* não apresenta maiores detalhes que a identifiquem, além do cargo ocupado, conforme apresentado nos QUADRO 39 e QUADRO 40. As entidades *Ponto de Coleta* e *Período de Coleta* da modelagem M3 já foram apresentadas e definidas na modelagem M1. O QUADRO 42 mostra o relacionamento *Avalia* e seus Atributos apresentado no modelo M3:

QUADRO 42
Relacionamento *Avalia* e seus Atributos apresentado no modelo M3

Relacionamento <i>Avalia</i> e seus Atributos do modelo M3		
Relacionamento	<i>Avalia</i> (Ponto Coleta) [E]	
Atributos	Identificador do ponto [S]	
	Data da coleta [T]	
	Identificador do Cargo [P]	
	Largura do rio [M]	<i>Tipo de fundo</i> [M]
	Profundidade [M]	Extensão de rápidos [M] (pontuação)
	Temperatura da água	Frequência de rápidos [M] (pontuação)
	Tipo de ocupação das margens [M] entorno(pontuação)	Tipo de substrato [M]
	Erosão nas margens [M] (pontuação)	<i>Deposição de lama</i> (pontuação)
	Alterações antrópicas [M] (pontuação)	Depósitos sedimentares [M] (pontuação)
	Cobertura vegetal no leito[M] (pontuação)	<i>Alterações no Canal do Rio</i> (pontuação)
	Odor água [M] (pontuação)	Características do fluxo das águas [M] (pontuação)
	Oleosidade água [M] (pontuação)	Presença de mata ciliar[M] (pontuação)
	Transparência água[M] (pontuação)	Estabilidade das margens [M] (pontuação)
	Odor sedimento [M] (pontuação)	<i>Extensão de mata ciliar</i> (pontuação)
	Oleosidade do fundo[M] (pontuação)	Presença de plantas aquáticas [M] (pontuação)

Fonte: Resultado dos dados da pesquisa

Na modelagem M3, apresentada na FIG. 56, pode-se concluir que uma *Pessoa*, neste caso um pesquisador, *Avalia* um ou mais *Pontos de Coleta* em um ou mais de um *Período de Coleta*. Neste caso os atributos da avaliação, como já descrito anteriormente, não pertencem a nenhuma das entidades relacionadas, mas ao próprio relacionamento *Avalia*, sendo que este relacionamento e seus respectivos atributos são mostrados no QUADRO 42. Observa-se que o registro desses atributos refere-se à pontuação dada aos mesmos durante a avaliação dos respectivos itens do Protocolo.

Diante das considerações feitas anteriormente, pode-se fazer as seguintes verificações, sobre a modelagem M3:

- 1) Na relação *Avalia* que acontece *entre Ponto de Coleta / Período de Coleta e Pessoa*, verifica-se que os atributos avaliados pertencem ao relacionamento *Avalia*. Estas condições ambientais, no *Ponto de Coleta*, são próprias do momento da coleta.
- 2) A entidade *Pessoa* é encontrada no PMEST na categoria Personalidade / faceta Pessoas / subfaceta *Por Cargo* / subfaceta *Pesquisador*
- 3) Apresentam-se no QUADRO 42 os atributos do relacionamento *Avalia*, estes foram categorizados pelo PMEST, conforme apresentado no APÊNDICE D e adaptado no QUADRO 43, encontram-se categoria Matéria nas facetas '*Dimensões*', '*Tipo de Ocupação*', '*Condição do Fluxo do Rio*', '*Condição da Água*', '*Condição do Sedimento*', '*Condição Vegetal e das Margens*' e '*Alterações Antrópicas*'.

Assim, O QUADRO 43 traz a categoria Matéria adaptado do APÊNDICE D:

QUADRO 43
Categoria Matéria adaptado do APÊNDICE D

QUALIDADE AMBIENTAL DOS TRECHOS – PONTO DE COLETA
<u>Condição ambiental</u>
Graus de impacto
Estrutura.
Tipo de área
Dimensões.
Tipo de Ocupação
<u>Condição do fluxo do rio e constituintes</u>
.....
<u>Condição da água</u>
.....
<u>Condição do sedimento</u>
.....
<u>Condição vegetal e das margens</u>
.....
<u>Alterações Antrópicas</u>
.....

Fonte: Resultado dos dados da pesquisa

Verificou-se que não foi encontrado, na categorização pelo PMEST, o atributo *Alterações no Canal do Rio, Deposição de Lama e Extensão de Mata Ciliar* apresentado em ‘*itálico e sublinhado*’, no QUADRO 42, para uma melhor identificação. Com objetivo de entender esta questão, voltou-se aos dados iniciais desta pesquisa, a lista de todos os termos iniciais, ou seja, quando ainda não haviam sido trabalhados encontra-se no arquivo denominado “RelaçãoMaterialEmpíricodaExtraídoFontesVer06.doc”, no CD. Constatou-se que esses termos não haviam sido selecionados nos textos, justificando sua ausência durante esta definição dos atributos. Outro ponto que se verificou é que dois itens diferentes do Protocolo, especificamente o item n.10 (ANEXO A) e o item n.11 (ANEXO B), por serem diferenciados apenas pela letra ‘s’ foram identificados como semelhantes, o que não é uma verdade, conforme se observa no QUADRO 44:

QUADRO 44
Excerto do Item 10 (ANEXO A) e do Item 11 (ANEXO B)

10. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado	
11. Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados; pedaços de troncos submersos; cascalho ou outros habitats estáveis.	30 a 50% de habitats diversificados; habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.	10 a 30% de habitats diversificados; disponibilidade de habitats insuficiente; substratos freqüentemente modificados.	Menos que 10% de habitats diversificados; ausência de habitats óbvia; substrato rochoso instável para fixação dos organismos.

Fonte: Excerto do Anexo A e B

Verifica-se, como já era previsto, a importância de se trabalhar também, com o Plano Verbal da teoria de *Ranganathan*, fato não contemplado nesta pesquisa. Neste caso, a autora não fez nenhuma correção, nem na categorização pelo PMEST, e nem nos atributos relativos ao MER, por considerar que este é um trabalho de teste, não tendo objetivo de se evoluir para implantação em um banco de dados.

Como se pode verificar no QUADRO 44, o item 10 e o item 11, apesar de buscarem avaliar aspectos ambientais diferenciados para o *Ponto de Coleta*, apresentam formas semelhantes em seus títulos, o que trouxe conseqüências, tais como a não apresentação de um dos itens na categorização, sendo estas percebidas ao se modelar por meio do MER.

Com relação às análises estatísticas, explicitadas na descrição do ‘mini mundo’, que ocorrem entre os vários valores obtidos após a classificação, análise das amostras e avaliação pelo Protocolo, optou-se por não apresentá-las no modelo ER. O motivo

relaciona-se ao fato destas análises não serem efetuadas, ao mesmo tempo, entre todas as variáveis encontradas, mas com diferentes combinações entre estes resultados. Tal fato implica em verificações mais detalhadas sobre os processos destas análises, em outros campos de pesquisa, não se considerando justificável tal procedimento para os objetivos desta pesquisa.

8.3 A intercomplementação entre o Modelo Entidade Relacionamento de *Peter Chen* e o Sistema Categorial de *Ranganathan* na modelagem do domínio em estudo

Por meio da aplicação da metodologia, definida no Capítulo 8, buscou-se estruturar subsídios que pudessem demonstrar a intercomplementação no processo de modelagem conceitual, entre a categorização de *Ranganathan* e a modelagem de entidade - relacionamento de *Chen*.

Observa-se que na primeira fase desta metodologia, foi utilizada a técnica de *Análise de Assunto* em oito textos, cujos objetivos estavam todos voltados para o biomonitoramento das águas da bacia do Rio das Velhas, no Projeto Manuelzão. Tal fato garantiu que todos os termos recuperados tivessem relação com o assunto abordado, podendo-se, desta forma, ao categorizá-los, ter uma ampla visão do domínio estudado, sobre o qual os textos eram constituídos, tanto no aspecto relacionado ao assunto nuclear, quanto dos assuntos de entorno. Em seguida, na segunda fase da metodologia, elaborou-se o texto do 'mini mundo' por meio, principalmente, da compilação da Metodologia e dos Resultados dos mesmos textos. Ao se sintetizar os Resultados visava-se entender a necessidade de informação para se efetivar o biomonitoramento e, ao se compilar a Metodologia pretendeu-se entender a forma, os processos por meio dos quais os resultados foram obtidos. Percebe-se, desta forma que a documentação estudada pode ser, também, considerada como uma representação dos documentos elaborados, ao término de uma análise de requisitos.

Na parte relativa ao item 8.1, deste capítulo, foram apresentados os resultados provenientes da categorização e classificação dos termos, com base na teoria da

classificação facetada de *Ranganathan*. Com a estrutura resultante desta categorização, avaliou-se e verificou-se sua utilização no desenvolvimento do MER, cuja confecção foi elaborada tendo como base informacional a descrição do ‘mini mundo’. No decorrer do item 8.2 foram apresentados tanto os processos da confecção da modelagem ER assim como a associação de seus elementos constituintes aos termos já categorizados, na fase anterior. Por este motivo, é com base nestes resultados, da categorização pelo PMEST e modelagem pelo MER, que se pretende obter uma avaliação e entendimento da intercomplementação entre os dois modelos, visando a modelagem de um domínio.

As relações entre os termos categorizados na primeira fase e os elementos constituintes do MER resultantes da segunda fase foram as situações que, primeiramente, se buscou estudar. Para a efetivação deste estudo elaborou-se uma tabela, mostrada no QUADRO 45, e nela se apresenta as associações entre as categorias do PMEST e os elementos do MER, conforme aconteceram nos modelos desenvolvidos nesta pesquisa:

QUADRO 45
Relação entre os elementos do PMEST e do MER, no biomonitoramento

Relação entre os elementos do MER e do PMEST*					
MER / PMEST	Personalidade	Matéria	Energia	eEspaço	Tempo
Entidade	x			x	x
Atributos	x	x		x	x
Relacionamento			x		

Fonte: Resultado dos dados da pesquisa

*Identificação encontrada, na presente pesquisa, sobre o suporte estrutural entre a aplicação do PMEST e do MER.

Conforme mencionado, no QUADRO 45 estão representadas as relações encontradas entre o PMEST e o MER que se apresentaram ao se confeccionar a categorização e a modelagem ER, do biomonitoramento das águas da bacia do Rio das Velhas. O fato do MER ser constituído basicamente por três elementos (entidade, atributos e relacionamento) e as categorias de *Ranganathan* serem em

número de cinco (Personalidade, Matéria, Energia, Espaço e Tempo), o suporte estrutural entre estes elementos não acontece de uma forma unívoca.

Inicialmente, verifica-se no QUADRO 45, a correspondência existente entre Entidade (MER) e as facetas da categoria Personalidade, Espaço e Tempo, podendo-se fazer as seguintes considerações:

- a) A correspondência de Entidade (MER) com a categoria Personalidade já era esperada, de acordo com a própria verificação de Kashyap (2001) e pelo fato de ambas terem fortes características relacionadas com a identificação dos elementos que serão os atores do domínio que se busca conhecer. É o caso, por exemplo, das entidades, no MER, de *Equipamento, Amostra, Sedimento, Bentos, Água*.
- b) A correspondência do elemento Entidade (MER) com a categoria Tempo, não é uma relação esperada e acontece com a entidade de Período de Coleta (MER). Geralmente no MER, o fator tempo é relacionado como atributo de alguma entidade em destaque (KASHYAP, 2001). Evidenciar o aspecto 'tempo' como uma entidade, no MER, pode ser justificado por meio de alguns fatores. O primeiro relaciona-se ao fato da questão 'tempo' ter uma forte atuação no processo do biomonitoramento. Todas as atividades efetuadas, tais como medidas e análises nas amostras coletadas e, conseqüentemente, as análises estatísticas realizadas com os dados obtidos e que dão suporte ao monitoramento de vida dos rios, só se justificam a partir do momento que exista uma periodicidade para a repetição desses eventos. Outro motivo vem do fator tempo, neste domínio, estar relacionado a um amplo aspecto, não só como uma unidade de medida temporal, mas como um aspecto climático e também como aspecto administrativo, neste caso, relacionando-se com as campanhas periódicas para coleta de amostras. Percebe-se que as questões citadas, relativas ao 'tempo', foram claramente explicitadas e puderam ser entendidas e pesquisadas ao longo da primeira fase da metodologia, na categorização dos termos, vindo a se justificar sua definição como uma Entidade na segunda fase da metodologia, a confecção do MER.

- c) Em relação à associação de um elemento 'entidade' (MER) com a categoria Espaço, esta acontece na entidade Ponto de Coleta (MER). Não era esperada porque, assim como o aspecto tempo, as questões relacionadas a espaços ou localizações, geralmente, são consideradas como atributos, no MER. Esta situação pode ser explicada ao se considerar que o biomonitoramento acontece em função do acompanhamento das mudanças físicas, químicas e biológicas que ocorrem, ao longo do tempo, em um 'espaço' específico. Neste caso, o espaço considerado é a Bacia do Rio das Velhas, representada pelos vários 'pontos de coleta', demarcados ao longo de sua estrutura, ou seja, os pontos de referencia para se retirar as amostras necessárias ao biomonitoramento. Além disso, é sobre o meio ambiente, em torno deste ponto de coleta, que são verificados os itens do 'Protocolo de Avaliação Rápida das Condições Ecológicas e da Diversidade de Habitat em Trechos de Bacia Hidrográficas'. Estas razões evidenciam a força desta faceta no estudo do biomonitoramento, ocorrendo, como consequência sua participação como 'entidade' no MER. Acrescenta-se que, durante a fase de categorização, por diversas vezes ponderou-se a possibilidade de se categorizar esta faceta (Ponto de Coleta - PMEST) na categoria Personalidade, mas optou-se por não fazê-lo, e se manter o aspecto canônico de se associar espaços terrestres com a categoria Espaço.

Na continuação da verificação do QUADRO 45, o elemento 'atributo' (MER) foi identificado nas categorias Matéria, Espaço, Tempo e Personalidade. Fato que permite as seguintes considerações:

- a) As relações com as categorias Matéria, Espaço e Tempo eram esperadas. O aspecto de tempo e espaço, mencionado anteriormente, geralmente são qualificados como atributos, no MER, decorrentes de suas próprias características indicativas de um advérbio. Acrescenta-se, também, que a categoria Matéria relaciona-se a propriedades e materiais de que são feitos as coisas, as entidades (KASHYAP, 2001). Para exemplificar, no QUADRO 29 observa-se que a categoria Tempo se apresentou como atributo da entidade Período de Coleta (MER) e da entidade Amostra (MER). Continuando no QUADRO 29, a categoria Espaço foi identificada

como atributo na entidade Ponto Coleta (MER) e na entidade Amostra (MER) e a categoria Matéria se apresentou como Atributo na entidade Ponto Coleta (MER).

