

INTEGRAÇÃO DE REPRESENTAÇÕES CARTOGRÁFICAS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO MUNICÍPIO DE CURITIBA

MARLISE TERESA EGGERS JORGE
CLÁUDIA ROBBI SLUTER
SILVANA PHILIPPI CAMBOIM
ANDRÉ MENDONÇA

Universidade Federal do Paraná – UFPR
Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas- UFPR
marlise@ippuc.org.br
robbi@ufpr.br

RESUMO - O presente trabalho consiste na atualização do projeto Cartográfico de Bacias Hidrográficas e Sub-Bacias de Curitiba com o objetivo de integração e aplicação dos resultados pelos diferentes órgãos estaduais e municipais que utilizam informações urbanas de Curitiba. Para a realização deste projeto foram aplicados os conceitos teóricos adquiridos na disciplina Cartografia Geral do Curso de Pós-graduação em Ciências Geodésicas e através de pesquisas bibliográficas, como conceitos em cartografia, linguagem cartográfica, teoria das cores, variáveis visuais aplicadas à símbolos pontuais e conceitos de projeto cartográfico, bem como conceitos de Engenharia hidráulica. A proposta de elaboração do mapa topográfico Bacias Hidrográficas e Sub-Bacias de Curitiba é uma tentativa de propor a unificação de base cadastral entre os diferentes órgãos como SANEPAR, SUDERHSA, IPPUC e demais Secretarias Municipais, permitindo aos usuários assimilar as informações e minimizar os conflitos existentes nas diferentes Bases Cadastrais.

Palavras Chave: Base Cartográfica, Bacia Hidrográfica e Sub-Bacias

ABSTRACT - This work consists of the update of the cartographic project of Watershed and Sub-Basins of Curitiba with the objective of integration and application of the results by different state and municipal agencies, which use urban information on Curitiba. Theoretical concepts from General Cartography course in Geodesic Sciences Post-graduation were applied as well as bibliographic researches focused on concepts in cartography, cartographic language, theory of the colors, visual variables applied to point symbols and concepts of cartographic project, in addition to concepts of hydraulic engineering were applied for the accomplishment of this project. The proposal of elaborating the topographic map "Watershed and Sub-Basins of Curitiba" is an attempt to consider the unification of the cadastre registers among the different agencies such as Water Supply, Water Springs, Planning and other agencies and City Departments, allowing users to assimilate information and minimize the existing conflicts in the various cadastre systems.

Keywords –Base Map, Watershed, Sub-Basins

1. INTRODUÇÃO

Diante da falta de uma atualização na Cartografia Básica que possa ser eficaz, a Prefeitura Municipal de Curitiba vem buscando alternativas que possam agilizar o processo de tomadas de decisão, proporcionando a minimização de impactos gerados pela cartografia desatualizada.

A utilização de informações georreferenciadas tornou-se a peça chave para o desenvolvimento de sistemas que possam gerenciar uma área urbana, detectando e armazenando as mudanças ocorridas com o passar do tempo. Para que isso aconteça é necessário, confiabilidade na base de dados, consequência da precisão geométrica da base cartográfica digital.

A revolução tecnológica trouxe para as áreas de levantamento e mapeamento grandes aprimoramentos

nos métodos de coleta, processamento, armazenamento e distribuição do terreno, surgindo os chamados Sistemas de Informações Geográficas (SIG). O uso desta técnica permite aos técnicos da prefeitura visualizarem em um mapa digital, dados relacionados ao sistema de recursos hídricos, mostrando a situação atual e facilitando o planejamento urbano, dentre elas o mapeamento de rios e bacias hidrográficas.

O presente trabalho mostra uma estratégia adotada para detectar as diferenças nas representações dos limites das bacias hidrográficas no município de Curitiba. Estas diferenças podem significar alterações a serem atualizadas na base cartográfica com a finalidade de integração de diferentes produtos cartográficos para gerar uma única base.

O uso desta base integrada através de um Sistema de Informação Geográfica, tem como

finalidade dar suporte ao Departamento Geoprocessamento da Prefeitura Municipal de Curitiba, detectando as mudanças ocorridas nos Divisores de bacias hidrográficas através da sobreposição da base cartográfica municipal, base cartográfica estadual, Modelo Digital do Terreno e ortofoto digital.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Com o desenvolvimento da tecnologia baseada na informática, as pesquisas, levantamentos e técnicas passaram a integrar bancos de dados descritivos e gráficos. Isto possibilita a implementação, através de softwares específicos, de algoritmos de análise e modelagem das informações, favorecendo a produção dos mais variados tipos de mapas. Estes mapas, por sua vez, são normalmente obtidos a partir de cartas topográficas que são mapas básicos, e por isso seguem critérios de acuracidade e precisão, definidos no mapeamento sistemático.

