

Área Temática: Administração da Informação

**Uma abordagem de *data warehousing* para compras públicas,  
usando ontologia**

**Sérgio Fred Ribeiro Andrade**

Graduado em Administração pela Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC  
Especialista em informática pela Universidade Federal de São Carlos – UFSCar  
Mestre em Sistemas de Informação pela Universidade Salvador - UNIFACS

Universidade Estadual de Santa Cruz - UESC. Rod. Ilhéus – Itabuna, Km 16  
Salobrinho - Ilhéus -Bahia – Brasil

sergiof@uesc.br

**Resumo.** *O presente artigo propõe uma taxonomia de compras públicas numa ontologia, como base para modelagem da arquitetura de um data mart. Insere uma ontologia para o modelo conceitual que, por sua vez, gera uma matriz de barramento para o modelo multidimensional do star schema, com propósito de integrar informações numa memória organizacional e armazenar dados em formato cubo, possibilitando pesquisas, visualizações informativas e análises. Permitindo capacidades que vão além dos padrões de sistemas operacionais frequentemente oferecidos, para suporte às decisões organizacionais no setor público.*

*Palavras-chave: sistema para apoio à decisão, compras públicas, ontologia*

**Abstract.** *The present paper considers taxonomy of public purchases as base for modeling of one architecture data mart. It inserts the ontology for the conceptual model that, in turn, generates a matrix of slide bars for the multi-dimensional model of star schema, with intention to integrate given in corporate memory and to store given in format cube, making possible informative research, visualization and analyses. Allowing capacities that go beyond the standards of operational systems frequent offered, for support to the corporate decisions.*

*Keywords: system for decision support, public purchases, ontology*

## 1. INTRODUÇÃO

A tecnologia da informação tem oferecido modelos e arquiteturas tecnológicas apropriadas para o mundo organizacional que são relacionadas com a busca de informações para apoiar às decisões corporativas. São tecnologias como *data warehouse*, *data mining* e ferramentas OLAP, por exemplo, que oferecem recursos para extração, tratamento, limpeza e integração de dados em evolução histórica.

Os organismos públicos também estão se preocupando com a qualidade de suas informações e com a eficiência e eficácia do seu processo decisório. São instituições que guardam expressivos volumes de dados, de toda ordem, tanto do aspecto operacional como em assuntos administrativos.

Um dos processos necessários nas organizações públicas são as atividades de compras que têm papel fundamental na estruturação de recursos para viabilizar políticas públicas. São ações comuns, em quaisquer órgãos ou esferas da gestão, pois envolvem um enfoque sistêmico e constitui num processo cíclico para aquisição, armazenamento e distribuição de materiais. Estas atividades compõem a conhecida cadeia de suprimentos e formam o contexto da administração de material, que é um ramo específico da ciência da administração.

Então, pode-se inferir que existe um domínio específico para as atividades de compras, pois constitui numa área do conhecimento de aceitação geral, de determinada especialidade, com termos técnicos, procedimentos e normas com a mesma similaridade. Portanto, pode ser representado por uma ontologia de domínio, pois modela parte de um mundo e pode ser descrita segundo taxonomias e axiomas, para propiciar intercâmbio ou interoperabilidade no âmbito da tecnologia da informação.

Este artigo apresenta uma proposta de ontologia de compras públicas, a metodologia aplicada, o roteiro e os passos necessários para a sua elaboração, como método empregado para a formação da modelagem conceitual e multidimensional, na definição do *esquema estrela* de uma arquitetura do processo de *data warehousing*.

Especificamente, trata-se de um modelo baseado na taxonomia de uma ontologia, para abstrair a modelagem conceitual, formar a estrutura da matriz de barramento defendida por Kimbal et al. (1998), e definir a modelagem lógica, pela indicação das dimensões e fatos necessários para constituir uma base para *data mart* de compras públicas.

O artigo está organizado da seguinte forma: na seção 2 é apresentada a metodologia e roteiro necessários para construção da ontologia proposta. Na seção 3 modelo de definição aplicado à modelagem, na seção 4 o procedimento para modelagem multidimensional do *data mart* proposto, já na seção 5, as linhas gerais para desenvolvimento de trabalhos futuros.

## 2. METODOLOGIA E ROTEIRO PARA CONSTRUÇÃO DA ONTOLOGIA DE COMPRAS PÚBLICAS

A Metodologia escolhida para o desenvolvimento da ontologia de compras públicas foi a *Methontology*, de Fernández et al. (1997), combinada com o roteiro para construção de ontologia de Noy e McGuinness (2001), em razão da integração conceitual e de definirem com propriedade as etapas para execução de cada tarefa e técnica utilizadas, os objetos de saída e avaliações, maior detalhamento na metodologia, recomendação de ciclo de vida, e, aplicação independente para estratégia de construção.

