

# Geoprocessamento & OLAP

*Ciência e Tecnologia multiplicam-se ao nosso redor.  
Crescem tão rapidamente que passam a ditar as línguas  
com que falamos e pensamos. Ou aprendemos a falar  
essas línguas ou permaneceremos mudos.*

*(J. D. Ballard)*

*Magda Maria Guimarães de Andrade\**

O aprofundamento das tendências embrionárias da década de 1980 reflete-se nos dias atuais e sinaliza o surgimento de uma nova comunidade política de vanguarda da revolução digital.

Esta nova sociedade *on-line* engloba cidadãos participativos e extremamente informados sobre o mundo ao seu redor, sensíveis às questões sociais e políticas. Trata-se de uma sociedade em que a tecnologia não é vista como panacéia e sim como uma poderosa ferramenta de expressão individual, de democratização, de oportunidade econômica, de comunicação e de educação; em que a Internet é vista como a liberdade do homem para traçar seu próprio caminho.

O grande desafio dos dirigentes será saber como gerenciar as eventuais oportunidades em um mercado competitivo e em transmutação.

Neste novo contexto, a informação disponibilizada de forma fácil e ágil torna-se o maior bem da organização e obriga à redefinição da relação com os computadores, que deixam de ser máquinas de computação para se transformarem em poderosos veículos de comunicação.

Consciente da sua missão de informar, a Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da

Bahia (SEI) implantou uma proposta de informatização que disponibiliza, em todas os setores, o acesso às informações corporativas disponíveis; em que os usuários ou grupos de usuários trabalham em conjunto, independentemente da sua localização física, criando, editando e modificando dados em regime de tempo real.

## **Para sobreviver como referencial a SEI tem que se reestruturar permanentemente.**

A alternativa proposta consistiu na implantação do Sistema de Informações Geográficas da Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SIGSEI), um sistema corporativo que utiliza uma base de dados única, o que possibilita o acesso a recursos de gerenciamento de dados espaciais associados a informações socioeconômicas e a indicadores populacionais, utilizando um aplicativo capaz de produzir mapas temáticos, análises estatísticas e relatórios sobre a realidade dos municípios do Estado da Bahia.

A evolução nos recursos de tecnologia da informação é uma realidade que deve acompanhar a SEI de forma constante e com o propósito de manter viva sua missão. Para sobreviver como referencial a SEI tem que se reestruturar permanentemente.

## Antecedentes

A Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI), autarquia criada pelo Decreto 4.177, de 04/05/1995, mediante a fusão do Centro de Estatísticas e Informações (CÉI) e do Centro de Planejamento e Estudos (CPE), tem por finalidade prover a base e difundir informações socioeconômicas, estatísticas e geográficas, objetivando subsidiar a formulação de políticas governamentais.

Em maio de 1995, os recursos computacionais existentes na SEI encontravam-se tecnologicamente dispersos, o que caracterizava a existência de *ilhas de tecnologia*, e a dispersão dos sistemas em operação caracterizava a existência de *ilhas de informação*. Cerca de 80% das informações permaneciam no interior das gerências e apenas 20% delas eram compartilhadas.

Esse panorama configurava a seguinte situação:

- ambientes informatizados isolados, distintos quanto à plataforma e ao sistema operacional utilizado;
- sistemas de informações centralizados por gerências;
- armazenamento de dados em papel e planilhas eletrônicas;
- mapas limitados à produção de cartas impressas;
- oferta de serviços por publicações.

A concepção do ambiente de sistemas datava de 1991, sem a incorporação de alternativas tecnológicas e de tratamento de informações apropriadas.

## Infra-estrutura implantada

Visando proporcionar um incremento de eficácia com a introdução de novas facilidades funcionais, optou-se por uma solução estruturada no uso de novas tecnologias de tratamento de informação e baseada em necessidades identificadas, como:

- a) grande volume de informações alfanuméricas;
- b) consultas cruzadas de informações;
- c) existência de séries históricas (perfil do órgão voltado a dados estatísticos);
- d) elaboração, manutenção e análise de temas espaciais;

- e) análise de variados tipos de recursos sociais, ambientais e econômicos;
- f) visualização da distribuição espacial dos recursos do Estado da Bahia.

## Ambiente operacional

A revolução nas telecomunicações impulsionada pela liberalização e pela Internet está modificando a forma pela qual as pessoas vivem e trabalham.

Para atender a demandas de usuários com requisitos básicos de processamento geográfico que requerem velocidade na transmissão e certeza no recebimento da informação, faz-se necessária a utilização de tecnologias que propiciem desempenho eficiente no tráfego de vetores através da rede.

Assim, em face das necessidades identificadas e para atender à demanda de tráfego de informações, a infra-estrutura do sistema é uma solução composta de *hardware*, *software*, conversão de dados, desenvolvimento de aplicativos, treinamento de usuários, intranet/internet.

Na Intranet SEI (figura 1), o principal objetivo é que cada funcionário possa ter acesso a todo o "conhecimento" da organização através de seu computador. Com isso, é criado um fluxo interno de informação com o mínimo custo/tempo e esforço. Os átomos dos papéis são transformados em cadeias organizadas de *bits* que trafegam na rede local, o que possibilita a difusão mais eficiente das informações.

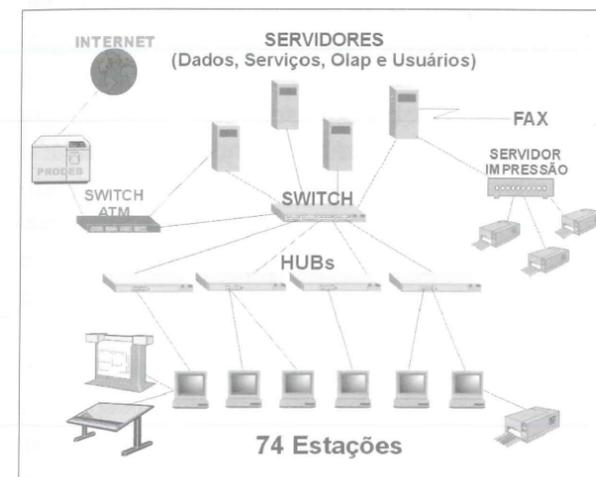
O canal de tráfego utilizado é a rede local heterogênea, com infra-estrutura padrão Ethernet (10/100 Mbps) e ambientes operacionais distintos: NetWare, Unix Solaris (para suportar áreas transacionais) e Windows NT (para suportar áreas analíticas) para servidores e para estações de usuários Windows 95/NT.

