

A CARTOGRAFIA DIGITAL APLICADA AOS ESTUDOS DE GEOMORFOLOGIA

Celso Antônio de Siqueira
Roberto Rosa

UFU - Universidade Federal de Uberlândia
Departamento de Geografia - Lab. De Geoprocessamento
38.400-902 - Uberlândia-MG

Abstract - The paper aims to study the applying of AutoCAD software in digital cartography, for elaboration of thematic map of Triângulo Mineiro (MG) geomorphology.

Keywords - Digital Cartography, Geomorphology

Introdução

O constante avanço da tecnologia computacional e a conseqüente utilização do processo digital tem revolucionado o caminho cartográfico e se traduzido na forma mais eficaz para a produção de mapas, não somente por imprimir maior fidelidade, qualidade e legibilidade às informações cartografadas, mas também por oferecer uma gama muito maior de recursos, tais como a facilidade para o armazenamento, manipulação, consulta e o tratamento das informações. Tudo isso tem contribuído fundamentalmente para a redefinição e o resgate da importância do mapa.

O processo digital tem facilitado a produção de material cartográfico e contemplado os mais diversos aspectos de uma determinada região, tanto no que diz respeito ao meio físico quanto ao sócio-econômico, tornando-se de fundamental importância para o entendimento de suas interrelações e transformações. Este trabalho tem como objetivo o estudo da aplicabilidade do software AutoCAD na cartografia digital, visando a elaboração e confecção de um mapa temático da geomorfologia do Triângulo Mineiro.

A Área de Estudo

O triângulo Mineiro, situado no extremo oeste do Estado de Minas Gerais, entre as coordenadas 18°00' e 20°30' de latitude sul e 47°30' e 51°15' de longitude oeste de Greenwich e com uma área de 52.760 km², possui uma localização geográfica bastante privilegiada no Brasil Central, limitando-se ao norte com o Estado de Goiás, a oeste com o Estado de Mato Grosso do Sul e ao sul com o Estado de São Paulo. Além de estar servido por uma malha viária considerável, que o coloca como intermediador das outras regiões do país, o fato de estar localizado entre o Estado de São Paulo,

principal centro industrial do país, e o Estado de Goiás, com índices bastante representativos na agropecuária nacional, contribuiu decisivamente para que a região atingisse um nível de desenvolvimento econômico bastante acelerado, principalmente nos últimos vinte e cinco anos.

De acordo com NISHIYAMA & BACCARO (1989), quase a totalidade da referida região está situada numa área de cobertura magmático-sedimentar, pertencente à Bacia Sedimentar do Paraná, composta por rochas sedimentares da Formação Botucatu, basalto e arenitos intertrapianos da Formação Serra Geral, arenitos da Formação Adamantina e conglomerados, arenitos e calcários da Formação Marília, quase sempre recobertas por sedimentos inconsolidados da idade Cenozóica (Terciário), como cascalho e areia. Seu relevo apresenta uma morfologia constituída por imensas superfícies aplainadas, que cortam as rochas cristalinas e sedimentares, dando forma aos extensos chapadões de topos aplainados e quase sempre limitados pelas escarpas erosivas, resultantes da erosão diferencial entre as formações Marília e Adamantina ou mantidas pelos derrames basálticos, como ocorre nas bordas das vertentes voltadas para os rios Araguari, Paranaíba e Grande. Nas áreas de topo dessas chapadas os interflúvios são amplos e largos, com vales espaçados entre si, pouca ramificação da drenagem e vertentes com declividades baixas, que variam entre 5 e 9%.

Na área de estudo predominam duas estações bem definidas: uma seca, com longo período de estiagem, entre os meses de março e outubro; e outra chuvosa, que vai de novembro a fevereiro, com concentração nos meses de dezembro e janeiro, cuja média de precipitação atmosférica gira em torno de 1.500 mm anuais.

