

Teoria da Classificação Facetada e Contribuições para o Modelo Entidade Relacionamento

The Faceted Classification Theory and Contributions for the Entity Relationship Model

Regina M.C.S Maia

Universidade Federal do Sul da Bahia, UFSB – Brasil
regiabh@hotmail.com

Lídia Alvarenga

Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG – Brasil
lidiaalvarenga@eci.ufmg.br

Resumo

A pesquisa teve por objetivo verificar o potencial de diálogo entre a Teoria da Classificação Facetada, TCF, de Ranganathan, autor do domínio da Ciência da Informação, CI, e a Modelagem Entidade - Relacionamento, MER, de Peter Chen, da Ciência da Computação, CC. Parte-se do pressuposto de que os dois modelos estudados se destinam à representação de realidades. Usando métodos canônicos da CI e CC, a pesquisa teve abordagem qualitativa e aplicada. O universo empírico foi composto por temas extraídos de oito artigos científicos e a coleta de dados sobre o domínio foi feita em formulário específico. O domínio estudado foi o processo de biomonitoramento de águas da bacia do rio brasileiro denominado Rio das Velhas, que se estende por parte do Estado de Minas Gerais. O artigo comprova intercomplementaridade e suplementação entre o sistema categorial de Ranganathan e o Modelo Entidade-Relacionamento de Chen, visando-se à modelagem conceitual de uma realidade.

Abstract

This research aimed at assessing the potential for dialogue between the Faceted Classification Theory (FCT) proposed by Ranganathan from information science (IS) domain, and The Entity-Relationship Model (ERM) by Peter Chen, usual method in computer science (CS). It is assumed that both models studied are intended for realities representation. Using canonical methods of IS and CS, the research was qualitative approach and applied. The universe of study was composed of eight scientific articles and reality, raised in specific form. The research was conducted in the field of biomonitoring water process practiced for revitalisation of an important Brazilian river basin, the Velhas River, which runs by part of Brazil Minas Gerais State. The research results proved close relationships between the Ranganathan categorial system and the Chen Model Entity-Relationship, when modeling specific realities.

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

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

1. INTRODUÇÃO

Este artigo deriva de pesquisa (Maia, 2013) que buscou promover o diálogo entre a ciência da informação (CI) e a ciência da computação (CC), por meio da verificação do potencial da classificação facetada (Teoria da Classificação Facetada, TCF, de *Ranganathan*) de contribuir com a modelagem de Entidade-Relacionamento, MER, de *Peter Chen*. O artigo demonstra existir intercomplementaridade ambas as abordagens, visando-se à modelagem conceitual de um domínio ou sistema¹.

A CI e a CC possuem vários pontos de interseção em suas áreas de estudo. Podem-se destacar estudos relacionados à qualidade, ao valor e ao uso da informação. Também aspectos da representação, organização intelectual, busca e recuperação da informação em sistemas específicos são tópicos estudados por ambas as ciências. Outro tema de encontro são os sistemas de recuperação da informação (SRI) que possuem estudos realizados na base estrutural da CI e, ao mesmo tempo, participam de um contexto de estudo da CC, principalmente no projeto de sistemas de informação (SI).

Modelar conceitualmente uma realidade é uma das etapas da construção de um SI (Almeida, Oliveira e Coelho, 2010). 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 aspectos que se deseja estudar 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

¹Os 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 neste artigo, 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; Bertalanffy, 2008)

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 busca-se a identificação, descrição e entendimento de um domínio, processo que permitirá estruturar os conceitos e as relações, nele inseridas (Medeiros, 2011).

Na CC, vários modelos semânticos ou conceituais têm sido propostos para o projeto conceitual de sistemas, entre estes o MER. Este modelo 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).

Estudos abordando os postulados da TCF e o MER foram primeiramente desenvolvidos no trabalho de Kashyap (2001), onde o pesquisador indiano constatou a existência de semelhança entre estes princípios teóricos, considerando-os ou essas duas abordagens que se complementam e se suplementam, como meio para a concepção, desenvolvimento e busca em bases de dados das organizações. Por outro lado, Campos (2001) 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 representações gráficas.

Outro aspecto que fortalece o estudo conjunto das 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 norteamto auxilia na organização da informação contida em um domínio, facilitando o entendimento do mesmo. Esta organização faz-se necessária ao 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.

