

Banco de Dados Espaciais para a Bacia Hidrográfica Urbana do Rio Belém

Carla Cristina Roda Cichacewski ¹
Profa. Dra. Maria Cecília Bonato Brandalize ²

¹PUCPR - Depto. de Engenharia Ambiental
80215-901 Curitiba PR
carla.cichacewski@pucpr.br

²PUCPR - Depto. de Engenharia Civil
80215-901 Curitiba PR
maria.brandalize@pucpr.br

Resumo: O presente trabalho é resultado de um projeto contemplado pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) e cujo projeto principal intitula-se Programa Interdisciplinar de Pesquisa e Intervenção na Bacia do Rio Belém. Tal programa consolidou-se, nos anos de 2005 e 2006, através de pesquisas que envolveram o monitoramento e diagnóstico da qualidade das águas do Rio Belém; a identificação e análise de pontos de poluição difusa na bacia; e a identificação de subsídios para o desenvolvimento urbano sustentável da bacia. Como resultado, foi criado um Banco de Dados Espaciais da referida bacia, a fim de atender o gerenciamento, a modelagem e a tomada de decisão na área por ela compreendida e localizada integralmente no município de Curitiba, Estado do Paraná.

Palavras chaves: Banco de Dados, Dados Espaciais, Bacia Hidrográfica Urbana.

Abstract: The actual paper work is a result of a project that was contemplated by the Institutional Program of Scientific Initiation Scholarship (PIBIC) from Pontifical Catholic University of Paraná (PUCPR) of which main project is entitled Interdisciplinary Program of Research and Intervention in the Belém River Basin. Such program was consolidated in 2005 and 2006 through researches that included the monitoring and diagnosis of the Belém River water quality; the identification and analysis of diffuse pollution points; and the identification of subsidies for the urban sustainable development of the referred basin. As a result it was created a Spatial Database for the referred basin in order to attend the management, modeling and decision making in the basin area, entirely located in the municipal district of Curitiba, capital of Paraná State.

Keywords: Database, Spatial Data, Urban Hydrographic Basin.

1 Introdução

O Rio Belém, compreendido pela Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu (Alto Iguaçu), historicamente vem se constituindo como manancial superficial para diversos usos. Seu talvegue principal corta a cidade de Curitiba na direção norte-sul, atravessando pontos importantes como universidades, escolas, parques e áreas densamente povoadas (inclusive o centro da cidade e vários loteamentos irregulares). É, portanto, um rio totalmente urbano e sua bacia hidrográfica vem sendo tema de estudo de diversos projetos de pesquisa em desenvolvimento na PUCPR. Entre eles: a identificação e georreferenciamento de pontos de

poluição pontual e difusa (Garcias & Bilbao, 2005); a análise do processo de urbanização e impacto na qualidade ambiental (Garcias & Weigert, 2005); a modelagem qualitativa da sub-bacia Barreirinha (Aisse & Budziak, 2005); e o monitoramento da qualidade das águas da sub-bacia Barreirinha (Bollmann & Edwiges, 2005).

Assim, a fim de auxiliar os referidos projetos PIBIC em andamento na PUCPR foi criado um banco de dados espaciais (BDE) da referida bacia. Neste banco de dados foram armazenadas, organizadas e processadas informações geográficas e não-geográficas relativas à Bacia do Rio Belém (mais especificamente, da área compreendida entre o Parque da Nascente do Rio Belém e o Parque São Lourenço, denominada sub-bacia da Barreirinha). Tais informações foram obtidas de levantamentos bibliográficos, de levantamentos de campo e de dados existentes em diversas instituições públicas e privadas sediadas na cidade de Curitiba, inclusive a PUCPR. Estas servirão de base para a geração de novas informações, representadas através de análises geoespaciais e de mapas temáticos elaborados por meio de softwares específicos (Autocad, SPRING e Arcview).

2 Informações Levantadas e Disponibilizadas

Para a composição do BDE da Bacia do Rio Belém foram levantadas e disponibilizadas as mais variadas informações contidas nos acervos das seguintes instituições (públicas e privadas) e empresas sediadas na capital paranaense. Entre elas:

2.1 Prefeitura Municipal de Curitiba

No Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC) constatou-se a existência de um banco de dados vetorial bastante extenso do município e disponibilizado aos cidadãos em formato digital. Tal banco de dados compreende informações como arruamento, quadras, lotes, hidrografia, parques, praças, áreas verdes, creches, escolas, hospitais, feiras, galerias, museus, teatros, além de informações sobre segurança, pavimentação das vias, transporte coletivo e leis de zoneamento. As informações contidas neste banco de dados são atualizadas semestralmente e um novo CD-ROM é lançado anualmente para substituição do anterior. As informações são disponibilizadas tanto no formato DXF (padrão Autocad) como SHP (padrão Arcview). Os mais de cem mapas temáticos gerados pelo referido Instituto, no entanto, são disponibilizados apenas em papel ou em formato PDF (via Internet), não fazendo parte do banco de dados em questão.