Encontram-se atualmente conectadas à rede 74 estações interligadas a oito *hubs* e a um *switch*. Ao *switch* estão conectados os seguintes servidores:

- a) 1 Servidor de Serviços para atender impressão, fax e backup inteligente
- b) 1 Servidor de Dados com o Sistema Gerenciador de Banco de Dados Relacional CA-OpenIngres
- c) 1 Servidor OLAP com o Oracle Data Mart Suite
- d) 1 Servidor de Usuários e Arquivos

O objetivo dessa nova forma de comunicação é viabilizar facilidades no acesso à informação, com a rede local assumindo uma nova função: prover fluxo de informação.

Figura 1 - Intranet SEI



## O Sistema de Informações Geográficas da SEI

O SIGSEI é um sistema corporativo que utiliza uma base de dados única, o que possibilita redução de custos, qualidade da informação e aumento de produtividade operacional. Permite ainda o acesso a um maior volume de informações no menor tempo possível, uma vez que combina a administração e a análise de dados, para transformá-los em informações úteis, a serem distribuídas por meio de redes e usadas para melhorar o processo de tomada de decisões.

A infra-estrutura do sistema possibilita o armazenamento e localização dos objetos espaciais e não-espaciais, das conexões, das associações, dos atributos, dos fluxos e das regras no sistema gerenciador de banco de dados relacional CA-OpenIngres.

No que diz respeito ao acesso, dada a amplitude e a diversidade do universo de informações tratadas pelo sistema, a determinação da granularidade dos dados é de fundamental importância, tendo em vista facilitar a interação com o usuário.

Dado o volume de informações, o sistema foi estruturado por grupos e subgrupos e, no que concerne à navegação, foram agrupadas em assuntos dentro dos grupos, de acordo com a hierarquia (estado, região, município).

As telas de acesso, objetivando facilitar a pesquisa, foram programadas para apresentar janelas com grupos e subgrupos (figuras 2 e 3).

Figura 2 - Tela dos Grupos

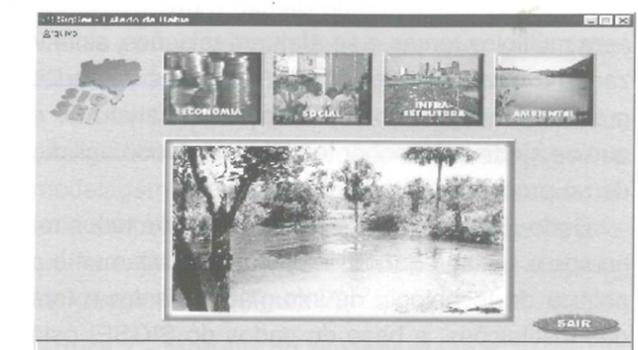


Figura 3 - Tela do Subgrupo Economia

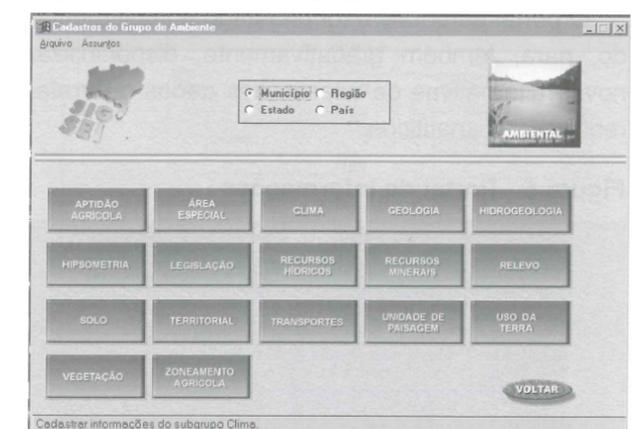
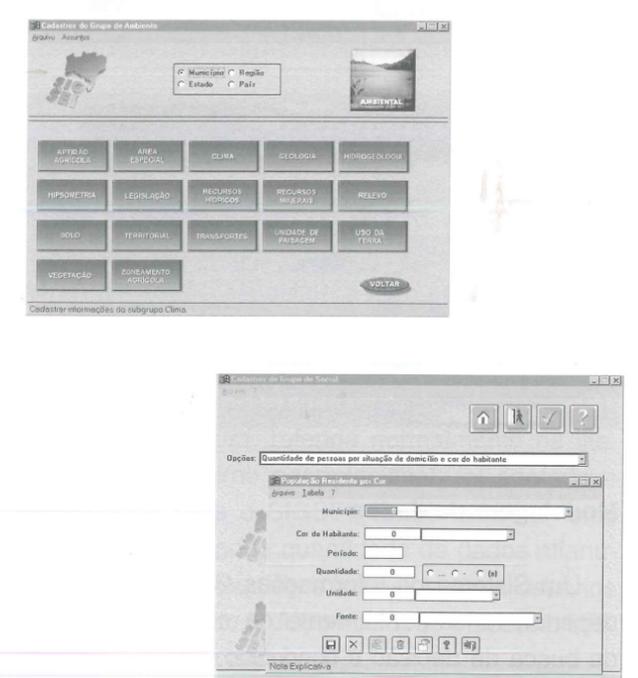


