

Modelagens conceitual e lógica para *data warehousing* baseadas na integração de ontologia e matriz de barramento

Márcio André Oliveira Santos¹, Daniel Lucas Santana Santos², Sérgio Fred Ribeiro Andrade³

Ciência da Computação - Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas -
Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC)
45662-999 – Ilhéus – BA – Brasil

androca@gmail.com¹, lucasdlss@gmail.com², sergiof@uesc.br³

Abstract. *Data warehouse is a decision support solution whose technology is well practiced. However, conceptual and logical modeling are not well described in the literature, as they do not address how to use the characteristics of the domain and how they can be applied to generate queries with the user's language. In this sense, this paper presents a new approach to multidimensional modeling, based on the integration of ontology and the bus matrix and, based on a dimensional algebra. The objective was to represent the details of the domain in dimensions and facts, to faithfully represent the business processes in multidimensional consultations. As a result, a roadmap for the construction of an ontology for the conceptual model was presented, linked to a dynamic bus matrix to guide the logical model and, to take advantage of the domain requirements in the language and notion of the user and to mirror business processes in the queries multidimensional.*

Resumo. *Data warehouse é uma solução para suporte à decisão cuja tecnologia é bem praticada. Porém, as modelagens conceitual e lógica não estão bem descritas na literatura, pois não abordam como usar as características do domínio e como podem ser aplicadas para gerar consultas com a linguagem do usuário. Nesse sentido, este trabalho apresenta uma nova abordagem para modelagem multidimensional, baseada na integração de ontologia e a matriz de barramento e, fundamentada por uma álgebra dimensional. O objetivo foi representar os detalhes do domínio nas dimensões e fatos, para representar fielmente os processos de negócio nas consultas multidimensionais. Como resultado, foi apresentado um roteiro para construção de uma ontologia para o modelo conceitual, vinculada a uma matriz de barramento dinâmica para nortear o modelo lógico e, para aproveitar os requisitos do domínio na linguagem e noção do usuário e espelhar processos de negócio nas consultas multidimensionais.*

1. Introdução

Data warehouse (DW) é um repositório de informações coletadas de diversas fontes, armazenadas numa base única e consolidada de dados históricos para suporte à tomada de decisão. Um dos segmentos mais beneficiados com essa tecnologia é o empresarial, principalmente para áreas estratégicas.

Quanto mais as ferramentas de DW estiverem direcionadas à linguagem empresarial melhor serão as consultas geradas, pois os usuários conhecem os assuntos

para tomada de decisão e não dos termos técnicos de dimensões, fatos e cardinalidades que a tecnologia e as ferramentas disponíveis exigem para construção dos cubos, tornando um problema na aplicação.

Por outro lado, a modelagem conceitual e lógica para *data warehousing* não está bem descrita na literatura. Como está por exemplo, a modelagem lógica para banco de dados relacional. Em geral, a modelagem multidimensional em base relacional, parte unicamente da interpretação do modelo entidade-relacionamento empregado nas fontes e, desconsidera evitar duplicações e normalização de dados. Além de não exigir análise do contexto geral do domínio. (BORBA e MORALES, 2006)

A análise do negócio é fundamental e deve nortear desde a fase de elicitação de requisitos, modelagem conceitual e lógica até a construção e implementação do DW. Isso facilita o processo, pois o foco da modelagem é o domínio representativo e seus resultados para a tomada de decisão, e não a tecnologia ou procedimentos tecnológicos.

Este trabalho apresenta uma abordagem para integração entre ontologia e uma matriz de barramento adaptada de Kimball e Ross (2013). Originalmente, essa matriz é posta como uma abstração que identifica os processos de negócios apenas como correspondentes para *Data Mart* (DM) e como uma ferramenta de planejamento que correlaciona de forma estática os processos de negócio às dimensões, sem representar as quantificações dos fatos. Aliado a isso, não faz referência aos requisitos interdimensionais peculiares do domínio e às técnicas de OLAP (*On-line Analytical Processing*) apropriadas.

O uso da ontologia justifica-se pela classificação de termos específicos do domínio que auxiliam nos requisitos funcionais da identificação dos objetos, propriedades e associações. Segundo Gruber (1993), uma ontologia de domínio pode ser descrita segundo taxonomias e axiomas para propiciar intercâmbio ou interoperabilidade no âmbito da tecnologia da informação.