2.2 Companhia de Saneamento do Paraná

A Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) mantém atualmente um acervo digital de todas as informações de projeto relativas às ligações de água e esgoto da cidade de Curitiba. Tais informações, armazenadas em formato padrão Autocad, são utilizadas pela Secretaria Municipal de Obras Públicas (SMOP) de Curitiba para fiscalizar e monitorar o trabalho da SANEPAR e o seu efetivo atendimento à população curitibana. Infelizmente, o cidadão comum não tem acesso às informações relativas aos projetos de ligação de água e esgoto da cidade. Um trabalho publicado em 2005 no *International Congress on Environmental Planning and Management* revelou que existe uma tentativa de compatibilizar as informações espaciais disponíveis no IPPUC, SANEPAR e SMOP no sentido de avaliar a melhora na qualidade da água, através da remoção dos lançamentos de esgotos in natura nos rios e córregos de Curitiba, lançamentos estes identificados através do monitoramento georreferenciado do sistema da rede de esgotos (Jorge & Lisboa, 2005).

2.3 Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

A Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA) mantém (ao longo do Rio Belém e em toda a bacia do Alto Iguaçu) pontos de monitoramento para fins de diagnóstico baseado em precipitação (alturas mensais em mm e dias de chuva) e vazão, desde 1981.

Esta instituição disponibilizou, para o presente trabalho, as seguintes informações: cotas fluviométricas diárias da Estação localizada na PUCPR, às margens do Rio Belém, período entre 1981 e 2006; cotas fluviométricas e vazão para o mesmo período; alturas mensais (em mm) e dias de chuva para o referido período; e mapa de declividades da Bacia, escala 1:100.000 (formato PDF).

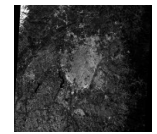
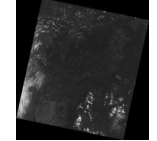
Foram ainda disponibilizadas dez fotografias aéreas (vôo escala 1:8.000 de 1999; coloridas; digitalizadas via scanner fotogramétrico; no formato JPG/TIF), além das curvas de nível e pontos cotados (formato SHP, padrão Arcview) da referida bacia.

2.4 Pontifícia Universidade Católica do Paraná

A Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR) disponibiliza, através de seu acervo bibliográfico, várias dissertações, teses, bem como relatórios de projetos de pesquisa relativos à Bacia do Rio Belém. Esta bacia tem sido tema de muitos trabalhos desenvolvidos por alunos de graduação e pós-graduação da Universidade, justamente porque além do Campus Curitiba localizar-se integralmente na área da referida bacia, o Rio Belém corta o Campus e a PUCPR mantém, em conjunto com a SUDERHSA, uma estação de monitoramento da qualidade das águas, um fluviógrafo, um pluviógrafo e um linígrafo junto à sua margem. Além disso, o trecho de rio que corta o Campus Curitiba é o único que ainda mantém preservada sua faixa de mata ciliar.

Além da bibliografia levantada sobre a Bacia do Rio Belém, devido aos inúmeros projetos desenvolvidos na área, a PUCPR mantém um acervo de imagens digitais e fotografias (aéreas e terrestres) da referida bacia. Entre as imagens disponibilizadas pela PUCPR para compor o BDE, encontram-se as apresentadas no quadro a seguir.

Quadro 1 – Imagens e Fotografias Disponíveis

Produto	Características	Amostras
Imagem LANDSAT 7	Sensor ETM+, combinação das bandas 543 (RGB); resolução espacial de 30 metros; georreferenciada; processada em 2005. (INPE)	
Imagem SPOT 3	Sensor PAN; resolução espacial de 10 metros; georreferenciada; obtida em maio de 1996 (INPE).	
Imagem SPOT 4	Sensor XS; combinação das bandas 432 (RGB); resolução espacial de 20 metros; georreferenciada; obtida em 2001 (ENGESAT).	
Imagem CBERS	Sensores CCD (XS e PAN); resolução espacial de 20 metros; bandas 1 a 5; georreferenciada; obtida em 2005. (INPE)	
Fotografias Aéreas	Coloridas; tomadas em 1999 com câmara fotogramétrica na escala 1:8.000; digitalizadas (via scanner fotogramétrico); armazenadas em formato TIF/JPG; georreferenciadas. (SUDERHSA)	
Fotografias Terrestres	Coloridas; tomadas com câmara digital em 2005 e 2006 nos locais onde é feito o monitoramento da qualidade da água e onde há evidências de despejo de lixo e efluentes; armazenadas em formato JPG. (PUCPR)	