- b) Ainda no QUADRO 29, verifica-se a relação entre a categoria Personalidade e o elemento atributo nas entidades Amostra (MER) e Equipamentos (MER). Como se mencionou, esta relação não era, em princípio esperada.
- c) Observa-se que a ocorrência, citada no item anterior, se manifesta em uma situação bem específica onde, tanto a entidade Amostra (MER) quanto a entidade Equipamento (MER) possuem, conforme apresentado no capítulo 4, características de **Generalização / Especialização**. Neste caso os atributos (MER) que foram relacionados à categoria Personalidade são, nestes modelos, um aspecto de especialização de suas respectivas entidades (MER), como se pode visualizar nas FIG. 53 e FIG. 54. Verifica-se, na FIG. 53, que a entidade Amostra (MER) e os seus constituintes Amostra de Água, Amostra de Sedimento e Amostra de Bentos, compõem o par generalização / especialização. O mesmo fato pode ser observado na FIG. 54, com relação à entidade Equipamentos (MER) e seus respectivos componentes. Esta situação é reforçada pela entidade Sedimento (MER), constante no QUADRO 35, onde, novamente, os seus constituintes Denominação Material Mineral (MER) e Matéria Orgânica (MER) podem se inserir no conceito generalização / especialização.
- d) Infere-se, sobre a situação citada anteriormente, que se tivermos, na primeira fase da metodologia, um **princípio de divisão**, cuja relação com sua faceta seja de *todo-parte* (tipo de, é constituído de, por função etc. Ela poderá constituir em uma entidade que possuirá a característica de generalização / especialização, ao ser aplicada no MER.
- e) Outra situação onde a categoria Personalidade foi relacionada a atributos, no MER, é verificada no caso da entidade Amostra Bentos (MER) e também na entidade Bentos (MER). Verifica-se que, em ambos os casos, estes são atributos identificadores da entidade a que estão associados.

Finalmente, observa-se no QUADRO 45, que a categoria Energia foi relacionada somente ao elemento relacionamento do MER. Esta identificação era esperada por serem ambos, em seus respectivos modelos, indicadores de ações, de elementos de ligação. Contudo, tal fato não indica, necessariamente, que esta seja a única associação possível para a categoria Energia em relação ao MER.

Verifica-se, de acordo com os itens mencionados anteriormente, uma estreita relação entre os termos categorizados na primeira fase da metodologia e sua aplicação na estrutura dos elementos constituintes do MER, ocorrido na segunda fase da metodologia. Com base nessas verificações, enumeram-se as seguintes contribuições entre os modelos, além das já mencionadas neste item:

- a) No processo da classificação facetada, é no plano das idéias que se efetua a análise, e como consequência a organização, dos componentes de um determinado campo de assunto, conforme visto no cap 4. Constatou-se, neste trabalho, que o resultado desta análise conseguiu dar suporte estrutural aos elementos constituintes do MER, no processo de modelização relacionado ao mesmo domínio.
- b) Por outro lado, pelas próprias características do modelo ER, este representa não só a estrutura de seus elementos constituintes, mas, também as relações existentes entre esses elementos, as relações possíveis e de interesse para o entendimento do domínio em questão. Diante disso, conclui-se que, no MER, consegue-se identificar e representar, também a síntese, ou seja, as relações, entre os conceitos estruturados pelo PMEST, fato que na classificação facetada só acontece quando se desenvolve o Plano Notacional. Consegue-se, desta forma, ainda no plano das idéias, a representação analítico-sintética dos conceitos existentes em um domínio.

O item anterior reside no fato da classificação facetada não apresentar, no Plano das Idéias, as conexões entre as entidades participantes de um domínio. Desta forma, este aspecto não é identificado no resultado do processo de categorização, realizado na primeira fase da metodologia. Por exemplo, a relação existente entre a entidade *Amostra*, *Ponto de Coleta* e *Período de Coleta* representado na FIG. 53, do MER, não poderia ser identificada caso se analise esses mesmos elementos,

apenas nos seus aspectos de categorização e facetação, conforme pode ser visto nos QUADRO 25, QUADRO 26 e QUADRO 27.

Uma questão esperada e mostrada, em todos os itens anteriores, reside na capacidade de se poder representar de forma gráfica, por meio do MER, aspectos da categorização. Este fato ficou evidenciado durante o processo da confecção do MER, onde, a estrutura das Entidades e Relacionamentos, constantes nos modelos representados nas FIG. 53 a FIG. 56, na grande maioria das vezes, já constavam no modelo do domínio representado pela categorização, efetuada na primeira fase da metodologia.

Também se constatou que a metodologia apresentada no Capítulo 7, com objetivo de se poder realizar, tanto a categorização quanto a modelagem ER do domínio estudado, apesar de se apresentar de forma sequencial, possui uma forma cíclica, característica do pensamento sistêmico. Isto significa que, ao termino da fase de categorização, inicia-se a fase da modelagem pelo ER, o que permite o surgimento de novas questões, relacionadas às próprias características do MER. Muitas vezes estas questões permitem a visualização de uma nova perspectiva de se facetar, ou seja, estruturar o domínio, diferente da elaborada inicialmente. Um exemplo deste aspecto cíclico da metodologia é apresentado na confecção do modelo ER, denominado M3, constante no item 8.2.3. Ao se verificar as estruturas do PMEST, já elaboradas anteriormente, que se adequavam ao modelo, constatou-se que seria recomendável o deslocamento da subfaceta *Condição da Água* e da subfaceta *Condição do Sedimento*, da categoria Matéria, para uma faceta, diferente da que tinham sido designadas, inicialmente. Definiu-se apresentá-las na faceta Ponto de Coleta, conforme pode ser visto no item 8.1.4, contudo, tal mudança não prejudicou o entendimento e nem a representação do domínio em questão.

Verificou-se, nesta pesquisa, que a relação apresentada entre a abordagem para Projeto para Banco de Dados e a do Projeto para Classificação de Assunto, mostrada no QUADRO 18 do Capítulo 5, vai além da semelhança existente nos processos relacionados ao Plano das Idéias. Estas duas abordagens possuem uma intercomplementação, conforme evidenciado por Kashyap (2001) e constatado na presente pesquisa.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As conclusões que se seguem partem das experiências desenvolvidas na presente pesquisa, seja com intuito de melhor esclarecê-la ou de possibilitar avanços futuros. A revisão de literatura mostra a carência de estudos, usando-se a interação entre os processos analisados, fato que reforça a importância e a potencialidade de estudos nessa linha, fortalecendo o relacionamento entre a CI e CC. A exploração que foi feita nesta tese, de algumas poucas aplicações do MER (Diagramas M1, M2 e M3), realizadas a partir de um 'mini-mundo' e buscando similaridade da estrutura com o produto da categorização, baseado na teoria ranganatiana, pode ser considerada apenas incipiente, usando-se para defini-las uma metáfora popular "*a ponta de um grande iceberg*"; esse esforço merece ser intensificado, entrando-se em maiores detalhes, por meio de estudos que ampliem os limites abordados.

Conclui-se que a contribuição do PMEST para a modelização do MER implica em uma análise semântica do domínio a ser modelizado, um trabalho intelectual complexo e minucioso, fundamentado tanto no conhecimento da realidade específica focalizada, quanto das técnicas propostas por Ranganathan e por Chen.

No caso desta tese, como já dito, esse conhecimento do domínio foi proporcionado por consultas a obras de referência e aos profissionais (biólogos) da área do biomonitoramento de águas. Por outro lado, as técnicas de confecção do MER precisam ser também conhecidas, e verificou-se que por meio delas consegue-se representar aspectos do domínio não contemplados na categorização, e mais ainda, apresentadas em forma gráfica. No caso dessa tese esse processo ocorreu calcado na experiência da doutoranda como analista de sistemas.

Observou-se que a classificação facetada apresentou um quadro estrutural significativo das entidades do domínio; tal fato permitiu que a constituição estrutural das entidades (com os atributos) e relacionamentos do MER fossem mais fácil e rapidamente identificados.

Constata-se que certa subjetividade na identificação das Entidades/Relacionamentos (MER) e das Categorias/Facetadas (PMEST) é inerente aos dois

procedimentos, mas *Ranganathan* apresenta uma série de recomendações de como proceder durante o ato de classificar, norteados por seus princípios, leis e cânones; e este norteamento, também, facilita o entendimento de um domínio necessário para se confeccionar o MER.

Interessa ressaltar que, ao se efetuar a categorização e facetação dos termos e a posterior modelização pelo MER, pode-se fazer um estudo dos termos que foram evidenciados nos documentos e uma verificação da existência de uma completude necessária para o entendimento do domínio, ou seja, se os termos dão conta de responder aos requisitos dos usuários. Pode-se exemplificar tal fato no caso da verificação da falta de definições explícitas, relacionadas às características das águas, constante na faceta 'Critério de Qualidade de Água' da categoria Matéria. A obtenção desta informação só seria possível caso, entre a documentação estudada, constasse também, resoluções e leis voltadas ao assunto, como por exemplo Resolução CONAMA 357/2005.

Observa-se que o conhecimento dessas características está implícito entre os pesquisadores da área, não constando explicitamente nos documentos, objetos de estudo desta pesquisa. Diante disto, esta interação apresentou a importante característica de ser indicadora de necessidades informacionais, que não foram devidamente explícitas durante um processo de elicitação de requisitos.

A contribuição desta pesquisa vem da confirmação da existência de relações entre a categorização de *Ranganathan* e os princípios de modelagem no MER, inicialmente apresentados por *Chen*, além da possibilidade da mesma metodologia, aplicada neste trabalho, poder ser, também, aplicada em outros trabalhos futuros. Assim como não se esgotou a teoria da análise facetada de *Ranganathan*, da mesma forma também não se esgotou as modalidades de reconhecimento e representação no MER. Desta forma apresenta-se, em seguida, algumas sugestões para trabalhos futuros, que enriqueceriam os assuntos abordados neste estudo:

9.1 Limitações e sugestões para estudos futuros

O objetivo de se fazer sugestões de pesquisas futuras, relacionadas ao tema da presente pesquisa, vem do desejo da autora que se fortaleça e se conheça, de maneira cada vez mais profunda, a colaboração possível entre essas duas formas de estruturação da informação contida em um domínio.

Uma sugestão inicial é a da aplicação da metodologia, constante nesta pesquisa, em um sistema (domínio) que venha a ser efetivamente implantado e utilizado. Para esta situação, infere-se que a grande maioria dos assuntos classificados e facetados na primeira fase da metodologia, podem ser aplicados na confecção do MER, na segunda fase. Tal fato permitiria uma investigação mais intensa da interação entre o PMEST e o MER.

Considera-se a possibilidade dos resultados desta pesquisa serem utilizados pelo Projeto Manuelzão, permitindo, desta forma um aprimoramento dos dados obtidos.

Outra sugestão de trabalho futuro seria a aplicação da metodologia, utilizada nesta tese, em análises de sistemas/domínio de ambientes empresariais. Observa-se que, neste contexto, o MER já é amplamente aplicado, embora normalmente esta técnica parta de um rastreamento empírico de entidades e não de um modelo de categorização elaborado previamente, que esta tese indica facilitar bastante a sua implementação.

Sugere-se, ainda, a modelagem em ambientes nos quais a engenharia reversa³³ venha a ser necessária, neste caso seria interessante avaliar como a classificação facetada ajudaria e se comportaria nesta situação.

Quanto à teoria de *Ranganathan*, cumpre ressaltar que, nesta tese não foram contemplados os cânones do plano verbal, situação que permite adicionar valiosas contribuições, no que tange aos aspectos terminológicos do domínio. Sugere-se um

³³ Método utilizado para recuperar sistemas antigos, cujo funcionamento interno se desconhece.

aprofundamento no mesmo, o que dará ao resultado da classificação um maior poder de interoperabilidade, um grande problema existente, na época atual, entre os diversos sistemas existentes no ambiente computacional.

No aspecto cognitivo, abrem-se possibilidades de pesquisa para verificar se as estruturas resultantes da classificação facetada em conjunto com a modelagem entidade - relacionamento, no aspecto dos seus diagramas, permitem um melhor entendimento do domínio (sistema) pelos profissionais da CI e da CC. Por outro lado a possibilidade de verificar se as tecnologias analisadas nesta tese permitem subsidiar uma melhor comunicação entre os participantes de estudos conjuntos de modelagem conceitual, desenvolvidos por profissionais de ambas as áreas acima citadas e as pessoas que os utilizarão, nos mais variados tipos de aplicações.

REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, Nicola. **História da Filosofia**.3.ed. Presença:Lisboa. 1984. 187p. v.2.

ACKOFF, Russell L. **Creating the corporate future: plan or be planned for**. San Francisco: John Willey & Sons, 1981.312 p.

ADAS, Melhem. **Geografia**. São Paulo, Moderna, 1994, p. 69-70. v. 2.

ALMEIDA, Maurício B.; OLIVEIRA,Viviane N. P.; COELHO,Kátia C.. **Estudo Exploratório sobre Ontologias Aplicadas a Modelos de Sistemas de Informação: Perspectivas de Pesquisa em Ciência da Informação**. Encontros Bibli, v.15, n.30, p.-, out. 2010.

ALMEIDA, Elizabeth; TAUHATA, Luiz. **Física nuclear**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1981. 413 p.

ALVARENGA, Lídia. Representação do conhecimento na perspectiva da Ciência da Informação em tempo e espaço digitais. Florianópolis, **Encontros Bibli: R. Eletr. Bibliotec. Ci. Inf.**, n. 15, 1º sem. 2003.
Disponível em:< <http://www.periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/97/5233>>
Acesso em: 29 set. 2009

ANJOS, Liane dos. **Sistemas de classificação do conhecimento na filosofia e na biblioteconomia**: uma visão histórico-conceitual crítica com enfoque nos conceitos de classe, de categoria e de faceta. 2009. 199 f. Tese (Doutorado em Cultura e Informação) - Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/27/27151/tde-10112010-114437/>>. Acesso em: 23 mar. 2012.

ARANALDE, Michel Maya. Reflexões sobre os sistemas categoriais de Aristóteles, Kant e Ranganathan. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 38, n. 1, 2009. Disponível em:< <http://revista.ibict.br/ciinf/index.php/ciinf/article/view/1056>>. Acesso em: 13 maio 2009.