Portanto, esses termos da ontologia vincula-se aos requisitos dos processos de negócios da matriz de barramento e facilita a modelagem conceitual, enquanto o uso da estrutura da matriz de barramento facilita na modelagem lógica multidimensional.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi apresentar um método de modelagens conceitual e lógica para o *data warehousing*, com integração entre ontologia e matriz de barramento, através de um estudo de caso comercial, e aproveitar o entendimento do usuário final para sugestão de consultas mais apropriadas à tomada de decisão.

2. Materiais e Métodos

Essa abordagem para modelagem multidimensional visou prover condições para que o analista e o usuário pudessem entender mais facilmente o modelo conceitual utilizando a linguagem própria do domínio, o que possibilitou resolver um problema sobre a dificuldade para construir cubos de dados e uso das técnicas mais apropriadas de OLAP.

Para tanto, foram considerados três bancos de dados departamentais de uma empresa comercial, com dados referentes as compras e vendas, gestão de contratos e logística, para mostrar o processo de modelagem deste trabalho.

Os termos empresariais usados para composição da matriz de barramento foram os seguintes: consulta decisória – proposição com dimensões do domínio diante de um questionamento empresarial sobre a operacionalização administrativa ou de produção;

operação organizacional – ação departamental na empresa sobre um assunto setorial que pode estruturar um DM; processo de negócio – integração entre operações departamentais para alcance dos objetivos empresariais e fonte para as consultas decisórias.

As tarefas metodológicas adotadas foram as seguintes:

1. Levantamento de requisitos para o modelo multidimensional e processo ETL (*Extract, Transform, Load*) para os DM's;
2. Análise da entidade-relacionamento e normalização dos Bancos de Dados (BD's) fontes, dicionário de dados, representação do domínio e suas possíveis integrações;
3. Construção da ontologia do domínio empresa comercial, para modelar conceitualmente a matriz de barramento e definição dos esquemas de DM e DW;
4. Definição de questionamentos chaves para consultas decisórias de acordo com as operações organizacionais;
5. Adaptação na matriz de barramento de Kimball e Ross (2013), com inclusão de questões para o processo decisório por operações organizacionais e indicação de consultas multidimensionais apropriadas;
6. Seleção de tipos de consultas OLAP (*slice, dice, roll-up, pivot, drill-down, drill-up, drill-through, crosstab, grouping*), por processo organizacional;
7. Emprego da notação algébrica relacional para direcionar o modelo lógico multidimensional, adaptado de Thomas e Datta (2001);
8. Estruturação dos esquemas de DM's na arquitetura ROLAP (*Relational On-Line Analytical Processing*), em esquema estrela, baseada na análise do domínio e nas fontes de dados;
9. Estruturação do esquema de DW, em *bottom-up*, arquitetura ROLAP e esquema estrela, de acordo com os DM's implementados;
10. Operação do processo de ETL para testes dos modelos.

2.1. Modelo Conceitual

O dicionário de dados dos BD's fontes, a descrição do domínio organizacional, as regras do negócio e as operações organizacionais formaram a base de requisitos para a modelagem conceitual multidimensional. Esses conceitos foram usados para os termos da taxonomia da ontologia empresa comercial, onde as classes, subclasses, propriedades e associações entre as classes, serviram para estruturar os esquemas dos DM's.

Foi utilizado o software Protégé 5.5, descritos em Rubin et al. (2007) e Musen (2015), para auxiliar no processo de produção da ontologia, geração da taxonomia e sua validação, por ser uma ferramenta de fácil acesso e ampla documentação.

A abordagem Methontology, de Fernández-Lopez et al. (1997), foi utilizada para modelagem da ontologia, combinada com o roteiro de construção de ontologias de Noy e McGuinness (2001), em razão da integração conceitual entre esses métodos. Os passos adotados foram os seguintes: a) determinar o domínio e o escopo da ontologia; b) considerar a reutilização de ontologias existentes; c) enumerar termos importantes para a ontologia; d) definir as classes e a hierarquia entre as classes; e) indicar as propriedades das classes; f) definir as características das propriedades em tipo e tamanho; e, g) criar instâncias individuais das classes ou subclasses na hierarquia.