O desenvolvimento econômico do Triângulo Mineiro está historicamente ligado a uma importante fase da evolução das relações econômicas do país: a economia do ouro. Este ciclo econômico, quando no auge,

foi o principal fator de transferência do eixo econômico do Nordeste para a região das Gerais, no Centro-Sul, atraindo imigrantes e promovendo o crescimento rápido da sua população (PESSÔA, 1982).

Segundo CAVALINI et alii (1988), apud BACCARO (1994), após a década de 1950 a região do Triângulo Mineiro passou por grandes transformações. Com a construção de Brasília, novas estradas foram implantadas, promovendo uma maior integração dos Estados de Goiás, Mato Grosso e de Minas Gerais com o Estado de São Paulo, que possibilitou o fortalecimento da atividade comercial e também do processo de modernização da agropecuária, com a crescente adoção de máquinas e de modernas técnicas de preparo dos solos, com o uso de adubos e agrotóxicos. A partir de 1970, extensas áreas do cerrado foram incorporadas à produção agrícola de exportação, substituindo os cultivos tradicionais por cultivos industriais, como o algodão, o amendoim e principalmente a soja.

A Cartografia Digital

Entendendo o significado da palavra história como "documentação escrita sobre fatos passados", a história sobre a confecção de mapas precede a escrita, sendo portanto, mais antiga que a própria história (RAISZ, 1969). O mapa, uma das formas de comunicação gráfica mais antigas da humanidade, tem acompanhado o processo de evolução do homem desde as suas manifestações mais rudimentares. Embora não dominassem a escrita, muitos povos primitivos desenvolveram habilidades para traçar mapas ou cartas para se orientarem.

Comandada pelo progresso científico e tecnológico, o desenvolvimento da cartografia no presente século tem sido considerável, primeiro com a progressiva substituição de operações manuais por mecânicas e depois pelo uso de equipamentos eletrônicos. Os primeiros computadores, chamados "calculadores eletrônicos", começaram a surgir a partir de 1946, ao final da Segunda Guerra Mundial, com aplicações voltadas primeiramente aos cálculos astronômicos e geodésicos, depois ao estabelecimento das projeções e, posteriormente, ao tratamento estatístico dos dados geográficos. A década de 1960 caracterizou-se pelo avanço das técnicas computacionais, associada a equipamentos fotogramétricos que possibilitaram o mapeamento a partir de dados multiespectrais.

De acordo com SILVA & SOUZA (1992), a exemplo do que ocorre em outras áreas do conhecimento, o uso de computadores na Geografia têm se expandido significativamente nos últimos anos, visando principalmente o seu realinhamento diante das transformações técnico-científicas que se processam a nível mundial. Já faz algum tempo que os computadores vêm sendo utilizados em larga escala na pesquisa geográfica mundial, enquanto no Brasil só mais recentemente essa

tecnologia vem sendo introduzida na pesquisa, pós-graduação e de forma ainda muito inibida, na graduação.

A cartografia digital é um processo voltado fundamentalmente para a confecção de mapas, cujo procedimento envolve sua automação, elaboração e armazenamento em meio eletrônico para facilitar a sua atualização, manuseio, etc. A qualidade do produto final, ou seja, do mapa, está diretamente ligada ao nível de informações que se quer representar e à qualidade dos dados fornecidos ao computador, já que este, como ferramenta, é extremamente útil, mas não pode por si só melhorar a qualidade das informações (CINTRA, 1991).

Segundo CROMLEY (1992), há duas décadas o computador tem sido um instrumento para reprodução dos procedimentos manuais na produção de mapas. No entanto, afirma que os procedimentos da cartografia digital não significa simplesmente a automatização dos procedimentos manuais, já que requerem uma diferente organização de funções. Para CASTRO (1993), apud ROSA (1995), "a cartografia computadorizada é uma forma de representação gráfica que consiste basicamente na dinamização técnica da cartografia tradicional, através de procedimentos digitais assistidos por computador, tornando suas aplicações mais versáteis".

De acordo com LIMA & NEVES (1989), o desenvolvimento dos recursos técnicos dos últimos anos tem transformado a cartografia num auxílio importante aos pesquisadores de diferentes áreas, visto que os seus objetivos já não se voltam tão somente à representação gráfica da realidade física, ao contrário, tem se tornado uma cartografia muito mais informativa.

