

**CODIFICAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS PELO  
MÉTODO DE OTTO PFAFSTETTER  
Aplicação na ANA**

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>LISTA DE FIGURAS.....</b>                                      | <b>3</b>  |
| <b>LISTA DE ANEXOS.....</b>                                       | <b>3</b>  |
| <b>APRESENTAÇÃO.....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>INTRODUÇÃO.....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>1 CODIFICAÇÃO OFICIAL DE BACIAS BRASILEIRAS.....</b>           | <b>6</b>  |
| <b>2 A BASE HIDROGRÁFICA OTTOCODIFICADA.....</b>                  | <b>6</b>  |
| <b>3 DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO HIDROGRÁFICA.....</b> | <b>8</b>  |
| <b>4 CODIFICAÇÃO DE BACIAS DE OTTO PFASFSTETTER.....</b>          | <b>10</b> |
| <b>5 IMPLEMENTAÇÃO COMPUTACIONAL.....</b>                         | <b>21</b> |
| <b>6 CAPACITAÇÃO.....</b>   | <b>22</b> |
| <b>7 COMO OBTER A BHO DA ANA.....</b>                             | <b>22</b> |
| <b>8 LEITURAS COMPLEMENTARES.....</b>                             | <b>23</b> |
| <b>ANEXOS.....</b>  | <b>24</b> |

### **LISTA DE FIGURAS**

- Figura 1 - A BHO combina basicamente dois temas: hidrografia unifilar e áreas de contribuição
- Figura 2 - Curso d'água principal da bacia do rio Trombetas
- Figura 3 - Determinam-se os quatro tributários com maior área de contribuição
- Figura 4 - As quatro maiores áreas de contribuição recebem os dígitos pares 2, 4, 6 e 8
- Figura 5 - Interbacias recebem códigos ímpares: 1, 3, 5, 7, e 9
- Figura 6 - Detalhe ampliado mostrando a interbacia R5
- Figura 7 - Bacia codificada no nível 4
- Figura 8 - Passando para o próximo nível de codificação na interbacia R3
- Figura 9 - As quatro maiores bacias recebem os dígitos pares de jusante para montante
- Figura 10 - Interbacias recebem os dígitos ímpares
- Figura 11 - Detalhe ampliado mostrando a interbacia R33
- Figura 12 - Aspecto final da codificação da interbacia R3 no nível 5

### **LISTA DE ANEXOS**

- Anexo I - Artigo Otto Pfafstetter (1989)
- Anexo II - Resolução ANA nº 399/2004
- Anexo III - Resolução CNRH nº 30/2002

## APRESENTAÇÃO

A Superintendência de Gestão da Informação – SGI da Agência Nacional de Águas – ANA, por intermédio de sua Gerência de Informações Geográficas – GEGEO, vem oferecer aos interessados na gestão de Recursos Hídricos um texto explicativo acerca de uma de suas metodologias mais importantes: a codificação de bacias hidrográficas de Otto Pfafstetter.

O trabalho apresenta a codificação de Otto Pfafstetter inserindo-a no contexto das atividades desenvolvidas pelos componentes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH em geral e, em particular, da ANA, mostrando a sua importância no dia a dia dos profissionais da agência e na evolução dos métodos adotados pelo sistema.

## INTRODUÇÃO

A gestão de Recursos Hídricos (RH) é uma atividade humana que praticamente se confunde com a civilização. É componente fundamental no desenvolvimento da agricultura incipiente dos assentamentos da Mesopotâmia, que extraíam as águas dos quase lendários rios Tigre e Eufrates. Os egípcios construíram sua civilização ao sabor das variações do nível do Nilo, explorando, através de canais, a capacidade do rio de irrigar suas lavouras. Os romanos, por sua vez, têm entre os maiores orgulhos de sua engenharia os seus aquedutos. Maias, Astecas e outros povos podem ter sido subjugados pela má gestão, contaminação e/ou escassez de seus Recursos Hídricos. Onde quer que haja agrupamentos humanos, a água desempenha um papel fundamental, podendo decidir o destino dessas comunidades.

Hoje, felizmente, nós não jogamos mais os dejetos na rua para serem carregados pela chuva, como era prática na maioria das urbes até o século XIX (embora haja pessoas que o façam com sofás e pneus), fazemos um uso cada vez mais intensivo, múltiplo e potencialmente conflituoso dos nossos rios e a gestão das águas vem se tornando cada vez mais sofisticada para acompanhar esse aumento de complexidade. As bacias hidrográficas vêm se tornando uma unidade territorial cada vez mais importante na gestão não apenas dos Recursos Hídricos, mas nas

políticas de meio ambiente e na gestão territorial de uma maneira geral.

Dentre os métodos necessários ao desenvolvimento da gestão de RH destacam-se os de codificação de bacias hidrográficas. Diversos métodos vêm sendo propostos ao longo do tempo tais como o utilizado pelo antigo Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica – DNAEE para codificar as estações fluviométricas. Nele o Brasil foi dividido em 8 grandes bacias numeradas de 1 a 8 e estas foram divididas cada uma em 10 sub-bacias (0-9). As estações são então codificadas com o primeiro dígito correspondendo à bacia, o segundo à sub-bacia, os três seguintes correspondendo ao número da estação sendo que essa numeração começa nas cabeceiras e aumenta em direção à foz da bacia. Existem mais três dígitos no final do código a serem usados para acomodar novas estações que forem instaladas após a codificação inicial. Esse método tem a desvantagem de não se propor a detalhar as bacias em níveis menores.

O método de Otto Pfafstetter foi primeiramente proposto por ele como forma de organizar os arquivos de projetos do Departamento Nacional de Obras de Saneamento – DNOS. Ganhou importância 20 anos depois ao atrair a atenção do Programa Nacional de Irrigação – PRONI que buscava, à época, organizar o Cadastro dos Sistemas de Irrigação do Brasil. Em 1989 Pfafstetter escreve o artigo, que, embora não publicado, tornou-se referência, no qual ele descreve seu método, aplicando-o às bacias da América do Sul.

A partir daí, o método desperta o interesse de diversos países. Foi aplicado para os Estados Unidos pela United States Geological Survey – USGS; é recomendado pelo GIS Working Group no âmbito da “Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive”, que tem por objetivo harmonizar as políticas de recursos hídricos dos países da União Europeia e, como resultado, foi desenvolvida uma base de dados denominada “CCM – River and Catchment Database”, que já se encontra em sua versão 2.1.

As características principais que atraem a atenção para a codificação de Otto Pfafstetter são: tratar-se de um método que permite a hierarquização da rede hidrográfica; a topologia da rede está embutida no código; ser de aplicação global; ser de fácil implementação computacional e, conseqüentemente, interagir bem com

Sistemas de Informação Geográfica – SIGs.

## 1 CODIFICAÇÃO OFICIAL DE BACIAS BRASILEIRAS

Em 1997 é publicada a Lei 9.433, que institui o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SINGREH, e, entre outras medidas, cria o Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, que começa a funcionar em 1998. No ano 2000, é criada a Agência Nacional de Águas por meio da Lei 9.984. Atentos às vantagens da codificação de Otto e necessitando estabelecer as bases para a implantação da recém-criada Política Nacional de Recursos Hídricos, o CNRH estabelece em 2002, por meio de sua Resolução nº 30/2002, que o método de Otto Pfafstetter passa a ser a codificação oficial de bacias hidrográficas no Brasil. Nessa resolução é estabelecida uma divisão de bacias para a América do Sul, a qual serviu de ponto de partida para a construção da Base Hidrográfica Ottocodificada da ANA, cuja primeira versão foi publicada em dezembro de 2006.

## 2 A BASE HIDROGRÁFICA OTTOCODIFICADA

Uma vez definida a codificação de Otto como oficial, passou-se a desenvolver os meios para aplicar esse método a uma base hidrográfica nacional que desse suporte às diversas atividades necessárias à gestão de RH.

Diante dos insumos disponíveis à época decidiu-se, para construção da referida base, optar pela adoção da escala do milionésimo do mapeamento sistemático oficial brasileiro, pois esta escala abrangia todo o país e estava em formato vetorial. Optou-se também por traçar os divisores de água, para delimitação das áreas de contribuição hidrográfica, usando o método chamado *equidistância* entre os trechos da rede de drenagem, uma vez que não estava disponível um Modelo Digital de Elevação – MDE que permitisse a delimitação de bacias mais realistas. O modelo digital de superfície resultante do projeto Shuttle Radar Topography Mission – SRTM, que hoje é tão popular, foi publicado pela NASA no decorrer do processo, mas ainda não havia sido validado pela comunidade científica.

Com o apoio da COPPE/UFRJ, em 2004, sob a coordenação do engenheiro Flávio Lyra, a ANA desenvolve a metodologia que levaria à primeira versão da Base

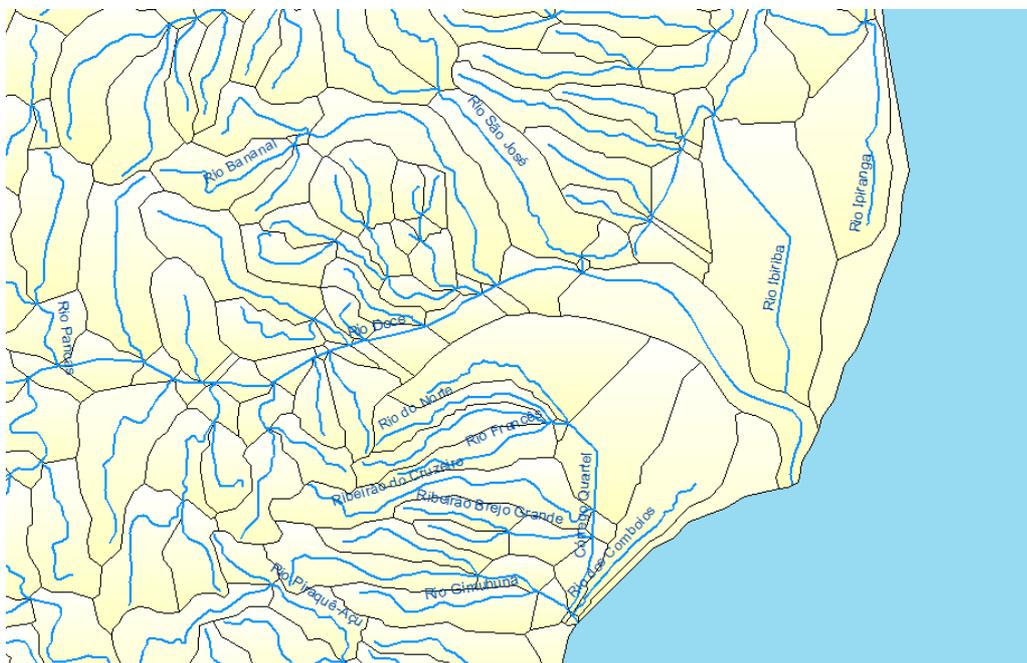
Hidrográfica Ottocodificada, consistindo de tratamento topológico da rede hidrográfica; determinação das áreas de contribuição (por equidistância); codificação das bacias e trechos; e sistematização de nomes dos rios.

Não apenas é elaborada a base de dados geográficos, propriamente dita, mas também, uma implementação computacional dos métodos necessários à construção dessa base, de modo que outras bases pudessem ser construídas usando essas ferramentas.

Essa base é então constituída de dois temas principais: a hidrografia unifilar e as respectivas áreas de contribuição. A Figura 1 mostra a combinação entre os dois temas: a cada trecho corresponde uma área de contribuição.

Os especialistas da Agência Nacional de Águas costumam se referir a essas áreas de drenagem individuais, por trecho de drenagem, como **ottobacias**, porque são elas que recebem o código de Otto.

Figura 1 - A BHO combina basicamente dois temas: hidrografia unifilar e áreas de contribuição



Era necessário definir uma unidade de análise que permitisse determinar sistematicamente o domínio dos rios segundo a Constituição de 1988. Com essa finalidade, é editada a Portaria 707/1994 do DNAEE, que estabelece como unidade

de análise o chamado *curso d'água*. O anexo da portaria definia o curso d'água como sendo composto pelos trechos com o mesmo nome, e, a partir do ponto onde o nome do rio deixasse de constar nas cartas topográficas oficiais, deveriam ser considerados os trechos com a maior área de contribuição. Isso trazia uma série de ambiguidades e necessidades de tratamento manual para a determinação dos cursos d'água.

A ANA, posteriormente, emite a Resolução 399/2004, que modifica o item 5 do anexo da Portaria 707/1994, estabelecendo que o curso d'água principal da bacia é composto pelos trechos de maior área de contribuição, analisados de jusante para montante, a cada confluência, independentemente do nome. Estabelece-se, assim, um critério mais objetivo, reproduzível, uniforme e passível de automatização. Esta definição é perfeitamente compatível com o método de Otto Pfafstetter, o que facilita a sua adoção como codificação oficial de bacias brasileiras.

### **3 DETERMINAÇÃO DAS ÁREAS DE CONTRIBUIÇÃO HIDROGRÁFICA**

Determinar as áreas de contribuição da hidrografia sempre foi, e ainda é, um desafio. Embora haja métodos consagrados e bem definidos, eles sempre esbarram na falta de qualidade dos dados.

