

Comunicação Oral

INTERCONEXÕES ENTRE A TEORIA DA CLASSIFICAÇÃO FACETADA (TCF) DE RANGANATHAN E O MODELO ENTIDADE-RELACIONAMENTO (MER) DE PETER CHEN.

Regina Maria da Costa Smith Maia – UFMG
Lídia Alvarenga – UFMG

Resumo

Pesquisa de doutorado que identificou a significativa complementaridade entre a Teoria da Classificação Facetada (TCF) de *Ranganathan* e o Modelo Entidade Relacionamento (MER) de *Peter Chen*, na modelagem conceitual de um domínio de conhecimento. O estudo contribui para uma aproximação entre as áreas de Ciência da Informação, CI, e da Ciência da Computação, CC. A pesquisa teve uma abordagem qualitativa e aplicada, usando métodos canônicos da CI e CC. O universo de pesquisa foi composto por oito artigos científicos e um formulário de coleta de dados, relativos ao domínio do biomonitoramento de águas. A análise dos dados se deu a partir do processo analítico-sintético de conceitos específicos do domínio, realizando-se análises de conteúdo e assunto. As entidades representadas por esses conceitos foram estruturadas e modeladas pelos princípios e postulados da TCF e do MER. Os principais resultados mostram que a TCF dá suporte substancial à estrutura do MER, no processo de modelagem conceitual, identificando significativa complementação entre ambos. Além disso, se a TCF e o MER forem usados conjuntamente, a modelagem de um domínio terá um nível maior de excelência, trazendo ganho significativo em tal empreendimento.

Palavras-chave: Modelagem Conceitual. Teoria da Classificação Facetada. Modelo Entidade-Relacionamento.

Abstract

Doctoral research which has identified strong cooperation between Ranganathan's Theory Faceted Classification (TCF) and Peter Chen's Entity Relationship Model (MER) in conceptual modeling of a knowledge domain. The study contributes to a rapprochement between the areas of Information Science and Computer Science. The research method could be seen as a qualitative and applied approach, using canonical tools and documents. The research empirical universe was composed by documents of a specific domain composed by eight (8) articles and a data specific form. Data analysis was performed based on analytic-synthetic process of domain-specific concepts, conducting content and subject analysis. These concepts representing domain entities were structured and shaped by the principles and tenets of TCF and MER. The main results show that TCF ensure substantial support for MER. If the TCF and MER are used together, the process of domain modeling has been improved to a higher level of excellence, reaching significant gains

Keywords: Conceptual Modeling. Faceted Classification Theory. Entity-Relationship Model.

1 INTRODUÇÃO

Para disponibilizar os documentos ao ser humano, verificou-se a necessidade de classificá-los e organizá-los, de forma que se conseguisse uma rápida recuperação dos

mesmos, quando se fizesse necessário. Nesse contexto, surge a necessidade da modelagem conceitual, onde se busca ferramentas para os processos de classificação e relacionamento entre os documentos visando a uma maior eficiência na representação e recuperação do conhecimento.

A classificação do conhecimento humano de forma estruturada, modelada conceitualmente, percorreu um longo caminho. Desde a classificação dada aos tabletas de argila da Biblioteca de *Assurbanipal* (669 a 240 a.C.) até a Classificação Decimal Universal (CDU). Na década de 1930 foi proposta por Ranganathan a teoria da classificação facetada (TCF), 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).

A qualidade, o valor e o uso da informação são tópicos estudados pela Ciência da Informação (CI) e, também, na Ciência da Computação (CC). Outra importante interação entre ambas relaciona-se ao aspecto da representação, organização intelectual, busca e recuperação da informação em sistemas específicos. Os sistemas de recuperação da informação (SRI) são estudos realizados na base estrutural da CI e, ao mesmo tempo, também participam de um contexto de estudo da CC.

Segundo Almeida, Oliveira e Coelho (2010), a etapa em que são criados modelos em um sistema de informação (SI) é conhecida como modelagem conceitual. Na CC, vários modelos semânticos ou conceituais têm sido propostos para o projeto conceitual de sistemas, entre estes o Modelo Entidade-Relacionamento (MER). O MER foi apresentado por *Peter Chen* no artigo “*The Entity-Relationship Model: Toward a Unified View of Data*”, em março de 1976. Ele é considerado um marco na história da modelagem e de projeto de banco de dados e, como consequência, é importante no projeto de sistemas de informação. O MER baseia-se em conceitos simples e possui um fácil entendimento, fornecendo uma abordagem muito poderosa para modelagem de dados (LAENDER; FLYNN, 1993).