ARANHA, Maria Lucia de Arruda; MARTINS, Maria Helena Pires. **Filosofando: introdução a filosofia**. São Paulo: Moderna, 1992. 443 p

ARAÚJO, C. A. Ávila. Fundamentos Teóricos da Classificação. **R. Eletr. Bibl. Ci. Inf.**, Florianópolis, n. 22, 2006. Disponível em: <http://www.periodicos.ufsc.br>

ARAÚJO, Vânia M. R. H. **Sistemas de recuperação da informação: nova abordagem teórico conceitual**. 1994. 199 f. Tese (Doutorado em Cultura e Informação) - Escola de Comunicação, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1994. Disponível em: <http://www.ufrj.br/teses>. Acesso em: 29 mar. 2008.

BARBIERI, Carlos. **Modelagem de dados**. Rio de Janeiro: Infobook, 1994.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70. 1997

BARBOSA, Alice Príncipe. **Teoria e prática dos sistemas de classificação bibliográfica**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Bibliografia e Documentação, 1969.

_____. Classificações facetadas. **Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 73-81. 1972.

BAUER, Ruben. **Gestão da Mudança: Caos e complexidade nas organizações**. São Paulo: Atlas. 1999.

BERTALANFFY, Ludwig von. **Teoria Geral dos Sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicações**. 3. ed. Petropolis: Vozes, 2008. 360 p.

BOEHM, Barry. **A spiral model of software development and enhancement**. IEEE Computer, V.21, n.5, p.61-72, 1988.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAM). **Resolução 20, de 18 de junho de 1983**. 1986. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>>. Acesso: 20 out. 2010

BRASIL. Presidência da República. **Lei nº 9.433, de 8 janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/l9433.html>. Acesso: 20 out. 2010

BRASIL. **O que é interoperabilidade?** Disponível em: <<https://www.governo.eletronico.gov.br/acoes-e-projetos/e-ping-padroes-de-interoperabilidade/o-que-e-interoperabilidade>> Acesso em: 17 nov. 2011

BUNGE, M. **Teoria e Realidade**: São Paulo: Perspectiva, 1974.

CALIARI, Fábio Manoel. **Deronto: Método Para Construção De Ontologias A Partir De Diagramas Entidade-Relacionamento**. 2007. 87 f. Dissertação (Especialização Engenharia Elétrica e Informática Industrial) – Escola de Engenharia, Universidade Tecnológica Federal Paraná, Curitiba, 2007

CALLISTO, M. FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M.; Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnológica Brasiliensis**, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.

CALLISTO Marcos; GONÇALVES JÚNIOR, José Francisco; MORENO, Pablo **Invertebrados Aquáticos como Bioindicadores**.

Disponível em: < www.icb.ufmg.br/big/beds/arquivos/invertaquaticos.pdf >. Acesso em: 3 jun. 2009

_____. In: **Navegando o Rio das Velhas das Minas aos Gerais**. Belo Horizonte. UFMG, 2004. v. 1, p. 1-12.

CALLISTO, M.; MORENO, P. Bioindicadores como ferramenta para o manejo, gestão e conservação ambiental. In: SIMPÓSIO SUL DE GESTÃO E CONSERVAÇÃO AMBIENTAL – ERECHIM. 2, 2006. Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: [s. l.], 2006.

_____. **Programa de biomonitoramento de qualidade da água e biodiversidade bentônica na Bacia do Rio das Velhas**. In **Projeto Manuelzão: a história da mobilização que começou em torno de um rio**. Belo Horizonte: Instituto Guaicuy, 2009. p. 108-121.

CAMPOS, M. de A. **A organização de unidades do conhecimento em hiperdocumentos**: o modelo conceitual como um espaço comunicacional para a realização da autoria. 320f. 2001. Tese (doutorado em Ciência da Informação) 2001

CAMPOS, Maria Luiza de Almeida; GOMES, H. E. **Organização de domínios de conhecimento e os princípios ranganathianos**. *Perspect. cienc. inf.*, Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 150-163, jul./dez. 2003

CAMPOS, Maria Luiza de Almeida. **Modelização de domínios de conhecimento: uma investigação de princípios fundamentais**. Ci. Inf., Brasília, v. 33, n. 1, p. 22-32, jan./abril 2004

CAMPOS, M.L., GOMES, H. **Taxonomia e Classificação: o princípio de categorização**. DataGramaZero - Revista de Ciência da Informação - v.9 n.4 ago/2008. ARTIGO 01 Disponível em: < http://www.dgz.org.br/ago08/Art_01.htm> Acesso: abril de 2010

CAPRA, Fritjof. **A teia da vida**: uma nova concepção científica dos sistemas vivos. São Paulo. Cultrix, 1996. 256 p.

CARELS, P. E.; FLORY, D. J. H. Zedler's Universal Lexicon. In: KAFKER, F. A. (Ed.). **Notable Encyclopaedias of seventeenth and eighteenth centuries**: nine predecessors of the "Encyclopedie" (studies on Voltaire). Oxford: Voltaire Foundation, 1981, p. 165-195.

CHANDRASEKARAN, B.; JOSEPHSON, J.R.; BENJAMINS, V. R..What are Ontologies, and Why Do We Need Them? **IEEE Intelligent Systems**, January/February, p. 20-26, 1999

CHAUÍ, M. **Convite à Filosofia**. 13. ed. São Paulo: Ática. 2008. 440 p

CHEN, Peter. The Entity-Relationship Model-Toward a Unified View of Data. **ACM Transactions on Database Systems**. New York, v. 1, n. 1 p.9-36, March, 1976.

_____. Entity-Relationship modeling: Historical events, future trends and lessons learned. In: BROY, M.; DENERT, E. (Eds.) **Software Pioneers**. Berlin: Springer Verlag, 2002. p. 296–309.

_____. English sentence structures and entity-relationship diagrams. **Information Sciences**,pg. 127-149. 1983

CHURCHMAN, C. West. **Introdução à Teoria dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1972. 309 p.

COSTA, A. F. Classificações sociais. **Leitura**. Lisboa, v. 3. n. 2, p. 65-75, out 1997/abr.1998

COUGO, Paulo. **Modelagem conceitual e projeto de banco de dados**. Rio de Janeiro: Campos, 1997.

DAHLBERG, I. **Teoria da classificação, ontem e hoje**. Rio de Janeiro: [s.n.], 1976. Disponível em: <http://www.conexaorio.com/bit/dahlbergteoria/dahlberg_teoriam.htm>. Acesso em: 15 jul. 2010.

DENNING, P.J. *et al.* Computing as a discipline. **Communication of the ACM**, v. 32, n. 1, 1989. p. 9-23.

DENNIS, Alan; WIXON, Barbara. **Análise e projeto de sistemas**. Rio de Janeiro: LTC, 2005. Disponível em: <<http://www.educ.fc.ul.pt/hyper/resources/opombo-classificacao.pdf>> 22 jul. 2011

DIAS, Célia da C. **Análise do domínio organizacional na perspectiva arquivística: potencialidade no uso da metodologia DIRKS Designing and Implementing Recordkeeping Systems**. 2010. 333 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) - Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizontes, 2009.

Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/27/27151/tde-10112010-114437/>>. Acesso em: 23 jun. 2011.

DUPUY, J.P. **Nas origens das Ciências Cognitivas**. São Paulo: Unesp, 1996.

ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Shamkant B. **Sistemas de banco de dados**. 4 ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, 2005. 788 p

_____. _____. 6 ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, xviii, 2011.

FERREIRA, W. R. **Monitoramento de macroinvertebrados bentônicos bioindicadores de qualidade de água ao longo da bacia do rio das Velhas (MG)**. 2004. 87 f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2004.

FERREIRA, W. R; PAIVA, L.; CALLISTO, M. Índice Biótico Bentônico no Biomonitoramento da Bacia do Rio das Velhas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 18, Campo Grande. **Anais...** São Paulo: Acqua Consultoria, 2009.

FOSKETT, A. C. **The subject approach to information**. 5. ed. London: Unipub, 1996

_____. Facet analysis. In: KENT, A.; LANCOUR, H (Eds). **Encyclopedia of library and information science**. New York: Marcel Dekker, 1972, v. 8, p. 338-346

FUGMANN, Robert. **Subject analysis and indexing: theoretical foundation and practical advice**. Frankfurt: Indeks Verlag, 1993. 250 p

FUJITA, Mariângela Spotti Lopes. A Identificação de conceitos no processo de análise de assunto para indexação. **Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, Campinas, v. 1, n. 1, p. 60-90, jul./dez. 2003

FUJITA, Mariângela Spotti Lopes; RUBI, Milena Polsinelli. O ensino de procedimentos de política de indexação na perspectiva do conhecimento organizacional: uma proposta de programa para a educação à distância do bibliotecário. **Perspect. Ciênc. Inf.**, Belo Horizonte, v. 11 n. 1, p. 48-66, jan./abr. 2006

FURNIVAL, Ariadne Chloe. A participação de usuários no desenvolvimento de sistemas de informação. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 25, 1996, p.197-205.

GANE, Chris ; Sarson, Trish. **Análise estruturada de sistemas**. Rio de Janeiro: Ltc, 1983. 257 p.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnica de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1999.

GOMES, H. E.; MOTTA, D. F.; CAMPOS, M. L. A.. **Revisitando Ranganathan: A Classificação na Rede**. 2006. Disponível em: <<http://www.conexaorio.com/bitl/revisitando/revisitando.htm#visao>>. Acesso em: 12 fev. 2011

GOUVEIA, Luís. **Sistemas de Informação para a Gestão de Modelos e Sistemas de Apoio à Decisão**. Curitiba: CEREM/UFP, 1996

GUINCHAT, Claire; MENO, Michel. Os tipos de documentos. In:_____. **Introdução geral às ciências e técnicas da informação e documentação**. 2. Brasília: IBICT, 1994.

GUIZZARDI, G.; HERRE, H; WAGNER, G. On the general ontological foundation of conceptual modelling. In: SPACCAPIETRA; MARCH; KAMBAYASHI. (Eds.). **Lectures Notes in Computer Science**, p. 97-112. 2002. Disponível em: <http://cdn.preterhuman.net/texts/thought_and_writing/philosophy/Guizzardi,%20et%20al%20-%20On%20the%20General%20Ontological%20Foundations%20of%20Conceptual%20Modeling.pdf>. Acesso: 20 jan. 2011

HESSEN, J. **Teoria do Conhecimento**. Martins fontes. São Paulo. 1999

HEUSER, Carlos Alberto. **Projeto De Banco De Dados**. 6. ed. São Paulo: Bookman, 2009. 282 p.

HILLMANN, Diane. **Using Dublin Core**. *Dublin Core Metadata Initiative*. 2001. Disponível em <<http://dublincore.org/documents/2001/04/12/usageguide/sectc.shtml>>. Acesso em: 20 jan. 2010

HOUAISS, Antônio; VILLAR, Mauro de Salles; FRANCO, Francisco Manoel de Melo. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009. 2922 p.

HULME, E. W. Principles of Book Classification. **Library Association Record**, v. 13, p. 354-358, oct., 1911. Disponível em: <[Hulme_1911_354-358+389-394.pdf](#)>. Acesso em: 23 jun. 2009.

INTEGRATED TAXONOMIC INFORMATION SYSTEM. Disponível em:<<http://www.itis.gov/ItisDataTools/jsp/hierarchy.jsp>>. Acesso em 1 maio 2012.

JACKSON, M. The world and the machine. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOFTWARE ENGINEERING – ICSE, 17., Seattle **Proceedings...** Seattle: WA, 1995, p. 283-292.

KASHYAP, Madan Mohan. Similarity Between the Ranganathan's Postulates for Designing a Scheme for Library Classification and Peter Pin-Sen Chen's Entity Relationship Approach to Data Modelling and Analysis. **DESIDOC Bulletin of Information Technology**, v. 21, n. 3, p. 3-16, May, 2001.

_____. A Sketch of a Code for Developing Computer-Based Library Information Systems Based on Classified Catalogue Code of Ranganathan – (Part - 1). **DESIDOC Bulletin of Information Technology** , v. 22, n. 1, p. 3-20, January, 2002.

_____. **Application of Integrative Approach in the Teaching of library science techniques and application of information technology.** [s. l.]: ICL Communitas, 2011

KASPER, Humberto. **O Processo de Pensamento Sistêmico:** um estudo das principais abordagens a partir de um quadro de referencia Proposto. 2000. 308 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul/UFRGS, Porto Alegre, 2000

KAULA, P. N. Repensando os conceitos no estudo da classificação = Rethinking on the concepts in the study of classification. **Herald of Library Science**, v. 23, n. 2, p. 30-44, Jan./Apr. 1984. Disponível em: <<http://www.conexaorio.com/bitl/kaula/index.htm>>. Acesso em: 04 jun. 2010.

KORTH, H. F.; SILBERSCHATZ, A. **Sistema de Banco de Dados.** São Paulo: Makro Books, 2006

KUMAR, K. **Theory of Classification** 2 ed. New Delhi: Vikas, 1981. 578 p.

LAENDER, A. H. F.; FLYNN, D. J., A semantic comparison of modeling capabilities of the ER and NIAM models. In: ELMASRI, R.; KOURAMAJIAN, V.; THALHEIM, B., (Eds.). **Entity-Relationship Approach - ER'93**, Springer-Verlag, p. 242-256. 1994

LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia científica.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

LANCASTER, Frederick Wilfrid. **Indexação e resumos:** teoria e prática. 2. ed. Brasília: Brique de Lemos, 2004. 452 p.

LANGRIDGE, D. W. **Classificação: abordagem para estudantes de biblioteconomia.** Rio de Janeiro, Interciência, 1977.

LE MOIGNE, Jean Louis. **A Teoria do Sistema Geral.** Lisboa: Instituto Piaget, 1997. 400 p.

LIMA, Gercina. O Modelo Simplificado Para Análise Facetada de Spiteri a partir de Ranganathan e do Classification Research Group (CRG). **Información , Cultura e Sociedad**, n. 11, p. 57-72, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-17402004000200003>. Acesso em: 20 jan. 2010

LISBOA, Apolo Que Mundo o Projeto Manuelzão quer construir, In: LISBOA; Apolo Heringer; GOULART, Marcos Andrade; DINIS, Letícia Fernandes Malloy (Orgs). **Projeto Manuelzão: a história da mobilização que começou em torno de um rio.** Belo Horizonte : Instituto Guaicuy, 2008. 260 p

LOURENÇO, C. A. **Análise do padrão brasileiro de metadados de teses e dissertações segundo o modelo entidade-relacionamento.** 2005. 187 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

MACEDO, Diego R. MAGALHÃES, Silvia R .A. Utilização de sistemas informativos geograficosno apoio as ações de mobilização social e pesquisa no Projeto Manuelzão. In: LISBOA, A. H.; GOULART, E.; DINIZ, L. (Orgs.) **Projeto Manuelzão : a história da mobilização que começou em torno de um rio.** Belo Horizonte. Instituto Guaicuy, 2008.