Desde sempre a informação altimétrica da cartografia é muito mais cara e de difícil obtenção que a informação planimétrica, daí decorre um desbalanceamento entre a quantidade e qualidade no traçado dos rios em relação às curvas de nível numa mesma carta.

Para superar essa dificuldade, a ANA, com o apoio da COPPE/UFRJ, desenvolveu um método para traçar divisores de água aproximados, resultantes de mapas de distância entre os trechos da drenagem. Por esse método, o divisor é posicionado a meio caminho entre os dois cursos d'água mais próximos. Esse método é conhecido como “equidistância” entre os trechos de drenagem e foi utilizado para a construção da primeira versão da Base Hidrográfica Ottocodificada, publicada em 2006 pela ANA.

Existem trabalhos que propõem que se abandone o critério de áreas substituindo-o pelo comprimento dos trechos, de modo a possibilitar a construção de bases

hidrográficas ottocodificadas, especialmente para escalas maiores, nas quais a obtenção de informação altimétrica é muito cara, estando fora do alcance de muitos projetos. No entanto, caso a informação altimétrica de qualidade não esteja disponível, é preferível que seja utilizado o método de equidistância, e não o comprimento dos trechos em substituição a sua área de drenagem.

As bacias determinadas por equidistância possuem a desvantagem de ter um desenho pouco realista se consideradas individualmente, podendo guardar grandes discrepâncias com as bacias reais. No entanto, o método apresenta resultados muito satisfatórios à medida que se agregam as áreas de contribuição hidrográfica individuais em bacias maiores. Os erros “para mais” de uma bacia são compensados por erros “para menos” das bacias vizinhas, resultando em uma compensação das discrepâncias, que possibilita estimativas cada vez mais precisas, à medida que se aumenta o número de bacias agregadas.

Outra situação em que o método de equidistâncias é útil é na delimitação de áreas de drenagem em regiões muito planas, onde os algoritmos de análise de escoamento superficial não conseguem extrair os divisores de água a partir dos MDEs existentes.

Atualmente vem sendo utilizado pela ANA o MDE SRTM com *pixel* de 90m. Ele possibilita um traçado mais realista do divisor de águas, no entanto, as discrepâncias entre o posicionamento das feições na cartografia oficial e as mesmas feições nesse MDE provocam uma série de erros que precisam de tratamento manual. Esse é o custo que se precisa pagar por uma representação mais fisiográfica das áreas de contribuição.

Por que então não abandonar a cartografia e gerar a hidrografia sintética a partir do modelo? Primeiramente, a Resolução 399/2004 define que as bacias serão determinadas com base nas cartas da Cartografia Sistemática Terrestre Básica. Isso limita bastante o uso que se pode fazer da hidrografia sintética pela ANA. Além disso, diversas tentativas vêm sendo feitas pelos especialistas em geoprocessamento da Agência nesse sentido, porém o SRTM é um modelo de superfície, ou seja, onde há vegetação, a altura representada no modelo será a da copa das árvores. Assim, a presença de mata ciliar resulta em altitudes erradas, que

provocam erros no traçado da drenagem, e, conseqüentemente, edições em profusão. O modelo GDEM, que foi elaborado por estereoscopia de imagens do satélite ASTER, por sua vez, além de ser também um modelo de superfície, como o SRTM, ainda registra a altitude de nuvens ao invés do solo e apresenta degraus de altitude nas junções entre órbitas adjacentes do satélite.

Ainda não existem soluções triviais para a geração de bacias. Para onde o analista se volte, há barreiras que o levam a empregar muitas de horas de trabalho para solucionar, principalmente, questões relativas aos dados disponíveis. Os algoritmos são maduros o bastante, porém não resistem às deficiências dos dados existentes.

Quanto aos algoritmos, a questão que se coloca atualmente, especialmente considerando a imensa extensão territorial sob a gestão da ANA, é que as suas implementações computacionais foram feitas para máquinas menores e para volumes de dados menores. Ou essas implementações não aproveitam o poder das máquinas atuais com múltiplos núcleos de processamento, ou não suportam as quantidades de dados envolvidas, ou ambos.

Concluindo esta seção: é necessário analisar, a cada caso, a disponibilidade de informações e sua qualidade para decidir que caminho tomar. Em geral a ANA tem utilizado a cartografia oficial, combinada com o SRTM, e muitas horas de edição para chegar ao traçado das suas áreas de drenagem.

#### **4 CODIFICAÇÃO DE BACIAS DE OTTO PFAFSTETTER**

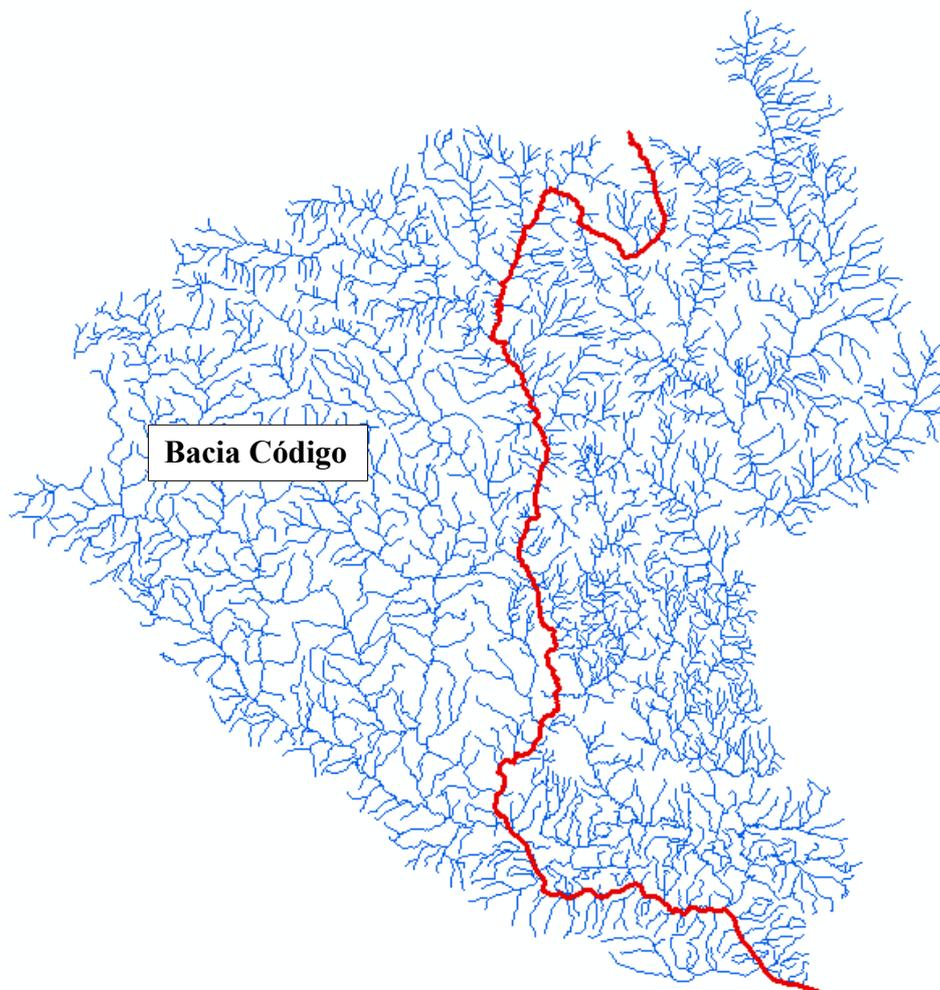
Tomemos como exemplo a bacia do rio Trombetas mostrada na Figura 2.

Essa bacia faz parte da bacia amazônica e traz na atual codificação da base hidrográfica da ANA o código 454. Vamos substituir esse código 454 por um código R para tornar o exemplo mais genérico. A partir do radical R são agregados à sua direita dígitos pares e ímpares de acordo com o processo descrito a seguir.

O método de Otto Pfafstetter inicia-se pela determinação do curso d'água principal da bacia a ser codificada. Essa determinação consiste em partir da foz da bacia e decidir, a cada confluência, qual o trecho de maior área de contribuição. Repetindo-se esse processo a cada confluência, vai-se agregando trechos ao curso

d'água principal até o trecho mais a montante. O rio destacado em vermelho na figura 2 é o resultado desse primeiro passo.

Figura 2 - Curso d'água principal da bacia do rio Trombetas

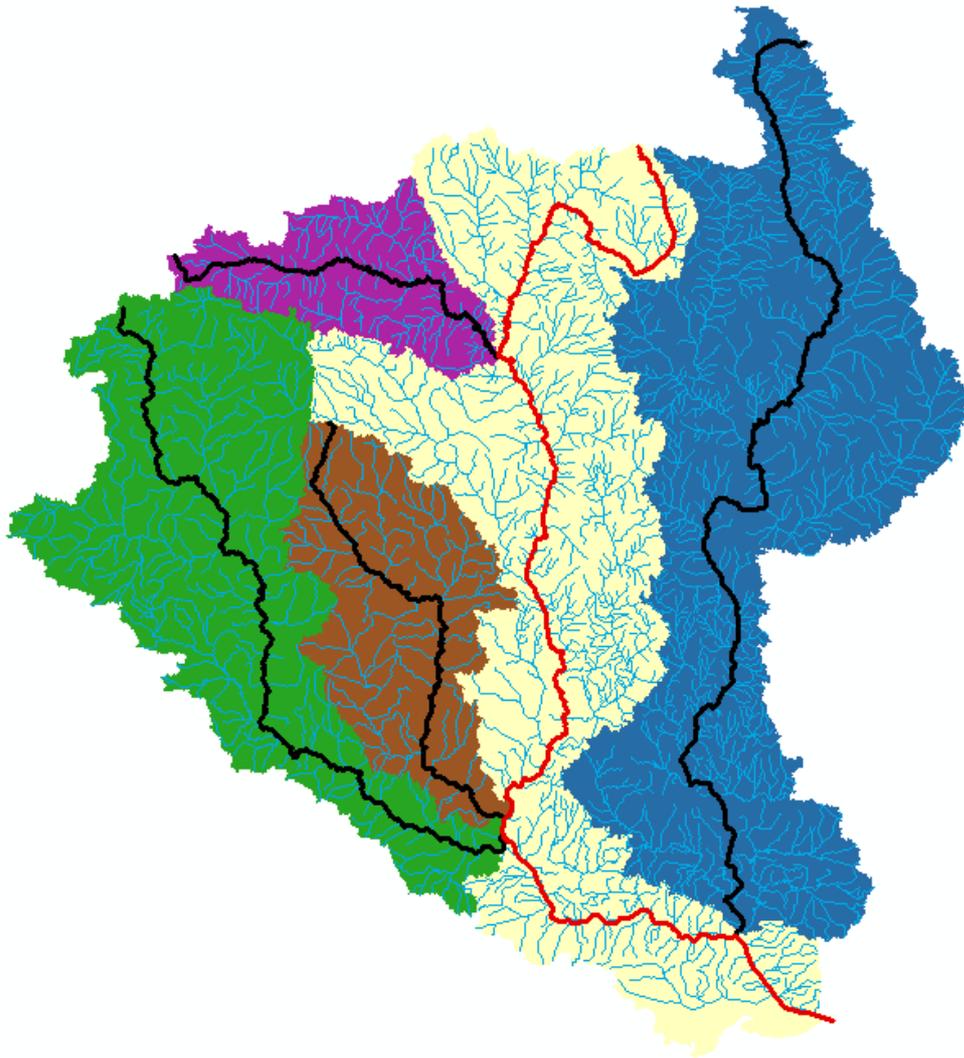


Em seu famoso artigo, Otto descreve esse processo como um procedimento visual, recorrendo-se ao planímetro apenas em caso de dúvida. Atualmente, usando as modernas técnicas de geoprocessamento, é necessário que previamente tenha sido determinada a área a montante de cada trecho em cada confluência. Tal procedimento é descrito em detalhes no texto *“Manual de Construção da Base Hidrográfica Ottocodificada da ANA”*, que se encontra disponível na Biblioteca Virtual da Agência (<http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/>).

