

Aplicação das Tecnologias SIG e OLAP sobre as Bases de Dados do IBGE como Ferramenta de Suporte à Decisão para Administração Municipal

Eneida Arendt (FSMA) ⁽¹⁾
Alan Carvalho Galante (FSMA) ⁽¹⁾
Jorge Luís Nunes e Silva Brito (UERJ) ⁽²⁾

(1) Faculdade Salesiana Maria Auxiliadora (FSMA)
Rua Monte Elísio, Sem Número – Visconde de Araújo - Macaé/RJ
alancarvalho@gmail.com
e.arendt@globo.com

(2) Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Computação – Geomática
Rua São Francisco Xavier, 524 – Maracanã
Rio de Janeiro – RJ – CEP 20559-900
jnunes@uerj.br

RESUMO

Este artigo tem como objetivo mostrar o desenvolvimento de um Sistema de Suporte à Decisão para administração de municípios brasileiros a custo zero. Para isso, integram-se as tecnologias de *Datawarehouse*, OLAP e SIG, utilizando-se a base de dados disponibilizada pelo IBGE para fornecer ao usuário uma ferramenta de consultas "ad-hoc", apresentando resultados através de tabelas e/ou mapas, de maneira simples e eficiente.

Palavras chaves: Sistemas de Suporte à Decisão; *Datawarehouse*; OLAP; Sistemas de Informação Geográfica; Bases de Dados Censitários; IBGE

ABSTRACT

This paper shows a Decision Support System development for any brazilian county. The system is free of any costs research. For doing so, one uses the datawarehouse, OLAP and GIS technologies all together with the IBGE's database to give to the user a query building tool, showing the results in maps or/and tables format, on a very simple and efficient way.

Keywords: Decision Support System; DataWarehouse; OLAP; DataMining; Geographic Information Systems; IBGE

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa representa um estudo de um curso de graduação de uma faculdade de Sistemas de Informação do município de Macaé, e a continuidade de um projeto de dissertação de Mestrado onde o objetivo foi construir um Sistema de Suporte à Decisão voltado para o mesmo município.

A estratégia utilizada para o desenvolvimento desta pesquisa é a aplicação das tecnologias de *Datawarehouse*, OLAP e SIG tendo como insumo os dados da Base de Informações por Setor Censitário do Censo Demográfico de 2000, coletados e processados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

(IBGE). Isso possibilita ao administrador municipal o cruzamento e a análise dos diversos tipos de dados com o propósito de extrair informações para a tomada de decisão no contexto municipal.

Tendo o levantamento do Censo Demográfico 2000 do IBGE como fonte de dados para o projeto, este sistema visa a atender municípios brasileiros com mais de 25.000 habitantes, o que totaliza um potencial de sua aplicação para 1.058 municípios.

Como resultados e benefícios práticos do sistema ora proposto, destaca-se a possibilidade de os administradores de municípios que não possuam uma Base de Dados proprietária valerem-se dos dados censitários do IBGE para obter, a custos baixos,

respostas às consultas que os auxiliem na tomada de decisão em prol de seus municípios.

2 SISTEMAS DE SUPORTE À DECISÃO

Comumente as empresas e as organizações, sejam elas públicas ou privadas, produzem, diariamente, um grande número de dados sobre seu negócio. Esses dados correspondem a uma fonte rica de informações a respeito de seu histórico, mas que, de forma desorganizada, são só dados.

Os Sistemas de Suporte à Decisão (SSD) são aplicações desenvolvidas para retirar destes dados informações complexas para auxiliar na tomada de decisões tanto a nível tático quanto estratégico.

Entre as aplicações usadas em um SSD estão as tecnologias de *Datawarehouse*, Data Mining, OLAP e Sistemas de Informações Geográficas.

2.1 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Segundo Elmasri e Navathe (2000), os sistemas de informação geográfica (SIG) são utilizados para coletar, modelar, armazenar e analisar informações que descrevem propriedades físicas do mundo geográfico. O escopo do SIG abrange amplamente dois tipos de dados: dados espaciais, originados a partir de mapas, imagens digitais, fronteiras administrativas e políticas, estradas, redes de transporte, dados físicos, como rios, características de solo, regiões climáticas, elevações; e dados não espaciais, como dados sócio-econômicos (contagens de censo, por exemplo dados econômicos e informações de vendas ou de marketing).

