

# PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DISTRIBUÍDAS: ARQUITETURAS PARA AS REDES DE SERVIÇOS PÚBLICOS

Celso Roberto Perez, Carlos A. Guimarães Ferraz, Ana Carolina Salgado

Departamento de Informática - UFPE

Caixa Postal 7851 - CEP 50732-970 - Recife -PE - Brasil

{crp, cagf, acs}@di.ufpe.br

## RESUMO

Os Sistemas de Informações Geográficas possuem as funcionalidades necessárias para a manipulação de dados espaciais, permitindo aos usuários coletar, gerenciar e analisar grandes volumes de dados associados e referenciados espacialmente. No passado, os SIG's usavam estruturas de dados proprietárias, fechadas, adaptadas para suportar tipos específicos de dados científicos, como mapas ou imagens de satélites, armazenados no sistema. Assim, entre os requisitos mais importantes dos futuros SIG's estarão a interconexão entre diferentes sistemas e o compartilhamento de informações de diferentes fontes com o objetivo de não duplicar os dados existentes. Mais precisamente, o caminho está na definição e implementação de arquiteturas apropriadas para o suporte aos Sistemas de Informações Geográficas distribuídos abertos. Por tudo isto, no presente trabalho serão identificadas e classificadas (de acordo com a tecnologia utilizada) as diferentes opções para a definição e implementação desta arquitetura. A seguir, e baseando-nos nestas opções, serão propostas duas soluções possíveis para o problema considerado como estudo de caso neste trabalho, o projeto UNIBASE, que tenta definir uma base única de dados, cartográficos e descritivos, para o Sistema de Informações Metropolitanas da região do Recife. Finalmente, serão consideradas as perspectivas e tendências futuras na área de processamento de dados geográficos distribuídos.

## ABSTRACT

GIS has all necessary functionalities to manipulate spatial data. The users are allowed to collect, to manage and to analyse large volume of data, which are spatially associated and referenced. Previously, GIS had used closed data structures which were adjusted to support specific data types (maps, pictures, etc.) stored in the system. Therefore, the information interchanging and sharing will become one of the more important requirements of the GIS next generation. The goal of this sharing is to avoid the duplication of data. We think the way to reach this goal is to define and to implement an architecture to support open distributed GIS. In this paper, we identify and classify (according the used technology) the different alternatives to define and to implement this architecture. We also propose two manners to solve the UNIBASE project problems, which intends to define an unique database for the Metropolitan Information Systems of Recife City. Finally, we consider perspectives and tendencies in distributed geographic data processing.

**Palavras Chaves:** Sistemas de Informações Geográficas, Sistemas Distribuídos, Sistemas Abertos, Bancos de Dados Distribuídos, Internet.

## 1 Introdução

Atualmente, o número de Sistemas de Informações Geográficas instalados em todo o mundo está aumentando em todos os domínios possíveis, variando desde gerenciamento municipal até turismo e arqueologia. Como consequência, a disponibilidade de dados espaciais em formatos digitais tem sido um dos maiores obstáculos no desenvolvimento e uso de aplicações de SIG's [PEU90, STA90].

Entre as características mais importantes dos futuros SIG's está a necessidade de compartilhar informações de diferentes fontes com o objetivo de não duplicar os dados existentes e de beneficiar-se com as atualizações de outros sistemas. Por isso, conectar e compartilhar os SIG's será a maior mudança no futuro próximo. Porém, existem várias dificuldades a serem enfrentadas.

No passado, os Sistemas de Informações Geográficas usavam estruturas de dados proprietárias, fechadas, adaptadas para suportar tipos específicos de dados científicos, como mapas ou imagens de satélite armazenados no sistema [PEU90, STA90]. Esta característica não permite a cooperação e o intercâmbio de dados.

Assim, na atualidade estão em andamento ou em etapas de conclusão várias propostas para o desenvolvimento de arquiteturas e sistemas adequados tanto para o compartilhamento quanto para provisão de dados espaciais digitais [SHA94, ZAJ94].

Uma parte destes esforços, a qual é a área de estudo deste trabalho, se concentrou na definição e implementação de arquiteturas apropriadas para o suporte aos Sistemas de Informações Geográficas distribuídos abertos [LAU95,GAR96]. Um aspecto importante desta proposta é incorporar aos SIG's a filosofia de "sistemas abertos", adotada por muitos outros sistemas de informações.

Assim, os objetivos deste trabalho são: a definição de uma arquitetura apropriada para o suporte ao processamento de dados geográficos distribuídos abertos, baseada na identificação e avaliação das diferentes opções tecnológicas existentes na atualidade, e a proposta de duas soluções para os problemas de distribuição de dados geográficos do projeto UNIBASE [LEM95].

O resto do trabalho está organizado da seguinte forma: na seção 2 apresentamos rapidamente o projeto UNIBASE, seus objetivos, características e requisitos. Na seção 3 são identificadas e classificadas as diferentes opções encontradas, tanto na literatura quanto em projetos em andamento, para a definição de uma arquitetura para o suporte ao processamento de informações geográficas distribuídas. Na seção 4 são apresentadas duas possíveis soluções propostas para o problema em estudo, o projeto UNIBASE.

Finalmente, na seção 5 são colocadas tanto as conclusões quanto os trabalhos futuros desta importante área de pesquisa.

## **2 Processamento de dados geográficos distribuídos: o projeto UNIBASE**

O Sistema de Informações Metropolitanas (SIM) [LEM95] é um instrumento de vital importância para a gestão dos serviços urbanos e para o planejamento e controle do uso do solo da Região Metropolitana do Recife. A base de informações desse sistema se apóia em dois segmentos informacionais de suma importância para a aplicação dos recursos do geoprocessamento: as informações de natureza espacial e as de natureza descritiva.