Tomando o curso d'água principal como referência, determinam-se os quatro

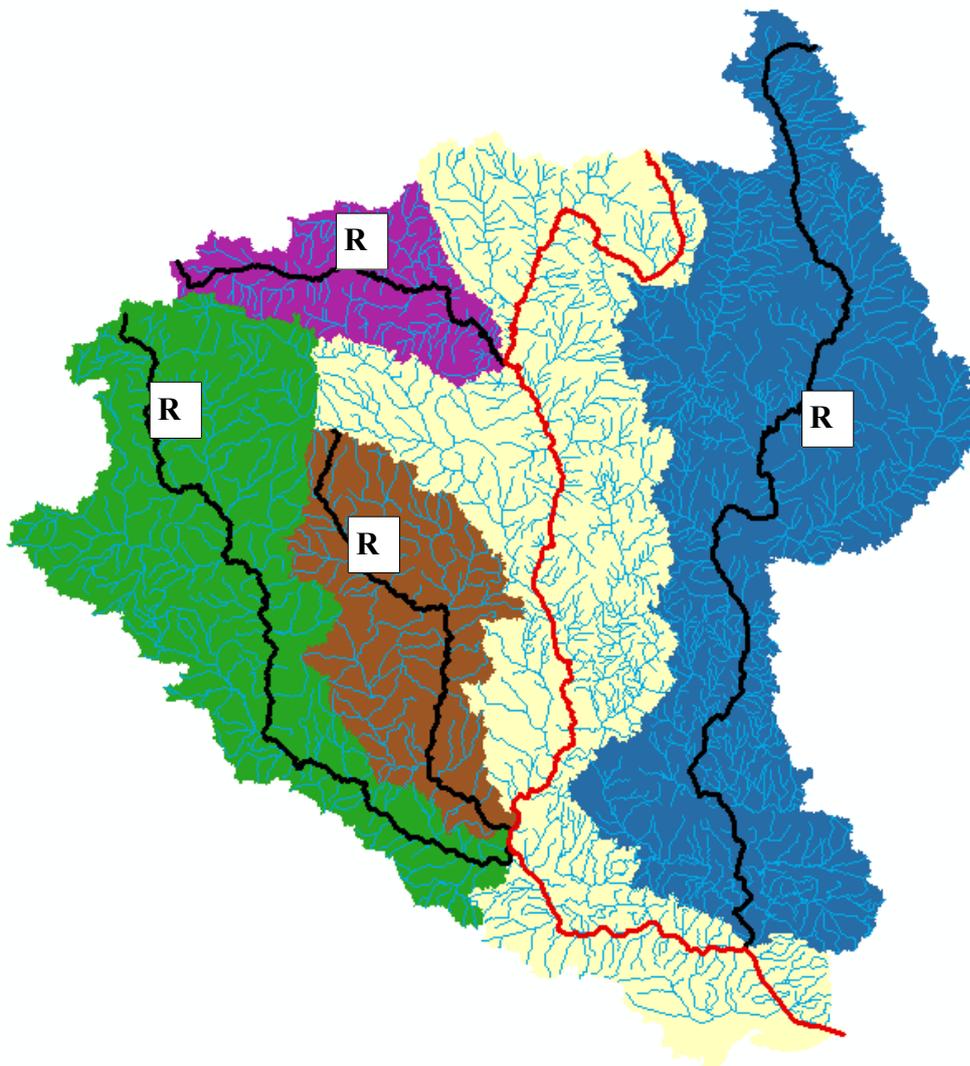
tributários com as maiores áreas de drenagem, tal como ilustrado na Figura 3.

Figura 3 - Determinam-se os quatro tributários com maior área de contribuição



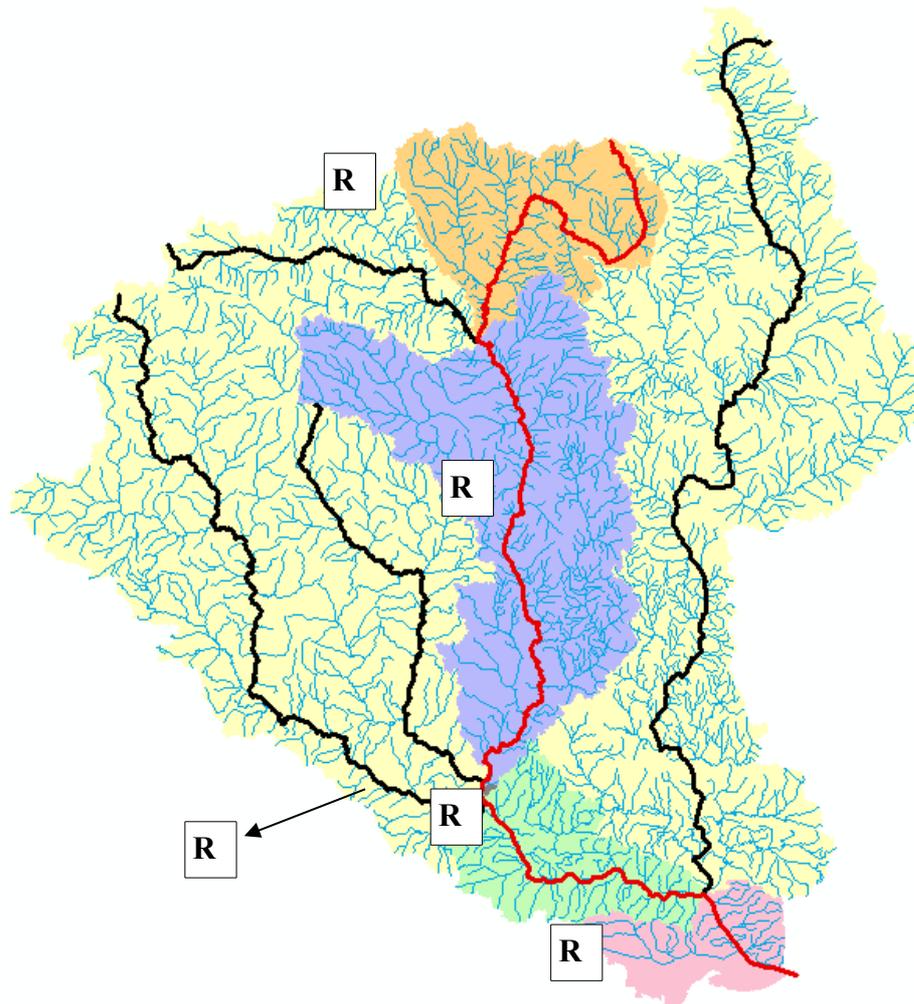
De jusante para montante, acrescentam-se os códigos 2, 4, 6 e 8 ao final do R para essas quatro maiores bacias.

Figura 4 - As quatro maiores áreas de contribuição recebem os dígitos pares 2, 4, 6 e 8



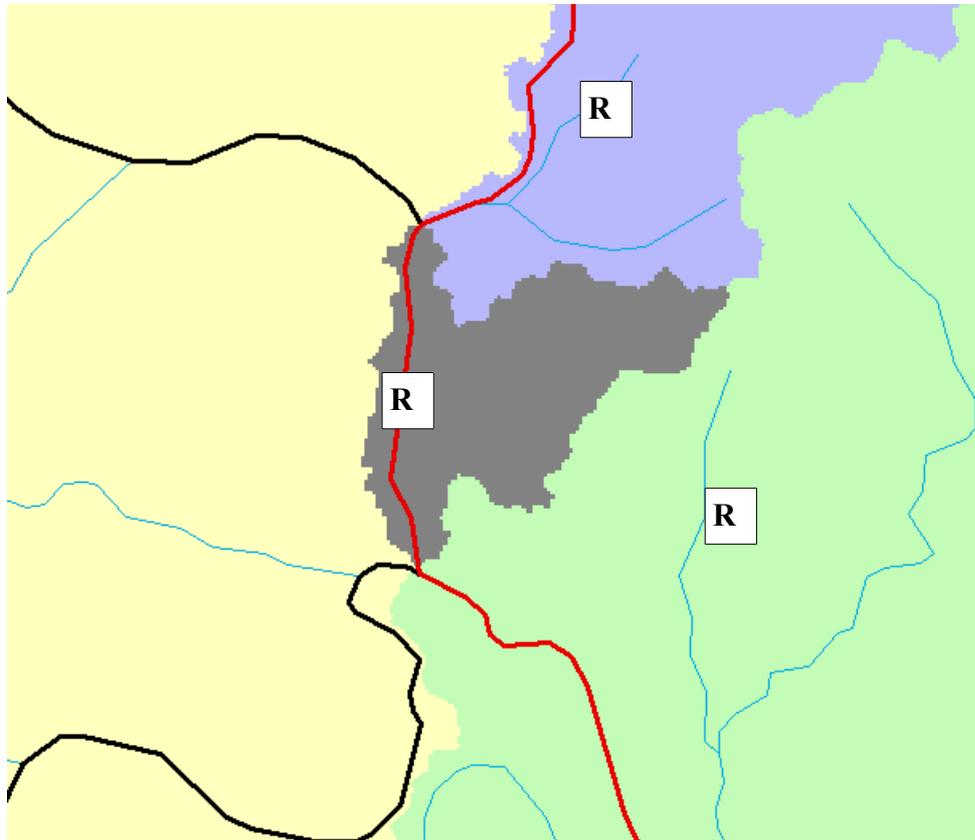
As áreas restantes contribuem diretamente para o curso d'água principal e são denominadas interbacias. Os quatro tributários principais dividem o rio em cinco trechos. As áreas de contribuição de cada um desses trechos recebem então os dígitos ímpares 1, 3, 5, 7, e 9, conforme ilustra a Figura 5.

Figura 5 - Interbacias recebem códigos ímpares: 1, 3, 5, 7, e 9



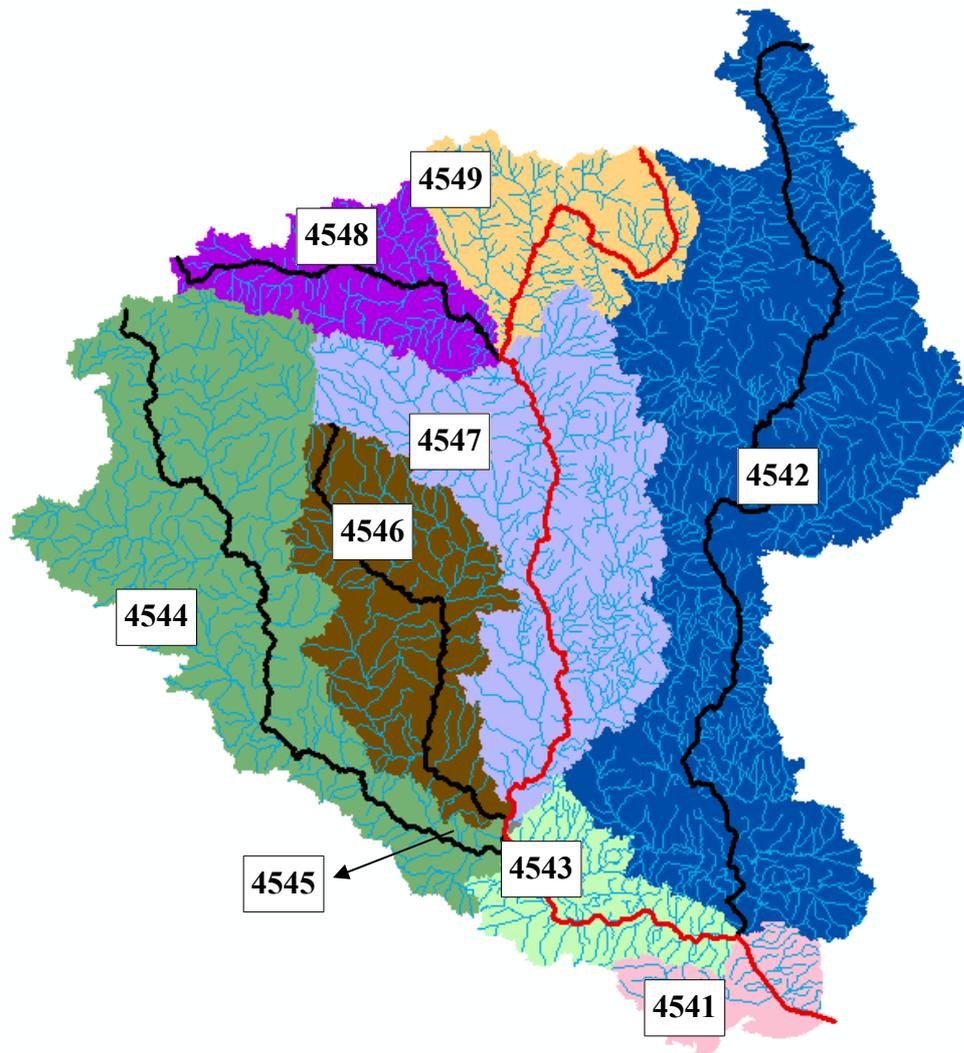
Note-se que, ao contrário das bacias (propriamente ditas), que possuem certa uniformidade nos seus tamanhos, as interbacias possuem tamanhos amplamente variáveis. Na escala da Figura 5, a interbacia R5 é praticamente invisível. A Figura 6 mostra essa interbacia em detalhe. Isso ocorre porque, segundo a lógica da codificação de Otto, o tamanho das interbacias é proporcional à distância entre os tributários que a limitam. No presente caso, uma vez que as barras dos tributários R4 e R6 são muito próximas, a interbacia 5 reduz-se a uma área diminuta.

Figura 6 - Detalhe ampliado mostrando a interbacia R5



Substituindo novamente o código R pelo código corresponde à bacia 454, teríamos nesse ponto a configuração de códigos mostrada na Figura 7. Uma vez que os códigos possuem 4 dígitos, essa codificação é dita de nível 4.

