

ATUALIZAÇÃO DE DADOS GRÁFICOS UTILIZANDO A TÉCNICA "VECTOR SOBRE VECTOR"

REINALDO PÉREZ MACHADO

IGASA Processamento de Dados e Consultoria Técnica Ltda.
Rua Solimões, 212 / CEP 01138-020 - São Paulo - SP
Fax.: (011) 825 9553 / Tel.: (011) 824 9199

Resumo. Sobre o Mapa Oficial da Cidade de São Paulo, em formato digital, chamado **Geolog**, têm sido desenvolvidos aplicativos de geoprocessamento, em especial para a área de transportes, utilizando-se o sistema de informações geográficas **GisPlus** (marca registrada da Caliper Co.). O **Geolog** foi recuperado pela Prefeitura do Município de São Paulo a partir de uma base de dados residente em "main frame", e comercializada, apesar de seu considerável grau de desatualização. A qualidade da digitalização é muito boa. A forma clássica de atualização cartográfica, utilizando-se imagens rasterizadas (fotografias aéreas de pequeno formato, guias de ruas, etc.) como fundo, e vetorizando-se as alterações, após correção geométrica, tem dado bons resultados. O que se quer apresentar também é a utilização, com sucesso, de outra técnica de atualização cartográfica, ou seja "**vector sobre vector**". Quando arquivos vetoriais existentes não são topológicos, ou sua topologização a posteriori é prejudicada por erros gerados na digitalização ("dangles", "gaps" e/ou duplicação de bordas de polígonos), o arquivo resultante é quase sem utilidade, tomando necessária sua reconstrução. Essa regeneração deve ser feita em meio digital, aproveitando-se o próprio arquivo com erros, que servirá como "background", levando-se toda sua geometria para um só "layer". Sobre este "layer", cria-se um "layer" vazio, que, tomando como referencial o anterior gerado por más condições de digitalização e utilizando-se o "mouse", reconstrói-se um novo arquivo, respeitando-se as regras básicas da topologia (polígonos fechados, linhas sem duplicação, etc.). Um dos principais fatores de sucesso deste procedimento é a vantagem de se estar trabalhando no mesmo sistema de coordenadas. A utilidade deste método tem sido comprovada para reconstruir principalmente arquivos de áreas, gerados em CAD.

Abstract. Over the Official Map of the City of São Paulo in digital format called **Geolog**, has been carried out several GIS applications, especially those related to transportation. For these purposes, **GisPlus** (trade mark of Caliper Corp.) was used. **Geolog**, which is sold by the Municipality, even though its considerable out of date status, was recovered from a main frame resident database that had a remarkable good graphic quality. The classic form of cartographic update, using scanned images (such as small format aerial photography and popular street maps) as raster background as a guide to digitize, has given good results. This is to present another technique of cartographic update, "**vector over vector**" as it was called. It is recommended when existing vector maps were not topologically created, or they are full off "dangles", "gaps" and duplicated boundaries, or both. This kind of files are practically useless, being necessary to repair or digitize them again. We propose to use all the geometry of this kind of file as a background layer, to digitize properly (keeping the topology) over it, in an "empty" polygon layer using just a "mouse" and the computer screen. One of the main reasons for the success of this procedure is that the whole work is done in the same (and proper) coordinate system. The advantages of this methodology has been proved to rebuild polygon files, generated in a CAD system for further GIS applications.

1. INTRODUÇÃO

Têm-se definido os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) como cadeias automatizadas de informações que partem de uma base de dados geográficos, para realizar diferentes tipos de análises e obter resultados significativos do ponto de vista territorial. (Usbeck et al., 1985)

As vantagens de se utilizar um SIG em qualquer procedimento de gerência têm sido amplamente demonstradas. A informação geográfica obtida a partir de diferentes fontes, como mapas, censos, tabelas estatísticas e outros, armazena-se mediante um sistema de base de dados alfanuméricos e pode ser objeto de busca segundo determinado critério temático, territorial ou ambos; ou ser combinada de muitas formas para produzir mapas sínteses ou derivados, que representam relações reais ou hipotéticas. O sistema executa uma série de programas que permite obter: superposições, transformações, desenho dos mapas de saída, cálculos, etc. Isto permite a tomada de decisões em diferentes níveis, com grande objetividade e de maneira confiável, efetuando sempre a análise a partir da informação geográfica, ou seja, referida ao espaço ou georeferenciada.

