

CONSTRUÇÃO DA BASE CARTOGRÁFICA DIGITAL EM ESCALA REGIONAL DOS CAMPOS GERAIS DO PARANÁ¹

LINDON FONSECA MATIAS²
ÂNGELO DOS SANTOS³

RESUMO: A cartografia de base é um dos principais requisitos necessários para realizar projetos que trabalham com informações espacializadas. Neste sentido, a Cartografia Digital tem contribuído para que os mapas sejam realizados com maior precisão e agilidade, além de possibilitar uma maior facilidade de atualização e correção por estarem armazenados em meios digitais. Com o auxílio de tecnologias de geoprocessamento, o presente trabalho teve como objetivo principal elaborar uma base cartográfica digital contínua e atualizada da região dos Campos Gerais do Paraná. Visou também suprir as necessidades de tal mapeamento na região, já que serviu de referência para realização de mapas temáticos, tais como: mapa geomorfológico, mapa de uso e ocupação, carta imagem, entre outros; além de servir de apoio para realização de trabalhos de campo. A base cartográfica foi construída a partir da interpretação de imagens do satélite LANDSAT 7, sensor ETM+, utilizando-se técnicas visuais e de processamento digital de imagens. As principais feições cartográficas do mapa base foram digitalizadas utilizando-se o software *ArcView GIS Image Analyst*[®]. A qualidade do produto final, em termos cartográficos, foi considerada satisfatória, pois é suficiente para atender mapeamentos em escalas médias e pequenas, no caso adotado 1:250.000, direcionado ao planejamento regional.

PALAVRAS CHAVE: base cartográfica digital, Campos Gerais do Paraná, geoprocessamento.

CONSTRUCTION OF THE DIGITAL CARTOGRAPHIC BASE IN REGIONAL SCALE OF THE CAMPOS GERAIS OF PARANÁ

ABSTRACT: The basic cartography is one of the principal necessary requirements to accomplish projects that work with spatial information. In this sense, the Digital Cartography has been contributing to the maps they are accomplished with larger precision and agility, besides making possible a larger updating easiness and correction for they be stored in digital means. With the aid of geoprocessing technologies, the present work had as main objective to elaborate a continuous and updated digital cartographic base of the region of the Campos Gerais of Paraná. It also sought to supply the needs of such mapping in the area, since it served as reference for accomplishment of thematic maps, such as: geomorphologic map, land use and occupation map, chart image, among others; besides serving as support for accomplishment of field works. The cartographic base was built starting from the interpretation of images of the satellite LANDSAT 7, sensor ETM+, being used visual techniques and of digital processing of images. The main cartographic features that compose the themes of the base map they were digitized being used the software *ArcView GIS Image Analyst*[®]. The quality of the final product, in cartographic terms, it was

¹ Trabalho de pesquisa realizado como parte integrante do projeto "Gestão do Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná", contando com auxílio científico da Fundação Araucária.

considered satisfactory, because it is enough to assist mapping in medium and small scales, in the adopted case 1:250,000, addressed to the regional planning.

KEY WORDS: digital cartographic base, Campos Gerais of Paraná, geoprocessing.