Figura 4 - Telas de manutenção dos dados

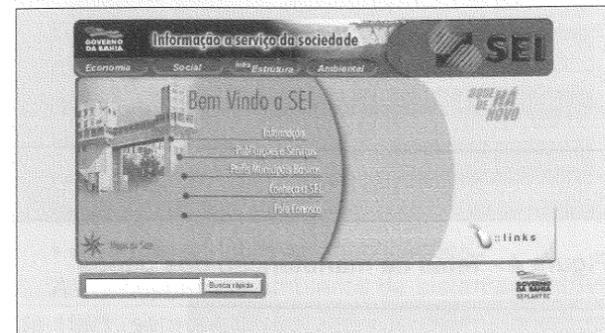


A disponibilização da informação é viabilizada apenas a pedido do usuário interessado: evita-se assim a geração de dados indesejáveis; permite-se a realização de análise espacial (baseada na estrutura topológica do banco de dados) e que se combinem múltiplos temas e se efetuem relações, sintetizando e mostrando resultados sob forma de dados gráficos e não-gráficos, de análises estatísticas, e que se ajude a descobrir tendências, dando agilidade ao processo de tomada de decisão.

Dado o uso crescente da Internet e de todos recursos a ela agregados, impactando diretamente a política de tecnologia de informação dentro e fora das instituições, a base de dados do SIGSEI está sendo gradativamente disponibilizada para consultas interativas.

O portal corporativo foi projetado e implementado, para, também gradativamente, disponibilizar novas alternativas de acesso aos dados georreferenciados e analíticos.

Figura 5 - Portal de Informações



### Modelagem de dados

Um Sistema de Informações Geográficas (SIG) depende fundamentalmente de como o processo de busca de decisão é conduzido. Faz-se necessá-

rio que as ferramentas, a estruturação da base de dados (alfanumérica e geoespacial), a homogeneidade dos dados e as estratégias de pesquisa sejam avaliadas e tratadas de forma tecnicamente corretas.

Independentemente da abrangência conceitual, um SIG possui como característica básica a integração de dois tipos diferentes de dados – gráficos e não-gráficos – que podem ser armazenados em ambientes distintos e tratados de forma diferenciada.

Atualmente, objetivando a facilidade de gerenciamento e performance, já estão sendo disponibilizados bancos relacionais ou objeto relacionais com capacidade de armazenar e gerenciar a estrutura topológica dos objetos geográficos.

Um SIG lida com dados geoespaciais (descrevem a forma geométrica de um objeto no espaço) e com dados não-espaciais (atributos descritivos). Os dados geográficos possuem geometria (localização no espaço) e semântica (atributos e operações), além de possuírem características temporais e origens distintas.

Segundo Chrisman (1997), a informação geográfica possui três componentes básicos: atributo, espaço e tempo, que possibilitam responder, respectivamente, a três perguntas: “o quê?”, “onde?” e “quando?”.

Em SIGs, a representação de objetos do mundo real é uma atividade complexa, porque envolve a discretização do espaço geográfico para a sua devida representação, apresentando grande dificuldade, principalmente na identificação dos inter-relacionamentos.

Segundo Elmasri & Navathe (1994), um modelo de dados é um conjunto de conceitos que podem ser usados para descrever a estrutura e as operações em um banco de dados.

Entretanto, um modelo de dados para aplicações geográficas tem necessidades adicionais, tanto em relação à abstração de conceitos e entidades, quanto ao tipo de entidades representáveis e seus inter-relacionamentos.

A modelagem de dados do SIGSEI foi executada segundo a metodologia de Análise Essencial de Yourdon, em que cada objeto do mundo real é representado como uma entidade. A descrição da entidade é feita através dos seus atributos, ou seja, através das suas características existentes no

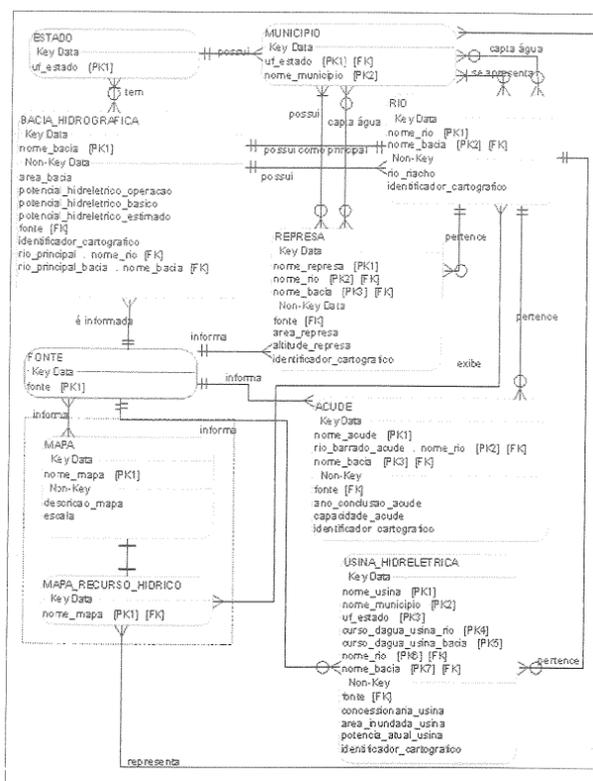
mundo real e que são necessárias no escopo do sistema e o relacionamento existente entre os objetos do mundo real é feito através de relacionamentos entre as Entidades (Almeida, 1997).

Baseado nesses conceitos é possível modelar uma base de dados relacional, seja ela formada por dados alfanuméricos ou espaciais (Almeida, 1997).

No SIGSEI os dados geoespaciais podem representar um tema (assunto). Cada tema pode ser classificado como básico ou derivado, ou seja, o tema derivado é uma espécie de composição de dados básicos. Um exemplo de tema derivado pode ser dado com a aptidão agrícola, ou seja, a combinação pedológica e climática para cada cultura. Assim, APTIDAO\_AGRICOLA é um tema composto dos temas básicos de SOLO, FAIXA\_ALTITUDE e CLIMA.