No presente artigo demonstra-se a interconexão entre a TCF e o MER, para a modelagem conceitual de um domínio específico.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Teoria da Classificação Facetada

Pode-se chamar de classificação à identificação e reunião dos semelhantes, separando-os do que se define como diferente (Aranalde, 2009). Piedade (1983, p. 16) define classificar como o ato de '[...] dividir em grupos ou classes, segundo as diferenças e semelhanças'. Araújo (2006) 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, facilitam 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 determinada. Em conformidade com este 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 humanas, da maneira como os conhecemos, estabelece-se por meio da classificação.

Um sistema de classificação pode ser definido como “um conjunto de classes apresentado em ordem sistemática” (Piedade, 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.

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.

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. Na década de 1930 surgiu a Teoria da Classificação Facetada, 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).

Um dos conceitos apresentados 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 intenção 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. 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). 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 dessa categoria são: século, década, ano dia e outros; outro tipo de tempo pode ser relacionado a dia, noite, inverno, verão, assim como qualidades meteorológicas como seco, úmido e assim por diante. A categoria Espaço, assim como a de 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 como inanimada, animada, conceitual, intelectual e 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 propriedades ou nas características da entidade. Conceitos como medidas, tratamento, avaliação, diagnóstico, cálculo, avaliação crítica, controle, Influência de Impacto, e assim por diante, pertencem a esta categoria. A categoria Matéria possui uma dificuldade maior de ser identificada do que as categorias energia, espaço ou tempo. Ela pode ser manifesta nas formas de materiais ou de propriedade; compreende o material de que são feitas as coisas e suas respectivas

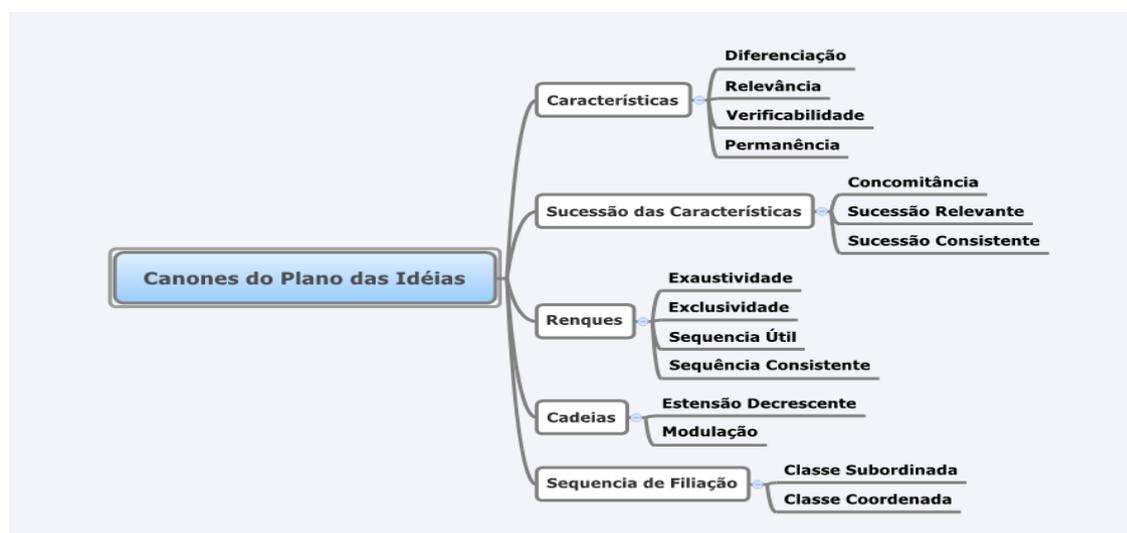
propriedades. Kashyap (2001) a define como conceitos que representam a matéria intrínseca, material, propriedades, atributos de entidade ou objetos, isto é, qualidades, quantidades, funções, crescimento, mudança de comportamento, de estado. Alguns exemplos que *Kashyap* apresenta para esta categoria são morfologia, defeito, doença, inflamação, cor, peso, estrutura e outros. A categoria Personalidade possui o conceito mais difícil de definir; por sugestão do próprio Ranganathan, 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, descrevem-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*.

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, culturas, implementos agrícolas e outras. Denomina-se de renques (*array*) quando o universo de entidades é cortado em partes que possuam o mesmo *status*. fazendo com que estas partes se situem em uma posição de coordenação, por exemplo 'Brasil, Peru, Argentina...'. Quanto a cadeias (*chain*) esta é gerada a partir da progressiva diminuição da extensão e o aumento da intenção (ou aprofundamento) de um assunto, por exemplo 'Ásia, China, Pequim...'