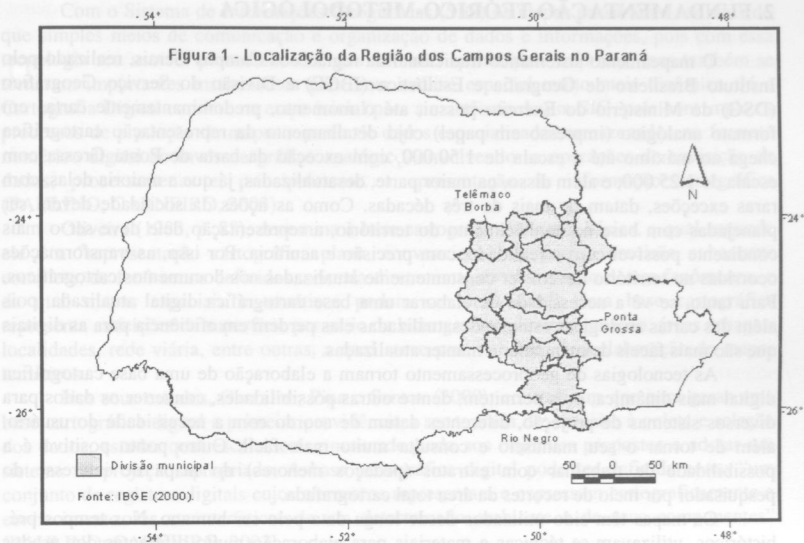
1. INTRODUÇÃO

No mundo atual, onde grande parte das relações sócio-espaciais depende de dispositivos informacionais, os quais contribuem para que a sociedade promova transformações cada vez mais rápidas no espaço geográfico, a Cartografia Digital possibilita representar tais modificações de forma mais próxima da realidade e com a vantagem de ser uma geotecnologia onde as informações são fáceis de serem constantemente atualizadas. Diante disso, a Cartografia Digital, aliada às demais tecnologias de geoprocessamento, fornece aos geógrafos e demais profissionais que dela necessitem, a possibilidade de ir além da simples representação do espaço, pois associando à representação gráfica um banco de dados georreferenciados, possibilita a análise das informações para prover a tomada de decisões mais apropriadas no que tange ao planejamento regional. Tais análises podem ser realizadas por meio de simulações disponibilizadas pelos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), uma vez que as informações armazenadas no banco de dados podem ser combinadas de diferentes formas, possibilitando construir possíveis cenários das mudanças que ocorrem no espaço. Essas análises da realidade permitem ao planejador tomar decisões de forma mais acurada, podendo assim aumentar o sucesso de suas ações.

Um conhecimento adequado do território é questão fundamental para o planejador. Com base nesse conhecimento é que podem ser definidas as melhores áreas, por exemplo, para implantação de indústrias, pois o sucesso da atividade industrial depende de fatores como proximidade de matérias primas, mão de obra, vias de acesso, mercado consumidor, dentre outros. Pode significar também um importante subsídio para realização de estudos e relatórios de impacto ambiental, pois essa questão está em voga devido às significativas transformações que as atividades econômicas ocasionam no espaço geográfico.

A Cartografia Digital tem sido beneficiada, assim como as demais tecnologias de geoprocessamento, pelo avanço ocorrido, principalmente nas últimas décadas, no campo da computação eletrônica de forma mais ampla, pelo desenvolvimento de equipamentos e programas computacionais, tornando-se, cada vez mais, um instrumento imprescindível e que tem sido amplamente empregado para construção de bases de dados cartográficos no que diz respeito às suas etapas de aquisição dos dados primários até a disponibilização da informação no formato final (mapa digital e/ou analógico).

Localizada na porção centro-leste do estado do Paraná, a região dos Campos Gerais foi assim denominada por MAACK (1981) levando-se em conta critérios naturais. Ele a definiu como uma zona fitogeográfica, com campos limpos, matas galerias e capões isolados de florestas ombrófila mista, e localizada no reverso da Escarpa Devoniana, desnível topográfico que separa o Primeiro do Segundo Planalto paranaense. Conta com um relevo movimentado onde, além da Escarpa Devoniana, se destacam o Canyon do Guartelá, dentre outros sítios singulares, com arroios de leito rochoso, relevo ruiforme, matas ciliares, cachoeiras, furnas, gargantas e despenhadeiros (UEPG, 2003).



A ocupação na região aconteceu visando explorar o potencial econômico favorecido pela posição estratégica em que se encontra em relação às outras regiões paranaenses. Como a região apresenta um grande dinamismo no seu processo de ocupação e das atividades econômicas aí desenvolvidas, a necessidade do estabelecimento de mapas atualizados se mostra como um requisito imprescindível para auxiliar os geógrafos e demais profissionais envolvidos no planejamento regional na tarefa de compreensão dessa dinâmica ocupacional e de seus desdobramentos sócio-econômicos, visando orientar para se tomar decisões mais apropriadas no que diz respeito à organização do espaço.

Embora se constitua numa região com uma ampla diversidade de atrativos turísticos naturais e históricos, como por exemplo, o Parque Estadual de Vila Velha, o Parque Estadual do Guartelá, a cidade de Castro, entre outros; e de grande importância econômica e política pelo fato de ser um importante entroncamento rodoferroviário do sul do Brasil, os Campos Gerais, assim como muitas outras regiões brasileiras, não dispõem de mapeamento, em escala regional, em meio digital. Mesmo o mapeamento analógico (papel) existente encontra-se, em grande parte desatualizado, quando não simplesmente ausente.

Devido à necessidade, cada vez mais presente, de utilização de uma base cartográfica digital para atender diferentes finalidades, realização de projetos, delimitação e monitoramento de áreas ambientais etc., tornou-se uma atividade urgente a sua realização. A elaboração de uma base cartográfica digital contribui no sentido de dar um suporte mais eficiente a projetos voltados ao estudo da região, servindo como documento fundamental para registro das feições cartográficas do território, bem como para realizar outros mapas temáticos. Como no caso da região dos Campos Gerais não havia esse produto disponível e sua necessidade fazia-se premente para o desenvolvimento de projetos de pesquisa que exigiam mapeamentos temáticos, nos propusemos a construir uma base cartográfica digital com o auxílio das tecnologias de geoprocessamento.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA

O mapeamento sistemático tradicional da região dos Campos Gerais, realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e Divisão do Serviço Geográfico (DSG) do Ministério do Exército possui, até o momento, predominantemente cartas em formato analógico (impresso em papel) cujo detalhamento da representação cartográfica chega ao máximo até a escala de 1:50.000, com exceção da carta de Ponta Grossa com escala de 1:25.000, e além disso, na maior parte, desatualizadas, já que a maioria delas, com raras exceções, datam de mais de três décadas. Como as ações da sociedade devem ser planejadas com base no conhecimento do território, a representação dele deve ser o mais condizente possível com a realidade, com precisão e acurácia. Por isso, as transformações ocorridas no território devem ser constantemente atualizadas nos documentos cartográficos. Para tanto, se vê a necessidade de elaborar uma base cartográfica digital atualizada, pois além das cartas analógicas estarem desatualizadas elas perdem em eficiência para as digitais que são mais fáceis de manipular e manter atualizadas.

As tecnologias de geoprocessamento tornam a elaboração de uma base cartográfica digital mais dinâmica, pois permitem, dentre outras possibilidades, converter os dados para diversos sistemas de projeção, diferentes datum de acordo com a necessidade do usuário, além de tornar o seu manuseio e consulta muito mais fácil. Outro ponto positivo é a possibilidade de trabalhar com extratos (pedaços menores) do mapa de interesse do pesquisador por meio de recortes da área total cartografada.

Os mapas têm sido utilizados desde longa data pelo ser humano. Nos tempos pré-históricos, utilizavam-se técnicas e materiais para elaboração muito diferentes dos usados nos dias atuais. Com o passar do tempo novas formas de representar o espaço geográfico foram sendo desenvolvidas até chegarmos na atualidade onde a informatização do conhecimento assumiu importância primordial. Essa informatização tem beneficiado todas as áreas do conhecimento, e em particular a atividade cartográfica (THROWER, 1996). Ao mencionar a inovação tecnológica no campo cartográfico deve-se levar em conta, segundo Taylor (1987, p. 359), que “A disciplina de cartografia está em um estado de mudança rápida, dirigido principalmente pela incrível velocidade de desenvolvimento tecnológico associado com a revolução da informação”. Devido ao fato de estar em plena realização, essa mudança oferece algumas dificuldades para uma análise conveniente, porém algumas questões primordiais estão sendo discutidas por especialistas. Uma delas, e de grande importância para o entendimento do que ocorre nessa área, é o advento da informatização das técnicas e procedimentos de aquisição, tratamento e armazenamento dos dados e produção de informações geográficas promovidas pela introdução de componentes computacionais (MATIAS, 2001).

A introdução das novas tecnologias da informação, segundo Matias (2001), marcam a transição da chamada Cartografia Tradicional, baseada em um suporte analógico (argila, madeira, papel, filme etc.), para a Cartografia Digital, na qual o suporte passa a ser digital, a tela do computador. Na Cartografia Tradicional as habilidades físicas humanas tinham uma importância preponderante, já nas atividades computadorizadas elas diminuem de importância em favorcimento das habilidades intelectuais. Os sistemas computadorizados permitem maior agilidade, precisão, uniformidade e integração entre as diferentes etapas da atividade cartográfica. Toda essa inovação deve-se ao advento da Cartografia Digital e, de forma mais abrangente, ao Sistema de Informações Geográficas (SIG), o qual, segundo Matias *et al.* (1995, p. 24), pode ser entendido como “conjunto de programas e equipamentos, metodologias, dados e pessoas (usuários), perfeitamente integrados, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de dados georreferenciados, bem como a produção de informação derivada de sua aplicação.”

Com o Sistema de Informações Geográficas (SIG) os mapas passaram a ser mais do que simples meios de comunicação e organização de dados e informações, pois com essa tecnologia seu uso foi potencializado, servindo não apenas para informar, mas também se tornaram importantes instrumentos para uma análise espacial muito mais dinâmica. Já a Cartografia Digital consiste na etapa inicial para a existência de um SIG, pois contempla os processos de produção de mapas a partir de dados espacializados armazenados no formato numérico digital ao invés de gráfico analógico, envolvendo as operações de aquisição de dados, processamento e, principalmente, a apresentação da informação cartográfica (PAULINO; CARNEIRO, 2003).

Oliveira (1983, p. 88), denomina a base cartográfica de carta básica, a qual segundo ele é a “representação cartográfica plana, convencional, de grande precisão e bastante completa, de fenômenos definidos, oriunda diretamente da observação destes fenômenos, e da qual mapas especiais e temáticos podem ser derivados.” Uma base cartográfica representa as feições da superfície por meio da hidrografia, relevo, vegetação, áreas urbanas, localidades, rede viária, entre outras, a qual serve para dar suporte a elaboração de mapas temáticos.

