

# **AS ROUPAS NOVAS DO IMPERADOR**

**Gilberto Câmara**

**Revista InfoGeo, 12, 2000.**

Em 1994, publiquei o artigo "Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica", que apresentava os diferentes componentes da tecnologia de Geoprocessamento, e analisava o que ofereciam alguns dos sistemas disponíveis no mercado. Neste artigo, pretendo atualizar esta visão geral, e explicar o que mudou desde então. Também espero preparar o leitor para o debate "O Futuro do GIS", que será realizado como parte do GeoBrasil 2000, em que esperamos a presença de representantes da ORACLE, ESRI e SmallWorld, além deste colunista.

Há cinco anos, a quase totalidade dos sistemas poderia ser enquadrada com um ambiente mono-usuário, no qual as diferentes funções (entrada, consulta, análise, visualização) são acessadas a partir de uma única interface. Atualmente, há uma grande diversificação de oferta, com pelo menos quatro grandes tecnologias complementares, analisadas a seguir:

- Os "GIS desktop", com interfaces amigáveis e crescente funcionalidade.
- Os "Gerenciadores de Dados Geográficos", que armazenam os dados espaciais em ambiente multi-usuário.
- Os "Componentes GIS", ambientes de programação que fornecem insumos para que o usuário crie seu próprio aplicativo geográfico.
- Os "Servidores Web de Dados Geográficos", utilizados para publicação e acesso a dados geográficos via Internet.

## **O Poder Crescente do "Desktop"**

Num "GIS desktop", os dados geográficos são armazenados de forma separada, com os atributos descritivos guardados em tabelas (usualmente no padrão xBase) e as geometrias em formatos proprietários (como os "shapefiles" do ARC/VIEW). Nos sistemas derivados de CAD, como o MICROSTATION GEOGRAPHICS, há ainda uma separação entre as representações do desenho e da topografia.

Originalmente sistemas simples de consulta e apresentação de dados, os "GIS desktop" tem evoluído para oferecer uma crescente gama de funcionalidade, incluindo:

- A combinação de tratamento de dados vetoriais e matriciais ("raster") no mesmo ambiente, com uma integração maior entre Processamento de Imagens e GIS, a exemplo do IDRISI.
- Linguagens de programação de "scripts", em que as variáveis refletem os tipos de dados geográficos suportados pelo sistema (e.g., AVENUE do ARC/VIEW e MAPBASIC do MAPINFO), e que permitem ampliar a funcionalidade disponível.
- Ferramentas sofisticadas de Análise Espacial, como os módulos de Geoestatística disponíveis nas novas versões do IDRISI, ARC/INFO E SPRING e funções de Álgebra de Mapas como as disponíveis no módulo SPATIAL ANALYST do ARC/VIEW.
- Uma integração do "desktop" com os gerenciadores de dados geográficos, como no caso da ligação entre GEOMEDIA com ORACLE SPATIAL e AUTODESK WORLD com VISION\*.
- O aumento da potencial de interoperabilidade e da conversão automática de formatos de dados geográficos, como suportado pelo GEOMEDIA.
- O uso de conceitos de orientação-a-objetos, que permitem uma aproximação melhor entre os problemas do mundo real e sua representação computacional, como no ARC/INFO-8 e no SPRING.

A Tabela 1 apresenta alguns dos principais sistemas "desktop", que possuem um conjunto de funções básicas comuns (consulta a bancos de dados, apresentação de mapas e tabelas, gerenciamento de projeções, conexão a bancos de dados relacionais). O símbolo ✓ indica que o sistema possui a característica indicada, e o símbolo ✓✓ é aplicado em casos que o sistema oferece funcionalidade adicional.

### **Gerenciadores de Dados Geográficos**

Nos anos recentes, a interesse pelo uso de GIS no ambiente corporativo levou ao aparecimento de *gerenciadores de dados geográficos*, que armazenam tanto a geometria como os atributos dos objetos dentro de um sistema gerenciador de bancos de dados (SGBD). As principais vantagens desta estratégia são: (a) evitar os problemas de controle de integridade típicos do ambiente "desktop", permitindo o acesso concorrente aos dados; (b) facilitar a integração com as bases corporativas já existentes, como sistemas legados, que já utilizam SGBDs relacionais.