O CASE utilizado foi o System Architect, em face da não-disponibilidade no mercado, na época do projeto, de softwares de CASE voltados a metodologias de suporte a sistemas georreferenciados. Este CASE não possibilita a representação dos objetos geoespaciais através de pictogramas (figuras de ponto, linha ou polígono). Para suprir essa deficiência, foram utilizados os atributos especiais

Figura 6 - Modelagem dos relacionamentos geoespaciais

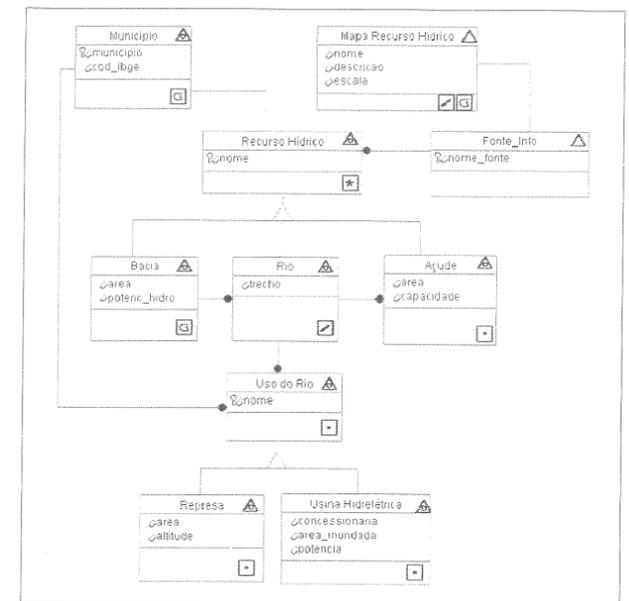


(“id\_cartográfico” e “domínio\_espacial”) que guardam as informações espaciais necessárias à modelagem (figura 6).

Vale ressaltar que a modelagem de dados contemplou todos os dados e relacionamentos relevantes para o escopo do projeto, quer para dados alfanuméricos quer para objetos geográficos.

Atualmente, objetivando uma melhor visualização gráfica dos dados geoespaciais, com base na modelagem original, está sendo elaborado um modelo conceitual da representação dos objetos geográficos, utilizando a metodologia Unified Modeling Language (UML) (figura 7).

Figura 7 - Modelo de representação dos objetos geoespaciais



### Arquitetura do sistema

Na especificação de um projeto, é possível conceber uma estrutura com capacidade própria de gerenciar dados espaciais e atributos ou utilizar a funcionalidade de gerenciadores de bancos de dados existentes para operarem acoplados com gerenciadores de dados espaciais (Almeida, 1997).

Essa arquitetura, referida normalmente na literatura técnica como georrelacional, foi adotada e especificada para o SIGSEI, tendo também sido motivada pela grande quantidade de dados alfanuméricos e pelos requisitos impostos pelos usuários no que diz respeito à disponibilidade e acessibilidade a esse tipo de dado.

Para o ambiente geográfico foi inicialmente utilizado ArcView e posteriormente MapInfo, objetivando-se a criação de cultura. Atualmente está sendo também utilizado o MicroStationJ com GeoGraphics. Para o gerenciamento de dados não-espaciais está sendo usado o CA-OpenIngres, em servidor RISC/SUN, sob o sistema operacional SOLARIS; como ferramenta de tratamento de informação orientada para resultados está sendo usada a solução OLAP (*On-line Analytical Processing*) da Oracle – Oracle Data Mart Suite em servidor NT, a fim de atender a demanda dos usuários em análises estatísticas e simulação de novas associações entre os dados, necessárias às gestões estratégicas.

Para disponibilização de mapas dinâmicos na Intranet/Internet foi inicialmente testado o ActiveMap e atualmente está sendo desenvolvido um protótipo com o ArcIMS.

Na cartografia digital convencional o MicroStationJ é usado para elaboração dos mapas, sendo o

Figura 8 - Ambiente do SIGSEI

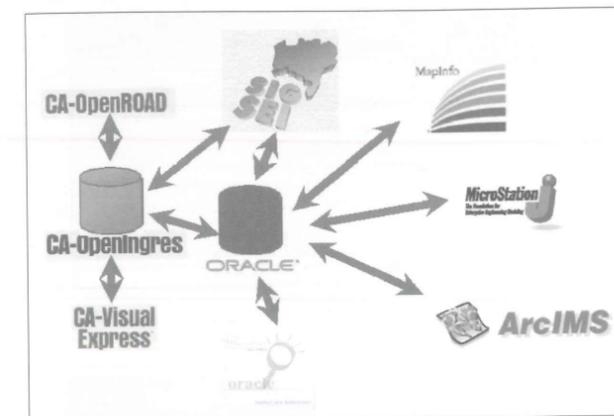
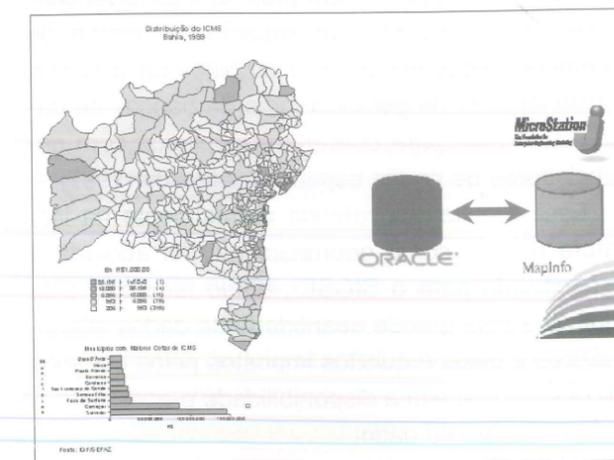
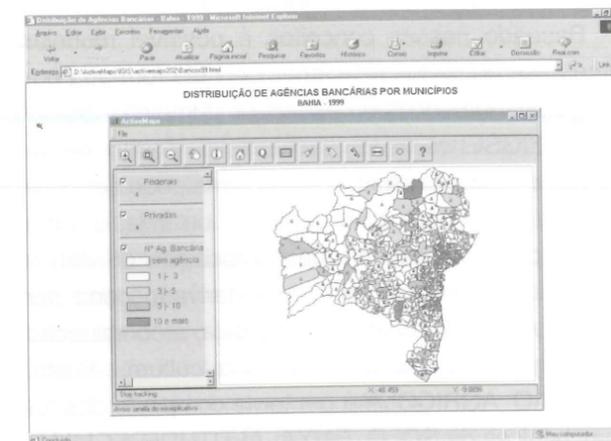


Figura 9 - Mapas Temáticos



CorelDRAW utilizado como alternativa de gerenciamento de impressão para saída gráfica dos fotolitos.