Os requisitos funcionais das aplicações SIG se traduzem nos seguintes requisitos de banco de dados: (1) Modelagem e Representação de Dados: os dados de SIG podem ser amplamente representados em dois formatos: vetoriais e raster. Os dados vetoriais representam objetos geométricos, como pontos, linhas e polígonos. Assim, um lago pode ser representado por um polígono e um rio por uma série de segmentos de linha. Os dados raster são caracterizados por um arranjo de pontos no qual cada ponto representa o valor de um atributo para uma localização no mundo real; (2) Análise dos Dados: os dados podem ser submetidos a vários tipos de análise. Por exemplo, quando os dados de SIG são usados em aplicações de apoio à decisão, eles podem ser submetidos a operações de agregação e de expansão utilizando *data warehousing*. Além disso, operações geométricas (calcular distâncias, áreas, volumes), operações topológicas (calcular sobreposições, interseções, caminhos mais curtos) e operações temporais (calcular consultas baseadas no interior de regiões ou baseadas em eventos) são

envolvidas; (3) Integração de dados: os SIGs devem integrar ambos os dados vetoriais e raster de uma variedade de fontes. Às vezes, as arestas e as regiões são inferidas a partir de uma imagem raster para formar um modelo virtual ou, de maneira oposta, imagens raster, tais como fotografias aéreas, são utilizadas para atualizar modelos virtuais. Diversos sistemas de coordenadas, como o UTM (*Universal Transversal Mercator*), Coordenadas Geográficas (Lat,Long) e sistemas cadastrais locais são usados para identificar as localizações; (4) Captura de Dados: o primeiro passo no desenvolvimento de um banco de dados espacial para modelagem cartográfica é capturar a informação geográfica bidimensional ou tridimensional em uma forma digital, um processo que às vezes é impedido pelas características do mapa-fonte, como resolução, tipo de projeção, escalas do mapa, licenciamento cartográfico, diversidade das técnicas de medida e diferenças de sistemas de coordenadas. Os dados espaciais também podem ser capturados a partir de sensores remotos em satélites, como Landsat, o NORA, o *Advanced Very High Resolution Radiometer* (AVHRR), o IKONOS, dentre outros.

Para Elmasri e Navathe (2000) um SIG deve ser capaz de realizar as seguintes operações espaciais: interpolação, interpretação, análise de proximidade, processamento de imagens e análises de redes.

Outras funcionalidades de um banco de dados SIG envolvem: (1) Extensibilidade: exige-se que os SIGs sejam extensíveis para acomodar uma variedade de aplicações constantemente em evolução e os correspondentes tipos de dados; (2) Controle de qualidade dos dados: a qualidade dos dados da fonte é de suprema importância para proporcionar resultados precisos para as consultas; (3) Visualização: a apresentação gráfica da informação de terreno e a adequada representação dos atributos da aplicação para serem utilizados com ela.

Tais requisitos ilustram que os SGDBRs (Sistema Gerenciamento de Banco de Dados Relacional) ou os SGBDOOs (Sistema Gerenciamento de Banco de Dados Orientado a Objetos) padrões não satisfazem as necessidades espaciais de um SIG. É, necessário portanto, projetar sistemas que dêem suporte às representações vetoriais e raster, e à funcionalidade espacial, bem como às características de SGBD exigidas.

2.2 DATAWAREHOUSE

Immon (1992) caracterizou um *Datawarehouse* como “uma coleção de dados orientada por assunto, integrada, não-volátil, variante no tempo, que dá apoio às decisões da administração”.

Os *Datawarehouses* proporcionam acesso aos dados para análise complexa, descoberta de conhecimento e tomada de decisão. Segundo Silberschatz e Korth (1999) um *Datawarehouse* é um

repositório (ou arquivo) de informações coletadas em diversas fontes, armazenadas sob um esquema único, em um só local. Uma vez coletados, os dados são armazenados por um período longo, permitindo acesso a dados históricos. Assim, os Datawarehouses fornecem ao usuário uma interface única consolidada de dados, tornando mais fácil gerar consultas de suporte à decisão. Além disso, ao manter acesso às informações para suporte à decisão em um *Datawarehouse*, o responsável pela decisão evita que os sistemas de processamento de transações on-line sejam afetados pela carga de trabalho de suporte à decisão.