Estes gerenciadores possuem dois componentes, usualmente de distintos fabricantes: um SGBD com suporte a dados geográficos e uma "camada de acesso", que fornece um ambiente de armazenamento e recuperação, visível externamente ou integrado a um "GIS desktop".

Por enquanto, os SGBD geográficos armazenam apenas representações vetoriais (pontos, redes e polígonos), com três classes principais de tecnologias:

- SGBD relacional no qual as representações de dados geográficos são armazenadas como atributos numéricos em tabelas. Cada ponto é representado por um par de coordenadas x-y (cada um numa coluna separada) e cada arco é guardado como referência a dois pontos (o inicial e o final). Reconstruir a geometria de um polígono complexo requer a junção de dados de múltiplas tabelas, o que pode limitar o desempenho do sistema para grandes massas de dados. Esta é a estratégia adotada no ORACLE SPATIAL.
- SGBD relacional com suporte para campos longos (um *campo longo* é uma cadeia binária aonde se pode armazenar informação gráfica, numérica ou pictórica). O acesso ao conteúdo dos campos longos é deixado a cargo de uma interface de aplicação. Esta é o caso do CA\*INGRES.
- SGBD extensível (tipicamente relacional com suporte a orientação-a-objetos), que permite a definição de novos tipos de dados (como linhas e polígonos). A idéia neste caso é que os dados espaciais são simplesmente um tipo de dados adicional em um SGBD relacional-objeto. Este é o caso do INFORMIX DATABLADE e do IBM DB2 SPATIAL EXTENDER.

As "camadas de acesso" interagem com estes servidores, para fornecer um ambiente de armazenamento e recuperação, através de uma interface de programação (API). Estes produtos podem ser divididos em duas grandes classes:

- Ambiente de programação genéricos que fornecem funções de acesso aos bancos de dados geográficos. Como exemplo temos SDE/ESRI e MAPINFO/SPATIALWARE.
- Sistemas de Gerência de Dados, especialmente para aplicações de redes ("AM/FM"), que oferecem, além do acesso aos dados, mecanismos sofisticados de controle de transações (como "check-in"/"check-out" ou gerência de versões). Como exemplo temos VISION\* e SMALLWORLD GIS .

As interfaces (API) oferecidas pelo "software de acesso", na maior parte dos casos, implicam o uso de soluções proprietárias. Como alternativa, alguns fabricantes estão adotando interfaces padronizadas, como as preconizadas pelo consórcio OpenGIS, que definiu, para o caso de dados vetoriais, um conjunto de tipos de dados espaciais e um conjunto de funções para acesso e manipulação.

Na tabela 2, apresentamos uma visão geral dos SGDB geográficos e na tabela 3, os diferentes camadas de acesso a estes servidores.

### **Componentes GIS e Linguagens de Extensão**

Nenhum GIS nasce pronto e muitas vezes, há necessidade de desenvolver aplicativos dirigidos especificamente para um cliente. Para tanto, uma tendência crescente destes últimos anos é fornecer um ambiente de componentes, com tipos de dados geográficos básicos e métodos de acesso e apresentação. A linguagem de programação mais comum é VISUALBASIC, como no caso dos produtos MAPOBJECTS da ESRI e MAPX da MAPINFO. A comunicação com outras aplicações pode ser conseguida utilizando recursos do Windows, como OLE (*Object Linking and Embedding*) e ODBC (*Open Database Connectivity*). Como exemplo, veja-se o trabalho feito por Flávio Yuaça ("GIS para Prefeituras", InfoGEO nº 04 - nov/dez 1998).