MACHADO, C. A. F. **Qualidade e Produtividade em Software.** São Paulo: Makron Books, 2001.

MALHOTRA, Naresh K. **Pesquisa de marketing:** uma orientação aplicada. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001. 719 p.

MCMENAMIN, Stephen M.; PALMER, John F. **Análise essencial de sistemas.** São Paulo: McGraw-Hill, 1991

MEDEIROS, Jackson da Silva **Tesaurus Conceituais e Ontologias de Fundamentação: Análise Comparativa Entre As Bases Teórico- Metodológicas Utilizadas Em Seus Modelos De Representação De Domínios.** 2005. 227 f. Tese (Doutorado em Ciência da Informação) – Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2011.

MERLEAU-PONTY, Maurice. **Fenomenologia da percepção.** 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1999. 662 p.

MORAES, Roque. Análise de conteúdo. **Revista Educação,** Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MORENO, Pablo; CALLISTO, Marcos. **Bioindicadores de Qualidade de Água ao Longo da Bacia do Rio das Velhas (MG).** Cap. 5. Disponível em:<http://www.manuelzao.ufmg.br/publicacoes/biblioteca_virtual/biomonitoramento/bioindicadores_agua>. Acesso em: 3 jun. 2009.

MORIN, Edgar. **Introdução ao Pensamento Complexo**. 5 ed. Lisboa: Instituto Piaget, 2008. 120 p.

MORRISON, M.; MORGAN, M. S.. Models as mediating instruments. In: _____. **Models as mediators: Perspectives on natural and social science**. Cambridge: UK: Cambridge University Press. 1999. p.10-37

MULLER, Robert J. **Projeto de Banco de Dados** :usando UML para modelagem de dados. São Paulo: Berkeley Brasil, 2002.

MYLOPOULOS, J. 'Conceptual modeling and Telos', In P. Loucopoulos and R. Zicari, editors, *Conceptual modeling, databases, and CASE*, chapter 2, pages 49--68. Wiley, 1992

NAVES, M. **Construção de linguagens**: apostila. Belo Horizonte, 2004. Disponível em: www.finaltec.com.br/oicd/uploads/apostila_construcao_linguagens.doc> Acesso em: 16 fev. 2009

NEELAMEGHAN, A. Application of Ranganathan's of General Theory of Knowledge Classification in designing specialized databases. **Libri**. v. 42, n. 3, p. 202-26, 1992.

_____. **Ranganathan's Postulates and Normative Principles: Applications in Specialized Databases Design, Indexing and Retrieval**. Bangalore: Sarada Ranganathan Endowment for Library Science, 1997.

NORUZI, Arileza. Application of Ranganathan's Laws to the Web. **Webology**, v. 1, n. 2, December, 2004

NOVO, Hildenise Ferreira. A taxonomia enquanto estrutura classificatória: uma aplicação em domínio de conhecimento interdisciplinar. **Ponto de Acesso**, Salvador, v. 4, n. 2, p. 131-156, set. 2010. Disponível em: <www.pontodeacesso.ici.ufba.br>. Acesso em: 2 jun. 2011.

O'BRIEN, James A. **Sistemas de informação e as decisões gerenciais na era da Internet**. São Paulo: Saraiva, 2001.

OLSON, H.A.; WOLFRAM, D. Submitted. Syntagmatic relationships and indexing consistency on a larger scale. **Journal of Documentation**. v. 64, n. 4, p.602-615. 2008.

OLIVEIRA, S. L. **Tratado de Metodologia Científica**: projetos de pesquisas, TGI, TCC, monografias, dissertações e teses. 2. ed. São Paulo: Pioneira, 2002. 320 p.

PAZ, A.; MORENO, P. ROCHA, L. CALLISTO, M.. Efetividade de Áreas Protegidas na conservação da qualidade das águas e biodiversidade aquática em sub-bacias de referência no Rio das Velhas (MG). **Neotropical Biology & Conservation**. v. 3, n. 3, p. 149-158. 2009.

PÈDAUQUE, Roger T. **Document**: forme, signe et médium, les re-formulations du numérique. Version 3, 08/07/2003. Disponível em: < http://archivesic.ccsd.cnrs.fr/docs/00/06/21/99/PDF/sic_00000511.pdf>. Acesso em 10 mar. 2013.

PFLIEGER, L. **Engenharia de Software**: teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall ; 2004.

PIEIDADE, Maria Antonieta Requião. **Introdução à teoria da classificação**. Rio de Janeiro: Interciência, 1977. 184 p.

_____. **Introdução à teoria da classificação**. 2.. ed. rev.,aum.. Rio de Janeiro: Interciência, 1983. 185 p.

PINTO, Virginia Bentes. Representação do conhecimento em Ciência da Informação através dos esquemas de tarefa (ETAf). In: AQUINO, Miriam de Albuquerque (org.). **O campo da Ciência da Informação**: gênese, conexões e especificidades. João Pessoa: Universitária, 2002. p. 117-136.

POMBO, Olga. Da classificação dos seres à classificação dos saberes. **Revista da Biblioteca Nacional de Lisboa** , Lisboa, n. 2, p. 19-33, primavera, 1988.

PRESSMAN, Roger S. **Engenharia de software**. 5. ed. Rio de Janeiro: McGraw-Hill, 2002

PROJETO MANUELZÃO. Disponível em: <<http://www.manuelzao.ufmg.br>>. Acesso em: 2 jan. 2011

RANGANATHAN, S. R. **Prolegomena to library classification**. 3. ed. Bombay: Ásia Publishing House, 1967

_____. Faceted Analys: Fundamental Categories. In: CHAN *et al.* **Theory of Subject Analys – A Sourcebook Libraries Unlimited**. Colorado: Inc. Littleton, 1985

RITCHEY, Tom. Outline for a Morphology of Modelling Methods Contribution to a General Theory of Modelling. **Acta Morphologica Generalis AMG**, v. 1, n.1, 2012

SALES, Rodrigo de; CAFÉ, Lígia. Diferenças entre tesouros e ontologias. Belo Horizonte, **Perspect. Ciênc. Inf.** v. 14, n. 1, Jan./Abr. 2009. Disponível em:<http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-99362009000100008&script=sci_arttext>. Acesso em: 24 set. 2009.

SARACEVIC, Tefko. Ciência da informação: origem, evolução e relações. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 41-62, jan./jun., 1996.

SAYÃO, Luís Fernando. Modelos teóricos em ciência da informação – abstração e método científico. **Ci. Inf.**, Brasília, v. 30, n. 1, p. 82-91, jan./abr. 2001

SELNER, Claudiomir. **Método para análise de sistemas de conhecimento, inspirado no princípio da complementaridade de Niels Bohr**. 2009. 187 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Escola de Engenharia, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. Acesso em: 23 jun. 2011.

SENGE, Peter. **A Quinta Disciplina – Arte e prática da organização que aprende**. São Paulo: Best Seller, 1990.

SEPULVEDA, F.A.M. **A Gênese do pensar de Ranganathan: um olhar sobre as culturas que o influenciaram**. Dissertação de Mestrado em Ciência da Informação, UFRJ. 1996. Disponível em: <http://www.conexaorio.com/bitl/sepulveda/index.htm>
Acesso; 15/01/2010

SHAUGHNESSY, J. **Organização de empresa**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1976. 133 p.

SHERA, Jesse H. Padrão, estrutura e conceituação na classificação. In: **BITI: Biblioteconomia, Informação & Tecnologia da Informação**. Rio de Janeiro, 2004. Publicado originalmente em 1957. Disponível em: <<http://www.conexaorio.com/bitl/index.htm>>. Acesso em: 16 ago. 2010.

SHLAER, Sally; MELLOR, Stephen J. **Análise de sistemas Orientada para objetos**. São Paulo: McGraw-Hill, 1990.

SILBERSCHATZ, A. *et al.* **Sistema de banco de dados**. 3. ed. São Paulo: Makron books, 1999. 808 p.

SIEBRA, Sandra A. **Banco de Dados**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), 2010, 81 p. v. 2 Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/73039714/livrobancodedadosvolume02-110216151509-phpapp01>>. Acesso: set. 2012

SILVA, Lussandra Martins (Org.). **Relatório de Sistematização de Dados do Biomonitoramento – Projeto Manuelzão**. Belo Horizonte: Projeto Manuelzão, 2008. 130 p.

SILVA, Márcio Bezerra da. **A Teoria da Classificação Facetada na modelagem de dados em banco de dados computacionais**. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Escola de Ciência da Informação, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2011, 201 f.

SMITH, B. **Ontology and Informations Systems** .2004. Disponível em: < [http://ontology.buffalo.edu/ontology\(PIC\).pdf](http://ontology.buffalo.edu/ontology(PIC).pdf) >. Acesso em: 05/01/2009

SMITH, John Miles; SMITH, Diane C.P.: Database Abstractions: Aggregation and Generalization, **ACM Transactions on Database Systems**, v. 2, n. 2, June, 1977

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de software**. 5. ed. São Paulo: Pearson Addison-Wesley, 2003. 592 p.

_____. **Engenharia de software**. 8. ed. São Paulo: Pearson Addison-Wesley, 2007. 552 p.

SPEZIALI, P. Classification of the Sciences. In: WIENER, P. P. **The Dictionary of the History of Ideas: Studies of Selected Pivotal Ideas**. New York: Charles Scribner's Sons, 1973.

SPITERI, Louise. A Simplified Model for Facet Analysis. **Canadian Journal of Information and Library Science**, v. 23, p. 1-30. 1998. Disponível em: http://iainstitute.org/en/learn/research/a_simplified_model_for_facet_analysis.php. Acesso: 20 jan. 2010

SUGUMARAN ,Vijayan; STOREY, Veda C. The Role of Domain Ontologies in Database Design: An Ontology Management and Conceptual Modeling Environment

. **ACM Transactions on Database Systems**, v. 31, n. 3, p.1064-1094, September, 2006,

TONTA, Y. A Study of indexing consistency between Library of Congress and British Library Catalogers. **Library Resources and Technical Services**, 1991, v. 35, n. 2, p. 177-85.

TENNIS, Joseph. Ranganathan's layers of classification theory and the FASDA model of classification. In: SMIRAGLIA, Richard P. (Ed.) **Proceedings from North American Symposium on Knowledge Organization**. Toronto, Canada, 2011. p. 185- 195.

VERGARA, Sylvia Constant. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. São Paulo: Atlas, 1997. 90 p.

VICENTINI, Abner Lellis Corrêa. Ranganathan, Filósofo da Classificação Cientista da Biblioteconomia. **Ci. Inf.**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 113-114, 1972

VICKERY, B. C. **Classificação e indexação nas ciências**. Rio de Janeiro: BNG/Brasilart, 1980. 274 p.

VICO, Giambattista. **Ciência nova**. São Paulo: Hucitec, 2010. 422 p.

WAND, Yair; WEBER, Ron. On the ontological expressiveness of information systems analysis and design grammars. **Journal of Information Systems**, v. 3, p. 217-237, 1993.

_____. Research Commentary: Information Systems and Conceptual Modeling—A Research Agenda. **Information Systems Research**. v. 13, p. 363-376, 2005

WYSSUSEK, B., KLAUS, H.: On the foundation of the ontological foundation of conceptual modeling grammars: the construction of the Bunge–Wand–Weber ontology. In: CASTRO, J.; TENIENTE, E. (Eds.). **Proceedings of the CASE '05 Workshops, First International Workshop on Philosophical Foundations of Information Systems Engineering (PHISE)**. Porto: FEUP Edições, 2005, p. 583-593.

YOURDON, Edward. **Análise Estruturada Moderna**. Rio de Janeiro: Campus, 1990. 836 p.

ZICARI, R. (Ed.). **Conceptual modeling, databases, and CASE**. Wiley, 1992. p. 49-68.

ZUNDE, P. ; DEXTER, M.E. Indexing consistency and quality. **American Documentation**, july, p. 259-267, 1969.

GLOSSÁRIO

Abióticos – componentes não vivos que influenciam a vida dos seres vivos presentes no ecossistema. Por meio dos fatores abióticos os seres vivos fazem adaptações para seu desenvolvimento. ex.: Temperatura

Afluentes – Denominação aplicada a qualquer curso d'água, cujo volume ou descarga contribui para aumentar outro, no qual desemboca.

Águas - fase líquida de um composto químico natural e estável, formado por dois átomos de hidrogênio um de oxigênio (ou, em peso, 2 partes de hidrogênio e 16 partes de oxigênio). As ligações moleculares são por covalência, numa disposição tetraédrica e polarizada. Na natureza geralmente contém proporções variáveis de água pesada, gases e sólidos, principalmente sais. É considerada o solvente universal.

Pela RESOLUÇÃO CONAMA No 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005 obtém-se:

I - águas doces: águas com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;

II - águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰;

III - águas salinas: águas com salinidade igual ou superior a 30 ‰;

Água contaminada - água que possui organismos patogênicos ou substâncias radioativas em valores superiores aos permitidos pela legislação vigente (como a Resolução Conama n. 357, de 7.3.2005), ameaçando a saúde humana. Todas as águas contaminadas são poluídas, porém nem todas as águas poluídas devem ser consideradas como contaminadas.

Água poluída – é a que contém elementos químicos, não natural das águas, resíduos industriais, tóxicos, detergentes, plásticos e/ou matéria orgânica que provêm dos esgotos e dejetos humanos. Esses elementos vão se acumulando nos rios, açudes e lagos, diminuindo a capacidade de oxigênio das águas, prejudicando a vida dos peixes e do homem. A água se torna turva ou tem alterada sua cor, odor ou sabor, tornando-a desagradável.

Altitudes - geomorfologia: elevação vertical de um ponto qualquer da superfície terrestre em relação ao nível zero ou nível dos oceanos

Alto rio das Velhas: porção do rio que vai da Cachoeira das Andorinhas, em Ouro Preto, até a jusante da foz do Ribeirão da Mata, em Santa Luzia; - **Médio** rio das Velhas: depois da foz do Ribeirão da Mata até a foz do Paraúna. - **Baixo** rio das Velhas: do Paraúna até a foz no rio São Francisco, em Barra de Guaicuí (MG).

Amostragens - ação, processo ou técnica de escolha de amostra(s) adequada(s) para análise de um todo. Ato, processo ou técnica de escolha e seleção de membros de uma população ou de um universo estatístico que possam constituir uma amostra.

