

OTTO-CODIFICAÇÃO DA BACIA DO RIO SÃO MATEUS

A PARTIR DE DADOS DA SRTM

*Abrahão Alexandre Alden Elesbon¹; Demetrius David da Silva²; Samuel Petraccone Caixeta³;
Wady Lima Castro Júnior⁴, Fabrício Serrão Contin⁵ & Felipe de Azevedo Marques⁶*

RESUMO – O sistema de codificação de bacias desenvolvido por Otto Pfafstetter conhecido como “Otto - codificação”, caracteriza-se pela sua racionalidade. Este sistema associa um número de identificação único para cada bacia, que são organizadas em uma estrutura hierárquica. O presente trabalho teve como objetivos: comparar a codificação do nível seis obtida para este estudo com a codificação estabelecida pela ANA; codificar até o nível oito uma região hidrográfica do rio São Mateus Braço Norte; Otto codificar o curso d’água principal à montante do posto fluviométrico São João da Cachoeira Grande; propor codificação para estações fluviométricas baseada na Otto - codificação. Comparando a codificação no nível seis estabelecida pela ANA com a obtida pôde-se concluir que o nível de detalhamento alcançado foi superior. O nível oito de codificação pôde ser obtido a partir de uma hidrografia numérica gerada pelo acúmulo de 500 células numa escala aproximada de 1:250.000 (dados da SRTM). O rio principal da estação fluviométrica São João da Cachoeira Grande foi Otto codificado como 7598. A codificação de estações fluviométricas a partir da Otto - codificação atribuiu um número maior de informações em comparação com a codificação atual.

ABSTRACT – The catchment coding system developed by Otto Pfafstetter known as "Pfafstetter Coding", is characterized by rationality. This system associates one number for each basin, which are organized in a hierarchical structure. This study aimed to compare the six-level coding obtained in this study with the encoding set by the ANA, to encode a region of the river St. Matthew North Arm until level eight; encoding the main river upstream the fluviometric station of São João da Cabeceira Grande according to Pfafstetter Coding; proposing encoding to the fluviometric stations according to Pfafstetter Coding. Comparing the six-level encoding established by ANA with that obtained it was concluded that the level of detail achieved was higher. The eight-level encoding could be obtained from a hydrographic number generated by the accumulation of approximately 500 cells on a scale of 1:250.000 (SRTM database). The main river upstream the fluviometric station of São João da Cabeceira Grande was encoded as 7598 according to Pfafstetter Coding. The Pfafstetter Coding of the fluviometric stations assigned a greater number of information compared to the actual coding.

Palavras-chave: Otto - codificação, Rio São Mateus e SRTM.

¹ Professor IFES/Colatina, Doutorando (DEA/UFV), Recursos Hídricos e Ambientais. CEP 36570-000, Viçosa/MG. E-mail: abrahaoelesbon@hotmail.com

² Professor adjunto do DEA/UFV, CEP 36570-000, Viçosa/MG. E-mail: demetrius@funarbe.org.br

³ Doutorando (DEA/UFV), Recursos Hídricos e Ambientais. CEP: 36570-000, Viçosa/MG. E-mail: samuel.caixeta@ufv.br

⁴ Professor IFMA/Codó, Doutorando (DEA/UFV), Recursos Hídricos e Ambientais. CEP 36570-000, Viçosa/MG. E-mail: wady.junior@ufv.br

⁵ Doutorando (DEA/UFV), Recursos Hídricos e Ambientais. CEP: 36570-000, Viçosa/MG. E-mail: fscontin@yahoo.com.br

⁶ Doutorando (DEA/UFV), Recursos Hídricos e Ambientais. CEP: 36570-000, Viçosa/MG. E-mail: engmarx-gprh@ufv.br

1. INTRODUÇÃO

Uma Bacia hidrográfica pode ser entendida como uma área definida topograficamente, drenada por um curso d'água ou um sistema conectado de cursos d'água, tal que toda vazão efluente seja descarregada por uma simples saída (TUCCI, 1997). A noção de bacia hidrográfica torna implícita a existência de cabeceiras ou nascentes, divisores d'água, cursos d'água principais, afluentes, etc. Em todas as bacias hidrográficas deve existir uma hierarquização na rede, e a água escoar dos pontos mais altos para os mais baixos (GUERRA, 1997).

O comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é função de suas características geomorfológicas (forma, relevo, área, geologia, rede de drenagem, solo, dentre outros) e do tipo da cobertura vegetal (LIMA, 1986). Desse modo, as características físicas e bióticas de uma bacia possuem importante papel nos processos do ciclo hidrológico, influenciando, sobretudo, a infiltração, a quantidade de água produzida como deflúvio, a evapotranspiração e o escoamento superficial e sub-superficial específicos para determinado local, de forma a qualificarem as alterações ambientais (ALVES E CASTRO, 2003).

Segundo Medeiros (2007), as bacias hidrográficas são de grande importância para o planejamento e a gestão territorial, sendo que no Brasil são utilizados vários métodos de atribuição de códigos de identificação únicos para bacias hidrográficas. A adoção do método de Otto Pfafstetter parece ser o mais apropriado, sendo este método utilizado também pelos órgãos responsáveis pela formulação e execução das políticas de recursos hídricos.

O sistema de codificação de bacias desenvolvido por Otto Pfafstetter conhecido como “Otto - codificação” caracteriza-se pela sua racionalidade. Este sistema associa um identificador único para cada bacia, que são organizadas em uma estrutura hierárquica. De acordo com Silva (1999) apud Rubert (2000), trata-se de um método natural, baseado na topografia da área drenada e na topologia (conectividade e direção da rede de drenagem). Para Galvão e Meneses (2005), utilizando-se de uma pequena quantidade de dígitos, podem-se deduzir, por meio dessa codificação, quais bacias hidrográficas se localizam a jusante e montante daquela em estudo.

A utilização da Otto - codificação em Sistema de Informações Geográficas, de acordo com Oliveira (2008), ajuda os gestores na tomada de decisão em recursos hídricos, principalmente no que diz respeito à divisão de unidades de gestão, que se baseia na divisão por bacias e a determinação de dominialidade de cursos de água.

No entender de Barbosa et al. (2007), o Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), instrumento de ação presente na Política Nacional dos Recursos Hídricos – PNRH (Lei Federal nº 9433/97), é uma importante ferramenta de gestão das bacias hidrográficas

brasileiras. O referido sistema é composto por diversos módulos em sua estruturação, sendo que o que integra todos é o módulo referente aos dados espaciais, como a base hidrorreferenciada, no qual engloba o tratamento topológico da rede hidrográfica, a codificação de Otto Pfafstetter, a associação e extração de informações geográfica a jusante e a montante de cada trecho da rede.