Algumas das características dos *Datawarehouses* são: (1) dimensionalidade genérica; (2) dimensões e níveis de agregação ilimitados; (3) operações interdimensionais irrestritas; (4) manipulação de matriz esparsa dinâmica; (5) arquitetura cliente-servidor; (6) suporte a multiusuário; (7) acessibilidade; (8) transparência; (9) manipulação de dados intuitiva; (10) desempenho consistente de relatório; (11) flexibilidade de relatórios.

Para Elmasri e Navathe (2000) o *Datawarehouse* utiliza o modelo multidimensional que tira proveito de relações inerentes aos dados para gerar dados em matrizes multidimensionais chamados de “cubos de dados”.

O modelo multidimensional possui basicamente dois tipos de tabela denominados, respectivamente, “tabela dimensão” e “tabela fato”. Nas tabelas dimensão armazenam-se as informações referentes às dimensões do modelo, enquanto que na tabela fato ficam armazenadas as medições relativas ao negócio da empresa.

Dois esquemas multidimensionais comuns são o de *estrela* e o *snowflake*. O esquema estrela consiste em uma tabela fato com uma única tabela para cada dimensão. O esquema *snowflake* é uma variação do esquema estrela, no qual as tabelas dimensionais de um esquema estrela são organizadas em uma hierarquia por meio de normalização.

Os *Datawarehouses* existem para facilitar as consultas complexas, intensivas em termos de dados e *ad-hoc* frequentes. De maneira adequada, eles têm que proporcionar um suporte às consultas muito maior e mais eficiente do que é exigido em um banco de dados transacional.

2.3 OLAP

O Processamento Analítico On-Line (*Online Analytical Processing - OLAP*) faz análises multidimensionais dos dados armazenados em um *Datawarehouse*. Tais análises buscam padrões em

diferentes níveis de abstração, ou seja, uma visão lógica dos dados.

OLAP é uma análise interativa, permitindo ilimitadas visões através de agregações em todas as dimensões possíveis. Permite obter informações e mostrá-las em tabelas de 2D e 3D, mapas e gráficos. Além disso, derivam-se análises estatísticas (razões, médias, variâncias) envolvendo quaisquer medidas ou dados numéricos entre muitas dimensões. Uma consulta OLAP é executada com um tempo de resposta pequeno, pois é manipulada em um SGBD com otimização para *Datawarehousing*.

Datawarehouses e OLAP são tecnologias complementares. O primeiro armazena e gerencia dados, enquanto o segundo transforma os dados em informação estratégica.

O OLAP abrange desde a navegação básica e cálculos até análises de séries de tempo e modelagem complexa.

2.4 POSTGEOOLAP

Segundo COLONESE(2004) a ferramenta *PostGeoOlap* é uma aplicação OLAP que trabalha sobre um Banco de Dados Objeto-Relacional Espacial - o *PostGreSql* acrescido do *PostGIS* (extensão Espacial para o *PostGreSql*). Ele executa todas as funcionalidades analíticas e geográficas sobre um *Datawarehouse*, tornando realidade a modelagem unificada por meio de estereótipos.

O *PostGeoOlap* foi desenvolvido em linguagem VB.Net e a visualização dos dados em mapas é executada pelo componente *PlanetGIS*, mas poderia ser obtida por meio de qualquer outra ferramenta ou componente gráfico capaz de receber coordenadas e plotá-las, já que nenhuma capacidade de processamento gráfico é requerida do tal componente de visualização, pois todo o processamento, inclusive o geográfico, é realizado pelo SGBD Espacial.

A integração das tecnologias geográficas e analíticas traz como grande vantagem a simplificação de todo o processo de desenvolvimento: da modelagem unificada até a implementação da aplicação final.

Além disso, a utilização de componentes de código aberto ou gratuito viabiliza seu uso por muitas organizações antes limitadas pelos altíssimos custos de aquisição ou licenciamento impostos por tais sistemas.

