



ERROS NA CONVERSÃO DE DADOS CAD/SIG

Por Clodoveu Augusto Davis Jr. e Frederico Torres Fonseca

Os Sistemas de CAD — Computer Aided Design são o principal recurso para a criação e manipulação de informações gráficas vetoriais em computador da atualidade. A possibilidade de uso do CAD em microcomputadores e a redução dos preços do hardware incentivaram aplicações diferentes das destinadas originalmente ao sistema. Uma das aplicações diferenciadas é a conversão de dados: criação de entidades gráficas/cartográficas a partir de material não-digital para uso em Sistemas de Informação Geográfica.

Existem diversos processos para conversão de dados em CAD. Cada um se adequa ao tipo do material original. O mais tradicional usa uma mesa digitalizadora calibrada para fornecer ao CAD coordenadas do espaço representadas numa planta. Outro método muito comum exige o uso de um estereorestituidor digital. Este equipamento produz vetores a partir da digitalização sobre fotografias aéreas.

Outros métodos que podem ser citados são os *heads-up digitizing* — digitalização direta na tela, sobre uma imagem raster da planta origi-

nal e a vetorização automática ou semi-automática — um software especial persegue linhas detectadas na imagem, transformando-as em vetores. Em todos os casos, as funções de criação e edição vetorial são realizadas através do CAD.

Apesar dos excelentes recursos para manipulação, os sistemas CAD têm certas limitações quanto à forma de organização e armazenamento de entidades gráficas. Estas restrições acabam causando grandes diferenças entre a informação para SIG e a que o CAD produz.

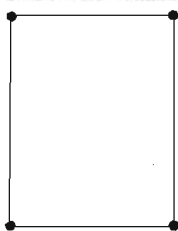
A separação de entidades gráficas em níveis, realizada pelos sistemas CAD, não corresponde necessariamente a uma estrutura de banco de dados como no SIG. Na conversão CAD/SIG é feita uma analogia entre nível CAD e modelo de dados no SIG. Mas o CAD está despreparado para gerenciar dados de um nível como entidades pertencentes a um mesmo modelo de dados, permitindo ao operador maior liberdade na manipulação de entidades e distribuição em níveis.

Em geral o CAD dispensa o gerenciamento de relações topológicas entre os objetos, ao contrário do SIG.

Apesar dos excelentes recursos para manipulação, os sistemas CAD têm certas limitações quanto à forma de organização e armazenamento de entidades gráficas.

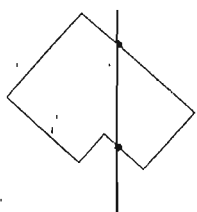
ALGUMAS DISTORÇÕES NA CONVERSÃO DE DADOS DE SISTEMAS CAD PARA SIG

QUEBRA DE OBJETOS EM DIVERSAS PARTES



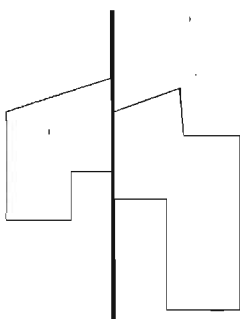
Numa planta plotada, a impressão visual é que certos elementos vetoriais são contínuos. A análise do arquivo digital pode indicar sua criação em pedaços, gerando vários objetos onde se esperava apenas um. Em geral, é um problema de controle de qualidade da empresa responsável pela conversão de dados.

QUEBRA DE OBJETOS NA DIVISÃO CARTOGRÁFICA



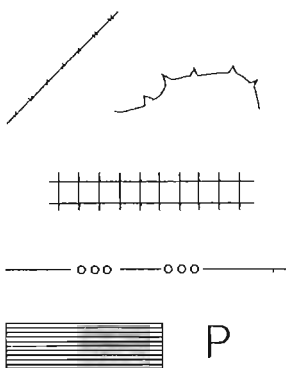
Por questões de performance, os sistemas CAD impõem restrições no tamanho dos arquivos manipulados. Por isso e também por tradição cartográfica, os trabalhos de conversão são entregues em arquivos correspondentes a pranchas de cartografia. Todos os objetos convertidos, nos limites da divisão cartográfica, são divididos em pelo menos duas partes, gerando problemas de topologia. A junção tem que ser feita no SIG, num processo bastante oneroso. O ideal seria abandonar as divisões cartográficas e adotar alguma outra metodologia de divisão de arquivos: quadra ou grupo de quadras, por exemplo.

