

## **CODIFICAÇÃO DE CURSOS D'ÁGUA DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

Luiz Cláudio de Castro Figueiredo<sup>1</sup>

**Resumo** - Um Sistema de Informações Geográficas (SIG), ao permitir a integração de dados espaciais e não espaciais, e pela sua capacidade de realizar análises baseadas nesses dados, é uma ferramenta de indispensável utilização no gerenciamento de bacias hidrográficas. Entretanto, o sucesso de sua aplicação tem como forte pré-requisito uma base de dados geográficos consistente e de fácil acesso, especialmente da rede hidrográfica. O processo de cadastramento proposto procura, ao codificar cursos d'água de uma bacia hidrográfica, formar esta base consistente e de fácil acesso para uso em um SIG. Saliente-se que a codificação já foi implementada com sucesso na bacia do Rio Araguari (MG), com uma área de 22.000 km<sup>2</sup> e 28.000 trechos cadastrados, aproximadamente.

**Abstract** - A Geographic Information System (GIS), that provides the integration of spatial and non spatial data, and for the capacity to accomplish analyses based on those data, is an indispensable tool in water resources management. However, the success of its application has, as an important pre-requirement, a consistent and easily accessible base of geographical data, specially at hydrographic net. The suggested process of cadaster searches, when coding watercourses, to build this consistent and easily accessible base for use to in a GIS. It's important to know that the code has already been done implemented successfully in Araguari River basin (MG), with an area of 22.000 km<sup>2</sup> and 28.000 watercourses reach registered.

**Palavras-chave** - SIG, codificação, cadastramento.

---

<sup>1</sup> SESIL - Sociedade de Engenharia Sanitária e Instalações Ltda. - Av. prof. Mário Wernek, 2486, cj. 310 - Belo Horizonte - MG - CEP 30575-180 - Fone (31) 378-3266 - e-mail: luizcfigueiredo@hotmail.com

## **INTRODUÇÃO**

A rede fluvial brasileira, com seus aproximadamente 55.500 quilômetros quadrados de águas superficiais internas, faz com que o país seja o mais rico em água doce do mundo, com 8% das reservas totais do planeta.

O gerenciamento desses recursos hídricos, de acordo com os instrumentos legais que regem o assunto (como a Lei no. 9.433 de 08/01/97), tem como unidade básica de planejamento a bacia hidrográfica.

Um Sistema de Informações Geográficas (SIG), ao permitir a integração de dados espaciais e não espaciais e pela sua capacidade de realizar análises baseadas nesses dados, é uma ferramenta de indispensável utilização no gerenciamento de bacias hidrográficas. Entretanto, o sucesso de sua aplicação tem como forte pré-requisito uma base de dados geográficos consistente e de fácil acesso, principalmente da rede hidrográfica.

## **OBJETIVOS**

A codificação dos corpos d'água da rede hidrográfica do estado de Minas Gerais se propõe a ser a base para todo trabalho sobre recursos hídricos que possa ser beneficiado pela espacialização de seus dados, que é uma das características básicas de um SIG. Para tanto, partiu-se de algumas premissas, quais sejam: (a) atender inicialmente às características da rede hidrográfica do estado de Minas Gerais, (b) utilizando as bases digitais disponíveis através do Projeto GeoMinas, (c) adotando procedimentos possíveis de serem executados sobre esta base e, principalmente, (d) visando resultados parciais em prazos relativamente curtos.

O trabalho tem como objetivo principal propor uma metodologia de cadastramento de corpos d'água (principalmente através de codificação), que facilite não somente a realização de consultas de um SIG ao banco de dados mas também, a interpretação de algumas características hierárquicas de um determinado corpo hídrico na bacia através da simples leitura do respectivo código.

O trabalho pode ser visto também, como uma fase preliminar para a implementação de um modelo de rede para a hidrografia, o qual não é requerido para os objetivos aqui propostos.

Cabe ressaltar ainda que, mesmo não sendo incluído como um objetivo do trabalho, ocorrerá simultaneamente ao processo de codificação, uma revisão do processo de digitalização da rede hidrográfica.

