

INTELIGÊNCIA GEOGRÁFICA E GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

apresentação à



Agustin Trigo – Regulador Federal

Superintendência de Gestão da Informação SGI/ANA

São Paulo/SP – 19 de junho de 2013



- Apresentar uma visão geral do **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH**, um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos;
- Ilustrar elementos do módulo **Inteligência Geográfica – IG**, do SNIRH;
- Apresentar os principais fundamentos, conceitos e procedimentos para elaboração da **Base Hidrográfica Ottocodificada – BHO** – da ANA, núcleo articulador do módulo IG do SNIRH; e
- Contribuir para uma maior integração e cooperação interinstitucional no âmbito dos gestores públicos e das instituições integrantes do **Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos – SINGREH**

Base Legal

- Primeiras Constituições Republicanas - 1891/1934
Estabelecimento da competência legislativa da União sobre rios transfronteiriços e compartilhados pelos estados, com foco na tributação e navegação das águas interiores.
- Código das Águas de 1934
Introduz conceitos e normatiza direitos e obrigações para os usos das águas.
- Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH
Lei 9433/1997, que institui a **PNRH**, na qual, em seu Art. 2º, estão definidos os seus objetivos, dentre os quais:
 - I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos;
 - II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;
 - III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

Base Legal

- Princípios da PNRH

Prioridade para o abastecimento humano e dessedentação de animais

Usos Múltiplos – relativização de prioridades: geração hidrelétrica, navegação

Foco na sustentabilidade dos usos e preservação dos Recursos Hídricos

Gestão compartilhada entre esferas de governo e comunidades

Instituição do Sistema Nacional de Gestão dos Recursos Hídricos – SINGREH,
encabeçado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNARH

Forma colegiada e participativa de gestão – Comitês e Agências de Bacia

...

Unidade territorial de planejamento e gestão – **Bacia Hidrográfica**

- Instrumentos da PNRH

Outorga e Cobrança para usos das águas (exceto para usos insignificantes)

Planos de Recursos Hídricos

Enquadramento – classes de qualidade das águas (Resolução do CONAMA)

Monitoramento da disponibilidade e qualidade das águas

...

Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH

Base Legal

Competências da ANA

Lei 9984/2000, que cria a ANA e lhe atribui a competência de normatizar a implementação da PNRH e seus instrumentos, delimitando as águas do domínio da União

Art. 3º

Fica criada a Agência Nacional de Águas - ANA, autarquia sob regime especial, com autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, com a finalidade de implementar, em sua esfera de atribuições, a Política Nacional de Recursos Hídricos, integrando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

.....

Art. 4º

A atuação da ANA obedecerá aos fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos e será desenvolvida em articulação com órgãos e entidades públicas e privadas integrantes do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, cabendo-lhe:

I - supervisionar, controlar e avaliar as ações e atividades decorrentes do cumprimento da legislação federal pertinente aos recursos hídricos;

II - disciplinar, em **caráter normativo**, a implementação, a operacionalização, o controle e a avaliação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos;

.....

XIV - organizar, implantar e gerir o **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos**;

Principais áreas de atuação da ANA

Regulação – Outorga e Fiscalização dos usos (disponibilidade hídrica)

Gestão participativa – Comitês de bacia (usos múltiplos)

Planejamento – Planos de Bacias, Relatório de Conjuntura, Atlas (balanço hídrico, preservação ambiental, desenvolvimento sustentável)

Monitoramento – dados da Rede Hidrometeorológica – cerca de 5 mil estações pluviiais e fluviais, quali/quantitativas

Sistemas de Alerta e Apoio à Decisão – Sala de Situação da ANA (acompanhamento de eventos críticos – estiagens, cheias)

Informação – Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH (coleta, organização, processamentos, serviços web)

