

# <sup>1</sup>\$ <sup>2</sup>! <sup>3</sup># **MULTISIG: UMA ARQUITETURA PARA INTEROPERABILIDADE ENTRE BASES DE OBJETOS GEOGRÁFICOS**

## Resumo

## Abstract

### 1. Introdução

### 2. Arquiteturas Multidatabases e Sigs

### 3. Proposta da Arquitetura Multisig

### 4. Componentes da Arquitetura Multisig

### 5. Aspectos de Implementação da Arquitetura Multisig

### 6. Conclusão

### 7. Bibliografia

#### **#Resumo**

O alto custo da aquisição de dados usados em Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e a complexidade das análises tem demandado o acesso a dados multidisciplinares armazenados em bases de dados de SIGs localizadas em diversas instituições. Entretanto, nos últimos anos, os recentes progressos nas tecnologias de rede, de Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados Distribuídos (SGBDDs), e de comunicação, no âmbito da tecnologia de Banco de Dados, têm conduzido ao desenvolvimento de um ambiente denominado **Multidatabase** (MB). Este ambiente é caracterizado pela interoperabilidade entre bases de dados armazenados em SGBDs pré-definidos e independentes, que gerenciam uma coleção de dados e aplicações específicas. Este trabalho tem por objetivo apresentar uma arquitetura, que possibilita a interoperabilidade entre bases de dados de SIGs heterogêneas e distribuídas, desenvolvida para o sistema **MultiSIG**, no âmbito do "Projeto HIP - Heterogeneidade, Interoperabilidade e Paralelismo em SGBDs orientados a objeto (SGBDOOs) com aplicações em SIG", da COPPE/ UFRJ.

#### **#Abstract**

The high cost of data acquisition used by Geographical Information System (GIS) and the complexity of analysis has demanded the access to multidisciplinary data stored in databases located in several institutions. Meanwhile, on these last years, the recent progress on the network technologies, on Distributed DBMS (DDBMS), and on communications has led to the development of an environment, called **Multidatabase** (MB). This environment is characterised by the **interoperability** among data bases stored in DBMS pre-existent and independent that managed a data collection and specific applications. This work aims at presenting an architecture that lead to interoperability among distributed and heterogeneous GIS databases, which is being developed on the **MultiSIG System** in the **HIP Project** - heterogeneity, Interoperability and Parallelism em OODBMS with applications in GIS of COPPE/UFRJ.

#### **#1. Introdução**

O alto custo da aquisição de dados para desenvolvimento de bases de dados de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) e a crescente complexidade das análises multidisciplinares, que a cada dia requerem novos parâmetros de diversos domínios de conhecimento não previstos nas questões manifestas e latentes, tem demandado a necessidade de acesso e troca de dados entre estes sistemas.

A estratégia inicial para promover o compartilhamento de dados entre SIGs levou ao desenvolvimento de aplicações orientadas a produtos, que tinham por finalidade transformar as estruturas de dados de um sistema para outro, através da conversão de formatos de arquivos de dados. Esta estratégia no âmbito da tecnologia de Banco de Dados não é uma tarefa difícil, entretanto quando aplicada a SIGs ela se torna mais complexa, pois além da conversão de dados não gráficos é necessário considerar a conversão de dados gráficos e o

<sup>1</sup>\$ **Multisig: uma arquitetura para interoperabilidade entre bases de objetos geográficos**

<sup>2</sup>! **PositionMaster(`main', 0, 0, 1024, 1024, 0)**

<sup>3</sup># **Jp00002T**

<sup>4</sup># **Jp00002Res**

<sup>5</sup># **Jp00002Abs**

<sup>6</sup># **Jp000021**

relacionamento entre eles. A implementação destas aplicações exigia o conhecimento prévio dos formatos dos arquivos de dados gráficos e não gráficos, levando em consideração as características dos *softwares*, das organizações dos dados, dos modelos dos dados, bem como a compreensão das necessidades dos usuários, em ambos os sistemas, precisando algumas vezes realizar considerações bidirecionais. Esta estratégia se mostra relativamente eficiente quando se sabe onde os dados estão localizados, e quando se dispõe de uma equipe de programação capaz de programar as interfaces. Entretanto, ela é pontual, proporcionando interoperabilidade entre pares específicos de SIGs e apresenta a necessidade de conversão e migração reversa de parte dos dados que foram atualizados em um deles, de forma a não gerar inconsistências entre os sistemas.