3 BASE DE DADOS IBGE – CENSO 2000

Os censos populacionais constituem a única fonte de informação sobre a situação de vida da

população nos municípios e localidades. As realidades locais, rurais ou urbanas, dependem dos censos para serem conhecidas e atualizadas.

Os censos produzem informações imprescindíveis para a definição de políticas públicas estaduais e municipais e para a tomada de decisões de investimento, sejam eles provenientes da iniciativa privada ou de qualquer nível de governo. Entre as principais utilizações dos resultados censitários estão as de: (1) acompanhar o crescimento, a distribuição geográfica e a evolução de outras características da população ao longo do tempo, fornecendo parâmetros para o cálculo da Previdência Social, entre outras estimativas; (2) identificar áreas de investimentos prioritários em saúde, educação, habitação, transporte, energia, programas de assistência à infância e à velhice, possibilitando a avaliação e a revisão da alocação de recursos do Fundo Nacional de Saúde (FNS), do Fundo Nacional de Educação (FNE) e de outras fontes de recursos públicos e privados; (3) selecionar locais que necessitam de programas de estímulo ao crescimento econômico e desenvolvimento social; (4) fornecer as referências para as projeções populacionais com base nas quais o Tribunal de Contas da União define as cotas do Fundo de Participação dos Estados e do Fundo de Participação dos Municípios; (5) fornecer parâmetros para conhecer e analisar o perfil da mão-de-obra em nível municipal, informação esta de grande importância para organizações sindicais, profissionais e de classe, assim como para decisões de investimentos do setor privado; (6) fornecer parâmetros para selecionar locais para a instalação de fábricas, *shopping centers*, escolas, creches, cinemas, restaurantes, etc.; (7) fundamentar diagnósticos e reivindicações, pelos cidadãos, de maior atenção dos governos estadual ou municipal para problemas locais e específicos, como de insuficiência da rede de água e esgoto, de atendimento médico ou escolar, etc.; (8) subsidiar as comunidades acadêmica e técnico-científicas em seus estudos e projetos.

Os dados pesquisados através do questionário simplificado do Censo Demográfico 2000 foram agregados ao nível de Setor Censitário, o nível mais específico, o que corresponde à menor unidade de informação. São 520 variáveis selecionadas, classificadas no grande tema “População e Condições de vida”.

Entre outras variáveis estão: população por sexo e faixa etária, nível de escolaridade e características do domicílio como abastecimento de água ou esgotamento sanitário.

A Base de Informações por Setor Censitário cobre 1058 municípios com mais de 25.000 habitantes.

4 PROPOSTA

A proposta do presente trabalho é reunir os dados levantados no Censo 2000 do IBGE em um repositório de dados de modo que se possa retirar destes – utilizando-se a tecnologia OLAP – informações importantes para o apoio à gestão na administração municipal.

O diferencial é que este sistema atende desde municípios com mais de 25.000 habitantes que não possuem nenhuma base de dados própria até aqueles que desejam agregar aos dados do Censo 2000 suas informações oriundas de diversos setores, departamentos e secretarias em uma base de dados única.

A Base de Dados por Setor Censitário do Censo 2000 contempla informações importantes a respeito das famílias brasileiras como: condições de domicílio, tipo de abastecimento de água, esgoto sanitário, destino do lixo, rendimento mensal, escolaridade e faixa etária, assim como informações geográficas do setor censitário.

5 A MODELAGEM DO SSD

A Base de Informações por Setor Censitário do Censo Demográfico 2000, adquirida diretamente com o IBGE no formato de CDs, será a fonte dos dados na modelagem do *Datawarehouse*.

Para visualização dos dados diretamente dos CDs é necessário a instalação do software EstatCart – Sistema de Recuperação de Informações Georreferenciadas do IBGE.

As informações contidas nestes CDs serão a fonte para modelagem do *Datawarehouse*.

5.1 Tabela Fato

Todo modelo multidimensional tem por objetivo ter algum elemento como sendo a base de consulta do sistema. Esta base de consulta é denominada tabela fato. É sobre esta tabela que se faz as consultas necessárias do sistema.