O ciclo de vida para a ontologia apresentada pela *Methontology* forma um conjunto de etapas que devem ser executadas durante o processo de construção. As etapas são: especificação, conceitualização, formalização, integração, implementação e manutenção.

O guia de roteiro de Noy e McGuinness (2001) utiliza o software livre Protégé e a linguagem *Web Ontology language (OWL)*, recomendada pela *W3 Consortium (W3C)*, para implementação e validação da sua ontologia exemplo. Os passos necessários para construção da ontologia proposta, são os seguintes:

a) **1º passo – determinar o domínio e o escopo da ontologia** – o propósito da ontologia de compras públicas é definir o domínio da área de conhecimento das atividades de compras organizacionais na gestão pública, com vocabulário próprio e taxonomia. Para tanto, toma-se como fonte os especialistas da área do domínio, legislação pertinente, livros técnicos, dados armazenados, procedimentos e outras ontologias. A obtenção do conhecimento é através de entrevistas, análise de textos, diagnósticos, dentre outras.

O escopo inclui um conjunto de significados a serem representados num glossário de termos e estrutura de hierarquia de classes, propriedades e restrições, utilizando uma linguagem formal para processamento por computadores;

b) **2º passo – considerar a reutilização de ontologias existentes** – É conveniente considerar e verificar a existência de outras ontologias nas diversas fontes de consultas, este procedimento permite possível reutilização de ontologias disponíveis.

Há bibliotecas de ontologias reusáveis na *Web* que podem ser consultadas. Os exemplos são: *University Stanford – Protégé*, *DAML Ontology*, *UNSPSC*, *RosettaNet*, *DAMAZ*, *Universal Repository*, *Ontolingua Server*. Para consecução da ontologia proposta, executou-se uma pesquisa nas bibliotecas de ontologias disponíveis na *Web*, além do Instituto Brasileiro de Ciência e Tecnologia (IBICT), *Thesaurus Brasileiro*, do *Thesaurus* da UNESCO, do *Eurovoc Thesaurus* e do *Library and Archives Canada*. E, não foi encontrada nenhuma ontologia que contemplasse o domínio de compras públicas, compras empresariais ou similares, no ambiente do Brasil;

c) **3º passo - enumerar termos importantes para a ontologia** - Elaborar-se uma lista ampla de termos significativos relacionados à área de interesse do domínio, as relações entre os conceitos e suas outras propriedades, então, é obtida uma lista composta de possíveis termos da nova ontologia, através das diversas fontes.

Embora ainda provisório, procura-se determinar a função de cada termo eleito, já sinalizando se o termo é uma superclasse, uma classe, propriedade ou relação. Esta lista deverá ser ordenada e servirá de base para a constituição da hierarquia da ontologia. A Tabela 1 demonstra os termos iniciais escolhidos para a ontologia;

Autorização Fornecimento	Dispensa de Licitação	Licitação	Material/Serviço
Fornecedor	Inexigibilidade de Licitação	Concorrência	Serviço
Material/Serviços	Compra Eletrônica	Tomada de Preços	Material Permanente
Coleta de Preços	Empenho	Convite	Material de Consumo
Fornecedor	Ordinário	Pregão	Catálogo de Material
Preço	Estimativo	Presencial	Código Material
Descrição Material/Serviço	Dotação Orçamentária	Eletrônico	Grupo Material
Quantidade Material/Serviço	Estoque	Fases da Licitação	Classe Material
Prazo Entrega	Entradas	Emissão Edital	Família Material
Condições de Pagamento	Recebimento de Material	Abertura Licitação	Unidade Física
Comprador	Nota Fiscal	Julgamento Propostas	Mapa Comparativo Preços
Nome	Inspeção Material	Homologação Licitação	Requisição Material/Serviço
Matrícula	Saídas	Empenho	Material/Serviço
Contrato	Distribuição de Material	Elaboração Contrato	Quantidade Material/Serviço
Fornecedor	Saldos	Autorização Fornecimento	Unidade Física
Objeto	Fornecedor	Fases da Licitação	Aplicação do Item
Vigência	Setor Requisitante	Emissão Edital	Setor Requisitante
Valor	Responsável		
Obrigações Contratuais			

Tabela 1 - Lista parcial de termos para ontologia de compras públicas.

d) **4º passo - definir as classes e a hierarquia das classes** – O modelo escolhido para a ontologia foi o *top-down*, em razão da facilidade de identificação dos termos desse domínio, que são muito utilizados na literatura técnica de administração de material, na legislação específica de licitação e nos procedimentos operacionais de compras e estoques e, em geral, são definidos do aspecto mais amplo para o particular.