Como é bem conhecido, existem dois tipos de SIG, que são, no particular, diametralmente opostos. O aspecto fundamental que estabelece as diferenças entre estes dois tipos de SIG é o chamado "modelo de dados"; o primeiro, nomeado *raster*, define o espaço como uma matriz de células homogêneas, onde as feições ou entidades geográficas são compostas por células (geralmente quadrados) de diferentes cores, referenciadas em um sistema de coordenadas, de acordo com sua posição na matriz (fila x coluna); o segundo, modelo, nomeado *vector*, define o espaço como um campo de vetores, onde as feições, ou entidades geográficas, são compostas por vetores (expressados em termos de pontos, linhas e polígonos), também referenciados em um sistema de coordenadas, que segue os princípios da geometria euclidiana. Desta forma, definiram-se os dois tipos de SIG, segundo o modelo de dados adotado no seu desenvolvimento e implantação: os SIG Raster e os SIG Vector. A seguir, apresenta-se uma tabela comparativa (Figura 1) entre os dois tipos fundamentais de Sistemas de Informação Geográfica que, na nossa opinião, ajuda a estabelecer os critérios de utilização de um ou outro paradigma, para cada tipo de aplicação de geoprocessamento.

MODELO DE DADOS	SIG	
	RASTER	VECTOR
BASEADO EM	Imagens	Redes
POSSIBILIDADE DE FLUXOS	Não	Sim
TIPO DE APLICAÇÃO	Meio Ambiente	Cadastro
ABRANGÊNCIA	Regional	Urbana
GRAU DE DETALHE	Menor	Maior
ESTÉTICA CARTOGRÁFICA	Pior	Melhor
ESCALAS	< 1:50.000	> 1:50.000
CUSTO DE IMPLANTAÇÃO	Baixo	Alto
TEMPO DE IMPLANTAÇÃO	Menor	Maior

Figura 1: Tabela comparativa entre os dois tipos de SIG e os modelos de dados utilizados

2. ATUALIZAÇÃO CARTOGRÁFICA

Depois de analisar cuidadosamente todas as necessidades e implicações de sua implantação, o usuário final, ou um especialista por ele contratado, decide qual é o sistema de geoprocessamento que mais se ajusta às suas necessidades e recursos financeiros, selecionando para sua aplicação, em geral uma, dentre as diferentes tecnologias e marcas de SIG disponíveis no

mercado. A partir desse momento, começa realmente o processo de implantação de um SIG.

A fase seguinte, é a de se preocupar como e onde estão os dados que se integrarão ao sistema. Os chamados dados primários, que também são divididos em dois grandes grupos - dados descritivos ou de atributos das feições geográficas e dados gráficos - estão ligados ao posicionamento das feições ou entidades.

A Cidade de São Paulo, é muito conhecida por seu gigantismo, característica que influi proporcionalmente na quantidade de problemas e dificuldades que vão aparecendo na hora de se efetuar a implantação de um (ou vários) SIG. Utilizando o Mapa Oficial da Cidade de São Paulo-MOC foi criado, entre 1980 e 1982, um conjunto de plantas digitais, que ganharam o nome de **GEOLOG**. Na época, o trabalho de digitalização foi feito fora do ambiente gráfico, e armazenado em um grande número de arquivos tipo texto, em "main frame", na Companhia de Processamento de Dados do Município de São Paulo-PRODAM, que também se encarregou de criar as rotinas de controle e gerenciamento dos dados, atendendo solicitação da Secretaria das Finanças, que contratou o projeto com a intenção de administrar e manter atualizados o cadastro imobiliário da cidade, visando aumento da arrecadação de impostos prediais e territoriais urbanos (IPTU). Infelizmente, o projeto **GEOLOG** não terminou, ficando inativo por quase 10 anos; apenas foram criados os arquivos detentores dos dados gráficos, e as chaves (códigos de logradouros, códigos de setores fiscais e números das quadras) que garantiriam a ligação desta base gráfica aos cadastros (no caso, arquivos descritivos). O **GEOLOG** foi recuperado pela Prefeitura do Município de São Paulo, em 1990, e comercializado a partir de 1991, apesar de seu considerável grau de desatualização, tendo em conta o tempo transcorrido, de grande significância numa cidade como São Paulo. Mesmo assim, os mapas digitais recuperados do **GEOLOG** possuem inquestionável qualidade, representando um enorme volume de dados gráficos (em torno de 150 Mb).