Por isso, uma base cartográfica unificada é a condição primordial para a integração das ações dos diversos agentes atuantes no espaço urbano. Motivados por isto, as secretarias de Planejamento, Transporte, Energia e Comunicação e Saneamento do governo do estado de Pernambuco, junto com as concessionárias de serviços públicos definiram o projeto UNIBASE [LEM95], através do qual se objetiva a unificação das bases cadastrais dos diversos sistemas de informação da Região Metropolitana do Recife, principalmente aqueles vinculados à prestação de serviços públicos urbanos e às redes de serviços de infra-estrutura urbana. Desta forma, os objetivos a serem atingidos com esta unificação são:

- 1- Gerar uma base informacional única do espaço urbano da Região Metropolitana do Recife, com dados espaciais, técnicos, demográficos e sócio econômicos.
- 2- Gerar condições de compatibilização dos diversos sistemas de informações existentes sobre o meio urbano.
- 3- Reduzir os gastos na produção e manutenção das informações vinculadas à representação física do espaço urbano.
- 4- Gerar condições de melhorar os serviços públicos prestados à comunidade.

Assim, uma vez definidos os objetivos do projeto, existem uma série de requisitos e princípios básicos sobre os quais está assentado tal projeto:

a- todas as instituições participantes do projeto UNIBASE se comprometem a utilizar essas bases como suporte aos seus respectivos cadastros.

b- todas estas instituições participantes se comprometem a fornecer (aos responsáveis pela manutenção e atualizações) as informações de uso comum que produzirem em função de suas atividades.

c- todas as instituições se comprometem a co-participar do processo e dos custos de definição, implantação e manutenção do sistema.

d- não existe uma direção definida com relação a indicação de qualquer sistema de software ou SIG para os integrantes do projeto. Cada um deverá definir pela sua opção, ou seja, qualquer que seja o sistema adotado por qualquer consorciado, o mesmo deverá interoperar e interconectar-se com o resto do projeto.

Resumindo, o ambiente do projeto pode ser caracterizado da seguinte forma:

1- definição e geração de uma base única de representação física do espaço urbano da Região Metropolitana do Recife (*UNIBASE original* contendo, entre outros, os níveis referentes ao sistema viário, ocupação urbana, hidrografia, vegetação, geomorfologia).

2- Baseando-se nesta UNIBASE, cada participante do projeto a utilizará como suporte a seus respectivos cadastros, definindo sobre eles novos níveis de informações geo-referenciadas (rede telefônica, no caso da Telpe, rede elétrica, no caso da Celpe, etc.).

3- Todos os integrantes do projeto serão responsáveis pela manutenção e atualização tanto das informações contidas no seus próprios cadastros, quanto das informações de uso comum que produzirem em função de suas atividades. Ou seja, o processo de manutenção e atualização da UNIBASE, em princípio, terá uma coordenação centralizada, mas a sua execução descentralizada (distribuída entre os participantes do projeto).

### 3 Arquitetura para o suporte ao processamento de informações geográficas distribuídas.

O primeiro passo na criação de sistemas distribuídos é a interconectividade. Dois ou mais recursos computacionais estão interconectados se podem intercambiar mensagens. O segundo passo é o objetivo mais ambicioso de interoperabilidade. Dois ou mais recursos são interoperáveis se eles podem interagir para executar tarefas conjuntamente. Interoperabilidade requer entendimento mútuo não somente a nível do sistema ou de programas, mas também a nível de tipos de dados.

Geralmente, diferentes técnicas para cada um destes assuntos podem ser combinadas para criar uma arquitetura particular para um conjunto de sistemas.

Nesta arquitetura, embora as atualizações das aplicações possam ser propagadas aos sistemas locais, o papel primário dela é criar uma visão unificada dos bancos de dados que estão por baixo, de forma que as aplicações que requerem informação de mais de um deles possam ser escritas sem estar preocupados com a distribuição ou heterogeneidade dos conjuntos de dados locais.

Também é necessário que a arquitetura mantenha e facilite as transações entre os sistemas locais. Neste contexto, o SIG poderá conservar tanto visões integradas de aplicações de informações geográficas distribuídas assim como facilitar consultas e atualizações de um dos *sites* componentes que necessita acessar informações em algum outro sistema.

Ou seja, levando em consideração tanto as pesquisas e desenvolvimentos realizados na área de SIG's quanto os aspectos envolvidos na integração e interoperação de sistemas distribuídos heterogêneos, podemos dizer que os requisitos fundamentais de um Sistema de Informações Geográficas distribuído aberto podem ser classificados em:

1 - **Ambiente de aplicação interoperável:** Área de trabalho do usuário configurável para utilizar as ferramentas específicas e os dados distribuídos necessários para resolver um certo problema.

2 - **Espaço de dados compartilhado:** Modelo de dados genérico que suporte uma variedade de aplicações cartográficas e analíticas.

3 - **Navegação através de recursos heterogêneos:** Métodos de exploração e acesso a informações e recursos analíticos disponíveis na rede.

Estes três requisitos devem ser ligados dentro de uma arquitetura, coexistindo num *framework* comum que defina como os componentes do sistema interagem. Uma arquitetura para Sistema de Informações Geográficas distribuído aberto deve fornecer métodos robustos para o acesso a múltiplos formatos de dados usando múltiplos ambientes de software. Ou seja, qualquer SIG ou outra aplicação que use geodados deve ser capaz de utilizar informações distribuídas de qualquer formato.