O foco de consulta é o domicílio, que é a base de informação oferecida pela base de dados do IBGE. Logo, para esta tabela foi dado o nome de **Domicílio** que possui atributos quantitativos em relação aos moradores do domicílio, tal como quantidade de filhos, quantidade de netos, quantidade de homens, quantidade de mulheres, etc, conforme pode ser visto na figura 1.

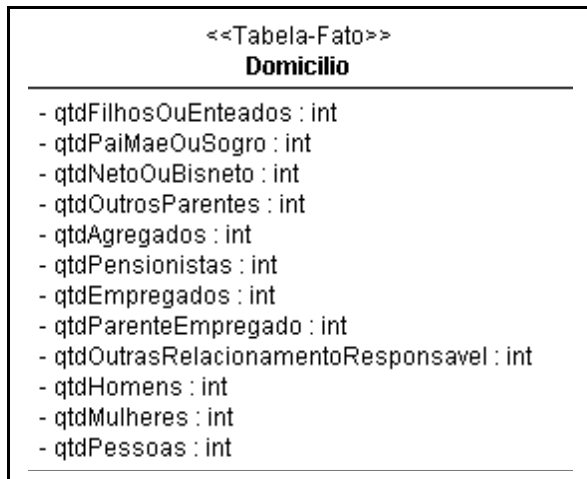


Figura 1. Tabela Fato Domicilio

É importante observar que nesta tabela existe a presença somente de dados sumarizados, e que o domicílio representa a menor granularidade de consulta que se pode fazer sobre o modelo.

5.2 Tabelas Dimensão

Entende-se por dimensão os diversos pontos de vista que se pode ter sobre a tabela fato. Ou seja, são as diversas análises que podem ser feitas sobre o domicílio, no modelo do presente artigo.

Conforme pode ser visto na Figura 2, as dimensões que compõem o modelo multidimensional são: SituaçãoDomicilio, EscolaridadeResidentes, FaixaIdade, NivelEscolaridade, SetorCensitario, SubDistrito, Distrito e Tempo.