Nos seus estudos, Carvalho; Pina e Santos (2000), constataram que para gerar uma base cartográfica digital a primeira providência a ser tomada diz respeito à coleta e seleção dos dados, estudar qual escala será a mais adequada aos objetivos propostos e adotar um sistema de projeção apropriado. A base cartográfica digital pode ser definida como “um conjunto de registros digitais cujos elementos representam e expressam cartograficamente o conhecimento das características de um determinado ambiente e de seus componentes” (PAULINO; CARNEIRO, 2003).

Existe uma diversidade de métodos e técnicas para construção de uma base cartográfica digital, especialmente quando pensada para uso posterior em um SIG. Uma primeira preocupação reside na identificação das fontes dos dados cartográficos básicos e nos processos de conversão desses dados para o meio digital. Dependendo da qualidade da fonte dos dados e dos objetivos a serem alcançados com os mapas resultantes, pode-se adquirir dados provenientes de fontes diferentes e adotar técnicas diversas de mapeamento. A segunda preocupação recai na necessidade de se avaliar a precisão e a acurácia a serem conseguidas com os mapas, principalmente quando se sabe que a maioria das técnicas utilizadas para digitalização de dados analógicos implica na ocorrência de imprecisões quando convertidas para o formato digital. Com isso, uma pequena imprecisão existente num mapa analógico, quando não devidamente controlada, pode resultar em ampliação do erro quando se decide trabalhar com este mapa no formato digital. Vale lembrar que no mapa digital a escala da fonte dos dados é que define a qualidade geométrica do mapa, sendo portanto vetada ampliações cartográficas de forma não controlada.

Outra questão está relacionada à atualidade dos mapas, e isso deve ser avaliado levando-se em conta o processo de atualização quanto aos aspectos referentes ao custo e ao tempo necessário para sua execução. Há também, no caso de se adotar a vetorização de mapas em meio analógico, a questão da estabilidade dos mapas no que diz respeito à preservação de suas características iniciais, pois se eles não foram armazenados de forma adequada o papel, por ser um material instável, com influência da umidade, manipulação, variação de temperatura e outros fatores, pode ter suas dimensões distorcidas tornando imprecisas as informações nele existente. Por fim, deve-se avaliar também a qualidade da manutenção do material cartográfico fonte com relação à presença de rasuras, dobras, sujeiras e outro tipos de danos que podem comprometer a legibilidade do mapa digital.

Carvalho; Pina e Santos (2000) argumentam que a geração de uma base cartográfica digital, por ser um processo oneroso, deve ser devidamente precedida por um estudo para

verificar se as fontes de dados disponíveis são adequadas e se há disponibilidade de outras formas de dados que possam auxiliar o mapeamento, por exemplo, fotos aéreas, imagens de satélites, que podem ajudar a tornar a base cartográfica mais atualizada. Além disso, a construção de bases cartográficas digitais requer conhecimento especializado, sendo normalmente de responsabilidade de empresas de serviços cartográficos ou órgãos oficiais. Neste aspecto, descrevem algumas características que uma base cartográfica digital deve ter para torná-la compatível com o ambiente computacional em que se deseja trabalhar. A primeira delas é a escala, sendo sempre importante lembrar que em um mapa digital ela não existe de forma fixa, já que essa pode ser alterada com uma simples operação de ampliação/redução (*zoom*) na tela do computador. Diante da necessidade de ampliar a escala da base cartográfica em relação ao mapa que lhe deu origem, deve-se ficar atento quanto ao aumento dos erros, pois a todo mapa está associado um erro gráfico que deve ser menor que 0,2 mm correspondente à acuidade visual do ser humano (IBGE, 1999) e, dessa forma, quando se amplia a escala de um mapa esse erro está sendo ampliado também. O sistema de projeção é outra característica importante e, portanto, deve ser conhecido, pois há a necessidade de que todos os mapas de um SIG estejam em um mesmo sistema de projeção para serem totalmente compatíveis. Sistemas de coordenadas é outro fator importante no que diz respeito a compatibilização das bases cartográficas. Por fim, mas não menos importante, deve-se tomar cuidado para usar o mesmo sistema geodésico, pois os mapas podem ter o mesmo sistema de projeção e de coordenadas e mesmo assim não serem totalmente compatíveis se estiverem sendo adotadas diferentes referências plano-altimétricas (*datum*), o que pode causar distorções nos mapas da ordem de até dezenas de metros.

A partir da Segunda Guerra mundial, com o desenvolvimento crescente dos computadores, a Cartografia Tradicional começa a ceder espaço para a Cartografia Digital. Até então a cartografia convencional utilizava técnicas e aparelhos que exigiam muito mais das habilidades manuais e mentais do ser humano. Os mapas produzidos na cartografia convencional, por ter como suporte o papel, são limitados à representação das feições cartográficas e nada mais, pois neles é difícil representar toda a informação que o usuário deseja (BRANDALIZE, 2003).