A presente pesquisa norteou-se na busca da contribuição entre a CI e a CC, por meio da verificação do potencial da classificação facetada (Teoria da Classificação Facetada (TCF) de *Ranganathan*) em dialogar com a modelagem de entidade-relacionamento (MER de *Peter Chen*), e demonstrar 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.

Um dos fatores que contribuiu para se justificar a pesquisa relaciona-se às conclusões apresentadas por Campos (2001). A autora verificou que na CC existe uma quase ausência de

conceituações, relativas aos princípios do contexto do conhecimento, da natureza dos conceitos, das relações entre conceitos e sistemas de conceitos, mas, ao mesmo tempo, há uma grande diversidade de representação gráfica. Tal fato não ocorre na CI, que é farta da conceituação dos princípios, mas carente das suas representações gráficas. Outra contribuição veio do trabalho de Kashyap (2001) onde o autor sugere as complementações entre os postulados da TCF com o MER. O autor constatou a existência de semelhança entre estes princípios teóricos e considerou essas duas vertentes como abordagens que se complementam e se suplementam, na utilização como meio para a concepção, desenvolvimento e busca em bases de dados das organizações.

Um dos aspectos importantes de se estudar, de forma conjunta, as duas teorias, reside, principalmente, no fato da TCF apresentar uma série de recomendações de como proceder durante o ato de classificar, norteados por seus princípios, leis e cânones. Tal norteamento auxilia na organização da informação contida em um domínio, facilitando o entendimento do mesmo. Esta organização faz-se necessária para se confeccionar o MER. Constata-se, também, que existe um forte caráter classificatório, inserido na confecção do MER, especialmente no aspecto Generalização / Especialização, todavia, nenhuma teoria de classificação é mencionada, de forma clara e sistemática, na elaboração do mesmo.

Na presente pesquisa, demonstra-se a interconexão entre a TCF, no aspecto da análise facetada, e o MER, para a modelagem conceitual de um domínio específico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 TEORIA DA CLASSIFICAÇÃO FACETADA

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), para a organização da Biblioteca da Universidade de Madras, na Índia (CAMPOS, 2001). A teoria de *Ranganathan* tem sido explorada, desde então, como possibilidades de modelização e de construção de sistemas de classificação bibliográficos (VICKERY, 1980). As bases teóricas estabelecidas por *Ranganathan*, na elaboração de seu sistema de classificação facetada, ultrapassaram o seu propósito inicial. A estrutura de tal empreendimento pode ser vista como um modelo de representação da realidade (GOMES; MOTTA; CAMPOS, 2006).

Considera-se que a contribuição de *Ranganathan* à classificação vem, principalmente, da sua idéia da divisão dos assuntos em categorias e facetas (BARBOSA,

1972). 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; 2007, p.12). Ranganathan (1967) propôs como sendo cinco as suas categorias fundamentais (categorias mais genéricas possíveis), aplicáveis à realidade conceitual e que foram designadas como Personalidade, Matéria, Energia, Espaço e Tempo (PMEST). O termo ‘faceta’ refere-se a uma manifestação, em uma realidade específica, de qualquer uma das cinco categorias fundamentais. Também é definida como um termo genérico usado para denominar um componente de um assunto composto, assunto básico ou uma idéia isolada.(RANGANATHAN, 1967; KASHYAP, 2001). Barbosa (1972) define o conceito de faceta ao resultado obtido na aplicação de um determinado princípio de divisão, diferença ou característica, ao assunto estudado. Gomes, Motta e Campos (2006) consideram ‘faceta’ como um termo genérico que denomina os componentes do domínio com suas cadeias e renques. No exemplo da Agricultura, as facetas poderiam ser o solo, cultivares, implementos agrícolas e outras.

O sistema de classificação facetada é estruturado em três planos de trabalho: o plano da idéia (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 a expressão desses componentes por um dispositivo de notação, ocorre no plano notacional. (RANGANATHAN, 1967; SPITERI, 1998).

Na realização de cada um desses planos existem princípios que devem ser observados. Verifica-se na Figura 1 o esquema dos canones do plano das idéias de *Ranganathan*. Evidencia-se que o *Canone da Sequencia Útil* (constante no *Canone para Renques*) possui outras subdivisões.