A partir da lista elaborada no passo anterior, procurou-se analisar os termos que representaram os objetos e têm existência independente uns dos outros. Esses termos têm a possibilidade de se tornar classes da ontologia e constituem uma das principais referências na hierarquia. Alguns termos da lista também foram descartados, quando não representavam a generalidade do conceito de objeto e hierarquia sobre outros objetos, ou representavam alguma propriedade de objetos, ou ainda, eram caracterizados como instâncias de algum objeto. Exemplo de: autorização de fornecimento de material/serviço, contrato de fornecimento, mapa de comparação de preços, fases da licitação e compra eletrônica.

Alguns termos da lista não foram utilizados na determinação das classes e foram atribuídos conceitos como atributos dessas classes e chamados de propriedades, relações ou *slots*. Por exemplo: preço, prazo de entrega, condições de pagamento, dotação orçamentária, aplicação de item, responsável, unidade física, entre outros. A Figura 1 ilustra o resultado da definição das classes da proposta de ontologia de compras públicas;



Figura 1 – Classes da ontologia de compras públicas.

e) **5º passo - definir as propriedades das classes** – Essas propriedades referem-se aos termos presentes na primeira lista criada anteriormente e que não foram definidas como classes. Assim, elas podem corresponder tanto aos atributos da classe como ao relacionamento existente entre esta e outras classes.

Todas as subclasses herdam propriedades e relação de sua classe. Por exemplo: as propriedades da classe fornecedor serão herdadas por todas as subclasses de fornecedor, que incluem pessoa jurídica e pessoa física. A Tabela 2 mostra as propriedades resultantes para as classes e subclasses, em ordem alfabética;

AberturaLicitacao	Email	Historico	QuantidadeItem
Atividade	Empenho_AFM	HomologacaoLicitacao	Razao_Social
Banco	Endereco	InscricaoEstadual	RazaoAditivo
CaracterizacaoContratacao	Especificacao	Item	Requisitante
Cidade	EspecificacaoItem	JulgamentoPropostas	ResponsavelSetor
Classe	EspecificacaoMaterial	Justificativa	SaldoAnterior
CNPJ	EspecificacaoMaterialServico	MatriculaComprador	SaldoAtual
Codigo	Estado	NomeComprador	Setor
CodigoMaterial	EstadoFederativo	NumeroEmpenho	SetorFiscalizador
ColetasDePreco	Familia	NumeroEntrada	Telefones
ContatoFornecedor	Finalidade	NumeroRequisicao	UnidadeFisica
CPF	FiscalContrato	NumeroSaida	ValorCompraDireta
DataEmpenho	FormalizacaoContrato	Objeto	ValorEmpenho
DataRequisicao	FornecedorColeta	ObrigacoesContratuais	ValorTotalContrato
DotacaoOrcamentaria	FornecedorContratado	OrcamentoSetor	ValorTotalMovimento
DotacaoOrcamentariaEmpenho	FornecedorEmpenho	PrazoVigenciaAditivo	ValorUnitario
Edital	Grupo	Quantidade	Vigencia

Tabela 2 - Propriedades (*slots*) das classes e subclasses.

f) **6º passo - definição das características das propriedades** - As propriedades podem ter diferentes características que descrevem o tipo de valor, como string, numérico, booleano, enumerado e instância. Como também definem os valores admitidos, a cardinalidade que pode ser múltipla, mínima ou máxima, ou seja, a quantidade mínima e máxima de valores permitidos. Uma cardinalidade “N” significa que uma propriedade deve ter pelo menos “N” valores. Por exemplo: cada fornecedor da coleta de preços tem uma cardinalidade mínima de 1 (um), ou seja, cada coleta de preços precisa ao menos um fornecedor; e,

g) **7º passo - criar instâncias** - O último passo na construção da ontologia consiste em criar instâncias individuais das classes na hierarquia, ou seja, vários indivíduos distintos para as classes. Para definição de uma instância individual de uma classe, requer: eleger uma classe, criar uma instância da classe, e, preencher os valores das propriedades. Por exemplo: uma instância individual “tomada de preços nº. 0100/07” representa um tipo específico de licitação na modalidade de tomada de preços. Esta instância define os seguintes valores: objeto da licitação, abertura da licitação, exigências para participação – documentação e propostas, dados para contratação, fiscalização do contrato, entre outros.