Para a codificação de Otto Pfafstetter é necessária a delimitação das Otto bacias, sendo essas as bacias e interbacias devidamente codificadas e discretizadas, conforme o nível de detalhe para o trecho (Rodriguez, 2008). Anteriormente, a delimitação dessas áreas era realizada por equidistância, procedimento na qual o divisor d'água se encontrava na distância média entre os trechos da rede hidrográfica, não considerando a geomorfologia da região. À época de sua elaboração, em meados dos anos noventa, os modelos digitais de elevação não eram tão amplamente difundidos e disponíveis para todo o país em formato digital. Assim, (Barbosa et al., 2007) afirma que os modelos digitais de elevação (MDE) e sua posterior consistência hidrológica (MDEHC) permitem que as delimitações das Otto bacias sejam realizadas com maior precisão, pois consideram os dados altimétricos do terreno em suas etapas de processamento, tornando esta metodologia a mais adequada na delimitação de bacias hidrográficas.

No tangente ao sistema de classificação e codificação de bacias hidrográficas com finalidade de planejamento de redes hidrométricas, Galvão & Meneses (2005) avaliaram os métodos empregados no Brasil pelo DNAEE/ANEEL, IBGE, SRH e CNRH e a relação das mesmas com a bacia do rio São Francisco, para fins de identificação daquele mais apropriado para apoiar o processo de planejamento de redes hidrometeorológicas, chegando à conclusão que o método de classificação e codificação de bacias hidrográficas desenvolvido por Pfafstetter (1989), no nível cinco de codificação, deveria ser adotado pela ANA e demais entidades operadoras para fins de planejamento de redes hidrométricas, por tratar-se de um método natural, hierárquico, baseado na topografia da área drenada e na topologia da rede de drenagem, na codificação de bacias com a economia de dígitos, na informação topológica embutida nos dígitos, de fácil implementação por técnicas de programação, de aplicabilidade global, e de fácil integração com os Sistemas de Informação Geográfica (SIG). E, em especial, por permitir para o Brasil a individualização e representação, na escala 1:1.000.000, no quinto nível de classificação, de sub-bacias com um tamanho médio de aproximadamente 6.200 km², constituindo uma excelente unidade de área para fins de planejamento e gerenciamento de recursos hídricos.

Entretanto, Silva et al. (2008) propõem uma modificação no sistema de Otto - codificação para endereçamento de redes hidrográficas. No sistema de endereçamento proposto por Otto Pfafstetter, a importância de qualquer rio está diretamente relacionada à área de sua bacia hidrográfica. Portanto, neste sistema, a diferenciação entre rio principal e tributário é feita usando-se a respectiva área de drenagem como variável de decisão. Assim, em qualquer confluência o rio

principal é aquele que possui a maior área de drenagem nos dois segmentos analisados. Enquanto o sistema original requer tanto a rede hidrográfica quanto a área drenada por cada segmento como parâmetro para se definirem os quatro maiores tributários do curso principal, a metodologia proposta utiliza tão-somente o comprimento dos tributários como variável de decisão. Isso elimina o considerável ônus da obtenção de dados de altimetria e da geração de modelos digitais de elevação, pois as informações necessárias encontram-se disponíveis na própria topologia hidrogeográfica.

O estudo detalhado e a codificação da unidade básica de análise – bacias hidrográficas – viabiliza a implementação de políticas de gestão dos recursos hídricos e possibilita a regulamentação do uso da água, minimizando os conflitos entre os diversos usuários.

Um exemplo típico da demanda d'água para usos múltiplos pode ser observado na bacia do São Mateus – ES. Esta unidade de planejamento apresenta destilarias de álcool, farinhas, exploração de petróleo (na região litorânea), exploração de jazidas de sal gema e reflorestamento para indústrias de celulose, além da prática da irrigação e da exploração de granito que tem sido acelerada nos últimos anos. Um fator agravante que potencializa o surgimento de conflitos é o fato de esta ser uma das regiões que apresenta as menores precipitações pluviométricas e os maiores problemas relacionados com secas no Estado do Espírito Santo, e ter como característica a presença de diversos cursos d'água intermitentes, além de apresentar assoreamento da calha do rio principal. O mau uso do solo, causado pelo desmatamento e remoção da mata ciliar tem sido apontado como grande responsável pelos problemas atuais. (ELESBON 2004).

Dada a adoção oficial do método de classificação e codificação de bacias hidrográficas e cursos d'água, proposto por Otto Pfafstetter no Brasil, a partir do ano 2002 pela Agência Nacional das Águas (ANA), o presente trabalho objetiva empregar este método de endereçamento na Bacia Hidrográfica do Rio São Mateus, no Estado do Espírito Santo, a partir do nível cinco. A partir do cumprimento deste objetivo geral: comparar a codificação do nível seis obtida para este estudo com a codificação realizada pela ANA; codificar até o nível oito uma região da bacia hidrográfica do rio São Mateus Braço Norte; Otto codificar o curso d'água principal à montante do posto fluviométrico São João da Cachoeira Grande (55850000) e propor uma codificação para estações fluviométricas a partir da codificação proposta por Otto Pfafstetter.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A região em estudo situa-se a montante da estação fluviométrica São João da Cachoeira Grande (código 55850000), de responsabilidade da ANA e operada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. A estação está localizada na bacia Atlântico, trecho Leste, na região hidrográfica 55, denominada Bacias do Leste pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, no braço norte do rio São Mateus no estado do Espírito Santo, nas coordenadas geográficas 18° 33' 50'' S e 40° 20' 10'' W e na altitude 38 m, delimitando uma área de drenagem a montante de aproximadamente 6732 Km².

Os dados da estação fluviométrica foram obtidos do sistema de informações hidrológicas – HIDROWEB, disponibilizados pela Agência Nacional de Águas – ANA.

De posse da localização geográfica da estação fluviométrica, à montante da qual seria realizado o trabalho, os dados do modelo digital de elevação (MDE) foram obtidos a partir das imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). O SRTM foi um projeto internacional liderado pela Agência Nacional de Inteligência Geoespacial (NGA) e a Administração Espacial e Aeronáutica Nacional dos Estados Unidos da América (NASA) que teve como objetivo gerar a mais completa base de dados digital de elevação, numa escala quase global, de alta resolução da superfície da Terra. O SRTM consistiu de um sistema de radar especialmente modificado que voou a bordo do ônibus espacial Endeavour durante uma missão de 11 dias em fevereiro do ano de 2000.

Estas imagens foram obtidas a partir do site da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, na resolução de 90m x 90m. Para o estudo foram selecionadas as imagens SE-24-V-C, SE – 24 – Y – A, SE – 24 – Y –B e SE – 24 – V – D que compuseram o mosaico que iria abranger toda a área em estudo. A Figura 01 mostra o mosaico construído para desenvolvimento do trabalho com a localização da bacia hidrográfica do rio São Mateus e o posto fluviométrico escolhido.

Os procedimentos para o desenvolvimento do MDEHC, a partir do qual foi gerado o limite da bacia do rio São Mateus e os demais resultados serão discutidos no próximo trabalho.

Para manipulação dos dados SRTM e obtenção dos resultados apresentados utilizou-se o Software Arc Gis 9.3 da ESRI.