Segundo JOLY (1990), a automação do processo cartográfico é o acontecimento mais importante das últimas décadas e talvez o que maiores modificações tenha promovido em toda a história da cartografia, tornando obsoletos um grande número de técnicas operacionais tradicionais, criando não só uma nova concepção mas também grandes perspectivas quanto à elaboração de mapas.

Material e Método

Material

Para realização do presente trabalho foram utilizados diversos materiais e equipamentos disponíveis no Laboratório de Geoprocessamento e também no Laboratório de Cartografia e Sensoriamento Remoto do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, tais como: microcomputadores; mesa digitalizadora; impressoras; imagens de satélite TM/LANDSAT coloridas, em papel, nas escalas de 1:250.000 e 1:100.000; cartas topográficas editadas pela FIBGE, nas escalas de 1:100.000 e 1:250.000;

mapa geomorfológico do Projeto RADAMBRASIL, Folha SE-22 / Goiânia, na escala de 1:1.000.000 e mapa geográfico de Minas Gerais. IGA, 1983, na escala de 1:500.000, além dos softwares AutoCAD R 12, versão para DOS e Word 6.0, versão para Windows.

Metodologia de Pesquisa

A elaboração de mapas temáticos é um trabalho que exige disciplina e atenção no cumprimento de algumas etapas básicas, apoiadas na organização, preparação e produção. A execução do presente trabalho seguiu as seguintes etapas:

- Análise bibliográfica de estudos geomorfológicos sobre a região e coleta de dados ;
- Consulta aos mapas temáticos do Projeto RADAMBRASIL (1983);
- Elaboração do mapa-base, na escala de 1:500.000 e posterior digitalização, através do software AutoCAD;
- Atualização do mapa geomorfológico produzido pelo projeto RADAMBRASIL (1983), com o uso de imagens de satélite.
- Digitalização do mapa geomorfológico e posterior impressão, na escala de 1:500.000.

O mapa-base, extraído do Mapa Geográfico de Minas Gerais (IGA, 1983), na escala de 1:500.000, foi especialmente preparado para ser utilizado na elaboração do mapa que compõe o presente trabalho. Durante a digitalização da base, cuidou-se da criação de layers ou níveis de trabalho diferentes, correspondentes aos diversos tipos de informações nele representados.

As informações do mapa geomorfológico foram compiladas de estudos anteriores, atualizadas e adequadas à escala com o uso de imagens de satélite. Posteriormente foi adaptada à base cartográfica e digitalizada na escala de 1:500.000.

O software AutoCAD na digitalização de mapas

O AutoCAD é um Software gráfico que se inclui na classe dos CAD's (Desenho Auxiliado por Computador), ou seja, é uma ferramenta utilizada no desenho digital, criado com o objetivo de substituir a tradicional prancheta de desenho e de propiciar maiores facilidades tanto no desenvolvimento quanto na atualização de projetos e desenhos técnicos com o auxílio do computador, apresentando vantagens, como por exemplo, maior eficiência, produtividade e melhor qualidade do produto final (LEITE, 1994).

Segundo ROSA (1995), denomina-se digitalização ao processo de conversão de dados analógicos em digitais, que se dá através da utilização de uma mesa digitalizadora com um transdutor (mouse) e de um computador.

De acordo com CENSI et alii (1994), a mesa digitalizadora possui características especiais que facilitam

a interação do usuário com a área gráfica, permitindo também a reprodução ou transferência de um desenho ou mapa já existente, através do processo de digitalização.

Durante a digitalização podem ser criados os níveis de trabalho, que referem-se à possibilidade que o AutoCAD oferece de criação de várias camadas transparentes de informações e que podem ser superpostas em um desenho. É como se um desenho, por exemplo, fosse criado em várias etapas e em folhas separadas de papel transparente, cada uma representando um nível de trabalho, que seriam superpostas umas às outras no final, dando origem a um desenho único com vários níveis de informações.