Figura 7 - Bacia codificada no nível 4

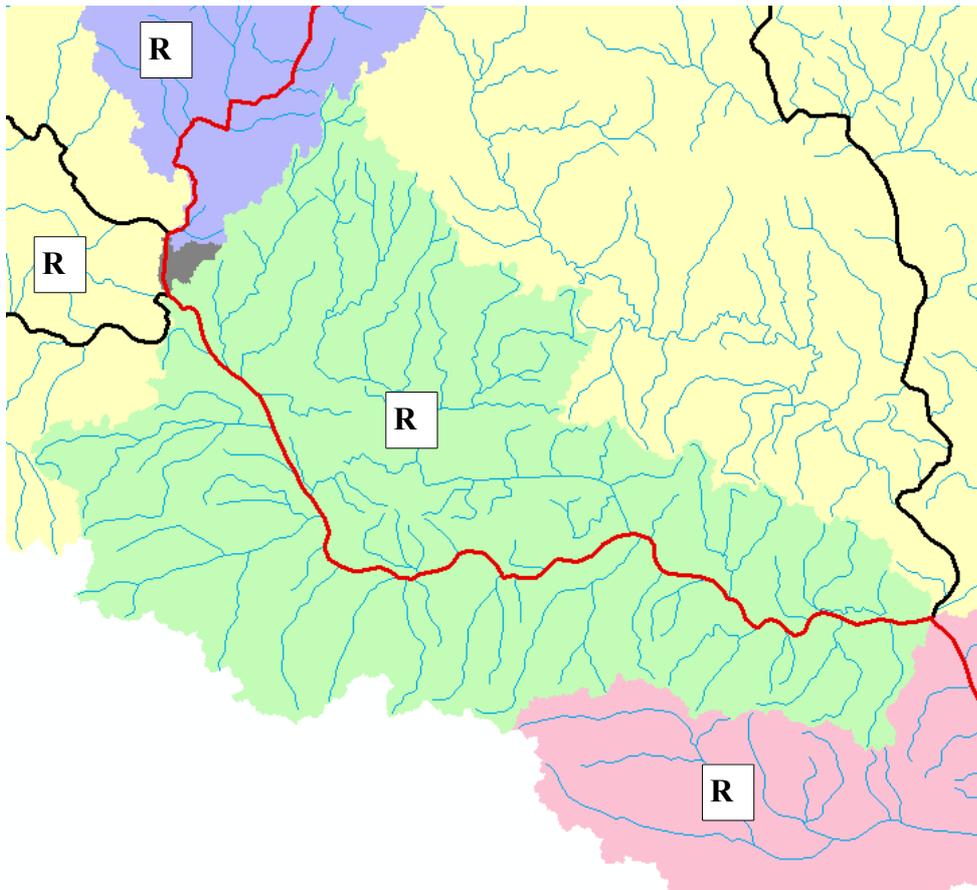


O processo deve ser repetido para cada uma das bacias e interbacias até que se esgotem os tributários. Observe-se que no caso da interbacia 4545, não é possível detalhar mais, pois não há tributários. Essa interbacia só será detalhada se for feita para ela uma representação em escala maior.

Tomemos como exemplo o detalhamento da interbacia 4543, ou R3, para o próximo nível. O curso d'água principal já vem determinado da etapa anterior, pois se trata de

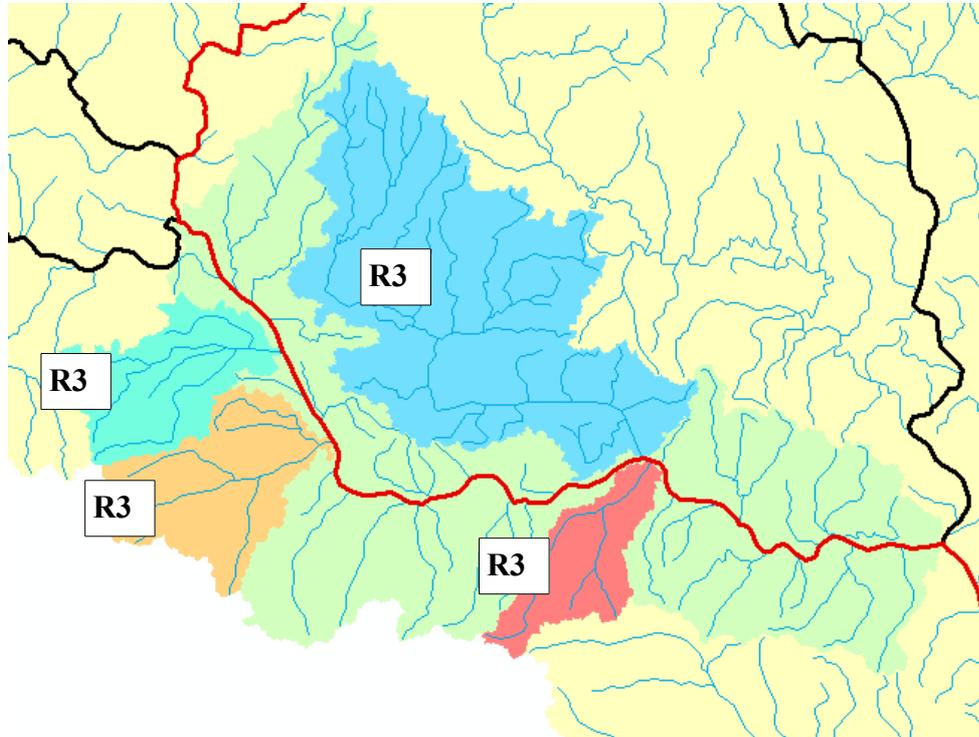
uma interbacia (Figura 8).

Figura 8 - Passando para o próximo nível de codificação na interbacia R3



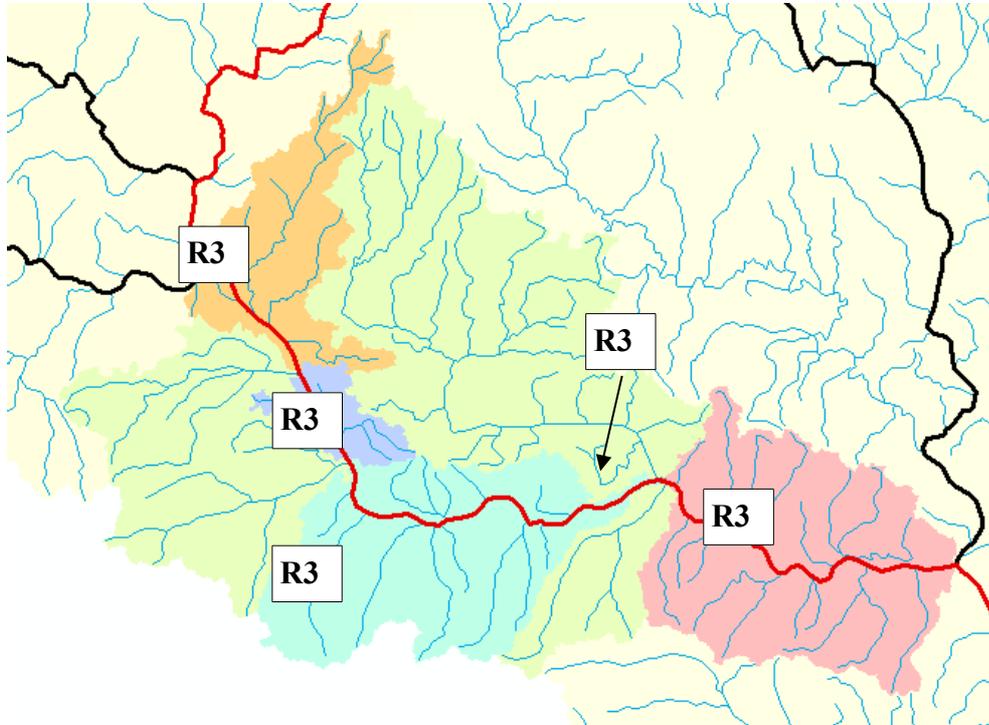
As quatro bacias de maior área recebem ao final do código R3 os dígitos 2, 4, 6 e 8, de jusante para montante, da mesma forma como feito para o nível anterior. A situação é mostrada na Figura 9.

Figura 9 - As quatro maiores bacias recebem os dígitos pares de jusante para montante



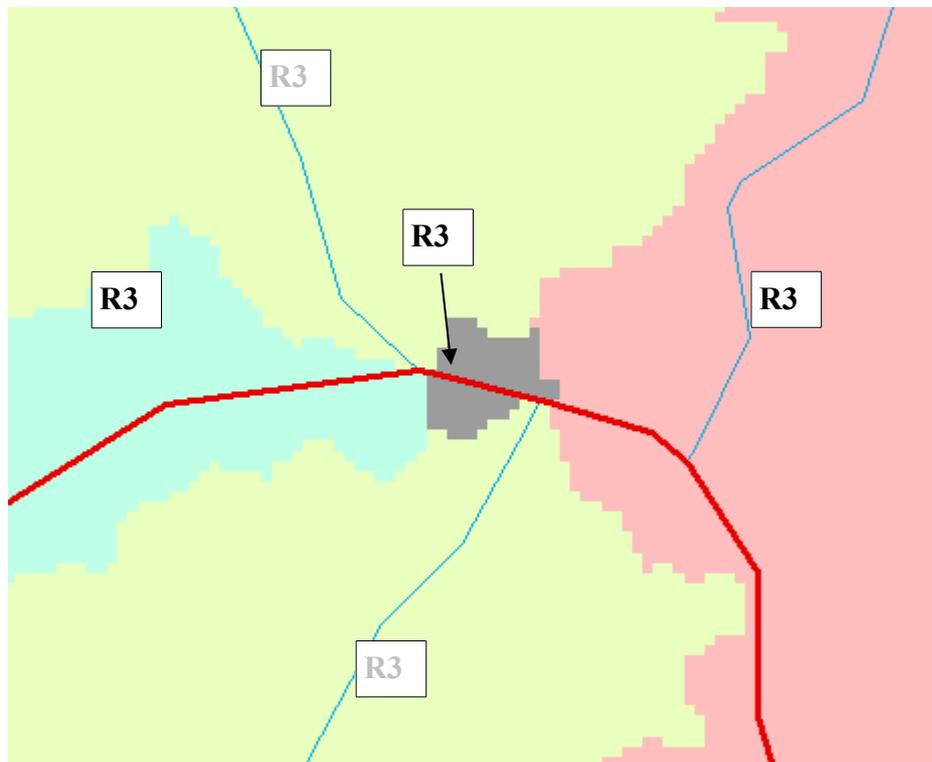
As áreas de contribuição delimitadas por estes quatro tributários são as interbacias e recebem os dígitos ímpares, tal como ilustrado na Figura 10.

Figura 10 - Interbacias recebem os dígitos ímpares



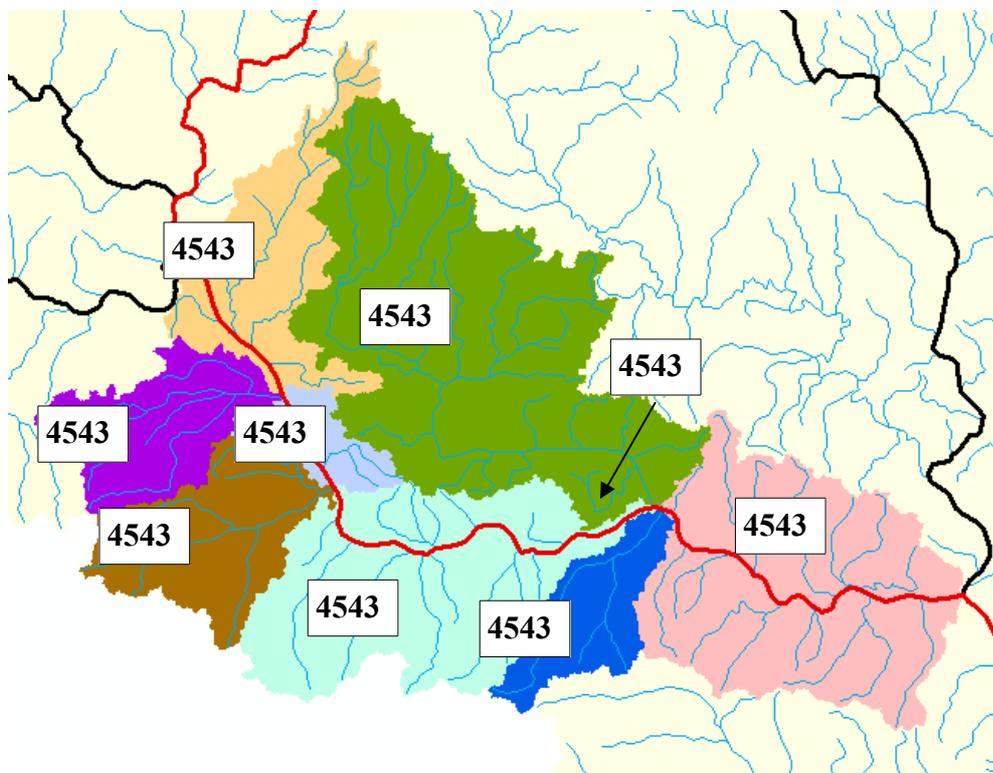
De maneira semelhante ao que ocorreu no nível anterior, as barras dos tributários 2 e 4 são muito próximas, conseqüentemente, a interbacia que fica entre eles, que recebe o código 3, é extremamente reduzida em área (Figura 11).

Figura 11 - Detalhe ampliado mostrando a interbacia R33



Substituindo o radical R pelo código 454 teríamos a configuração final da codificação no nível 5 para a interbacia em pauta (Figura 12).