O uso de componentes permite uma flexibilidade maior de personalização da interface e da funcionalidade. No entanto, o que os fabricantes estão oferecendo são objetos simples (tipicamente abstrações de tabelas, mapas vetoriais e imagens bitmap), com funções de consulta e apresentação, o que limita o escopo do uso desta tecnologia. A alternativa é oferecer uma biblioteca de rotinas, num ambiente de programação em linguagens como C ou C++. Podemos citar a biblioteca SPRINGLib, usada no desenvolvimento do SPRING e produtos derivados. Neste caso, toda a funcionalidade do sistema está disponível, mas precisa ser remontada pelo programador.

Na tabela 4, apresentamos os diferentes componentes GIS.

### **Servidores Web de Dados Geográficos**

Um dos desafios crescentes para as instituições que lidam com informações geográficas é a publicação de dados através da Internet. Por sua natureza gráfica e bidimensional, o ambiente WWW ("World Wide Web") oferece uma mídia adequada para a difusão da geoinformação. A médio prazo, espera-se que a disponibilidade "on-line" de grandes bases de dados espaciais e de ferramentas eficientes de navegação torne a geoinformação acessível de forma ampla, sem a necessidade de aquisição de software específico.

Para facilitar a difusão de informação geográfica através da Internet, a solução mais adotada é acoplar um servidor de dados geográficos. As tecnologias disponíveis podem ser enquadradas genericamente em duas grandes classes:

- Servidores de imagens, que, respondendo a pedidos remotos, enviam uma imagem (matriz) de tamanho fixo nos formatos GIF ou JPEG. Esta solução permite configurar o servidor para responder a diferentes tipos de consulta, sem requerer que todos os dados a ser transmitidos sejam pre-computados. Entretanto, o usuário consegue visualizar apenas as imagens enviadas; qualquer novo pedido é enviado de volta para o servidor, resultando em mais uma transferência pela Internet. Como exemplo, temos o "Internet Map Server", da ESRI.
- Servidores de mapas, que adotaram como solução a transmissão de dados no formato vetorial. Estes servidores encapsulam a informação em formatos gráficos, que podem ser visualizados por meio de programas adicionais ("plug-ins") acoplados a "browsers" como o Netscape ou o Explorer ou por meio de "applets" JAVA . Esta estratégia permite uma maior flexibilidade do lado do cliente, que pode realizar operações locais de visualização e consulta sob os dados transferidos. O tempo de acesso inicial para transferência é maior que no caso anterior, mas muitas das operações posteriores serão realizadas localmente, o que resulta usualmente num tempo de resposta médio melhor. Exemplos são os produtos "Geomedia Web Map" da INTERGRAPH, "Map Guide" da AUTODESK e "SpringWeb" do INPE.

Algumas das soluções de mercado estão mostradas na tabela 5.

### **Conclusão – Juntando as Partes da Engrenagem**

O que mudou desde 1994 ? Olhando em retrospecto, é espantoso como a tecnologia GIS vem evoluindo, e como temas de pesquisa acadêmica foram apropriados em soluções comerciais num curto espaço de tempo. Um aspecto fundamental das diferentes tecnologias apresentadas é sua *complementaridade*: os "GIS desktop" podem utilizar "gerenciadores de dados geográficos", que podem estar ligados a "servidores web", e os usuários destes dados podem ter interfaces personalizadas, construídas a partir de "componentes GIS".

Qual o futuro do GIS ? Pelas tendências apresentadas neste artigo, a tecnologia está amadurecendo, para que o usuário possa construir a solução do tamanho de sua necessidade. Em compensação, a diversidade obriga a uma escolha muito mais cuidadosa. Se, em 1994, escolhíamos o *sistema* a ser utilizado, hoje precisamos primeiro determinar a *configuração* que melhor nos convém, sabendo que precisaremos de equipes competentes para combinar as diferentes soluções.

Assim, antes de escolher sua solução de geoinformação, faça um desenho detalhado de suas necessidades, agora e no futuro. Procure identificar quais os componentes necessários, e planeje uma incorporação tecnológica gradual, na qual sua empresa vai construindo o ambiente desejado, passo-a-passo. E siga os passos de todos os projetos de êxito aqui e no Exterior: invista muito na formação de pessoal. Equipes capacitadas são a melhor resposta para o desafio de bem usar as tecnologias.