As principais etapas para realizar um mapeamento básico na cartografia convencional são as seguintes:

- realização da cobertura aerofotogramétrica da área a ser mapeada para obtenção das fotos aéreas a serem utilizadas no processo de restituição;
- processamento dos filmes fotográficos em laboratório especializado resultando fotografias na forma de papel, diapositivos, fotoíndices, mosaicos e ampliações;
- realização de levantamentos geodésicos e topográficos para construir redes de triangulação, com o objetivo de referenciamento aos sistemas de projeção cartográfica, com vistas à correção das distorções existentes nas fotos aéreas;
- restituição aerofotogramétrica, obtenção das principais feições cartográficas do terreno (por exemplo, rios, estradas, curvas de nível);
- elaboração do original cartográfico utilizando-se procedimentos de reprodução gráfica, incluindo técnicas de ampliação cartográfica, separação das cores, gravação em fotoplástico;
- impressão dos mapas resultantes pela técnica litográfica indireta ofsete.

Com o uso do computador tornou-se possível realizar mapeamentos digitais, os quais ficaram mais precisos, já que possibilitam diminuir a ocorrência de erros. As etapas do mapeamento digital são descritas a seguir:

- o voo aerofotogramétrico tem seus parâmetros controlados e monitorados por um computador de bordo, o qual permite minimizar o efeito das turbulências da aeronave nas fotos e obter fotos aéreas realizadas por câmeras com interface digital, resultando em

fotografias no meio digital;

- o processamento das fotos é digital com uso de hardware e software específicos;
- as operações de levantamentos geodésicos e topográficos são executadas com uso de instrumentos de localização, navegação e medição com interface digital para aquisição dos dados, tais como o GPS, teodolitos eletrônicos, estações total;
- os restituidores analíticos possuem uma interface digital permitindo uma maior precisão, pois tanto a entrada (fotos digitais) quanto a saída (mapas digitais) ocorrem na forma digital;
- a edição gráfica é feita utilizando softwares cartográficos, aportados em modernas estações gráficas, para editar e aprimorar os arquivos digitais, tais como corrigir erros, toponímia, entre outras;
- finalmente a impressão, a qual é feita em traçadores gráficos (*plotters*) coloridos ou *fotoplotters* quando necessário melhor qualidade e precisão.

Outra forma de obter mapas digitais é a conversão dos mapas existentes no formato analógico (papel) para o meio digital. Esse processo pode ser feito utilizando uma das seguintes técnicas:

- digitalização das feições cartográficas de um mapa analógico utilizando uma mesa digitalizadora. Nesse processo o mapa é colocado sobre a mesa, devidamente orientado, e as feições cartográficas são “desenhadas” utilizando-se um cursor, o qual envia para o computador as coordenadas das diferentes feições geométricas (pontos, linhas, polígonos) a partir da posição das mesmas sobre a mesa digitalizadora. Programas aplicativos transformam as coordenadas da mesa em coordenadas do referencial cartográfico (BRANDALIZE, 2003);

01 - outra técnica consiste em fazer passar o mapa num instrumento do tipo *scanner* para transformá-lo do formato analógico para digital. O *scanner* “varre” o mapa e transforma os dados nele contidos em uma estrutura digital matricial. Esse processo é conhecido como rasterização, já que o desenho final está na forma de imagem *raster*. Esse mapa pode, posteriormente, ser transformado em vetores (pontos, linhas e polígonos) utilizando-se técnicas de vetorização: manual, semi-automática, ou automática. Na vetorização manual, também conhecida como vetorização em tela (*on screen*), o processo é parecido com o da digitalização em mesa, com a vantagem de proporcionar os recursos disponíveis na tela do computador. No processo semi-automático um programa específico fica responsável por percorrer a imagem seguindo as células (*pixels*) de mesma intensidade até chegar a uma posição duvidosa onde o operador mostra o caminho a ser seguido, para isso alguns parâmetros necessários são informados ao programa no sentido de evitar muitas intervenções do operador. O processo automático é realizado sem ajuda do operador, sendo somente necessário informar todos os parâmetros para o programa (BRANDALIZE, 2003).

No que concerne aos meios utilizados para realizar o mapeamento de uma região ou somente para efetuar a atualização de uma área já mapeada, deve-se mencionar o uso do Sensoriamento Remoto, o qual, grosso modo, segundo Garcia; Marchetti (1986, p. 192), “consiste na detecção da natureza de um objeto sem tocá-lo.” Já Novo (1992, p. 8), faz uma definição mais completa, a qual diz que “é a utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados etc., com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias que compõem a superfície terrestre.”