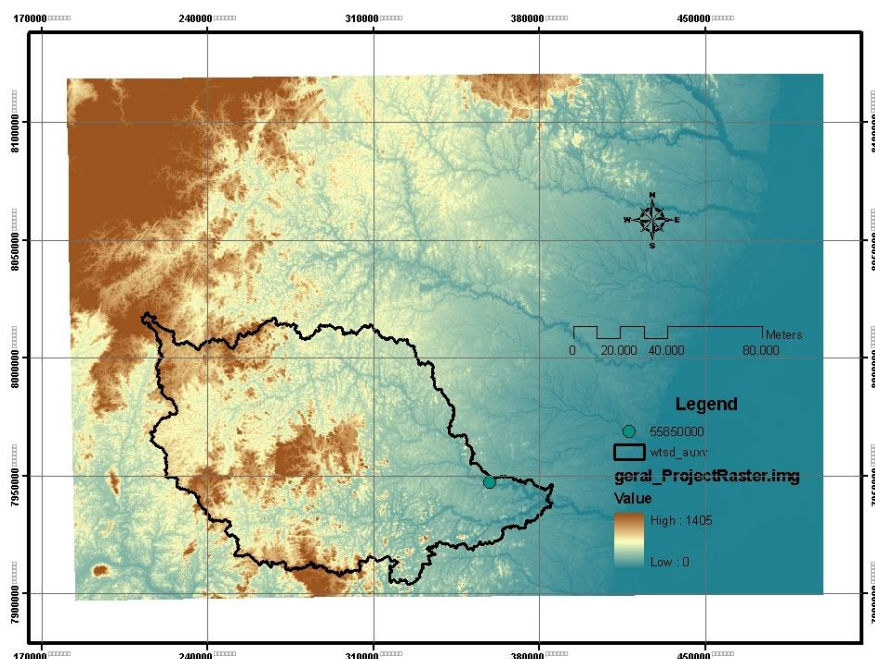


Figura 01 – Localização Geográfica da Bacia do Rio São Mateus e do Posto Fluviométrico 55850000 a partir do mosaico construído com dados SRTM obtidos da EMBRAPA.

Metodologia desenvolvida por Otto Pfafstetter

A codificação de bacias de Otto Pfafstetter permite a hierarquização das bacias hidrográficas, ou seja, a definição da posição relativa e o ordenamento entre as bacias e interbacias.

De posse do código de Otto Pfafstetter pode-se identificar a posição relativa de uma bacia ou interbacia com relação às demais, sejam estas subdivisões ou localizadas a montante ou a jusante.

Codificação de Otto bacias

A codificação de Otto Pfafstetter se baseia nos seguintes princípios: o curso d'água principal de uma bacia é sempre o que tem a maior área de contribuição a montante; a partir da identificação do curso d'água principal, codificam-se suas bacias afluentes por área de contribuição; as quatro bacias maiores recebem códigos pares que são atribuídos de jusante a montante: a bacia mais a jusante é a de código dois, a bacia imediatamente a montante desta recebe o código quatro, a próxima recebe o código seis e a mais a montante de todas, oito; as interbacias recebem códigos ímpares, sendo a da foz a número 1, a interbacia entre as bacias dois e quatro recebe o valor três, e assim por diante, até a última bacia de montante, que recebe o número 9.

Cada bacia, interbacia e intrabacia devidamente codificada e discretizada, conforme o nível de detalhe para o trecho, passa a ser uma Otto bacia. As bacias determinadas anteriormente podem ser

novamente codificadas conforme o nível de detalhe a atingir, sendo, então, atribuído um algarismo adicional.

As bacias pares são codificadas como uma nova bacia integral, sendo que cada afluente, no trecho correspondente à maior área de contribuição, passa a ser considerado um novo curso d'água principal. As interbacias são codificadas considerando-se o mesmo rio principal da fase anterior, restrito ao trecho incremental considerado. O processo pode ser repetido enquanto houver afluentes na rede hidrográfica representada na escala de trabalho adotada.

Codificação de cursos d'água

A codificação de Otto Pfafstetter tem como foco as bacias, mas pode ser adaptada para a codificação de cursos d'água. No método de construção da base hidrográfica Otto codificada se adaptou a codificação de bacias aos respectivos trechos de curso d'água. Nessa adaptação, o código de curso d'água deriva do próprio código da bacia, mas excluídos os últimos algarismos ímpares, que identificam as interbacias, até o próximo número par.

Após cada trecho de curso d'água receber sua codificação, pode-se armazenar este código em banco de dados relacional e, por meio de consultas, selecionar todas as bacias e interbacias a montante e a jusante de um trecho. A codificação de bacias de Otto Pfafstetter e a sua adaptação para codificação de curso d'água atuam como índices espaciais específicos para determinar as regras de negócio nos sistemas de informação de gestão de recursos hídricos.

A ANA em seu site (www.ana.gov.br) disponibiliza a Otto - codificação de todo o Brasil, a partir da base de dados hidrográficos do IBGE na escala de 1:1.000.000. Esta codificação pode ser verificada nas Figuras 02 a 06.

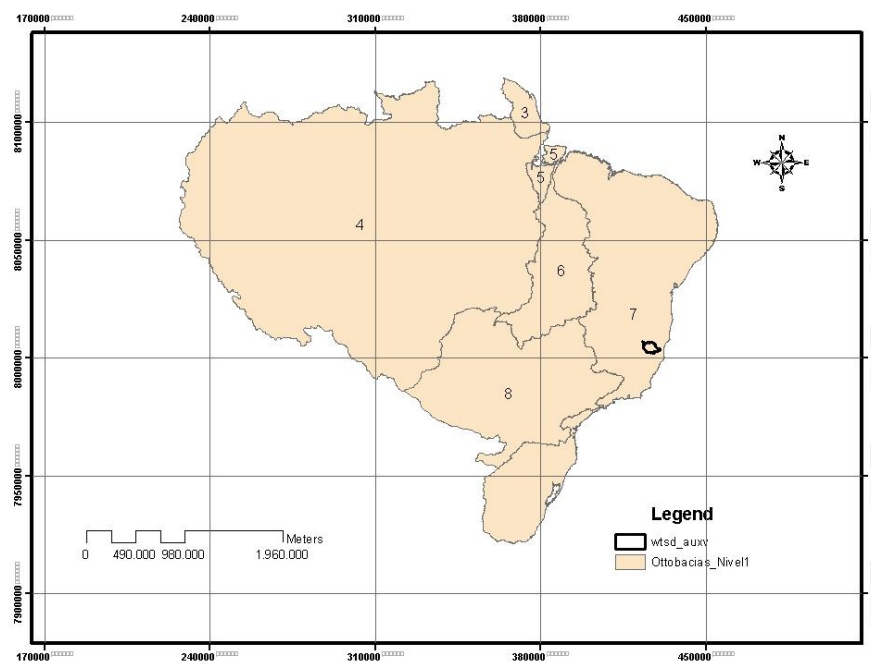


Figura 02 – Otto - codificação nível 01 (ANA) com a localização da bacia do rio São Mateus.