Figura 12 - Aspecto final da codificação da interbacia R3 no nível 5



O processo se repete até que os cursos d'água principais das bacias não possuam tributários, ou, dito de outra forma, até que as bacias correspondam a apenas um trecho de hidrografia.

Uma vez dado o código à bacia, ou ottobacia, esse código pode ser utilizado para outras finalidades, dando origem a códigos derivados, tal como ocorre com os trechos de drenagem que recebem o código de sua ottobacia correspondente, ou com os cursos d'água que recebem a parte esquerda do código de suas ottobacias componentes até o último número par. Está em estudo pela ANA, a codificação das estações da rede hidrometeorológica e das massas d'água (lagos, reservatórios, etc.) usando o método de Otto.

## 5 IMPLEMENTAÇÃO COMPUTACIONAL

Realizar esse procedimento manualmente seria extremamente penoso, inexecutável em prazos operacionais e com grande vulnerabilidade a erros. A ANA desenvolveu uma implementação computacional deste e de outros processos que

levam à construção da Base Hidrográfica Ottocodificada.

Encontra-se no sítio eletrônico da Agência um manual que descreve passo a passo o trabalho de construção de uma Base Hidrográfica Ottocodificada. Os interessados podem solicitar os aplicativos à Superintendência de Gestão da Informação – SGI, por intermédio de sua Gerência de Informações Geográficas – GEGEO pelo e-mail [gegeo@ana.gov.br](mailto:gegeo@ana.gov.br) e acessar o manual no endereço:

[http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/arquivos/20071214094450\\_MANUAL\\_DE\\_CONSTRUCAO\\_DA\\_BASE\\_v2\\_0.pdf](http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/arquivos/20071214094450_MANUAL_DE_CONSTRUCAO_DA_BASE_v2_0.pdf)

## **6 CAPACITAÇÃO**

A ANA oferece capacitação aos entes do SINGREH de modo que possam ser elaboradas bases hidrográficas ottocodificadas dedicadas às necessidades específicas desses agentes. Os interessados em desenvolver suas próprias bases e, eventualmente, incorporá-las ao SNIRH, podem entrar em contato com a Superintendência de Apoio à Gestão de Recursos Hídricos – SAG, por intermédio de sua Gerência de Capacitação – GECAP pelo e-mail [gecap@ana.gov.br](mailto:gecap@ana.gov.br) para solicitar a participação nos cursos oferecidos pela Agência.

## **7 COMO OBTER A BHO DA ANA**

A ANA fornece a sua base hidrográfica livremente aos interessados, bastando cadastrar-se no endereço:

<http://www.ana.gov.br/bibliotecavirtual/login.asp?urlRedir=/bibliotecavirtual/solicitacaoBaseDados.asp>

Neste endereço é possível obter:

- O tema em formato de linhas representando a hidrografia;
- O tema em formato de polígonos representando as áreas de contribuição por trecho;
- Ottobacias agregadas por níveis de 1 a 6.

Os metadados para estes temas (e outros produzidos ou gerenciados pela ANA)

podem ser encontrados nos endereços:

- Hidrografia unifilar:

<http://metadados.ana.gov.br:8080/geonetwork/srv/pt/metadata.show?id=43>

- Bacias agregadas:

<http://metadados.ana.gov.br:8080/geonetwork/srv/pt/metadata.show?id=47>

Dúvidas e sugestões devem ser encaminhadas à Gerência de Informações Geográficas – GEGEO/SGI pelo telefone 2109-5530 ou pelo e-mail [gegeo@ana.gov.br](mailto:gegeo@ana.gov.br).

## 8 LEITURAS COMPLEMENTARES

1. Artigo de Og Arão aplicando a codificação de Otto Pfafstetter a uma rede hidrográfica brasileira:

[https://docs.google.com/file/d/0BxrVnEz0\\_bMnZGNkNTcxYjgtMWE0Mi00ZDc3LTg0MjAtY2U3NTg3MmY3MjFj/edit?pli=1](https://docs.google.com/file/d/0BxrVnEz0_bMnZGNkNTcxYjgtMWE0Mi00ZDc3LTg0MjAtY2U3NTg3MmY3MjFj/edit?pli=1)

2. Artigo de Verdin e Verdin aplicando a codificação de Otto Pfafstetter a bacias da Terra usando o MDE GTOPO30:

<http://web.cs.swarthmore.edu/~adanner/cs97/f06/pdf/VerdinPfafstetterJofH.pdf>

3. Tese de doutorado de Alexandre Amorim Teixeira – Instituto de Geociências – UnB:

<https://docs.google.com/folder/d/0Bzw0mesylhImeGxlekYzQlhnTGs/edit>

4. Texto de Lager e Vogt analisando a aplicação da codificação de Otto Pfafstetter para as bacias da Europa:

<http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/02626667.2010.490786>

## ANEXOS

## ANEXO I – Artigo Otto Pfafstetter (1989)

### CLASSIFICAÇÃO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

#### METODOLOGIA DE CODIFICAÇÃO

OTTO PFAFSTETTER

#### **1 . INTRODUÇÃO**

A classificação de rios normalmente se baseia na numeração crescente dos afluentes de um rio principal da jusante para montante. Quando se entra num afluente, passa-se a um curto grupo de numeração, separado do anterior, por um ponto.

Havendo necessidade de prever a inclusão futura de maior número de afluentes de um mesmo rio principal, conforme se aumenta o detalhe da classificação para uma escala cartográfica maior, é necessário reservar razoável número de dígitos para a numeração de dígitos para a numeração dos rios de um mesmo nível de ramificação de drenagem e de grande extensão em área, normalmente dois dígitos para cada nível de ramificação acabam se demonstrando insuficientes.

Deste modo, se necessita de números de classificação muito longos para identificar cursos d'água pequenos, de alto nível de afluência, perdendo-se grande parte da numeração para rios não classificados.

O **PRONI** ( PROGRAMA NACIONAL DE IRRIGAÇÃO ), tendo em vista o Cadastro dos sistemas de Irrigação do Brasil, se interessou pelo desenvolvimento de uma classificação de bacias hidrográficas ideada no **D.N.O.S.** pelo autor deste artigo a cerca de 20 anos para a organização do arquivo técnico de desenhos do projeto.

Esta classificação, descrita em seguida, tira total proveito dos dez algarismos do sistema decimal em cada dígito da numeração dos rios, dando prioridade às

bacias de maior extensão. Deste modo, o número de identificação de cursos d'água, mesmo quando são muito pequenos, apresenta número reduzido de dígitos. Além desta vantagem, permite definir, sem ambigüidade, a posição de tomadas d'água ou de postos fluviométrico ao longo dos rios, indicando automaticamente a posição de um em relação aos outros, assim como, as Bacias Hidrográficas situadas a montante. O sistema permite um fácil manuseio dos dados em computador.

Para obter um satisfatório significado hidrológico, a classificação das bacias deve se basear na configuração natural do sistema de drenagem, abstraindo-se da divisão política dos países. Assim os rios do Brasil devem ser classificados considerados o conjunto da América do Sul.

## **2 . METODOLOGIA**

Para um melhor aproveitamento dos dez algarismos do sistema decimal, em cada dígito do número de identificação de um rio de sua Bacia hidrográfica, reservou-se os números pares **2, 4, 6 e 8** para os rios de maior importância num determinado nível de ramificação .

A importância de um curso d'água nesta classificação é medida pela área de sua Bacia Hidrográfica. Hidrologicamente, o curso d'água mais importante deveria ser o de maior deflúvio anual, o que exigiria o conhecimento de um histórico longo das descargas de cada rio na sua foz, tornando a classificação impraticável.

Como em geral os deflúvios anuais dos rios são aproximadamente proporcionais às áreas das suas bacias hidrográficas, escolheu-se esta característica como base da classificação. A área da bacia é perfeitamente definida, bastando recorrer a Cartas geográficas em escalas apropriadas.

Somente no caso de regiões com grande variação climática dentro da mesma bacia global, como acontece nas regiões costeiras do Brasil ao norte do rio Jequitinhonha até o rio Parnaíba, a diversidade de pluviosidade pode originar afluentes mais caudalosos que com maior área de drenagem.

Em qualquer nível de classificação, se separa os quatro afluentes com maior bacia de drenagem, seguido ao longo do rio principal de jusante para montante.

Para este procedimento, define-se em cada bifurcação fluvial, o afluente como sendo o curso d'água de menor área de drenagem, e o rio principal, aquele de maior área de drenagem. Por vezes a tradição local ou a designação nas cartas geográficas não obedece a este critério, porém, para uniformidade dos trabalhos deverá sempre ser mantida esta convenção.

Os quatro afluentes maiores em cada nível de ramificação receberão em ordem de jusante para montantes os números pares **2, 4, 6 e 8**, respectivamente .

Os quatro maiores afluentes de cada um destes rios já numerados, receberão de igual maneira os números pares acrescentados à direita dos números da bacia principal de ordem imediatamente inferior à qual elas pertencem. Assim temos, por exemplo, as bacias, **62, 64, 66 e 68**, como afluentes de jusante para montante da bacia global **60** ( ver a Bacia do Rio São Francisco na Figura nº 2 ). Do mesmo modo prossegue a numeração dos quatro afluentes maiores em cada nível de ramificação.

Assim normalmente 7 dígitos são suficientes para designar mesmo menores bacias hidrográficas possíveis de serem isoladas em cartas na escala de **1:250.000**, com áreas de no mínimo 10 km<sup>2</sup>, aproximadamente .

Todos os outros afluentes menores de um mesmo rio principal são grupados em cinco áreas que designaremos por “ INTERBACIAS ”. Estas interbacias receberão a numeração ímpar **1, 3, 5, 7 e 9** de jusante para montante .

Os limites de cada interbacia são os divisores d'água das duas Bacias principais contíguas e os divisores d'água que separam as partes a montante e a jusante da foz e em margem oposta a estes dois afluentes principais. Eventualmente o divisor d'água principal limita uma parte da área das interbacias. Assim temos no exemplo anterior as interbacias **61, 63, 67 e 69**.

Na classificação dos afluentes de ordem superior, são separadas em cada interbacias os quatro maiores rios de ambas as margens do rio principal. Estes rios recebem um número adicional par **2, 4, 6 e 8**, em ordem de jusante para montante, seguido o número ímpar da interbacia da qual fazem parte. No rio Parnaíba, por exemplo, bacia **562** ( ver figura nº 3 ), terá os afluentes **5622, 5624, 6626 e 5628** de jusante para montante ao longo do rio principal de designação **5620**. Restam assim as interbacias de ordem superior **5621, 5623, 5625, 5627 e 5629**, separadas pelas

referidas bacias. As interbacias assim como as respectivas bacias principais podem ser subdivididas em níveis crescente, seguido sempre a mesma metodologia, até os limites de definição das cartas geográficas utilizadas. Na última subdivisão costumam não aparecer na carta geográfica todos os afluentes, de modo que fica difícil avaliar quais são as quatro bacias. Resta assim a opção de só numerar as bacias maiores que aparecem na carta, em ordem de jusante para montante. Corre-se o risco de haver bacias maiores a jusante da mesma, que só poderiam ser reconhecidas em cartas mais detalhadas.

As bacias parciais das cabeceiras de cada rio são, a rigor, interbacias porque representam a parte restante, depois do último afluente importante e recebem o número terminal 9 . Sua área será sempre maior do que a do último afluente, pela própria definição estabelecida inicialmente para critério de confluência, que diz que, o afluente é sempre menor que o rio principal.

Após a delimitação das bacias hidrográficas maiores numa carta geográfica, geralmente se consegue escolher as quatro bacias principais por simples inspeção visual em papel transparente e superpondo à outra, permitir decidir qual a maior pela avaliação das áreas não compensadas nos dois contornos. Restando ainda dúvida sobre a escolha das bacias será necessário efetuar sua planimetria.

### **3. CONSEQUÊNCIAS**

O último algarismo diferente de zero do número de identificação de uma bacia é sempre par. Podem ser acrescentados um ou vários zeros ( 0 ) à direita, representando uma bacia global em vários níveis da classificação que se estiver considerando . Se o algarismo mais à esquerda for ímpar, o curso d'água deságua diretamente em uma das dez regiões marinhas em que se dividiu o globo terrestre, conforme descrito no último capítulo. Se o algarismo mais a esquerda for par, a bacia pertence a um dos quatro maiores rios de cada região marinha antes mencionada, ou a um de seus afluentes.

Se o número de identificação de uma bacia ou interbacia possui um zero ( 0 ) no meio de outros algarismos significativos, trata-se de uma área sem drenagem

superficial para o mar, cuja designação antecede este zero.

O último algarismo diferente de zero na designação de uma interbacia é sempre ímpar. Se o algarismo mais à esquerda for ímpar, a interbacia pertence a uma das regiões costeiras principais. Caso contrário, ela pertence a uma das quatro bacias principais que deságuam no oceano. Se os dois últimos algarismos são ímpares, trata-se de uma subdivisão de uma interbacia de ordem superior.

