

# Geoprocessamento: dez anos de transformações<sup>1</sup>

**Clodoveu Augusto Davis Jr.<sup>2</sup>**

*Pesquisador da Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte S.A. – PRODABEL*

*Editor da Revista iP – Informática Pública*

*Doutor em Ciência da Computação pela UFMG*

*Áreas de interesse: sistemas de informação geográficos, bancos de dados espaciais, computação gráfica, processamento digital de imagens*

## **PALAVRAS-CHAVE**

Sistemas de Informação Geográficos – Geoprocessamento – Evolução tecnológica

### **RESUMO**

Desde as primeiras iniciativas de aplicação de sistemas de informação geográficos (SIG) no setor público brasileiro, ocorridas há aproximadamente uma década, as tecnologias de informação e comunicação se transformaram drasticamente. Essa acelerada transformação trouxe uma série de novas possibilidades para a aplicação da tecnologia e para a redução de seus custos, levando a uma crescente popularização. No entanto, a maior complexidade dos ambientes atuais, somada às crônicas deficiências de informação e de formação de pessoal que caracterizam muitas administrações públicas brasileiras, causa um grau ainda elevado de insucessos. Este artigo discute desafios tecnológicos e organizacionais que estão colocados para as administrações públicas que pretendam utilizar a tecnologia de geoprocessamento, abordando também perspectivas para a presente década.

## **1. INTRODUÇÃO**

Todo o panorama mundial de tecnologia da informação e comunicação tem passado por profundas e aceleradas transformações no decorrer dos últimos dez anos. Essa afirmação já é quase um lugar-comum, pois as mudanças

<sup>1</sup> Uma versão preliminar deste artigo foi publicada em Granemann, E. Z. (editor) *Geoinformação: Passado, Presente, Futuro*. Editora Espaço Geo, Curitiba (PR), 2001.

<sup>2</sup> e-mail: clodoveu@pbh.gov.br

são profundas e rápidas desde que começaram a acontecer, e parece que o ritmo de mudanças não pára de aumentar. Todo esse processo gera, naturalmente, uma grande instabilidade: tecnologias nascem e morrem com rapidez, e ao mesmo tempo criam e destroem empregos. O computador que era perfeitamente adequado para o trabalho seis meses atrás, hoje é uma âncora que impede vôos mais altos. O programador com vinte anos de experiência em uma linguagem obsoleta tem dificuldades em se empregar, enquanto recém-formados têm tido, assim que terminam seus cursos, oportunidades melhores do que as que provavelmente terão no decorrer de toda a vida profissional.

Como conjunto de tecnologias, o geoprocessamento tem também se transformado ao longo dos últimos dez anos. Mas até que ponto as transformações são causadas apenas pelos avanços e pela popularização do próprio geoprocessamento, e em que medida elas podem ser creditadas à evolução tecnológica em geral, à nova era da informação? O restante deste texto procura responder a esta e outras perguntas, através da análise do processo de evolução do geoprocessamento e suas aplicações desde 1991/1992, época em que os primeiros projetos de aplicação estavam sendo implantados no Brasil, inclusive o da Prefeitura de Belo Horizonte, através da PRODABEL. Em seguida, será apresentada uma breve análise das perspectivas e possibilidades que estão sendo abertas para a década que se inicia.

## 2. EVOLUÇÃO

Prestando um pouco de atenção, podemos perceber que a nossa vida cotidiana está repleta de inovações nascidas ou aperfeiçoadas ao longo dos últimos dez anos. Essas inovações têm alguns traços em comum: sua popularização é cada vez mais rápida, seu custo é cada vez mais baixo, e sua vida útil é cada vez mais curta, considerando a nova geração de inovações que as sucedem. Para piorar, observa-se que, em muitos casos, as inovações são apenas versões mais sofisticadas ou mais complexas das mesmas coisas que já existiam, e às vezes com defeitos novos – em maior quantidade, e desconhecidos, em lugar dos *bugs* conhecidos das versões anteriores.

Como usuário e programador de primeira hora dos computadores pessoais, minha experiência indica algo parecido. Em 1991 eu já estava no meu terceiro PC, um 80286 de 12 MHz, com 1 MB de memória RAM e unidade de disco de 40 MB. O maior ponto de destaque era um monitor de 14 polegadas, colorido, controlado por uma placa gráfica SuperVGA cuja memória era de 512 KB. Disponha também de um *mouse*, equipamento ainda muito raro, que me custou 150 dólares. Uma super máquina para processamento de imagens, assunto da minha dissertação de mestrado, concluída no ano seguinte. Hoje as máquinas

típicas têm entre 128 e 512 vezes mais memória RAM, 1000 vezes mais capacidade de armazenamento em disco, e são centenas de vezes mais rápidas. Tudo isso, e mais, a um custo inferior ao do meu monitor na época. No entanto, meu DOS travava muito menos que o sistema operacional que uso hoje.