{ewc MVBMP2, ViewerBmp2, !00002f01.bmp}

Uma outra estratégia é decorrente da consolidação de alguns formatos de dados mais utilizados para troca de dados entre SIGs. O amadurecimento dos *softwares* para SIG disponíveis no mercado levou os sistemas a incorporarem processos de conversão através de aplicações que permitem importar/exportar formatos de arquivos de dados que se consolidaram no mercado como padrão, tal como formato DXF (*Drawing eXchange Format*) ou o formato GENERATE do ARC/Info [ARC94]. Entretanto esta solução se torna ineficiente quando há necessidade de trocar dados com um novo tipo de sistema não previsto por estas aplicações.

Atualmente a estratégia proposta pela comunidade usuária dos SIGs é o estabelecimento de um padrão de dados que permita transferência de dados entre os sistemas. Este padrão de dados deve oferecer simplicidade de manuseio, neutralidade em relação aos sistemas, poder de expressão para qualquer modelo de dados e capacidade de adequação aos novos conceitos da tecnologia. Esta estratégia representa um denominador comum entre diferentes sistemas e viria reduzir o número de aplicações de conversões de  $n(n-1)$  para  $2n$ , onde  $n$  é o número de formatos de arquivos de dados [SMS96]

{ewc MVBMP2, ViewerBmp2, !00002f02.bmp}

Estes padrões de dados atendem às necessidades de intercâmbio e transferência de dados com diferentes formatos. Deste modo, em alguns países, órgãos com poder normativo estão propondo padrões para o intercâmbio de dados geográficos. Dentre estes destacam-se os padrões americano *Spatial Data Transfer Standard* (SDTS) proposto pelo *Federal Geographic Data Committee* (FGDC) [R&S96] e canadense *Spatial Archive Interchange Format* (SAIF) proposto pelo *Survey and Resource Mapping Branch Ministry of Environment Lands and Parks* (MELP) [SAIFa]. O SDTS é um padrão que fornece formatos para intercâmbio e distribuição de dados modelando as representações dos dados geográficos e atributos associados por um modelo conceitual que reflete o modelo do ARC/Info. O SAIF é um padrão canadense que permite definir estruturas de dados usando um modelo de dados orientado a objeto que independente de *software* e foi projetado para modelar e promover a troca de dados espaço-temporais utilizando ferramentas que estão sendo desenvolvidas, tal como *Feature Manipulation Engine* (FME) [SAIFb].

O estabelecimento destes padrões requer três considerações. A primeira delas consiste em estabelecer como o padrão pretende atender a característica de heterogeneidade. A segunda é relativa a neutralidade deste padrão que deve ser estabelecida através de um consenso entre fabricantes e usuários. E a última consiste em estabelecer um padrão de modo que ele possa evoluir com a tecnologia, uma vez que a taxa de inovação da informática torna estes obsoletos mesmo antes de serem completamente estabelecidos. Cabe ressaltar que os padrões para troca de dados espaciais, em geral, não garantem a semântica destes no processo de conversão, uma vez que parte desta semântica é vinculada aos procedimentos de consulta, manipulação e apresentação dos dados espaciais. Este problema tem sido minimizado com o emprego de padrões que utilizam o paradigma orientado a objeto, uma vez que permite modelar a estrutura e o comportamento dos objetos geográficos.

Entretanto, nos últimos anos, os recentes progressos nas tecnologias de rede, de Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados Distribuídos (SGBDDs), e de comunicação, no âmbito da tecnologia de Banco de Dados, têm conduzido ao desenvolvimento de um ambiente denominado Multidatabase (MB). Este ambiente é caracterizado por proporcionar interoperabilidade entre bases de dados armazenados em SGBDs pré-definidos e independentes, que gerenciam uma coleção de dados e aplicações específicas. A interoperabilidade neste contexto é a habilidade de dois ou mais sistemas interagirem um com o outro e trocar dados de acordo com um método prescrito a fim de alcançar resultados previsíveis [Per95].