<http://www.ana.gov.br/>

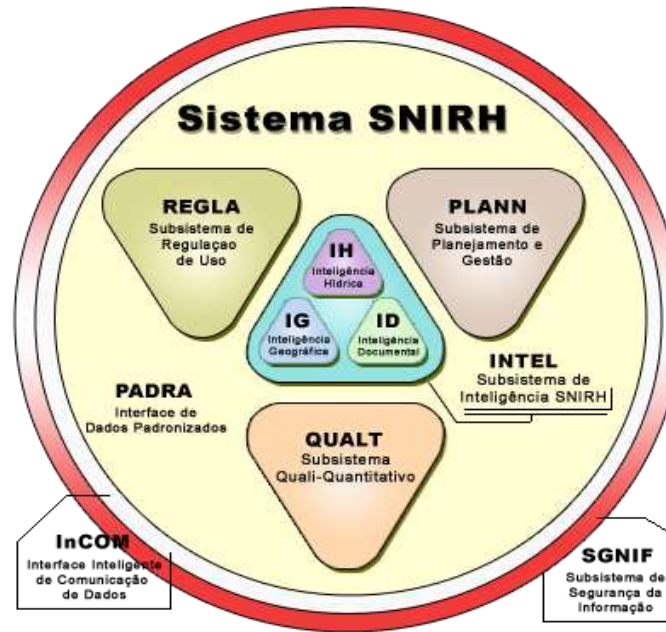
<http://www.ana.gov.br/portalsnirh/>

SNIRH – Visão Sistêmica

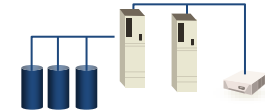
Recursos Humanos e Organizacionais



- Usuários Intervinentes
- Suporte e Atendimento
- Capacitação
- Órgãos Intervinentes



Infra-estrutura Computacional

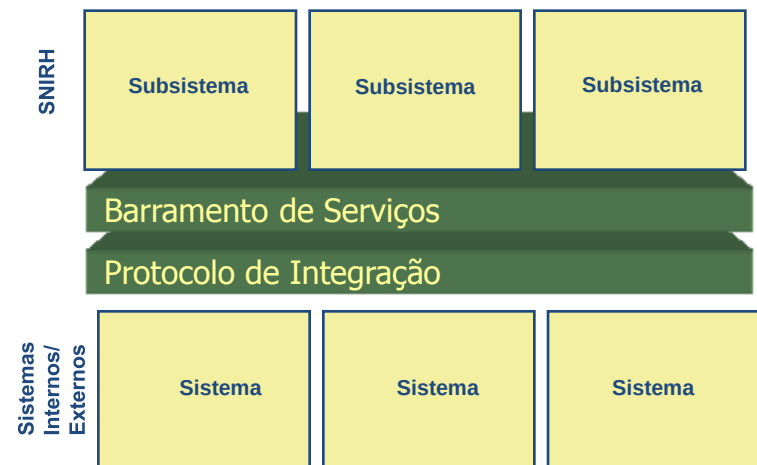


- Servidores
- Estações de Trabalho
- Recursos de Comunicação
- Software Básico e de Sistema

Base de dados

Águas Superficiais	Águas Subterrâneas	Complementos Hidrologia
Planejamento e Gestão	Inteligência Hídrica	
Regulação de Usos	Inteligência Geográfica	
Rede Hidrológica	Inteligência Documental	
Elementos de Suporte (segurança, metadados, ...)		

Plataforma de Integração



Sistema SNIRH

REGLA

Subsistema de
Regulação
de Uso

PLANN

Subsistema de
Planejamento
e Gestão

IH

Inteligência
Hídrica

IG

Inteligência
Geográfica

ID

Inteligência
Documental

INTEL

Subsistema de
Inteligência SNIRH

PADRA

Interface de
Dados Padronizados

QUALT

Subsistema de
Quali-Quantativo

InCOM

Interface Inteligente
de Comunicação
de Dados

SGINF

Subsistema de
Segurança da
Informação

Componentes

- Todas as bases de dados geográficos necessárias à gestão dos recursos hídricos

Dados em formato matricial:

Cartografia sistemática oficial do Brasil – DSG e IBGE, várias escalas

Imagens orbitais

Modelos Digitais de Elevação – MDE

Dados em formato vetorial:

Divisões políticas – regiões geográficas, estados, municípios

Setores censitários do IBGE

Comitês Federais e Estaduais de Bacia

Regiões Hidrográficas definidas pelo CNARH

Bacias e microbacias de drenagem

Rede hidrográfica em diversas escalas (multifilar)

...