Diversas tentativas de quantificar os avanços foram feitas, para com base nos números obtidos tentar prever o futuro. A teoria mais famosa foi formulada por Gordon Moore, um dos fundadores da Intel, em 1965: “A complexidade dos microprocessadores [medida em número de transistores] dobra a cada 18 meses”. Essa previsão, logo batizada de Lei de Moore, indica um crescimento exponencial para a velocidade dos computadores, e foi derivada de observações realizadas no início da era da informática e que continuam válidas até hoje. Outras observações semelhantes indicam que:

- a capacidade de armazenamento em disco tem dobrado a cada 9 meses, com custos sempre decrescentes;
- a velocidade do processamento gráfico, em placas gráficas com processador dedicado, foi multiplicada por 10 entre 1997 e 2000;
- a cada três anos, o tráfego e a complexidade das redes aumentam de forma a consumir o dobro da capacidade anterior.

Com tamanha evolução dos recursos computacionais básicos, seria de esperar que o desempenho do software fosse pelo menos incrementado na mesma proporção. No entanto, os recursos adicionais deram aos desenvolvedores de software a oportunidade de incorporar mais funções aos produtos, funções bem mais complexas do que as disponíveis no início da década passada. Com isso, programas corriqueiros como processadores de texto e planilhas adquiriram um conjunto impressionante de funções, ao ponto de começarem a confundir os usuários.

Pode-se aqui fazer uma analogia aos prosaicos controles remotos de nossos aparelhos de TV. Enquanto não existiam, conseguíamos viver sem eles. Depois que se popularizaram, passaram a ser um item tecnológico obrigatório. Em seguida, foram se tornando cada vez mais complexos, chegando em alguns casos a se ter 50 funções diferentes no mesmo controle. Aí, por demanda dos confusos consumidores, os fabricantes começaram a reduzir a quantidade intimidante de botões nos controles remotos, e passaram a incluir menus de configuração nas telas das TVs. Com isso, passou a ser necessário ter um computadorzinho dentro de cada TV. E como ele já está lá, por que não usá-lo para outras coisas, como melhorar a qualidade de imagem, ou controlar aspectos “técnicos” da TV cuja complexidade vai da compreensão do telemaníaco médio?

Essa novela do controle remoto nos indica o que está acontecendo com a tecnologia ao longo dos últimos anos: as coisas vão ficando cada vez mais complexas, até o ponto em que se tornam inusáveis; aí, a complexidade aumenta um pouco mais, com a intenção de facilitar o uso. Por fim, o produto torna-se

extremamente sofisticado por dentro, porém (pretensamente) simples de usar por fora. A massificação da produção encarrega-se, ao longo de todo o processo, de manter os custos na descendente.

Olhando pela perspectiva dos SIG, esse fenômeno ainda está em curso. A pressão dos usuários e a concorrência entre os fornecedores conseguiram fazer com que os custos diminuíssem, aumentando o número de usuários. No entanto, a complexidade dos produtos aumentou, intimidando o usuário ou dificultando a operação em certas aplicações. E a transformação no sentido de simplificar o uso ainda não aconteceu totalmente, de modo que ainda não se pode dizer, hoje, que seja simples implantar um SIG.

Algumas observações colhidas ao longo da última década ajudam a comprovar este diagnóstico. Percebe-se que, mesmo que o software não tivesse evoluído nada nesse período, o simples aumento de capacidade e velocidade dos equipamentos teria causado um impacto tremendo. Em 1992, em organizações complexas, todo ou quase todo o processamento de dados era realizado em equipamentos de grande porte (*mainframes*) ou médio porte (minicomputadores). Os melhores PCs disponíveis eram os 386/25, com coprocessador aritmético opcional. No meio do caminho, vinham as estações de trabalho gráficas (*workstations*), equipamentos desenvolvidos para aplicações científicas e acadêmicas. Era nesses equipamentos que a grande maioria dos SIG funcionava, e seu custo tirava da maior parte das organizações a possibilidade de usar esse recurso. O software também era bastante caro: a versão para servidor dos principais SIG do mercado era vendida no Brasil por algo como cem mil dólares por cópia. Para o aventureiro do mundo SIG, existiam muitos desafios. Para que se tenha uma idéia, a implantação de SIG na Prefeitura de Belo Horizonte, um dos projetos pioneiros no Brasil, constituiu-se na *primeira* oportunidade da empresa de informática municipal (PRODABEL) em ter contato com as seguintes tecnologias: UNIX, processadores RISC, interfaces gráficas com o usuário, redes locais, arquitetura cliente-servidor e processamento digital de imagens, sem falar do próprio SIG. Depois, na esteira do desenvolvimento do projeto, vieram outras novidades, como *scanning*, plotagem a jato de tinta, estações totais, GPS, e a publicação de mapas na Internet usando Java.