Assim, todos os esforços dos grupos de pesquisa e projetos em andamento direcionados à definição e implementação de uma arquitetura distribuída aberta que possibilite o suporte ao processamento de dados geográficos distribuídos podem ser classificados em três grandes grupos, de acordo com a tecnologia utilizada. Nos, neste trabalho estamos propondo uma quarta opção, como resultado da integração de outras duas já existentes. A figura 1 apresenta estas diferentes opções:

a. Utilização de arquiteturas de bancos de dados distribuídos heterogêneos, como *InterViso* [TEM93]. 159

b. Utilização de *frameworks* para o gerenciamento de objetos distribuídos, tais como *CORBA* (*Common Object Request Broker Architecture*) [COR96], *OLE* (*Object Linking and Embedding*) [OLE96] e *DIOM* (*Distributed Interoperable Object Model*) [DIO96].

c. Utilização da *Internet* e tecnologias como *WWW* (*World Wide Web*), *WAIS* (*Wide Area Information Servers*), *GRASS* (*Geographic Resource Analysis Support Systems*), *CGI* (*Common Gateway Interface*), Java entre outras [BER94, SHK94].

d. A tendência mais recente, e que está sendo objeto de intensas pesquisas, consiste na definição de uma arquitetura que integra a tecnologia de objetos distribuídos como um *back-end*, com tecnologias do tipo *WWW*, agentes e Java como *front-end* [CHA96, MER96]. Embora esta seja uma área muito recente, e ainda não consolidada, acreditamos que ela seja a solução mais conveniente para o problema particular do tratamento de dados geográficos distribuídos.

Maiores detalhes sobre as características, requisitos, vantagens e desvantagens de cada uma destas opções poderão ser encontradas em [PER97].

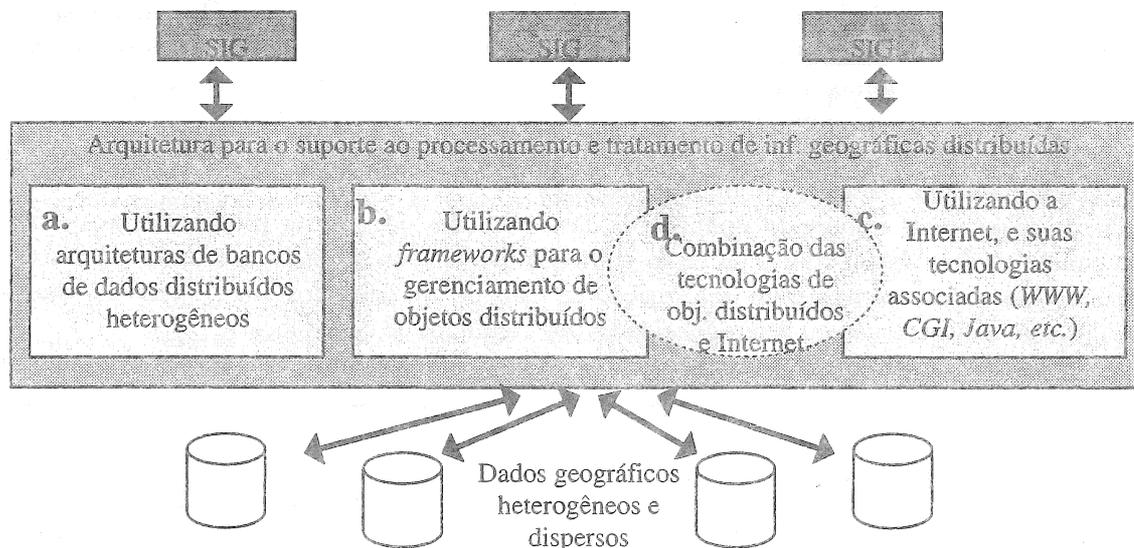


Figura 1: Opções para a definição e implementação de arquitetura para o suporte ao processamento de informações geográficas distribuídas.

#### 4 Soluções ao Projeto UNIBASE

Considerando tanto os objetivos e requisitos do projeto UNIBASE, quanto as características das diferentes opções de suporte ao processamento de dados distribuídos apresentadas na seção anterior, no que segue desta serão propostas, discutidas e justificadas duas soluções para o projeto UNIBASE, que no nosso entender são as que melhor atendem aos objetivos e requisitos definidos por ele.

##### 4.1 Primeira solução: arquitetura em concordância com *OGIS*

Como foi dito em seções anteriores, o modelo de sistemas abertos é uma proposta de engenharia de software e de sistemas distribuídos que possibilita e favorece o compartilhamento de dados, recursos e ferramentas entre diferentes usuários e/ou aplicações. Na área de SIG, isto significa mudar as aplicações fechadas, com estruturas e dados internos, por uma arquitetura aberta, interoperável e que interconecte diferentes SIG's a uma base de dados geográfica distribuída.

Por isso, a primeira solução aqui proposta para a realização efetiva do projeto UNIBASE consiste da definição e implementação de uma arquitetura em concordância com o *Open Geodata Interoperability Services (OGIS)* [GAR96]. É importante lembrar que *OGIS* é um modelo operacional, e não um padrão de dados. Ele consiste de um conjunto específico de ferramentas de software que transladam dinamicamente geodados a partir de várias fontes para um modelo de dados simples baseado em objetos, que será acessado diretamente pelas aplicações distribuídas usando funções básicas. Mas

porque optar, como solução para o nosso problema da UNIBASE, por uma arquitetura do tipo *OGIS*? Basicamente, alguns dos motivos que justificam esta escolha são:

1- Do ponto de vista dos usuários da UNIBASE (as concessionárias Telpe, Celpe, Compesa, e diversas prefeituras), esta arquitetura **permite acessar os geodados localizados remotamente** sem importar-se com os formatos nem estruturas internas.

2- Do ponto de vista dos desenvolvedores de aplicações (FIDEM, concessionárias, etc.), esta arquitetura **fornece um conjunto de serviços em rede** para identificar, interpretar e representar conjuntos de dados (as redes específicas de cada concessionária, por exemplo) desde um servidor de geodados (a UNIBASE).