## PRINCÍPIOS BÁSICOS

O processo propriamente dito está sendo dividido em duas atividades distintas: *codificação* e *nominação*. Apesar de serem atividades distintas e aqui demonstradas separadamente, recomenda-se que sejam executadas simultaneamente e ainda, obedecidas duas importantes regras:

- *todo trecho de corpo hídrico deverá estar associado a um código;*
- *a nominação do corpo hídrico deverá ocorrer somente onde for possível.*

## CODIFICAÇÃO

### Conceito

O conceito de codificação aqui adotado é o de associar a cada trecho de curso d'água ou a cada corpo hídrico de uma bacia hidrográfica, um código único que o identifique e, ao mesmo tempo, mostre sua posição hierárquica dentro da bacia através da simples observação da estrutura do respectivo código.

### Pré-requisitos

Parte-se aqui da situação preexistente no estado de Minas Gerais ou seja, da existência da rede hidrográfica (das bacias de interesse) digitalizada em escala mínima de 1:100.000, com os cursos d'água devidamente divididos em trechos de tal forma que, cada confluência ou nascente de um curso d'água seja um nó identificado pelo SIG.

Torna-se importante salientar que a escala original de digitalização determina os corpos hídricos que serão codificados ou seja, os corpos hídricos codificados serão os visíveis naquela escala. No entanto, o processo proposto não impede a inclusão de novos corpos d'água surgidos tanto pelo refinamento da escala quanto para reparação de omissões.

### Metodologia

A codificação parte das bacias federais do estado de Minas Gerais e se baseia, para preenchimento do primeiro campo do código, na divisão do país em oito grandes bacias (DNAEE, 1996). A Tabela 1 apresenta uma sugestão de códigos iniciais a serem adotados para as bacias em território mineiro. A partir daí, inicia-se a divisão das bacias em sub-bacias cada vez menores e obviamente, da codificação dos seus cursos d'água sempre no sentido de jusante para montante. Com isso, pretende-se uma relação de hierarquia dentro da bacia, a qual parte do curso d'água principal da bacia federal e chega até o afluente de última ordem da respectiva bacia.

### Características do Código

Os códigos são cumulativos ou seja, os campos preenchidos com o código do curso d'água hierarquicamente superior são mantidos nos níveis inferiores da codificação; é aqui que se consegue uma interpretação expedita do posicionamento hierárquico de um curso d'água dentro da sua bacia.

Tabela 1 - Códigos adotados para as bacias federais inseridas no Estado de Minas Gerais.

<b>Bacia</b>	<b>Código</b>
São Francisco	<b>4</b>
Pardo	<b>53</b>
Jequitinhonha	<b>54</b>
Buranhém	<b>551</b>
Jucuruçu	<b>552</b>
Itanhém	<b>553</b>
Peruípe	<b>554</b>
Itaúnas	<b>555</b>
Mucuri	<b>556</b>
São Mateus	<b>557</b>
Doce	<b>56</b>
Itapemirim	<b>571</b>
Itabapoana	<b>572</b>
Paraíba do Sul	<b>58</b>
Paranaíba	<b>60</b>
Grande	<b>61</b>
Piracicaba	<b>62</b>

### CrITÉrios de preenchimento do Código

Utilizando como referência a carta da região (IBGE ou DSG, em escala igual à de digitalização) cujos corpos hídricos serão codificados, são utilizados dois critérios para o preenchimento dos campos de Código, obrigatoriamente nesta ordem:

- referência visual na própria carta ou seja, os nomes dos corpos hídricos na carta possibilitam uma codificação hierarquizada;
- nos casos omitidos no item anterior, adota-se o trecho a montante de maior extensão total como sendo o curso principal.

### **Preenchimento dos campos da tabela**

- a tabela é composta de campos separados que serão preenchidos um a um ou vários ao mesmo tempo;
- os campos "Código" serão preenchidos com o código do curso d'água, que será o mesmo para todos os trechos do mesmo curso d'água e ainda, terão partes iguais para cursos d'água dentro da mesma bacia, observada a característica cumulativa do mesmo;
- a tabela possui um campo denominado "I" cujo objetivo de preenchimento (com a letra "i" de "inicial") é identificar dentre os vários trechos do curso d'água codificado em qual deles está localizada a sua nascente ou o seu primeiro trecho;
- a utilização de campos "Margem" (com preenchimento "d" ou "e") tem o objetivo de identificar o lado (esquerdo ou direito, de montante para jusante) do afluente em relação ao curso d'água imediatamente *superior* e poderá ser útil em processamento posterior ao preenchimento do código;