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 cânones do plano das idéias de *Ranganathan*.

Figura 1 – Cânones do Plano da Ideias



Fonte: Adaptado de Ranganathan (1967) por Maia (2013).

Conforme visto na FIG. 1, os **CÂNONES PARA CARACTERÍSTICAS** são identificados como cânones da **Diferenciação**, da **Relevância**, da **Verificabilidade** e da **Permanência** e são aplicados para qualquer universo de entidades onde : a) o **Cânone da Diferenciação** - as características usadas como base para a classificação de um universo deve diferenciar algumas das entidades, dando 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; b) o **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; c) o **Cânone da Verificabilidade** - a característica usada para classificar um universo deve ser definitiva e verificável. Nem todas as características relevantes de um universo de entidades podem ser verificáveis. Por exemplo: no universo dos poetas o 'ano de nascimento' é verificável; d) o **Cânone da Permanência** - a característica usada para classificar um universo deve continuar a ser inalterada, enquanto os fins da classificação continuarem 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 cânone 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** são cânones 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**, onde: a) o **Cânone da Concomitância** - 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 ser 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; b) no **Cânone da Sucessão Relevante** - a escolha da sucessão das características deve ser relevante para a proposta da classificação. Para Spiteri (1998) este cânone 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; c) o **Cânone da Sucessão Consistente** - considera que, ao ser estabelecida uma citação de facetas por um sistema de classificação, não deve ser modificada a menos que haja uma mudança na finalidade, assunto ou escopo do sistema. Este cânone é importante porque assegura um grau de consistência e previsibilidade na estrutura de um sistema de classificação. (Spiteri, 1998).

Os **CÂNONES PARA OS RENQUES** em um esquema de classificação; cada renque de classes deve satisfazer aos cânones da **Exaustividade**, **Exclusividade**, **Sequência Útil**, **Sequência**

Consistente. Neste caso: a) 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; b) 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; c) o **Cânone da Sequência Útil** - indica que a sequência 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; d) o **Cânone da Sequência Consistente** - indica que sempre que classes semelhantes ocorrerem em diferentes renques, sua sequência deve ser paralela em todos os renques dessas classes, desde que a insistência em tal paralelismo não contrarie outra exigência mais importante.

Ainda conforme a FIG. 1 nos **CÂNONES PARA CADEIAS** cada classe de cadeias deve satisfazer os 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 intenção aumenta. Como exemplo o campo Filosofia tem uma grande extensão; Ética, que é uma divisão da Filosofia e possui uma menor extensão que Filosofia, mas uma maior intenção 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 **Cânone 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. Ranganathan (1967) não apresentou, no *Prolegomena*, nenhum exemplo para se obter maior esclarecimento sobre este cânone. Evidenciou anteriormente que o **Cânone da Sequência Útil** (constante no **Cânone para Renques**) possui outras subdivisões, apresentadas na Figura 2.

Figura 2 – **Diagrama dos princípios do Cânone da Sequência Útil**



Fonte: Adaptado de Ranganathan (1967) por Maia (2013).

Conforme diagrama apresentado na FIG. 2, o **Cânone da Sequência Útil** traz os princípios: **Posterior no Tempo, Posterior na Evolução, Contiguidade Espacial Medida Quantitativa, Complexidade Crescente, Sequência Canônica, Princípio da Garantia Literária e Ordem Alfabética**. Ranganathan (1967) enfatiza que esses princípios devem ser considerados segundo a perspectiva em que são apresentados, a menos que outro aspecto mais adequado ao contexto prevaleça: a) o **Posterior no Tempo** - é uma ordenação apresentada quando os

assuntos se originam em tempos diferentes, deve-se apresentá-los na sequência temporal progressiva, a não ser que outra questão seja mais adequada para o contexto. Ranganathan (1967) exemplifica com as religiões apresentadas em sequência de seu surgimento. Ex: Religião: Veda/ pós Veda/ Jainismo / Budismo / Judaísmo / Cristianismo / Islamismo; b) **Posterior na Evolução** - se dá quando os assuntos são apresentados em diferentes estágios de evolução, eles devem ser apresentados na sequência evolucionária. Ex.: Na medicina temos embrião / criança/ adolescente e velho; c) **Contiguidade Espacial** - está relacionada à disposição do objeto no espaço, ao longo de uma linha unidirecional, radial ou circular; d) **Princípio da Medida Quantitativa** - apresentado para os renques que admitem distinções por quantidade, pode ser avaliado segundo os princípios da ‘Quantidade Crescente’ e da ‘Quantidade Decrescente’; e) **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’; f) **Sequência 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, por exemplo o das ‘pedras preciosas’ na Mineralogia: Diamante, Rubi, Opala, Topázio, Espinélio, Pérola; g) **Princípio da Garantia Literária** - define a ordenação de um assunto em função da quantidade decrescente de documentos publicados ou a serem publicados sobre os mesmos ; h) por fim, **Sequência Alfabética** - 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.