### 3. O MODELO DE DEFINIÇÃO APLICADO À MODELAGEM MULTIDIMENSIONAL

A proposta da ontologia de compras públicas fornece a base conceitual para a modelagem multidimensional do *data mart*. Deste contexto, são retiradas as entidades que formam as tabelas de dimensões e fatos que compõem a arquitetura no processo de *data warehousing*. A seguir a notação aplicada e a matriz de barramento para o modelo lógico.

#### 3.1. Formação das dimensões e fatos do *esquema estrela*

A formação das entidades dimensões e fatos da modelagem dimensional têm origem nas superclasses da ontologia. Para representar esta definição é aplicado o modelo de álgebra de Datta e Thomas (1999), que propõe a notação quádrupla  $F = \{D, M, A, f\}$ , onde os quatro elementos indicam as características multidimensionais da arquitetura *esquema estrela* do *data mart*. Estas características são:

- a)  $D = \{d1, d2, \dots, dn\}$ , um conjunto de  $n$  entidades dimensões, onde cada  $di$  é o nome de uma dimensão extraída do domínio  $Dom\ dim(i)$ ;
- b)  $M = \{m1, m2, \dots, mn\}$ , um conjunto de  $k$  entidades fatos, onde cada  $mi$  é o nome de um fato extraído do domínio;
- c) O conjunto dos nomes das entidades dimensões e fatos é disjunto; i.e.,  
 $D \cap M = \emptyset$ ;
- d)  $A = \{a1, a2, \dots, an\}$ , um conjunto de  $t$  atributos, onde cada  $ai$  é uma propriedade (atributo) extraída do domínio; e,
- e) Um relacionamento de um-para-muitos é mapeado como  $f: D \rightarrow A$ , i.e., para cada entidade dimensão existem muitos atributos.

O conjunto que cada propriedade corresponde a uma dimensão é disjunto, i.e.,  $\forall i, j, i \neq j, f(di) \cap f(dj) = \emptyset$ .

Como exemplo ilustrativo da aplicação desse modelo, utilizando o mesmo domínio de compras públicas, considera-se um cubo multidimensional de dados das compras de um período, para determinado item de material originado do *esquema estrela* do *data mart* em questão. Esse cubo multidimensional de compras tem as seguintes características:

- Imagina-se que os usuários estão interessados nos valores totais de compras e seus quantitativos. Assim, para suporte à decisão pretende-se medir os valores de compras e quantitativos, ou seja, a entidade de fatos corresponde a:

$$M = \{compras\_totais, quantitativos\}.$$

- Os usuários querem analisar as informações sobre compras considerando três dimensões, a saber: **DATA, MATERIAL e FORNECEDOR**. Em outras palavras, eles estão interessados em perguntar “Quais os totais de compras para o **material p1** em determinado **fornecedor?**” ou “Quais os totais de compras para o **material p1** em determinado **fornecedor**, durante certo intervalo de **tempo?**” (questão esta que envolve as três dimensões).

- A dimensão DATA é descrita pelas propriedades dia, mês e ano. A dimensão do MATERIAL tem propriedades nome, especificação, unidade física. E a dimensão FORNECEDOR tem: razão social, endereço, cidade e estado. Assim, obteve-se:  $A = \{dia, mês, ano, nome, especificação, unidade física, razão social, endereço, cidade, estado\}$ .

- Cada uma das dimensões é descrita por propriedades específicas e são disjuntas mutuamente, respeitando a notação citada. O cubo multidimensional ficou assim definido:

$$f(DATA) = \{dia, mês, ano\}$$

$$f(MATERIAL) = \{nome, especificação, unidade física\}$$

$$f(FORNECEDOR) = \{razão social, endereço, cidade, estado\}$$

Nota-se que as características desse cubo de compras satisfazem à definição dada anteriormente. Observa-se também, que um cubo multidimensional apresenta uma estrutura abstrata.

A Figura 2 ilustra o exemplo através de uma instância do cubo de compras que é definido através da 6-tupla  $F = \{D, M, A, f, V, g\}$ , onde os elementos  $D, M, A$  e  $f$  são herdados da ontologia de domínio; enquanto que  $V$  representa um conjunto de dados que foram usados para alimentar a instância do cubo. E, finalmente,  $g$  representa uma relação  $g: \text{Dom dim}(1) \times \text{Dom dim}(2), \dots, \times \text{Dom dim}(n) \rightarrow V$  - a indicação de  $g$  refere-se aos valores que são associados às células específicas da instância do cubo.