### **Agilização dos processos**

Algumas rotinas foram desenvolvidas com o objetivo de agilizar os processos repetitivos:

- criação automática da estrutura da tabela;
- preenchimento simultâneo de vários campos, em vários trechos com código ou parte do código iguais;
- preenchimento simultâneo do campo "I" em vários trechos de nascente, de diferentes cursos d'água;

### **Características do código após processamento**

A adoção de campos separados dentro da tabela tem como objetivo permitir várias possibilidades para processamento, após o término da codificação em uma bacia, como por exemplo:

- os campos código poderão ser compactados em um único número, adotando-se números ímpares para afluentes da margem esquerda e pares para afluentes da margem direita.

## **NOMINAÇÃO**

### **Conceito**

A nominação é o trabalho de associar a cada corpo hídrico ou trecho de corpo hídrico o seu nome tomando como base uma referência em formato não digital (no caso, cartas do IBGE).

### **Pré-requisitos**

Parte-se aqui da situação pré-existente no estado de Minas Gerais ou seja, da existência da rede hidrográfica (das bacias de interesse) digitalizada em escala mínima de 1:100.000, com os cursos d'água devidamente divididos em trechos de tal forma que, cada confluência ou nascente de um curso d'água seja um nó identificado pelo SIG.

Torna-se importante salientar que a escala original de digitalização determina os corpos hídricos que serão nominados ou seja, os corpos hídricos possíveis de serem nominados serão os visíveis naquela escala. No entanto, o processo aqui proposto não impede a inclusão de novos corpos d'água surgidos tanto pelo refinamento da escala quanto para reparação de omissões.

### **Metodologia**

Os campos da tabela referentes à nomenclatura são em número de três: Tipo, Partícula e Nome os quais deverão ser preenchidos um a um ou vários trechos do mesmo curso d'água simultaneamente.

### **Características da Nomenclatura**

O preenchimento dos campos referentes à Nomenclatura será efetuado quando o corpo hídrico estiver nomeado na carta de referência.

#### **Preenchimento dos campos da tabela**

Os campos Tipo e Nome são de preenchimento simultâneo obrigatório, desde que, é claro, o corpo hídrico em questão esteja nomeado na carta de referência.

### **Agilização do processo**

Também para a Nomenclatura, foi desenvolvida uma rotina que agiliza o processo ao permitir a nomenclatura simultânea de todos os trechos de um mesmo curso d'água.

### **Refinamentos na Nomenclatura**

Com o intuito de nominar o maior número possível de corpos hídricos e, levando-se em consideração que as possibilidades permitidas pelas cartas de referência são pequenas se comparadas ao número de cursos d'água existentes na mesma, deverão ser estudadas alternativas de refinamento para a Nomenclatura, como por exemplo:

- envio, aos municípios pertencentes à bacia em questão, da carta do município e sua respectiva hidrografia com a solicitação de nominação dos corpos hídricos no próprio formato e posterior devolução; a solicitação poderá ser feita ao órgão municipal ligado a meio ambiente ou diretamente ao Gabinete do Prefeito, por exemplo;
- consulta ao banco de dados de cadastro de outorgas;
- envio de técnicos aos locais;
- pesquisa em cartas existentes em outras escalas;
- consulta aos Comitês e/ou Agências de Bacias, quando existentes.

### **Características do Nome após processamento**

A intenção de dividir os campos referentes à Nominação em três é a de proporcionar a flexibilidade de, ao final do trabalho em uma bacia, promover-se ou não a união dos campos em um único campo. Como primeira análise, entendemos que os campos referentes à Nominação deverão continuar separados, como forma de evitar redundâncias e diminuir as exigências de digitação nas consultas ao banco de dados.

### **EXEMPLO PRÁTICO**

Este item visa exemplificar um caso prático de codificação de uma sub-bacia. Para tanto, será demonstrada passo a passo a codificação da sub-bacia do córrego do Rebôlo (MG) (Figuras 1 a 6).