Figura 10 - Mapas dinâmicos na Intranet



### Base cartográfica

A geração da base cartográfica digital constitui fase essencial para a implantação de sistemas georreferenciados, sendo a informação geográfica a base para as atividades e tarefas de planejamento e ordenamento do território, independentemente da forma em que é apresentada.

Para SIGs a cartografia é a principal fonte de dados, sendo necessário que a representação gráfica dos objetos geográficos esteja na forma topológica.

Segundo Aranoff (1995), caso os dados sejam incompletos, distorcidos ou de baixa qualidade, não terão a acurácia e a confiabilidade desejadas para a apresentação dos produtos finais.

Quando da modelagem dos dados do SIGSEI, foi constatada a inexistência, no Estado da Bahia, de uma base de dados geográfica em formato digital apropriada para uso em SIGs.

Preocupada em preservar uma era da cartografia estadual, a SEI, em parceria com o IBGE e com a Superintendência de Recursos Hídricos (SRH), está colocando em meio digital as cartas analógicas do mapeamento sistemático (cartografia tradicional) na escala de 1:100.000, editado pelo IBGE, Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (DSG) e Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), entre as décadas de 1960 e 1980 (figura 11).

A área mapeada cobre uma superfície do território calculada em 567.295,3 km<sup>2</sup>, distribuída em

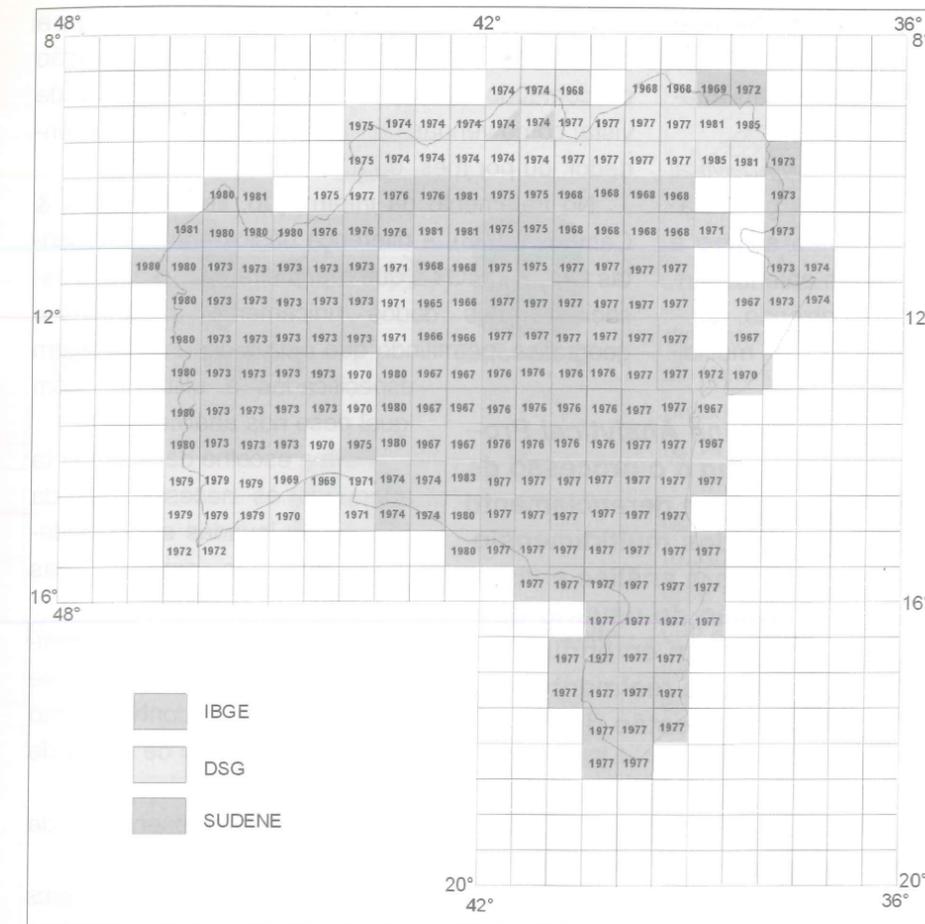


Figura 11 - Mapa índice das Folhas Topográficas (com o ano de edição) - escala de 1:100.000

binômio facilidades de análise e proficiência passou a ser vital para a qualidade das decisões.

O termo OLAP surgiu em 1991, formalizado por E.F. Codd (1993), como uma alternativa dinâmica de análise, necessária para criar, manipular e sintetizar informações de modelos de dados empresariais para dar suporte aos sistemas executivos de informação e *business intelligence*.

Em linhas gerais sistemas OLAP devem proporcionar suporte a análises complexas necessárias a tomadores de decisões,

227 cartas, existindo uma lacuna, equivalente a oito cartas, referente a uma área de aproximadamente 23.976 km<sup>2</sup> (área Nordeste do Estado).

### Utilização de Ferramenta OLAP no SIGSEI

A economia mundial (tradicional ou moderna) é impulsionada pela criação e intercâmbio de conhecimento, sendo a informação gerencial um elemento vital para as políticas públicas.

