

## **Estruturação e Implantação de Sistema de Informações Geográficas (SIG) e Banco de Dados Relacional para a Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba**

Renata Hungari de Oliveira <sup>1</sup>  
Sheyla Aguilar de Santana <sup>1</sup>  
Ana Maria Coimbra Carneiro <sup>1</sup>

<sup>1</sup> CIBAPAR – Consórcio Intermunicipal da Bacia do Rio Paraopeba  
Av. Solimões, 218 – Brasília – Betim/MG  
renata.hungari@gmail.com  
shesantana@gmail.com  
anamariacoimbra@yahoo.com.br

**Abstract:** In this work we will present the procedures of the developed stages during the accomplishment of the project of GIS construction applied the management hydrology resources made for the CIBAPAR - Consórcio Intermunicipal da Bacia Hidrográfica do Rio Paraopeba. Initially a recognition hydrology resources n of the area, followed of the adopted methodology and the gotten analyses will be made and results.

**Palavras-chave:** GIS, hydrology resources, management, SIG, recursos hídricos, gestão.

### **1. Introdução**

A área do presente projeto possui cerca de 3.656 Km<sup>2</sup> e abrange total ou parcialmente, 19 municípios na região do Alto Paraopeba, são eles: Belo Vale; Bonfim; Brumadinho; Casa Grande; Congonhas; Conselheiro Lafaiete; Cristiano Ottoni; Desterro de Entre Rios; Entre Rios de Minas; Itaverava; Jeceaba; Lagoa Dourada; Moeda; Ouro Branco; Ouro Preto; Piedade dos Gerais; Queluzito; Resende Costa e São Brás do Suaçuí.

Os limites municipais foram extraídos de cartas topográficas em escala 1:50.000, enquanto que o limite da bacia do alto curso do Rio Paraopeba (área do presente projeto) foi definido a partir de cartas 1:25.000. Todo o mapeamento da base cartográfica (altimetria, hidrografia, rodovias, linhas de transmissão) foi desenvolvido nesta escala. Além da base cartográfica digital, o sistema possui informações sobre uso e cobertura do solo; informações hidrometeorológicas e fluviométricas; e informações cadastrais de usuários de recursos hídricos, todos estruturados em ambiente SIG.

Com relação ao uso do solo, foram discriminadas as seguintes classes de uso e cobertura do solo: Aeroportos, Agricultura, Área Alagada, Área Industrial, Área Urbana, Campo / Pastagem, Lagoa Intermitente, Lagoa Perene, Mineração, Pântano / Brejo, Reflorestamento, Represa Intermitente, Represa Perene, Rios, Vegetação Natural e Vilas.

Foi elaborado juntamente com o CIBAPAR, o Formulário de Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos. Este cadastro reúne informações imprescindíveis para o gerenciamento das águas do Paraopeba, as quais foram extraídas de modelos pré-existentes da ANA e do IGAM, além destas informações serem complementadas, foram inseridas ao formulário novas perguntas, visando atender os objetivos primordiais do CIBAPAR.

Em ambiente ArcView 8.1, foram desenvolvidas customizações para Balanço Hídrico, cadastro e consultas; e para emissão de relatórios e mapas.

## 2. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

### 2.1 - DIGITALIZAÇÃO DE CARTAS TOPOGRÁFICAS

Foram realizados procedimentos de controle de qualidade sobre as cartas digitalizadas (raster). Desta forma procurou-se corrigir variações de tonalidade.

### 2.2 – GEORREFERENCIAMENTO DE CARTAS TOPOGRÁFICAS

O georreferenciamento dos raster das cartas topográficas foi realizado em ambiente SIG (Sistema de Informações Geográficas), utilizando ferramenta de processamento digital de imagens. Para cada uma das cartas do projeto foi gerada uma grade de coordenadas no sistema de projeção e *datum* originais da carta. Os pontos de controle foram coletados nas intersecções desta grade utilizando em média 80 pontos de controle.

### 2.3 VETORIZAÇÃO

#### 2.3.1 – Altimetria

As feições vetorizadas das cartas topográficas foram: pontos cotados, referências de nível (RNs), curvas mestras e intermediárias. As curvas de nível foram vetorizadas de forma contínua, sem interrupções nos textos, com o valor da cota da curva. A inserção da cota altimétrica das feições vetorizadas foi realizada no instante da vetorização. Desta forma, toda a vetorização foi realizada garantindo a atribuição de valores de cota (Z), em arquivo digital.

#### 2.3.2 - Hidrografia

As feições unifilares e bifilares vetorizadas das cartas topográficas foram: Hidrografia Unifilar Perene, Hidrografia Unifilar Intermitente, Pântanos e Brejos, Alagados, Lago e Lagoa Perene, Lago e Lagoa Intermitente, Represa ou Barragem Perene, Represa e Barragem Intermitente, Hidrografia Bifilar Perene e Hidrografia Bifilar Intermitente. O método utilizado de vetorização foi semi-automática.