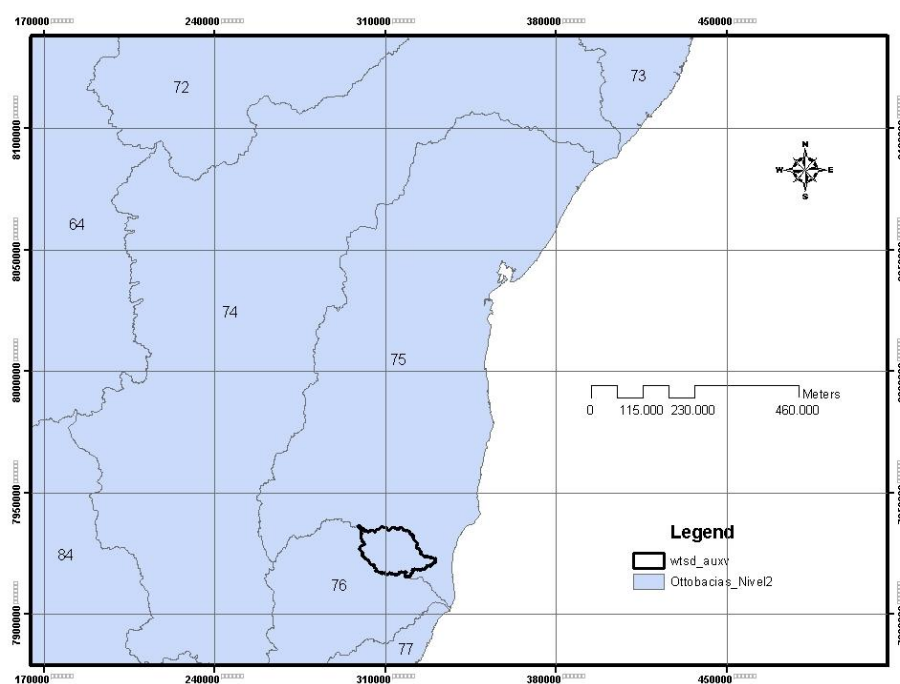


Figura 03 – Otto - codificação nível 02 (ANA) com a localização da bacia do rio São Mateus.

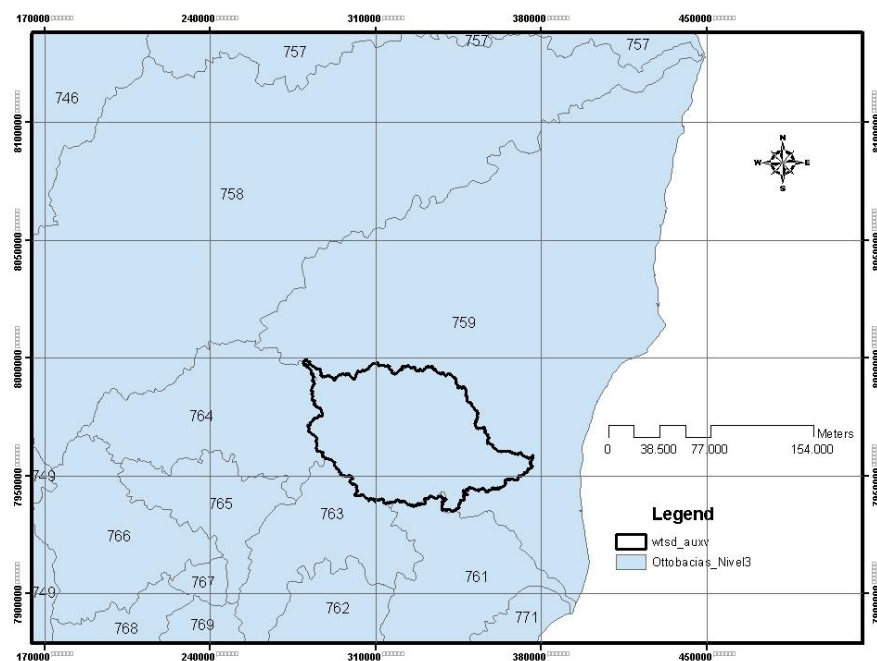


Figura 04 – Otto - codificação nível 03 (ANA) com a localização da bacia do rio São Mateus.

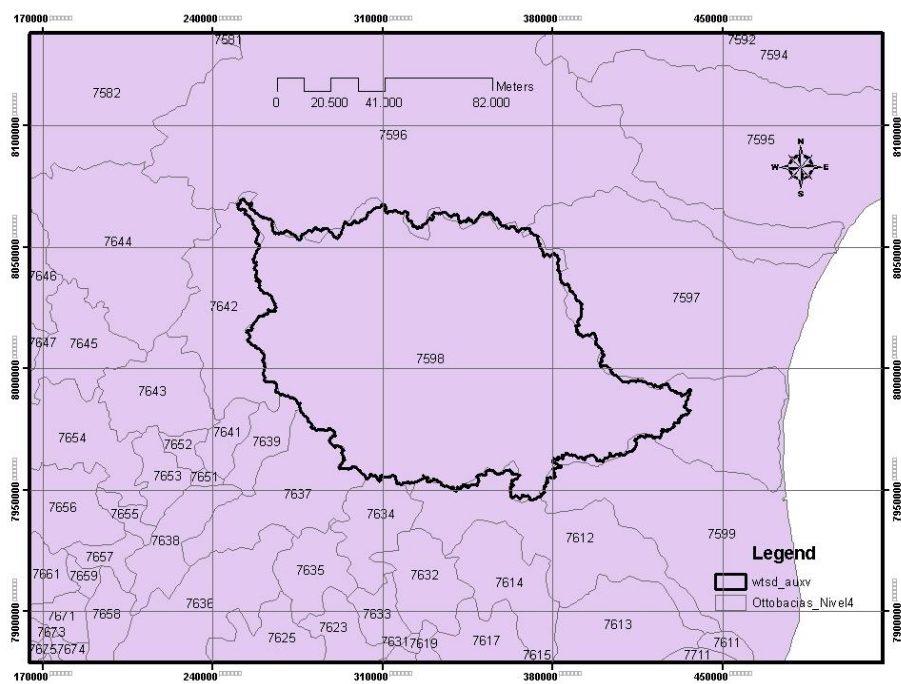


Figura 05 – Otto - codificação nível 04 (ANA) com a localização da bacia do rio São Mateus.

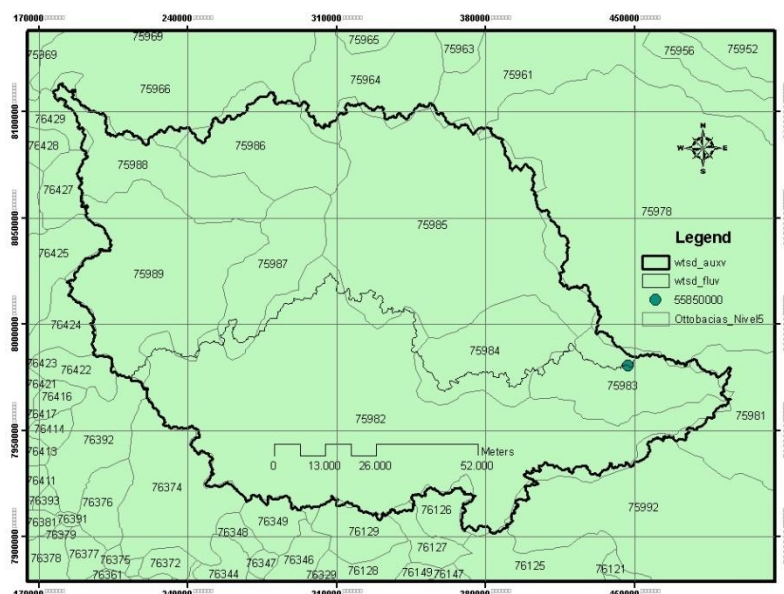


Figura 06 – Otto - codificação nível 05 (ANA) com a localização da bacia do rio São Mateus e a Bacia a montante do posto fluviométrico escolhido (55850000).