O uso de tecnologia da informação, como perspectiva estratégica de gestão das organizações na obtenção de vantagens competitivas, é uma necessidade. Entre as tecnologias emergentes, a incorporação de ferramentas OLAP em sistemas estratégicos de informações possibilita uma mudança benéfica no escopo dos resultados, por oferecerem suporte a análises complexas necessárias a tomadores de decisões.

Tradicionalmente, o principal objetivo dos sistemas de informação era propiciar operações e processos necessários à organização. Entretanto, o

análise de dados de diferentes perspectivas (dimensões do negócio) e suporte a análises complexas em grandes volumes de dados.

Segundo Codd (1993), os pré-requisitos de uma base de dados OLAP são, entre outros: visão multidimensional, transparência, acessibilidade, performance, arquitetura cliente-servidor, dimensionalidade genérica, execução de matriz de dispersão dinâmica, manipulação de dados, flexibilidade na geração de relatórios, dimensões ilimitadas e níveis de agregação.

A idéia básica da OLAP é o redimensionamento da importância da análise da informação, na qual a orientação a assunto substitui o processamento de transações, a fim de possibilitar interatividade e aprofundamentos sucessivos por níveis mais baixos de detalhe de um tema específico.

A OLAP pode ser visualizada em um espaço de tempo multidimensional, onde cada face do cubo é considerada uma dimensão (região, número de contratações, ramo de atividade, ano etc). Entretanto, segundo Silva & Campos (1998), a possibili-

dade de cruzar variáveis aparentemente não-relacionadas que, após o cruzamento, passam a fazer algum sentido, é uma das características mais atraentes para os usuários.

Segundo Erik Thomsen (1997), *On-Line Analytical Processing* é o processo de criação e gerenciamento de dados multidimensionais para análise e visualização do usuário que busca um entendimento do que realmente os dados estão dizendo.

Quando da implantação de soluções multidimensionais de suporte à decisão, alguns requisitos são fundamentais, como:

- a existência de um modelo de dados depurado e consistente;
- o uso de metadados (repositório de dados integrados);
- a criteriosa escolha da ferramenta de análise que deve oferecer, entre outros, *front-ends* que suportem consultas *ad hoc* (possibilita facilidades ao usuário para extrair dos dados informações úteis), interfaces gráficas apropriadas (intuitivas) e capacidade de análises sobre grande volume de dados (séries históricas).

Entre as arquiteturas existentes, a Relacional OLAP (ROLAP) oferece flexibilidade de acesso direto a bases de dados relacionais e/ou *data warehouse*, escalabilidade e dinamicidade na utilização dos resultados; utiliza metadados para descrever o modelo dos dados e para auxiliar na construção das consultas; baseia-se em gerenciadores relacionais de banco de dados e exige a transformação dos dados para o formato multidimensional. A Multidimensional OLAP (MOLAP) utiliza base de dados multidimensional e tem como característica principal a multidimensionalidade para armazenamento e visualização dos dados. A OLAP Híbrido (HOLAP) combina características ROLAP e MOLAP, ou seja, usa modelos multidimensionais e acessa bases de dados relacionais. A Desktop OLAP (DOLAP) consiste em ferramentas baseadas em PC; os arquivos de dados são armazenados no cliente e acessa a dados relacionais armazenados no servidor.

Segundo Inmon (1998), servidores OLAP suportam operações analíticas como *consolidation* (agregação de dados em uma ou mais dimensões), *drill-down* (detalhamento dos dados em níveis mais

baixos), *roll up* (agrega a informação detalhada a níveis superiores) e *slicing & dicing* (visualização do conteúdo dos dados sob diferentes pontos de vista, como vendas por tipo de produto, ou por vendedor, ou por mês, ou a combinação destes).

No tratamento da informação, segundo Silva & Campos (1998), a diferença básica entre ferramentas OLAP e SIGs é que a primeira não vincula a associação dos dados unicamente à dimensão geográfica, permitindo que outras dimensões sejam especificadas e utilizadas com igual peso nas análises.

Para a escolha da ferramenta adequada às necessidades da SEI, foram levadas em consideração algumas características como:

- interface intuitiva (permite aos usuários acessar a base de dados sem ter conhecimento de SQL ou conceito de banco de dados relacional);
- capacidade analítica e de apresentação de resultados;
- flexibilidade na geração de gráficos, *cross tabs* e relatórios;
- facilidades para refinar consultas;
- número de dimensões não-limitado;
- facilidades para disponibilizar informações na Internet;
- interoperabilidade;
- escalabilidade (adição dinâmica de servidores);
- tempo de resposta;
- capacidade de evolução tecnológica da ferramenta.

Tendo em conta a cultura e o perfil da SEI, voltados a dados estatísticos, e a busca de alternativa de suporte à decisão, foi disponibilizado, acessando a base de dados do SIGSEI, o Oracle Data Mart Suite, que permite visualizar o banco relacional de forma multidimensional, em consonância com as atividades de produção, atualização e recuperação, e que oferece um mecanismo eficiente de intercâmbio e gerenciamento interativo de informações, consultas e análises dinâmicas, ambiente amigável, navegação em *browser*, entre outras (figura 12).