Resultados e Discussão

A representação de dados digitais apoia-se em dois formatos básicos, o raster e o vetorial. No formato vetorial, utilizado pelo AutoCAD, as entidades espaciais são descritas através de suas coordenadas bidimensionais, onde os pontos são representados por um par de coordenadas, ou seja, pelo cruzamento dos eixos das coordenadas de X e Y, e as linhas por uma sequência de pontos. Esse formato apresenta vantagens quanto à facilidade de entrada de dados através de mesas digitalizadoras e quanto ao baixo custo de armazenamento, no entanto constitui um sério obstáculo para as operações de manipulação de dados.

Outra limitação identificada é o fato do software não trabalhar com cores sólidas, para identificação das diferentes classes de um tema físico, por exemplo. As dificuldades sempre se apresentam quando se trabalha com hachúrias em um mapa que possui áreas irregulares e com muitas reentrâncias nas suas bordas. Não raramente, as hachúrias ultrapassam a área delimitada e selecionada para sua inserção.

Por outro lado, a possibilidade de customização do AutoCAD oferece a facilidade de operação e adaptação aos mais diversos ambientes de trabalho e, conseqüentemente, uma maior produtividade. Assim, o AutoCAD possibilita ao próprio usuário, criar opções de uso específicos e adequadas às suas necessidades, através da criação de comandos diferentes daqueles oferecidos pelo pacote gráfico.

A criação de menus especiais pelo usuário é um exemplo desse excelente recurso oferecido pelo AutoCAD. No presente trabalho foi criado um menu de tela para digitalização e edição dos mapas, acessado pela opção *desenhar* acessada através do quadro de diálogo mostrado pelo comando menu, e que reúne os comandos mais utilizados na confecção do mapa. Na criação do referido menu os comandos escolhidos para sua composição foram: linha, polilinha, limpar, dividir, apagar, aparar, zoom: (janela - dinâmico - anterior), que correspondem respectivamente aos comandos line,

pline, redraw, break, erase, trim, zoom: (window - dynamic - previous), do menu original do AutoCAD.

De acordo com OLIVEIRA (1993) o mapa geomorfológico é um mapa temático de síntese, que representa as formas do relevo segundo as suas dimensões, tipos, gênese e relações com a estrutura dinâmica. Segundo ROSA (1995), a forma do relevo é de fundamental importância no estudo das paisagens. As informações topográficas são indispensáveis e devem ser representadas de forma precisa, clara, simples e por meio de uma simbologia elaborada de modo a aproximar-se ao máximo das formas existentes no espaço geográfico e a facilitar a sua leitura e interpretação. Devem também ser quantificadas, de modo a permitir a avaliação e interpretação correta do modelado.

Para definição das cinco categorias considerou-se essencialmente a dimensão espacial da forma, o aprofundamento dos canais de drenagem e a declividade das vertentes, deduzidos através de análise de imagens de satélite. São elas: áreas de chapada, áreas de relevo pouco dissecado, áreas de relevo dissecado, áreas de relevo residual e áreas de planície fluvial (Quadro 1).

Quadro 1 - Categorias e a área que ocupam

Categorias	Km ²	%
Área de Chapada	1.940	3,7
Área de relevo pouco dissecado	40.372	76,5
Área de relevo dissecado	7.272	13,8
Área de relevo residual	2.508	4,8
Área de planície fluvial	668	1,2
TOTAL	52.760	100

Área de chapada - Ocupando 1.940 km², ou 3,7% do Triângulo Mineiro, essas áreas caracterizam-se pela presença da Formação Marília (Grupo Bauru), recoberta por sedimentos de origem cenozóica (cobertura detrítico-laterítica composta de cascalhos e arenitos pouco consolidados). Sua morfologia apresenta fisionomia homogênea, como um planalto de topografia suavemente ondulada, com largos interflúvios entre os canais de drenagem, geralmente rasos e com amplas planícies de inundação. Sua altitude varia entre 900 e 970 metros, no topo dos interflúvios do alto da chapada. São comuns nessas áreas a presença de *covoais* ou *campos de murundus*. Nos amplos vales registra-se a presença de solo turfoso, recobertos por gramíneas e ciperáceas, além da presença da palmeira buriti, característica das veredas e, algumas vezes, em tufos descontínuos, verifica-se a presença de mata ciliar (SILVA & SCHNEIDER, 1989).