Toda a rede hidrográfica unifilar foi vetorizada da montante para jusante, garantindo a direção do fluxo da hidrografia

A hidrografia bifilar atualizada em imagem ETM+ LANDSAT 7 Posteriormente, foram vetorizados elementos de conexão entre a hidrografia unifilar e bifilar. O limite da bacia hidrográfica foi traçado pelo divisor de águas, utilizando a altimetria das cartas topográficas na escala 1:25.000.

### 2.4 - GERAÇÃO DA DECLIVIDADE

A declividade foi gerada em ambiente SIG por meio do *software Arc/Info*. Para a sua elaboração foram utilizados os módulos *TIN (Triangulated Irregular Network)* e *GRID*, gerando- e modelo digital de elevação, com 5 metros de resolução, a partir de curvas de nível, pontos cotados e rede hidrográfica.

## 3. MAPEAMENTO DE USO DO SOLO E VEGETAÇÃO

O mapeamento de vegetação da região compreendida pelo Alto Rio Paraopeba (*vide figura 1*), utiliza-se de técnicas de Sensoriamento Remoto e interpretação de imagens digitais do sensor Thematic Mapper do satélite LANDSAT 7, com fusão da banda 8

(Pancromática) com as bandas 3, 4 e 5, o que resultou em um produto com resolução de 15 metros.

O mapeamento foi executado em escala 1:20.000, com a identificação de temas de vegetação.



**Figura 1. Área de abrangência do Alto Curso do Rio Paraopeba**

### 3.1. PROCESSO DE INTERPRETAÇÃO

Para o mapeamento do uso do solo no Alto Rio Paraopeba, procedeu-se de maneira a utilizar a percepção clara de verdades e, além dessa percepção, o uso do raciocínio lógico e comparativo, confrontando semelhanças e/ou diferenças através de elementos de análise, tais como: a textura, a forma, a cor, o tamanho/volume e o padrão. Utilizou-se, portanto, uma mistura entre os métodos das chaves, sistemático e intuitivo, de acordo com a necessidade.

### 3.2. LEGENDA ADOTADA

Uso do solo designa qualquer forma de ocupação do solo, tanto pela cobertura vegetal natural, quanto pelas diversas atividades humanas, como áreas urbanas, atividades agropecuárias, mineradoras, industriais e extrativistas. Foram mapeadas as seguintes “classes” de uso do solo: Aeroporto, Agricultura, Área Alagada, Área Industrial, Área Urbana, Campo / Pastagem, Lagoa Intermitente, Lagoa Perene, Mineração, Pântano / Brejo, Reflorestamento, Represa Intermitente, Represa Perene, Rio, Vegetação Natural e Vila.

## 4. DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA - ESTRUTURAÇÃO EM SIG

### 4.1 CRIAÇÃO DO BANCO DE DADOS PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAPEBA

Trata-se de todos os processos realizados para a criação do banco de dados para o sistema proposto ao CIBAPAR no que tange ao gerenciamento dos recursos hídricos da bacia hidrográfica do Rio Paraopeba.

#### 4.1.1 CRIAÇÃO DO MODELO DE DADOS DO PROJETO

A modelagem de dados foi compreendida em três etapas:

**Modelagem conceitual:** Esta etapa de trabalho compreende a pesquisa e conhecimento preliminar dos dados alfanuméricos e espaciais a serem levantados para a entrada no sistema, suas funções e aplicações, bem como o conhecimento do fluxo de informações.

**Modelagem lógica:** O desenvolvimento do modelo lógico necessita das atividades de implementação, em ferramenta de modelagem de dados (*ErWin*), da lista de atributos dos dados alfanuméricos e espaciais, levantados na modelagem conceitual, agrupados em entidades lógicas, bem como os relacionamentos entre estes.

**Modelagem física:** Nesta fase é definida a estrutura da base de dados alfanuméricos e espaciais no banco de dados, tais como nomes físicos de tabelas, de campos (colunas), tamanhos e tipos de campos (colunas), entre outros, em ferramenta de modelagem de dados.

#### 4.1.2 CRIAÇÃO DO *PERSONAL GEODATABASE*

Grande parte dos dados que compõem o sistema proposto para o CIBAPAR estão estruturados e armazenados em um banco de dados local denominado CIBAPAR.mdb em plataforma *Microsoft Access*. Por se tratar de um banco de dados que armazena dados locais, este é entendido no *ArcGIS* como um *Personal Geodatabase*. Todo *Personal Geodatabase* é armazenado em um arquivo de extensão .mdb, onde é possível manipular dados espaciais como ponto, área, linha e anotação e dados tabulares relacionados entre si.