A posição de qualquer tomada d'água ou posto fluviométrico pode ser caracterizada pelo número da interbacia correspondente ao trecho do rio onde esta instalação se situa. No caso de haver duas tomadas d'água ou postos fluviométricos na mesma interbacia, basta prosseguir com a classificação dos afluentes para um nível de confluência mais elevado. Também convém levar a divisão das bacias a um ponto em que seja definida com suficiente precisão a área total de drenagem a montante do ponto considerado.

Para saber se duas tomadas d'água são dependentes, isto é, se a retirada de água de uma afeta a outra, basta comparar os números de identificação das interbacias correspondentes. Para elas serem dependentes, devem satisfazer simultaneamente às três condições seguintes:

- A) As duas tomadas d'água devem ter nos seus números de identificação uma parte à esquerda em comum, incluindo pelo menos um dígito par, a fim de pertencerem a uma mesma bacia geral que deságua no mar.
- B) O primeiro dígito da parte direita não comum dos números da identificação deve ser menor na tomada d'água de jusante do que na de montante.
- C) Todos os dígitos da parte direita não comum do número de identificação da tomada d'água de jusante devem ser ímpares, com exceção dos últimos zeros ( 0 ) destinados à complementação da classificação . Garante-se assim que não se trata de um afluente do curso d'água a jusante da tomada d'água de montante.

Por exemplo, as interbacias **561 e 563** da Bacia do Parnaíba representada na figura 3, estão à jusante da interbacia **567**, porque possuem a parte à esquerda em comum, sendo que a parte da direita não comum não contém dígitos ímpares no posto de jusante. A interbacia **5625** já não fica a jusante da 5670 porque a parte não

comum à direita contém um dígito par no primeiro posto, indicando que já pertence a um rio afluente cujo número de bacia é **5620**.

Caso não sejam satisfeitas estas três condições simultaneamente, as duas tomadas d'água ou postos fluviométricas são independentes.

Para Ter a relação de todas as bacias e interbacias a montante de uma tomada d'água ou posto fluviométrico, basta reunir todos os elementos cujos números de identificação que possuem o último algarismo significativo ( diferente de zero ), maior do que o último algarismo da interbacia que corresponde a esta instalação . Na figura 3, temos, por exemplo, a montante da tomada d'água **5623** as bacias **5624, 5626, e 5628**, assim como, as interbacias **5625, 5627, 5629**.

#### **4. APLICAÇÃO NO BRASIL**

O trabalho da classificação dos rios segundo a metodologia exposta foi aplicada ao continente sul – americano e com mais detalhe para as bacias em território brasileiro. Efetuou-se a subdivisão das bacias hidrográficas e sua numeração em etapas, passando sucessivamente pelas cartas geográficas em escalas de **1:5.000.000, 1:1.000.000**. Este desenvolvimento por etapas foi necessário porque nas cartas de escala maior se perde a noção do conjunto, ficando difícil determinar quais as bacias parciais de maior extensão.

Está em fase de conclusão o detalhamento em escala de **1:250.000** que o **PRONI** mandou executar para todas as regiões irrigáveis, isto é, grande parte do Brasil, excluindo a Bacia Amazônica . Fazendo parte deste serviço, os resultados deste trabalho estão sendo processado em computadores pelo **CPRM** para seu registro, cálculos de áreas de bacias, desenhos de matrizes para impressão e outras operações futuras.

As figuras 1, 2 e 3 em anexo, mostrando como exemplo; de maneira esquemática, a subdivisão das bacias para toda a América do Sul, para a parte do Brasil a leste da Bacia Tocantins – Araguaia e para a Bacia do Rio Parnaíba e vizinhanças, respectivamente, em escalas crescentes.

Na América do Sul ( figura 1 ), vemos as quatro bacias principais de maior extensão

com numeração par e que são :

**2 – AMAZONAS**

**4 – TOCANTIS – ARAGUAIA**

**6 – SÃO FRANCISCO**

**8 – PARANÁ**

As partes restantes correspondem às interbacias costeiras que recebem um número ímpar e que são :

**1 – COSTA ATLÂNTICA NORTE**

**3 – COSTA ATLÂNTICA DA ILHA DE MARAJÓ**

**5 – COSTA ATLÂNTICA DO NORDESTE**

**7 – COSTA ATLÂNTICA LESTE**

**9 – COSTA ATLÂNTICA SUL**

Nas figuras 2 e 3 se mostra o prosseguimento da subdivisão das bacias com maior detalhe e em escala crescente, para áreas cada vez mais restritas. Devido à dificuldade de reprodução não foi apresentado um exemplo da subdivisão das Bacias em escala de **1:250.000**.

## **5. REGIÕES HIDROLÓGICAS DA TERRA**

Para avaliar como a classificação de bacias da América do Sul se enquadraria num estudo amplo, abrangendo todo o globo terrestre, se esboçou uma possível solução representada esquematicamente na figura 4.

O oceano Atlântico e o Pacífico foram divididos em quatro partes por uma linha próxima ao Equador e outra a meio caminho da linha geral das costas ocidental. Ficam mais duas regiões, a do Oceano Índico e a do Oceano Glacial Ártico para completar as dez regiões do globo. Todas as bacias ou interbacias contribuintes para estas partes dos oceanos receberiam um acréscimo do lado esquerdo de seu número de identificação de acordo com números indicados naquela figura.

Cada região da terra seria tratada como se procedeu com a América do Sul. Separam-se as quatro maiores bacias hidrográficas de cada regadiço, e as partes restantes intermediárias, com respectivas ilhas, representam as interbacias, prosseguindo-se com a classificação do mesmo modo antes exposto. Citamos em seguida os maiores rios de algumas destas regiões da Terra, com respectivos números.

|                                      |                                       |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>02 – MACKENZE</b>                 | <b>42 – AMUR</b>                      |
| <b>04 - OBI</b>                      | <b>44 – HOANG-HO ( RIO AMARELO )</b>  |
| <b>06 - YENISSEI</b>                 | <b>46 – YANGTZE-KIANG ( RIO SUL )</b> |
| <b>08 – LENA</b>                     | <b>48 - MECONG</b>                    |
| <b>12 – YUCON</b>                    | <b>62 – AMAZONAS</b>                  |
| <b>14 – COLUMBIA</b>                 | <b>64 – TOCANTINS – ARAGUAIA</b>      |
| <b>16 – SAN JOAQUIM – SACRAMENTO</b> | <b>66 – SÃO FRANCISCO</b>             |
| <b>18 – COLORADO</b>                 | <b>68 - PARANÁ</b>                    |
| <b>22 – SÃO LOUREÇO</b>              | <b>72 - SENEGAL</b>                   |
| <b>24 – ALABAMA</b>                  | <b>74 - NIGER</b>                     |
| <b>26 – MISSISSIPI</b>               | <b>76 - CONGO</b>                     |
| <b>28 – GRANDE DEL NORTE</b>         | <b>78 - ORANGE</b>                    |
| <b>32 – DANÚBIO</b>                  | <b>82 - ZAMBEZI</b>                   |
| <b>34 – DNEIPER</b>                  | <b>84 – TIGRE - EUFRATES</b>          |
| <b>36 – VOLGER</b>                   | <b>86 - INDO</b>                      |
| <b>38 – NILO</b>                     | <b>88 – GANGES</b>                    |

Nas regiões 5 e 9 do pacífico Sul Oriental e Ocidental não há rios de apreciável magnitude para constarem da relação precedente.

Rio de Janeiro, 18 de agosto de 1989

  
OTTO PFAFSTETTER

## **CLASSIFICAÇÃO DAS BACIAS**

O Continente da América do Sul é subdividido em dez regiões hidrográficas que são:

- 1- Costa Atlântica Norte**
- 2- Bacia Amazônica**
- 3- Costa Atlântica da Ilha do Marajó**
- 4- Bacia do Tocantins – Araguaia**
- 5- Costa Atlântica Nordeste**
- 6- Bacia do São Francisco**
- 7- Costa Atlântica Leste**
- 8- Bacia do Prata**
- 9- Costa Atlântica Sul e Costa do Pacífico**
- 10-Bacia Interior na Cordilheira dos Andes**

As regiões com número de designação par ( **2, 4, 6 e 8** ), correspondem às quatro maiores bacias hidrográficas do continente sul – americano . As regiões restantes entre estas bacias recebem a numeração ímpar ( **1, 3, 5, 7 e 9** ) .

Cada uma destas regiões será subdividida, separando-se as quatro maiores bacias nelas contidas. Estas bacias de Segunda ordem, recebem uma numeração com um dígito adicional par ( **2, 4, 6 e 8** ), segundo a ordem crescente de jusante para montante das bacias regionais e de norte para o sul nas regiões costeiras do Atlântico . Ao longo do oceano Pacífico a ordem da numeração segue de sul para o norte.

As áreas restantes serão designadas por “ INTERBACIAS ”, às quais se atribui o dígito adicional ímpar ( **1, 3, 5, 7 e 9** ), na mesma ordem seguida para as bacias de Segunda ordem contidas nas bacias regionais e nas regiões costeiras . Nas regiões costeiras as “ INTERBACIAS ” são limitadas pela costa marítima e as linhas de cumiada das bacias de Segunda ordem contíguas . Os limites das “ INTERBACIAS ”, contidas nas bacias regionais, são definidos pelas linhas de cumiada das bacias de Segunda ordem contínuas e pelos divisores d’água que partem da margem

oposta à foz dos rios principais destas bacias.

Para identificar as bacias de Segunda ordem dentro das bacias regionais, segue-se da foz para montante, separando as bacias afluentes de maior importância. Numa bifurcação dos cursos d'água se considera como sendo afluente aquele que possui menor bacia hidrográfica nesta bifurcação.

A rigor, o rio principal, numa confluência, sob o ponto de vista hidrológico, deveria ser o que possui maior descarga média. Como este critério exigiria uma campanha de medição de descargas para cada ramificação do rio, sua aplicação é impraticável. Como as descargas dos rios normalmente são proporcionais às áreas das bacias hidrográficas, o critério antes apresentado, designado o rio principal como àquele de maior área de drenagem, substitui na maioria das vezes, com simplicidade e precisão adequada, o critério hidrográfico.

Prossegue-se no rio principal, da bifurcação para montante, até a próxima bifurcação, repetindo-se o procedimento para cada afluente importante. Tendo procedido dessa maneira na maioria das bifurcações importantes, conserva-se apenas os **4 ( quatro )** maiores afluentes, atribuindo-se a numeração par ( **2, 4, 6 e 8** ), a estes afluentes.

Na maioria das vezes a escolha da maior das duas bacias numa ramificação é evidente, por simples inspeção visual. Em caso de dúvida há necessidade em copiar uma delas em papel transparente e superpor a outra, para decidir qual delas é a maior.

Caso ainda persista a dúvida, é necessário planimetrar as duas bacias.

Prossegue-se com a subdivisão das bacias e interbacias de ordem superior, adotando a mesma metodologia exposta. Para cada ordem de subdivisão seguinte das bacias e interbacias se atribui às mesmas um algarismo adicional par ou ímpar, conforme o caso.

A última interbacia na subdivisão de qualquer bacia representa as cabeceiras e toma a designação com um número que termina com o algarismo 9.

Cada tomada d'água ou posto fluviométrico será caracterizado pelo trecho do rio onde ele se situa, que sempre corresponde a uma " INTERBACIAS " designada por um número terminado por um algarismo ímpar.

Havendo mais que uma tomada d'água ou posto fluviométrico num trecho do rio, basta prosseguir com a subdivisão das bacias para uma ordem mais elevada até cada tomada d'água ou posto fluviométrico correspondente a uma interbacia ou de rio diferente.

Para que uma tomada d'água afete uma outra a jusante, ambas caracterizada pelos seus números de identificação, devem ser satisfeitas as seguintes condições simultâneas:

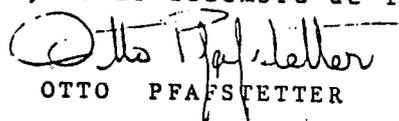
1 – As duas tomadas d'água devem ter nos seus números de identificação uma parte à esquerda em comum, incluindo pelo menos um dígito par, a fim de pertencerem a uma mesma bacia afluente ao oceano.

2 – O primeiro dígito da parte da direita não comum dos números de identificação deve ser menor na tomada d'água de jusante do que na de montante.