O enfoque deste trabalho se deu no Plano das Idéias. A análise do material empírico coletado e a classificação em facetas e subfacetatas 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 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).

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; Barbieri, 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 interpretar 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

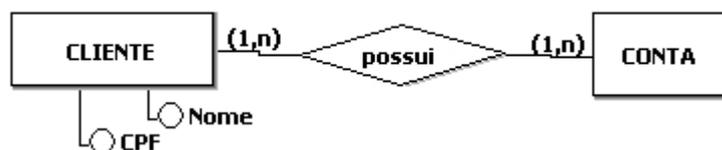
contexto estudado e, logo após, uma tomada de decisão entre os participantes do estudo (Chen, 1976).

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 3.

Figura 3 – 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).

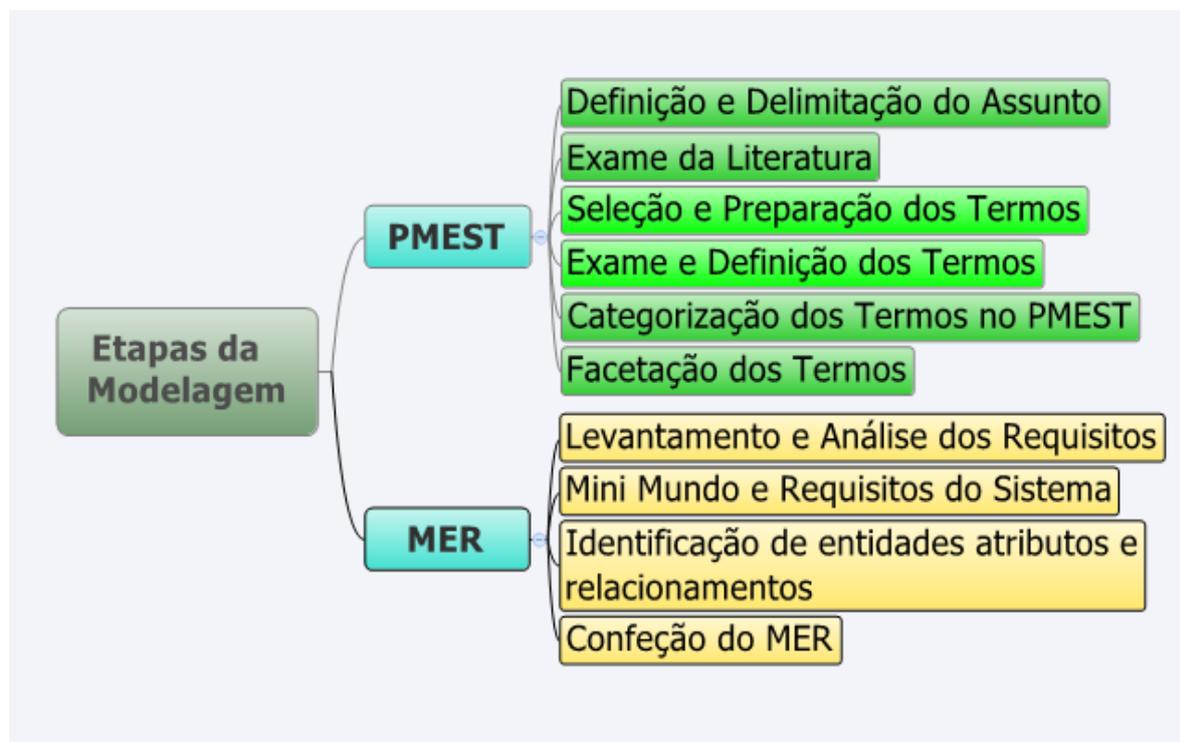
Com objetivo de identificar as relações complementares e suplementares entre a TCF de *Ranganathan* e o modelo ER de *Peter Chen* foram elaboradas uma sequência metodológica, onde ambas as teorias são aplicadas na modelização de um domínio/sistema, no caso, o Biomonitoramento das Águas da Bacia do Rio das Velhas (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 biomonitaramento, 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, apresentadas na Figura 4. As etapas apresentadas na primeira fase são decorrentes de uma compilação da abordagem de vários autores (Piedade, 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).