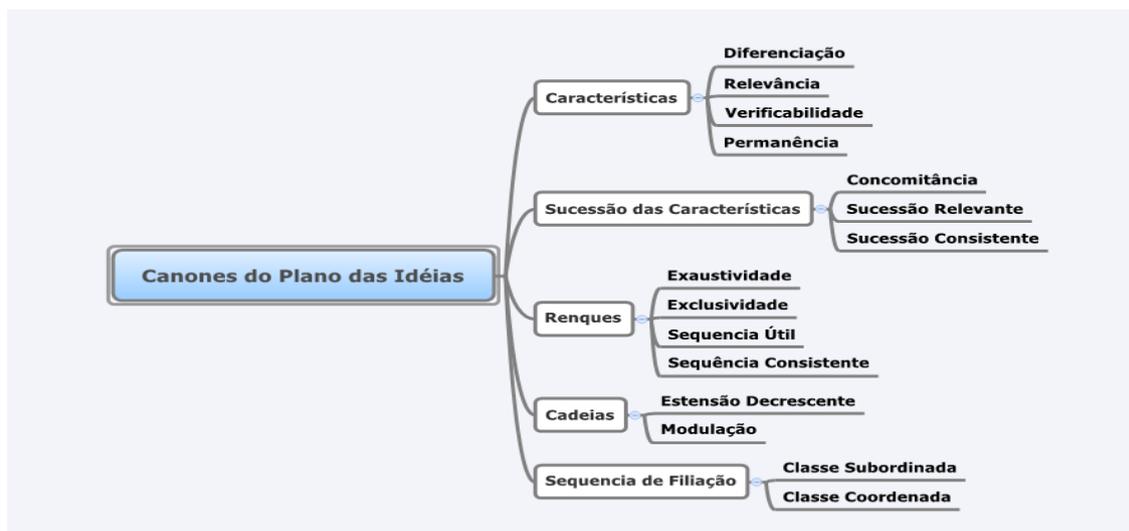


FIGURA 1 – Cânones do Plano da Ideias
 Fonte: Adaptado de Ranganathan (1967).

O enfoque deste trabalho se deu no Plano das Ideias. A análise do material empírico coletado e a classificação em facetas e subfacetas se deu por meio dos cânones, princípios e postulados da TCF. O resultado desta análise foi comparado e associado na construção do modelo ER, para o domínio estudado.

2.2 SISTEMA DE INFORMAÇÃO E MODELAGEM ENTIDADE-RELACIONAMENTO (MER)

Os SI 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 compartilhadas 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).

A elaboração e o desenvolvimento de um sistema, seja qual for a sua natureza, passa pelos ciclos básicos de planejamento, análise, projeto e implementação (DENNIS; WIXON, 2005; BARBIERE, 1994). Em geral, na fase de planejamento busca-se saber os motivos de se construir o sistema (o problema que ele irá resolver), a viabilidade (técnica, operacional e financeira) de construí-lo, a definição da equipe, entre outros aspectos. Na fase de Análise 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 inicial 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. 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).

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). 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, sendo o MER um dos representantes deste modelo.

O MER baseia-se na observação de que o mundo pode ser percebido como um conjunto de objetos, denominados entidades, e pelo conjunto dos relacionamentos entre essas entidades. As entidades são caracterizadas por um conjunto de atributos (CHEN, 1976; SHLAER; MELLOR, 1990; COUGO, 1997). No geral, a entidade é considerada como 'algo' de fácil identificação (pessoa, empresa, evento e outros). Pode acontecer que, para um grupo de pessoas, determinado objeto ou fenômeno seja definido como entidade e que outro grupo os defina como relacionamento. A sugestão para a solução deste impasse é a verificação do contexto estudado e, logo após, uma tomada de decisão entre os participantes do estudo (CHEN, 1976).

A identificação dos objetos e dos relacionamentos pode mostrar características tais como: regras de existência desses objetos, associações possíveis, associações proibidas, número de participantes nas associações, entre outros aspectos (COUGO, 1997).

A proposta original do MER, apresentado no artigo de Chen (1976) era constituída de entidade, atributos e relacionamento. 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:

De forma geral, no 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, CPF, rua, cidade) ligada à respectiva entidade com que se identifica e o *relacionamento* é representado por um losângulo, conforme visto na figura 2.

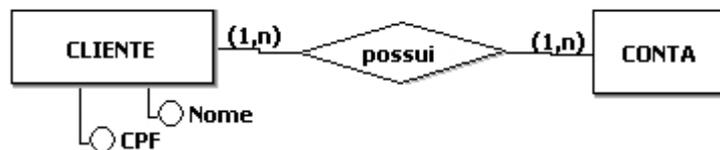


FIGURA 2 – Representação básica do Modelo entidade relacionamento

3 METODOLOGIA: MATERIAL E MÉTODO

Considera-se esta pesquisa 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. Além disso, a pesquisa possui uma abordagem qualitativa, visto que seus resultados não são traduzidos em números e sim na observação e descrição, pelo pesquisador, das correspondências significativas entre os mesmos. 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 (GIL, 1999).