A tendência em SIGs é substituir as soluções orientadas ao produto por arquiteturas cliente-servidores que permitam a interoperabilidade entre Bases de Dados de SIG, estendendo as características dos ambiente Multidatabase convencionais, como por exemplo o projeto *Land-Related Information Systems Network* que esta

sendo desenvolvido pelo Governo de Alberta [IGRA94] e o projeto GeoScope que esta sendo desenvolvido na NASA pelo *Universal Spatial Data Access Consortium* [C&T95].

O *Open GIS Consortium* (OGC) propõe o *Open Geodata Interoperability Specification* (OGIS), uma especificação que estabelece, sobre os fundamentos da tecnologia da computação distribuída, uma estrutura apoiada pelo paradigma orientado a objeto para o desenvolvimento de programas que tem por objetivo a interoperabilidade entre bases de dados de SIG heterogêneas e distribuídas através de uma interface genérica. Esta estrutura é formada por um conjunto de ferramentas para traduzir dados de várias fontes em um único modelo de dados baseado em objetos, independente da estrutura dos dados e formato dos arquivos. Ela fornece um conjunto de serviços de rede para identificar, interpretar e representar os dados armazenados em um servidor, capacitando as aplicações de interagirem umas com as outras. Esta estrutura pode ser implementada na tecnologia de computação distribuída usando os padrões definidos pelo OGC (*Object Management Group*) e na arquitetura CORBA (*Common Object Request Broker Architecture*) para estações de trabalho e os padrões Microsoft OLE/COM e OSF/DCE para microcomputadores. É importante observar que OGIS é um modelo operacional, não um padrão de dados, no qual um conjunto de clientes usa serviços do servidor [B&M96].

Assim este trabalho tem por objetivo apresentar uma arquitetura, que talvez possibilite a interoperabilidade entre bases de dados de SIGs heterogêneas e distribuídas, desenvolvida para o sistema MultiSIG, no âmbito do "Projeto HIP - Heterogeneidade, Interoperabilidade e Paralelismo em SGBDOOs com aplicações em Sistemas de Informações Geográficas" da COPPE/ UFRJ [HIP1, HIP2].

## **#2. Arquiteturas Multidatabases e SIGs**

A interoperabilidade é alcançada no ambiente MB por uma arquitetura que suporta o acesso remoto a diversas bases de dados heterogêneas e distribuídas. Esta arquitetura tem por objetivo esconder as heterogeneidades entre os sistemas, esquemas de dados ou aplicações, de forma que os sistemas se comuniquem uns com os outros, proporcionando a troca de dados e expandindo a base de aplicações dos usuários. Ela se apresenta como um ambiente no qual o usuário pode submeter consultas e atualizações empregando uma definição de dados e uma linguagem de manipulação comum.

Atualmente, no âmbito da tecnologia de Banco de Dados, são encontradas na literatura diversas propostas de arquiteturas para um ambiente MB. Shelth e Larson [S&L90] classificam as arquiteturas segundo os diferentes graus de interoperabilidade que este ambiente pode apresentar, a saber: sistemas não federados e federados. Na arquitetura não federada as bases de dados não são autônomas e comportam-se como se fossem uma única base de dados global que suporta somente um nível de gerenciamento e todas as operações são uniformes. Nas arquiteturas federadas as bases de dados são autônomas e cooperam participando de uma federação para permitir o compartilhamento de seus dados. De acordo com o grau de cooperação, estas arquiteturas podem ser classificadas em arquiteturas com acoplamento fraco ou forte. A arquitetura federada com acoplamento fraco ou utiliza uma interface com o usuário para a negociação direta entre as bases de dados componentes da federação, ou uma aplicação, ou uma linguagem de consulta para múltiplas bases de dados, que auxilia a integração dos dados somente no contexto de uma sessão, sem um esquema global. Na arquitetura federada com acoplamento forte, os esquemas das bases de dados são integrados em um único esquema controlado por um administrador que soluciona os problemas de integração dos dados.

Nas arquiteturas MB poderão estar envolvidos diferentes tipos de esquemas de forma a esconder os detalhes das estruturas fisicamente armazenadas nas bases de dados participantes da federação. O esquema representa uma estrutura lógica que expressa as descrições do gerenciamento dos dados por um ou mais sistemas através de formalismo empregado por um modelo de implementação dos dados.