As operações organizacionais indicadas na elicitação de requisitos foram candidatas às classes da ontologia e representaram os objetos do domínio. As características desses objetos foram relacionadas às propriedades das classes da ontologia e foram confrontadas com os atributos das tabelas dos BD's fontes. Dos atributos selecionados foi realizada

triagem conforme as propriedades das classes da ontologia e as operações organizacionais, podendo ser integrados, resumidos ou descartados. Desta forma, as propriedades e atributos foram vinculados às dimensões e fatos no propósito de atender fielmente às consultas organizacionais que devem representar alternativas para tomada de decisão.

Após isso, foi composta a matriz de barramento dinâmica, com adaptação em Kimball e Ross (2013), a qual tem uma estrutura onde os questionamentos para consultas organizacionais estão vinculados às operações organizacionais, em cada linha, e apontam para as dimensões e fatos que estão em colunas, formando uma intersecção de dependência. Essa estrutura dinâmica permite incluir, editar ou excluir processos de negócios ou consultas decisórias. Serve para todo ciclo de vida do DW e deve orientar a modelagem multidimensional, a arquitetura do DW, a geração dos cubos dimensionais dos DM's e uso das técnicas OLAP.

Conhecendo os questionamentos sobre os processos de negócio, pode-se chegar as dimensões e fatos. As entidades fatos constituem as principais tabelas do modelo multidimensional, pois armazenam dados numéricos com relacionamento direto para todas as dimensões descritivas, definindo a granularidade dos dados, a qual corresponde aos dados atômicos. A dimensão “data”, que representa temporalidade expandida ou contraída, como na ordem trimestral, mensal, quinzenal, diária ou, vice-versa, tem particularidade diferente das outras entidades, pois é formada por uma conjunção de valores inerentes às diversas dimensões e, representa as ocorrências históricas.

2.2. Modelo Lógico

Na modelagem lógica foi implementado um esquema ROLAP seguindo a notação primária adaptada do modelo de álgebra de Thomas e Datta (2001). Foram incluídos na notação um cartesiano para junções com chaves substitutas em (R) e um elemento de agrupamento com agregação por função (G), tornando um conjunto sêxtuplo $DW = \{D, M, A, f, R, G\}$, onde os elementos integrados indicam as características de DW. A saber:

a) $D = \{d_1, d_2, \dots, d_n\}$, representam os atributos descritivos do domínio, onde cada d_i é o nome de uma dimensão extraída da relação;

b) $M = \{m_1, m_2, \dots, m_k\}$, representam os dados numéricos e mensurações do domínio, onde cada m_i é o nome de um fato extraído da relação;

c) $A = \{a_1, a_2, \dots, a_t\}$, cada a_i é uma propriedade extraída de uma dimensão ou de um fato da relação;

d) A função f é mapeada como $f: D \rightarrow A$, i.e., para cada entidade dimensão existe um conjunto de atributos. Cada f é disjunto para atributos, i.e., $\forall i, j, i \neq j, f(di) \cap f(dj) = 0$;

e) $R = \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$, é um conjunto de relacionamentos um-para-muitos entre dimensões e fatos, na seguinte restrição algébrica: $d_i | X | (d_n.pk = m_k.fk) m_i$, através de chaves substitutas *primary key* (pk) e *foreign key* (fk);

f) $G = G_1, G_2, \dots, G_m$ $g f_1(m_1), f_2(m_2), \dots, f_k(m_k) (r)$, é operação de agrupamento com agregação g por função f para soma, contagem, média, máximo ou mínimo sobre dados numéricos em fatos ou atributos de dimensões, a depender do cubo multidimensional empregado.

Assume-se que a visão de um cubo multidimensional é definida na expressão base *project-select-join* da álgebra relacional. Assim, se $\{r_1, r_2, \dots, r_m\}$ são n relações do esquema de DW, V é definido como um cubo para consultas conforme exemplo para *roll-*

up a seguir. Outras técnicas assemelhadas mudam somente a forma de agrupamento, agregação, união ou outros, e não são mostradas por falta de espaço.

$$V = \pi(d_1, d_2, \dots, d_n, G, g_{f(d_m)}) \sigma d_i | X | (d_n \cdot pk = m_k \cdot fk) m_i (r_1, r_2, \dots, r_m)$$

Em que (π) é a projeção de um conjunto de nomes de atributos, (σ) é uma expressão condicional e $\{r_1, r_2, \dots, r_m\}$ são as relações base.