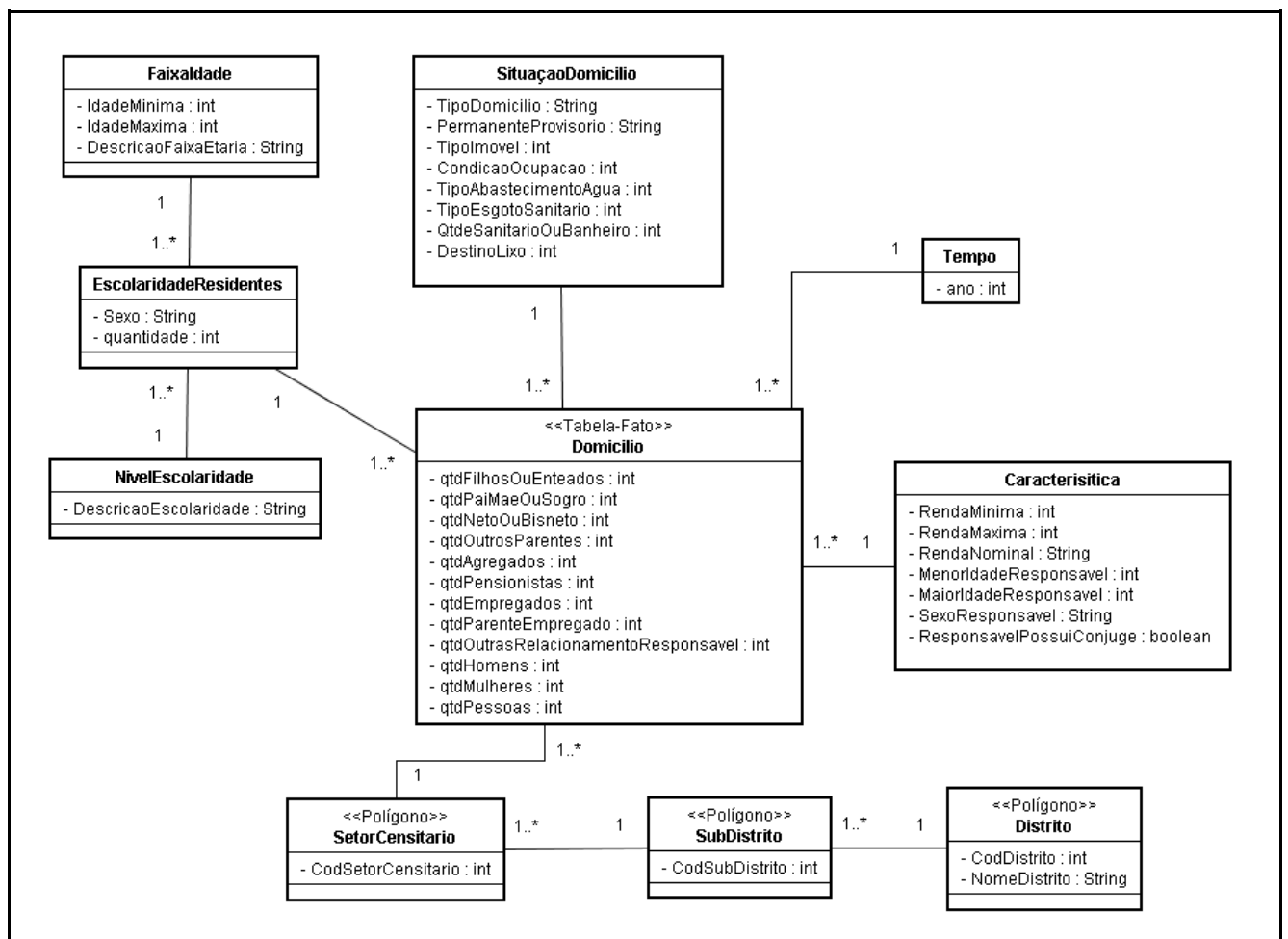


Figura 2. Modelo Lógico do Datawarehouse.

A dimensão **SituaçãoDomicilio** (figura 3) representa todas as informações sobre as condições do domicílio onde: (1) **TipoDomicilio**: indica se o domicílio é particular ou coletivo; (2) **PermanenteProvisorio**: indica se o domicílio é permanente ou provisório; (3) **TipoImovel**: indica se o domicílio é casa, apartamento ou cômodo; (4) **CondicaoOcupacao**: indica se o domicílio é próprio quitado, próprio em aquisição, alugado, cedido por empregador, cedido por outros ou que outras condições; (5) **TipoAbastecimentoAgua**: indica se o domicílio possui abastecimento de água da rede geral, da rede geral canalizada no mínimo em um cômodo, rede geral canalizada somente na propriedade, poço ou nascente na propriedade, poço ou nascente na propriedade canalizada no mínimo em um cômodo, poço ou nascente na propriedade canalizada somente no terreno, não canalizada ou outros; (6) **TipoEsgotoSanitario**: indica se o esgotamento sanitário do domicílio é feito em rede geral de esgoto ou pluvial, fossa séptica, fossa rudimentar, vala, rio, lago ou mar ou se possui outro tipo de escoamento; (7) **QtdeSanitarioOuBanheiro**: indica se o domicílio possui ou não sanitários ou banheiros e a quantidade deles; (8) **DestinoLixo**: indica se o destino do lixo no domicílio é coletado, coletado por serviço de limpeza, coletado em caçamba por serviço de limpeza, queimado na propriedade, enterrado na propriedade, jogado em terreno baldio ou logradouro, jogado em rio, lago ou mar ou existe outro destino.

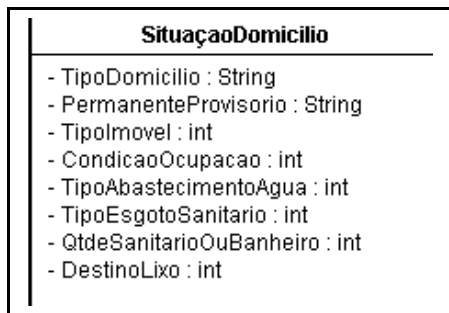


Figura 3. Dimensão SituaçãoDomicilio.