Hoje temos uma gama muito maior de alternativas tecnológicas para SIG, adequadas para todos os gostos (e todos os bolsos): desde sofisticados sistemas baseados em bancos de dados e acopláveis à Internet, até soluções de software gratuitas, capazes de funcionar em um velho (de 1995) 486 rodando Linux. Mas isso não significa que já é fácil implantar um SIG e disseminar o seu uso em uma organização. Os componentes tecnológicos são tantos e tão variados que exigem do candidato a usuário de SIG um grau razoavelmente elevado de compreensão dos conceitos envolvidos, para que ele não se perca durante o processo de implantação. Assim, existem ainda muitos desafios, a maior parte deles de cunho organizacional e de qualificação de pessoal, que precisam ser vencidos.

### 3. DESAFIOS E PERSPECTIVAS

O grande desafio que se apresenta para os SIG na próxima década é o da simplificação do uso. É preciso tornar o acesso e a manipulação de dados geográficos mais simples e mais intuitivos para as pessoas, inclusive para reduzir um pouco a enorme necessidade de formação de pessoal que se observa hoje. Compreender o conteúdo de um banco de dados geográfico, por exemplo, é atualmente um pré-requisito para que uma consulta ou mesmo uma simples visualização possa ser obtida; basta ver as onipresentes interfaces para escolha das “camadas” que vão compor a visualização na tela. Existem esforços, hoje restritos à comunidade de pesquisa, que indicam a possibilidade de se construir *ontologias*, redes de conceitos correlacionados, de modo que o usuário possa interagir com o banco de dados com base no conjunto de conceitos que ele traz consigo [Fons01]. Nessa situação, não seria necessário saber que a “camada” que contém as edificações em um SIG urbano foi denominada internamente EDIF, ou EDIFIC; seria apenas necessário informar algo conceitualmente próximo, tal como “prédios” ou “casas”. Outra possibilidade interessante, que também vem sendo explorada em projetos de pesquisa [Blas00], está em construir consultas com base em pequenos croquis, traçados à mão em superfícies sensíveis, como a tela de um *palmtop*.

Aliás, existem grandes perspectivas para o uso de geotecnologias em ambientes móveis. Com a popularização e barateamento dos GPS, dos *palmtops* e dos celulares mais sofisticados, é perfeitamente concebível oferecer serviços baseados na localização geográfica do usuário, transmitindo os dados pelos novos canais de comunicação de dados sem fio, como os de 2 MBps previstos para as bandas C, D e E. O usuário típico de celular vai poder ter respondidas, na tela de seu aparelho, perguntas como “onde fica o ponto de táxi mais próximo” ou “qual é o melhor caminho para chegar a um hospital”. Naturalmente, não seria interessante forçar o usuário de um dispositivo móvel como esses a digitar sua pergunta, ou mesmo preencher os campos de um formulário eletrônico, e portanto avanços nas interfaces dos SIG com os usuários são bastante necessários.

Mas essas possibilidades e aplicações não poderão funcionar se os bancos de dados geográficos não forem construídos adequadamente e mantidos atualizados o tempo todo, o que é um grande desafio inclusive do ponto de vista gerencial. Novos avanços na área de conversão de dados indicam que é cada vez mais viável e econômico o uso de imagens digitais, minimizando o trabalho de vetorização de elementos usualmente representados como pontos, linhas ou áreas. A imagem contém mais elementos visuais, que ajudam o usuário a se orientar e a executar suas tarefas, que os mapas exclusivamente vetoriais. As maiores dificuldades em se usar intensivamente imagens nos SIG do início da década estavam ligadas ao tamanho dos arquivos e ao tem-

po de processamento, problemas que foram minimizados pela simples evolução dos equipamentos e das redes.