3. Resultados

A ontologia gerada vinculou cada processo de negócio, a operação organizacional e a consulta de negócio, que referenciaram as dimensões e fatos do DW. Cada operação organizacional apontou para consultas organizacionais e as técnicas OLAP sugeridas. Esse processo é dinâmico e pode ser editado conforme necessidade do usuário. Essa formação pode ser vista na taxonomia na Figura 1 que ilustra essa situação com “Compras_Revenda” e seguiu o mesmo modelo para todas as operações organizacionais, não mostradas aqui por questão de espaço.

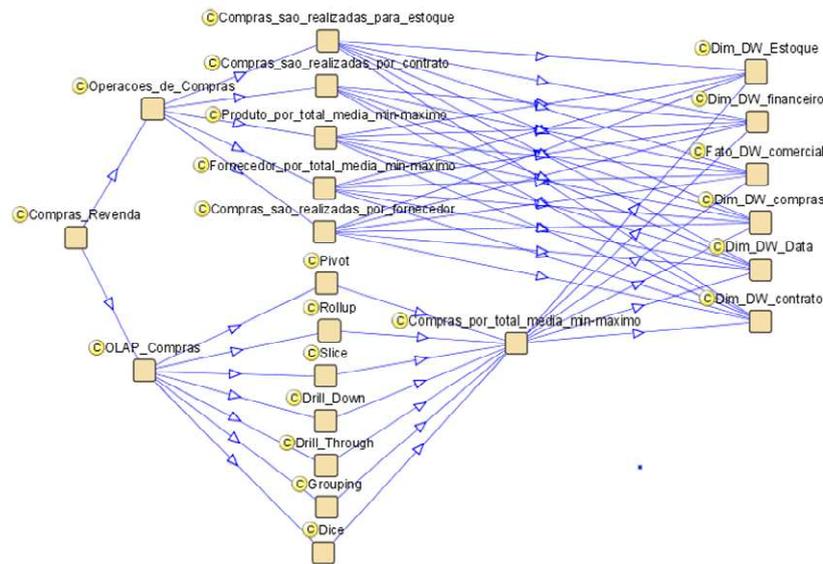


Figura 1. Parte da taxonomia de termos da ontologia.

A matriz de barramento na Figura 2 foi especificada pelos seguintes elementos:

I) Processos de negócios e consultas OLAP: trata-se de um grupo de colunas que representa as atividades formadas por operações organizacionais, consultas decisórias, fontes dimensionais e técnicas OLAP. A saber:

1) **Operações organizacionais** - são específicas de competências departamentais, referentes às atividades meio e fins nas organizações empresariais. Em geral, as operações organizacionais ou departamentais, no conjunto das consultas decisórias, dão origens aos DM's, que são orientados por assunto.

As operações organizacionais da matriz de barramento dinâmica, indicadas abaixo, foram originadas pelos BD's de produção (em parênteses), que representaram atividades departamentais: a) compras para revenda (BD compras e vendas); b) contratos de compras (BD gestão de contratos); c) vendas comerciais (BD compras e vendas); d) transporte *delivery* (BD logística de entregas); e) produtos estocados (BD compras e vendas); e, f) finanças (BD compras e vendas).

2) **Consultas decisórias** - são orientações relativas aos processos de negócio, que auxiliam nas tomadas de decisões através das dimensões, fatos e atributos relacionados, descritos com aspectos qualitativos ou quantitativos. Servem para auxiliar o tomador de decisão nas formulações de perguntas que serão respondidas pelas técnicas OLAP em conformidade com os cubos multidimensionais.

3) **Fonte** - a matriz de barramento traz orientações para utilização das dimensões ou fatos. A depender da consulta requerida, poderão ser empregadas somente dimensões para respostas qualitativas ou, dimensões e fatos para respostas com mensurações e totalizações. Esta orientação ajuda na construção do cubo multidimensional com a indicação de quais dimensões, fatos e atributos farão parte da consulta segundo a técnica indicada de OLAP.

4) **OLAP** - é a indicação sugestiva da técnica mais adequada de OLAP, para obtenção da resposta requerida de acordo com o processo de negócio, a operação organizacional, as dimensões e fatos selecionados.