A dimensão **EscolaridadeResidentes** (figura 4) é composta das tabelas **FaixaIdade** e **NivelEscolaridade** que, relacionadas, tratam da idade, sexo e escolaridade dos atributos da Tabela Fato.

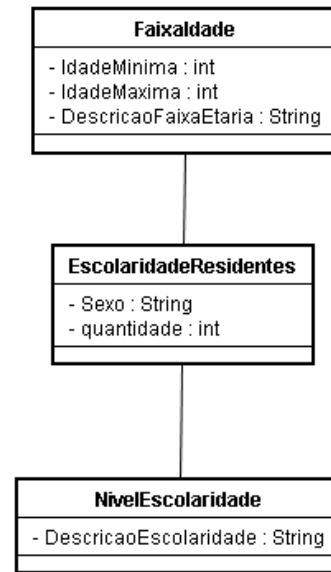


Figura 4. Dimensão EscolaridadeResidentes.

As dimensões **Distrito**, **SubDistrito** e **SetorCensitario** (figura 5) representam juntas a dimensão espacial do modelo multidimensional proposto. O Distrito é composto de Sub-distritos, que é composto por setores censitários. Sabendo-se que Distrito, Sub-distrito e Setor Censitário são unidades geográficas do tipo polígono, estas serão representadas com ajuda de estereótipos. Além dos estereótipos as camadas possuem os atributos que representam o próprio código gerado pelo IBGE.

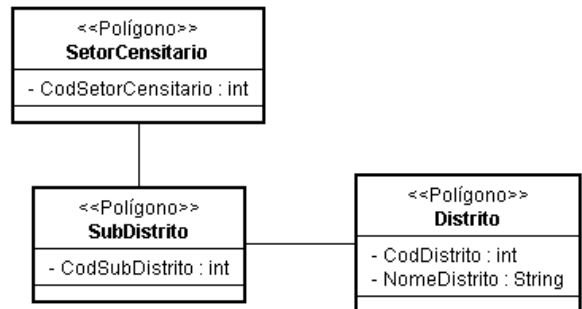


Figura 5. Dimensão Espacial do Modelo Multidimensional.

A dimensão **Caracteristica** (figura 6) trata dos atributos do responsável pelo domicílio como renda, idade, sexo e se possui cônjuge.

Característica
- RendaMinima : int
- RendaMaxima : int
- RendaNominal : String
- MenorIdadeResponsavel : int
- MaiorIdadeResponsavel : int
- SexoResponsavel : String
- ResponsavelPossuiConjuge : boolean

Figura 6. Dimensão Característica.

A dimensão **Tempo** (figura 7) tem o propósito de armazenar a data em que os dados foram gerados (data de geração dos dados do IBGE), sendo assim possível avaliar os dados ao longo do tempo.

Tempo
- ano : int

Figura 7. Dimensão Espacial do Modelo Multidimensional.

6 VALIDAÇÃO DO MODELO PROPOSTO

Para validar o modelo proposto, foram elaboradas algumas questões cujas respostas podem ser importantes para auxiliar na identificação de alguns problemas e deficiências no município.

6.1 *Qual setor censitário que contempla maior número de pessoas (homens ou mulheres), com mais de 30 anos não-alfabetizadas?*

A resposta para essa questão é relevante quando o gestor pretende iniciar um projeto de alfabetização de adultos, então pode-se cruzar o atributo de quantidade de pessoas da tabela fato com a idade da dimensão **FaixaIdade** e escolaridade da dimensão **NivelEscolaridade** em um determinado **SetorCensitario**.

6.2 *Qual setor censitário contempla maior número de pessoas com idade inferior a 7 anos e que o responsável pelo domicílio é do sexo feminino?*

Com o crescimento de lares em que a mulher trabalha e é responsável pela família, aumenta a necessidade de deixar os filhos em creches. Para que os administradores municipais possam identificar áreas com maior necessidade destas instituições, podemos selecionar setores censitários (dimensão **SetorCensitario**) em que o responsável é do sexo feminino (dimensão **Característica**) e que possui filhos (tabela fato) menores de 7 anos de idade (dimensão **FaixaIdade**).