Analizando as Figuras de 02 a 05 pôde-se codificar a bacia do rio São Mateus a partir da Otto - codificação realizada pela ANA como 7598. A partir do nível 05 a bacia em estudo, à montante do posto fluviométrico, engloba sete sub-regiões (parte da região três até a região nove).

A escala do SRTM fornecido pela EMBRAPA, utilizada no trabalho, equivale à escala de 1:250.000 do IBGE. A codificação foi feita a partir de uma drenagem numérica gerada pela acumulação de 500 células do MDEHC.

Já pode ser constatada na Figura 06 uma diferença entre os limites da bacia hidrográfica traçada a partir do MDEHC desenvolvido para a região e a base de dados utilizada pela ANA. Isto se deve principalmente pela diferença de precisão da base de dados utilizada nos estudos.

Por este motivo os resultados obtidos para este trabalho partiram do nível 05 de Otto - codificação desenvolvido pela ANA e são apresentados no tópico a seguir.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados serão apresentados seguindo o nível de codificação, a partir do quinto nível.

Otto - codificação – Nível cinco

A Figura 07 mostra a área de drenagem do posto fluviométrico São João da Cachoeira Grande (55850000), sua drenagem numérica gerada a partir do MDEHC com acúmulo de 500 células e a codificação no quinto nível.

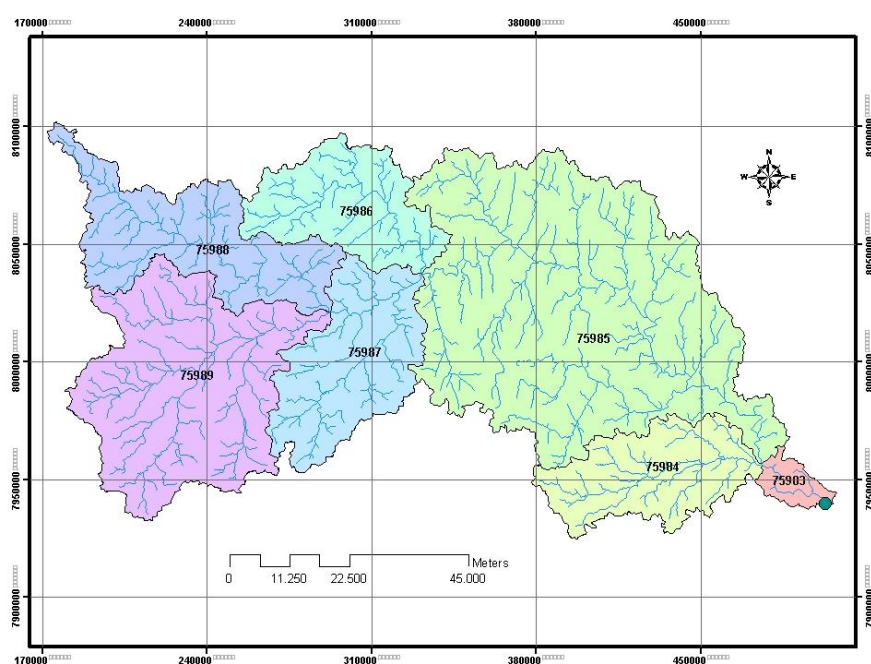


Figura 07 – Otto - codificação nível 05 gerada a partir do MDEHC com hidrografia gerada com acúmulo de 500 células.

Otto - codificação – Nível seis (comparação entre o valor gerado pelo MDEHC e fornecido pela ANA)

Uma das propostas deste trabalho foi comparar a codificação gerada a partir do MDEHC para o nível 06 com a disponibilizada pela ANA. A Figura 08 (a e b) mostra a comparação entre as duas codificações.

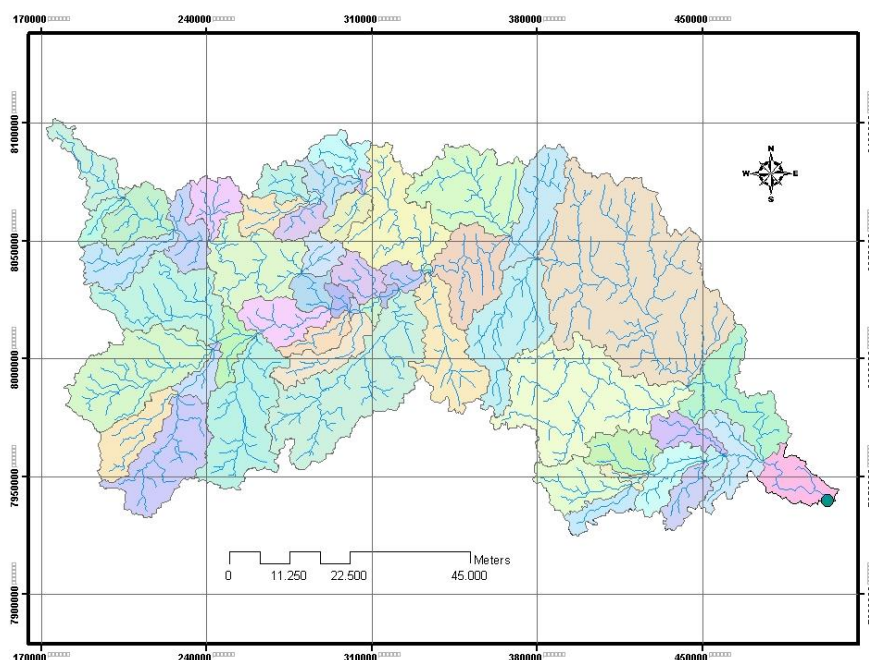


Figura 08 (a) – Otto - codificação nível 06 a partir do MDEHC.