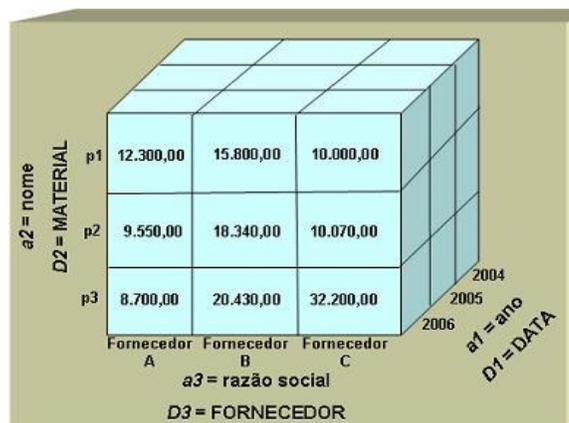


Figura 2 – Exemplo do cubo de compras com três dimensões.

### 3.2. Matriz de barramento e o esquema estrela

Os processos de negócio do domínio de compras decorrem do arcabouço teórico do conhecimento consolidado da administração de material, da legislação pertinente de licitação e de seus procedimentos técnicos e práticos. Estes processos de negócios são: gestão de requisição de material e serviços, processamento de licitação, processamento

de compra direta, formalização de empenho e contrato, recebimento de material e distribuição logística.

Segundo a notação apresentada no tópico anterior, as superclasses da ontologia do domínio dão origem às dimensões da matriz de barramento que, por sua vez, são relacionadas com os processos do negócio formando uma intersecção de dependência.

Por exemplo, como ilustrado na Figura 3, para o conhecimento das informações sobre **Processamento de Licitação** há uma relação de dependência com as seguintes dimensões: **Empenho**, **Licitação**, **Fornecedor**, **Requisição de Material**, **Material/Serviço**, **Coleta de Preços** e **Comprador**. Assim também, acontece com os demais processos do negócio.

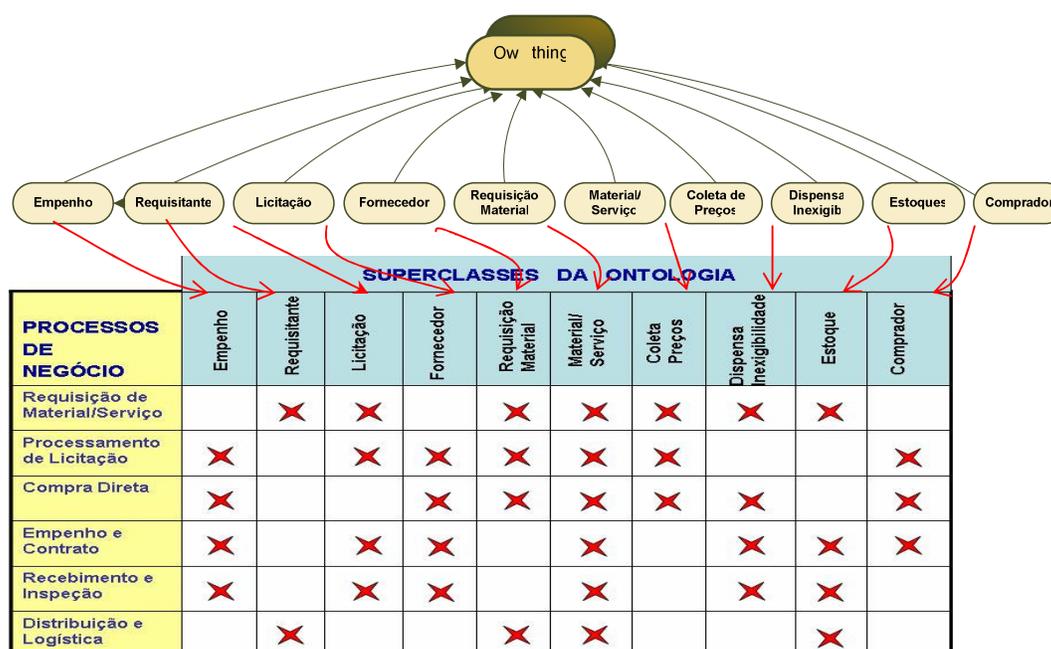


Figura 3 – Ontologia e a matriz de barramento do *data mart*.

Desta forma, para responder aos questionamentos de cada processo de negócio são necessárias informações provenientes das dimensões vinculadas a ele.

A dimensão **data** tem particularidade diferente das outras entidades que derivam da matriz de barramento, pois é formada por uma conjunção de valores registrados nas diversas dimensões, conforme as ocorrências históricas. Então, conhecendo as entidades de **dimensões** e os questionamentos sobre dados estatísticos, avaliações, dados numéricos, volumes e totalizações dos valores, pode-se definir a entidade **fatos** do *esquema estrela*. Esta entidade constitui na principal tabela do modelo multidimensional, pois armazena dados de medição com relacionamento direto a todas as dimensões, definindo também a granularidade dos dados.