As cartas topográficas, classificadas como de referência geral, tem como propósito fundamental representar as feições em suas posições corretas, dentro dos limites da escala (Keates, 1989).

“O termo feição engloba todos os objetos ou conceitos que possuem uma localização específica em relação a superfície terrestre” (Robbi, 2000, p. 89), portanto neste contexto estão incluídos tanto o meio físico como o meio humano. O meio físico consiste dos elementos naturais ou dependentes destes, mesmo quando modificados ou influenciados pelo homem. As características da superfície terrestre como relevo, hidrografia, cobertura vegetal, solo, rocha, etc, são elementos naturais. O meio humano é representado por todas as feições construídas pelo homem, como parte de sua ocupação no terreno (Keates, 1989).

Neste trabalho, a abordagem principal é a representação cartográfica digital das bacias hidrográficas de Curitiba onde os documentos originais deram origem ao produto gráfico a ser disponibilizado para uso num SIG.

Bacia hidrográfica pode ser definida como sendo um conjunto de áreas com declividade no sentido de determinada seção transversal de um curso de água, medidas as áreas em projeção horizontal. Sinônimos: bacia de captação; bacia coletora; bacia de drenagem superficial bacia hidrológica e bacia de contribuição (GARCEZ e ALVAREZ, 1998, p 24).

O estudo de uma bacia hidrográfica começa, obrigatoriamente, pela Carta Topográfica pois, além de possibilitar a delimitação, oferece elementos básicos de localização, como: elementos de referência, ligados aos sistemas de projeções, são caracterizados pelas coordenadas esféricas (lat./long.) e pelas coordenadas planas (UTM), elemento de sistematização, caracterizado pela série cartográfica (consiste na articulação das folhas topográficas que envolvem a bacia nas variadas escalas), e elemento de proporção,

caracterizado pela escala; estes elementos constituem a base matemática de uma Carta Topográfica (Castro, 2000).

Os elementos altimétricos da carta topográfica, curvas de nível e pontos cotados, são manipulados em Modelos Digitais de Elevação (MDE) e estes recursos atingem a análise de bacias hidrográficas no que diz respeito a morfometria do relevo.

O conceito envolve um conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes (Guerra, 1980). A delimitação da bacia hidrográfica se faz a partir das curvas de nível, traçando-se uma linha divisora de água que liga os pontos mais elevados - topos - da região em torno da drenagem considerada (Argento & Cruz, 1996).

Os principais elementos componentes das bacias hidrográficas são os:

- divisores de água – cristas das elevações que separam a drenagem de uma e outra bacia,
- fundos de vale – áreas adjacentes a rios ou córregos e que geralmente sofrem inundações,
- sub-bacias – bacias menores, de algum afluente do rio principal,
- nascentes – local onde a água subterrânea brota para a superfície formando um corpo d'água,

Pesquisas que utilizam a unidade espacial "bacia hidrográfica", caracterizada por uma área que drena determinados cursos d'água e está limitada por divisores de águas, estão de acordo com a ampla aceitação da Lei das Águas (BRASIL, 1997) que propõe a pesquisa e o planejamento.

3. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA

As prefeituras municipais possuem dificuldades em manter sua base cadastral atualizada devido ao dinamismo ocupacional, que provoca mudanças na sua malha urbana

Visando buscar uma alternativa a este problema foi escolhido o município de Curitiba, por ser uma prefeitura de grande porte, com a necessidade de atualizar sua base cartográfica.

O município de Curitiba está situado na Região Metropolitana de Curitiba e possui uma área de 434,967 km². O município tem uma extensão norte-sul de 35 km e leste-oeste de 20 km e uma população aproximada de 1.825.949 habitantes (IPPUC, 2008).

Curitiba possui como municípios limítrofes Almirante Tamandaré, Colombo, Pinhais, São José dos Pinhais, Fazenda Rio Grande, Araucária, Campo Largo e Campo Magro. Todos possuem envolvimento topográfico na formação das bacias hidrográficas. A figura 1 mostra a localização de Curitiba no Estado do Paraná.