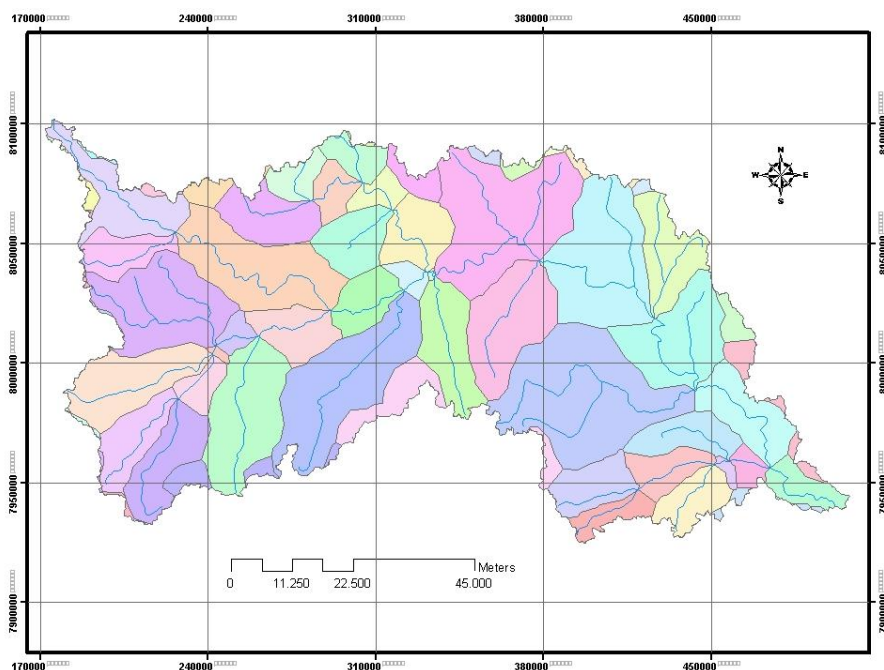


Figura 08 (b) – Otto - codificação nível 06 obtida pela ANA.

Visualmente percebe-se um detalhamento muito maior da hidrografia gerada a partir do MDEHC em relação à obtida na escala 1:1.000.000 do IBGE pela ANA.

Outro ganho real na codificação se deu no detalhamento das Otto bacias. No nível seis, foram geradas 55 subdivisões a partir do MDEHC enquanto a ANA, para a região em estudo, gerou apenas 38 bacias e interbacias.

Cabe ressaltar ainda que o nível de ramificação da hidrografia na escala ao milionésimo levou a alguns erros na Otto - codificação por parte da ANA. Regiões foram codificadas no nível seis sem possuir no mínimo quatro afluentes como era a proposta metodológica de Otto.

Otto - codificação – Nível sete

Devido ao alto grau de desmembramentos deste nível de codificação, foi selecionada uma área da bacia de contribuição para ser apresentada a codificação no nível sete.

Para melhor visualização do avanço da codificação, o nível anterior será apresentado. A Figura 09 mostra, para uma região da bacia, a codificação para o nível seis (a) e sete (b).

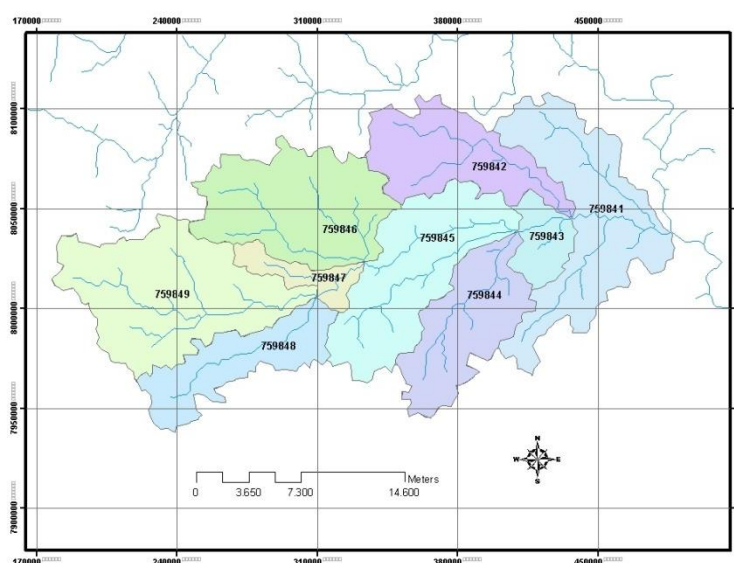


Figura 09 (a) – Otto - codificação nível anterior (06).

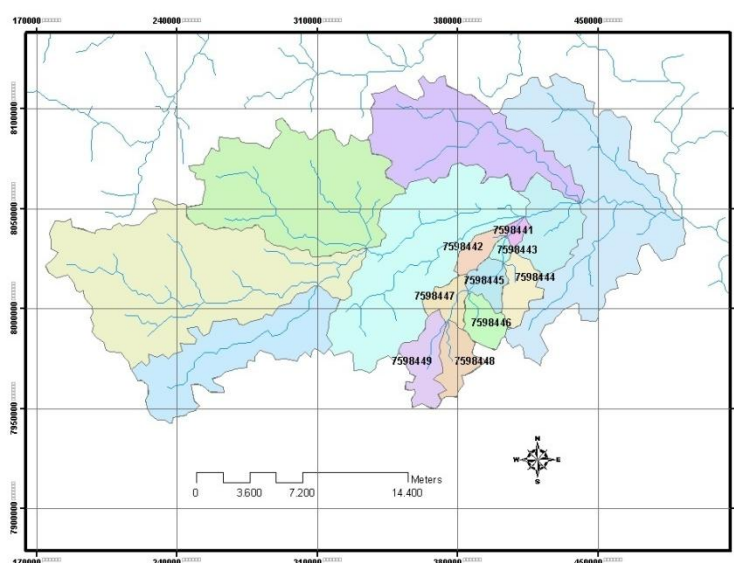


Figura 09 (b) – Otto - codificação nível 07.

Analisando a Figura 09 (b) pode-se ter a real noção de uma das intenções de Otto Pfafstetter ao vislumbrar seu modelo de codificação. Neste nível de codificação, fica explícita o grau de precisão da localização geográfica de cada curso d'água e sua região de entorno.

Para esta região da bacia hidrográfica este foi o nível máximo de precisão que se conseguiu alcançar. Para o nível oito será detalhada outra área da bacia do rio São Mateus.

Otto - codificação – Nível oito

Partindo da sub-bacia 7598969 (código nível sete), foi possível gerar o oitavo nível de codificação. A Figura 10 (a e b) demonstra a codificação realizada.

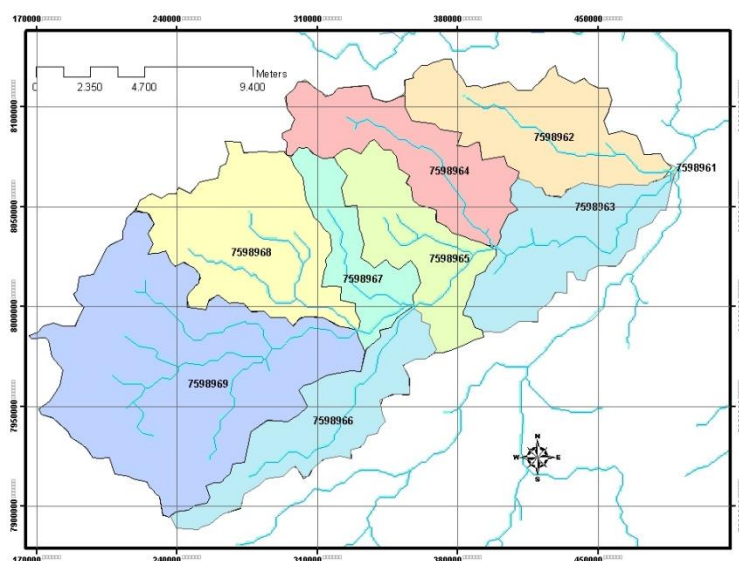


Figura 10 (a) – Otto - codificação nível 07.