Com objetivo de identificar as relações complementares e suplementares entre a TCF de *Ranganathan* e o modelo ER de *Peter Chen* foi elaborada uma sequência metodológica, onde ambas as teorias são aplicadas na modelização de um domínio/sistema, no caso, o Biomonitoramento das Águas da Bacia do Rio das Velhas, no Projeto Manuelzão /Nuvelhas da UFMG (MAIA, 2013).

Um assunto central do biomonitoramento relaciona-se com a coleta periódica de amostras de sedimentos, de macroinvertebrados bentônicos (bentos) e da água, em locais específicos, denominados de estação de amostragem ou ponto de coleta. Estas coletas acontecem em períodos climáticos (períodos de coleta) específicos do ano. A coleta das amostras é realizada por equipamentos adequados ao ambiente do local. 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 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 dos programas, leis de proteção ambiental e outros.

3.1 FASES DA METODOLOGIA PARA A CATEGORIZAÇÃO E MODELAGEM

São duas as grandes fases teórico-metodológicas desta pesquisa. As etapas apresentadas na primeira fase são decorrentes de uma compilação da abordagem de vários autores (PIEIDADE, 1983; BARBOSA, 1972) sobre a elaboração de uma análise facetada. A segunda fase, relacionado à confecção do modelo ER, teve como base os conceitos no exposto por Elsmari e Navathe (2011).

A primeira fase, relativa à TCF, contemplou as etapas: a) Definição e delimitação do assunto a classificar; b) Exame da literatura do assunto; c) Seleção e preparação dos termos encontrados; d) Exame e definição dos termos selecionados, por meio dos textos ou em outras fontes do tema; e) Análise dos termos e distribuição pelas categorias; f) Análise dos termos incluídos em cada categoria, reconhecimento das facetadas e agrupamento dos conceitos relacionados.

Na segunda fase da metodologia, para confecção do MER, foram contempladas as etapas de: a) Levantamento e análise dos requisitos; b) Descrição do ‘mini-mundo’ e dos requisitos de dados do sistema; havendo um retorno à literatura do domínio abordado; c) Identificação das entidades, atributos e relacionamentos, com apoio, também, dos resultados encontrados no PMEST e d) Confecção do diagrama MER

3.1.1 PRIMEIRA FASE – ANÁLISE FACETADA

Na primeira etapa definiu-se o campo a ser modelado. O campo definido, para a aplicação empírica deste trabalho, foi o domínio do Biomonitoramento das Águas da Bacia do Rio das Velhas, do Projeto Manuelzão.

Na segunda etapa, foram selecionadas fontes documentais que abordassem o assunto pesquisado. Definiu-se para este trabalho a utilização de textos científicos originados das pesquisas desenvolvidas no Projeto Manuelzão. A escolha e análise dos documentos basearam-se na análise de conteúdo e de assunto (BARDIN, 1997). Ao final da seleção, foram recuperados oito (08) documentos e uma planilha de coleta empírica de dados.

Na terceira etapa fez-se o levantamento e definição das entidades/ termos, do biomonitoramento, encontradas em cada uma das fontes documentais selecionadas. Na quarta etapa, foi feita a verificação e acertos dos termos selecionados, utilizando-se os textos originais como fontes de pesquisa, além de dicionários de termos ambientais e do dicionário da língua portuguesa. Na quinta etapa, trabalhou-se com a lista de termos resultante da etapa anterior. Estes termos foram refinados e classificados nas respectivas categorias do PMEST. Na etapa final desta fase foram estabelecidas as facetadas encontradas para cada uma das

categorias. As facetas correspondem às manifestações das diversas categorias em que as entidades se subdividiram.

Dentre os métodos de análise propostos por *Ranganathan*, os que mais se apresentaram como adequados no estudo foram o da *dissecação* e o da *desnudação*. Ranganathan (1967) considera que estas abordagens possuem características complementares. Na *dissecação* 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. Na *desnudação* consegue-se obter as cadeias de conceitos de uma faceta, devido a uma progressiva diminuição da extensão e o aumento da intenção, o que permite um aprofundamento nos conceitos básicos da mesma.

3.1.2 SEGUNDA FASE – CONFECÇÃO DO MER

Na segunda fase desta metodologia o objetivo é a confecção da modelagem ER de parte do domínio estudado nos documentos/ textos selecionados.