Amostras - qualquer conjunto cujas propriedades são estudadas com o objetivo de estendê-las a outro conjunto do qual é considerado parte; fração representativa de um universo estatístico.

Antrópicas - Resultante basicamente da ação do homem (diz-se de solo, erosão, paisagem, vegetação etc.). Relativo à humanidade, a sociedade humana, ou ação do homem. Termo de criação recente, empregado por alguns autores para qualificar um dos setores do meio ambiente, o meio antrópico, compreendendo os fatores sociais, econômicos e culturais.

Antropogênica - Ações antropogênicas ou fatores antropogênicos são aqueles causados pela ação do homem, do ser humano, contrapondo-se às ações naturais no planeta, sem interferência humana.

Análise ambiental - Exame detalhado de um sistema ambiental, por meio do estudo da qualidade de seus fatores, componentes ou elementos, assim como dos processos e interações que nele possam ocorrer, com a finalidade de entender sua natureza e determinar suas características essenciais.

Área de Proteção Ambiental - APA: área geralmente extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais. Especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. É constituída por terras públicas ou privada.

Aps - Áreas Protegidas são áreas de terra e/ou mar especialmente dedicadas à proteção e manutenção da diversidade biológica, e de seus recursos naturais e culturais associados, manejadas por meio de instrumentos legais ou outros meios efetivos;

Aqüíferos subterrâneos - termo usado para uma rocha e, eventualmente, para uma estrutura, contendo suficiente capacidade de armazenamento em espaços vazios (porosos, fissurais ou por dissolução) de circulação e de libertação de água subterrânea por poços ou fontes. O mesmo que reservatório de água subterrânea.

Áreas biogeográficas – Biogeografia (1) Ramo da Biologia que trata da distribuição geográfica dos organismos vivos animais e vegetais. (2) Parte da biologia que se ocupa do estudo da distribuição dos animais (zoogeografia) e dos vegetais (fitogeografia) pelas diversas regiões da terra. (3) Estudo multidisciplinar, centrado numa perspectiva ecológica, que analisa a distribuição atual e passada de plantas e animais

Assembléias bentônicas (Bento) - (1) Conjunto de seres do bioma aquático que vive em relação com o fundo submerso. (2) Que vivem no fundo de um corpo de água. Organismos aquáticos, fixados ao fundo, que permanecem nele, ou que vivem nos sedimentos do fundo. Fauna e flora de profundidade, encontrada no fundo de mares, rios e lagos, distinguindo-se dos que vivem no fundo dos oceanos (abissais) e também dos plânctons, que são superficiais e necessitam da luz. O bentos, conjunto desses seres, pode constituir verdadeiro ecossistema; fala-se de "comunidades bentônicas". Vivem dos restos de animais e vegetais encontrados nas águas. Apresentam rica biodiversidade.

Assoreamento - acúmulo de sedimentos pelo depósito de terra, areia, argila,

detritos etc., na calha de um rio, na sua foz, em uma baía, um lago etc., consequência direta de enchentes pluviais, frequentemente devido ao mau uso do solo e da degradação da bacia hidrográfica, causada por desmatamentos, monoculturas, garimpos predatórios, construções etc.

Bacia - área drenada por um rio e seus afluentes. A delimitação de uma bacia hidrográfica se faz através dos divisores de água que captam as águas pluviais e as desviam para um dos cursos d'água desta bacia. A bacia hidrográfica pode ter diversas ordens e dentro de uma bacia podem ser delimitadas bacias menores

Bacia de drenagem - área de drenagem– refere-se a uma bacia hidrográfica onde é a área plana (projeção horizontal) inclusa entre seus divisores topográficos.

Bacia hidrográfica - Área de drenagem de um curso d'água ou lago. Área topograficamente definida, drenada por um curso de água perene ou temporário e seus eventuais afluentes, de tal modo que todos os caudais efluentes sejam descarregados através de uma única saída. O contorno de uma bacia hidrográfica coincide com a linha de separação de águas ou linha de cumeada, que divide as precipitações que caem na bacia das que caem nas bacias contíguas.

Barragens - barreira dotada de uma série de comportas ou outros mecanismos de controle, construída transversalmente a um rio, para controlar o nível das águas de montante, regular o escoamento ou derivar suas águas para canais. Estrutura que evita a intrusão de água salgada em um rio, sujeito a influência das marés. Obra de terra para conter as águas de um rio em determinado trecho ou para evitar as inundações decorrentes de ondas de cheia ou de marés.

Bentônicos - referente ao ambiente ou habitat marinho do fundo dos oceanos, onde se fixam corais, algas e outros seres e caminham ou arrastam-se seres diversos como lagosta, camarão, caranguejos, etc. que são seres bentônicos.

Bentos - (1) Conjunto de seres do bioma aquático que vive em relação com o fundo submerso. (2) Que vivem no fundo de um corpo de água. Organismos aquáticos, fixados ao fundo, que permanecem nele, ou que vivem nos sedimentos do fundo. Fauna e flora de profundidade, encontrada no fundo de mares, rios e lagos, distinguindo-se dos que vivem no fundo dos oceanos (abissais) e também dos plânctons, que são superficiais e necessitam da luz. Os bentos, conjunto desses seres, chegam a constituir verdadeiro ecossistema; fala-se de "comunidades bentônicas". Vivem dos restos de animais e vegetais encontrados nas águas. Apresentam rica biodiversidade.

Bioacumulação - é o processo através do qual os seres vivos absorvem e retêm substâncias químicas no seu organismo; pode ser de uma forma direta através do ambiente que os envolve (bioconcentração) e indiretamente a partir da alimentação (biomagnificação).

Biodiversidade - "bio" significa "vida" e diversidade significa "variedade". Então, biodiversidade ou diversidade biológica compreende a totalidade de variedade de formas de vida que podemos encontrar na Terra (plantas, aves, mamíferos, insetos, microorganismos...). Conjunto de todas as espécies de seres vivos existentes em

determinada região ou época; diversidade.

Biofilme - são comunidades biológicas com um elevado grau de organização

Bioindicadores - São espécies animais ou vegetais que indicam precocemente a existência de modificações bióticas (orgânicas) e abióticas (físico/químicas) de um ambiente. São organismos que ajudam a detectar diversos tipos de modificações ambientais antes que se agravem e ainda a determinar qual o tipo de poluição que pode afetar um ecossistema.

Bioma predominante - grande comunidade estável e desenvolvida, adaptada às condições ecológicas de certa região, e geralmente caracterizada por um tipo principal de vegetação, como, p.ex., a floresta temperada. Conjunto de vida (vegetal e animal) definida pelo agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional, com condições geoclimáticas similares e história compartilhada de mudanças, resultando em uma diversidade biológica própria.

Biomagnificação - aumento da concentração de uma substância ou elemento nos organismos vivos, à medida que percorre a cadeia alimentar e passa a se acumular no nível trófico mais elevado; bioacumulação, bioampliação, bioconcentração, magnificação trófica

Biomassa - (massa biológica) é a quantidade de matéria orgânica produzida numa determinada área de um terreno.

Biomonitoramento - Monitoramento ambiental realizado através da utilização de organismos vivos, como, por exemplo, o uso de peixes para avaliar a qualidade de águas e o de líquens para avaliar a qualidade do ar.

Biomonitoring working party (bmwp) - este índice ordena as famílias de macroinvertebrados aquáticos em 9 grupos, seguindo um gradiente de menor a maior tolerância dos organismos quanto à poluição orgânica. A cada família se fez corresponder uma pontuação, que oscila de 10 a 1, sendo que as famílias mais sensíveis à contaminação recebem as pontuações maiores, chegando, em ordem decrescente, até 1, onde estão aquelas mais tolerantes.

Biota - é o conjunto de seres vivos, flora e fauna, que habitam ou habitavam um determinado ambiente geológico, como, por exemplo, biota marinha e biota terrestre, ou, mais especificamente, biota lagunar, biota estuarina, biota bentônica. Conjunto de todos os seres vivos de uma região

Biótico - fatores ocasionados pela presença de seres vivos ou suas relações. Relativo ou pertencente à vida ou aos seres vivos; criado, provocado ou induzido pela ação de organismos vivos

Bivalvia - Em biologia, bivalvia (do latim bi, duplicado + valva, porta de duas folhas, valva) anteriormente Pelecypoda e Lamellibranchia, é a classe do filo Mollusca que inclui os animais aquáticos popularmente designados por bivalves. Estes organismos caracterizam-se pela presença de uma concha carbonatada formada por duas valvas. Esta concha protege o corpo do molusco.

Cabeceiras - lugar onde nasce um curso de água ou parte superior de um rio, próximo da sua nascente. As cabeceiras também podem ser denominadas por nascentes, fontes ou mananciais.

Calcinadas - 1 Transformado em cal ou óxido pela ação do fogo. 2 Reduzido a cinzas ou a carvão. 3 Extremamente seco, pelo fogo ou pelo sol; queimado, torrado.

Calha - o rio principal da bacia, rego ou sulco por onde correm as águas do rio durante todo o ano; corresponde ao que denominamos em geomorfologia e em geologia de leito menor em oposição a leito maior (...). Canal escavado no talvegue do rio para o escoamento dos materiais e das águas. C

Campos - os campos são formados por herbáceas, gramíneas e pequenos arbustos esparsos com características diversas, conforme a região. É um bioma e tem classificações. (1) Terras planas ou quase planas, em regiões temperadas, tropicais ou subtropicais, de clima semi-árido ou subúmido, cobertas de vegetação em que predominam as gramíneas às vezes com presença de arbustos e espécies arbóreas esparsas, habitadas por animais corredores e passáros de visão apurada e coloração protetora. (2) Formações abertas onde predomina uma vegetação herbácea.

Canal - (1) Curso de água natural ou artificial que serve de interligação entre corpos de água maiores. (2) Porção de um corpo de água (baía, estuário, etc.) com profundidade suficiente para navegação. (3) Grande estreito, como o Canal da Mancha.

Características abióticas - criado, provocado ou induzido sem a participação de organismos vivos.

Carreamento - levar de arrasto; carregar, arrastar.

Cascalho - Denominação utilizada para fragmentos grossos com diâmetros compreendidos entre 0,2cm e 2,0cm,

Chuva ácida - Chuva enriquecida em substâncias ácidas tais como ácido sulfúrico e ácido nítrico, sendo tais substâncias produzidas pela combinação da água atmosférica com os óxidos liberados após a queima de hidrocarbonetos, ou liberados por instalações industriais

Ciclo - espaço de tempo durante o qual ocorre e se completa, com regularidade, um fenômeno ou um fato, ou uma sequência de fenômenos ou fatos

Ciliados - filo Ciliophora é um táxon monofilético composto por organismos celulares móveis. Possui apenas a Classe Ciliata. A maioria desses organismos se parece com animais diminutos por causa de suas organelas celulares sofisticadas e também por sua complexidade no que diz respeito ao comportamento. Alguns dos tecidos e órgão animais, tais como músculo e intestino, tem análogos na anatomia dos ciliados.

Corpos hídricos - corpos d'água, denominação genérica para qualquer manancial

hídrico; curso d'água, trecho de rio, reservatório artificial ou natural, lago, lagoa ou aquífero subterrâneo.

Corredeira - Rápido pouco profundo, num curso d'água aberto, cuja superfície aparece ondulada em consequência de obstruções total ou parcialmente submersas.

Córrego - é uma denominação dada a um corpo de água corrente de pequeno porte. Rotineiramente, é utilizado para se referir a algo de menor tamanho que um riacho. Caracterizado por apresentar uma geometria que varia em média de 30 cm a 2,5 m de largura e cerca de 20 cm a 100 cm de espessura da lâmina d'água.

Decapoda é a ordem dos crustáceos com cinco pares de patas ambulatórias. Ordem de crustáceos malacóstracos, geralmente marinhos, caracteriza-se por possuir os três primeiros pares de apêndices torácicos modificados em maxilípedes e os cinco restantes em pernas funcionais; são os vulgarmente conhecidos camarões, lagostas, caranguejos e siris.

Detritívoros ou necrófagos aos animais que se alimentam de restos orgânicos (plantas e animais mortos). Que se alimenta de restos animais ou vegetais, muitas vezes agindo propiciamente para o saneamento do ecossistema em que vive (diz-se de animal).

Dípteros - ordem de insetos holometabólicos, de ampla dispersão no mundo, vulgarmente conhecidos por moscas, mosquitos e mutucas; distinguem-se dos demais insetos, por terem apenas o par de asas correspondentes às anteriores, e as posteriores transformadas em estruturas denominadas balancins, que funcionam como órgão de equilíbrio.

Ecossistema - termo criado por Tansey em 1935. Sistema aberto que inclui, em certa área, todos os fatores físicos e biológicos (elementos bióticos e abióticos) do ambiente e suas interações, o que resulta em uma diversidade biótica com estrutura trófica claramente definida e na troca de energia e matéria entre esses fatores.

Ecossistema lótico - é aquele cuja água é corrente, como por exemplo, rios, nascentes, ribeiras, e riachos. Esse ecossistema tem como características o movimento, o contato água e terra e o teor de oxigênio. Já aqueles ambientes onde a água é parada em sua maior parte do tempo, são chamados de ecossistemas lênticos.

Efluentes - todos os resíduos fluidos (líquidos e gasosos) provenientes das diversas atividades humanas, quando são descartados no meio ambiente.

Equitabilidae - índices de diversidade das comunidades de macroinvertebrados bentônicos. Índice que descreve a proporção dos indivíduos de cada uma das espécies presentes em uma comunidade em relação ao total de indivíduos desta mesma comunidade.

Equitabilidade de Pielou - Índice de Uniformidade de Pielou (e) é um índice de equitabilidade ou uniformidade, em que a uniformidade refere-se ao padrão de distribuição dos indivíduos entre as espécies

Estrutura de gabião - elemento de defesa hidráulica constituído por rede de arame ou alambrado de aço us. para proteger da erosão canais de terra, taludes, estradas etc. [Originalmente feitos de vime espesso.].

Eutrofização artificial - processo normalmente de ação vagarosa pelo qual um lago evolui para um charco ou brejo, e, ao final, assume condição terrestre e desaparece. Durante a eutroficação o lago fica tão rico em compostos nutritivos, especialmente nitrogênio e fósforo, que as algas e outros microvegetais se tornam superabundantes, desse modo 'sufocando' o lago e causando sua eventual secagem. A eutroficação pode ser acelerada por muitas atividades humanas.