Figura 4 – Representação das etapas da metodologia da modelagem conceitual de um domínio



Fonte: confeccionado pelas autoras

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 facetas 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) Confeção do diagrama MER.

3.1.1 Primeira fase – Análise facetada

Na primeira etapa definiu-se o campo a ser modelado, já referido o domínio do Biomonitoramento das Águas da Bacia do Rio das Velhas.

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, projeto voltado à revitalização do Rio das Velhas. 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 facetas 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 e 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 possam 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 do autor, da qual se origina o presente artigo.

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.

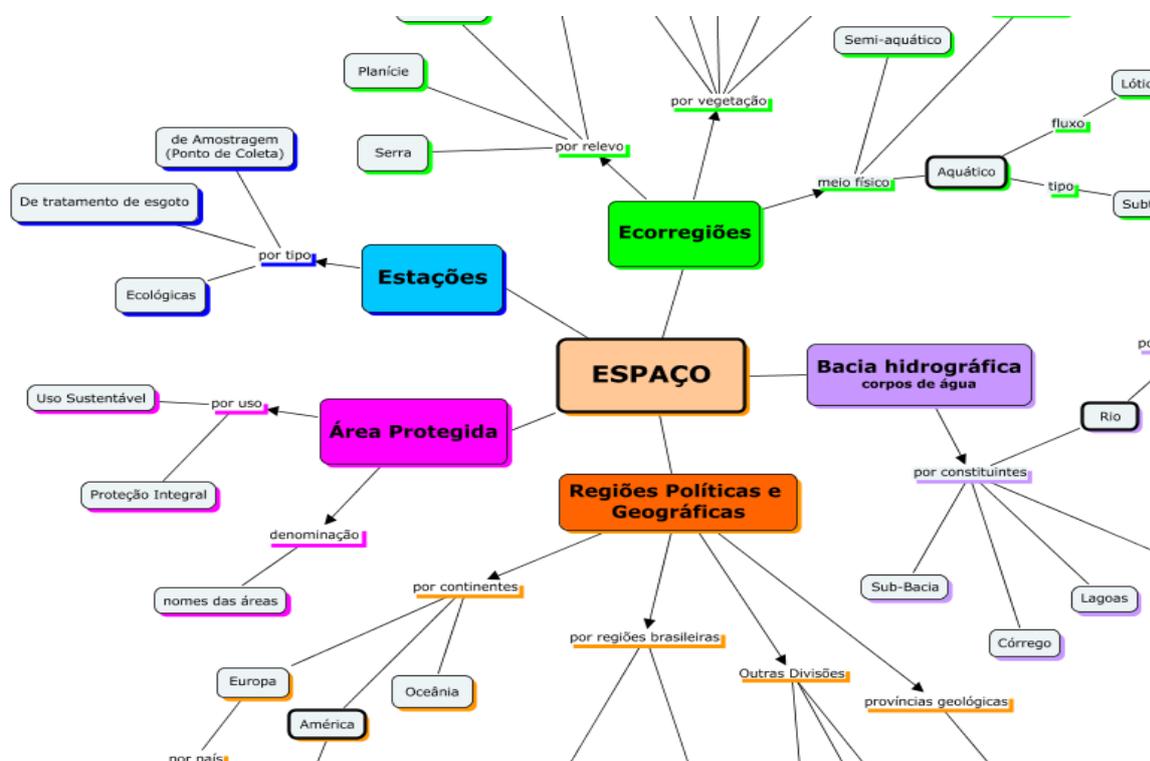
Figura 5 – Excerto das faceta e subfacetas da Categoria Tempo no Biomonitoramento de Águas



Fonte: Resultados dos dados da pesquisa (Maia, 2013).

A categoria Tempo, apresentado na Figura 5, 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.