Área de relevo pouco dissecado - Essa categoria e a que predomina na área de estudo, ocupando 40.372 km², o que corresponde a 76,5% da área do Triângulo

Mineiro. Apresentam topos aplainados entre 700 e 900 metros, vertentes suaves, interrompidas por rupturas locais mantidas pela presença da laterita, onde aparecem pequenos anfiteatros convexizados e elaborados, preferenciais para o afloramento do lençol subterrâneo. O substrato rochoso, geralmente constituído por arenitos da Formação Adamantina, apresenta-se recobertos por sedimentos da cobertura Cenozóica. Alguns canais de drenagem têm seu nível de base nos basaltos da Formação Serra Geral.

Área de relevo dissecado - Sua porção mais elevada situa-se entre 700 e 800 metros e apresentam topos aplainados e alongados. Alguns trechos situam-se na parte centro-sul do Triângulo Mineiro, próximo aos vales dos rios da Prata, Feio ou Verde e São Francisco. Sua maior e mais contínua área abrange a porção nordeste do Triângulo Mineiro, correspondendo à borda da chapada Araguari-Uberlândia, que vêm sendo intensamente dissecada e entalhada, e que se prolonga em forma de espigão por entre as sub-bacias de rios como o Araguari, Uberabinha, Piedade, Jordão e outros afluentes do rio Paranaíba, apresentando cachoeiras, corredeiras e vertentes abruptas, em contraste com o relevo suave e ondulado das áreas interiores das chapadas. É a segunda categoria em extensão, com 7.272 Km² ou 13,8 % da área de estudo.

Área de relevo residual - São as porções mais elevadas situadas entre 800 e 900 metros, representadas pelos topos dos divisores de água das principais sub-bacias. São também chamadas de *Serras* e caracterizam-se por suas bordas escarpadas e por declividades que podem atingir 100%. Entre as principais, destacam-se: serra da Divisa, próxima a Campina Verde; serra dos Patos, próxima a Gurinhata; serras do Parafuso e de São Lourenço, próximas a Ituiutaba; serra do Talhado, próxima a Comendador Gomes e serra do Galga, entre Uberlândia e Uberaba. Essa categoria ocupa 2.508 Km², ou 4,8% da área de estudo.

Segundo BACCARO (1991), "essa unidade apresenta relevo intensamente dissecado com formas convexas nas vertentes e anfiteatros mais expressivos e convexizados, com algumas formas mais agudas, verdadeiras relíquias residuais observadas no campo".

Área de planície fluvial - São áreas planas que ocupam 668 Km², ou 1,2% do Triângulo Mineiro, nas quais predominam processos de sedimentação fluvial e depósitos lineares recentes, com material detrítico inconsolidado de textura fina a média, com forte presença de matéria orgânica, bem como presença de água em superfície e sub-superfície e com(?) grau de coesão e resistência. Agrupa estreitas faixas de planícies e terraços fluviais, constituídos principalmente de aluviões arenosos.

Considerações Finais

Finalizado o trabalho proposto, voltado ao mapeamento digital da geomorfologia do Triângulo Mineiro, concluiu-se que a metodologia utilizada alcançou bons resultados, visto que o software AutoCAD R 12, possui funções que fazem dele uma ferramenta bastante eficaz na digitalização de mapas e cartas, possibilitando a representação precisa de diversos dados e informações geográficas, tais como pontos, linhas e polígonos, aos quais podem ser associados atributos correspondentes ao que representam, por exemplo: um ponto pode representar a localização de uma cidade, de um determinado tipo de propriedade, ou ainda de um fenômeno erosivo (voçorocas) etc; a linha pode representar a drenagem (rios, córregos, etc.), estradas, limites (intermunicipais, interestaduais.) etc.; o polígono pode ser utilizado na representação de áreas, referentes aos compartimentos geomorfológicos, uso da terra, vegetação, etc., além de possibilitar a seu uso em conjunto com os SIG's.