6.3 *Qual setor censitário em que o rendimento mensal é inferior a R\$ 200,00?*

Identificar as áreas mais carentes pode ser interessante para distribuição de recursos em programas de crescimento econômico e desenvolvimento social. Essas áreas podem ser identificadas cruzando a dimensão **SetorCensitario** e a quantidade de pessoas (tabela fato) que possuem renda máxima (dimensão **Característica**) em um valor estipulado.

6.4 *Quais as áreas que possuem domicílios onde o esgotamento sanitário é feito em vala, rio ou lago?*

Para descoberta de pontos de poluição por esgoto sanitário, cruza-se a tabela fato **Domicilio** com o atributo **TipoEsgotoSanitario** da dimensão **SituacaoDomicilio** e a dimensão **SetorCensitario**. Essa descoberta poderá auxiliar em projetos de recuperação do meio ambiente.

6.5 *Quais as áreas que possuem maior número de domicílios que não possuem condições mínimas de saneamento básico?*

No setor de saúde pública, a administração pode necessitar a investigação de áreas mais propensas a pessoas com determinado problema de saúde, causadas por não possuírem condições mínimas de saneamento básico. Para se obter essas informações pode-se relacionar o número de domicílios ou quantidade de pessoas da tabela fato **Domicilio** com os atributos **TipoAbastecimentoAgua**, **TipoEsgotoSanitario**, **QtdeSanitarioOuBanheiro** e **DestinoLixo** da dimensão **SituacaoDomicilio**.

6.6 *Quais as áreas contemplam o maior número de pessoas menores de 10 anos não-alfabetizada?*

Na área da educação é interessante localizar áreas onde as crianças até uma determinada idade não estão freqüentando o ensino fundamental. Para tanto, relaciona-se no modelo da Figura 2 a quantidade de pessoas (tabela fato) com os atributos das dimensões **FaixaIdade** e **NivelEscolaridade**.

7 CONCLUSÃO

Este artigo comprova a viabilidade do desenvolvimento de um sistema genérico, com dados de alta qualidade, sobre algumas características das famílias e domicílios brasileiros, aplicáveis a municípios que desejam obter respostas complexas sobre as condições de vida de seus moradores. Como o seu propósito é reunir dados e organizá-los para obter essas respostas, nele é possível agregar dados particulares do município como educação, saúde,

estradas, iluminação pública. Dessa forma, uma aplicação genérica extensível para atender a particularidades de um município.

Os benefícios de se obter essas respostas vêm de acordo com as definições da importância dos censos realizados pelo IBGE em que a administração municipal pode acompanhar o crescimento, a distribuição geográfica e a evolução de características da população ao longo do tempo, identificar áreas de investimentos prioritários em saúde, educação, habitação, programas de assistência à infância e velhice, selecionar locais que necessitem de programas de estímulo ao crescimento econômico e desenvolvimento social.

A possibilidade de desenvolvimento de uma aplicação de custo zero vem da filosofia do *Software Livre* que se fundamenta na troca de conhecimentos e de pensamentos que, tradicionalmente, podem ser encontradas no campo científico. As tecnologias aqui aplicadas (*PostgreSQL*, *PostGIS* e *PostGeoOLAP*) são aplicações gratuitas de código aberto e facilmente encontradas na Internet.

Este trabalho, assim que concluído, será disponibilizado com o código fonte na *Internet* para

qualquer município que estiver interessado, tanto para usá-lo somente com os dados oferecidos pelo IBGE quanto para agregar novas informações ao modelo proposto.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COLONESE, Giovanni. *Uma ferramenta aberta de desenvolvimento integrado de sistemas de informação para processamento analítico e geográfico*. Dissertação de Mestrado. Campos dos Goytacazes, Universidade Cândido Mendes, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Censo 2000*. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/censo/default.php>>. Acessado em 23/07/05.

INMON, W.H. *Building the Data Warehouse*. New York, USA: Wiley, 1992. Terceira Edição.

NAVATHE. S. B.; ELMASRI. R. *Sistemas de Banco de Dados*. USA: Addison Wesley, 2005.

SILBERSCHATZ, Abraham; KORTH, Henry F.; SUDARSHAN, S. *Sistema de Banco de Dados*. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 1999.