Figura 6 – Excerto da faceta e subfacetas da Categoria Espaço no Biomonitoramento de Águas

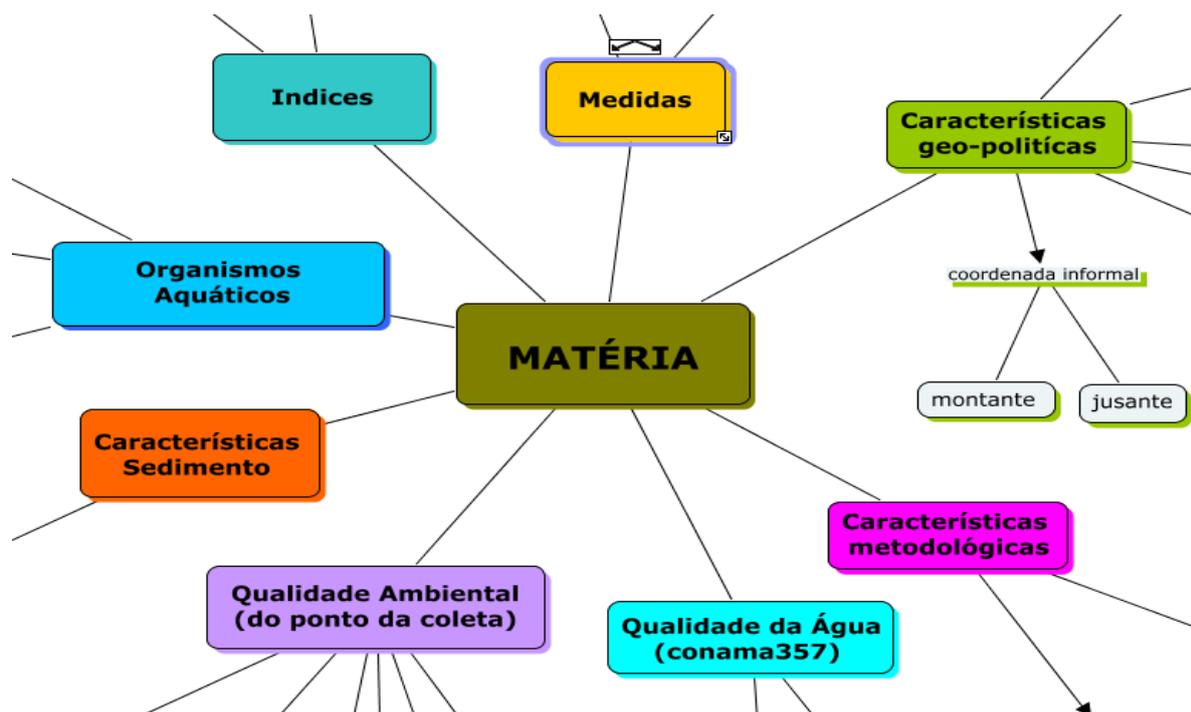


Fonte: Resultados dos dados da pesquisa (Maia, 2013).

Na categoria Espaço, apresentado na Figura 6, 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 Geográfica*;, 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*.

ordem sequencial dos procedimentos, utilizando-se, por este motivo, o *Cânone da Sequência Útil*, em seu princípio *Posterior no Tempo*. Este cânone sugere uma apresentação ordenada na sequência temporal progressiva, quando os assuntos se originam em tempos diferentes.

Figura 8 – Excerto da faceta e subfacetas da Categoria Matéria no Biomonitoramento de Águas