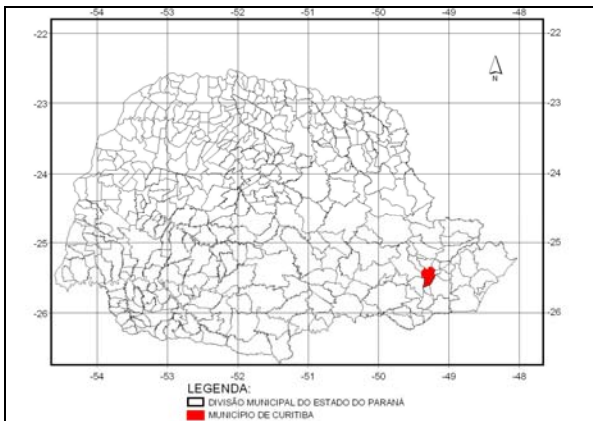


Figura 1: Mapa de localização do município de Curitiba no Estado do Paraná

O município de Curitiba possui vários rios e riachos que cortam a cidade em diferentes direções, agrupados em cinco (5) bacias hidrográficas: Bacia do Ribeirão dos Padilhas, Bacia do Atuba, Bacia do Belém, Bacia do Barigui e a Bacia do Passaúna, conforme as figuras 2 e 3.



Figura 2: Bacias hidrográficas de Curitiba

Os principais rios que constituem as seis bacias hidrográficas do município são: rio Atuba, rio Belém, rio Barigui, rio Passaúna, ribeirão dos Padilhas e rio Iguaçú, todas com características dendríticas de drenagem.

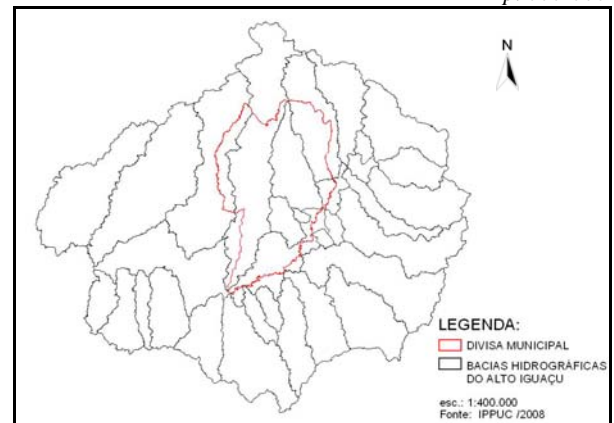


Figura 3: Divisa municipal de Curitiba inserida nas bacias Hidrográficas do Alto Iguaçú.

A maior bacia hidrográfica de Curitiba é a do rio Birigui, que corta o município de norte a sul e perfaz um total de 139,9 km². Ao sul do município tem-se a menor bacia hidrográfica de Curitiba, a do ribeirão dos Padilhas, com 33,6 km² de área, conforme tabela 1.

Devido ao relevo de Curitiba possuir predominância de maiores altitudes ao norte do município, todas as seis bacias hidrográficas correm para o sul desembocando no principal rio de Curitiba, o rio Iguaçú, que por sua vez deságua no rio Paraná, a oeste do estado.

Os principais órgãos estaduais que utilizam a base cartográfica de Bacias Hidrográficas de Curitiba são: Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA), Superintendência de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA), Instituto Ambiental do Paraná (IAP), Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba (COMAQ) e a Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR). No município de Curitiba, a Prefeitura Municipal, através das Secretarias Municipais de Meio Ambiente (SMMA), de Obras Públicas (SMOP) e o Instituto de Pesquisa e planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC) utilizam uma base cartográfica de Bacias Hidrográficas diferente dos órgãos estaduais. A SANEPAR usa uma terceira base em função do esgotamento sanitário pois há a necessidade de transposição de esgotos de uma Bacia para outra.

O banco de dados existente no IPPUC contém os dados cadastrais que auxiliam a integração para obtenção de base cadastral das Bacias Hidrográficas de Curitiba, pois diferentes órgãos públicos, em diferentes épocas, com diferentes escalas, resultaram em diferentes bases cartográficas.

As cartas topográficas do IPPUC, em escala 1:2.000, foram cadastradas nos anos de 1972, 1979, 1980, 1992, 1999, 2001. A base cartográfica da SUDHERSA na escala 1:10.000 foi atualizada no ano de 2000.