3- Ela **fornece um ambiente de aplicação interoperável**, ou seja, a área de trabalho de cada concessionária que participa do projeto será configurável e permitirá o uso tanto de ferramentas específicas (SIG próprio, software de sensoriamento remoto, processamento de imagens, etc.), quanto de dados distribuídos, necessários para resolver os seus problemas particulares. Por exemplo, no caso específico da Telpe, utilizará o seu software de SIG *Arc/Info* aplicado sobre os dados geográficos da UNIBASE, para definir e manipular a rede telefônica de uma certa região.

4- **Suporta um espaço de dados compartilhado**, ou seja, será definido um modelo de dados genérico (a UNIBASE) que suportará uma variedade de aplicações cartográficas e analíticas, definidas pelas diferentes concessionárias, que terão a responsabilidade de manter a consistência e a integridade dos dados. Além disto, cada concessionária terá a possibilidade de definir e acrescentar ao espaço de dados comum seus próprios níveis de dados (as suas próprias redes, por exemplo), sendo também responsável pela manutenção dos mesmos.

5- **Permite a navegação através de recursos heterogêneos**, fornecendo métodos de exploração e acesso às informações e recursos analíticos disponíveis na rede formada pelos integrantes do projeto.

6- **Utiliza uma implementação orientada a objetos**, baseada nos métodos e arquiteturas de objetos distribuídos do *CORBA* [COR96], **garantindo a heterogeneidade e a autonomia dos sistemas** das concessionárias que utilizarão esta arquitetura.

7- **O desenvolvimento desta solução poderá ser feito por etapas**, pois o próprio *OGIS* é definido assim, tanto no sentido da arquitetura geral, quanto na implementação dos diferentes protótipos de cada concessionária.

8- **Poderão ser usados formatos e padrões de transferência e intercâmbio bem definidos e abertos.**

9- *OGIS* fornece uma série de ferramentas e funcionalidades que facilitam o desenvolvimento da arquitetura para o suporte ao projeto UNIBASE. Elas são:

a- *Virtual Geodata Model (VGM)*: Fornece uma visão lógica consistente da informação geográfica (a UNIBASE e todos os outros níveis definidos pelos diferentes participantes do projeto), independente dos modelos de dados e dos formatos subjacentes. Permite a criação de funções e operações de alto nível que poderão ser usadas pelas aplicações das concessionárias para acessar tanto os conjuntos de dados próprios, quanto os conjuntos de dados das outras concessionárias. Ele inclui diferentes modelos para a representação dos fenômenos geográficos dessas aplicações.

b- *Application Programming Model (APM)*: Consiste de um conjunto abrangente de tipos que facilitarão a criação e implementação das aplicações e serviços dos diferentes integrantes do projeto UNIBASE. Uma consulta ao *APM* gerará uma seqüência de operações que permitirão identificar a fonte de dados apropriada, extrair informações, reorganizá-las caso seja necessário, e modelar estas informações de acordo com os protocolos de *VGM*.

c- *Services*: Permitem o acesso a uma variedade de formatos de dados, fornecendo transformações específicas ou operações de geoprocessamento. Assim, facilitará a identificação e localização dos recursos disponíveis no ambiente distribuído da UNIBASE.

Em resumo, optar por uma solução que tenha como base o *OGIS* fornecerá um modelo que permitira que as diferentes aplicações, definidas e implementadas pelos integrantes do projeto, possam acessar os dados geográficos heterogêneos distribuídos da rede metropolitana do Recife que formam a

UNIBASE. Basicamente, o esquema da solução utilizando o *Open Geodata Interoperability Services (OGIS)* para o problema da UNIBASE pode ser visto na figura 2.

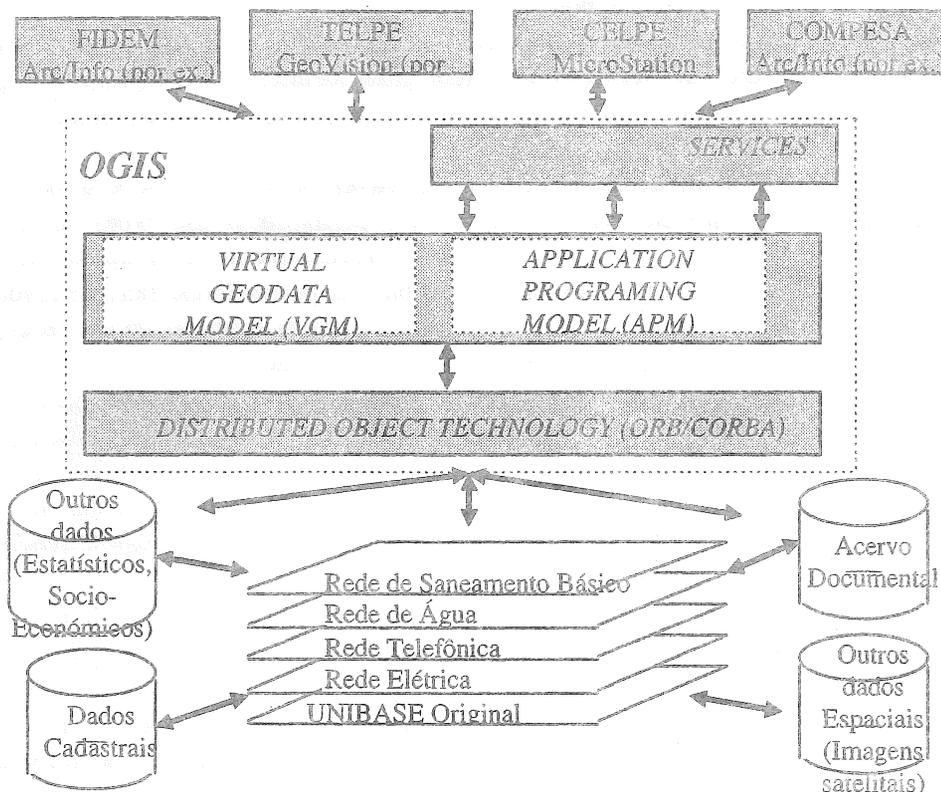


Figura 2: Esquema geral do projeto UNIBASE usando OGIS.