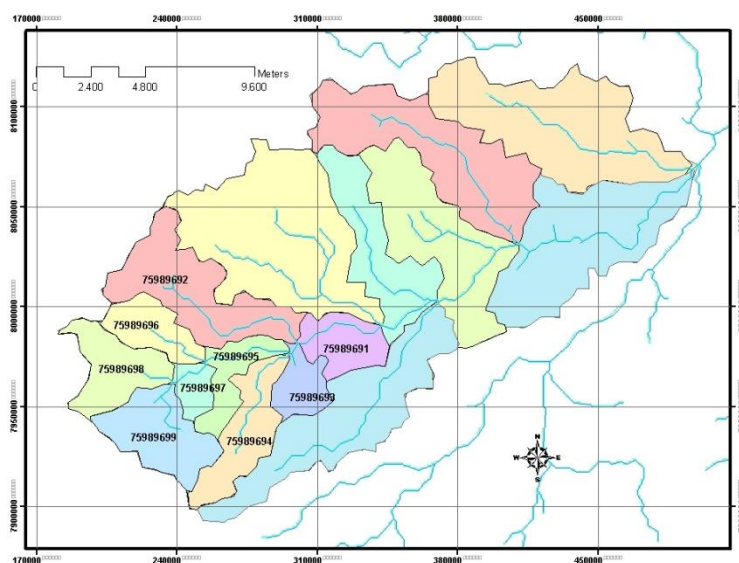


Figura 10 (b) – Otto - codificação nível 08.

O nível de precisão alcançado foi superior ao da base de dados disponibilizada pela Agência Nacional de Águas.

Cabe ressaltar que a Otto - codificação é tão precisa quanto for a base de dados a partir da qual a mesma está sendo gerada. A escala mais precisa, padrão do Brasil (IBGE) é a escala 1:25.000, que abrange grande parte do território nacional. Gerando-se uma codificação neste nível, tranquilamente se chegaria a um nível de codificação de 12 dígitos.

Otto - codificação do curso d'água principal à montante do posto fluviométrico São João da Cachoeira Grande (55850000)

Partindo do nível de codificação cinco, seguindo a metodologia de Otto Pfafstetter, a identificação do rio principal obtida pode ser verificada na Figura 11.

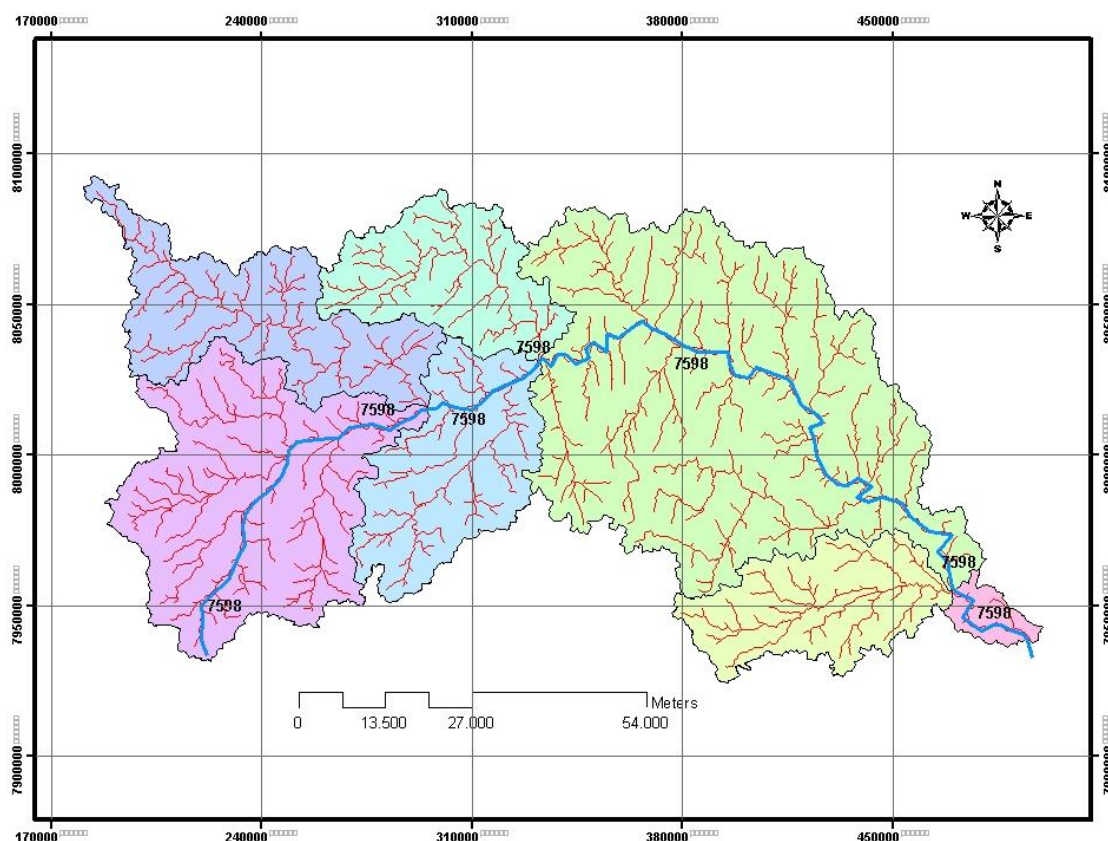


Figura 11 – Identificação do Rio Principal pela Otto - codificação.

Pode-se observar que o rio principal adquire o nível de codificação imediatamente anterior ao nível de codificação da foz de interesse (75983). Ou seja, o rio principal passa pelas interbacias (códigos ímpares), perdendo o último dígito das mesmas.

Proposta de codificação dos postos fluviométricos a partir da Otto - codificação.

A estação fluviométrica selecionada para o estudo foi São João da Cachoeira Grande (55850000). Essa codificação 55850000 segue a lógica apresentada pela ANEEL, antigo Departamento de Águas e Energia Elétrica - DNAEE. O código de identificação da estação fluviométrica compõe-se de oito dígitos assim discriminados:

- 1º dígito – representa a região hidrográfica que contém o curso d'água onde está localizada a estação (5 – Região Hidrográfica do Atlântico Trecho Leste);

- 2º dígito – representa uma das bacias que compõem a bacia identificada pelo primeiro dígito (5 – Bacias do Leste);

- 3º, 4º e 5º dígitos – representam o número arbitrado à estação obedecendo ao seguinte critério:

- A numeração é crescente, com intervalos variáveis, ao longo do curso d'água e seus afluentes;
- A sequência das estações no curso d'água será de montante para jusante;
- Ao encontrar-se um afluente, as estações nele situadas, serão numeradas, também, de montante para jusante, antes de continuar o processo com o rio principal; o mesmo se fará para o afluente do afluente, e assim por diante.

- 6º, 7º e 8º dígitos – representam a previsão quanto à possibilidade de uma futura expansão da rede, quando serão identificadas novas estações. No estágio atual de desenvolvimento da rede de monitoramento, a grande maioria dos campos é constituída por zeros (000).