Como consequência da obtenção das dimensões e fatos, modela-se fisicamente a arquitetura do *data mart* proposto para compras públicas, de acordo com estrutura da ontologia definida e a matriz de barramento.

Essa estrutura de modelo físico tem uma tabela de fatos, dez tabelas de dimensões – originadas da arquitetura do barramento, e uma tabela dimensão especificamente sobre data. Na Figura 4 ilustra-se o relacionamento entre a ontologia e o *esquema estrela* resultante.

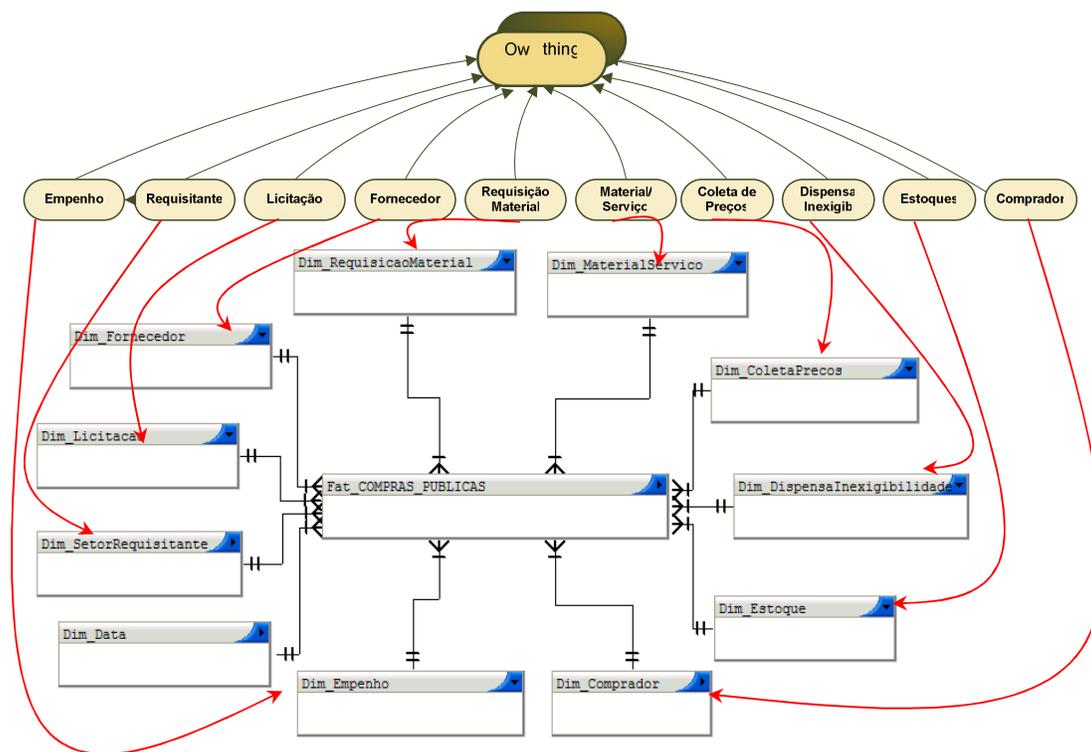


Figura 4 – Ontologia como origem para modelo do *esquema estrela*

#### 4. MODELO MULTIDIMENSIONAL DO DATA MART

A base para o modelo multidimensional do *data mart* é formada pelo modelo conceitual originado pela ontologia descrita. Para esta proposta são adotadas quatro etapas para definição do modelo lógico multidimensional, que são: processo de negócio, granularidade, dimensões e fatos.

A descrição de cada etapa para consecução do modelo multidimensional é apresentada a seguir:

**a) etapa 1. – processo de negócio** - a matriz de barramento citada anteriormente ilustra os processos de negócio específicos para atividades de compras públicas, que são: gestão de requisição de material e serviços, processamento de licitação, processamento de compra direta, formalização de empenho e contrato, recebimento de material e distribuição logística;

**b) etapa 2. – granularidade** - correspondem aos dados atômicos ou as informações detalhadas que não podem ser subdivididos. A granularidade define o nível de detalhe dos dados de medições da tabela de fatos. Nesta proposta, os dados mais granulares correspondem a um item de linha de cada requisição de material, que corresponde a uma descrição de material, que por sua vez, é a quantidade mínima de item que pode ser objeto de um processo de compra e movimentação de estoque;

**c) etapa 3. – dimensões** - foram definidas pelas superclasses da ontologia proposta e constituem nas tabelas que especificarão as descrições textuais através de seus atributos. Neste modelo multidimensional, por convenção, as tabelas são nomeadas usando-se o prefixo “**Dim\_**” para melhor identificação de suas funções. Estas tabelas dimensionais são: **Dim\_Empenho**, **Dim\_SetorRequisitante**, **Dim\_Licitacao**, **Dim\_Fornecedor**, **Dim\_RequisicaoDeMaterial**, **Dim\_MaterialServico**, **Dim\_ColetaDePrecos**, **Dim\_DispensaInexigibilidade**, **Dim\_Estoque** e **Dim\_Comprador**.