Assim, para o desenvolvimento destas arquiteturas é necessário compreender as diferenças entre os esquemas das bases de dados projetadas independentemente, capturar a semântica dos dados, os requisitos de consistência, restrições de integridade e aplicar técnicas para integrar bases de dados heterogêneas. Este processo de integração constrói um esquema global, também denominado de esquema federado, usando um modelo de dados canônico (MDC) e uma linguagem de manipulação. Sobre este esquema o usuário submete consultas que são processadas e distribuídas para serem executadas nas bases de dados que participam da federação. O MDC é a base para o compartilhamento e troca de dados. É uma ferramenta que esconde as diferenças entre as linguagens de consulta e formatos de arquivos para os usuários, proporcionando transparência entre os modelos de dados e seus esquemas.

No desenvolvimento destas arquiteturas são utilizados catálogos com a finalidade de fornecer uma forma padronizada de armazenar os metadados do ambiente MB e de auxiliar o sistema a localizar os dados no processamento e otimização da consulta global. Os metadados no ambiente MB são dados sobre os dados que descrevem o domínio do conteúdo da coleção de dados participantes da federação, a estrutura de cada arquivo, tipo para cada item, informações sobre o mapeamento entre esquemas e restrições para cada base de dados. Eles representam uma visão estruturada e organizada do conteúdo das bases de dados.

A abordagem selecionada para uma arquitetura entre bases de dados de SIGs heterogêneos e distribuídos, deve levar em consideração que estes sistemas, em geral, possuem uma base de dados grande cuja modelagem e implementação são tarefas complexas, que requerem da organização elevados investimentos científicos e financeiros. Deste modo, os SIGs são desenvolvidos e mantidos com limitadas oportunidades de modificação, uma vez que re-implementar ou modificar estas bases de dados é uma tarefa desalentadora e onerosa, que envolve significativas dificuldades organizacionais. Estes fatores determinam os limites da integração das bases de dados dos SIGs existentes e na identificação de mecanismos que podem facilitar esta tarefa.

### **#3. Proposta da arquitetura MultiSIG**

A proposta da arquitetura MultiSIG consiste em desenvolver um sistema **federado fracamente acoplado com um esquema global** que deverá contemplar os seguintes requisitos:

- utilizar uma arquitetura cliente-servidor, suportada por uma interface comum a todos os usuários da federação independente do *hardware/software*;
- utilizar um modelo de dados orientado a objeto para descrever os esquemas das bases de dados participantes da federação, observando aspectos relativos aos metadados e distribuição dos dados sobre as bases de dados participantes da federação;
- desenvolver um MDC georeferenciado (MDCG) para o esquema global utilizando o modelo de dados orientado a objeto, através da aplicação de técnicas para resolver os conflitos entre os dados gráficos e não gráficos decorrente da heterogeneidade entre os modelos de dados dos SIGs participantes da federação;
- realizar consultas sobre o esquema global utilizando uma linguagem de consulta comum que possa ser mapeada para as linguagens de consulta dos SIGs. O sistema deverá ter habilidade para distribuir a consulta sobre as bases de dados participantes da federação; e
- uma intuitiva, flexível e poderosa interface com o usuário, através da qual poderá submeter consultas. Esta interface deve suportar manipulação da apresentação gráfica dos dados gráficos do objeto geográfico e visualização gráfica na formulação de consultas por temas e/ou região geográfica e na apresentação dos resultados das consultas.

O MDCG é resultado do processo de integração dos esquemas das bases de dados participantes da federação. Este modelo descreve os objetos geográficos de forma que as referências geográficas, estruturas semânticas, qualidade dos dados e outras questões relativas aos metadados sejam compatibilizadas. Ele será construído a partir de uma visão integrada dos esquemas das bases de dados participantes da federação. O modelo de dados proposto para o MDCG é uma extensão do modelo SAIF que descreve uma forma para representar objetos geográficos no espaço e no tempo. Assim, no desenvolvimento da arquitetura proposta estão envolvidos três tipos de esquemas de forma a esconder os detalhes das estruturas fisicamente armazenadas nas bases de dados participantes da federação, a saber:

- esquema federado - representa uma visão dos dados disponíveis a todos os usuários da federação. Ele fornece uma visão integrada de todos os esquemas das bases de dados participantes da federação no MDCG. Neste modelo os objetos são resultantes das soluções aplicadas aos conflitos semânticos e sintáticos entre os dados gráficos e não gráficos;
- esquema componente - corresponde a descrição do esquema das bases de dados dos SIG locais no modelo de dados da federação. Este esquema restringe o grau com que base de objeto geográfico participa da federação. Ele é armazenado pelo metaesquema localizado no nível de interoperabilidade; e
- esquema local - representa o esquema existente em cada base de dados dos SIGs participantes da federação, expresso no seu modelo de dados nativo.

Esta abordagem tem como característica preservar os SIGs que compõem a federação, uma vez que a

integração é realizada logicamente no esquema global. Ela oferece distribuição de processamento e autonomia de execução. A distribuição é decorrente das consultas serem delegadas aos SIGs distribuídos sobre os vários locais. A autonomia de execução é decorrente de cada o processador de consulta local controlar a execução das subconsultas às suas base de dados. Dentre os benefícios de aplicar esta abordagem para o desenvolvimento de uma arquitetura que contemple bases de dados de SIGs, podem ser citados:

- não exigência dos SIGs participantes da federação modificar suas bases de dados e aplicações;
- os SIGs participantes da federação podem selecionar seu nível de participação na federação; e
- permitir que as várias semânticas dos dados sejam integradas de forma a facilitar a compreensão e manipulação dos dados na especificação da consulta.

#### **#4. Componentes da arquitetura MultiSIG**

A arquitetura proposta é um sistema de computação distribuída que se utiliza da arquitetura cliente-servidor utilizando o paradigma orientada a objeto. Este sistema estabelece comunicação entre os SIGs autônomos, heterogêneos e distribuídos participantes de uma federação.

Ela é definida em 3 níveis distintos e independentes que se comunicam via um plano de mensagem orientado a objeto, a saber: nível da interface com o usuário, nível de interoperabilidade e nível dos servidores de dados.

{ewc MVBMP2, ViewerBmp2, !00002f03.bmp}

No primeiro nível o usuário interage com o sistema através da linguagem de consulta comum à federação. Este nível possibilita o usuário submeter uma consulta no cliente sobre o MDCG a um/vários servidor(es) de dados participante(s) da federação, sem ter que especificar os locais onde as consultas serão executadas. Este nível também é utilizado pela arquitetura para apresentar os resultados da consulta

O nível de interoperabilidade tem a função de esconder os detalhes da distribuição dos dados do usuários. Nele estão os recursos que permitem o sistema validar e distribuir a consulta as bases de dados locais. Ele se utiliza de um metaesquema, mecanismos para localizar os dados nos servidores, verificar a validade da consulta, decompor a consulta de acordo com a distribuição dos dados, acessar os servidores de forma otimizada e integrar o resultado da consulta.

Neste segundo nível, os dados solicitados na consulta são localizados no metaesquema que descreve os dados disponibilizados pelas bases de dados participantes da federação. Usando a informação sobre a distribuição dos dados a consulta é analisada e decomposta em um subconjunto de consultas (subconsultas), e traduzidas para as respectivas sintaxes das linguagens de consultas dos SIGs participantes da federação.

Estas subconsultas são então submetidas ao terceiro nível, onde se encontram os servidores de dados localizados nas plataformas dos SIGs participantes da federação com seus esquemas locais. Após a execução das subconsultas o servidor envia os resultados para o segundo nível.

No segundo nível, os resultados da consulta são então combinados de forma a produzir um resultado final. Este resultado poderá ser apresentado na forma de mapa ou de tabela, isto é, a interface com o usuário deverá suportar representação gráfica e *browse* sobre as tuplas encontradas.

##### **4.1. Primeiro nível: interface com o usuário**

A interface com o usuário na arquitetura MultiSIG tem a finalidade de capacitar o usuário a interagir com o sistema, transformando a distribuição transparente, uma vez que não exige do usuário detalhes sobre a distribuição dos dados ou o esquema do modelo de dados locais.