A primeira etapa é a de levantamento e análise dos requisitos e um de seus produtos consiste na geração de insumos para a modelagem conceitual dos dados do sistema. Na segunda etapa, descreve-se um ‘mini mundo’ que é, no geral, o resultado das investigações, entrevistas, análises, reuniões. Nesta etapa se obtém e 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). Na terceira etapa identificam-se os termos/ entidades que se possa considerar como entidades, atributos ou relacionamentos, com base nos requisitos de dados. Na quarta etapa, o domínio estudado é representado por meio do MER. A partir da terceira etapa, 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: a) A identificação inicial do [P/ M/ E/ S/ T], no MER será apresentada entre colchetes antes do nome da entidade, do atributo ou do relacionamento; b) os atributos das entidades e os atributos dos relacionamentos, caso tenham, serão mostrados em um quadro à parte, permitindo uma melhor visualização e c) as entidades que apresentaram correlação nos dois modelos foram identificadas pelo mesmo nome, sempre que possível, tanto no PMEST quanto no MER.

4 RESULTADOS - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE

Os resultados parciais desta pesquisa são apresentados em duas partes, de acordo com as duas fases da metodologia aplicada na pesquisa. A modelização desse domínio, usando o método da TCF de *Ranganathan* e o modelo ER de *Chen*, está disponível integralmente na tese de Maia (2013), da qual se origina a presente comunicação.

4.1 RESULTADOS DA PRIMEIRA FASE

Nos itens que se seguem será apresentada parte dos resultados finais da primeira fase da metodologia aplicada na pesquisa.

A categoria Tempo foi definida apenas pela faceta *Período de Coleta* subfacetada em *Data da Coleta*, *Periodicidade* (semestral, anual...) e *Condições Climáticas*. Observa-se a aplicação do *Cânone da Exclusividade*, pertencente ao *Cânone para Renques*, onde se estabelece que as classes de renques não possam ter entidades em comum.

Na categoria Espaço, identificaram-se as seguintes facetas: a) *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; b) *Regiões Políticas e Geográficas*, nesta faceta foi usado o *cânone para renques*, por meio do *cânone da sequencia útil*, definido no *princípio da contigüidade espacial*. Este princípio orienta sobre as facetas relacionadas às divisões administrativas da superfície da Terra. Ainda, em apoio a este cânone, utilizou-se 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. Outras facetas encontradas foram: c) *Bacia Hidrográfica*; d) *Ecorregiões* e a faceta f) *Estações*.

No caso do domínio do biomonitoramento, a categoria Energia envolve uma complexidade de ações naturais e artificiais atuantes no ecossistema estudado. Desde as ações da natureza, as ações antrópicas degradadoras, as ações reparadoras e até a própria realização do estudo do biomonitoramento, que ocorre por meio de diferentes ações dos pesquisadores, todos estes processos são facetados nesta categoria. Foram definidas as facetas a) *Processos Naturais*; b) *Atividades Antrópicas*; c) *Impactos Ambientais* e d) *Processo de Recuperação*. Nestas facetas, e em especial nas duas últimas, aplicou-se o *Cânone para Renques*, sob a forma do *Cânone da Seqüência Consistente*. Este cânone sugere que quando classes semelhantes ocorrerem em diferentes renques, sua seqüência deve ser paralela em todos os renques dessas classes. Outras facetas identificadas foram: e) *Processos administrativos e técnicos*; f) *Processos Metodológicos do Biomonitoramento* que apresenta os processos relacionado aos aspectos de obtenção de dados para se efetivar o biomonitoramento. Ainda nesta faceta,

identificou-se a subfaceta *Etapas* designando as várias etapas da realização do biomonitoramento. Estas ações foram as mais utilizadas na confecção do MER, na segunda fase da metodologia. A subfaceta *Etapa* foi apresentada na ordem sequencial dos procedimentos, utilizando-se, por este motivo, o *Cânone da Sequencia Útil*, em seu princípio *Posterior no Tempo*. Este cânone sugere uma apresentação ordenada na sequencia temporal progressiva, quando os assuntos se originam em tempos diferentes.

Na categoria Matéria são apresentadas as facetas que abrangem as características (atributos) e constituintes das diversas entidades. Desta forma, buscou-se nomear suas facetas, de maneira que se permitisse fazer uma associação com as facetas das outras categorias. Definiram-se as seguintes facetas: a) *Comunidades de Organismos Aquáticos* constituída pelas subfacetas *Dados de Bentos*, *Ictiofauna* e *Estágios de Vida*. Nesta última 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; b) *Medidas Físicas e Químicas*; c) *Qualidade Ambiental dos Trechos (Ponto de Coleta)*; d) *Características do Sedimento*; e) *Critério de Qualidade de Água*, que apresenta os padrões, estabelecidos pela Resolução 357 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA; f) *Características Metodológicas*; g) *Características Geo políticas*, e a faceta h) *Índices*, apresentando os tipos de indicadores de condições ambientais.