O córrego do Rebôlo é um afluente do córrego do Engenho, que é um afluente do rio Quebra Anzol, que é afluente do rio Araguari, o qual é afluente do Rio Paranaíba. Com esta relação hierárquica, pode-se entender o código para o córrego do Rebôlo:

**60 40 E 172 D 87 D 2 D**

ou seja:

- |              |          |  |
|--------------|----------|--|
| <b>60</b>    | <b>→</b> | Rio Paranaíba (ver Tabela 1);  |
| <b>40 E</b>  | <b>→</b> | Rio Araguari (afluente da margem esquerda do Paranaíba; adotado número aleatório); |
| <b>172 D</b> | <b>→</b> | Rio Quebra Anzol (afluente 172 da margem direita do Araguari);                     |
| <b>87 D</b>  | <b>→</b> | Córrego do Engenho (afluente 87 da margem direita do Rio Quebra Anzol);            |
| <b>2 D</b>   | <b>→</b> | Córrego do Rebôlo (afluente 2 da margem direita do córrego do Engenho).            |

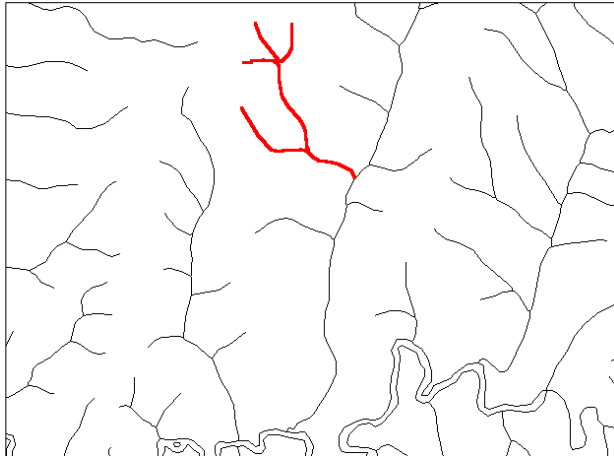


Figura 1 - Cursos d'água formadores da bacia do córrego do Rebôlo

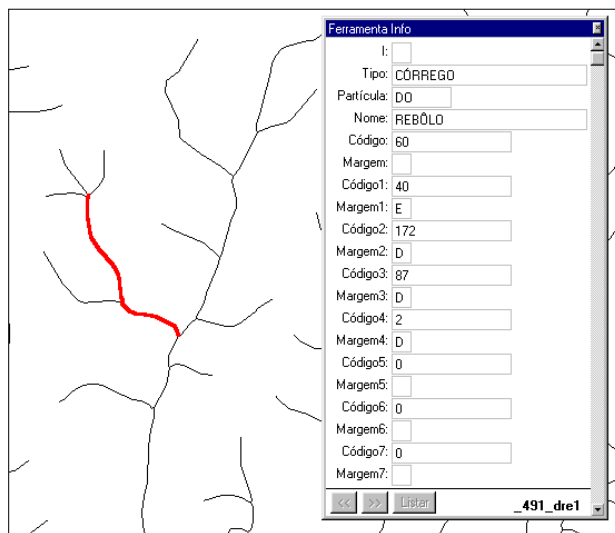


Figura 2 - Código para córrego do Rebôlo





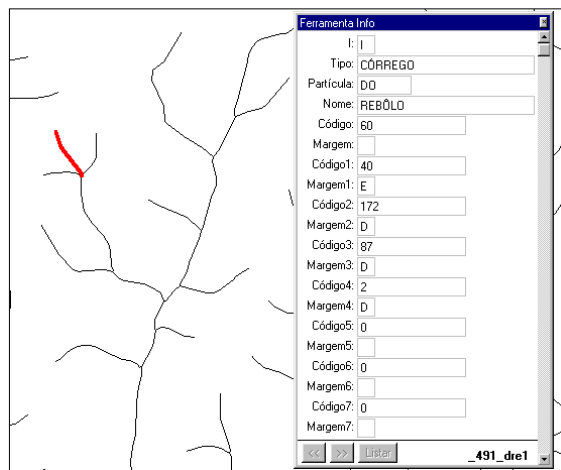


Figura 3 - Código para trecho inicial do córrego do Rebôlo

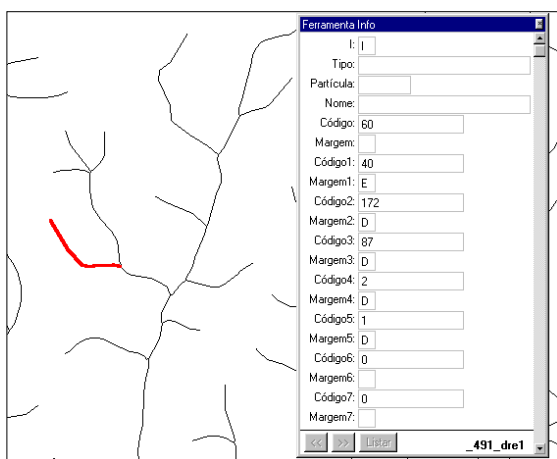


Figura 4 - Código para 1º afluente da margem direita

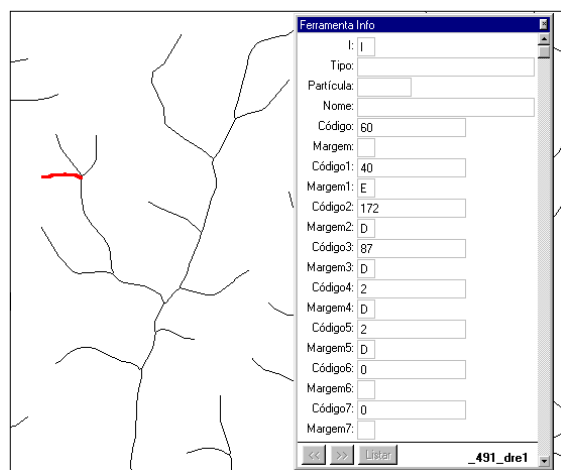


Figura 5 - Código para 2º afluente da margem direita

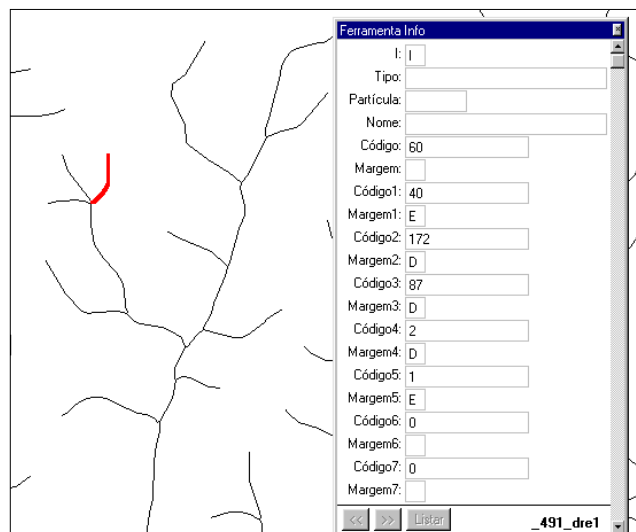


Figura 6 - Código para 1º afluente da margem esquerda