Como mencionado, existe outra tabela de dimensão - a **Dim\_Data**, que é uma tabela especial que armazena a série de tempo do histórico de registros contidos nos sistemas OLTP. Seus atributos são especiais e servem também para auxiliar na granularidade do *data mart*. Já que a granularidade definida corresponde a um item de uma requisição de material, este está condicionado à data de emissão do documento.

Cada tabela de dimensão tem chave primária única, como número inteiro atribuído seqüencialmente, sem significado, conhecida com chave substituta, para identificação de cada linha. As chaves identificadoras provenientes dos sistemas OLTP não são usadas como chaves.

As tabelas de dimensões formam relacionamento de um-para-muitos com a tabela de fatos, do *star shema*; e,

**d) etapa 4. – fatos:** constitui na principal tabela do modelo multidimensional, pois representa a definição de granularidade do *data mart* e tem como objetivo o armazenamento dos dados de medição, dados quantitativos, valorativos e aditivos. Todas as medições em uma tabela de fatos devem estar alinhadas na mesma granularidade.

Por convenção desta proposta, a tabela de fatos é nomeada pelo prefixo “**Fat\_**” , para facilitar a identificação no *esquema estrela*. Sua denominação é **Fat\_Compras**.

A chave primária da tabela de fatos é concatenada pelas chaves estrangeiras inclusas nesta mesma tabela e que correspondem às chaves primárias das tabelas de dimensões. Esse conjunto de relacionamento satisfaz a condição de integridade referencial. Pois a tabela de fatos é acessada através das tabelas de dimensões.

O modelo físico está representado pela estrutura das tabelas acima citadas com os seus respectivos atributos, tipos de dados, identificação de chaves primárias e estrangeiras, cardinalidade, integridade referencial, regras de validação e opção para valores nulos ou não.

A união das tabelas de fatos e dimensões, através da integridade referencial, é denominada de esquema de junção em estrela, ou *esquema estrela*. Este modelo multidimensional está representado fisicamente na Figura 5.