Finalmente, na categoria Personalidade abordaram-se as facetas relacionadas a *quem* ou sobre *o que* se atua. Com relação ao domínio estudado foram definidas as seguintes facetas: a) *Amostras*, um dos aspectos do biomonitoramento consiste da 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; b) *Água*, nesta faceta específica para águas apresentam-se 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; c) *Comunidades de Organismos Aquáticos*, que por meio da subfaceta *Denominação Científica*, apresentou a hierarquia de denominação científica e canônica dos macroinvertebrados bentônicos e de peixes (ictiofauna) possíveis na Bacia do Rio das Velhas; d) *Sedimentos*; e) *Equipamentos e Ferramentas*, onde se indicam os diversos tipos de ferramentas que dão suporte ao trabalho do pesquisador; f) *Flora*; g) *Agente Poluidor*; h) *Pessoas*; i) *Políticas Programas e Documentos*; j) *Instituições* e a faceta k) *Disciplina*, apresentando as várias vertentes educacionais deste domínio.

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. Outro cânone de uso geral foi o *Cânones para a Sucessão das Características*, considerados como cânones de senso comum e que não serão violados em um sistema de classificação. Sua aplicação foi realizada, principalmente, na forma do cânone da *Concomitância* onde se buscou características de classificação que não produzissem renques com resultados semelhantes.

4.2 RESULTADOS DA SEGUNDA FASE

Após o término da primeira fase, apresentam-se os resultados parciais da pesquisa, encontrados na segunda fase da metodologia. Pretendeu-se abordar esta modelagem de uma forma genérica, sem se deter aos complexos detalhes técnicos do biomonitoramento e das análises nele contidas. Uma possível modelagem M1, para a situação inicial descrita, apresenta-se na fig.3.

Na modelagem M1 apresentada aborda-se a entidade *Amostra*, fig.3, 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. 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 surge de 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. Nesta 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.

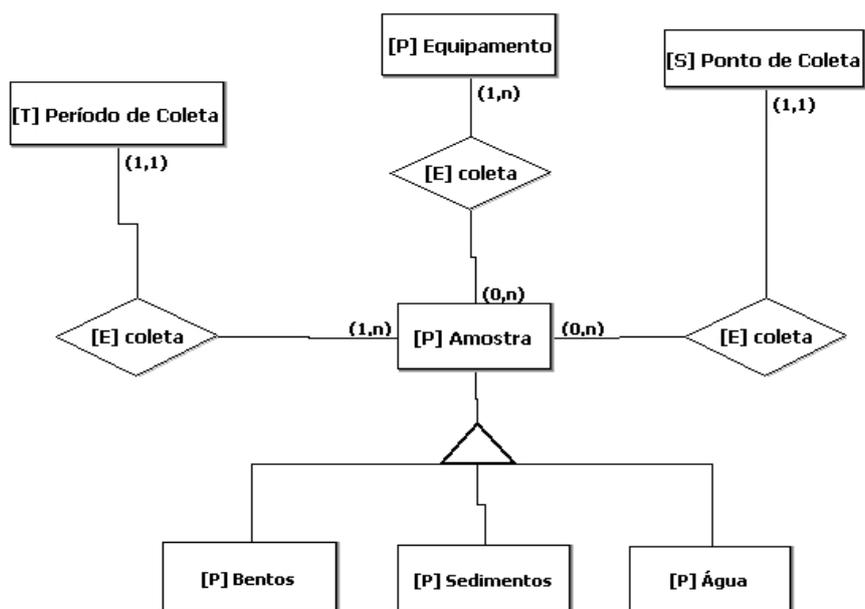


Figura 3 – Modelagem inicial M1
 Fonte: Resultados dos dados da pesquisa

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 na modelagem, fig.3, 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. 3, fez-se as associações dos componentes do MER com os termos categorizados e classificados segundo o PMEST, já identificados na primeira fase. Verifica-se que 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 Projeto Manuelzão 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 1, retirado e adaptado da categoria Espaço.

QUADRO 1

Entidade *Ponto de Coleta* (Estação de Amostragem), localizada na categoria Espaço

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: Excerto dos resultados dos dados da pesquisa

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*, apresentado no QUADRO 2.

QUADRO 2

Entidade *Período de Coleta*, localizada na categoria Tempo

PERÍODO DE COLETA
<u>Data da Coleta</u> , 1: 4 Fevereiro de 2005
<u>Condições climáticas do dia</u> Chuva / Seca
<u>Periodicidade</u> Bimestral / Trimestral / Anual

Fonte: Excerto dos resultados dos dados da pesquisa

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 3, retirado e adaptado da categoria Personalidade.

QUADRO 3

Entidade *Amostra*, localizado na categoria Personalidade.