A automatização representa um enorme avanço para a cartografia, possibilitando a criação de arquivos de armazenamento em computador, permitindo a atualização das informações ou ainda a alteração de cores, escala, acrescentar ou eliminar um nível ou camada identificada de representação (layer), ou ainda calcular a área e o perímetro de um determinado polígono representado em um mapa.

A dinâmica de evolução e desenvolvimento de novos equipamentos e softwares, criam recursos para os quais parece não existir fronteiras. Para as pessoas que se enveredaram pelo mundo contagiante dos computadores, os caminhos do "fazer", "realizar", "produzir" talvez se encurtem, no entanto o do "conhecer" parece inesgotável, pois o domínio dos variados programas existentes em sua totalidade de opções e funções, senão é impossível, é uma tarefa bastante complexa, exigindo disciplina e muita dedicação.

Referências Bibliográficas

- BACCARO, Claudete A. Dallevedove. Estudos geomorfológicos do município de Uberlândia. *Sociedade & Natureza*. Uberlândia: EDUFU 1(1): 17-21, Junho 1989.
- _____. Unidades Geomorfológicas do Triângulo Mineiro - Estudo Preliminar. *Sociedade & Natureza*. Uberlândia: EDUFU 3(5-6) : 37-42, Dezembro de 1991.
- _____. As unidades Geomorfológicas e a Erosão nos Chapadões do Município de Uberlândia. *Sociedade & Natureza*. Uberlândia: EDUFU, 6 (11 e 12): 19-33, Jan/Dez 1994.
- CENSI, A. L. C., LADEIRA, M. C. & LIMA, C. C. N. *A. AutoCAD 12: guia prático*. São Paulo: Érica, 1994.
- CINTRA, Jorge Pimentel. CAD, GIS, DBMS ou Cartografia Digital? *Coletânea de trabalhos técnicos - XV Congresso Brasileiro de Cartografia*. Vol. 2. São Paulo. 1991. pp. 343-348.
- CROMLEY, Robert G. *Digital Cartography*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1992.
- JOLY, Fernand. *A Cartografia*. Campinas - SP: Papyrus, 1990.
- LEITE, Waldomiro José da Silva. *Aprendendo AutoCad 12 para DOS*. São Paulo: Érica, 1994.
- LIMA, Magnólia de & NEVES, Rosalba R. O mapa como meio de comunicação. *Anais do XIV Congresso Brasileiro de Cartografia*, Vol. 2. Gramado. 1989. pp. 359-364.
- NISHIYAMA, Luiz & BACCARO, Claudete A. Dallevedove. Aproveitamento dos Recursos Minerais nas Regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba - uma agressão ao meio natural. *Sociedade & Natureza*. Uberlândia: EDUFU 1(1): 49-52. Junho 1989.
- OLIVEIRA, Cêurio. *Curso de cartografia moderna*. 2ed. Rio de Janeiro: IBGE. 1993.
- PESSÔA, Vera Lucia Salazar. *Características da modernização da agricultura e do desenvolvimento rural em Uberlândia*. Rio Claro, 1982. (Dissertação de Mestrado).
- RADAMBRASIL. Levantamento de recursos naturais. Ministério das Minas e Energia. Folha SE-22/Goiânia, vol. 31, Rio de Janeiro, 1983. 768p.
- RAISZ, Erwin. *Cartografia Geral*. Rio de Janeiro: Ed. Científica, 1969.
- ROSA, Roberto. *O uso de SIG's para o zoneamento: uma abordagem metodológica*. São Paulo: FFLCH/USP, 1995. (Tese de Doutorado)
- SILVA, Barbara-Christine N. & SOUZA, Jaimeval Cetano de. Levantamento e classificação temática dos programas de computação de interesse para a geografia. *Geografia*. Rio Claro, (17(1): 131-137, abril 1992.