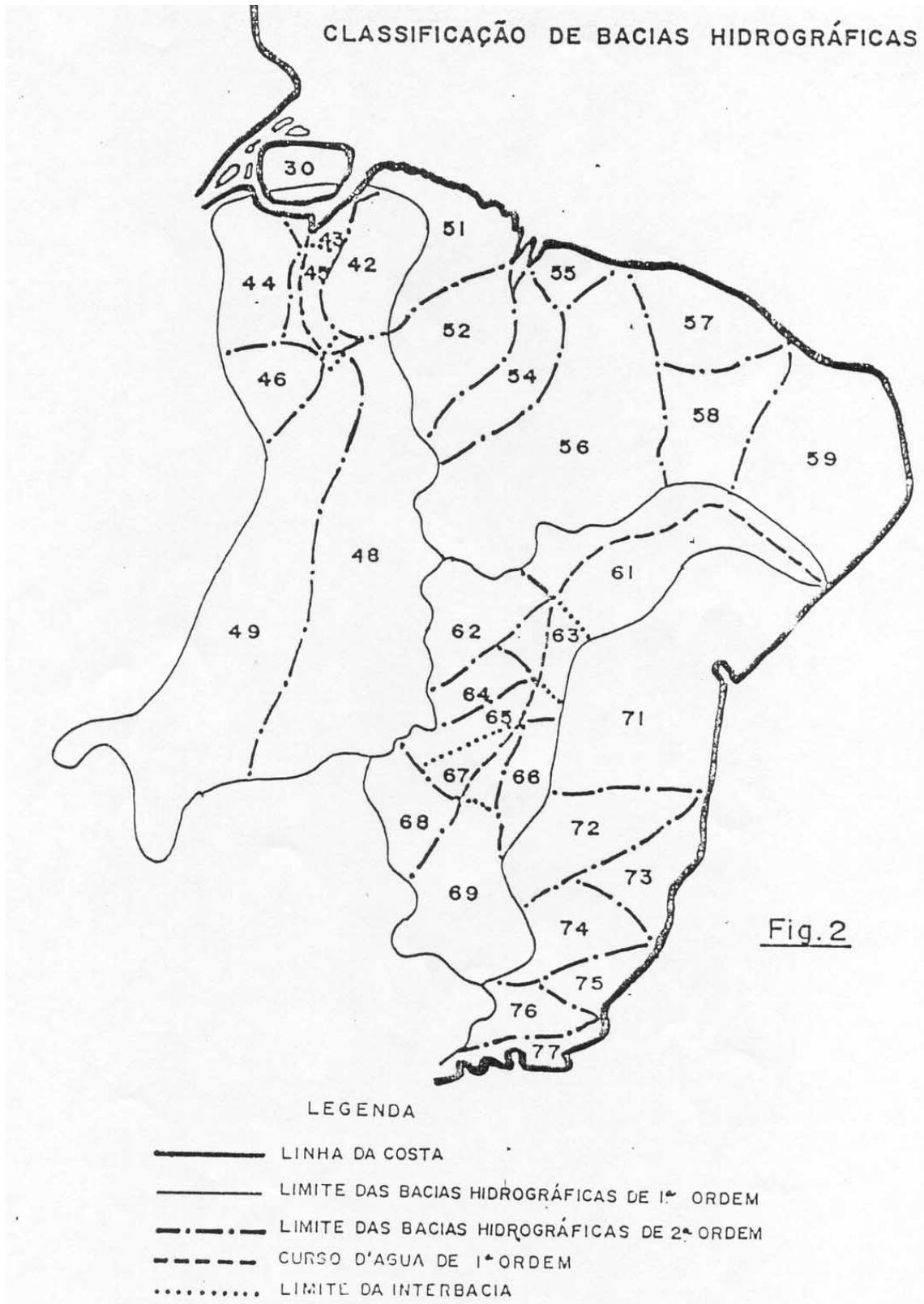
3 – Todos os dígitos da parte da direita não comum do número de identificação da tomada d'água de jusante devem ser ímpares para garantir que não se trata de um afluente do curso d'água a jusante da tomada d'água de montante.

Caso não sejam satisfeitas estas três condições simultaneamente, as duas tomadas d'água são independentes.

Rio, 03 de dezembro de 1987

  
OTTO PFAßSTETTER





CLASSIFICAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

LEGENDA

- LINHA DA COSTÁ
- LIMITE DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE 2ª ORDEM
- · - · LIMITE DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE 3ª ORDEM
- · · · LIMITE DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DE 4ª ORDEM
- · — · CURSO D'ÁGUA DE 2ª ORDEM
- · - · CURSO D'ÁGUA DE 3ª ORDEM
- · · · LIMITE DA INTERBACIA

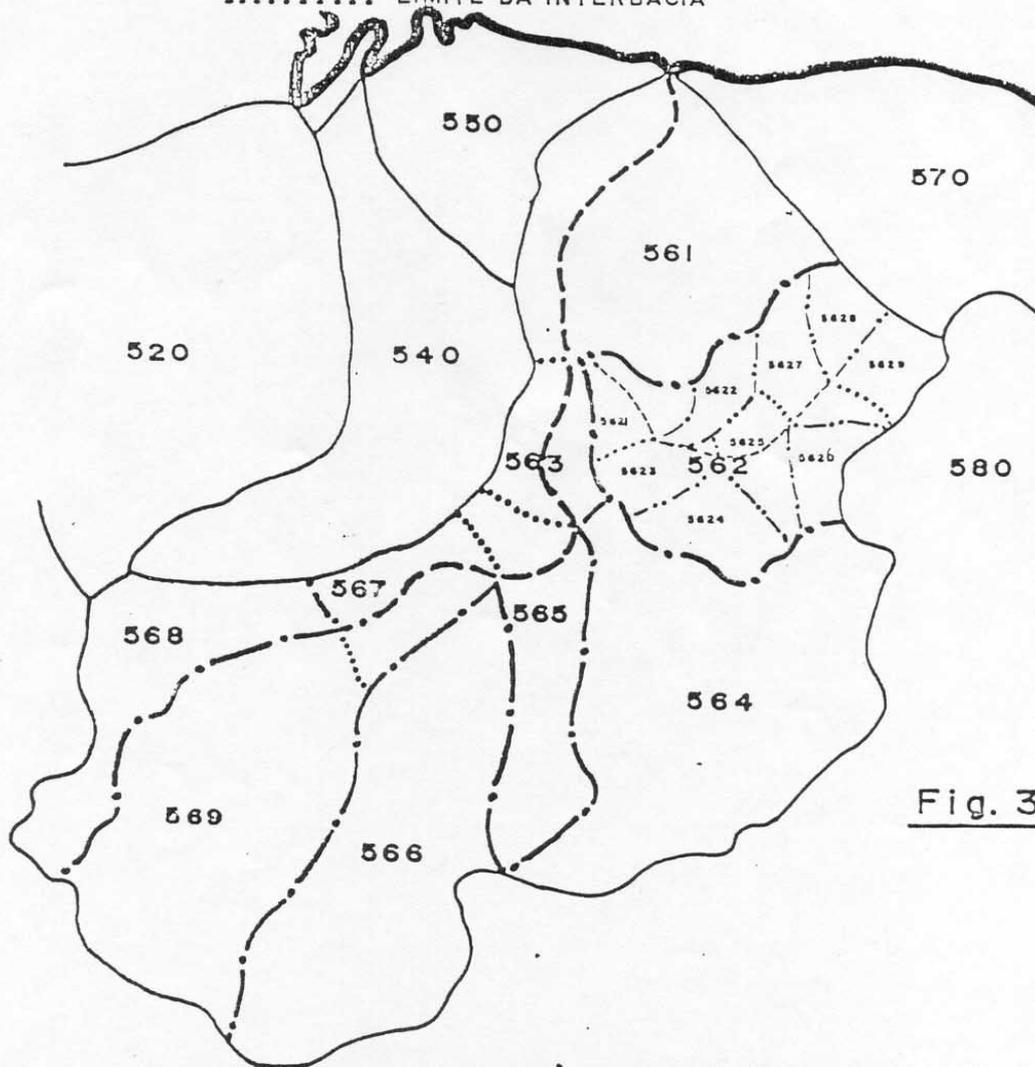
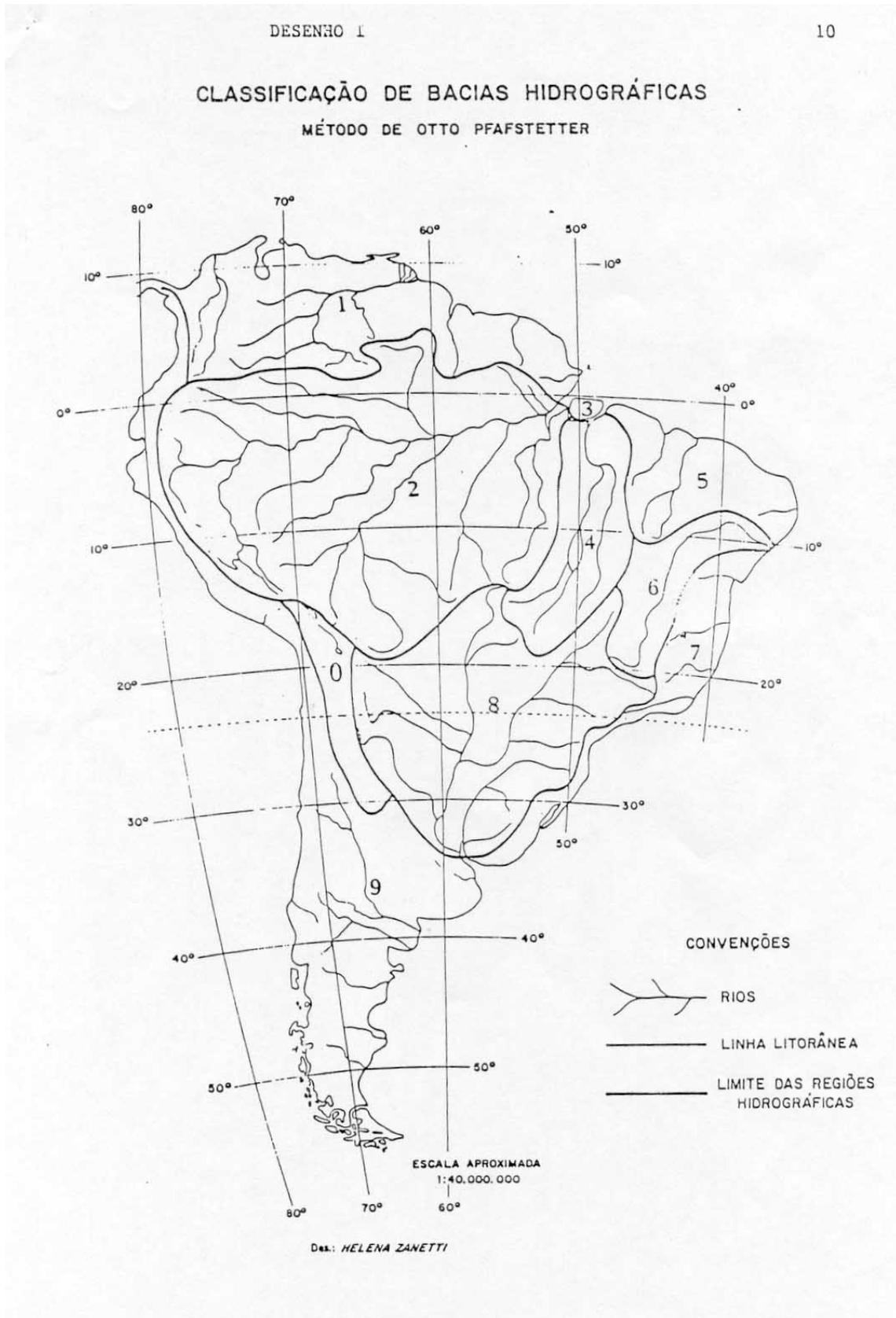
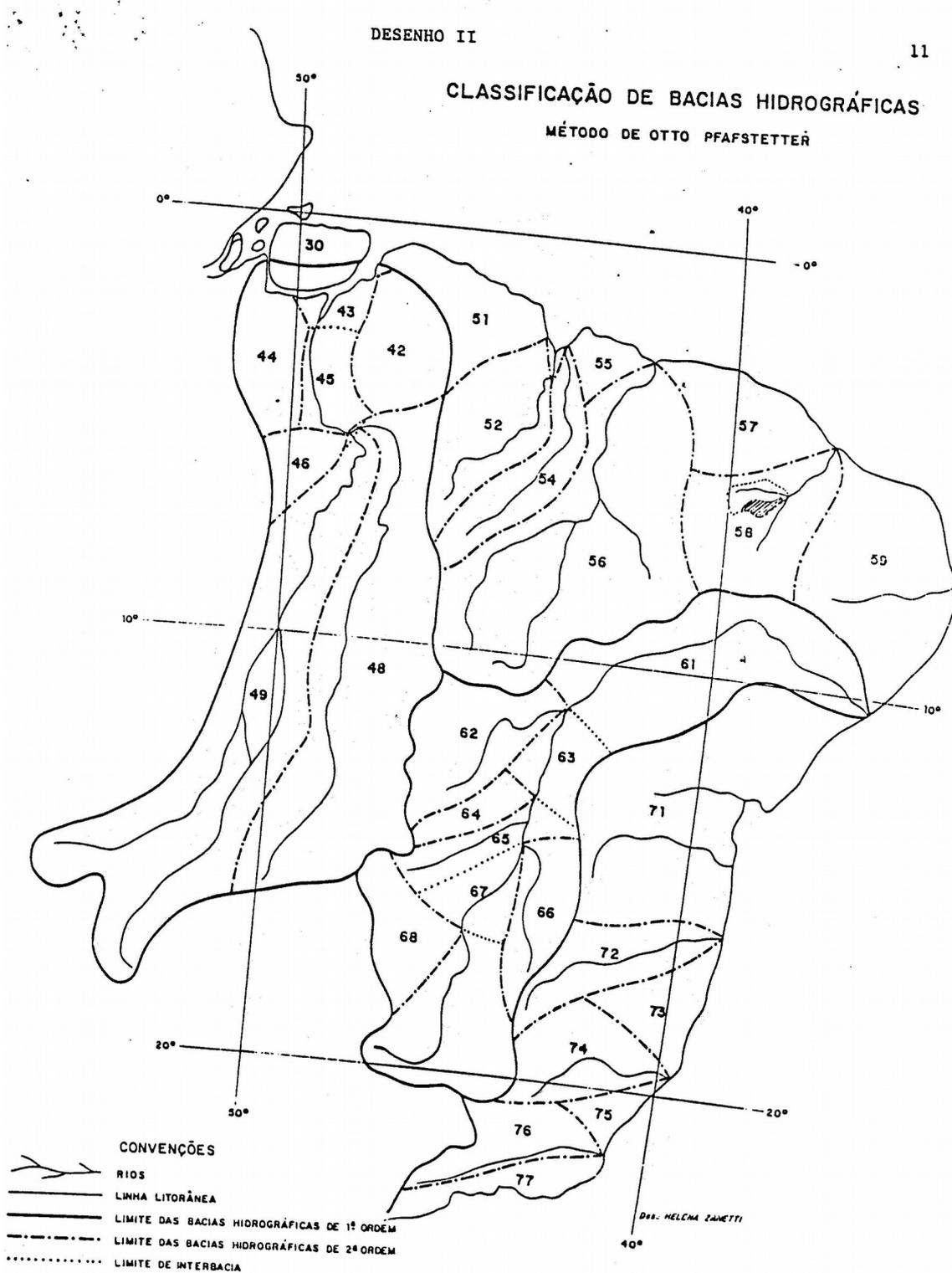


Fig. 3







**ANEXO II – Resolução ANA nº 399/2004**



**RESOLUÇÃO Nº 399, DE 22 DE JULHO DE 2004  
(D.O.U. de 23.7.2004)**

Altera a Portaria nº 707, de 17 de outubro de 1994, do Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE, e dá outras providências.