Nesta proposta, o núcleo de *OGIS* é baseado em *CORBA*. Por isso, através dele será feito o envio de requisições e respostas entre os objetos que representarão tanto os dados espaciais (UNIBASE original mais os outros níveis específicos de cada concessionária), quanto os dados não espaciais (cadastros, estatísticos e sócio-econômicos, acervo documental, etc.), fornecendo a comunicação básica e o gerenciamento dos dados da arquitetura.

Dessa forma, será mantido um repositório de interfaces e de classes de objetos de forma que qualquer aplicação a ser definida pelos integrantes do projeto possa criar e usar os objetos da UNIBASE, que podem ser distribuídos.

Por outro lado, cada um dos integrantes do projeto (a Telpe, por exemplo) poderá ter sua própria visão lógica da informação geográfica (e não geográfica) de seu interesse (a rede telefônica, neste caso). Para isso, ela utilizará o *Virtual Geodata Model (VGM)*, que consiste basicamente de uma variedade de formatos e estruturas e, fundamentalmente, de diferentes modelos para a representação dos fenômenos geográficos de interesse para a concessionária específica.

Assim, através do uso de *VGM*, uma concessionária em particular, integrante do projeto UNIBASE, poderá modelar e gerenciar tanto as informações geográficas da UNIBASE, quanto os dados descritivos associados a ela, obtendo como resultado uma visão particular da UNIBASE como um todo.

Uma vez definidas estas visões lógicas, específicas para cada concessionária, o seguinte passo será a definição e implementação das diferentes aplicações e serviços a serem usados pelos integrantes do projeto. Para isso, será utilizado o *Application Programming Model (APM)*. Através dele, poderão ser definidas tanto as novas aplicações, quanto as interfaces que serão usadas para acessar outras aplicações e serviços existentes.

Finalmente, existe uma série de serviços e aplicações oferecidos pelo *OGIS* que poderão fornecer funcionalidades específicas para as aplicações definidas pelas concessionárias, favorecendo a reusabilidade do código.

Como já foi expressado nas seções anteriores, existe uma tendência de evolução dos sistemas cliente-servidor atuais para a orientação a objetos. Assim, em geral, o modelo *CORBA* surge bem posicionado para se tornar um padrão de fato da tecnologia emergente de objetos distribuídos. No caso particular do domínio de SIG, o *Open Geodata Interoperability Services* aparece como a opção mais promissora para a definição e implementação dos futuros SIG's distribuídos abertos.

Dessa forma, uma solução para o projeto UNIBASE que esteja em concordância com estas tendências certamente terá as seguintes vantagens:

1- estará favorecendo a **interconectividade** e a **interoperabilidade** deste sistema com outros projetos e sistemas similares, tanto nacionais quanto estrangeiros. Isto favorecerá, por exemplo, o **compartilhamento** e a **reusabilidade** tanto dos dados geográficos e espaciais (minimizando o alto custo e processo demorado de aquisição), quanto das aplicações que os utilizam.

2- O uso destas tecnologias também assegura a **heterogeneidade**, pois cada concessionária poderá definir e usar tanto seus próprios softwares, quanto os modelos e estruturas de dados que serão utilizadas por eles (em adição à UNIBASE original), sendo tudo isto transparente para o projeto como um todo. Isto também garante a **autonomia** do sistema, pois os componentes poderão mudar independentemente e transparentemente, mantendo suas interfaces para o resto do sistema.

3- Neste ambiente orientado a objetos, a manipulação dos objetos das aplicações será feita de uma forma similar à realizada com os objetos do mundo real. Isto favorecerá o aprendizado e gerará um comportamento comum entre as aplicações.

4- As aplicações de propósito específico desenvolvidas por uma concessionária (*merge* de duas redes, por exemplo), poderão ser compartilhadas por várias aplicações, inclusive de outras concessionárias, favorecendo a **interoperabilidade** de aplicações.

5- Através do encapsulamento dos dados, as aplicações podem ser **construídas numa forma modular**, favorecendo o desenvolvimento e teste incremental.

6- E por fim, o projeto poderá permitir que novos participantes, com suas aplicações específicas, sejam integrados e que a UNIBASE metropolitana seja estendida para uma UNIBASE estadual.

#### 4.2 Segunda solução: utilizando Internet

A Internet suporta múltiplos modos de comunicação (e-mail, login remoto, ftp, buscas hipermídias, etc.). Ela está evoluindo e está se tornando o maior meio de recuperação e compartilhamento de informações, sendo uma ferramenta eficiente tanto para pesquisadores, quanto para usuários novatos.

Por isso, a nossa segunda proposta utiliza Internet, e principalmente *WWW*, para permitir tanto o acesso e distribuição das informações geográficas da UNIBASE, quanto a exploração de tópicos relacionados aos serviços SIG e à distribuição de dados usando a *WWW*.

Basicamente, os motivos que justificam porque utilizar a Internet e suas tecnologias associadas como solução para o nosso problema da UNIBASE são:

1- A Internet, e principalmente a *WWW*, tem sido reconhecida como uma valiosa ferramenta para a **apresentação** efetiva de informações complexas (espaciais, geográficas em nosso caso). Esta **apresentação** se refere a uma comunicação clara e intuitiva da informação aos usuários.

2- A localização de uma fonte de informação num servidor *WWW* fornece um ponto simples de manutenção, permitindo que as modificações de **conteúdo** sejam feitas rapidamente desde qualquer *site* que referencia a fonte de informação. Aqui se entende por **conteúdo** a informação propriamente dita, incluindo sua circulação e modificação.