Também seguindo a tendência de tornar os SIG menos complexos, têm avançado as pesquisas sobre *interoperabilidade*. A grande preocupação com o desempenho dos computadores e com o custo do espaço em disco foram os dois grandes fatores que levaram grande parte dos SIG no início da década passada a adotar estruturas de dados proprietárias e fechadas, dificultando a integração entre produtos diferentes. Hoje existem condições tecnológicas para que sejam implementados padrões de estruturação de dados mais abertos, promovendo de fato a interoperabilidade entre produtos de diversos desenvolvedores. A partir do desenvolvimento e da ampla aceitação de padrões de codificação e transmissão de informação geográfica [BuMc96], pode-se finalmente vislumbrar um futuro em que, num mesmo ambiente, poderão conviver SIG de diversos desenvolvedores e sistemas gerenciadores de bancos de dados de outros tantos fabricantes, formando um ambiente heterogêneo e distribuído. Cada grupo de usuários de uma organização ganha a liberdade de escolher no mercado aquelas ferramentas SIG que melhor se adaptem às suas necessidades, enquanto que os desenvolvedores podem se concentrar em conceber produtos mais fáceis de usar e focados em um grupo mais especializado de funções, o que ajuda a reduzir custos [Davi02].

Aliada às reduções impressionantes no custo do hardware, a popularização crescente do software ajudou a expandir bastante a base de usuários de SIG, ou melhor, a base de potenciais usuários de SIG. Digo potenciais porque verifica-se hoje que diversas organizações, em particular as governamentais, podem até ter recursos para adquirir hardware e software, mas não dispõem de informações geográficas sistematizadas nem de uma equipe minimamente qualificada para lidar com o tema. É nítido que com relação a dados geográficos de prateleira e capacitação de recursos humanos, os últimos dez anos não trouxeram ganhos nem de longe comparáveis com os provocados pela revolução tecnológica sobre hardware e software. E como SIG não funciona bem sem que esses quatro componentes (hardware, software, capacitação e formação/manutenção de banco de dados geográfico) estejam bem coordenados, testemunhamos uma série de insucessos na implantação de SIG pelo Brasil afora. Aconteceram também muitos casos de sucesso, é verdade, mas ainda não se pode formular uma receita para garantir que um projeto de implantação de geoprocessamento fique totalmente livre de riscos.

#### 4. CONCLUSÃO

Estamos longe de ver o fim dos avanços tecnológicos ligados a geoprocessamento. Ainda há muito o que fazer, tanto em aspectos ligados à

forma de usar esses recursos quanto com relação ao gerenciamento da informação geográfica. Só em pensar no universo de possibilidades que se abrirá quando começarmos a, efetivamente, incorporar o tempo aos bancos de dados geográficos, pode-se perceber que ainda existe muito a fazer. No entanto, os desafios organizacionais do Brasil de 2002 superam em muito os problemas tecnológicos.

Apesar disso, é razoável esperar que, com talvez mais uma década de trabalho, o que hoje conhecemos como geoprocessamento esteja diluído em uma série de recursos tecnológicos do mundo ao nosso redor, permitindo que os benefícios dessas tecnologias possam atingir um número muito maior de pessoas. Estes avanços podem levar ao já anunciado “fim do SIG”, ou seja, aquele momento em que não haverá mais a necessidade de se tratar os dados geográficos como um problema à parte, pois os conceitos necessários terão sido devidamente incorporados ao raciocínio das pessoas. Essa é a medida mais precisa do sucesso na incorporação do geoprocessamento à rotina de uma organização.

## **KEYWORDS**

*Geographic information systems – Geoprocessing – Technological evolution*

## **ABSTRACT**

*Since the first initiatives in the use of geographic information systems in the Brazilian public sector, which took place approximately a decade ago, information and communication technologies have experienced severe transformations. The accelerated pace of transformation enabled a number of new possibilities for the application of geotechnologies and for the reduction of costs, leading to a growing popularity. However, the greater complexity of current environments, along with the persisting deficiencies in terms of information and human resources that characterize many Brazilian public administrations, still cause a high number of failures. This paper discusses technological and organizational challenges that are posed for the public administrations which intend to use such technology, with a focus on perspectives for the next decade.*

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [Blas00] Blaser, A. *Sketching Spatial Queries*. Ph.D. Thesis, University of Maine, 2000.
- [BuMc96] Buehler, K., McKee, L. (editors) *The OpenGIS Guide – Introduction to Interoperable Geoprocessing and the OpenGIS Specification*. OGIS TC Document 96-001. Open GIS Consortium, 1996.
- [Davi02] Davis Jr., C. A. SIG Interoperável e Distribuído para Administrações Municipais de Grande Porte. *Informática Publica* 4(1), 2002.
- [Fons01] Fonseca, Frederico T. *Ontology-Driven Geographic Information Systems*. Ph.D. Thesis, University of Maine, 2001.