DESENCONTRO DE BORDAS



Nos trabalhos de conversão em que cada prancha cartográfica é tratada por vez, frequentemente surgem diferenças ou desencontros na fronteira entre as folhas. Além da inconsistência topológica existe uma diferença geométrica que deve ser tratada. É um problema muito comum nos trabalhos de digitalização por mesa e deve ser tratado usando recursos do CAD. No SIG será preciso juntar os objetos digitalizados em cada folha.

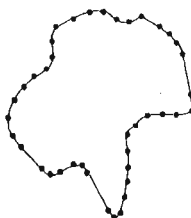
REFINAMENTO CARTOGRÁFICO EXCESSIVO



Em alguns casos, o enfoque da conversão está na formação de uma base cartográfica digital. Nesta, o papel da representação gráfica das entidades é preponderante. Mas para uso em Geoprocessamento, muitas vezes é desnecessário criar no CAD todos os refinamentos de representação de entidades cartográficas, como hachuras ou simbologia associada a linhas. O SIG pode fazer isto.

A geração de uma quantidade excessiva de detalhes dispensáveis complica a tarefa de conversão e dificulta a formação da base de dados geográfica. A sugestão é abandonar a complexidade cartográfica na conversão, deixando-a para resgate na implementação em SIG. A redução do custo de conversão nesta simplificação pode ser investida na verificação de topologia ou na redefinição de fronteiras de arquivos, não causando quebra de objetos.

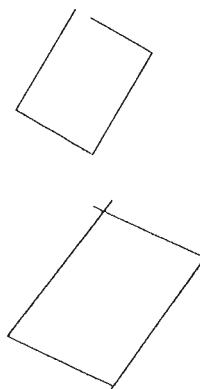
EXCESSO DE VÉRTICES



O uso inadequado de dispositivos de digitalização também é responsável pela geração de vértices em excesso, principalmente nas curvas de nível. Em geral são usadas mesas em *stream mode*, onde os vértices são adicionados em intervalos regulares de tempo ou nos pequenos intervalos de deslocamento do cursor. Os sistemas CAD possuem recursos para correção do problema. É preciso exigí-la na especificação do trabalho.

Alguns SIGs aumentam este problema quando forçam a transformação de curvas e arcos de círculo em poligonais, gerando ainda mais vértices. A especificação deve prever a digitalização usando apenas poligonais, abandonando o uso de curvas complexas ou algoritmos de suavização. Eventualmente, a suavização das curvas poderá ser feita já no SIG.

ERROS DE FECHAMENTO TOPOLÓGICO



Na conversão, muitas entidades são especificadas como elementos de área — poligonais obrigatoriamente fechadas. Muitas vezes o fechamento é percebido visualmente na análise de uma planta, mas não no arquivo digital. Nestes casos, podem ocorrer os *undershoots* ou *overshoots* — fechamentos imperfeitos de elementos vetoriais. É difícil detectar este tipo de erro em CAD. Apenas a elaboração de rotinas de digitalização que garantam o fechamento pode resolvê-lo. Além disto, a quebra deste tipo de objeto não pode ser permitida na divisão dos arquivos CAD.

ERROS DE CODIFICAÇÃO EM NÍVEIS E ATRIBUTOS

Os sistemas CAD, sem sofrer nenhum tipo de customização, permitem a criação de todo tipo de entidades gráficas, com qualquer atributo e nível. Não existem controles intrinsecamente definidos que façam com que o CAD impeça a digitalização de uma entidade inconsistente, como um elemento de área num nível que só deveria conter símbolos, por exemplo. Também são frequentes erros de simbologia, com elementos codificados com cor ou tipo de linha errado. Isto não pode ser detectado em plotagens monocromáticas, mas certamente acarretará problemas na transformação CAD/SIG. Somente programas específicos acusam este tipo de problema, vasculhando arquivos digitais da conversão, em busca de inconsistências. Os erros encontrados são corrigidos manualmente. É preferível realizar a verificação ao longo do processo, evitando deixar grandes volumes para o final.