II) Dimensões e fatos: representam todas as entidades lógicas do modelo estrela do DW. A escolha das dimensões deve refletir as operações organizacionais representadas nos BD's fontes. Recomenda-se os seguintes passos:

1) **Determinar a tabela fato** - trata-se da definição de granularidade do DM/DW e tem como objetivo o armazenamento dos quantitativos, valorativos e aditivos. Sua denominação neste trabalho é *Fat_dw_Comercial*.

2) **Identificar os processos de negócios** – trata-se de fluxos de informações em uma operação organizacional que podem ser formados por várias dimensões. São representadas pelas consultas decisórias e sugerem a técnica OLAP mais apropriada para obtenção de resposta adequada à decisão.

A estruturação dos DM's seguiu a mesma orientação aplicada na integração dos BD's. E foi empregada a estratégia *bottom-up* pela rápida implementação, privilégio aos processos de negócios e direcionamento mais fácil para as consultas.

3) **Determinar as dimensões que devem ser originadas das operações organizacionais.** Neste modelo as entidades foram nomeadas usando-se o prefixo “**Dim_**” para melhor identificação no esquema estrela e implementação física. Essas entidades dimensionais são: *Dim_Contrato*, *Dim_Compras*, *Dim_Finanças*, *Dim_Estoque*, *Dim_Vendas*, *Dim_Logística*, *Dim_Contrato*, *Dim_Data*.

A tabela de dimensão *Dim_Data* é especial e armazena a série de tempo do histórico de registros contidos nos BD's fontes. Seus atributos são especiais e servem também para auxiliar na granularidade dos DM's/DW.

Na aplicação prática, foram utilizados três bancos de dados departamentais dos setores de (1) BD - gestão de contratos, (2) BD - compras e vendas e, (3) BD - logística de entregas, todos sem integração (ver Figura 3). Cada BD foi analisado em separado e depois integrados segundo a atividade comercial, para melhor compreensão dos requisitos, definição da taxonomia e processo de modelagem.

Processos de negócios e consultas OLAP				Dimensões e fato									
Operações organizacionais	Consultas decisórias	Fonte	OLAP	Dim_Compras	Dim Contrato	Dim_Estoque	Dim_Vendas	Dim_Financeiro	Dim_Transporte	Dim_Data	Fat dw_Comercial		
Compras para revenda	Compras são realizadas por fornecedor por: região, cidade, bairro, produto, funcionário, período, contrato.	Busca em dimensões	Dice, Crosstab, Pivot, Grouping, Roll-up	X	X	X		X		X	X		
	Compras são realizadas por contrato por: região, cidade, produto, cliente, fornecedor, período, funcionário.			X	X		X		X	X			
	Compras são realizadas para estoque: por produto, funcionário, cliente, período, contrato.			X	X	X		X	X	X			
Contratos de compras	Contratos são emitidos por fornecedores por: região, produto, funcionário, cliente, período, aditivo.			X	X		X		X	X			
Vendas comerciais	Vendas são realizadas para cliente: por região, cidade, produto, funcionário, fornecedor, período, contrato.							X	X	X	X	X	X
	Vendas são realizadas por produto por: região, cliente, funcionário, fornecedor, período, contrato.						X	X	X	X	X	X	X
	Vendas são realizadas por Setor de Vendas por: região, cidade, cliente, vendedor, período, contrato.						X	X	X	X	X	X	X
Transporte delivery	Transporte por: origem, destino, produto, loja, cidade, veículo.							X	X		X	X	X
Compras para revenda	Compras por: total, média, min-máximo, contagem por período, região, fornecedor, clientes, produto, vendedor.			Busca em fatos e dimensões	Dice, Crosstab, Pivot, Grouping, Roll-up, Drill-down, Drill-Through	X	X	X		X		X	X
	Produto por: total, média, min-máximo, contagem por período, região, fornecedor, cliente, vendedor.					X	X	X		X		X	X
	Fornecedor por: total, média, min-máximo, contagem por período, região, produto, cliente, vendedor.	X	X			X		X		X	X		
Vendas comerciais	Vendas por: total, média, min-máximo, contagem por período, região, cidade, clientes, produto, vendedor, loja.						X	X	X	X	X	X	X
	Produto por: total, média, min-máximo, contagem, região, fornecedor, cliente, vendedor, loja.						X	X	X	X	X	X	X
	Cliente por: total, média, min-máximo, contagem por período, vendas, região, produto, cliente, vendedor, loja.						X	X	X	X	X	X	X
Transporte delivery	Transporte por: total, média, min-máximo, contagem por vendas, cliente, região, loja, produto, vendedor.							X	X		X	X	X
Produtos estocados	Estoque por: produto, compras, vendas, fornecedor, região, loja, período, quantidade estoque, total estoque, média, min-máximo, ressuprimento, classificação.					X	X	X	X		X	X	X
Finanças	Movimento Financeiro por: pagamento, recebimento, valores em estoque, período, vendas, produtos, lojas, região, cidade.					X	X	X	X		X	X	X

Figura 2. Matriz de barramento dinâmica.