A consulta será elaborada em uma linguagem comum que suporta a manipulação textual e gráfica dos objetos. Ela permitirá incluir significado temático dos fenômenos geográficos e aspectos que contemplam referência espaço-temporal. A localização dos dados expressos no MDCG poderá ser realizada através da seleção espacial de unidades territoriais (país, bacia hidrográfica, etc.) ou de temas relacionados aos objetos geográficos.

Desta forma, para facilitar a exploração do MDCG e a elaboração de consultas a interface com o usuário se utilizará dos recursos de:

- *browse* sobre o MDCG para permitir os usuários visualizar os dados disponíveis na federação, localizar dados

desejados e compreender a semântica destes a que se refere. Este recurso também poderá usar uma *Common Gateway Interface* (CGI) com um SIG para seleção geográfica de unidades territoriais e realização de algumas operações espaciais;

- *forms menus* para permitir o usuário escrever consultas utilizando as cláusulas da linguagem selecionada para a arquitetura. No futuro serão desenvolvidos *forms menus* para permitir mais flexibilidade ao usuário estabelecer a ordem de apresentação dos resultados da consulta, selecionar formatos de saída para os resultados da consulta e cadastrar novas bases de dados na federação;
- *links* explícitos para auxiliar o usuário a navegar no sistema; e
- *forms* para apresentação dos resultados gráficos ou textuais.

## 4.2. Segundo nível: de Interoperabilidade

Neste nível se encontram os elementos que recebem a consulta, disparam as requisições do usuário a um/vários servidor(es) e a seguir aguardam o retorno do resultado destas requisições.

Ele contém objetos responsáveis por: **a)** gerenciar o diálogo com o usuário através da interface; **b)** realizar verificações no metaesquema de forma a localizar os dados solicitados na consulta, **c)** fragmentar a consulta em subconsulta às bases de objetos geográficos componentes da federação; **d)** traduzir estas subconsultas para as sintaxes das linguagens de consultas dos SIG locais; **e)** submetê-las através da rede à camada servidor localizada nos SIG locais; e **f)** integrar os resultados da consulta e elaborar uma apresentação destes.

Ele é composto por serviços do processador de consultas, o servidor de metaesquema e serviços do tratador de resultados

### 4.2.1. Processador de consultas

O processador de consultas tem um papel importante no ambiente MultiSIG. É o responsável pela coordenação de toda as atividades relacionadas ao processamento, otimização da consulta global e execução das subconsultas nas bases de dados locais.

Através da interface, um usuário utilizando os *forms menus* escreve uma consulta usando as cláusulas e predicados da linguagem de consulta global que expressa uma consulta sobre o MDCG. A seguir ela é passada ao processador de consulta global que a processa segundo os passos abaixo:

1. O processador de consulta global executa um método de validação da sintaxe da consulta;
2. A consulta sintaticamente correta é transformada para uma consulta ao metaesquema usando os mapeamentos do MDCG para o modelo de dados do metaesquema. Esta consulta ao metaesquema tem a função de localizar em que bases de dados participantes da federação estão os dados desejados na consulta global;
3. A seguir é feita uma validação da semântica dos dados solicitados observando a consistência espaço-temporal da consulta;
4. A consulta global semanticamente correta é passada para um método que decompõe a consulta global em subconsultas de acordo com a localização dos dados solicitados nas bases de dados participantes da federação;
5. Para cada subconsulta são encontrados os mapeamentos para transformar a subconsulta global para a linguagem de consulta da base de dados na qual os dados desejados se encontram;
6. A seguir estas subconsultas são transformadas por métodos tradutores apropriados para cada SIG;
7. As subconsultas traduzidas são passadas para um método que as distribui segundo a localização dos dados;
8. Estas subconsultas são transmitidas pela rede global e executadas pelo processador de consulta dos SIGs locais;
9. Um método gerenciador de transação avalia cada subconsulta de forma a verificar o estado de execução e determinar se a consulta é executada corretamente ou se houve falha;
10. Se a consulta teve sucesso então os resultados são passados ao tratador de resultados. Se houve falha é executado um método que solicita o motivo da falha e enviado ao tratador de resultados; e
11. O tratador de resultados analisa os resultados gráficos e não gráficos, ou a falha, e elabora uma

apresentação para ser visualizada pelo usuário.