3 Criação do Banco de Dados Espacial

Para criação do BDE da Bacia do Rio Belém foram levantados os softwares disponíveis na PUCPR. Do levantamento realizado em março de 2005, constatou-se que a PUCPR possuía, na época, 29 licenças do ArcView/Avenue 3.01; 107 licenças do AutoCAD R14; 41 licenças do AutoCAD 2000; 215 licenças do CorelDraw 10; além de cópias ilimitadas do SPRING 4.2 (domínio público) e do Microsoft Access 2003.

Uma vez constatada a existência de pelo menos quatro projetos PIBIC em desenvolvimento e tendo como tema a Bacia do Rio Belém, todos coordenados por professores vinculados aos cursos de Engenharia Ambiental e Engenharia Civil da PUCPR, sentiu-se a necessidade de concentrar os pesquisadores envolvidos com os referidos projetos (alunos, estagiários e professores) em um único espaço e, desta forma, uma sala situada no 1º andar do Bloco III do Parque Tecnológico foi equipada (com mobiliário, computadores e periféricos) para abrigar os referidos projetos.

O BDE da Bacia do Rio Belém foi criado utilizando-se os softwares mencionados acima, instalados em um computador principal (CPU 2.80GHz, RAM 0.98Gb, DR 82Gb). Devido à necessidade de divulgar o referido BDE junto aos alunos de graduação (Engenharia Civil e Engenharia Ambiental) e pós-graduação (Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana - PPGTU), todo o conteúdo do referido BDE também foi armazenado e disponibilizado em um computador (CPU 0.86GHz, RAM 256Mb, DR 10Gb) do Laboratório de Topografia e em um computador (CPU 2.66GHz, RAM 256Mb, DR 24Gb) na Sala de Geoprocessamento do PPGTU.

4 Dificuldades Encontradas

Devido à limitada capacidade de processamento dos softwares e hardwares disponíveis para os projetos, foram encontradas inúmeras dificuldades, tanto para a criação do referido BDE como para sua manipulação e a geração de mapas temáticos. Dentre elas podem ser citadas:

- a) Velocidade de Processamento: uma vez que os computadores disponibilizados possuem uma velocidade de processamento limitada (varia de 0.86 a 2.80GHz) muitas das funções disponíveis nos softwares utilizados, principalmente as de geração de grades regulares e TIN e as de geração de mapas temáticos por contagem de pixel, tornaram as operações lentas, chegando, muitas vezes, a parar o processamento dos softwares e a interromper o funcionamento dos equipamentos.
- b) Memória de Processamento (RAM): uma vez que a memória de processamento dos computadores disponibilizados varia de 256Mb a 980Mb, o carregamento de imagens para a geração de mapas temáticos (baseados na interpretação visual ou na contagem de pixel) mostrou-se bastante pesada e lenta (pois as imagens trabalhadas, compactadas, eram superiores a 40Mb cada) e também chegaram a parar o processamento dos softwares e a interromper o funcionamento dos equipamentos.
- c) Memória de Armazenamento (Disco Rígido): a memória de armazenamento dos discos rígidos dos computadores disponibilizados não ultrapassa 82Gb (cada máquina contendo, por exemplo, até dois dispositivos, com capacidades diferentes). Assim, a criação de arquivos temporários, durante o processamento de imagens, por exemplo, requer certo espaço disponível em disco que, quando inexistente, interrompe o processamento dos softwares e também o funcionamento dos equipamentos.
- d) Placa de Vídeo: as placas de vídeo disponíveis nos computadores utilizados não são apropriadas para o carregamento e a manipulação de imagens de satélite e/ou fotografias aéreas de alta resolução espacial (1 metro).
- e) Incompatibilidade dos Arquivos: a incompatibilidade dos arquivos disponibilizados (provenientes de diferentes fontes) gerou um trabalho de conversão bastante grande, tanto no que diz respeito ao formato como à versão dos softwares utilizados. Assim, todas as informações vetoriais disponibilizadas pelo IPPUC, por exemplo, tiveram de ser convertidas (do formato DXF para DWG R14 e 2000; e, do formato SHP ArcView 9 para SHP ArcView 3.01). A conversão de *shapefiles* de versões mais atuais