Para realizar a aquisição dessas radiações eletromagnéticas emitidas pelos objetos da superfície terrestre são utilizados sensores que ficam em plataformas, as quais podem estar colocadas a bordo de aeronaves ou satélites. No caso das aeronaves o produto mais comum obtido através de levantamentos aerofotográficos são as fotos aéreas, enquanto que os

sensores a bordo de satélites nos fornecem as imagens de satélite.

Para que o mapeamento de uma área fique o mais próximo possível da realidade são necessários levantamentos de campo, o que compreende atividades que visem, através de medições, determinar posições relativas de pontos sobre a superfície terrestre (NOVO, 1992). Para tais levantamentos faz-se uso do Sistema de Posicionamento Global (GPS), o qual permite a determinação da posição de um ponto sobre a superfície terrestre feita através da medição da distância desse ponto até um conjunto de pelo menos quatro satélites (CARVALHO, PINA, SANTOS, 2000).

O objetivo primordial do trabalho consistiu na elaboração de uma base cartográfica digital contínua e atualizada da região dos Campos Gerais do Paraná, utilizando-se das tecnologias de geoprocessamento para suprir as necessidades de tal documento para realização do projeto "Gestão do Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná", servindo de referência para realização dos diversos mapas temáticos do projeto e das atividades de trabalhos de campo. Os Campos Gerais do Paraná, numa divisão política administrativa, abrangem uma área de 25.560 km² contando com áreas de 22 municípios, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Área e população dos municípios dos Campos Gerais do Paraná

Município	Área (km ²)	População	População Rural (hab.)	População
		Urbana (hab.)		Total
Tibagi	2.989	10.279	8.155	18.434
Castro	2.534	43.250	20.331	63.581
Lapa	2.094	24.070	17.768	41.838
Ponta Grossa	2.064	266.683	6.933	273.616
Jaguariaíva	1.524	25.621	5.159	30.780
Palmeira	1.462	17.268	13.579	30.847
Piraí do Sul	1.403	14.624	7.023	21.647
Telêmaco Borba	1.384	58.354	2.884	61.238
Sengés	1.371	13.353	4.425	17.778
Arapoti	1.324	17.487	6.397	23.884
Campo Largo	1.252	77.223	15.559	92.782
Ipiranga	906	3.996	9.312	13.308
Teixeira Soares	892	3.785	4.407	8.192
Imbituva	804	14.781	9.715	24.496
Ventania	744	5.357	2.667	8.024
Carambeí	646	10.494	4.366	14.860
Rio Negro	603	22.460	6.250	28.710
S. José da Boa Vista	403	3.501	3.477	6.978
Balsa Nova	346	3.186	6.967	10.153
Imbaú	330	5.483	3.991	9.474
Campo do Tenente	306	3.451	2.884	6.335
Porto Amazonas	179	2.728	1.508	4.236
Total	25.560	647.434	163.757	811.191

Fonte: Adaptado de IBGE (2000).

Na região, cada vez mais, a vegetação típica de campos naturais que a caracterizava fisionomicamente, vem cedendo lugar para outros tipos de ocupação, principalmente agrícola. O avanço dessas atividades tem se acentuado no momento atual devido ao processo de modernização vigente, principalmente no que diz respeito às atividades agropecuárias. Essas atividades, entre outros problemas, impactam as superfícies aluviais

devido ao uso incorreto dos solos e contaminação por agrotóxicos. Os resíduos provenientes de bacias hidrográficas urbanas também contribuem com o problema de assoreamento dos rios, pois há falta de um tratamento adequado da maior parte do esgoto produzido pela população das áreas urbanas, as quais têm tido um crescimento significativo. O crescimento urbano acelerado verificado na região nas últimas décadas contribui para tornar mais precário o atendimento da população de baixa renda pelos órgãos públicos o que acaba refletindo, entre outras coisas, num baixo índice de desenvolvimento humano (IDH) verificado em alguns municípios (UEPG, 2003).