O mapa das bacias hidrográficas de Curitiba, feita pelo IPPUC, foi produzido em escala 1:20.000.

As diferentes cartas topográficas entre os órgãos indicam a necessidade de uma análise das dificuldades mais relevantes detectadas na elaboração da integração de representações gráficas de bacias hidrográficas e deve-se partir de alguns pontos principais como: a definição do problema; a capacidade de lidar com a complexidade da bacia.

A proposta da integração é importante para dar diretrizes ao gerenciamento adequado da drenagem urbana, como por exemplo, atualização das bases cartográficas como suporte técnico nas ações do comitê de bacias hidrográficas implantado no estado do Paraná.

A cidade de Curitiba possui bacias hidrográficas com problemas resultantes da urbanização, de forma que a obtenção de mapas cartográficos de bacias hidrográficas integradas entre os órgãos estaduais e municipais tornou-se necessário para discussões e tomadas de decisões entre os agentes que participam deste comitê.

As figuras 4, 5 e 6 demonstram o problema apontado das divergências existentes nas bases cartográficas entre os mapas das bacias hidrográficas feitas pela SUDERHSA e pelo IPPUC.

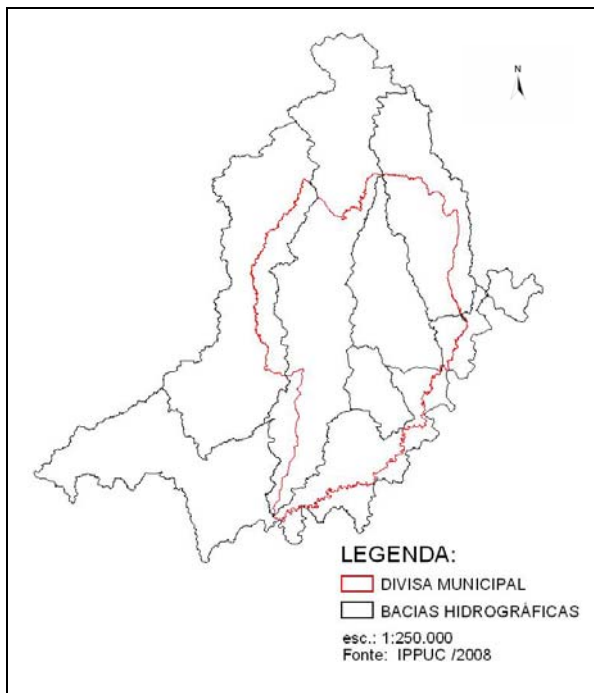


Figura 4: Divisa municipal x unidade de bacias hidrográficas

Limites do município de Curitiba.

Os limites do município de Curitiba, foram estabelecidos pela Lei 790 de 14/11/1951, publicada no Diário Oficial do Estado do Paraná, edição de 31/12/1951.

1 – Com o município de Araucária (atualmente com Fazenda Rio Grande): Da foz do rio Maurício, no rio

Iguaçu, desce por este até a foz do rio Barigui, pelo qual sobe até a foz do riacho que limita, ao norte o lote número 1, da Colônia Tomaz Coelho; sobe por este riacho até a divisa da Colônia pela qual segue até encontrar no lote número 5, outro riacho; desce por este até sua foz no rio Passaúna.

2 – Com o município de Campo Largo: Começa no rio Passaúna, na foz do riacho que tem sua cabeceira no lote número 5 da Colônia Tomaz Coelho, sobe pelo rio Passaúna, até a foz do rio Cachoeira.

3 – Com o município de Timoneira (atualmente com Almirante Tamandaré): Da foz do rio Cachoeira, no rio Passaúna, sobe por este até a estrada do Juruqui e por esta no sentido de Curitiba, até o rio Barigui, pelo qual sobe até a foz do ribeirão Antonio Rosa e por este acima até sua cabeceira, daí em reta à cabeceira do arroio Cachoeira pelo qual desce até sua foz no rio Atuba.

4 – Com o município de Colombo: Começa na foz do arroio Cachoeira, no rio Atuba, por este abaixo até a ponte sobre o mesmo na estrada da Graciosa.

5 – Com o município de Piraquara: Da ponte na estrada da Graciosa sobre o rio Atuba, desce pelo rio até sua confluência com o rio Irai.