O (1) BD-gestão de contratos é um repositório para auxiliar na gestão dos contratos de vendas de mercadorias, para atendimento a pedidos de clientes. No (2) BD - compras e vendas são registradas as movimentações quantitativas e financeiras na gestão do comercial. Nas compras, há o pagamento e o recebimento de mercadorias dos fornecedores, a disponibilização dos produtos para as vendas com o devido recebimento financeiro. Toda venda gera contrato, aditivos e fretes para entrega de produtos, tem um supervisor para acompanhamentos por *delivery* até o endereço do cliente. A entrega é registrada no (3) BD - logística, que registra as cargas, origem e destino, os abastecimentos dos veículos e o motorista responsável.



Figura 3. BD's fontes para carga em DM's/DW.

Os DM's foram estruturados na arquitetura ROLAP. A saber: (1) DM - compras, (2) DM - vendas e logística, e (3) DM - finanças, conforme ilustra a Figura 4. A integração dos DM's foi realizada pela granularidade representada no modelo, correspondente a um item de produto, que sempre está presente tanto no pedido de compra, na nota fiscal de venda, na entrega por *delivery* e no recebimento financeiro.

Um item de produto através de seu código permite associar os três BD's fontes, representando o ciclo das atividades empresariais, ou seja: início do processo de compra, emissão do contrato de compra, o pagamento dos produtos comprados e o recebimento em estoque. Depois, a disponibilização do estoque às vendas, que fazem entregas de mercadorias com o devido recebimento financeiro. E, por fim, habilita-se um novo processo de compra para ressuprimento.