Fitoplâncton – denominação utilizada para indicar organismos fotossintetizantes, de vida livre, em geral microscópicos que flutuam no corpo de águas marinhas, ou doces. O fitoplâncton é o grande responsável pela produção primária em ambiente marinho.

Geomanta - são utilizadas na proteção superficial do solo, reforçando e protegendo a vegetação, especialmente durante a fase de germinação.

Granulométrica – (análise granulométrica)- determinação das quantidades, expressas em g/kg de solo, das frações areia, silte e argila, em amostras de terra fina (< 2mm).

Ictiofauna - o conjunto de peixes de uma região ou ambiente.

Indicadores - são informações quantificadas, de cunho científico, de fácil compreensão usadas nos processos de decisão em todos os níveis da sociedade, úteis como ferramentas de avaliação de determinados fenômenos, apresentando suas tendências e progressos que se alteram ao longo do tempo. Permitem simplificação do número de informações para se lidar com uma dada realidade por representar uma medida que ilustra e comunica um conjunto de fenômenos que levem a redução de investimentos em tempo e recursos financeiros. Indicadores ambientais são estatísticas selecionadas que representam ou resumem alguns aspectos do estado do meio ambiente, dos recursos naturais e de atividades humanas relacionadas.

Interceptores - dispositivo destinado a recolher, a meio de um trajeto, materiais diversos.

Inventário - qualquer descrição detalhada, minuciosa de algo.

Jusante - Sentido para onde correm as águas de um curso d'água, vulgarmente chamado de rio abaixo. Lado de uma barragem, represa ou açude que não está em contato com a água represada. Direção do fluxo de um rio; sentido em que correm as águas de uma corrente fluvial.

Latitudes - distância angular de um ponto do globo, medida por um arco do meridiano compreendido entre esse ponto e o equador terrestre e variando de 0°a 90°para o norte ou para o sul

Leito de um rio - parte mais baixa do vale de um rio, modelada pelo escoamento da água, ao longo da qual se deslocam, em períodos normais, a água e os sedimentos.

Limnologia - estudo científico das extensões de água doce (como lagos, pântanos etc. incluindo, por vezes, águas correntes) com respeito a suas condições ou aspectos biológicos, químicos, físicos, meteorológicos, geológicos ou ecológicos

Longitudes - ângulo entre o plano que contém o eixo da Terra, e que define o meridiano de origem das longitudes (meridiano de Greenwich), e o plano que contém o eixo da Terra e o meridiano do lugar do observador, contado de 0 a 180 graus, para oeste e para leste.

Macrófitas aquáticas - o termo macrófitas aquáticas constitui uma designação geral para os vegetais que habitam desde brejos até ambientes totalmente submersos, sendo esta terminologia baseada no contexto ecológico, independentemente, em primeira instância, de aspectos taxonômicos

Macroinvertebrados - são animais invertebrados (não possuem vértebras) visíveis a olho nú e que ficam retidos numa rede fina de aquário (com tamanho de malha entre 0,2 mm e 0,5 mm). Habitam o fundo dos rios, debaixo de pedras, nos caules de plantas aquáticas, e são uma importante fonte de alimento para os peixes. Estes organismos são os mais abundantes nos rios e incluem vários grupos de animais, como anelídeos, crustáceos, moluscos, sendo os insetos os mais representados.

Mananciais - qualquer corpo d'água, superficial ou subterrâneo, utilizado para abastecimento humano, industrial ou animal, ou irrigação. Conceitua-se a fonte de abastecimento de água que pode ser, por exemplo, um rio um lago, uma nascente ou poço, proveniente do lençol freático ou do lençol profundo.

Mata ciliar - "ciliar" é originado de cílio, significando proteção. Vegetação predominantemente arbórea que acompanha a margem dos rios

Métricas - é uma definição operacional que descreve, em termos muito específicos, o que é alguma coisa e como ela é medida pelo processo de controle da qualidade.

Montante - sentido de vale acima, de lado da nascente ou de onde vem as águas do rio. Ponto que se localiza em posição anterior a outro ponto situado no sentido da corrente fluvial (contrário de jusante).

Perifiton - são observados como manchas verdes ou pardas aderidos a objetos submersos na água como rochas, troncos, objetos artificiais (inertes) e a vegetação aquática. Uma complexa comunidade de microrganismos (algas, bactérias, fungos e animais), detritos orgânicos e inorgânicos aderidos a substratos inorgânicos ou orgânicos vivos ou mortos.

PH - representação da escala na qual uma solução neutra é igual a sete, os valores menores que sete indicam uma solução ácida e os maiores que sete indicam uma solução básica.

Programa - Conjunto de projetos homogêneos, integrados e temporários com uma finalidade.

Projeto - é um esforço temporário empreendido para alcançar um objetivo específico e único motivado pela demanda particular de uma entidade.

Rápidos - estirão de rio de declividade acentuada e de escoamento veloz e turbulento, embora sem verdadeiras quedas ou cascatas.

Remansos - porção mais ou menos considerável de água que, no mar ou num rio, penetra em recorte curvo do litoral ou da margem e forma uma espécie de pequena enseada tranquila, trecho mais largo de rio em que as águas, após movimentos de agitação intensa, geralmente provocados por correnteza em leito estreito, se tornam mansas.

Reservatórios - lugar feito ou preparado para acumular e conservar certas coisas em reserva; depósito de água; caixa-d'água.

Rio - corrente contínua de água, mais ou menos caudalosa, que deságua noutra, no mar ou num lago.

Rio das Velhas - é o maior afluente em extensão da bacia do rio São Francisco. É orientado aproximadamente no sentido sudeste para noroeste, tendo sua nascente no município de Ouro Preto, na serra do Veloso e deságua no rio São Francisco, 36 km a jusante do município de Pirapora - MG, a jusante da barragem de Três Marias. Possui 801 km de extensão, drenando uma área de 29.173 km², T3

RPPNs - Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) no Brasil é um dos tipos de unidades de conservação previstas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC).

Substrato - superfície, sedimento, base ou meio no qual os organismos vivos se apoiam ou se desenvolvem.

Talude - inclinação na superfície lateral de um aterro, de um muro ou de qualquer obra; rampa. Terreno em declive; escarpa .

Talvegue - linha de maior profundidade no leito de um rio. Linha mais baixa de um vale por onde escorre a água da chuva e das nascentes ou o canal mais fundo de um rio.

Taxa - podem ser espécies ou grupos taxonômicos, cujos parâmetros (como densidade, presença ou ausência) são utilizados como medidas das condições do ecossistema.

Tributários - rio, ribeiro etc. que deságua em outro curso de água; afluente.

Turbidez - aparência túrbida ou opalina em um líquido naturalmente transparente, fruto da presença em suspensão de sólidos finos ou gotículas líquidas de tamanho.

Unidades de uso sustentável - As Unidades de Uso Sustentável visam compatibilizar a conservação da natureza com o uso direto de parcela dos seus recursos naturais, ou seja, é aquele que permite a exploração do ambiente, porém mantendo a biodiversidade do local e os seus recursos renováveis. LEI No 9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000.

Várzea - grande extensão de terra plana. Regionalismo: Brasil. terreno baixo e mais ou menos plano, à margem de um rio ou ribeirão; vale.

Vegetação ripária - refere-se à área próxima ao corpo da água.

Zona ripária - está intimamente ligada ao curso d'água, mas os seus limites não são facilmente demarcados. Em tese, os limites laterais se estenderiam até o alcance da planície de inundação. Todavia, os processos físicos que moldam continuamente os leitos dos cursos d'água, que vão desde intervalos de recorrência curtos das cheias anuais, até fenômenos mais intensos das enchentes decenais e seculares, impõem, também, a necessidade de se considerar um padrão temporal de variação da zona ripária

Zooplâncton - é o termo que designa o conjunto de organismos aquáticos heterotróficos, viventes na coluna superficial da água, seja de rios, lagos ou no oceano. Normalmente apresentam pouca capacidade locomotora, sendo arrastados pelas correntes oceânicas ou pela vazão de um rio. Os principais representantes são: alguns protozoários, pequenos crustáceos (copépodos e cladóceros), moluscos, oligoquetas, vermes, larvas de diferentes animais e peixes.

ANEXOS

ANEXO A – Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo da Agência de Proteção Ambiental de Ohio

Descrição do Ambiente			
Localização:			
Data de Coleta: ___ / ___ / ___		Hora da Coleta:	
Tempo (situação do dia):			
Modo de coleta (coletor):			
Tipo de Ambiente: Córrego () Rio ()			
Largura do rio:			
Profundidade:			
Temperatura da água:			
PARÂMETROS	2-1-1 PONTUAÇÃO		
	4 pontos	2 pontos	0 ponto
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade)	Vegetação natural	Campo de pastagem/Agricultura/ Monocultura/ Reflorestamento	Residencial/ Comercial/ Industrial
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3. Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	Alterações de origem industrial/ urbana (fábricas, siderurgias, canalização, retilização do curso do rio)
4. Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total	Ausente
5. Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
6. Oleosidade da água	Ausente	Moderada	Abundante
7. Transparência da água	Transparente	Turva/cor de chá-forte	Opaca ou colorida
8. Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	Esgoto (ovo podre)	Óleo/industrial
9. Oleosidade do fundo	Ausente	Moderado	Abundante
10. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia	Cimento/canalizado

ANEXO B – Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas, modificado do protocolo de *Hannaford* .

PARÂMETROS	2.2.1 PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
11. Tipos de fundo	Mais de 50% com habitats diversificados; pedaços de troncos submersos; cascalho ou outros habitats estáveis.	30 a 50% de habitats diversificados; habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.	10 a 30% de habitats diversificados; disponibilidade de habitats insuficiente; substratos freqüentemente modificados.	Menos que 10% de habitats diversificados; ausência de habitats óbvia; substrato rochoso instável para fixação dos organismos.
12. Extensão de rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas; rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
13. Freqüência de rápidos	Rápidos relativamente freqüentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 5 e 7.	Rápidos não freqüentes; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 7 e 15.	Rápidos ou corredeiras ocasionais; habitats formados pelos contornos do fundo; distância entre rápidos dividida pela largura do rio entre 15 e 25.	Geralmente com lâmina d'água "lisa" ou com rápidos rasos; pobreza de habitats; distância entre rápidos dividida pela largura do rio maior que 25.
14. Tipos de substrato	Seixos abundantes (prevalecendo em nascentes).	Seixos abundantes; cascalho comum.	Fundo formado predominantemente por cascalho; alguns seixos presentes.	Fundo pedregoso; seixos ou lamoso.
15. Deposição de lama	Entre 0 e 25% do fundo coberto por lama.	Entre 25 e 50% do fundo coberto por lama.	Entre 50 e 75% do fundo coberto por lama.	Mais de 75% do fundo coberto por lama.
16. Depósitos sedimentares	Menos de 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente como aumento de cascalho, areia ou lama; 5 a 30% do fundo afetado; suave deposição nos remansos.	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens; entre 30 a 50% do fundo afetado; deposição moderada nos remansos.	Grandes depósitos de lama, maior desenvolvimento das margens; mais de 50% do fundo modificado; remansos ausentes devido à significativa deposição de sedimentos.
17. Alterações no canal do rio	Canalização (retificação) ou dragagem ausente ou mínima; rio com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente próximo à construção de pontes; evidência de modificações há mais de 20 anos.	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 a 80% do rio modificado.	Margens modificadas; acima de 80% do rio modificado.
18 Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do rio; mínima quantidade de substrato exposta.	Lâmina d'água acima de 75% do canal do rio; ou menos de 25% do substrato exposto.	Lâmina d'água entre 25 e 75% do canal do rio, e/ou maior parte do substrato nos "rápidos" exposto.	Lâmina d'água escassa e presente apenas nos remansos.
19. Presença de mata ciliar	Acima de 90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de deflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal".	Entre 70 e 90% com vegetação ripária nativa; deflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura "normal".	Entre 50 e 70% com vegetação ripária nativa; deflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura "normal".	Menos de 50% da mata ciliar nativa; deflorestamento muito acentuado.

20 Estabilidade das margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. Menos de 5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão freqüentes. Entre 5 e 30% da margem com erosão.	Moderadamente instável; entre 30 e 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão; freqüentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100% da margem.
21. Extensão de mata ciliar	Largura da vegetação ripária maior que 18 m; sem influência de atividades antrópicas (agropecuária, estradas, etc.).	Largura da vegetação ripária entre 12 e 18 m; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12 m; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menor que 6 m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.
22. Presença de plantas aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídas no rio, substrato com perifiton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifiton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos macrófitas (p.ex. aguapé).

APÊNDICES

APÊNDICE A – Facetas e subfacetas da Categoria Tempo

PERÍODO DE COLETA

Data da Coleta

Dia/Mês/Ano

Condições climáticas do dia

Chuvas

Seca

Periodicidade

Bimestral

Trimestral

Anual

APÊNDICE B- Facetas e subfacetas da Categoria Espaço

AREAS PROTEGIDAS

Por Uso

Uso sustentável

RPPNs

Proteção Integral

Denominação

Apa Carste de Lagoa Santa

Apa Morro da Pedreira

Apa Sul (RMBH)

Parna da Serra do Cipó

Parna Sempre-Vivas

Parque Baleares

REGIÕES POLÍTICAS E GEOGRÁFICAS

Por Continentes

Europa

País

Portugal

Espanha

Inglaterra

Suécia

Republica de Belarus

Turquia

América

Subcontinente

América do Norte

Estados Unidos

Estado

Flórida (USA)

América do Sul

Colômbia .