Concretizadas as fases de modelagem, através de ferramentas apropriadas (*ErWin*), foram geradas e carregadas todas as tabelas, seus relacionamentos e registros que armazenam dados espaciais e alfanuméricos em um *Personal Geodatabase* denominado CIBAPAR. Os dados geográficos foram inseridos no banco de dados CIBAPAR através de funcionalidades próprias do ArcCatalog em ambiente ArcGIS. Trata-se de um processo de conversão de *Shape Files* (formato de dados espaciais do ArcView) para *Feature Class* (formato de dado suportado em um *Personal Geodatabase*).

Alguns dados do sistema não são suportados pelo *Personal Geodatabase* e, portanto estão armazenados localmente em uma estrutura de diretório específica para que os aplicativos customizados possam localizá-los.

## 4.2 APLICATIVOS CUSTOMIZADOS EM ARCVIEW GIS 8.1 PLATAFORMA ARCGIS

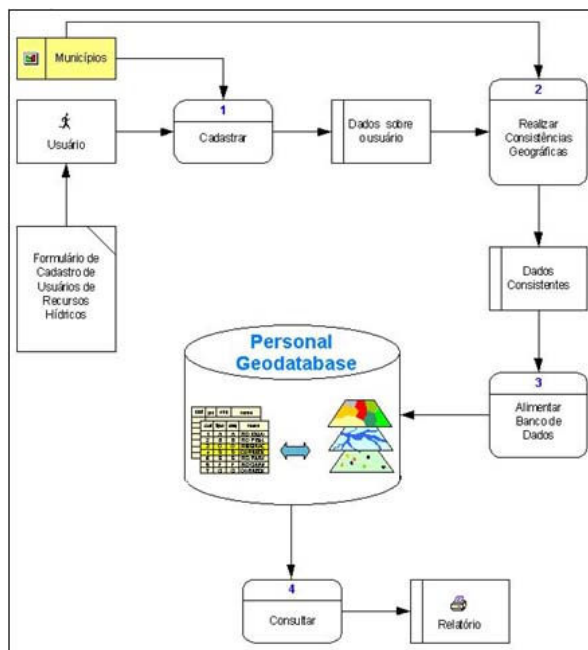
Trata-se aqui de todos os aplicativos que foram desenvolvidos com a finalidade de fornecer ao usuário informações detalhadas e responder às consultas específicas relativas ao sistema, associados às informações espacializadas. Os aplicativos customizados disponibilizam ferramentas específicas (implementadas dentro do próprio ambiente *ArcGIS*) para atender ao objetivo da aplicação, minimizando assim, o esforço do usuário.

Além dos aplicativos específicos, foram desenvolvidas ferramentas de visualização e de geração de mapas temáticos.

### 4.2.1 Cadastro Espacial de Usuários de Recursos Hídricos

Após o levantamento das reais necessidades do CIBAPAR na aquisição de informações sobre os usuários de recursos hídricos, e da confecção do Formulário de

Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos, foi desenvolvido em *ArcView* um módulo de cadastro espacial e alfanumérico das informações destes usuários em um banco de dados. As informações cadastradas por este módulo poderão ser facilmente consultadas através de aplicativos desenvolvidos com este propósito. A figura 2 apresenta o fluxo de processos para o cadastro de usuários de recursos hídricos.



**Figura 2 – Fluxo de Processos do Módulo de Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos**

## 5. Resultados e Considerações Finais

O resultado desse trabalho culminou na elaboração de quatro aplicativos específicos para a gestão de recursos hídricos.

A primeira delas é ferramenta sobre o cadastro de usuários da bacia que permite consultar, cadastrar, excluir e emitir relatórios sobre esses usuários.

A segunda ferramenta é a que permite gerar bacia automaticamente, a partir de um ponto na rede hidrográfica. Essa bacia gerada tem área mínima de 84 km<sup>2</sup>.

A terceira ferramenta é do balanço hídrico permite calcular o balanço hídrico e informar a disponibilidade hídrica para comparação entre os valores de demanda para uma bacia hidrográfica levando em consideração as informações de captação e lançamento dos usuários de recursos hídricos.

A quarta ferramenta permite calcular a vazão total captada ou a vazão total lançada por modalidade de uso em uma determinada bacia ou município.

A partir desses aplicativos, pode-se notar que os SIG's trazem grande evolução no processamento de dados, pois, além de analisar as informações de acordo com sua organização espacial, também permitem a atualização rápida e eficaz do sistema, trazendo maior produtividade e economia para seus usuários. Inclusive, o gerenciamento de recursos hídricos é muito beneficiado por essa ferramenta por ela conseguir lidar com um amplo campo de variáveis, que interferem no uso e qualidade das águas.

## **6. Referências Bibliográficas**

ArcDoc Version 8.0.2, ARCINFO, Environmental Systems Research Institute, Inc., 1982-2000.

Veneziani, P. & Anjos, C. E.. **Metodologia de Interpretação de Dados de Sensoriamento Remoto e Aplicações em Geologia**. São José dos Campos: INPE, 1981. (INPE-2227-MD/014)

Veneziani, P.. **Interpretação Visual de Dados: roteiro de estudos e definições fundamentais**. São José dos Campos: INPE, 1988.