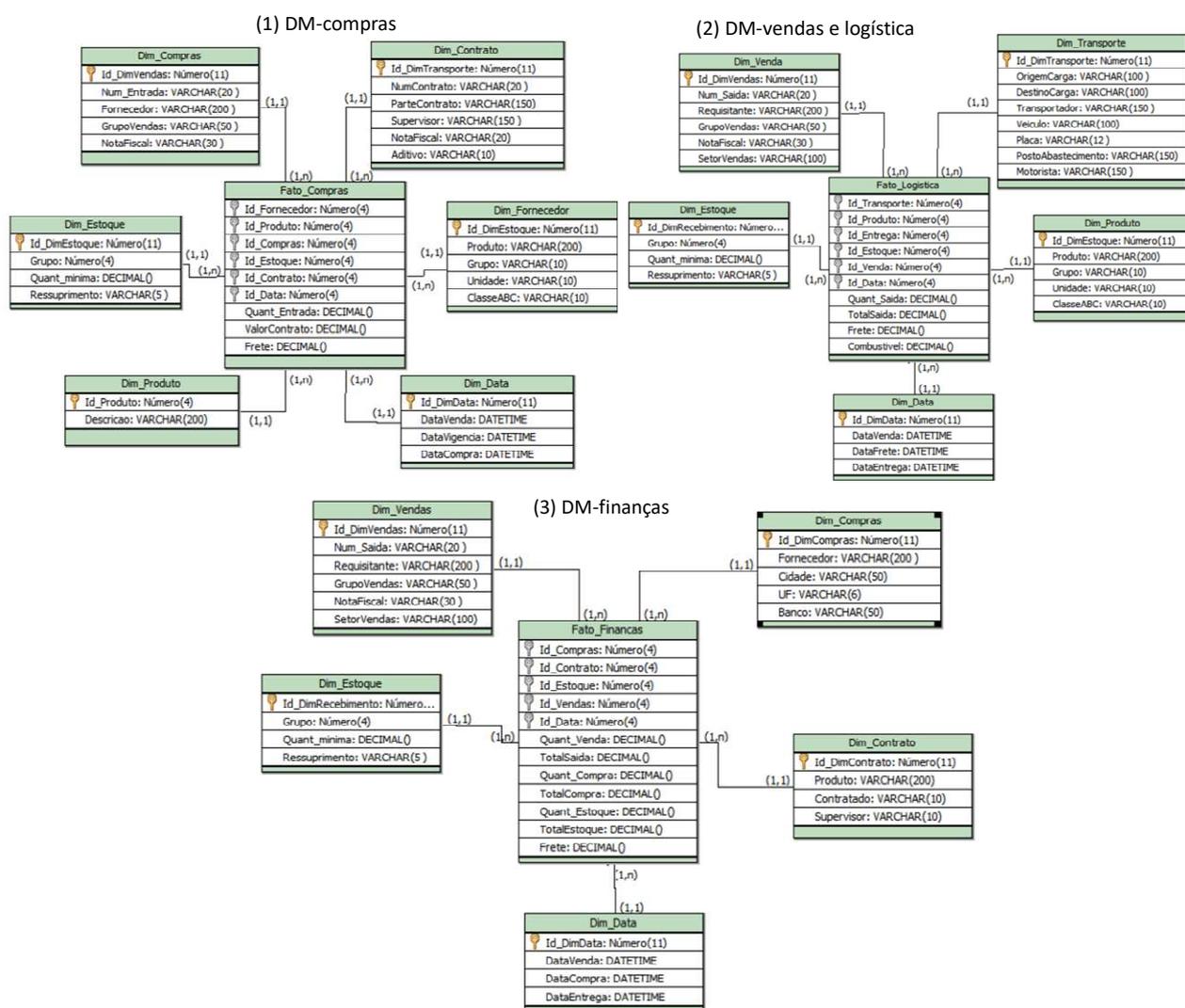


Figura 4. DM's estruturados no modelo lógico.

Após integração de todos os DM's apresentados modelou-se o esquema estrela do DW. Esse modelo completo foi capaz de responder às questões gerais de todos os setores, fazendo as combinações necessárias entre o fato e as suas dimensões. O modelo está representado na Figura 5 e serviu de suporte geral à empresa onde pode ser fonte maior de informações, pois englobou as áreas envolvidas.

Como um exemplo ilustrativo, baseado na notação da álgebra multidimensional para modelagem lógica, imaginou-se que os usuários precisavam conhecer informações sobre compras e seus fornecedores, locais, períodos, quantitativos e valores. Ou seja, dados correspondentes aos fatos $M = \{quantidade_produtos, valor_total_compras\}$ e nas dimensões DATA, COMPRAS e FORNECEDOR.

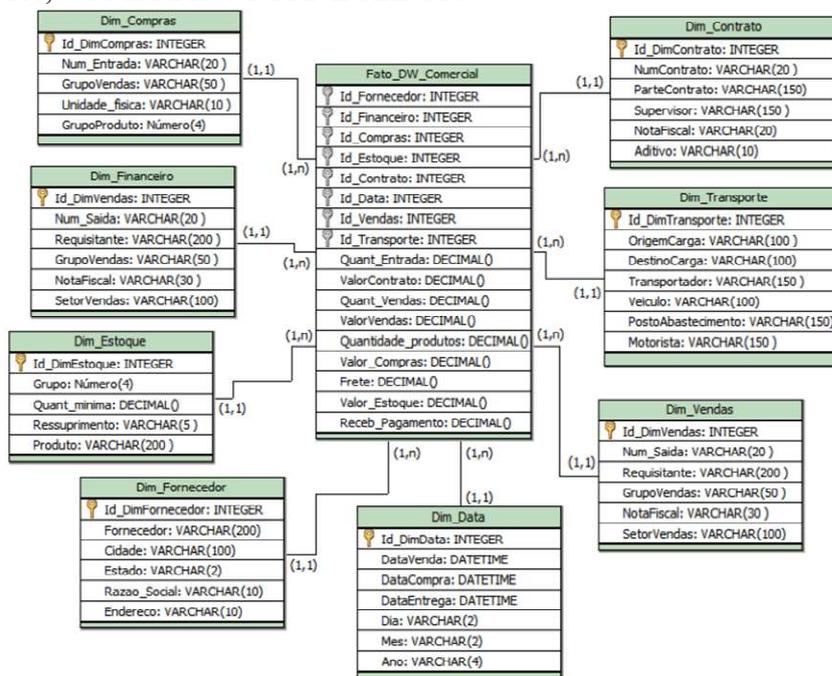


Figura 5. Modelo lógico do DW.