Brasil

Pernambuco

Goiás

Minas Gerais

Município

Belo Horizonte

Nova Lima

Itabirito

São Bartolomeu

Ouro Preto

Sabará

Santa Luzia

Jaboticatubas

Lagoa Santa

Cordisburgo

APÊNDICE B- Facetas e subfacetas da Categoria Espaço

Curvelo
 Presidente Juscelino
 Barra do Guaicuí
 Corinto
 Santo Hipólito
 Rio de Janeiro
 Paraná
 Santa Catarina,
 Rio Grande do Sul1

Oceania

Austrália

Por Regiões

Sudeste

Por Província Geológica

Quadrilátero Ferrífero

Outras Divisões

Reino Unido

Península Ibérica

Mediterrâneas

BACIA HIDROGRÁFICA // Corpos de Água

Por trechos de Bacia Hidrográfica (constituintes)

Sub-bacias,

Sub-bacia do rio São Francisco

Córrego

Córrego Baleares

Córrego Cardoso

Córrego das Pedras

Córrego Nossa Senhora da Piedade

Córrego Primeiro de Maio

Lagoas

Lagoa Peri-Peri

Saco

Sucuriú

Tipo de lagoa

lagoas marginais

Reservatórios

Barragem de Três Marias

Sobradinho

Rio

Rio Acima

Arrudas

Bicudo

APÊNDICE B- Facetas e subfacetas da Categoria Espaço

Cachoeira das Andorinhas
Cipó
Curimata
Rio Itabirito
Jabuticatubas
Jequitibá
Rio Maquine
Pardo Grande (rio)
Rio Paraúna
Rio Pardo Pequeno
Rio do Peixe
Ribeirão da Mata
Rio do Onça
Rio São Francisco
Rio Taquaraçu
Rio Jaboaão
Ribeirão Arrudas
Rio das Velhas

Constituinte do Rio

Afluentes
Canal
Nascente
Foz
Fundo
Margens

LOCALIZAÇÃO

direita
esquerda
Talude
Talvegue
Leito
Lâmina d'água
Calha
Remansos
Corredeiras
Rápidos

APÊNDICE B- Facetas e subfacetas da Categoria Espaço**ECORREGIÕES****Meio Físico****Aquáticos****Tipo**

Subterrâneos

Fluxo

lóticos

Terrestres**Semi-aquáticos****Por Vegetação****Mata**

Mata Atlântica

Campos**Tipo**

pastagem

rupestre

Capoeira**Cerrado****Várzea****Por Relevo****Planalto****Depressão**

Depressão sanfranciscana

Planícies**Serra**

Serra do Jorge

Serra dos Órgãos

serra do Espinhaço

ESTAÇÕES**Tipo****Estação de amostragem (Ponto de Coleta)**

MZ 01

MZ 02

MZ 03

MZ 04

MZ 05

MZ 06

MZ 07

MZ 08

MZ 09

MZ 10

APÊNDICE B- Facetas e subfacetas da Categoria Espaço

MZ 11
MZ 12
MZ 13,
MZ 14
MZ 15
MZ 16
MZ 17
MZ 18
MZ 19
MZ 20
MZ 21
MZ 22
MZ 23
MZ 24
MZ 25
MZ 26
MZ 27
MZ 28
MZ 29
MZ 30
MZ 31
MZ 32
MZ 33
MZ 34
MZ 35
MZ 36
MZ 37

Estações de Tratamento de Esgotos

ETE Arrudas

Estações Ecológicas

da bacia do rio das velhas

PROCESSOS NATURAIS**Relacionados ao Rio**

Enchentes
Invasão de margens
Deságua

Relacionados aos detritos

Processo de decomposição
Deposição de matéria orgânica

Relacionados a seres vivos

Desova
Predação de ovos
Piracema

Ciclagem de nutrientes**Bioacumulação,*****Direta***

Bioconcentração

Indireta

Biomagnificação

ATIVIDADES ANTRÓPICAS**Uso e ocupação do solo**

Deflorestamento
Empreendimentos de mineração
Urbanização

Atividades industriais

Produção industrial de alimentos
Geração de energia elétrica
Produção de esgotos,
Demandas industriais

Práticas agrícolas

Monocultura
Irrigação

Uso de recursos hídricos

Dessedentação de animais
Impermeabilizações
Introdução de (espécies exóticas),
Navegação

Pesca**Obras**

Canalizar
Construção de barragens
Construção de pontes
Modificações no curso
Dragagem
Drenagem pluvial
Pavimentação

IMPACTOS AMBIENTAIS**No Habitat Geral**

Desestruturação dos ambientes físicos e químicos
Poluição
Deteriorização
Processos erosivos
Carreamento
Competição por alimento
Colonização (de organismos resistentes)

Contaminação

Contaminação química
Contaminação doméstica

No Habitat Hídrico

Assoreamento
Homogeneização do leito de rios e córregos
Retificação de rios
Mortandades de peixes
doenças de veiculação hídrica
Eutrofização artificial

PROCESSO DE RECUPERAÇÃO**Habitat Geral**

Revitalização
Recepção de esgotos
Reflorestamento
Recolonizar
Manutenção
Manejo de áreas degradadas
Influência dos tributários

Habitat Hídrico

Tratamento (da água)
Regulação por barragens
Estabilização da margem

Monitorar**Por componentes**

Biomonitorar

Por modalidade

Monitoramento participativo

PROCESSOS ADMINISTRATIVOS E TÉCNICOS

Aplicação de leis

Mapeamento

Planejamento

Gestão

Gestão ambiental

Gestão das águas

PROCESSOS METODOLÓGICOS DO BIOMONITORAMENTO**Etapas**

Coleta

Triagem

Classificar

Diagnóstico

Análise**Por objetivo**

Análise Estatística

Análise Física

Análise Química

Análise Biológica

Outras Análises

Avaliar**Por objetivo**

Avaliação ambiental

Avaliação das perturbações

Avaliação da qualidade de água

Avaliação dos efeitos da urbanização

Avaliação dos riscos

Avaliações biológicas

COMUNIDADES DE ORGANISMOS AQUÁTICOS
--

Dados de bentos**Denominação popular (*Bentos*)**

Minhocas d'água

Caramujos

Crustáceos

Insetos aquáticos

Por Hábitos Alimentares (*Bentos*)

raspadores

coletores-filtradores

Coletores -catadores,

Fragmentadores

Detritívoros

Quantidade coletada**Ictiofauna****Denominação popular**

Cascudo

Cascudo preto (*rhinelepis aspera*)Curimatás (*prochilodus argenteus* e *prochilodus costatus*)

Curimatá-pioa

Dourado (*salminus franciscanus*)Matrinchá (*brycon orthotaenia*)Pirá (*conorhynchus conirostris*)

Piau

Piau-três-pintas

Surubim (*pseudoplatystoma corruscans*)

Tilápia

Tucunaré

Tipo de Peixes Coletados

Migradoras,

Estágios de vida

Células

Ovos

Larvas

Ninfas

Alevinos

Jovens

Adultos

APÊNDICE D – Facetas e subfacetas da Categoria Matéria**MEDIDAS FÍSICAS E QUÍMICAS****Parâmetros Químicos****Por Numero Atômico**

Carbono
N - nitrogênio
oxigênio
Fósforo
Manganês
Ferro
Ouro

Compostos Químicos

Nitrogênio Amoniacal
N-NH₄
Nitrato
Nitritos
N- total-nitrogênio total
O₂ -Oxigênio dissolvido
P-total- Fósforo Total
Metais pesados

Outros

PH

Parâmetros Físico

Condutividade elétrica
Turbidez
TDS- Sólidos dissolvidos

QUALIDADE AMBIENTAL DOS TRECHOS - PONTO DE COLETA**Condição ambiental****Graus de impacto**

Preservadas
Alteradas
Impactadas

Estrutura

Assoreadas
Canalizado
Dragados
Desviado
Modificado

Tipo de área

De referência
De estudo
Piloto
Elementares

APÊNDICE D – Facetas e subfacetas da Categoria Matéria**Dimensões...**

Profundidade
Volume
Largura do rio
Períodos de maior vazão
Precipitação
Grau de Conectividade (*do rio*)

Tipo de Ocupação

Industrial
Urbanizadas
Metropolitano
Central

Condição do fluxo do rio e constituintes**Frequência de rápidos e corredeiras**

Inexistentes
podem estar ausentes
não freqüentes
ocasionais
relativamente freqüentes
bem desenvolvidas

Extensão de rápidos

rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio
rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio
rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio
rápidos rasos

Tipo de Lamina água

lâmina d'água "lisa"

Tipo de Calha

central
Fluxo de energia
Canal do rio

Condição da água

Transparência da água
Cor da água
Odor da água
Oleosidade da água
Temperatura da água
Fluxo das águas

Condição do sedimento

Depósitos sedimentares
Odor do sedimento
Oleosidade do fundo

APÊNDICE D – Facetas e subfacetas da Categoria Matéria

Tipos de substrato

Lama

Tipo de fundo

Condição vegetal e das margens

Estabilidade das margens

Tipo de ocupação das margens

Mata ciliar

Tipo de cobertura vegetal no leito do rio

Plantas aquáticas

Vegetal no leito dos rios

Erosão (*natural*)

Alterações Antrópicas

(opções de alterações apresentadas no Protocolo)

CARACTERÍSTICAS DO SEDIMENTO**Geral****Características da areia**

fina – AF

muito fina –AMF

média –AM

grossa – AG

muito grossa –MG

Lavadas

Quantitativa

seixos abundantes

APÊNDICE D – Facetas e subfacetas da Categoria Matéria

CRITÉRIO DE QUALIDADE DE ÁGUA

Parâmetros orgânicos

Valores de tolerância para águas classe 1

Parâmetros inorgânicos

Limite de tolerância para águas de classe 1

Medidas

Esta faceta deve ser baseada nos padrões estabelecidos pela resolução 357 do CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA – a RESOLUÇÃO No 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005 e Publicada no DOU nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63 Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011- Esta Resolução dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

CARACTERÍSTICAS METODOLÓGICAS

Aspecto Geral

Nas etapas...

Coletadas
Avaliada
Analisadas
Calculados
Medidos
Classificada
Pesados
Triadas

Tratamento.das amostras.

Calcinadas

Por método de análise/(denominação)

Estatística

Análise de componentes principais
Análise de cluster
Análise de dissimilaridade de Bray-Curtis
Análise MDS
De Kruskal-Wallis
Não paramétrico de variância
Da sensibilidade
De Mann e Whitney
Análise One-Way (ANOVA)
EPT(*Ephemeroptera*+ *Plecoptera*+*Trichoptera*)
Equitabilidade de Pielou
Índice CHOL Chironomidae +Oligochaeta
Análises de riqueza
Cálculo da densidade total e média dos indivíduos
Bray-Curtis
Índice BMWP biomonitoring working party

APÊNDICE D – Facetas e subfacetas da Categoria Matéria

Índice ASPT - average score per taxa
 IBB Índices bióticos bentônicos
 Índice Multimétrico
 Índice de biodiversidade
 Índice de diversidade Shannon-Wiener

Análises de correlação

De Pearson
 De Spearman
 Pares de métricas redundantes
 Regressão linear
 Regressão múltipla

Análise Física

Análise granulométrica
 De Gravimetria

Análise Química

Análises de nutrientes
 De Winkler
 Do standard methods
 Ecotoxicológicos

Outras Análises

Rivpacs

CARACTERÍSTICAS GEO- POLÍTICAS

Coordenadas informais do Rio/Bacia

montante
 Jusante

Trechos de curso do Rio e da Bacia (das Velhas)

Alto
 Médio
 Baixo

Coordenada Geográfica

altitudes
 latitudes
 longitudes

Ponto Cardeal

Norte
 Sul
 Leste
 Oeste

Tipo de Administração

Federais
 Estadual
 Municipal
 Particular

APÊNDICE D – Facetas e subfacetas da Categoria Matéria**Técnico**

georreferenciados
mapeadas
monitorados
Plotada

INDÍCES *(resultado das análises estatísticas)***Por origem de componentes****Valores Bióticos**

Valores de abundância
Valores de densidade de organismos
Valores de sensibilidade
Diversidade de Shannon-Wiener
Riqueza de organismos aquáticos

Valores Abióticos

Pressão antrópica
Teores de oxigênio dissolvido
Valores dos parâmetros físicos
Teores totais e dissolvidos de nutrientes,
Diversidade granulométrica

Tipo de Indicadores

Ecológicos
Bioindicadores
De qualidade hídrica
Indicadoras de impacto
De nutrientes
De poluição orgânica
índice biótico

APÊNDICE E – Facetas e subfacetas da Categoria Personalidade

AMOSTRAS,

Por tipo de material estudado

sedimento
 água
 macroinvertebrados bentônicos (bentos)

ÁGUAS

Tipo de água

Doce
 Salina
 Salobra

Classes de águas³⁴,

Classe 1,
 Classe2
 Classe 3
 Classe 4

COMUNIDADES DE ORGANISMOS AQUÁTICOS

Macroinvertebrados bentônicos (Bentos),

Por Denominação Científica³⁵

(Reino Filo Classe Subclasse Ordem Subordem Família Gênero):

Animalia **Reino**

Annelida **Filo:**

Clitellata **Classe:**

Oligochaeta, **Subclasse:**

Arthropoda **Filo**

Insecta **Classe**

Diptera **Ordem**

Ceratopogonidae **Família**

Culicidae

Canacidae

Dixidae

Empididae

Psychodidae

Tabanidae

Simuliidae

Tipulidae

Chironomidae

³⁴ da resolução conama 357/ 05, 1: 31 -Alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011

³⁵ <http://www.itis.gov/ItisDataTools/jsp/hierarchy.jsp>

APÊNDICE E – Facetas e subfacetas da Categoria Personalidade

Ablabesmyia **Genero**

Chironomus

Corynoneura

Cricotopus

Polypedilum

Dicrotendipes

Coleoptera **Ordem**

Elmidae **Família**

Hydrophilidae

Dytiscidae

Gyrinidae

Psephenidae

Staphylinidae

Lepidoptera **Ordem**

Trichoptera **Ordem**

Hydroptilidae **Família**

Hydropsychidae

Leptoceridae

Calamoceratidae

Glossosomatidae

Helicopsychidae

Hydrobiosidae

Odontoceridae

Philopotamidae

Polycentropodidae

Xiphocentronidae

Odonata **Ordem**

Gomphidae **Família**

Libellulidae,

Aeshnidae

Calopterygidae

Coenagrionidae

Megapodagrionidae

Ephemeroptera **Ordem**

Leptophlebiidae **Família**

Leptohyphidae

Caenidae

Oligoneuriidae

Hemiptera **Ordem**

Naucoridae **Família**

Belostomatidae

Corixidae

Gerridae

Hydrometridae

Mesoveliidae

Notonectidae

Pleidae

Heteroptera **Sub ordem**

Veliidae **Família**

Megaloptera **Ordem**

APÊNDICE E – Facetas e subfacetas da Categoria Personalidade

Corydalidae **Família**
 Plecoptera **Ordem**
 Perlidae **Família**
 Entognatha **Classe**
 Collembola **Ordem**
 Malacostraca **Classe**
 Decapoda **Ordem**
 Mollusca **Filo**
 Gastropoda **Classe**
 Basommatophora **Ordem:**
 Planorbidae **Família**
 Neotaenioglossa **Ordem:**
 Thiaridae **Família**
 Bivalvia **Classe**
 Nemathelminthes **Filo**
 Platyhelminthes **Filo**
 Turbellaria **Classe**
 Tricladida **Ordem**
 Planariidae **Família**

Ictiofauna,

Por Denominação Científica³⁶

(Reino Filo Classe Subclasse Ordem Subordem Família Gênero Espécie):

Animalia **Reino**

Chordata **Filo:**

Actinopterygii **Classe:**

Siluriformes **Ordem:**

Loricariidae **Família:**

Rhinelepis **Gênero:**

rhinelepis áspera **Espécie**

Pimelodidae **Família**

Conorhynchos **Gênero**

conorhynchos conirostris (C.
conirostris) **Espécie**

Pseudoplatystoma **Gênero:**

P. corruscans **Espécie:**

pseudoplatystoma corruscans

Characiformes **Ordem**

Prochilodontidae **Família**

Prochilodus Gênero

Prochilodus argenteus

Espécie (curimatã-pacu)

Prochilodus costatus

(curimatã-pioa)

Characidae **Família:**

:Salminus **Gênero**

³⁶ <http://www.itis.gov/ItisDataTools/jsp/hierarchy.jsp>

APÊNDICE E – Facetas e subfacetas da Categoria Personalidade

Salminus franciscanus ,
Espécie
 Brycon **Gênero**
 brycon orthotaenia , **Espécie**
 Bryconamericus **Gênero**
 Bryconamericus stramineus
Espécie
 Incertae Sedis **Gênero**
 Piabina argentea³⁷ **Espécie**
 Perciformes **Ordem**
 Haemulidae **Família:**
 Anisotremus **Gênero**
 Anisotremus taeniatus (A.
 Taeniatus) **Espécie**

SEDIMENTOS

Composição do Sedimento

Material mineral,2: 24

Argila
 Cascalho
 Cimento
 Lixo,
 Seixos
 Silte
 Areia

Matéria orgânica

Pedaços de troncos submersos

EQUIPAMENTOS- FERRAMENTAS,

por função

Aparelhos de infra-estrutura

coleta
 análise
 estrutural

Ferramentas de computação

por denominação

Draga de Van Veen
 Redes de emalhar
 Tarrafas
 Amostrador do tipo Surber
 Forno mufla
 Microscópio estereoscópico
 Peneiras
 Geomanta

³⁷ http://prope.unesp.br/xxi_cic/27_08963572609.pdf

APÊNDICE E – Facetas e subfacetas da Categoria Personalidade

Software Estatística
 Software Primer 6.0
 Windows
 Marca Digimed

FLORA

Geral

Tipo....