6 – Com o município de São José dos Pinhais: Da confluência dos rios Atuba e Irai, formadores do rio Iguaçu, desce por este até a foz do rio Maurício.

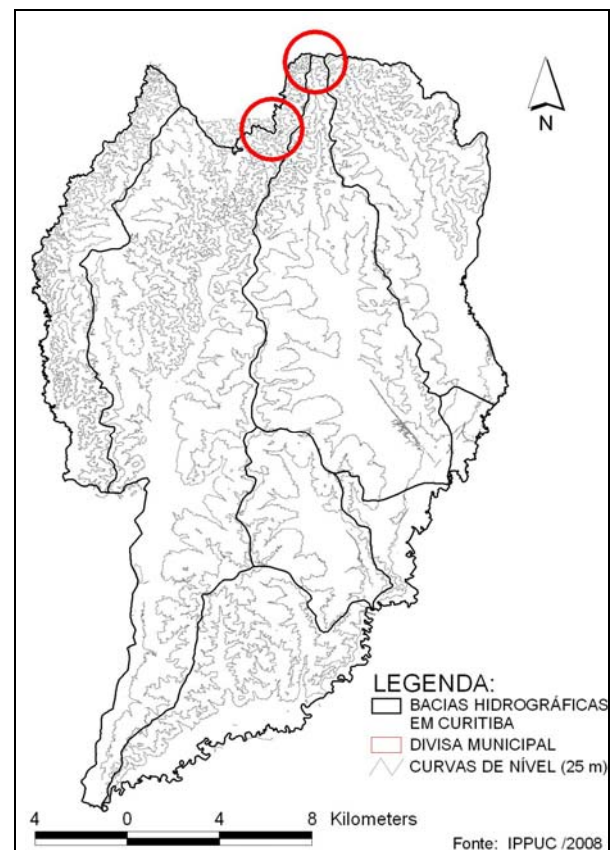


Figura 5: Curvas de nível e bacias hidrográficas x divisa municipal

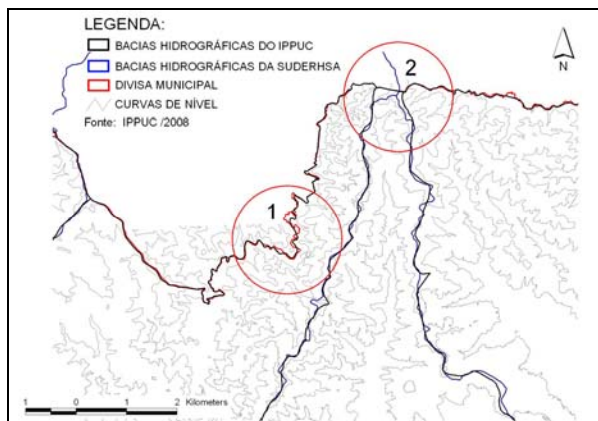


Figura 6: Divergências nos divisores das bacias hidrográficas.

Como uma análise inicial dos primeiros resultados verificados, notou-se que os problemas na Cartografia Topográfica existentes foram causados pela elaboração de bases cartográficas em diferentes épocas, com diferentes equipamentos, em diferentes escalas, por exemplo, a compilação de mapas de curvas de nível, ou seja, alguns mapas de 1972 estavam em papel e foram digitalizados. Isto podem ocasionar distorções.

Uma consequência direta é a divisão oficial do município de Curitiba, limitado por rios, que deveria coincidir com o limite da bacia hidrográfica existente em Curitiba, como apontado na área delimitada em um círculo vermelho 1, da figura 6. Isto pode acarretar em problemas de determinada área pertencer a um determinado município, e o rio estar em outro município, por exemplo, ou mesmo afetar o mapeamento urbano para se obter informações sobre uma propriedade, onde está localizada e a que bacia hidrográfica ela pertence.

As diferentes bases topográficas existentes entre os diferentes órgãos estaduais e municipais, conforme área delimitada em um círculo vermelho 2, da figura 6, demonstram que os limites de Bacias hidrográficas necessitam de uma integração de bases Cartográficas para minimizar conflitos.

Como uma consequência prática é o projeto de rede de esgotos, que é baseado na topografia e em função das bacias hidrográficas. Raramente as redes de esgotos transpassam os divisores de uma bacia hidrográfica, podendo ocorrer a transposição de uma bacia para outra bacia, com a utilização de estação elevatória, também denominadas de estações de transposição de esgotos. Com isso, é fundamentais para um projeto de rede de esgotos, curvas de nível atualizadas e mapas de bacias hidrográficas mais precisas e com boa acuracidade.