3- A relativa facilidade com que podem ser criadas as ligações hipertextuais permite que o **alcance** da informação seja facilmente modificado. O **alcance** se refere aos conjuntos de informações incluídas no conteúdo mais a capacidade de estender associações a outros conjuntos relevantes de informações.

4- A Internet permite que repositórios de informações sejam compartilhados, e que tais informações possam ser associadas e relacionadas, todo num contexto ou *framework* de distribuição altamente extensível.

5- A utilização destas tecnologias fornece capacidades de busca que permitem colocar consultas combinadas de textos e características espaciais como condições para a recuperação de informações a partir da UNIBASE.

Para a implementação efetiva desta proposta, alguns itens específicos exigirão especial atenção, como por exemplo, tamanho de arquivos, tamanhos físicos dos elementos, escolha dos formatos de dados, uso de indicadores de formatos e tamanhos, etc. A não atenção a estes tópicos é uma das principais causas de ineficiência da autoria na Web, a tecnologia a ser utilizada nesta proposta.

A idéia é utilizar a arquitetura cliente-servidor da WWW (implementando um servidor WWW) em cada concessionária, e fazer que ela se comunique com um servidor de SIG específico (localizado na FIDEM, por exemplo, junto com a UNIBASE), para assim fornecer um método, baseado em GUI, de recuperação e tratamento de dados usando consultas e processamentos gerados a partir das concessionárias participantes do projeto. Para fazer possível a comunicação entre os servidores WWW e o servidor SIG, seria utilizado o padrão *Common Gateway Interface (CGI)*. Assim, ele facilitará a manipulação de requerimentos de informações e poderá atuar como uma porta para retornar os documentos apropriados. A figura 3 apresenta a arquitetura desta proposta.

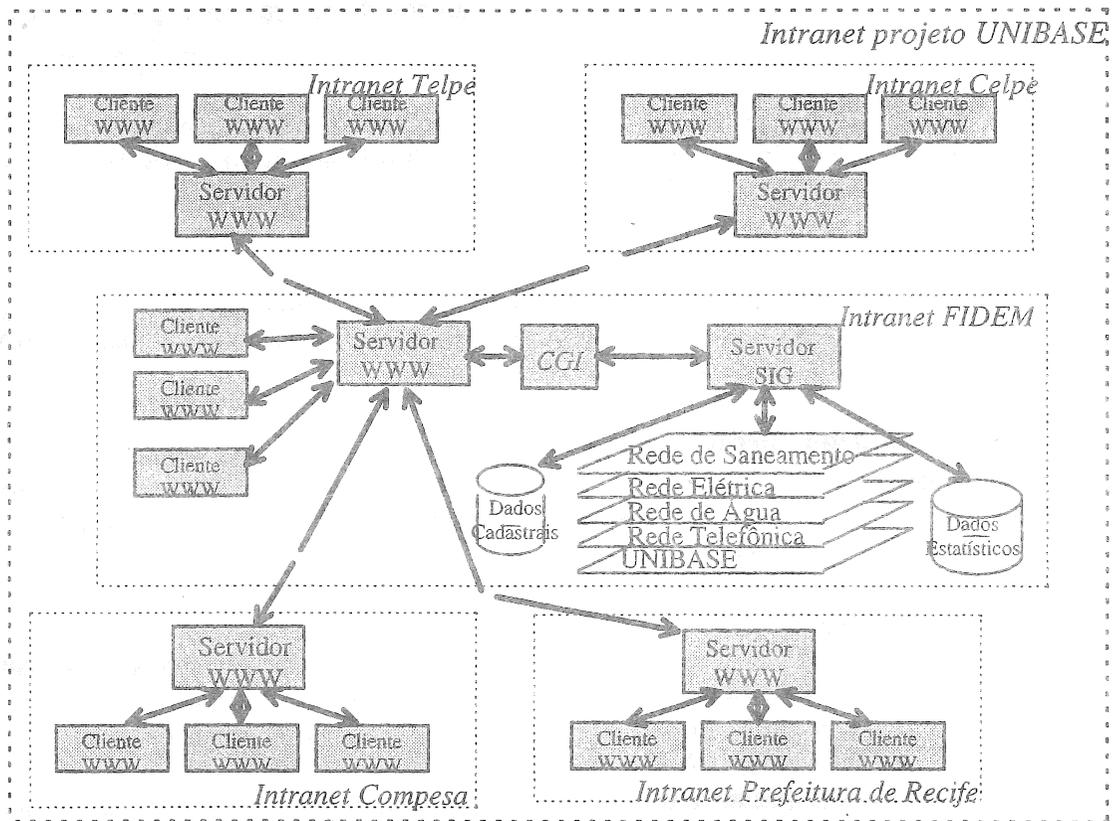


Figura 3: Arquitetura do projeto UNIBASE utilizando Internet.

Nela, cada concessionária implementará sua própria Intranet. Isto possibilitará tanto organizar e processar seus próprios dados internos (operacionais, administrativos, financeiros, etc.) garantindo a **autonomia** do sistema, quanto acessar, consultar e recuperar as informações geográficas da UNIBASE, através da Intranet do projeto. Porém, esta proposta não permite o processamento das informações geográficas próprias de cada concessionária (Celpe, Telpé, por exemplo) por parte delas próprias. Uma solução parcial desta limitação seria a implementação, interligados aos servidores WWW, de servidores SIG em cada uma das concessionárias, mantendo assim a comunicação entre os participantes do projeto através da WWW (ver figura 4).