Várias empresas e instituições em São Paulo compraram os arquivos do **GEOLOG** em formato digital. Como consultores, em repetidas ocasiões, participamos dos processos de conversão dos arquivos (fornecidos em formato DXF), para vários ambientes, tanto para programas do tipo CAD como para diferentes SIG. Um desses sistemas de geoprocessamento, que consegue trabalhar com a base cartográfica contínua, sem ter que particioná-la em arquivos, é o **GisPlus**, SIG vetorial, desenvolvido em Massachusetts, Estados Unidos, pela Caliper Corp. e representado no Brasil pela LOGIT-Logística Informática e Transportes Ltda. em São Paulo.

No processo de conversão do **GEOLOG** para o formato proprietário do **GisPlus**, a primeira dificuldade foi a de preservar as chaves de acesso das entidades gráficas (nós de intersecção e eixos de logradouros, quadras fiscais e não fiscais). A preservação destas chaves é fundamental para poder relacionar (estabelecer o "link") as próprias entidades com seus atributos ou base de dados descritivos. Em geral, os pacotes de

programas de geoprocessamento não têm o cuidado de oferecer ao usuário a possibilidade de converter grandes arquivos de dados gráficos, ou quando oferecem este recurso, não prevêm a leitura e inclusão das chaves ou identificadores das entidades gráficas convertidas. Esta é uma dificuldade que já desencorajou muitos usuários e consultores, pois colocar chaves identificadoras em todas as entidades de uma base cartográfica com mais de 100 Mb de dados é uma tarefa para ser avaliada e comparada com o processo de digitalizar novamente toda a base.

A principal razão de porque os SIG não aceitam corretamente a importação de arquivos gráficos provenientes de programas CAD, é a ausência da **topologia**, que justamente é o que trata de, no ambiente SIG, conservar os identificadores ou chaves únicas das feições, assim como de zelar pelas relações diretas ou indiretas de conectividade, vizinhança, adjacência e contenção que existem entre as diferentes entidades e níveis que formam a base cartográfica.

Uma vez feita a importação dos dados gráficos, e checada a consistência das chaves de acesso, a fase seguinte é a de atualização. Neste passo, podem ser utilizadas imagens em formato raster, obtidas mediante dispositivo de varredura ótica ("scanner" digital), que são posicionadas sob a base cartográfica vetorial na localização correta, para uma perfeita coincidência, garantida por algoritmos de transformação geométrica, geralmente executados sobre a base vetorial, que é "deformada" para fazê-la coincidir com a imagem raster de referência. Existe uma grande variedade de documentos mais ou menos precisos, que podem ser utilizados para este objetivo, desde fotografias aéreas obtidas em trabalhos de aerofotogrametria, até páginas avulsas dos guias de ruas, incluindo fotos aéreas de pequeno formato, tomadas com câmeras convencionais, não métricas, embarcadas em helicópteros ou ultraleves.

Todos estes recursos são perfeitamente utilizáveis e, em geral, são obtidos bons resultados com estas técnicas de **vector sobre raster**, desde que o usuário esteja ciente das limitações que a maioria dos documentos não absolutamente cartográficos (como os últimos mencionados) podem apresentar em termos de precisão, resolução espacial e deformações não controladas.

3. VECTOR SOBRE VECTOR

Paralelamente à utilização de imagens como fundo para atualização de bases cartográficas, nos últimos tempos têm-se incrementado as tentativas de combinar mapas digitais de diferentes fontes e escalas, às vezes até

de projeções cartográficas diferentes. Foi trabalhando com arquivos deste tipo, que nos surgiu a idéia da criação da técnica que denominamos *vector sobre vector*.

Ultimamente tem surgido uma intensa procura pelos sistemas de informações geográficas, ou simplesmente pela cartografia digital. Assim, muitas empresas e prefeituras decidiram começar por digitalizar seus mapas vetorialmente, utilizando editores gráficos tipo CAD, no intuito de passar seus arquivos, a posteriori, para um SIG. Em nossa opinião esse é o caminho certo, pois se produz na instituição em questão um interessante processo de adaptação ou "aculturamento digital". Só que a digitalização vetorial tem que ser feita com extremo cuidado, para evitar dificuldades no inevitável processo de conversão e atribuição da topologia, que os editores tipo CAD não possuem. Mesmo assim, e especialmente em cidades grandes como São Paulo, frequentemente nos são oferecidos mapas digitais, alguns até produto de restituições aerofotogramétricas, nos quais é praticamente impossível aproveitar o trabalho de digitalização ou restituição digital. Vejamos porque.