Para o desenvolvimento e planejamento urbano, a mapas topográficos atualizados tornam-se uns instrumentos necessários para a elaboração de projetos cartográficos, pois a partir destes, desenvolvem-se os

demais projetos necessários para um adequado gerenciamento das atividades públicas.

4. OBJETIVO

O principal objetivo deste trabalho é propor a integração do projeto cartográfico de bacias hidrográficas e sub-bacias de Curitiba em uma unificação de representações cartográficas entre os diferentes órgãos estaduais e municipais como SANEPAR, SUDERHSA, IPPUC e demais Secretarias Municipais.

5. ETAPAS DESENVOLVIDAS

Embora SIG's não sejam ferramentas novas, muitas dificuldades de investimentos têm adiado sua total compreensão. Com o desenvolvimento urbano acelerado, nas grandes cidades brasileiras, o planejamento urbano necessita das atualizações de base cartográfica quase tão rápidas quanto o crescimento das cidades.

Para a criação da base georreferenciada foram utilizadas as informações disponíveis que compõem a base e constituídas de dados espaciais (coordenadas).

Foram utilizadas as seguintes bases Cartográficas:

- A delimitação das bacias hidrográficas do estado do Paraná elaborada em 2007, com base nas cartas do DSG/IBGE nas escalas 1:50.000 e 1:100.000, disponibilizados na internet pela SUDERHSA;
- as curvas de nível, equidistantes de 1 metro, que contém a área de estudo, na escala de 1:2.000, do IPPUC;
- Modelo digital do terreno e o modelo digital de elevação de Curitiba, elaborado no IPPUC;
- Ortofotos do voo realizado em Curitiba no ano de 2002, em escala do voo em 1:8.000, com precisão das ortofotos na escala de 1:5.000;
- Dados disponibilizados do IPPUC como: bacia hidrográfica de Curitiba em escala de 1:10.000, mapa da divisa municipal em escala de 1:25.000, mapa da hidrografia na escala 1:10.000

Como desenvolvimento para análise e modelagem dos dados para consulta dos dados espaciais foi utilizado o software Map Objet 2.0 com atributos de edição de mapas.

Os diversos planos de informação que compõem a base obtida a partir deste trabalho são os limites da Bacia e os limites da Sub Bacia, representando a identificação dos limites físicos das bacias, isto é, os divisores de água.

A metodologia empregada para integração das bases cartográficas, foi a digitalização do contorno da bacia, delimitado no mapa topográfico gerando assim, um arquivo vetorial. Esta integração é da representação

cartográfica, tendo controle sobre a acuracidade e precisão, bem como grau de desatualização.

CONCLUSÕES

Através da história, os cartógrafos vêm pesquisando soluções adequadas para a obtenção de produtos cartográficos que atendam os seus objetivos: comunicar a informação ao usuário considerando a necessidade e níveis de entendimento deste. Com isso surgiram teorias de comunicação cartográfica, na tentativa de analisar as conexões entre os processos de criação do mapa e dos processos de obtenção de informação pelo usuário.

Para a realização de um bom projeto cartográfico temático, devem ser consideradas as teorias de comunicação cartográfica e de mapas temáticos e seguidas as etapas estabelecidas de acordo com as fases de um projeto cartográfico temático.

O projeto Cartográfico Bacias Hidrográficas e Sub-Bacias de Curitiba foi desenvolvido obedecendo as etapas definidas, sempre com o objetivo de alcançar a eficiência na comunicação e na tentativa de integração de Base Cartográfica entre os órgãos Estaduais e Municipais.

O desenvolvimento da tecnologia apoiada na informática possibilita que qualquer pessoa realize pesquisas, levantamentos e utilize técnicas de mapeamento, podendo integrar bancos de dados descritivos e gráficos, através de softwares específicos, favorecendo a produção dos mais variados tipos de mapas. Nestes mapas o usuário pode relacionar às primitivas gráficas ou às entidades cartográficas uma nova simbologia que corresponda ao resultado da pesquisa dos atributos destas entidades em banco de dados, porém, a inadequada interpretação das teorias estudadas ou o desconhecimento das mesmas, faz com que tais mapas não atinjam o grau de precisão esperado.