Base Hidrográfica Ottocodificada

Base Hidrográfica Ottocodificada – BHO

Noções Gerais

O que a BHO **NÃO É?**

Não é CARTOGRAFIA CONVENCIONAL

Embora preserve rigor cartográfico (escalar, posicional) em sua representação e seja construída a partir da cartografia oficial - Cartografia ao milionésimo para o domínio

Simplifica algumas feições

espelhos d'água

rios representados com margem dupla

O que **É** a BHO?

É uma representação da Rede hidrográfica Nacional **qualificada** para a gestão dos recursos hídricos, comportando, dentre outros:

rede unifilar – os elementos constituem uma estrutura de rede arbórea invertida

topologia – elementos (trechos e nós) conectados e orientados

atributos específicos – codificação Otto, área de drenagem, domínio, etc.

É um **grafo-rede unifilar orientado, topologicamente consistente** com a hidrografia e dotada de atributos necessários à gestão dos RH

Construção da Base Hidrográfica Ottocodificada etapas - linhas gerais

Visa converter os dados cartográficos de entrada em uma base espacial topológica e hidrologicamente consistente

Etapa 1 – Edição geométrica (unifilação); pré-edição topológica

- Edição da cartografia digital do IBGE
 - Unifilar – eliminação de circuitos,
 - Discretizada - por trecho de curso d'água (entre confluências)

Etapa 2 – Edição topológica;

- Identidade dos nós, conectividade, sentido de fluxo, etc.

Etapa 3 – Geração e edição de bacias;

- Equidistância (Polígonos de Thiessen) ou Modelos Digitais de Elevação

Etapa 4 – Codificação de bacias e trechos;

Etapa 5 – Sistematização da Toponímia e codificação dos rios.



Identificar as Unidades da Hidrografia Nacional

- Estabelecer as unidades da Rede Hidrográfica - alternativas técnicas

Toponímia

Maior aclave

Maior trecho navegável

Maior comprimento

Maior vazão

Maior área de drenagem

...

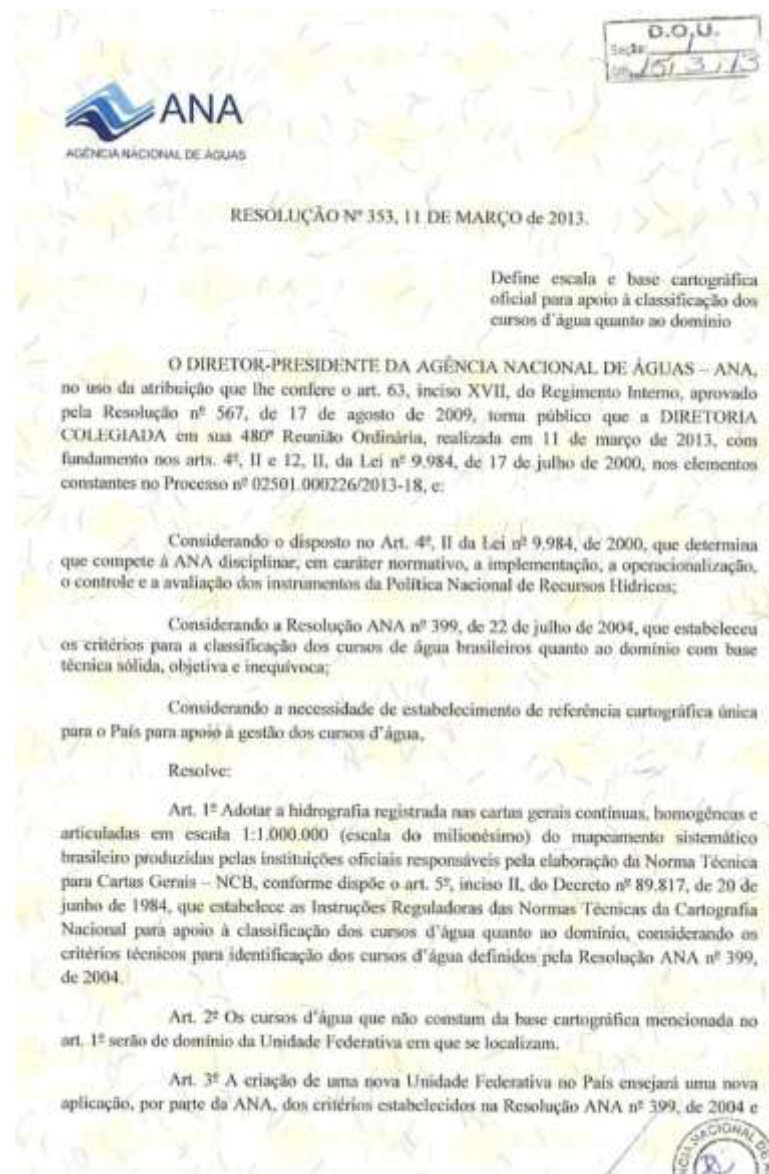
Delimitar o universo operacional da Agência