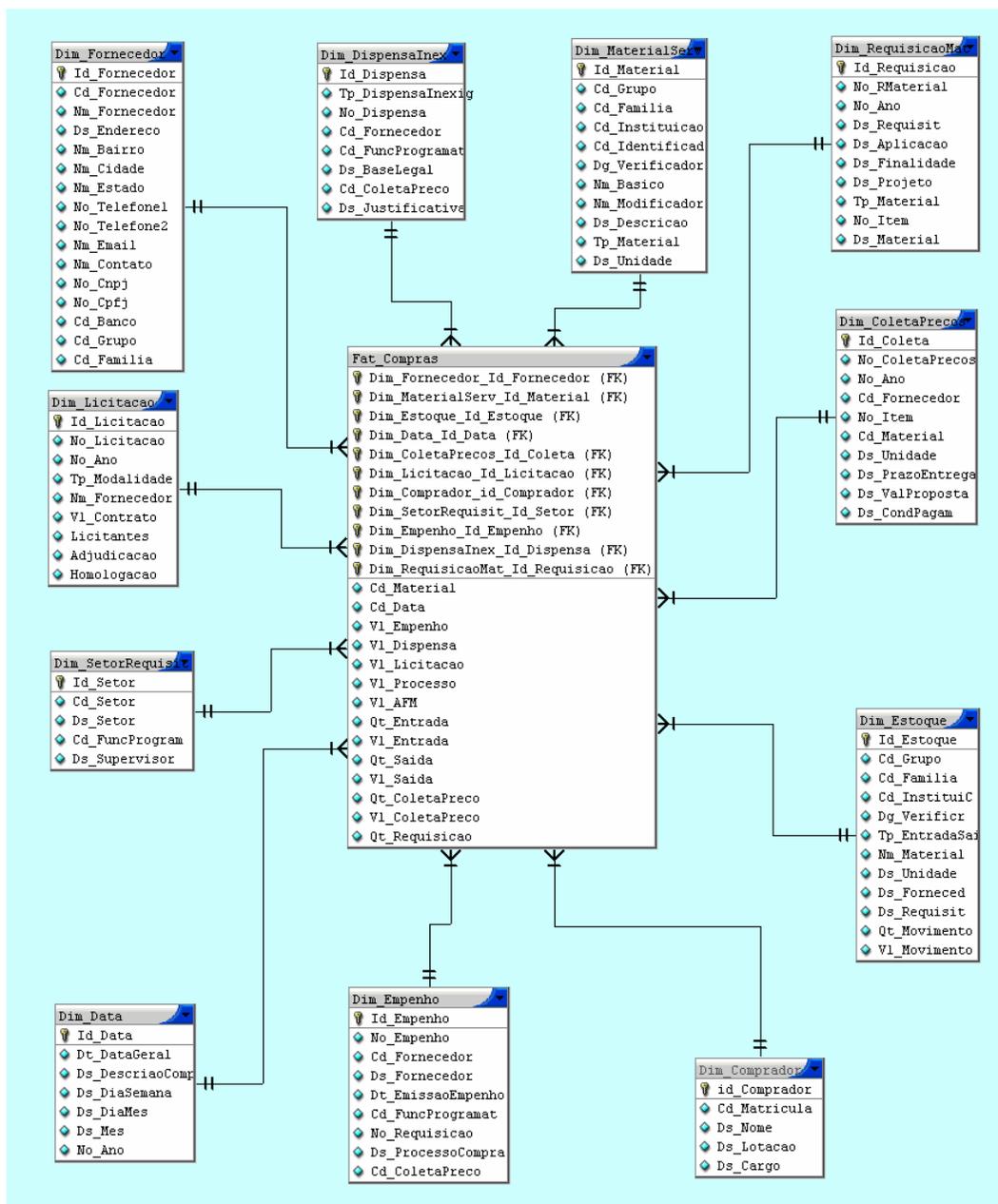


Figura 5 – Esquema junção estrela – esquema estrela.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo mostra a viabilidade da aplicação da tecnologia da informação e sistemas de apoio à decisão, no ambiente da gestão pública dos recursos materiais, que por tradição, armazena cotidianamente volume de dados de proporção significativa. E que, até então, pelas análises realizadas pouca preocupação se tinha mostrada no melhor

aproveitamento desses dados para geração de informações de qualidade, com evolução histórica, visando subsídio ao processo decisório da alta gestão, nos organismos públicos.

Para trabalhos futuros, abrem-se oportunidades para utilizar a mesma metodologia aplicada neste estudo, em outros domínios do interesse da gestão pública, representando outros processos de negócios para incremento de *data mart's*. Esse é um caminho natural para construção do processo de *data warehousing*, com agregação de outras atividades administrativas e operacionais, contemplando também processos de *data mining* e soluções OLAP.

## 6. REFERÊNCIAS

DATTA, Anindya; THOMAS, Helen (1999) “The cube data model: a conceptual model and algebra for on-line analytical processing in data warehouses.” *Decision Support Systems*, USA, v. 27, p. 289 – 301.

FAYYAD, U.; PIATETSKY-SHAPIRO, Gregory; PADHRAIC, Smith. **From Data Mining to Knowledge Discovery in Databases**. *American Association for Artificial Intelligence*, 1996. Menlo Park, CA, USA, novembro, p. 1 – 34.

FERNÁNDEZ, M; GÓMEZ-PÉREZ, A; JURISTO, N. (1997) “METHONTOLOGY: from ontological art towards ontological engineering.” *AAAI Spring Symposium on Ontological Engineering*, p. 33–40.

GRUBER, Tom R. *A Translation Approach to Portable Ontology Specifications*. *Knowledge Acquisition*. 1993, 5, p. 199-220. USA.

INMON, W.H. **Como Construir o Data Warehouse**. 2. ed. Rio de Janeiro:Campus, 1997, p. 388.

KIMBALL, Ralph et al. (1998) “The Data Warehouse Lifecycle Toolkit: expert methods for designing, developing and deploying data warehouse.” *John Wiley & Sons Inc.*, New York, p. 770.

KIMBALL, Ralph; ROSS, Margy (2002) “The Data Warehouse Toolkit. Guia completo para modelagem.” 2 ed. Rio de Janeiro: Campos, 464 p.

NOY, Natalya F.; MCGUINNESS, Deborah L. (2001) “Ontology Development 101: A Guide to Creating Your First Ontology.” *Stanford University*. <http://www-ksl.stanford.edu/people/dlm/papers/ontology-tutorial-noy-mcguinness.pdf>.

Owl Web Ontology Language. Reference (2004). *W3C Recommendation*. <<http://www.w3.org/TR/owl-ref>>. março/2008.

USCHOLD, Mike; GRUNINGER, Michel (1996) “Ontologies: Principles, Methods and Application.” *Knowledge Engineering Review*, volume 11, n. 2, junho, USA, p. 93 – 155.