## CONCLUSÃO

O processo de codificação proposto atinge o objetivo de, utilizando a base digital da rede hidrográfica do Estado, substanciar a formação de um banco de dados georreferenciado consistente que por sua vez, permitirá:

- implementação do inventário de cursos d'água do Estado em uma base digital consistente;
- visualização dos cursos d'água por bacia hidrográfica;
- codificação informatizada dos cursos d'água;
- a facilidade de acesso aos dados pertinentes aos cursos d'água;
- a diferenciação entre cursos d'água de mesmo nome através da associação nome-código;
- e principalmente, a associação de dados e atributos a trechos ou pontos de um corpo hídrico o que, entendemos, é um primeiro e imprescindível passo na espacialização das informações necessárias ao gerenciamento de recursos hídricos.

Cabe ressaltar que a codificação aqui proposta foi adotada, em 1998, como padrão para o estado de Minas Gerais pelo IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas, órgão gestor das águas em Minas Gerais e como tal, centralizador e responsável pela manutenção da base digital da rede hidrográfica do Estado.

Como observação final, é importante salientar que o processo foi implementado com sucesso pelo IGAM na bacia do Rio Araguari (22.000 km<sup>2</sup> de área e um total de 28.000 trechos cadastrados, aproximadamente) e encontra-se em implementação em outras bacias do Estado de Minas Gerais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DNAEE - Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. *Inventário das Estações Fluviométricas*. Brasília: DNAEE, 1996. 250 p.