O autor agradece a Clodoveu Davis (PRODABEL) e Flávio Yuaça (Comdata), pelas importantes contribuições para este artigo e também a Antônio Miguel Monteiro, João Paiva e Ricardo Cartaxo (INPE), Ubirajara Freitas (FUNCATE), Marcelo Gattass e Marco Casanova (PUC/RJ), pelas muitas discussões sobre o tema, nos últimos anos.

**TABELA 1 - GIS DESKTOP**

	<b>Suporte Imagens</b>	<b>Análise Espacial</b>	<b>Álgebra Mapas</b>	<b>Integr. servidor</b>	<b>Linguag. Progr.</b>	<b>Interop.</b>	<b>Orient. Objetos</b>
<b>Arc/Info</b>	✓	✓	✓	✓	✓	-	✓
<b>Arc/View</b>	✓	-	✓	✓	✓	-	-
<b>AutoDesk World</b>	✓	-	-	✓	✓	-	-
<b>Geographics</b>	✓	-	-	-	✓	-	-
<b>GeoMedia</b>	✓	-	-	✓	✓	✓	-
<b>Idrisi</b>	✓✓	✓	✓	-	-	-	-
<b>MapInfo</b>	✓	-	-	✓	✓	-	-
<b>Spring</b>	✓✓	✓	✓	-	✓	-	✓

Obs: No caso do ambiente de programação, o Arc/View, Idrisi e Spring oferecem linguagens de "scripting" (interpretadas). O AutoDesk World, Geographics, GeoMedia e MapInfo oferecem ambientes do tipo "Visual Basic". O Arc/Info suporta os dois modos de trabalho.

**TABELA 2 - SGDB COM SUPORTE A DADOS ESPACIAIS**

	Armazenamento	Indexação espacial	Interface Progr.	Integrac. Produtos
<b>Oracle Spatial</b>	Tabelas normalizadas	Quad-trees	C, SQL/MM, OpenGIS	GeoMedia, MapInfo, SDE
<b>DB2 Spatial Extender</b>	Tipos de dados espaciais	-	C++, SQL	SDE
<b>Informix Data Blade</b>	Tipos de dados espaciais	-	C++, SQL	SDE, MapInfo SpatialWare

**TABELA 3 - GERENCIADORES DE DADOS GEOGRÁFICOS**

	Área de Aplicac.	Integrac. Produtos	Gerência Transação	Interface Program.	SGBDs Suportados
<b>GeoMedia Pro</b>	Geral	GeoMedia	-	VBA	Oracle
<b>MapInfo SpatialWare</b>	Geral	MapInfo	-	C++, VBA	Oracle, Informix
<b>ModelServer Continuum</b>	Geral	Microstation Geographics	-	VBA	Oracle
<b>SDE/Esri</b>	Geral	Arc/Info, Arc/View	-	C, Avenue	Oracle, DB2, Informix
<b>SmallWorld</b>	Gerência Redes	-	Controle versões	Smallworld Magik	Oracle
<b>VISION*</b>	Gerência Redes	AutoDesk World	"Check-in, check-out"	Express (VBA-like)	Oracle

**TABELA 4 - COMPONENTES GIS**

	<b>Ambiente Programação</b>	<b>Integração Servidor</b>	<b>Tipos de Dados</b>	<b>Suporte para OLE/ODBC</b>
<b>MapX (MapInfo)</b>	C++, Visual Basic	Oracle Spatial	Vetores, Tabelas	✓
<b>MapObjects (Esri)</b>	Visual Basic	SDE/Esri	Vetores, Tabelas	✓
<b>GeoMedia (Intergraph)</b>	VisualBasic	Oracle Spatial	Vetores, Tabelas	✓
<b>SpringLib</b>	C++	-	Vetores, Tabelas, Grades, Imagens	-