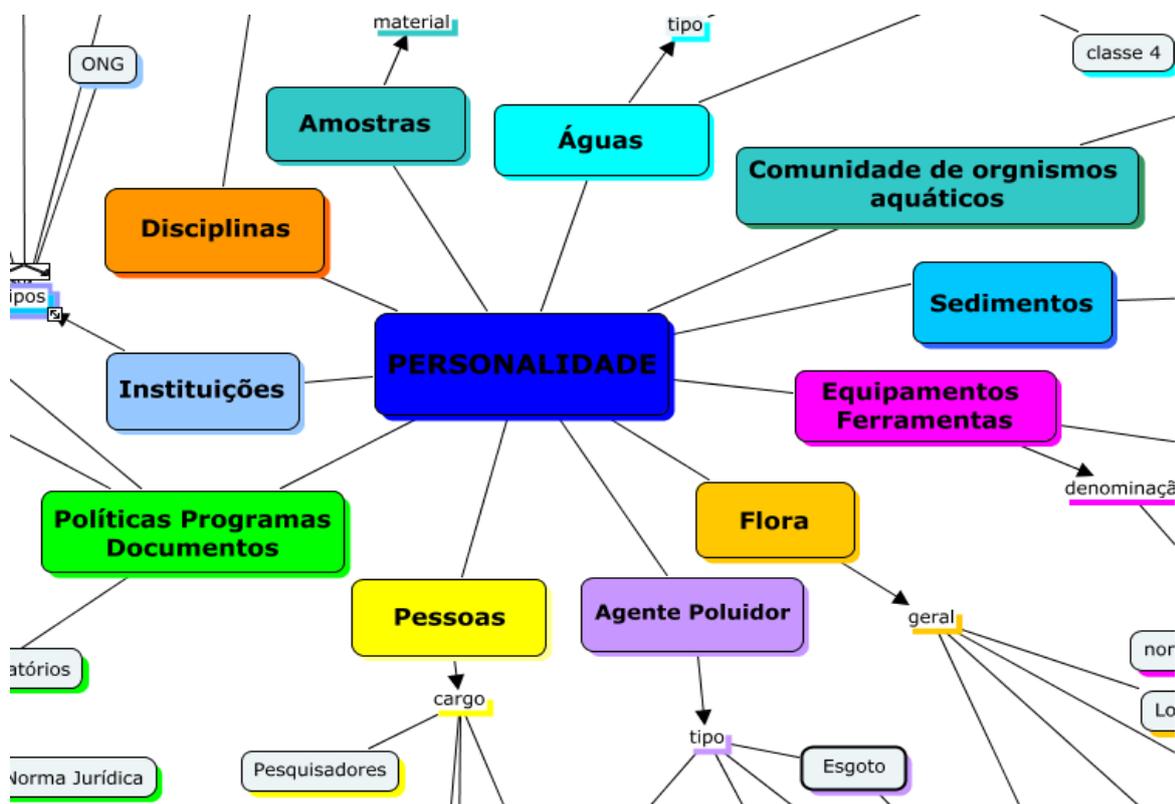


Fonte: Resultados dos dados da pesquisa (Maia, 2013).

Na categoria Matéria, conforme Figura 8, 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 sequência 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.

Figura 9 – Excerto da faceta e subfacetas da Categoria Personalidade, no Biomonitoramento de Águas



Fonte: Resultados dos dados da pesquisa (Maia, 2013).

Finalmente, na categoria Personalidade, apresentado na Figura 9, 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 *Cânone 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

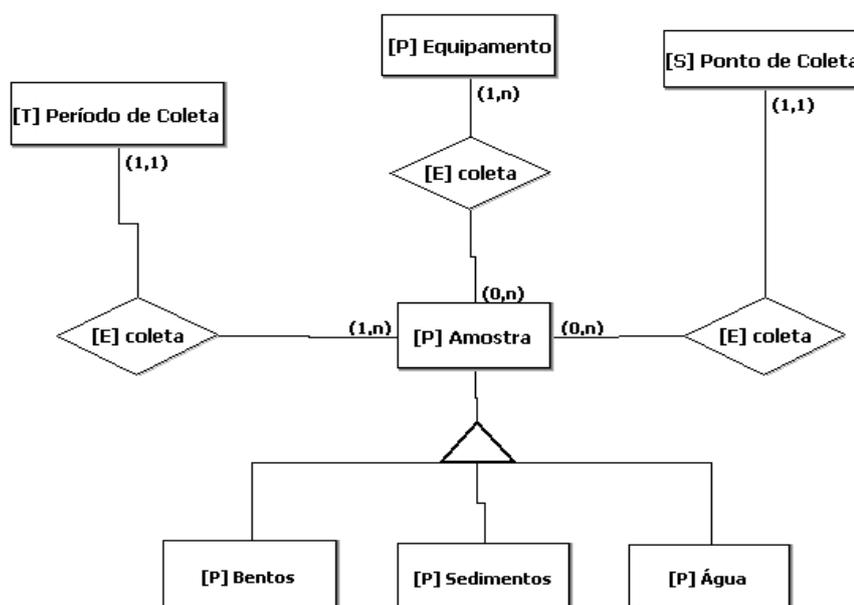
Após o término da primeira fase, apresentam-se neste artigo os resultados parciais da pesquisa, encontrados na segunda fase da metodologia. Pretendeu-se abordar esta modelagem de uma forma genérica, sem se deter aos complexos detalhes técnicos do biomonitoramento e das análises nele contidas. Uma possível modelagem M1, para a situação inicial descrita, apresenta-se na fig.10.