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Construção da base cartográfica digital em escala Regional dos Campos Gerais do Paraná. Possibilita atender as exigências de

3. METODOLOGIA

Na realização do trabalho foram cumpridos os seguintes passos metodológicos:

- aquisição junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) de imagens digitais do satélite LANDSAT 7, sensor ETM+, passagem em 08/12/2000, foram necessárias para recobrir toda a região de interesse duas cenas (221/77 e 221/78);
- georreferenciamento das imagens adquiridas, utilizando o software *ArcView GIS Image Analyst*[®], tendo como base pontos de controle localizados em cartas topográficas em escalas 1:50.000 da região e também pontos referenciais localizados em campo com receptor GPS;
- utilização de técnicas de processamento digital de imagem para elaboração de uma composição colorida das imagens, adotou-se como mais apropriada para visualização na tela do computador as bandas 4(R)/5(G)/3(B), embora outras composições também tenham sido utilizadas para dirimir dúvidas durante a execução da vetorização das feições cartográficas (Figura 2);

Figura 2 - Extrato da imagem de satélite



- utilização de técnicas de processamento digital de imagem para construção do mosaico das cenas utilizadas, tornando-as uma única imagem, e recorte da área de interesse segundo o limite da área de pesquisa;
- interpretação e digitalização em tela dos temas que viriam a compor a base cartográfica digital: hidrografia, áreas urbanas, vias de circulação e localidades (Figura 3);

Figura 3 – Extrato da imagem com sobreposição de vetores



- cada tema foi digitalizado e gravado em arquivos diferentes para mais tarde serem sobrepostos e compor a base cartográfica;
- foram utilizadas, para auxiliar o reconhecimento dos temas que compõem a base cartográfica digital, cartas analógicas existentes da região, visto que em certas partes da imagem algumas dificuldades foram encontradas para reconhecê-los devido à presença de nuvens ou onde predominava uma vegetação densa e de grande porte;
- após serem digitalizados os temas foi executada uma minuciosa revisão para detectar possíveis erros como, por exemplo, verificar se graficamente todos os rios estavam conectados aos seus respectivos afluentes;
- com base nas cartas topográficas foi adicionada a toponímia dos elementos constituintes de cada tema da base digital;
- construiu-se o leiaute final do mapa com as informações adicionais de escala, título, malha de coordenadas, legenda, e equipe técnica para posterior plotagem em tamanho A0;
- após a impressão o mapa produzido foi revisado novamente e os erros encontrados foram corrigidos no computador, sendo realizada nova impressão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resultado do trabalho foi a construção de uma base cartográfica digital voltada às necessidades de projetos num ambiente de geoprocessamento. Ela abrange a área de 22 municípios da região dos Campos Gerais do Paraná. Possibilita atender as exigências de

mapeamento na escala de 1:250.000 ou menores. Além da representação dos temas no formato digital, há um banco de dados com a toponímia dos rios, das vias de circulação e das áreas urbanas (Figura 4). No caso das estradas está descrito também se elas são pavimentadas ou não e se são de domínio estadual ou federal. Para o mapa analógico resultante foi feito um leiaute no tamanho A0 e na escala de 1:250.000, sistema de projeção UTM.

Figura 4 - Resultado da digitalização



Com esta base cartográfica digital foram atendidas as necessidades de mapeamento básico para realização do projeto de pesquisa “Gestão do Patrimônio Natural dos Campos Gerais do Paraná”, realizado no âmbito do Departamento de Geociências da UEPG por equipe multidisciplinar, contando com apoio da Fundação Araucária e do CNPq, que teve como um dos objetivos produzir mapas temáticos da região, tais como geomorfológico, de uso e ocupação da terra e carta imagem. Esses mapas só puderam ser realizados, utilizando as técnicas de geoprocessamento, porque existe a base cartográfica digital, já que ela serve como parâmetro básico para o georreferenciamento dos demais temas abrangidos pelo mapeamento.

Além disso, a base cartográfica digital constitui documento inédito na região e pode servir de subsídio para o desenvolvimento de diferentes projetos. Trata-se de uma importante contribuição para o conhecimento do espaço geográfico na região dos Campos Gerais. No momento, está disponível o mapa base tanto no formato analógico, em escala

1:250.000, quanto em arquivos digitais georreferenciados compatíveis com programas de geoprocessamento.

O procedimento (digitalização em tela) usado para elaborar a base cartográfica digital mostrou-se eficaz, já que possibilitou obtê-la em um prazo relativamente curto, aproximadamente 6 meses. A qualidade do produto final, em termos cartográficos, foi considerada satisfatória, pois é suficiente para atender mapeamentos em escalas médias e pequenas, no caso adotado 1:250.000.