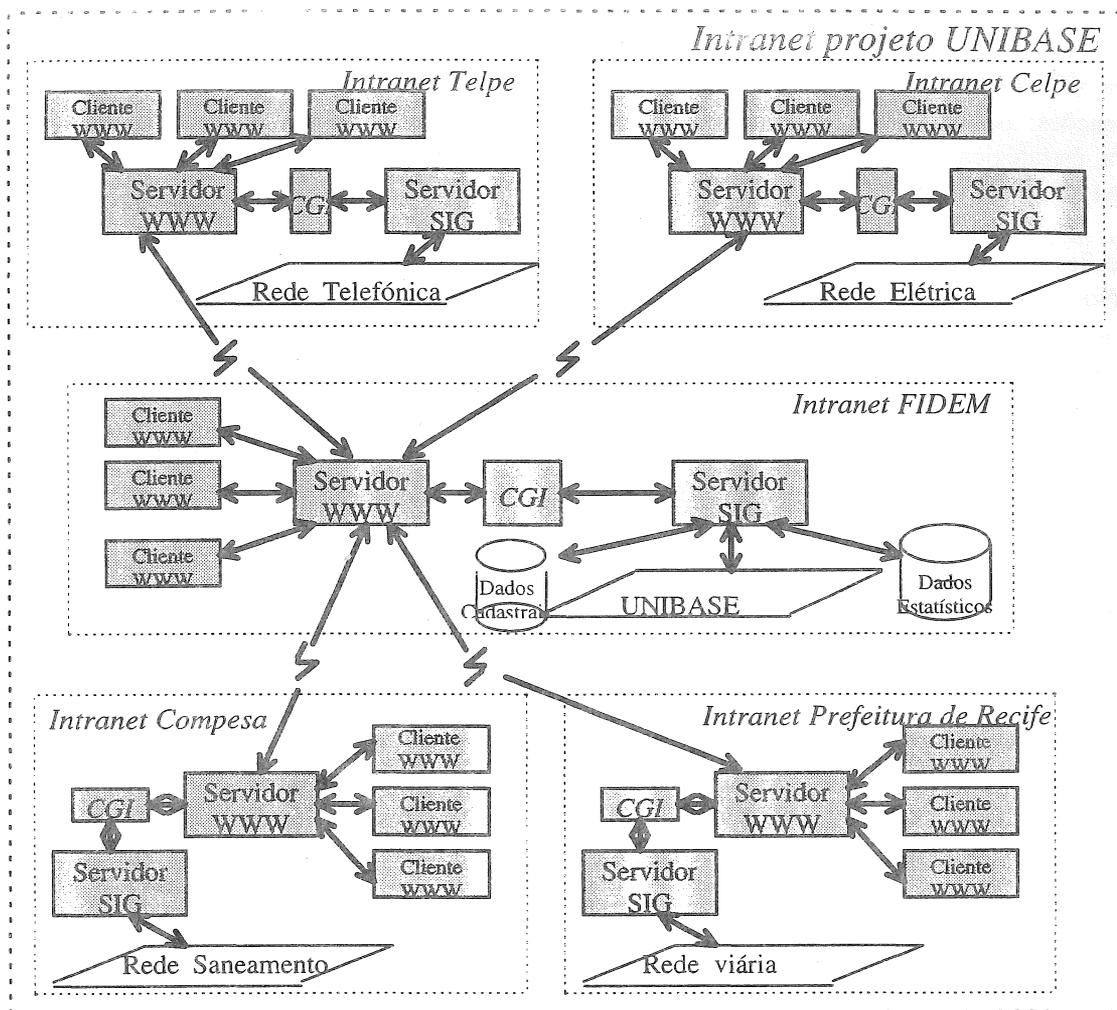


Figura 4: Arquitetura alternativa do projeto UNIBASE com vários servidores SIG.

A utilização de Internet, mais precisamente da WWW, favorecerá a **interconectividade** e a **interoperabilidade** dos sistemas e aplicações integrantes do projeto, dado que WWW esta baseada em padrões bem definidos e difundidos.

A definição de dois níveis de Intranets no projeto garante um certo nível de segurança, através da implementação de *firewalls* tanto nas concessionárias, quanto no projeto como um todo. Estas *firewalls* restringirão o acesso de usuários não autorizados tanto às redes internas das concessionárias, quanto ao projeto UNIBASE.

Como se pode perceber, esta proposta de utilizar a Internet e suas tecnologias associadas só apresenta uma solução parcial tanto ao problema geral do processamento de dados geográficos distribuídos, quanto ao problema específico de implementação do projeto UNIBASE, no sentido que esta arquitetura proposta não permite que qualquer SIG, utilizado pelas concessionárias, possa acessar à UNIBASE. Pelo contrário, aqui é utilizado um SIG específico, que gerencia o acesso à UNIBASE e todas as concessionárias se comunicam com ele. Esta característica certamente prejudicará a **heterogeneidade** do sistema.

Porém, talvez a maior vantagem desta proposta seja a simplicidade e facilidade de implementação (em relação à primeira proposta, baseada em *OGIS*), devido a que todas as tecnologias a serem utilizadas (Internet, WWW, CGI, Intranets, etc.) são muito conhecidas e testadas, possibilitando uma rápida implementação da arquitetura.

Ela também possibilitará uma melhor organização das redes internas de cada uma das concessionárias (não somente em termos do projeto UNIBASE), permitindo que elas tenham três níveis

de informações: as informações internas próprias de cada concessionária (administrativa, operacional, financeira, estratégica, etc.), as informações do projeto UNIBASE, e as informações gerais, disponíveis na Internet como um todo.

## 5 Conclusões

No começo deste trabalho, se identificou como uma das principais características dos futuros SIG's a necessidade de compartilhar informações de diferentes fontes com o objetivo de não duplicar os dados existentes e de beneficiar-se com as atualizações de outros sistemas. Se identificou que conectar e compartilhar os SIG's será a maior mudança no futuro próximo. Para isso, neste trabalho, primeiro foram identificadas e classificadas as diferentes opções que os projetos de pesquisa e grupos de trabalho escolheram para a definição e implementação desta arquitetura para o suporte ao processamento e tratamento de informações geográficas distribuídas. Esta classificação das diferentes propostas foi baseada no ambiente de suporte ao desenvolvimento de sistemas distribuídos utilizado.