Como já explanamos no início deste artigo, os arquivos gráficos vetoriais têm apenas três tipos de entidades: pontos, linhas e polígonos. Pois bem, é muito difícil que entidades do tipo pontual tenham erros essenciais, capazes de invalidar o resultado de uma conversão CAD-SIG, até porque pontos têm apenas uma dimensão. No caso das linhas, a afirmação é praticamente a mesma, desde que tais linhas não formem parte de polígonos. Linhas isoladas (não integrantes de polígonos) podem cruzar-se, sobrepor-se e terminar muito próximas umas das outras, sem que necessariamente estas características indiquem erros na digitalização. Ou seja, em um nível de informação de um mapa vetorial, também conhecido como "layer" ou camada, podem-se colocar tantas linhas quantas se queira, sem definir um só polígono; só que na conversão CAD-SIG, este nível tem que ser utilizado apenas como nível ou "layer" de linhas, por exemplo de transporte, ou mostrando uma rede de tubulação.

Se pretendemos criar um nível que contenha polígonos, dependendo do SIG utilizado, e a maioria utiliza este princípio, o nível em questão deve conter exclusivamente polígonos e, portanto, as linhas que formam os polígonos, que para serem diferenciadas das linhas isoladas, são chamadas de arcos ou divisas, não podem se superpor, produzindo pequenos segmentos isolados conhecidos como "dangles". Tão pouco podem ficar abertas, criando espaços denominados "gaps". É por isto que chamávamos a atenção sobre o cuidado que se deve observar na digitalização vetorial, tanto em um

ambiente CAD, como no próprio ambiente topológico dos SIG.

Mesmo assim, às vezes, nos deparamos com arquivos vetoriais de polígonos que, embora sejam digitalizados na escala requerida e com boa precisão cartográfica (com a localização e nível de detalhe precisos), não têm possibilidades de serem convertidos a formato SIG por apresentarem muitos "dangles", "gaps", e até mesmo divisas duplicadas ou triplicadas. Se além disto, as chaves ou identificadores se encontram apenas como textos avulsos e não como nomes de níveis ou atributos de blocos de desenho, então estamos em presença do arquivo típico para ser utilizado como fundo *vector*, sobre o qual serão digitalizados os novos vetores (divisas) dos necessários polígonos, usando aqueles apenas como referência.

A metodologia é em realidade muito simples. Primeiro se converte o nível ou layer de polígonos em questão, "enganando" o SIG para que este layer entre como nível de linhas "puras" (não pertencentes a polígonos). Paralelamente, devem-se converter os textos indicadores das chaves, que geralmente são dispostos na posição relativa ao centróide do polígono. Este passo depende do SIG utilizado. Por exemplo, em GisPlus, é mais fácil converter estes textos como pontos, utilizando como referência a coordenada de inserção, e o texto propriamente dito (a chave o nome do polígono) como atributo do ponto. Em seguida, uma vez criados os dois níveis de referência (de linhas e pontos, respectivamente), inicia-se uma aplicação que contenha estes dois níveis, mais um terceiro nível vazio (de polígonos), onde serão digitalizados os novos polígonos, utilizando a técnica de *vector sobre vector*. É evidente que este tipo de digitalização é mais rápido, eficiente, e menos cansativo que a digitalização vetorial convencional, utilizando um mapa em papel, logicamente com coordenadas, e uma mesa digitalizadora. Note-se que não é preciso georeferenciar o espaço vetorial como se faz no método convencional da mesa digitalizadora e também com a técnica de *vector sobre raster*. Estamos assumindo que o mapa vetorial de linhas puras e centróides encontra-se digitalizado na escala, posição e com a precisão cartográficas necessárias.

Para fazer corretamente o serviço de digitalização com o método *vector sobre vector*, deve-se utilizar como referência os níveis mencionados e uma ampliação da tela ("zoom") que permita trabalhar no layer corrente (o de polígonos), em escala grande o suficiente para permitir a digitalização de curvas e detalhes, colocando ainda, se possível, quantos níveis complementares o operador julgue necessários para facilitar a identificação correta das localidades e ajudar na correção de possíveis erros.

3. BIBLIOGRAFIA

CALKINS, H.W; TOMLINSON, R.F. **Geographical Information System: Methods and Equipment for Land Use and Planning**. U.S. Geological Survey. 1977.

CANDEAUX DUFFATT R.; PÉREZ MACHADO R., NÚÑEZ VÉLIS, P. **Sistemas Automatizados de Cartografía Temática como caso particular de Sistemas de Información Geográfica**. Grupo de Cartografía Experimental, Instituto de Geografía de la Academia de Ciencias de Cuba. La Habana, 1989.

USBECK, H.; ET ALII. **Geographical Information Systems**. Institute of Geography and Geocology. Academy of Sciences. Democratic Deutch Republic. 1985.