A resolução espacial da imagem de satélite utilizada, 30 metros, teve influência no sentido de dificultar reconhecer na mesma as vias de circulação não pavimentadas e pouco utilizadas. Esse problema foi mais significativo em regiões com grande ocupação pela agricultura, o que causa pouco contraste entre a reflexão das terras expostas para o plantio e as estradas. Em alguns lugares com vegetação de grande porte ou presença de nuvens essa dificuldade também foi relevante. Além das vias não pavimentadas, a hidrografia, principalmente a de pequeno porte, foi de difícil visualização em lugares com matas muito densas e onde há presença de nuvens. Para resolver ou minimizar esses problemas recorreu-se às cartas analógicas existentes do mapeamento sistemático brasileiro feito pelo IBGE e DSG nas escalas de 1:50.000 e 1:250.000, as quais possibilitaram fazer comparações do que era possível ser visto na imagem com o que tínhamos nas cartas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados alcançados no trabalho, pode-se concluir que a realização de mapeamentos em escala regional, tornou-se mais factível com o uso de geotecnologias. Com o conhecimento das diversas técnicas hoje existentes torna-se possível adotar procedimentos compatíveis com o método cartográfico para realização de mapas em horizontes de tempos mais condizentes com os requisitos da realização de projetos de pesquisas acadêmicas, ou mesmo, para outras finalidades. Além disso, destaque-se a flexibilidade que os dados em meio digital permitem, no sentido da ampliação de seu uso por diversas pessoas, intercâmbio de dados em diferentes formatos, adequabilidade para diversos objetivos. No caso, a base cartográfica digital produzida amparou a realização de várias outras atividades como, por exemplo, subsídio para execução de reuniões de grupos técnicos, apresentação de audiências públicas, comunicação em eventos científicos.

Quando se depara com a situação cartográfica brasileira que, em geral, significa a ausência de documentos cartográficos atualizados e de boa qualidade, mormente em condições técnicas de uso adequada, o que hoje em dia significa disponibilidade em meio digital, alternativas como a aqui apresentada significam uma contribuição efetiva para resolver tal problema. Ainda mais quando envolve escalas regionais do território e retratam espaços geográficos cuja dinâmica de mudança são tão significativas.

Para o profissional geógrafo envolvido nas atividades de planejamento, o conhecimento das geotecnologias representa um diferencial à sua formação, já que essas tecnologias possibilitam fazer análises muito mais aprofundadas a respeito das condições por ele encontradas na realidade. Outro fator importante é que essas tecnologias podem ser aplicadas em estudos de diversas naturezas geográficas, tais como: construção de bases de dados cartográficos, gestão e inventário de recursos, planejamento urbano e regional, cadastro urbano e rural, gerenciamento de infra-estrutura urbana, entre outros.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Mapa do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1998.
- BRASIL. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Mapa do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1998.
- BRASIL. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Mapa do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1998.
- BRASIL. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Mapa do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1998.
- BRASIL. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Mapa do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1998.
- BRASIL. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Mapa do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1998.
- BRASIL. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Mapa do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1998.
- BRASIL. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Mapa do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1998.
- BRASIL. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Mapa do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1998.
- BRASIL. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Mapa do Brasil*. Rio de Janeiro: IBGE, 1998.

- BRANDALIZE, A. A. *Cartografia Digital Além do Mapa...* Disponível em <<http://www.esteio.com.br>>. Acesso em 12 de jul. de 2003.
- CARVALHO, M. S.; PINA, M. de F. de; SANTOS, S. M. dos. *Conceitos básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartografia aplicados à saúde*. Brasília: Organização Panamericana da Saúde/Ministério da Saúde, 2000, 122p.
- GARCIA, G. J.; MARCHETTI, D. A. B. *Princípios de fotogrametria e fotointerpretação*. São Paulo: Nobel, 1986, 257p.
- IBGE. *Noções básicas de cartografia*. Rio de Janeiro: IBGE, 1999, 98p.
- MAACK, R. *Geografia física do Estado do Paraná*. Rio de Janeiro: José Olympio, 1981. 442p.
- MATIAS, L. F. 2001. *Sistema de Informações Geográficas (SIG): teoria e método para representação do espaço geográfico*. Tese de Doutorado, São Paulo: Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo.
- MATIAS, L. F. et al. 1995. Qual a melhor definição de SIG. *FATOR GIS A revista do Geoprocessamento*. 3(11):20-24.
- NOVO, E. M. L. de M. *Sensoriamento remoto: princípios e aplicações*. São Paulo: Edgard Blücher, 2. ed. 1992, 308p.
- OLIVEIRA, C. de. *Dicionário Cartográfico*. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1983. 645p.
- PAULINO, L.A.; CARNEIRO, A.F.T. *Base de dados gráficos para Sistemas de Informações Geográficas (SIG's)*. Disponível em: <<http://geodesia.ufsc.br/geodesiaonline/arquivo/cobrac98/016/016.htm>>. Acesso em 10 de jul. de 2003.
- TAYLOR, D. R. F. 1987. The art and science of cartography: the development of cartography and cartography for development. *The Canadian Surveyor*, 41(3):359-372.
- THROWER, N. J. W. *Maps & Civilization Cartography in Culture and Society*. Chicago: The University of Chicago Press, 1996. 326p.
- UEPG. *Caracterização do patrimônio natural dos Campos Gerais do Paraná*. Ponta Grossa: UEPG, 2003, 239p.