para a versão disponível na PUCPR foi a que demandou mais tempo, pois a mesma não é feita de forma direta, necessitando a conversão intermediária para outros formatos conhecidos, como o DXF/DWG, por exemplo. Alguns arquivos disponibilizados em formato DGN (padrão Microstation) também tiveram que ser convertidos para o formato DWG (padrão Autocad R14 e 2000). Em função da conversão dos arquivos disponibilizados em versões mais atuais para versões anteriores, acredita-se que também houve perda de informação durante o processo de conversão. Os softwares de conversão utilizados foram todos obtidos da Internet e são de domínio público.

- f) Capacidade do Software:** outro problema verificado foi com a capacidade dos softwares disponíveis, muitas vezes incapazes de realizar determinadas funções. Como exemplo pode ser citado a necessidade de gerar um mosaico das imagens aéreas digitais disponibilizadas pela SUDERHSA. O software de manipulação de imagem disponível (Coreldraw 10) não permite carregar várias imagens de alta resolução (10 a 15Mb cada, compactadas) e ajustá-las para formar uma imagem única. Em primeiro lugar porque as memórias de vídeo, de processamento e de armazenamento dos computadores disponíveis são limitadas e, em segundo lugar, porque o referido software não é apropriado para esta tarefa. Assim, recorreu-se a uma empresa de aerolevantamentos que, gentilmente, disponibilizou as fotografias aéreas da área em questão em forma de mosaico ajustado e georreferenciado.

Apesar da limitada capacidade dos equipamentos (computadores e periféricos) e dos softwares, foi possível organizar todas as informações disponibilizadas da seguinte forma:

- Um arquivo vetorial único, no formato DWG, contendo os mais variados níveis de informação, tanto na versão R14 como 2000;
- Um arquivo vetorial único, no formato SHP, contendo vistas de informações variadas, na versão 3.01;
- Um diretório único de imagens e fotografias aéreas georreferenciadas, no formato JPG e TIF; e,
- Um arquivo alfanumérico dos pontos de coleta utilizados por outros projetos para o monitoramento da qualidade da água contendo os resultados gerais de cada coleta no período 2005-2006; além de um arquivo alfanumérico da Estação Fluviométrica localizada na PUCPR contendo os dados de precipitação e vazão disponibilizados pela SUDERHSA para o período 1981-2006.

Estes formatos de arquivos (DWG, JPG/TIF e MDB) podem facilmente ser importados/convertidos por outros softwares (como Arcview e SPRING) e manipulados a fim de gerar novas informações (análises, modelagens e mapas diversos).