A solução utilizada consiste em um conjunto de

Figura 12 - Ambiente SIGSEI & Olap

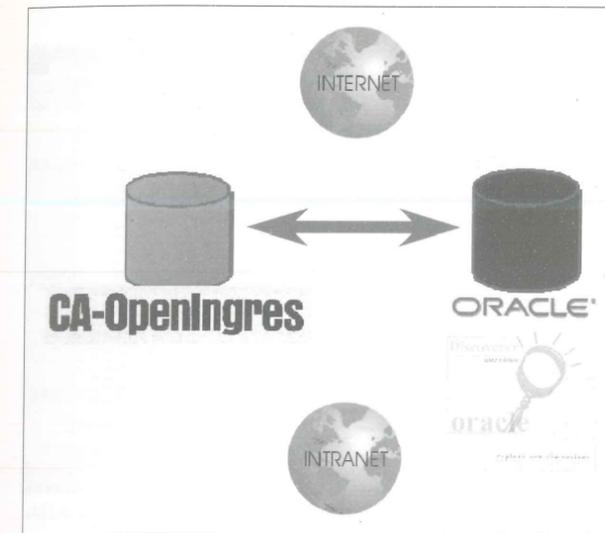
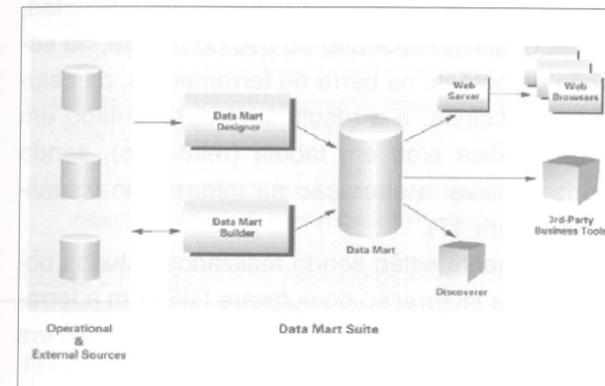


Figura 13 - Arquitetura do Oracle Data Mart Suite

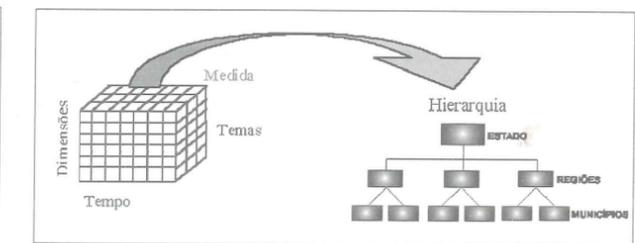


produtos que dão suporte a todo o ciclo de vida da implementação do sistema.

Para a utilização do Discoverer, foi necessária a padronização das informações de uso corporativo, a fim de facilitar ao usuário final melhor interação/entendimento dos dados armazenados na base relacional (onde os dados são quebrados em tabelas, cujo relacionamento é descrito usando chaves estrangeiras) e otimização do banco de dados para a tarefa de análise.

Nessa fase, os dados foram colocados em estrutura dimensional, em que cada face do cubo representa os componentes da informação, como municípios, regiões etc. (dimensões), educação, saúde, demografia etc. (temas) e séries históricas (tempo). A *medida* é a célula resultante da interseção das dimensões e representa dados numéricos como "n.º de estabelecimentos de saúde", "quantidade de internações", "n.º de leitos", "total de aten-

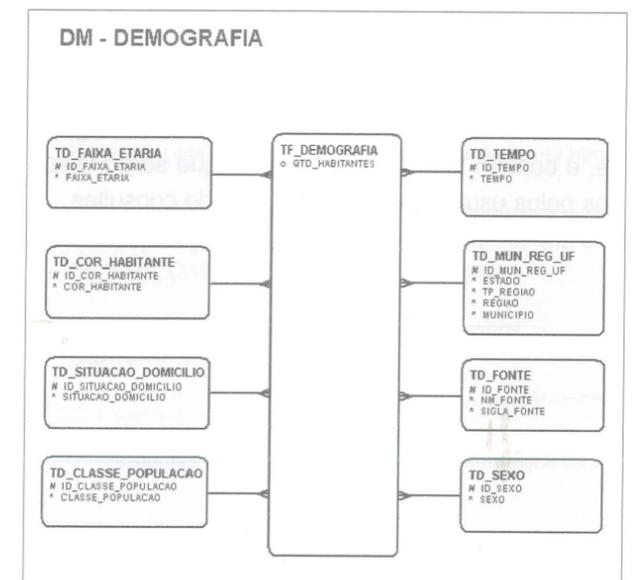
Figura 14 - Estrutura Dimensional



dimentos". Nas dimensões é permitido o estabelecimento de hierarquias, em que o membro pai representa a consolidação dos membros filhos (figura 14).

Inicialmente, foi dada dimensionalidade ao modelo relacional, quando os *data marts* foram construídos utilizando-se o Módulo Designer. Nessa fase da implementação, foi levada em consideração a forma de apresentar aos usuários finais as informações relevantes para a tomada de decisão, enfatizando-se itens de maior prioridade.

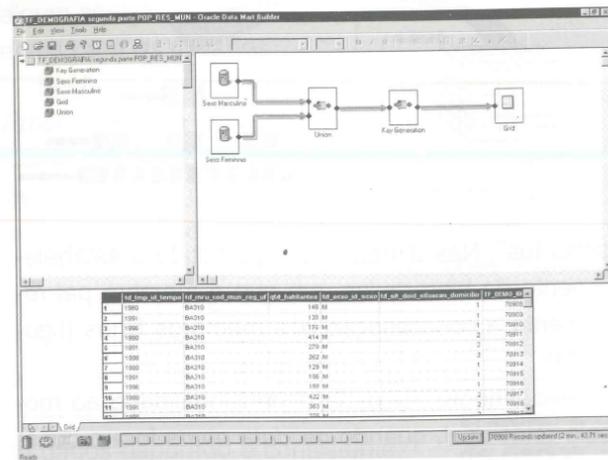
Figura 15 - Modelo dimensional do subgrupo demografia



Os *data marts* foram gerados de acordo com os subgrupos do SIGSEI, baseados no modelo star, e os atributos das tabelas foram renomeados, ou seja, disponibilizados para visualização com nomes mais fáceis de serem entendidos pelo usuário final (figura 15).