Elesbon (2004) utilizou para o estudo de regionalização da bacia em questão as estações dispostas na Figura 12. Nesta figura pode-se constatar a lógica utilizada na codificação das estações fluviométricas.

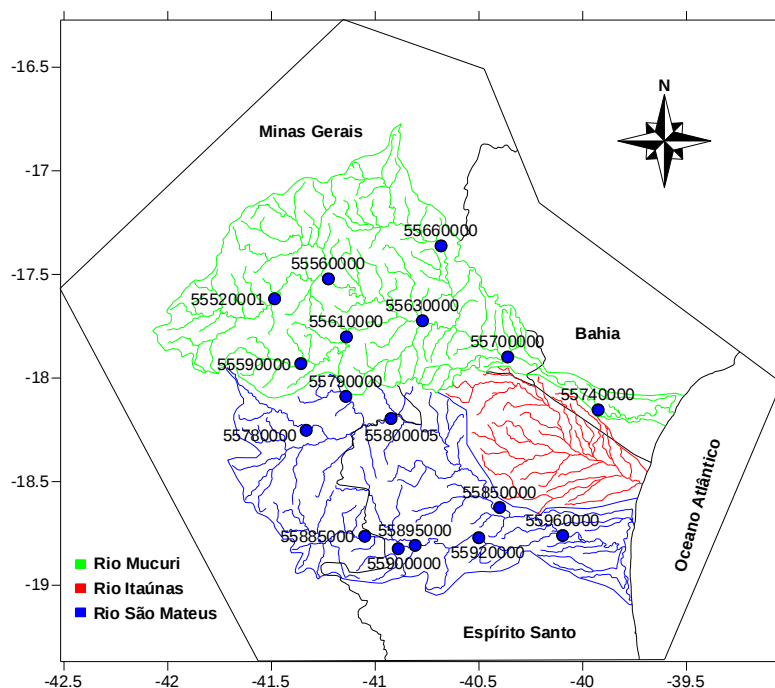


Figura 12 – Estações fluviométricas utilizadas no estudo de regionalização de Elesbon (2004).

Este dado, no entanto, não fornece informações precisas de localização da estação fluviométrica. Sabe-se apenas que esta estação se encontra na região Hidrográfica cinco, bacia cinco. No entanto, essa bacia poderia estar no rio Mucuri, São Mateus, Buranhém, Itaúnas, etc.

A proposta de codificação seguindo a metodologia de Otto Pfafstetter seria substituir os seis dígitos intermediários pelos dígitos da Otto - codificação no nível seis, antecidos pelo número 1 para simbolizar as estações fluviométricas. Ao fim dos sete dígitos caso exista apenas uma estação fluviométrica na Otto - bacia, completa-se a identificação com o número 5. À medida que novas estações por ventura possam ser inseridas na Otto - bacia caso sejam à montante automaticamente adicionaria o número 4 (decrecendo até o número 1). No caso da estação adicionada ser à jusante o código seria modificado do último algarismo pelo número 6 (crescendo até o valor de nove).

No nível seis as áreas codificadas são quantitativamente pequenas o que possibilita o emprego desta nova codificação sugerida (neste estudo de caso nenhuma Otto - bacia possuía mais de uma estação fluviométrica).

Codificação semelhante poderia ser empregada para os demais tipos de estações meteorológicas, modificando-se apenas o primeiro e o último algarismo de identificação. Esta codificação ajudaria sobremaneira os órgãos gestores quanto à agilidade da informação, somente com sua simples identificação.

4. CONCLUSÃO

Comparando a codificação no nível seis da Agência Nacional de Águas com a codificação obtida a partir de um MDEHC gerado de uma base de dados SRTM pode-se concluir que o nível de detalhamento obtido foi bem superior.

O nível oito de codificação pela metodologia de Otto Pfafstetter traz consigo grande gama de informações no nível geográfico e hidrológico. Este nível de codificação foi obtido a partir de uma hidrografia numérica gerada pelo acúmulo de 500 células numa escala aproximada de 1:250.000. Escalas maiores podem levar tranquilamente a um nível de codificação doze (Ex.: 1:25.000).

O rio principal da estação fluviométrica São João da Cachoeira Grande (55850000) foi Otto codificado como 7598.

Uma codificação de estações fluviométricas a partir da Otto - codificação pode ajudar a atribuir um número muito maior de informações, comparada com a codificação atual.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro concedido pelo Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), que viabilizou a realização deste trabalho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J.M.P.; CASTRO, P.T.A. *“Influência de feições geológicas na morfologia da bacia do rio Tanque (MG) baseada no estudo de parâmetros morfométricos e análise de padrões de lineamentos.”* Revista Brasileira de Geociências, v. 33, n.2, 2003, p. 117 – 127.

BARBOSA, F.L.R, SILVA, M. A., TEIXEIRA, A.A. *“Delimitação de ottobacias a partir de modelo digital de elevação hidrológicamente consistente para a bacia do Verde Grande.”* Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, INPE, 2007.

ELESBON, A.A.A. *“Utilização de sistemas de informação geográfica na regionalização de vazões-estudo de caso: bacias dos rios Mucuri, Itaúnas e São Mateus.”* Dissertação de Mestrado na Universidade Federal do Espírito Santo, 2004, 129 p.

GALVÃO, W. S. e MENESES, P. R. *“Avaliação dos sistemas de classificação e codificação das bacias hidrográficas brasileiras para fins de planejamento de redes hidrométricas.”* Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 2005, p. 2511-2518.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. *Novo dicionário geológico-geomorfológico*. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 1997, 648 p.

LIMA, W.P. *Princípios de Hidrologia Florestal para o manejo de bacias hidrográficas*. São Paulo: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1986. 242p.

MEDEIROS, L.C. “*Densidade de estabelecimentos agropecuários por bacia hidrográfica e o uso da terra.*” Revista Mirante, v. 01, 2007, Goiânia, p. 1-12.

OLIVEIRA, F.A. “*Procedimentos para aprimorar a regionalização de vazões: estudo de caso da bacia do Rio Grande.*” Dissertação de Mestrado no Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2008, 173p.

PFAFSTETTER, O. *Classificação de Bacias Hidrográficas – Metodologia de Codificação*. Rio de Janeiro, RJ: Departamento Nacional de Obras de Saneamento (DNOS), 1989, p. 19.

RUBERT, O.A.V. “*Codificação automática de regiões hidrográficas utilizando Sistemas de Informações Geográficas.*” Dissertação de Mestrado no Departamento de Engenharia Agrícola na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2000, 67 p.

RODRIGUEZ, R.D.G. *Tese de doutorado*. Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. 181 p, 2008.

SILVA, N.S., RIBEIRO, C.A.S.S., BARROSO, W.R. “*Sistema de Otto - codificação modificado para endereçamento de redes hidrográficas.*” Revista Árvore, Viçosa-MG, v.32, n.5, 2008. p.891-897.

TUCCI, C.E.M. *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. Porto Alegre, 2ª Ed., Editora da Universidade/UFRGS. 1997. 943p.