Em outras palavras, eles estavam interessados em questionar: “Quais os totais de compras para um produto em determinado fornecedor, por local, durante certo intervalo de tempo?” (Questão que envolve as três dimensões.). A dimensão DATA contém as propriedades dia, mês e ano. A dimensão COMPRAS tem as propriedades fornecedor, grupo de produtos e unidade física. E a dimensão FORNECEDOR tem: razão social, endereço, cidade e estado. Na entidade fato estão os dados numéricos da quantidade de produtos e total de compras. Desta forma, obteve-se: $A = \{dia, mes, ano, fornecedor, grupo_produto, razao_social, unidade_fisica, endereco, estado, cidade, quantidade_produtos, valor_compras\}$.

Cada entidade foi descrita por propriedades específicas e estavam disjuntas mutuamente. Respeitando a notação citada, o cubo multidimensional ficou assim definido: $f(DATA) = \{dia, mes, ano\}$;

$f(COMPRAS) = \{fornecedor, grupo_produto, unidade_fisica\}$;

$f(FORNECEDOR) = \{razao_social, endereco, estado, cidade\}$;

$f(FATOS) = \{quantidade_produtos, valor_compras\}$.

Foi possível representar a consulta pela notação algébrica resumida e instrução de SQL seguinte:

$$V = \pi(\text{dia, mês, ..., } d_n, G_{d, \text{sum}(\text{valor_compras})}) \sigma \text{ Dim_Data|X| (id_data= iddimdata)}$$

Fato_DW_Comercial and ... (r_1, r_2, \dots, r_m)

```
SELECT dia, mes, ano, fornecedor, grupo_produto, unidade_fisica, razao_social, endereco, estado, cidade,
quantidade_produtos, format(Sum(valor_compras), 2) as Total_Compras
FROM dim_data, dim_compras, dim_fornecedor, fato_dw_comercial
WHERE id_data=iddimdata and id_compras=iddimcompras and id_fornecedor=iddimfornecedor
GROUP BY dia, mes, ano, fornecedor, grupo_produto, unidade_fisica, razao_social, endereco, cidade, estado,
quantidade_produtos WITH ROLLUP
```

4. Considerações finais

O presente trabalho apresentou uma abordagem para possibilitar melhoras no processo das modelagens conceitual e lógica em *data warehousing*, baseado na integração de uma ontologia e a matriz de barramento.

Esta metodologia foi adotada na simulação realizada com fontes de dados de uma empresa comercial, com obtenção de resultado satisfatório, quando o propósito foi aproveitar os requisitos do domínio na linguagem e noção do usuário final e, espelhar fielmente os termos e processos de negócio nas consultas multidimensionais.

Como trabalho futuro, pretende-se ministrar e avaliar esta abordagem no ambiente ensino-aprendizagem para medir a aceitação e implementar uma ferramenta didática para o aprendizado e disponibilizar em domínio público.

Referências

- Borba, S. D. F. P., & Morales, A. B. T. (2006). Aplicação de Banco de Dados Orientado a Objetos na Modelagem Multidimensional. In *SBDD* (pp. 132-146).
- Fernández-López, M., Gómez-Pérez, A., & Juristo, N. (1997). Methontology: from ontological art towards ontological engineering.
- Gruber, T. R. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge acquisition*, 5(2), 199-221.
- Kimball, R., & Ross, M. (2013). *The data warehouse toolkit: The definitive guide to dimensional modeling*. John Wiley & Sons.
- Musen, M.A. The Protégé project: A look back and a look forward. *AI Matters*. Association of Computing Machinery Specific Interest Group in Artificial Intelligence, 1(4), June 2015. DOI: 10.1145/2557001.25757003.
- Noy, N. F., & McGuinness, D. L. (2001). *Ontology development 101: A guide to creating your first ontology*.
- Rubin, D. L., Noy, N. F., & Musen, M. A. (2007). Protégé: a tool for managing and using terminology in radiology applications. *Journal of digital imaging*, 20(1), 34-46.
- Thomas, H., & Datta, A. (2001). A conceptual model and algebra for on-line analytical processing in decision support databases. *Information Systems Research*, 12(1), 83-102.