- Estabelecer em quais unidades da Rede Hidrográfica se estende a competência regulatória da ANA – águas continentais do **domínio da União**

Delimitar o universo geográfico de atuação da ANA: (águas superficiais do domínio da União)

- Resolução ANA nº 353/2013

Cursos d'água representados na cartografia ao milionésimo



Identificar as Unidades da Hidrografia Nacional

- Portaria DNAE 707/1994 - Aprova a "Norma para Classificação dos Cursos D'Água Brasileiros quanto ao Domínio - Norma DNAEE nº 06"

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. A denominação tradicionalmente estabelecida pelos ribeirinhos, mantida e oficializada nas cartas geográficas publicadas pela Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - FIBGE, será considerada como critério principal, na identificação dos cursos d'água.

5.4. Quando, em uma confluência, desaparecer para montante a denominação do trecho de jusante, dentre os cursos confluentes, aquele cuja bacia hidrográfica tiver a maior área de drenagem será considerado como continuação do trecho de jusante, formando com este um curso d'água único, para fins de classificação. Neste caso, os demais cursos confluentes serão considerados afluentes do curso principal, passando a ser examinados em separado.

5.5. A determinação das áreas de drenagem será feita com base nas cartas geográficas oficiais. Se tais cartas não permitirem determinar qual dos cursos confluentes possui a bacia com maior área de drenagem, todos eles serão considerados como formadores do curso de jusante e, neste caso, serão identificados e examinados como cursos d'água distintos para fins de classificação, sendo o ponto de confluência tomado como início do curso de jusante e foz dos formadores.

5.6. Se, em algum trecho, ocorrer alteração da denominação do curso d'água, sem que haja confluência com outro, tal alteração não modificará o caráter unitário do curso d'água em exame, para fins de classificação.

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

Identificar as Unidades da Hidrografia Nacional

- Critério da maior área de drenagem
- Resolução ANA nº 399/2004

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.

Sistemas de Codificação de Bacias

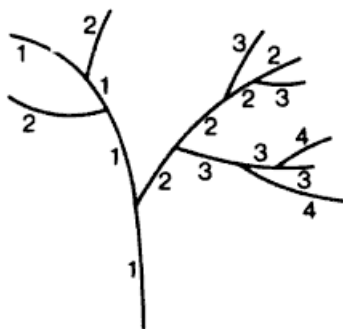
Referências da literatura técnica:

- Jackson (1834) - hierarquia por extensão dos trechos, o principal em maiúscula;
- Gravelius (1914) - hierarquia arbórea, os trechos principais mantêm a mesma ordem por toda a sua extensão;
- Horton (1945) - ordem 1 para os álveos originados nas nascentes, mas os trechos principais mantêm a mesma ordem em toda a sua extensão;
- Strahler (1952) - ordem 1 para as calhas originadas nas nascentes, y a cada interseção com dos trechos de mesma ordem, acrescenta-se uma unidade aos subsequentes.

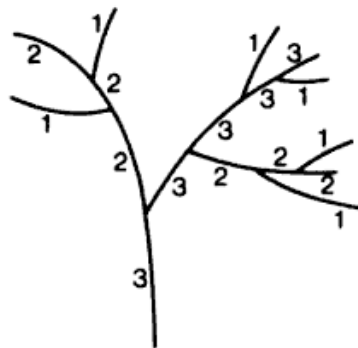
JACKSON (1834)



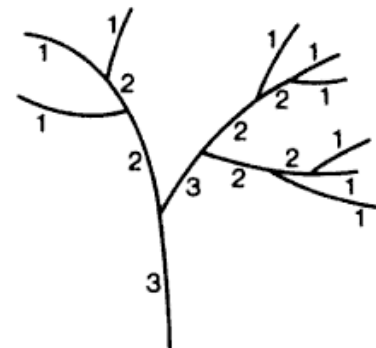
GRAVELIUS (1914)