AMOSTRAS
<u>Por tipo de material estudado</u>
sedimento
água
macroinvertebrados bentônicos (bentos)

Fonte: Excerto dos resultados dos dados da pesquisa

Observa-se na modelagem M1, fig.3, 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 (*sedimento*, *água* e *bentos*), apresentado no QUADRO 3.

QUADRO 4
Entidade *Equipamentos*, localizada na categoria Personalidade

<p>EQUIPAMENTOS- FERRAMENTAS <u>por função</u> Aparelhos de infra-estrutura <i>coleta</i> <i>análise</i> <i>estrutural</i> Ferramentas de computação <u>por denominação</u></p>

Fonte: Excerto dos resultados dos dados da pesquisa

Assim como a entidade *Amostra* foi mostrada no MER no formato generalização/especialização, a entidade *Equipamento* poderia, também, ter sido representada desta forma, no modelo M1. A entidade *Equipamento* é a entidade que representa os equipamentos utilizados durante o processo do biomonitoramento. Os equipamentos podem ser classificados conforme suas funções, sendo estas as respectivas subfacetas, apresentada no PMEST, conforme pode ser visto no QUADRO 4.

Os atributos relacionados às entidades do MER, apresentadas no modelo M1, assim como suas respectivas associações com o PMEST, podem ser vistos no QUADRO 5. Neste, a identificação da categoria PMEST foi colocada entre ‘colchetes’. Identifica-se o nome das entidades do MER na linha correspondente à ‘Entidades’.

QUADRO 5
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

Na coluna correspondente a essas entidades estão posicionados alguns de seus atributos.

Ainda no QUADRO 5, os atributos que foram escritos em negrito são os atributos de identificação da entidade à qual correspondem, no domínio estudado. 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 5, foi localizada na categoria Espaço, conforme visto no QUADRO 6:

QUADRO 6
Entidade *Ponto de Coleta*, localizada na categoria Espaço

ESTAÇÕES <u>Tipo</u> Estação de amostragem (Ponto de Coleta) <i>(Por identificação)</i> MZ 01 a MZ 37
--

Fonte: Excerto dos resultados dos dados da pesquisa

Continuando no QUADRO 5, é possível fazer outras verificações e elucidções. 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 5. O *Identificador do ponto* é a designação dada a cada ponto definido para se efetivar as coletas de amostras. Observa-se no QUADRO 6, o ‘princípio de divisão’, denominado de ‘*por identificação*’, dando significado às denominações MZ01 até MZ37 (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 7:

QUADRO 7
Atributo de *Ponto de Coleta*, localizado na categoria Matéria

CARACTERÍSTICAS GEO- POLÍTICAS <u>Técnico</u> Georeferenciados / mapeadas / monitoradas / plotada <u>Coordenada Geográfica</u> Altitudes / latitudes / longitudes <u>Ponto Cardeal</u> Norte / Sul / Leste / Oeste <u>Tipo de Administração</u> Federais / Estadual / Municipal / Particular

Fonte: Excerto dos 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 conforme apresentado no QUADRO 8.

QUADRO 8

Atributo de *Período de Coleta*, localizada na categoria Tempo

PERÍODO DE COLETA
<u>Data da Coleta</u> , 1: 4
Fevereiro de 2005
<u>Condições climáticas do dia</u>
Chuva / Seca
<u>Periodicidade</u>
Bimestral / Trimestral / Anual

Fonte: Excerto dos resultados dos dados da pesquisa

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, mostradas nos QUADRO 6 e QUADRO 8. O atributo *tipo de amostra* informa o tipo de material da amostra (água, sedimentos ou de bentos). Este atributo é encontrado na categoria Personalidade/ faceta *Amostra* / subfaceta *por tipo de material estudado*, conforme já apresentado no QUADRO 3. Outro atributo da entidade é o *Identificador de equipamento de coleta*, que também é originado de outra entidade, a entidade *Equipamento*, e identifica o equipamento utilizado na coleta, e pode ser localizado no QUADRO 4.

Em relação aos outros atributos da entidade *Equipamento*, o *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 4. 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*.

Apresenta-se, em sequência, a 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 9, onde se apresenta o relacionamento identificado na modelagem M1 e sua associação a uma das categorias do PMEST.

O relacionamento *São coletadas* e *Coleta*, são semelhantes, se diferenciando 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 10:

QUADRO 9

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

QUADRO 10

Relacionamento *Coleta*, na categoria Energia.

PROCESSOS METODOLÓGICOS DO BIOMONITORAMENTO
<u>Etapas</u>
Coleta
Triagem
Classificar
.
.