O DIRETOR-PRESIDENTE DA AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA, no uso da atribuição que lhe confere o art. 16, inciso III, do Regimento Interno, aprovado pela Resolução nº 9, de 17 de abril de 2001, torna público que a DIRETORIA COLEGIADA, em sua 133ª Reunião Ordinária, realizada em 22 de julho de 2004, com fundamento no art. 4º, inciso II, da Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, tendo em vista os elementos constantes do Processo nº 02501.001393/2004-95, e

considerando que a ANA sucedeu ao Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica - DNAEE nas competências relativas à gestão de recursos hídricos;

considerando que a caracterização da unidade de um curso de água por seu nome nas cartas oficiais exige a sua identificação inequívoca, com a determinação precisa do ponto onde adquire a denominação e onde esta termina;

considerando que a toponímia em uma carta oficial não indica nomes para todos os cursos de água e, quando o faz, expressa dúvidas, com frequência, na forma de dois ou mais nomes ligados pela preposição “ou” e que, ademais, não são indicados nas cartas os pontos onde tal denominação se inicia e onde termina, tornando frágil e subjetivo o processo de identificação do curso principal por meio de nomes;

considerando os avanços tecnológicos havidos na área de geoprocessamento e informação após a publicação da Portaria nº 707, de 17 de outubro de 1994, do DNAEE; e

considerando a necessidade de se estabelecer os critérios para a classificação



dos cursos de água brasileiros com base técnica sólida, objetiva e inequívoca, resolveu:

Art 1º Alterar o item 5. CRITÉRIOS TÉCNICOS PARA IDENTIFICAÇÃO DOS CURSOS D'ÁGUA do Anexo da Portaria nº 707, de 1994, do DNAEE, que aprovou a NORMA PARA CLASSIFICAÇÃO DOS CURSOS D'ÁGUA BRASILEIROS QUANTO AO DOMÍNIO – NORMA DNAEE Nº 06, o qual passa a vigorar com a seguinte redação:

**“5. CRITÉRIOS TÉCNICOS PARA IDENTIFICAÇÃO DOS CURSOS D'ÁGUA**

5.1. Cada curso d'água, desde a sua foz até a sua nascente, será considerado como unidade indivisível, para fins de classificação quanto ao domínio.

5.2. Os sistemas hidrográficos serão estudados, examinando-se as suas correntes de água sempre de jusante para montante e iniciando-se pela identificação do seu curso principal.

5.3. Em cada confluência será considerado curso d'água principal aquele cuja bacia hidrográfica tiver a maior área de drenagem.

5.4. A determinação das áreas de drenagem será feita com base na Cartografia Sistemática Terrestre Básica.

5.5. Os braços de rios, paranás, igarapés e alagados não serão classificados em separado, uma vez que são considerados parte integrante do curso d'água principal.”

Art. 2º Ficam ratificadas as demais disposições da Portaria nº 707, de 1994, do DNAEE, não alteradas por esta Resolução.

Art. 3º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

**Jerson Kelman**

**ANEXO III – Resolução CNRH nº 30/2002**

**RESOLUÇÃO Nº 30, DE 11 DE DEZEMBRO DE 2002**

(publicada no D.O.U em 19/3/2003)

O **CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS – CNRH**, no uso de suas atribuições e competências que lhe são conferidas pela Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, regulamentada pelo Decreto nº 2.612, de 3 de junho de 1998, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno, aprovado pela Portaria nº 407, de 23 de novembro de 1999, e

Considerando a importância da redefinição da sistemática para codificação de bacias hidrográficas para a Política Nacional de Recursos Hídricos, o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e a gestão dos recursos hídricos no âmbito nacional, em particular para a elaboração do Plano Nacional de Recursos Hídricos;

Considerando a necessidade de se adotar metodologia de referência que permita procedimentos padronizados de subdivisões e agrupamentos de bacias e regiões hidrográficas.

Considerando que a necessidade de sistematização e compartilhamento de informações, preconizada na Lei nº 9.433, de 1997, requer o referenciamento de bases de dados por bacias hidrográficas, unidade básica do gerenciamento de recursos hídricos; resolve:

Art. 1º Adotar, para efeito de codificação das bacias hidrográficas no âmbito nacional, a metodologia descrita no Anexo I desta Resolução.

Parágrafo Único. Os limites geográficos definidos nos Anexos II e III desta Resolução correspondem, respectivamente, aos níveis 1 e 2 da referida codificação.

Art. 2º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

**MARINA SILVA**  
**Presidente do CNRH**

## ANEXO I

### CODIFICAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

O engenheiro brasileiro Otto Pfafstetter desenvolveu um método de subdivisão e codificação de bacias hidrográficas, utilizando dez algarismos, diretamente relacionado com a área de drenagem dos cursos d'água (Classificação de Bacias Hidrográficas Metodologia de Codificação. Rio de Janeiro, RJ: DNOS, 1989. p. 19.).

Em 1998, a Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente coordenou um trabalho de classificação e codificação das bacias hidrográficas brasileiras segundo a referida metodologia, em nível de detalhe compatível com a escala da base utilizada, 1:1.000.000. Foi possível então caracterizar com maior consistência as bacias hidrográficas do continente sul-americano, e a metodologia foi aplicada da seguinte forma: aplicação de código às quatro maiores bacias hidrográficas identificadas que drenam diretamente para o mar, sendo-lhes atribuídos os algarismos pares 2, 4, 6 e 8, seguindo o sentido horário em torno do continente. As demais áreas do continente foram agrupadas em regiões hidrográficas sendo-lhes atribuídos os algarismos ímpares 1, 3, 5, 7 e 9, de tal forma que a região hidrográfica 3 encontra-se entre as bacias 2 e 4, a região hidrográfica 5 encontra-se entre as bacias 4 e 6, e assim sucessivamente.

Como forma de equacionar a aplicação de código na região hidrográfica que drena para o lago Titicaca, foi atribuído o algarismo zero para a mesma. Isto determina a subdivisão de nível 1 do continente, conforme mostrado no Anexo I. De posse da codificação continental, apresentando 10 regiões hidrográficas (nível 1), uma nova subdivisão foi realizada a fim de obter-se o nível 2 de bacias para o continente. Para tanto se assume como foz o ponto de descarga (exutório) da bacia a ser dividida. A análise é realizada sempre da foz para montante identificando todas as confluências e distinguindo o rio principal de seus tributários. O rio principal é aquele curso d'água que drena a maior área e os tributários, os demais que drenam áreas menores.

A codificação da subdivisão da área drenada por um rio principal requer primeiramente a identificação dos quatro maiores tributários, de acordo com o critério da área drenada, classificados como bacias e que recebem, adicionalmente ao código aplicado no nível 1, os algarismos pares 2, 4, 6, e 8, na ordem em que são encontradas de jusante para montante, ao longo do rio principal.

Em seguida, os demais tributários do rio principal são agrupados nas áreas restantes, classificados como regiões hidrográficas, que recebem, adicionalmente ao código aplicado no nível 1 e na ordem em que são encontrados de jusante para montante ao longo do rio principal, os algarismos ímpares 1, 3, 5, 7 e 9 (Figura 1).



FIGURA 1 - Representação das regiões hidrográficas.

Observa-se, na Figura 2, que uma bacia hidrográfica de nível 1 codificada com o algarismo 7 tem a seguinte subdivisão de nível 2:

- a área 71 é a região hidrográfica compreendida entre a foz do rio principal e a confluência do rio da bacia 72;
- a área 73 é a região hidrográfica compreendida entre a confluência do rio da bacia 72 e a confluência do rio da bacia 74;
- a área 75 é a região hidrográfica compreendida entre a confluência do rio da bacia 74 e a confluência do rio da bacia 76;
- a área 77 é a região hidrográfica entre as bacias 76 e 78;
- a área 79 consiste sempre na área de cabeceira do rio principal a partir da bacia 78, e normalmente drena uma área maior do que a bacia 78, pela definição.

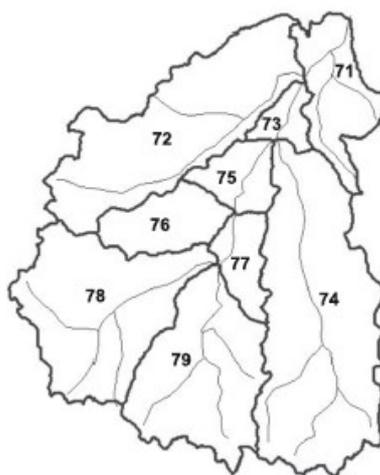


FIGURA 2 - Exemplo do nível 2 de codificação das bacias e regiões hidrográficas

**ANEXO II**

**CODIFICAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS  
( Nível 1 )**



**LEGENDA**

| <b>CÓDIGO</b> | <b>DENOMINAÇÃO</b>   |
|---------------|--|
| 0             | Região Hidrográfica 0  |
| 1             | Região Hidrográfica 1  |
| 2             | Bacia Hidrográfica do rio Orenoco  |
| 3             | Região Hidrográfica 3  |
| 4             | Bacia Hidrográfica do rio Amazonas   |
| 5             | Região Hidrográfica 5  |
| 6             | Bacia Hidrográfica do rio Tocantins  |
| 7             | Região Hidrográfica 7 (inclui, entre outras, as bacias dos rios Parnaíba, São Francisco, Doce, Paraíba do Sul e Uruguai) |
| 8             | Bacia Hidrográfica do rio Paraná   |
| 9             | Região Hidrográfica 9  |

**ANEXO III**

**CODIFICAÇÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS  
( Nível 2 )**



LEGENDA DO ANEXO III

| CÓDIGO | DENOMINAÇÃO                          | CÓDIGO | DENOMINAÇÃO                             |
|--------|--------------------------------------|--------|---|
| 39     | Região Hidrográfica 39               | 66     | Bacia Hidrográfica do rio Javaés        |
| 41     | Região Hidrográfica 41               | 67     | Região Hidrográfica 67                  |
| 42     | Bacia Hidrográfica do rio Xingu      | 68     | Bacia Hidrográfica do rio das Mortes    |
| 43     | Região Hidrográfica 43               | 69     | Região Hidrográfica 69                  |
| 44     | Bacia Hidrográfica do rio Tapajós    | 71     | Região Hidrográfica 71                  |
| 45     | Região Hidrográfica 45               | 72     | Bacia Hidrográfica do rio Parnaíba      |
| 46     | Bacia Hidrográfica do rio Madeira    | 73     | Região Hidrográfica 73                  |
| 47     | Região Hidrográfica 47               | 74     | Bacia Hidrográfica do rio São Francisco |
| 48     | Bacia Hidrográfica do rio Negro      | 75     | Região Hidrográfica 75                  |
| 49     | Região Hidrográfica 49               | 76     | Bacia Hidrográfica do rio Doce          |
| 61     | Região Hidrográfica 61               | 77     | Região Hidrográfica 77                  |
| 62     | Bacia Hidrográfica do rio Itacaiúnas | 78     | Bacia Hidrográfica do rio Uruguai       |
| 63     | Região Hidrográfica 63               | 84     | Bacia Hidrográfica do rio Paraná        |
| 64     | Bacia Hidrográfica do rio Tocantins  | 87     | Região Hidrográfica 87                  |
| 65     | Região Hidrográfica 65               | 89     | Região Hidrográfica 89                  |