Na modelagem M1 apresentada aborda-se a entidade *Amostra*, fig.10, 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 e por este motivo a 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 10 – Modelagem inicial M1



Fonte: Resultados dos dados da pesquisa (Maia, 2013).

Outro aspecto a se observar na modelagem, fig.10, 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. 10, 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 (TCF).

QUADRO 1 - Entidade Ponto de Coleta (Estação de Amostragem), localizada na categoria Espaço (TCF)

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 (Maia, 2013).

A entidade *Período de Coleta*, que identifica os períodos em que foram realizadas coletas para o biomonitoramento, encontra-se representada na categoria Tempo (TCF), por sua única faceta *Período de Coleta*, apresentado no QUADRO 2.

QUADRO 2 - Entidade Período de Coleta, localizada na categoria Tempo (TCF)

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 (Maia, 2013).

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 representado pela subfaceta *amostras de água, sedimentos e macroinvertebrados bentônicos (Bentos)*, conforme visto no QUADRO 3, retirado e adaptado da categoria Personalidade (TCF).

Observa-se na modelagem M1, Fig.10, 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.

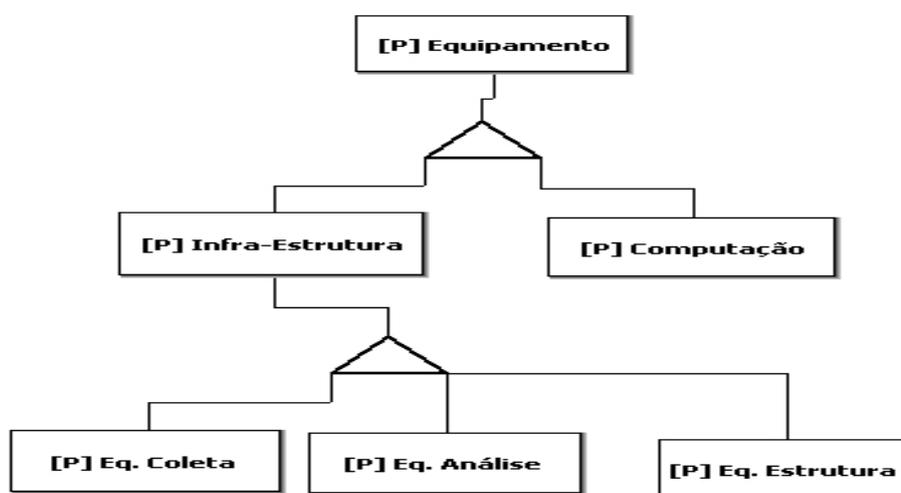
QUADRO 3 - Entidade Amostra, localizado na categoria Personalidade. (TCF)

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

Fonte: Excerto dos resultados dos dados da pesquisa (Maia, 2013).

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, conforme a Figura 11. 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.

Figura 11 – Modelagem da entidade Equipamento



Fonte: Resultados dos dados da pesquisa (Maia, 2013).

QUADRO 4 - Entidade Equipamentos, localizada na categoria Personalidade

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>

Fonte: Excerto dos resultados dos dados da pesquisa (Maia, 2013).

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

QUADRO 5 - Entidades e Atributos apresentados no modelo M1e 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 (Maia, 2013).

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 1. Continuando no QUADRO 5, é possível fazer outras verificações e elucidações. 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 1, 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 6:

QUADRO 6 - 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 (Maia, 2013).

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 2.

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 1 e QUADRO 2. 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 7, 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 8:

QUADRO 7 - 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 (Maia, 2013).

QUADRO 8 - *Relacionamento Coleta, na categoria Energia.*

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

Fonte: Excerto dos resultados dos dados da pesquisa (Maia, 2013).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

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 / Facetas (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, fato 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 identificados na documentação dão conta de responder aos requisitos dos usuários que estão sendo modelados.

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. A confirmação da existência de relações entre a categorização de *Ranganathan* e os princípios de modelagem no MER, possibilitam o uso da metodologia, apresentada neste trabalho, poder ser, também, aplicada em outros trabalhos futuros.

No aspecto cognitivo, abrem-se possibilidades de pesquisa para verificar o quanto acrescenta no entendimento do domínio (sistema), pelos profissionais da CI e da CC, quando se utiliza as estruturas resultantes da classificação facetada em conjunto com a modelagem entidade - relacionamento, no aspecto dos seus diagramas.

6. Referências Bibliográficas

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.
- PFLIEGER, L. Engenharia de Software: teoria e prática. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall; 2004.
- PIECADE, 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