TEXTOS GRÁFICOS DIVIDIDOS EM VÁRIAS PARTES

Na conversão cartográfica, é usual os textos gráficos assumirem um papel decorativo, com pouca utilidade para o SIG. Por uma questão de estética, são fragmentados para que as palavras sejam distribuídas de maneira uniforme no mapa. Isto dificulta sua concatenação e aproveitamento no SIG. O mais interessante é que estes textos sejam atributos adicionados já no SIG, associados a algum objeto.

INVESTIMENTO NA PRECISÃO

A criação da base de dados é o item mais custoso na formação de um SIG. Para evitar perdas e problemas posteriores, existem diversos cuidados a serem tomados na especificação de trabalhos de conversão de dados para SIG. É preciso conhecer claramente os objetivos a serem atingidos com o material digital resultante do processo. Em vez de gastar com o refinamento da representação cartográfica, pode-se investir na geração de elementos topologicamente corretos, caso o uso no SIG seja prioritário.

Este é um assunto cada vez mais complexo, tratado nas fases iniciais dos projetos de implantação de SIG. De modo geral, o cliente da conversão ainda é inexperiente no assunto para especificar e administrar o trabalho. Um pequeno investimento inicial na especificação da conversão evita grandes problemas no futuro. Como a maior parte da clientela deste tipo de serviço é da área pública, a especificação detalhada já seria pré-requisito num processo de licitação consistente. A sugestão é fazer especificações que direcionem o material resultante para uso em SIG. Isto evita os problemas expostos acima.

A redução da complexidade cartográfica — detalhamento, número de vértices, número de entidades — também levará a uma redução de expectativas de espaço em disco para a base de dados, e como consequên-



cia, economias no hardware. Ao contrário do que se imagina, não é preciso saber de antemão qual SIG será adotado para especificar o trabalho de conversão. O universo ainda restrito do SIG e o pequeno número de competidores permite que o conhecimento de algumas características comuns seja suficiente para garantir uma reduzida quantidade de problemas na formação da base de dados.

No mercado americano, as empresas de conversão de dados dispõem dos principais softwares do mercado. Elas realizam a conversão direta para o sistema adotado pelo cliente.

Esta abordagem poderia também ser usada no Brasil, se for possível inverter a ordem comum observada na criação de Sistemas de Geoprocessamento, onde primeiro se escolhe software e hardware e depois se inicia a conversão. O material resultante da conversão já seria adequado às características do software escolhido e ainda poderia ser recebido e atualizado aos poucos, ao longo do processo de conversão.

Em qualquer caso, o ideal seria que as empresas prestadoras de serviços de conversão se capacitassem em SIG, para melhor compreenderem as necessidades dos clientes nesta área. Esta atitude profissional, somada à determinação dos clientes em conseguir o melhor material no menor orçamento, será decisiva para redirecionar o mercado de Geoprocessamento.

*Colaboração: Clodoveu Augusto Davis
é engenheiro civil e analista de sistemas,
mestre em Ciência da Computação
e Coordenador de Geoprocessamento
do Prodabel e*

*Frederico Torres Fonseca
é engenheiro mecânico e analista de sistemas
e membro da equipe de
Geoprocessamento do Prodabel.
Ambos são diretores da GeoPro
Informática, empresa de consultoria em
Geoprocessamento em Belo Horizonte.*

*Endereço: Prodabel — Processamento de
Dados do Município de Belo Horizonte
Av. Presidente Carlos Luz, 1275 — Carcará
31230-000 — Belo Horizonte — MG
Tel.: (031) 462-8344 — Fax: (031) 464-4105*



- LEVANTAMENTOS CADASTRAIS
- SENSORIAMENTO REMOTO
- DIGITALIZAÇÃO DE MAPAS
- BASES CARTOGRÁFICAS
- GEOPROCESSAMENTO E GPS



ESTEIO - Engenharia e Aerolevantamentos S.A.
Rua Reinaldo Machado, 1151 - Prado Velho - Curitiba - Paraná
CEP 80215 - 010 Fone: (041) 322-6362 Fax: (041) 225-3273