Na figura 16, é demonstrado como a informação é processada através do fluxo entre o banco de dados relacional (origem) e uma tabela do *data mart*

Figura 16 - Interface de transformação e carga de dados no data mart

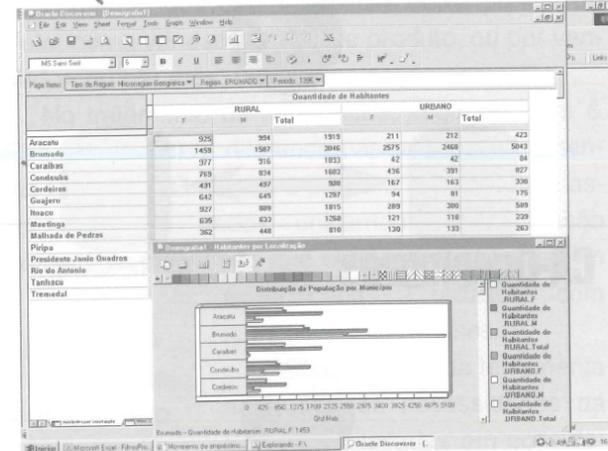


(destino). Cada caixa do fluxo de dados representa um passo no processamento da informação.

Inicialmente é feita a captura de dados do banco relacional e, posteriormente, a carga em uma tabela fatos do data mart, quando também são extraídas as chaves das tabelas de dimensões do esquema estrela pela criação de chaves primárias da tabela de fatos.

Cada subgrupo está associado a uma estrutura de dados da base do SIGSEI, constituída de tabelas, colunas, cardinalidades, joins, restrições de integridade, e contém uma série de objetos que serão utilizados pelos usuários para formulação de consultas.

Figura 17 - Visualização do resultado de uma consulta



É importante mencionar que para operações de análise não é necessário o conhecimento de detalhes técnicos ou de linguagem de consultas, sendo o diálogo baseado no uso do mouse, na seleção de botões, na barra de ferramentas, da célula ou da coluna, e o resultado é apresentado em forma gráfica e/ou em tabela (relatórios), sendo ainda possível a alteração na informação visualizada (figura 17).

Atualmente estão sendo realizados estudos objetivando a integração do software GIS com a ferramenta OLAP, a fim de possibilitar a visualização em mapa do resultado das consultas analíticas.

## Referências Bibliográficas

ALMEIDA, M.L. FARIAS, J. Modelagem de sistemas georeferenciados: uma experiência. In: GIS Brasil 97, Anais, Curitiba, 23 a 25 mai. 1998. Painéis.

ANDRADE, Magda M. G. de Utilização de ferramenta OLAP no SIGSEI. In: GIS Brasil 1999, Anais, Salvador, 19 a 23 jul. 1999. Show case.

ANDRADE, Magda M. G. de, MAGALHÃES, D. S. Base cartográfica digital padrão para o Estado da Bahia. In: GIS Brasil 1998. Anais. Curitiba, 23 a 21 maio 1998. Palestra.

ANDRADE, Magda M. G. de. Geoinformação; ferramenta eficaz para o planejamento governamental. *Análise & Dados*, Salvador : SEI, v.5, n.2 , p. 81 - 91 , set. 1995.

ARANO S. *Geographic information systems: a management perspective*. Ottawa: WDL Publications, 1995.

CÂMARA, G. Desenvolvimento de sistemas de informação geográfica no Brasil: desafios e oportunidades. <http://sputnik.dpi.inpe.br/dpi/people/gilberto/segeo.html>

CHRISMAN, N. *Exploring geographic information systems*. New York : John Wiley & Sons, 1997.

CODD, E. F. Providing OLAP to user analysts: an IT mandatory. [http://www.arborsoft.com/essbase/wh\\_t\\_ppr/coddTOC.html](http://www.arborsoft.com/essbase/wh_t_ppr/coddTOC.html).

CODD, E.F., SALLEY, C.T. *Providing OLAP (On Line Analytical Processing) to user-analysts: na IT mandate*. 1993.

ELKINS, S.B. *Open OLAP; new API and third-party development make it easier than ever to master*. <http://www.dbmsmag.com>

ELMASRI, R, NAVATHE, S. B. *Fundamentals of database systems*. 2.ed. Addison-Wesley, 1994.

FGDC. Metadata standards development. USA: Federal Geographic Data Committee, 12p. 1997.

GROVES, S. OLAP: the panacea for the ills of management information systems? <file:///c:/OpenGis/justolap.html>

MICROSTRATEGY INCORPORATED. *The case for relational OLAP*. [http://www.strategy.com/dw\\_forum/whitepapers](http://www.strategy.com/dw_forum/whitepapers)

OLAO COUNCIL. *OLAP and OLAP server definitions*. <http://www.altaplana.com/olap>

PENDSE, N. *The OLAP report: what is OLAP?* <http://www.olapreport.com/fasmi.html>

PILOT SOFTWARE. *White paper: an introduction to OLAP multidimensional terminology and technology*. <http://www.pilotsw.com/olap>

QUINTANILHA, J. A. *Conversão e modelagem de dados*. Curitiba : Sagres, 1997. Curso I durante o GIS Brasil 97. 25p.

RATIONAL SOFTWARE CORPORATION. *Unified modeling language*. <http://www.rational.com, 2000>

RENOLLEN, A. Conceptual modelling and spatiotemporal information systems: how to model the real world. *ScanGIS'97*, Stockholm, 1997.

RIBEIRO, G. P. MATTOSO, M. L. de Q. Banco de dados de imagens de satélites artificiais: aspectos sobre armazenamento, recuperação de dados e linguagens de consulta. In: XVII Congresso Brasileiro de Cartografia, Anais. Salvador : Sociedade Brasileira de Cartografia, 1995.

SAS INSTITUTE INC. *A formula for OLAP success; part 3: multidimensional viewing*. [http://www.sas.com/software/olap/white\\_papers/part3.html](http://www.sas.com/software/olap/white_papers/part3.html)

SILVA, E.C.S. da, CAMPOS, M.L.M. – Integração de sistemas de informações geográficas e ferramentas OLAP. In: GIS Brasil 98, Anais, Curitiba, 23 a 25 maio 1998. Palestra.

THE, Lee. *OLAP answers tough business questions*. <http://www.datamation.com>

\* Magda Maria Guimarães de Andrade é analista de sistemas da PRODEB e gerente de informática da SEI.