#### 4.2.2. Metaesquema

Na arquitetura proposta o metaesquema consiste em um gerenciador que armazena e mantém um esquema que descreve os esquemas das bases de dados participantes da federação. Ele tem a finalidade de auxiliar o sistema a localizar os dados solicitados pelos usuários e fornecer subsídios para distribuir uma consulta as bases de dados participantes da federação, isto é, fornecer suporte ao processador de consulta global.

O metaesquema contém uma visão do conteúdo das bases de dados e a forma como são estruturadas. Ele deverá conter dados sobre a localização das bases de dados participantes da federação, a descrição dos esquemas das bases de dados dos SIGs independente do esquema do modelo de dados utilizados por eles, metadados, mapeamentos entre os esquemas (soluções para as incompatibilidades entre os dados) e mapeamento da linguagem de consulta global para as linguagens de consulta dos SIGs locais.

O metaesquema é estruturado em um esquema orientado a objeto desenvolvido sobre o SGBD O2.

#### 4.2. 3. Tratador de resultados

Os resultados das subconsultas as base de dados locais podem conter gráficos, não gráficos ou ambos, com diferentes formatos, escalas, sistemas de referência, etc.

Assim a arquitetura MultiSIG possui um tratador de resultados capaz de realizar aplicações para processar dados gráficos e não gráficos de forma a gerar um resultado unificado a ser apresentado ao usuário.

Ao receber os resultados da consulta das bases de dados dos SIG remotos o tratador de dados executa operações necessárias para compatibilizar os resultados gráficos e não gráficos.

Este tratador de resultados interage com o metaesquema, com um SIG local, um conversor de imagens. A interação com o metaesquema visa localizar o mapeamento entre os esquemas, de forma a fornecer subsídios para a compatibilização dos resultados. O tratador de resultados interage com um SIG local para realizar algumas operações de integração de resultados e para compor a representação gráfica a ser apresentada na interface com o usuário. O conversor de imagens converte a apresentação para o formato GIF. A seguir o tratador de resultados gera uma HTML, contendo os resultados integrados, que será apresentada na interface com o usuário.

#### 4.3. Terceiro nível: Servidores de dados

O terceiro nível contém as plataformas onde estão as bases de dados dos SIGs que participam da federação. Estas plataformas poderão ser heterogêneas e executar sistemas operacionais diferentes.

Esta camada ao receber uma subconsulta do processador de consulta global executa um método que acessa a base de dados do SIG local de forma a realizar a subconsulta e a seguir passa os resultados para o tratador de resultados no nível de interoperabilidade.

#### #05. Aspectos de implementação da arquitetura MultiSIG

A arquitetura MultiSIG será implementada em Java, uma linguagem de programação orientada a objeto similar a C++, que utiliza os recursos da rede global INTERNET. O código Java é compilado em *byte-code* e interpretado na plataforma servidora pelo interpretador JAVA VIRTUAL MACHINE. As consultas submetidas às bases de dados dos SIGs e os seus resultados são transmitidos como classes JAVA que implementam um conjunto de interfaces usando o protocolo http. Este protocolo proporciona independência de plataforma e fornece comunicação para transmitir requisições/resultados entre o cliente e o servidor e vice-versa.

A interface com o usuário será desenvolvida utilizando um *browse* do *World Wide Web*, uma vez que este oferece flexibilidade e elegância navegacional fornecido pelos recursos de hipertexto e pode ser executado em várias plataformas, promovendo uniformidade na aparência do ambiente MultiSIG.

Tendo em vista que a corrente implementação do WWW HTML (*Hypertext Markup Language*) não dispõem de mecanismos para representar e manipular estruturas de dados *raster* ou vetorial, será utilizado um SIG através de uma CGI com a finalidade de:

- compor espacialmente a localização da consulta espacial; e

- compor a visualização do resultado da consulta espacial, tanto na estrutura raster quanto vetorial.

A linguagem de consulta selecionada para arquitetura MultiSIG foi a *Object Query Language* (OQL). Esta linguagem é proposta pelos *Object Database Management Group* (ODMG) na arquitetura de um *Object Database Management Systems* (ODMS), que tem como característica ser declarativa e manipular objetos complexos. Está previsto estender esta linguagem com operadores espaciais para realizar algumas operações sobre os dados geográficos.