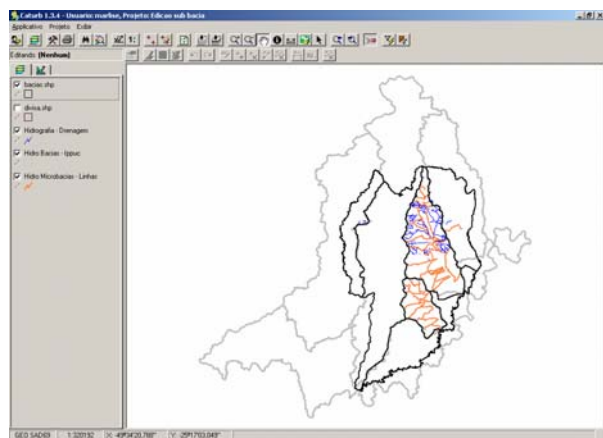


Figura 7: Bacias hidrográficas e sub-bacias obtidos no Map Object Editor.

O êxito na execução do projeto cartográfico integrado se deve não somente aos aspectos teóricos e

técnicos, mas também pelo esforço conjunto dos órgãos envolvidos na busca de uma base cartográfica única.

AGRADECIMENTOS

À Professora do Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas - Departamento de Geomática da UFPR, Dra. Claudia Robbi Sluter.

Aos colegas, André Mendonça e Silvana Philippi Camboim, pelas discussões e colaborações.

REFERÊNCIAS

ARGENTO, M. S. F. & CRUZ, C. B. M. - Mapeamento Geomorfológico. In: CUNHA, S.B. & GUERRA, A.J.T. (organizadores) Geomorfologia - Exercícios, Técnicas e Aplicações. Ed. Bertrand Brasil SA, Rio de Janeiro, 1996, pp. 239-249.

BORDEN, D. DENT. **Principles of Thematic Map Design**. Stone Mountain, Georgia, Estados Unidos. 1983.

BRASIL. **Lei nº 9.433/1997, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 1997.

CÂMARA, G.; CASANOVA, M. A.; HEMERLEY, A. S.; MAGALHÃES, G. C.; & MEDEIROS, C. M. B. Anatomia de Sistemas de Informações Geográficas. 10ª Escola de Computação. Campinas, UNICAMP, 1996. 193 p.

CASTRO, J. F. M. - Aplicação de um Sistema de Informação Geográfica na Temática da Morfodinâmica: o exemplo do estudo da Bacia do Rio Mogi - Cubatão/SP. Dissertação de Mestrado, FFLCH / USP, 1993.

CASTRO, J. F. M. - A importância da cartografia nos estudos de bacias hidrográficas. In: XXX Semana de Estudos Geográficos "O Homem e as Águas", Minicurso, CAEGE/IGCE/UNESP, 2000.

FORREST & CASTNER. **The Design and Perception of Point Symbols for Tourist Map**. The Cartographic Journal, 22, Estados Unidos. 1985.

GARCEZ, L.N. e ALVAREZ, G.A. **Hidrologia**. São Paulo: 2 ed. Edgard Blucher, 1988. 291 p.

GONZALES, R.C.; WOODS R.E., **Processamento de Imagens Digitais**, Editora Edgard Blücher LTDA, 2000 .pp 156-176

GUERRA, A. T. –Dicionário Geológico-Geomrfológico. Rio de Janeiro, IBGE, 1980.

ICA, International Cartographic Association. **Cartography: past, present, and future.** 1989

KEATES, J.S. **Cartographic Design and Production.** Cong Man Scientific & Technical, 2 New York, Estados Unidos. 1989. 261p.

MAC EACHEREN, A.M. **Some truth with maps: a primer on symbolization & designer.** Washington, D.C.: Association of American Geographer, 1994 a.

MORRISON & FORREST. **A study of point symbol design for computer based large scale tourist mapping.** The Cartographic Journal, 32 Estados Unidos. 1985.

ROBBI , C. **Sistema para visualização de informações cartográficas para planejamento urbano.**São José dos Campos. 369p. Tese de Doutorado em Computação Aplicada - INPE, 2000.

RODRIGUES, M. Introdução ao Geoprocessamento. In: Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, São Paulo, p. 1-26 (1990).

SLOCUM, T.A. **Thematic Cartography and Visualization.** Prince Hall, 2 Nova Jersey, Estados Unidos. 1999. 293p.