Árvores,7

Folhas

Por Localização

ripária

marginal

Por Procedência

natural

Exóticas

Outros

predominante

De pequeno porte

Maiores

AGENTE POLUIDOR

Tipo

Chuva ácida

Substâncias tóxicas

Fertilizantes

Esgotos

Origem

Industriais

In-natura

Domésticos

Fezes,6:119

Bactérias

Escherichia coli

Coliformes termotolerantes,

Coliformes totais

Streptococos fecais

PESSOAS

Por cargos

Pesquisadores

Limnólogos

Gestores

Voluntários

POLÍTICAS, PROGRAMAS e DOCUMENTOS
--

Políticas

- De saneamento ambiental
- De gerenciamento dos recursos hídricos
- Acordo de Cooperação Técnico-científico

Programas

- Drenurbs
- European Water Framework Directive
- U.S. Clean Water Act

Programa Ambiental

- Programa de despoluição
- Programa de monitoramento de ecossistemas aquáticos

Recursos hídricos Projetos Ambientais

Manuelzão UFMG

Sub-projeto

NUVELHAS

Documentos**Convênio****Inventários**

- Inventário de biodiversidade
- Inventário taxonômico
- Coleção de referência

Leis e regulações governamentais**Literatura internacional****Mapas**

- Mapa das estações de amostragem

Norma estrangeiras**Norma jurídica****Norma técnica**

- Certificação ISO 9001

Resolução

- Resolução Conama 357/2005
- Deliberação normativa COPAM/MG n20,6: de 1997,6:119

Relatórios

- Protocolo de avaliação rápida de condições ecológicas

APÊNDICE E – Facetas e subfacetas da Categoria Personalidade**INSTITUIÇÕES****Agência**

Governamentais de controle ambiental
US-Environmental Protection Agency (EUA)

Órgãos financiadores

CAPES
CNPq
FAPEMIG
FEAM
De proteção ambiental de Ohio

Empresas

COPASA
Petrobrás
Consórcio Capim Branco
Gerdau Açominas
AngloGold
Ashanti Mineração

Governo**Governo brasileiro**

Secretaria do Estado de Educação de Minas Gerais
Prefeitura Municipal de Belo Horizonte
Secretarias de Meio Ambiente

Órgãos

De fiscalização
IBAMA
CETEC

Estrangeiro

Canadian Protection Act

Instituições de Pesquisa**Universidades**

UFMG
Instituto de Ciências Biológicas da UFMG-ICB

Laboratório

De ecologia de bentos do ICB/UFMG
Departamento de Zoologia

Mantenedoras**ONG's**

APÊNDICE E – Facetas e subfacetas da Categoria Personalidade**DISCIPLINAS****Modalidade****Atuação**

Agricultura
Agropecuária
Limnologia
Ecologia
Engenharia sanitária
Hotelaria
Olaria
Paisagística
Piscicultura
Saúde pública

Educação**Nível**

Doutorado

APÊNDICE F – Notação do Modelo Entidade-Relacionamento (MER)

Notação da Engenharia de Informações ou notação *James Martin*

Esta notação é também conhecida como 'pé de galinha', devido a sua aparência na apresentação, conforme pode ser visto na FIG. 57:

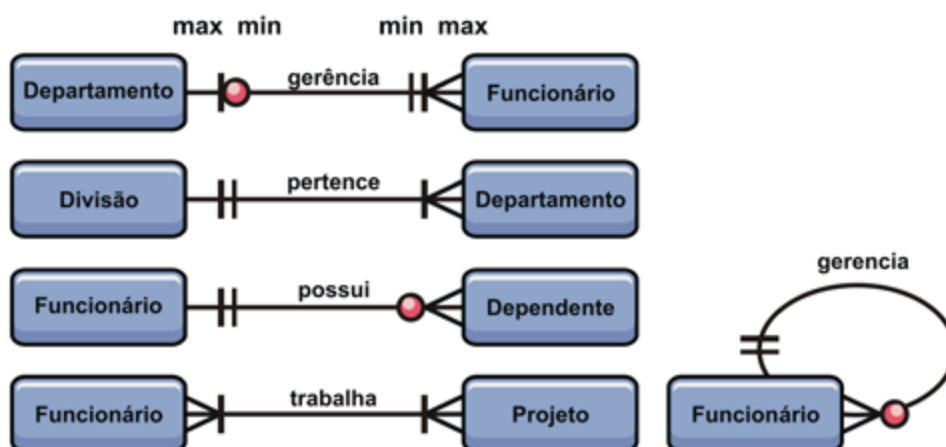


Figura 57 - Exemplos de uso da Notação da Engenharia da Informação ou notação de *James Martin*
Fonte: Siebra (2010, p. 69)

APÊNDICE F – Notação do Modelo Entidade-Relacionamento (MER)

Para se obter uma visualização da diferença entre a notação de *Peter Chen* e a notação de *James Martin*, apresenta-se, um mesmo exemplo, modelado nas duas notações. Na FIG. 58 apresenta-se a notação de *Peter Chen* e na FIG. 59 apresenta-se a notação de *James Martin*:

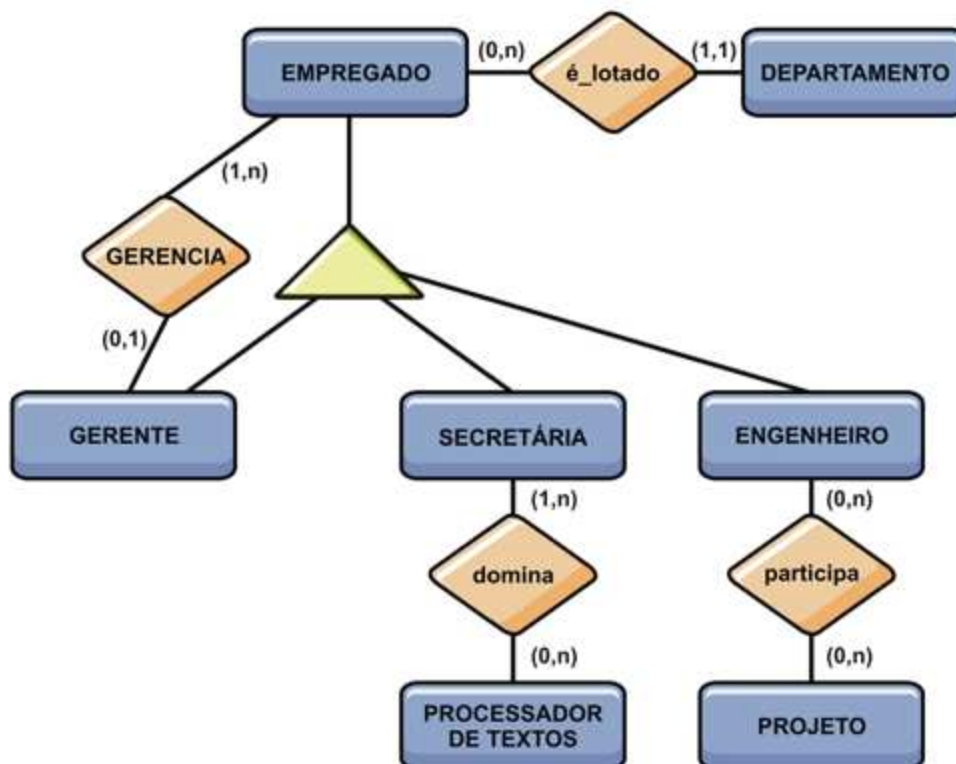


Figura 58 - Problema representado na Notação de *Peter Chen*
 Fonte Siebra (2010, p. 70)

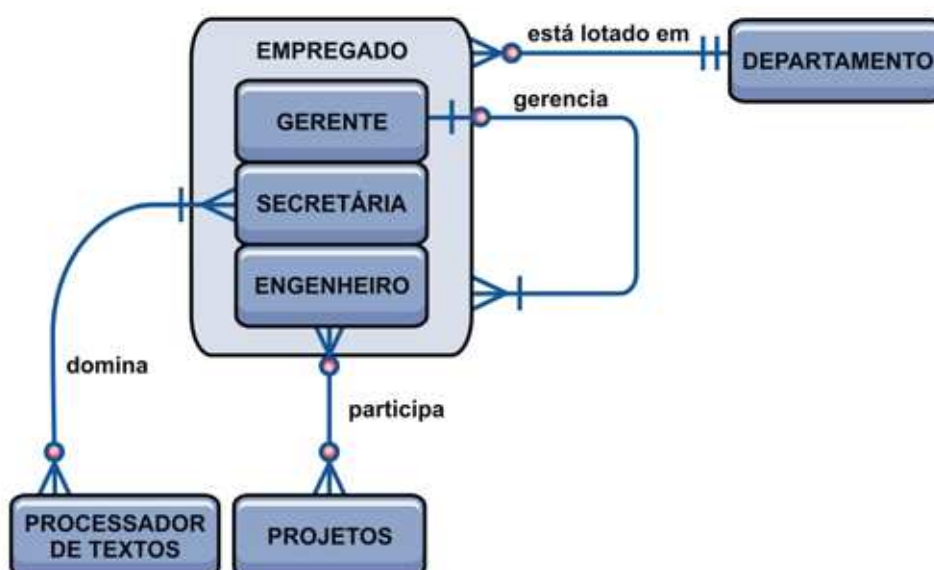


Figura 59 - Problema representado na Notação da Engenharia de Informações
 Fonte: Siebra (2010, p.69)

APÊNDICE F – Notação do Modelo Entidade-Relacionamento (MER)

Notação Merise

MERISE é uma metodologia de desenvolvimento de sistemas bastante utilizada na França e em outros países europeus. Algumas diferenças dessa notação para a de Peter

Chen são:

- » Representa relacionamentos como elipses ao invés de losangos;
- » Usa semântica participativa, ou seja, demonstra quantas ocorrências de uma entidade participa de um relacionamento. Ou seja, ela vai indicar quantas ocorrências da entidade. Por este motivo, as cardinalidades são expressas de lados opostos aos equivalentes na notação de Peter Chen (que usa semântica associativa).

A FIG. 60 mostra uma comparação entre a notação de *Merise* e *Chen*:

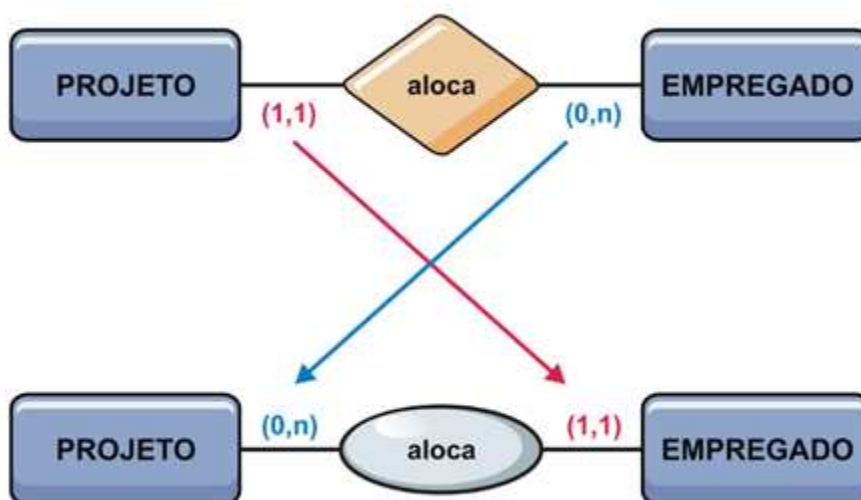


Figura 60 - Notação Peter Chen x Notação MERISE
Fonte Siebra (2010, p. 71)

Siebra (2010) exemplifica esta diferença por meio do seguinte problema: “um projeto aloca zero ou mais empregados e um empregado trabalha em um e apenas um projeto por vez” (SIEBRA, 2010, p. 71).

Na FIG. 59 este problema é representado por meio da notação de *Peter Chen*, e da notação de notação *MERISE*. Sendo que, na notação *MERISE*, as cardinalidades são invertidas comparando-se com a notação de *Chen*.

APÊNDICE F – Notação do Modelo Entidade-Relacionamento (MER)

Porque ela quer representar que uma ocorrência da entidade EMPREGADO participa no mínimo uma e no máximo uma vez do relacionamento ALOCA. E a entidade PROJETO participa zero ou mais vezes do relacionamento ALOCA. Veja que a forma de ler o problema muda. Agora pensa-se em participação da entidade no relacionamento e não na associação de uma entidade com outra.