Fonte: Excerto dos resultados dos dados da pesquisa

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considera-se que é no plano das idéias da TCF que se efetua a análise e, como consequência, a organização dos componentes de um determinado campo de assunto. Constatou-se, neste trabalho, que o resultado da análise facetada conseguiu dar suporte estrutural aos elementos constituintes do MER, no processo de modelização relacionado ao mesmo domínio. Por outro lado, no MER, consegue-se identificar e representar, também, a síntese, ou seja, as relações entre os conceitos estruturados pelo PMEST. Este fato, na classificação facetada, só ocorre 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, ao final das duas fases da metodologia.

Uma questão, esperada e mostrada, está na capacidade de se poder representar de forma gráfica, por meio do MER, os aspectos da categorização pelo PMEST. A estrutura das Entidades e Relacionamentos do modelo M1, apresentado na segunda fase da metodologia, já constava, na maioria das vezes, no modelo do domínio representado pela categorização efetuada na primeira fase.

Também se constatou que a metodologia apresentada, com objetivo de se poder realizar, tanto a categorização pela TCF 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, devido às próprias

características do MER. Muitas vezes estas questões permitem a visualização de uma nova perspectiva de se facetar, ou seja, estruturar o domínio de forma diferente da elaborada inicialmente, na fase de categorização.

Verificou-se na revisão de literatura uma carência de estudos, usando-se a interação entre os processos analisados, fato que reforça a importância e a potencialidade de estudos futuros nessa linha, fortalecendo o relacionamento entre a Ciência da Informação e da Computação.

REFERÊNCIAS

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.

ARAÚJO, Vânia M.R.H. **Sistemas de recuperação da informação: nova abordagem teórico conceitual**. Tese apresentada ao curso de doutorado em Comunicação e Cultura da Escola de Comunicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1994.

BARBIERI, Carlos. **Modelagem de dados**. Rio de Janeiro: Infobook, 1994.

BARBOSA, Alice Príncipe. Classificações facetadas. **Ciência da Informação**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 73-81. 1972.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1997. 226p.

CAMPOS, M. de A. **A organização de unidades do conhecimento em hiperdocumentos: o modelo conceitual como um espaço comunicacional para a realização da autoria**. 2001. 320f. Tese (doutorado em Ciência da Informação, do Convênio CNPq/IBICT - UFRJ/ECO) Rio de Janeiro: IBICT.

CAMPOS, M. L. A.; GOMES, H. E. Taxonomia e Classificação: a categorização como princípio. VIII ENANCIB – **Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação 28 a 31 de outubro de 2007** · Salvador · Bahia · Brasil
Disponível em: <http://www.enancib.ppgci.ufba.br/artigos/GT2--101.pdf>
Acesso: 15/01/2010

CHEN, Peter. The Entity-Relationship Model-Toward a Unified View of Data. **ACM Transactions on Database Systems**. New York, v. 1, n. 1, March, 1976. p.9-36

COUGO, Paulo. **Modelagem conceitual e projeto de banco de dados**. Rio de Janeiro: Campos, 1997.

DENNIS, Alan; WIXON, Barbara. **Análise e projeto de sistemas**. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

ELMASRI, Ramez; NAVATHE, Shamkant B. **Sistemas de banco de dados**. 6 ed. São Paulo: Pearson Addison Wesley, xviii, 2011

FURNIVAL, Ariadne Chloe. A participação de usuários no desenvolvimento de sistemas de informação. **Ciência da Informação**, Brasília, v. 25, 1996, p.197-205.

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

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.

LAENDER, A. H. F.; FLYNN, D. J., A semantic comparison of modelling 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

MAIA, R. M. C. S. **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. 2013. 298 f. Tese (doutorado em Ciência da Informação). Escola de Ciência da Informação da UFMG. Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais.

PFLEEGER, L. **Engenharia de Software**: teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall; 2004.

PIEIDADE, Maria Antonieta Requião. **Introdução à teoria da classificação**. 2. ed. rev. aum.. Rio de Janeiro: Interciência, 1983. 185 p.

RANGANATHAN, S. R. **Prolegomena to library classification**. 3. ed. Bombay: Ásia Publishing House, 1967

SHLAER, Sally; MELLOR, Stephen J. **Análise de sistemas Orientada para objetos**. São Paulo: McGraw-Hill, 1990.

SOMMERVILLE, Ian. **Engenharia de software**. 5. ed. São Paulo: Pearson Addison-Wesley, 2003. 592 p.

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

VICKERY, B. C. **Classificação e indexação nas ciências**. Rio de Janeiro: BNG/Brasilart, 1980. 274 p.

WAND, Yair; WEBER, Ron. Research Commentary: Information Systems and Conceptual Modeling—A Research Agenda. **Information Systems Research**. v. 13, p. 363-376, 2005