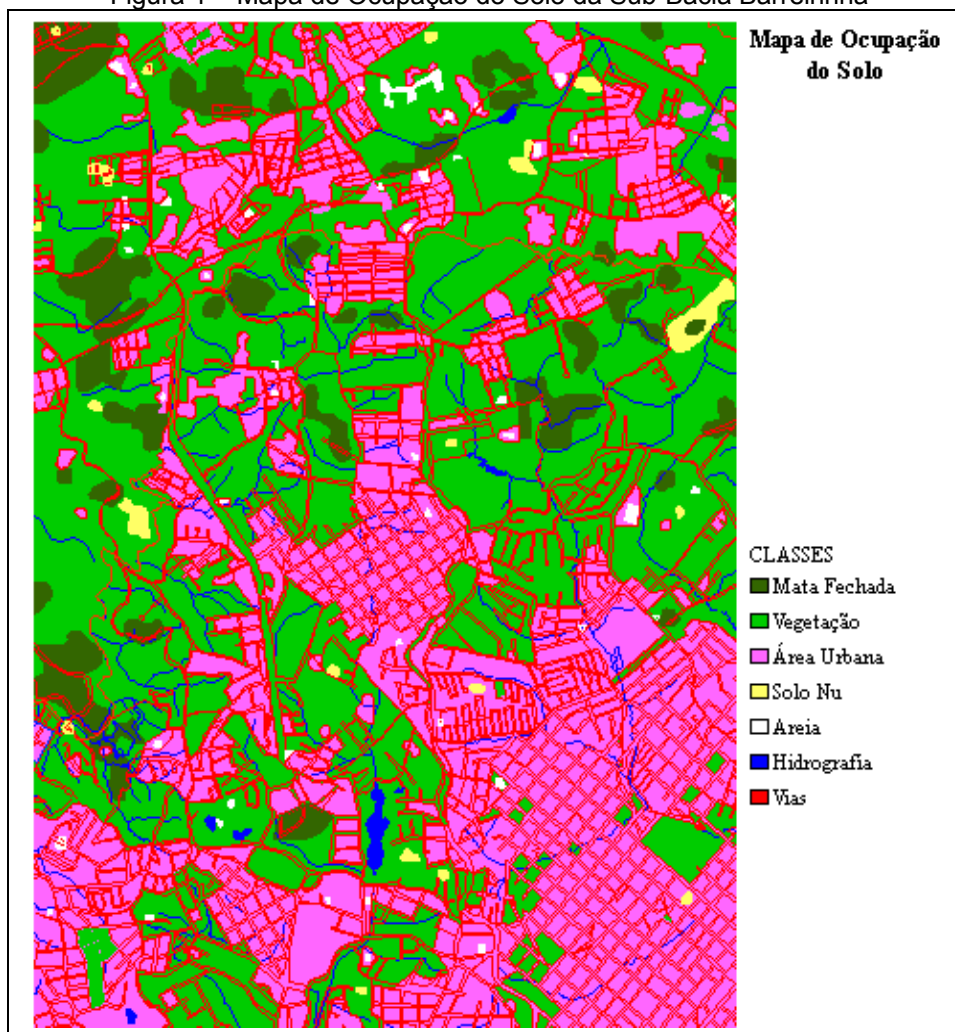
5 Primeiros Resultados

Uma vez criado o BDE foram gerados, como primeiros resultados, dois mapas de ocupação do solo, ambos no formato DWG (padrão Autocad) e ambos através de interpretação visual, um sobre imagem LANDSAT georreferenciada com resolução espacial de 30 metros e outro sobre mosaico fotogramétrico georreferenciado com resolução espacial de 1 metro.

Mapas de ocupação do solo também estão sendo gerados, automaticamente, por contagem de pixel, utilizando-se o software SPRING 4.2. Este software também será utilizado para gerar os mapas de hipsometria e de declividades da referida bacia, tendo como base a altimetria fornecida pela SUDERHSA. Os mapas de hipsometria e de declividades também serão gerados utilizando-se o software Arcview. Pretende-se, desta forma, comparar e analisar os produtos gerados pelos diferentes softwares disponíveis.

A figura a seguir apresenta o mapa de ocupação do solo da sub-bacia Barreirinha gerado por processo visual sobre imagem LANDSAT com resolução 30 metros, o primeiro produto gerado a partir do BDE criado para a Bacia Hidrográfica Urbana do Rio Belém.

Figura 1 – Mapa de Ocupação do Solo da Sub-Bacia Barreirinha



6 Considerações Finais

Espera-se que o BDE criado para a Bacia Hidrográfica Urbana do Rio Belém venha a ser constantemente atualizado, inclusive com os resultados das demais pesquisas atualmente em desenvolvimento na PUCPR. Dados, informações, produtos, softwares e hardwares têm sido solicitados (inclusive para outras instituições) a fim de manter o referido BDE o mais completo possível. Novos projetos estão sendo elaborados com o objetivo de solicitar recursos aos principais órgãos de fomento do país para fins de divulgação e disponibilização do BDE da Bacia do Rio Belém aos cidadãos curitibanos (principalmente estudantes de nível médio e superior), bem como, para fins de publicação das principais informações por ele geradas (mapas temáticos).

7 Referências Bibliográficas

- Aisse, M.M.; Budziak, M.F.:** *Modelagem Qualitativa Aplicada a Sub-bacia Barreirinha*. Projeto PIBIC/PUCPR, 2005-2006.
- Bollmann, H.A.; Edwiges, T.:** *Monitoramento da Qualidade das Águas da Sub-bacia Barreirinha*. Projeto PIBIC/PUCPR, 2005-2006.
- Garcias, C.M.; Bilbao, D.B.:** *Identificação e Georreferenciamento de Pontos para Poluição Pontual e Difusa no Trecho Inicial do Rio Belém – Das Nascentes ao Parque São Lourenço*. Projeto PIBIC/PUCPR, 2005-2006.

Garcias,C.M.; Weigert,R.: *Análise do Processo de Urbanização da Bacia do Rio Belém e Impacto na Qualidade Ambiental*. Projeto PIBIC/PUCPR, 2005-2006.

Jorge,M.T.E.; Lisboa,O.F.: *Monitoramento de Saneamento Ambiental Apoiado por Mapeamento Georreferenciado*. International Congress of Environmental Planning and Management, Brasília, 2005, 13p.