## #<sup>11</sup>6. Conclusão

A arquitetura MultiSIG tem por objetivo permitir os usuários acessar bases de dados de SIG heterogêneas e distribuídas usando uma interface comum, com capacidade de gerar resultados integrados usando os dados gráficos e não gráficos.

Este ambiente ampliará a expansão da base de dados e aplicações dos usuários através do compartilhamento de dados possibilitando desenvolver novos tipos de análises, considerando dados multidisciplinares não previstos pelas questões manifestas e latentes destas instituições. Isto trará consideráveis benefícios a comunidade de usuários, proporcionando: **i)** mais eficiência no intercâmbio e aquisição de dados mais acurados e mais atualizados; **ii)** meios de atualizar e difundir informações georeferenciada de forma mais confiável, rápida e eficiente e a um menor custo; **iii)** possibilidade de desenvolver novos serviços no acesso a dados multidisciplinares; e **iv)** redução do custo e do tempo processo de aquisição de dados georeferenciados, conseqüentemente redução de custo e tempo na implantação de novos SIGs.

Entretanto o desenvolvimento desta arquitetura é uma tarefa complexa devido às diferentes formas pelas quais os dados geográficos podem ser encontrados. Se faz necessário desenvolver uma metodologia para comparar dados relacionados; desenvolver técnicas para integração que considerem suas heterogeneidades.

**AGRADECIMENTOS:** Ao CNPq pelo suporte a esta pesquisa.

## #<sup>12</sup>7. Bibliografia

[ARC94] ARC/INFO: Data Management: Concepts, data models, database design and storage, v. 7.1; ESRI; 1994

[B&M96] Buehler, K. & McKee, L.; The OpenGIS guide: Introduction to interoperable Geoprocessing, OGIS TC 96 -001; [http://www.ogis.org/guide/guide1.htm#1\\_1](http://www.ogis.org/guide/guide1.htm#1_1)

[C&T95]. Cornelio, A. & Thomas, G.; GeoScope Requirements, Bellcore International Document, 1995

[HIP1] Souza, J. M.; Mattoso, M. L de Q. & Xexéo, G.; Heterogeneidade, Interoperabilidade e Paralelismo com aplicações em SIGs, Projeto integrado de pesquisa da COPPE/UFRJ - CNPq, 1994

[HIP2] Souza, J. M.; Mattoso, M. L de Q. & Xexéo, G.; Heterogeneidade, Interoperabilidade e Paralelismo e aspectos semânticos em SGBDOOS, Projeto integrado de pesquisa da COPPE/UFRJ - CNPq, 1996

[IGRA94] Igras, E.; A framework for query processing in a federated database system: a case study, Proceedings of Annual Conference URISA, pg 167-178, 1994

[Per95] Perine, L. A.; In Pursuit of an optimum: a conceptual model for examining public sector policy support of interoperability; Proceedings of the Workshop on interoperability and economics of information infrastructure, Virginia, 1995

[R&S96] Ribeiro, G.P. & Souza, J. M.; Digital Geospatial Metadata: an Brazilian Case of Federal Databases; first IEEE Metadata Conference; Maryland, USA; 1996

[S&L90] Sheth, A. P. & Larson, J. A.; Federated Database Systems for managing distributed, heterogeneous and autonomous databases; ACM Computing Surveys, Vol. 22. No. 3 1990

[SAIFa] SAIF - Profile 1: British Columbia Specification and Guidelines for Geomatics; <http://www.env.gov.bc.ca/~srmb/stk/toc.html>

[SAIFb] SAIF/FMEBC: Spatial Archive and Interchange Format - Feature Manipulation Engine; <http://www.>

<sup>11</sup>#Jp000026

<sup>12</sup>#Jp000027



[env.gov.bc.ca/~srmb/fmbc/SAIF\\_FMEB\\_C.html](http://env.gov.bc.ca/~srmb/fmbc/SAIF_FMEB_C.html)

[SMS96] Strauch, J. C. M; Mattoso, M. L. De Q. & Souza, J. M.; Interoperabilidade de bases de dados espaciais heterogêneas e distribuídas, Anais do I SEGEO, 1996