A seguir, e baseando-nos nestas diferentes opções, foram propostas duas soluções possíveis para o problema considerado como o nosso estudo de caso, o projeto UNIBASE, as quais, a nosso entender, são as que melhor atendem tanto aos objetivos definidos pelo projeto, quanto aos requisitos dos futuros Sistemas de Informações Geográficas distribuídos abertos identificados por nós.

Entre as contribuições deste trabalho, podemos mencionar:

1- A identificação e definição dos requisitos e características dos futuros Sistemas de Informações Geográficas distribuídos abertos.

2- A identificação e classificação das diferentes opções para a definição de uma arquitetura para o processamento e tratamento de informações geográficas distribuídas.

3- A proposta de duas soluções para o nosso estudo de caso, o projeto UNIBASE, as quais levam em consideração tanto os requisitos e características identificados em 1, quanto os objetivos do próprio projeto.

Em relação às perspectivas e tendências futuras na área de processamento de dados geográficos distribuídos, podemos dizer que o caminho está no uso das tecnologias associadas à Internet. Mas, estas tecnologias ainda têm que amadurecer, tornando a Internet realmente um meio interativo e dinâmico. Mais precisamente, a tendência nas pesquisas e desenvolvimentos de arquiteturas para o suporte ao processamento de dados geográficos distribuídos aponta à integração das tecnologias de objetos distribuídos com a Internet.

Embora existam poucos estudos ou trabalhos tentando definir esta arquitetura que integre WWW e objetos distribuídos para a próxima geração de computação cliente-servidor, e pior ainda, apesar de não se conhecer trabalhos que proponham esta integração como solução ao problema de processamento de dados geográficos distribuídos, acreditamos (e propomos) que a futura definição e implementação de uma arquitetura genérica para os Sistemas de Informações Geográficas distribuídos abertos se baseará na integração destas tecnologias.

Mais precisamente, estão sendo identificados dois caminhos para atingir esta integração: o primeiro propõe que a integração entre WWW e a tecnologia de objetos distribuídos, particularmente com CORBA, seja feita através do uso de Java. Nesta tendência, propõe-se a construção dos chamados Java ORB, os quais permitem que os Java Applets possam acessar os serviços fornecidos por objetos CORBA. Uma segunda corrente de pesquisa defende o uso de agentes móveis, os quais forneceriam um paradigma novo e alternativo para a computação de objetos distribuídos na WWW. Para isso, uma das soluções propostas será a construção, uso e adoção de uma Java Virtual Machine [MAR96], por parte de uma ampla variedade de plataformas de hardware e de sistemas operacionais.

## 6 Bibliografia

- [BER94] BERNERS-LEE, T. et.al. "The HARVEST Information discovery and access system". Em Proceedings of 2<sup>nd</sup> International World Wide Web Conference, pp 763-771, 1994.
- [CHA96] CHANG, D. e LANGE, D. "Mobile Agents: A new paradigm for distributed object computing on the web". <http://www.ibm.co.jp/trl/projects/aglets/ma.html>.
- [COR96] CORBA, <http://www.omg.org>.

- [DIO96] DIOM, "Distributed Interoperable Object Model". <http://web.cs.ualberta.ca/~ling/liu/diom-home.html>
- [GAR96] GARDELS, K. et.al. "Open GeoData Interoperability Services: An object-oriented framework for accessing distributed, heterogeneous geographic information". Em <http://epoch.cs.berkeley.edu:8000/sequoia/guernewood/OGIS/>
- [LAU95] LAURINI, R. "Distributed Geographic Databases: an overview". The AGI Sourcebook for Geographic Information Systems, pp 45-55, 1995.
- [LEM95] LEMOS, I. "Projeto UNIBASE: Base para união de cadastros na região metropolitana do Recife". Em Fator GIS, nro. 9, pp 22-25, 1995.
- [MAR96] MARCUS, Bob "WWW and Distributed Objects" Workshop Position Paper. <http://www.eng.uci.edu/~peilei/bobmarcus.html>
- [MER96] MERLE, P. et.al. "CORBAWeb: A Generic object navigator". Em Proceedings of 5<sup>th</sup> International World Wide Web Conference, Paris, França, Maio 1996. [http://www5conf.inria.fr/fich\\_html/papers/P33/Overview.html](http://www5conf.inria.fr/fich_html/papers/P33/Overview.html).
- [OLE96] OLE, "Object Linking and Embedding". <http://www.microsoft.com>.
- [PER97] PEREZ, Celso R. "Suporte ao processamento de dados geográficos distribuídos". Relatório Técnico, DI-UFPE, 1997
- [PEU90] PEUQUET, D. et.al. "Introductory readings in Geographic Information Systems". Taylor & Francis, 1990.
- [SHA94] SHAW, W. et.al. "Municipal systems integration: An evolutionary approach". Em Proceedings of URISA, pp 1-15, 1994.
- [SHK94] SHKLAR, L. et.al. "InfoHarness: Information Integration Plataform". Em Proceedings of 2<sup>nd</sup> World Wide Web Conference, Chicago, 1994.
- [STA90] STAR, J. et.al. "Geographic Information Systems, an introduction". Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1990.
- [TEM93] TEMPLETON, M. et.al. "InterViso: Dealing with the complexity of federated database access". Em VLDB Journal, vol 4 N. 2, pp287-317, abril 1993.
- [ZAJ94] ZAJAC, G. "Integration of GIS applications across múltiple plataform environment". Em Proceedings of URISA '94, pp 140-153, 1994.