HORTON (1945)



STRAHLER (1952)



Codificação de bacias de Otto Pfafstetter

- Otto Pfafstetter

Engenheiro brasileiro que propôs o método de codificação em alguns *papers* no final dos anos 1980

- Características do método de codificação de bacias

Ordena o sistema hidrográfico a partir da escala Continental

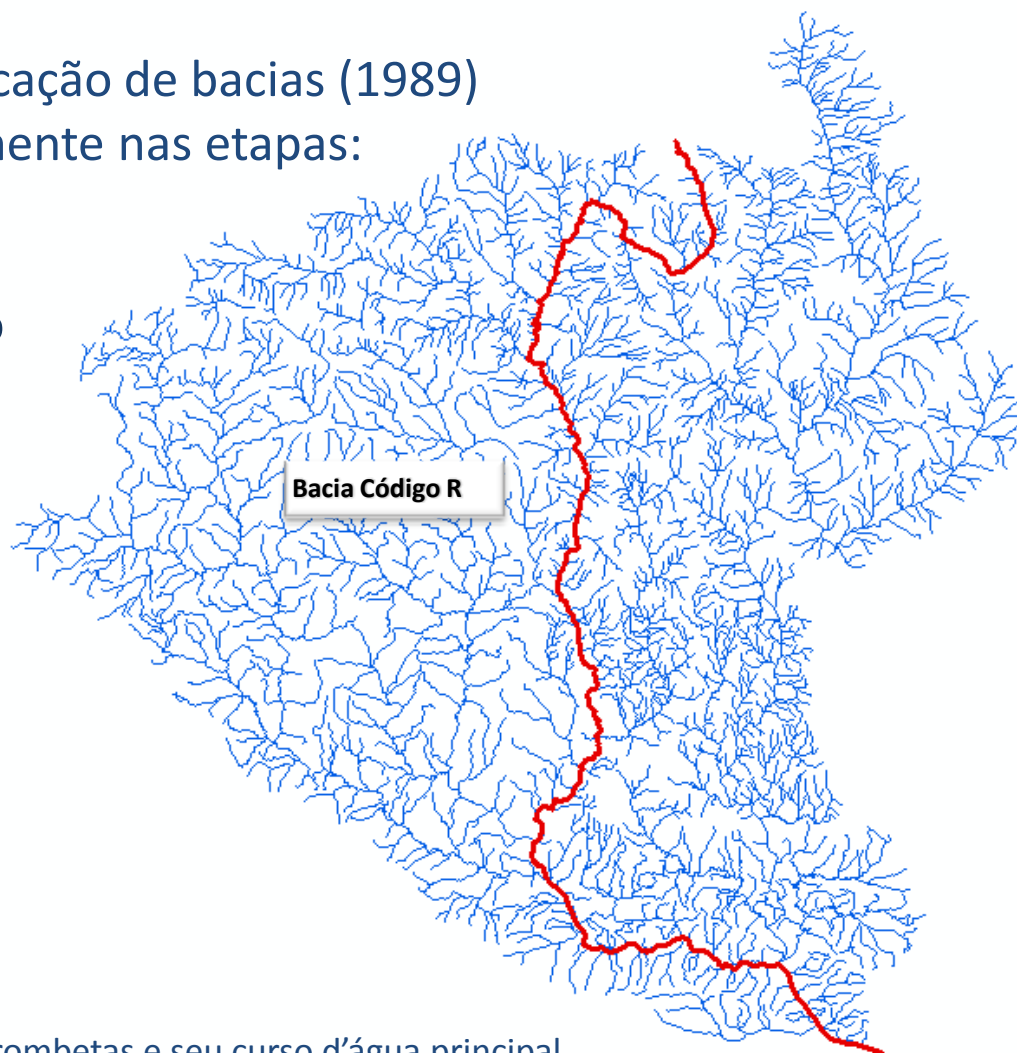
Codifica a partir do exutório para as nascentes

Hierarquização a partir das maiores bacias

Procedimentos para Ottocodificação de Bacias

Os procedimentos para Ottocodificação de bacias (1989) podem ser descritos simplificadaamente nas etapas:

- A partir da foz em direção à nascente, determina-se o curso d'água principal – (com a maior área de drenagem);

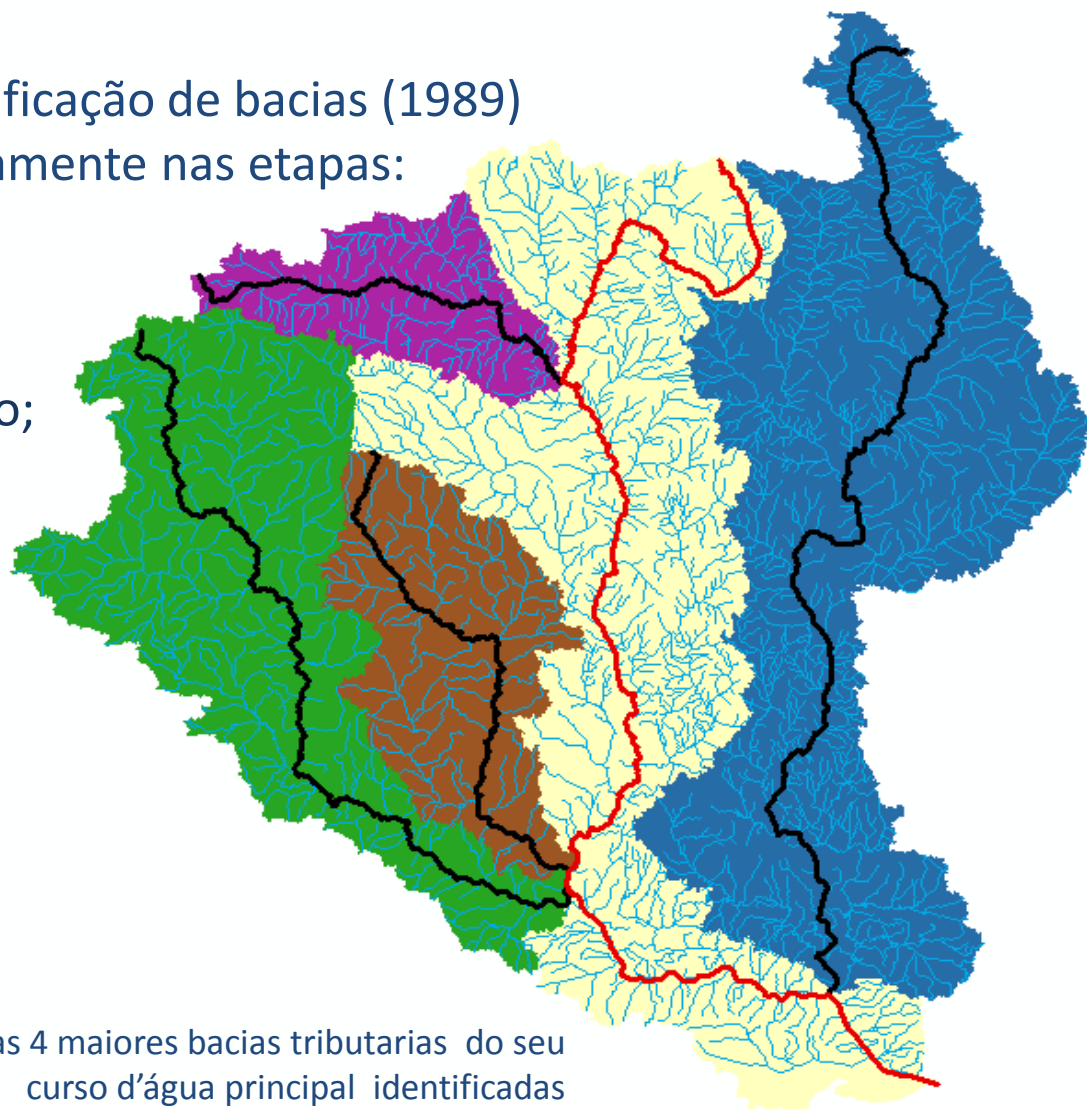


No exemplo a bacia do Rio Trombetas e seu curso d'água principal

Procedimentos para Ottocodificação de Bacias

Os procedimentos para Ottocodificação de bacias (1989) podem ser descritos simplificadaamente nas etapas:

- Entre seus afluentes, determinar os quatro com maiores áreas de contribuição;

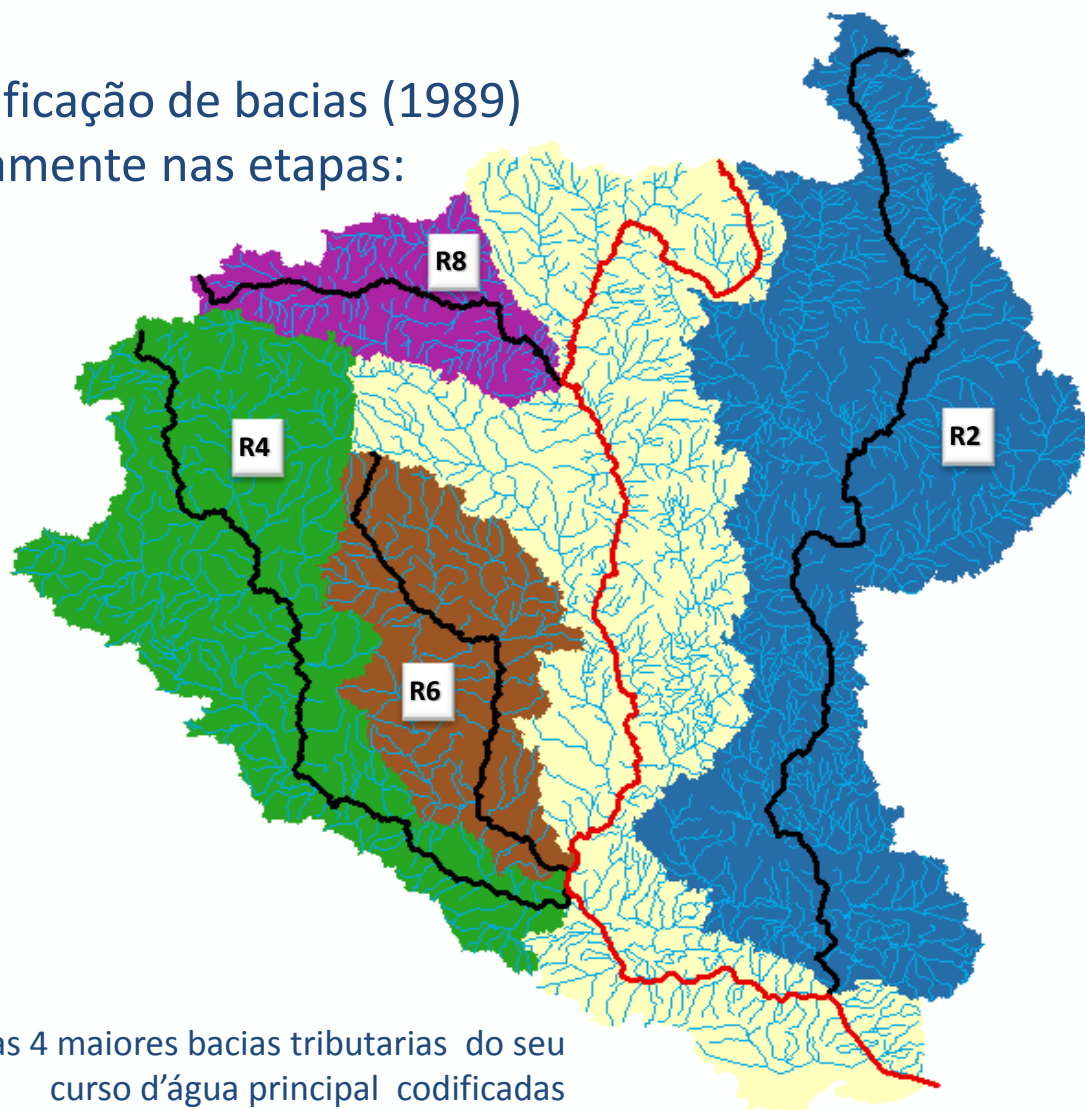


No exemplo a bacia do Rio Trombetas e as 4 maiores bacias tributárias do seu curso d'água principal identificadas

Procedimentos para Ottocodificação de Bacias

Os procedimentos para Ottocodificação de bacias (1989) podem ser descritos simplificadaamente nas etapas:

- A partir a desembocadura da bacia em direção a montante, assinalar os dígitos pares, 2, 4, 6 e 8 às quatro maiores sub-bacias;

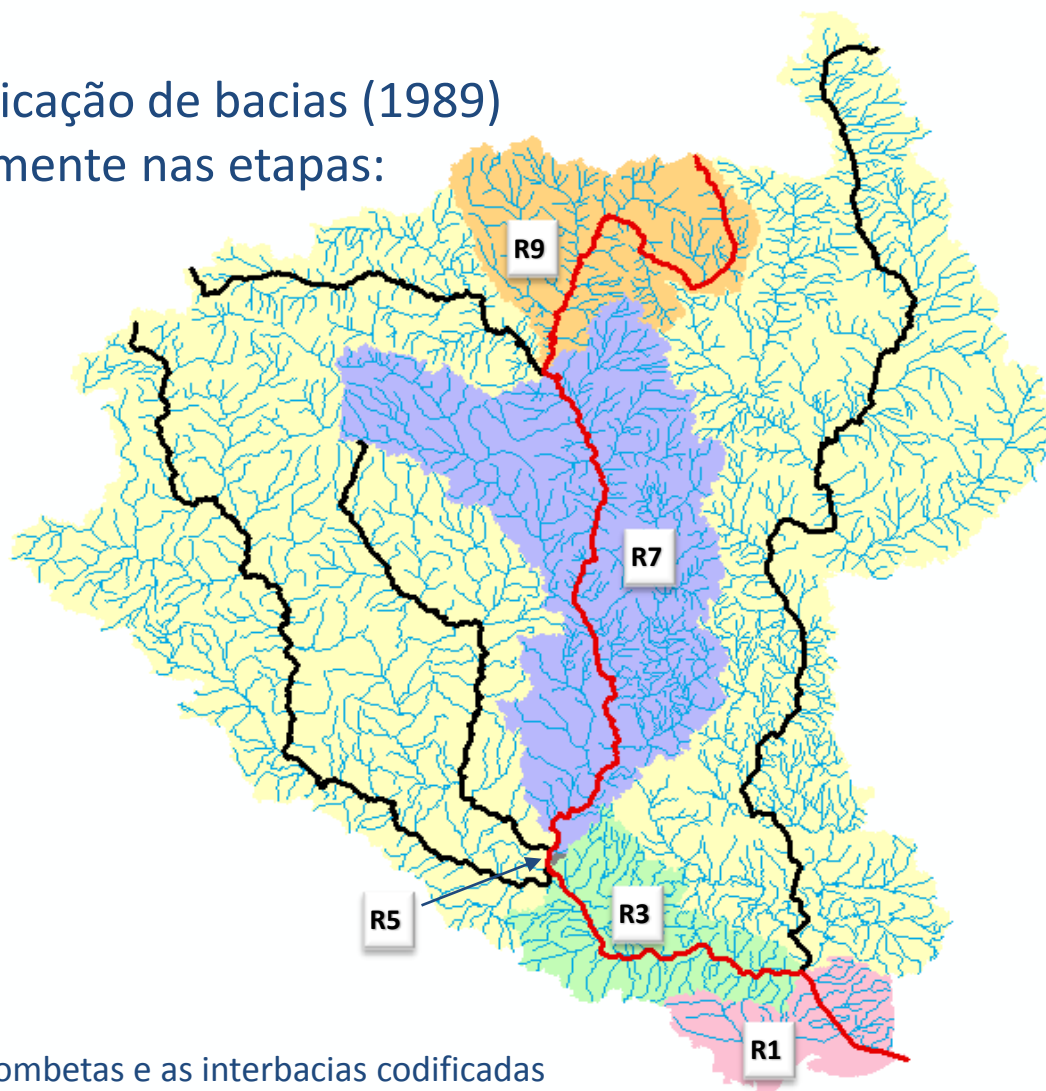


No exemplo a bacia do Rio Trombetas e as 4 maiores bacias tributárias do seu curso d'água principal codificadas

Procedimentos para Ottocodificação de Bacias

Os procedimentos para Ottocodificação de bacias (1989) podem ser descritos simplificadaamente nas etapas:

- Designar os dígitos ímpares às interbacias;

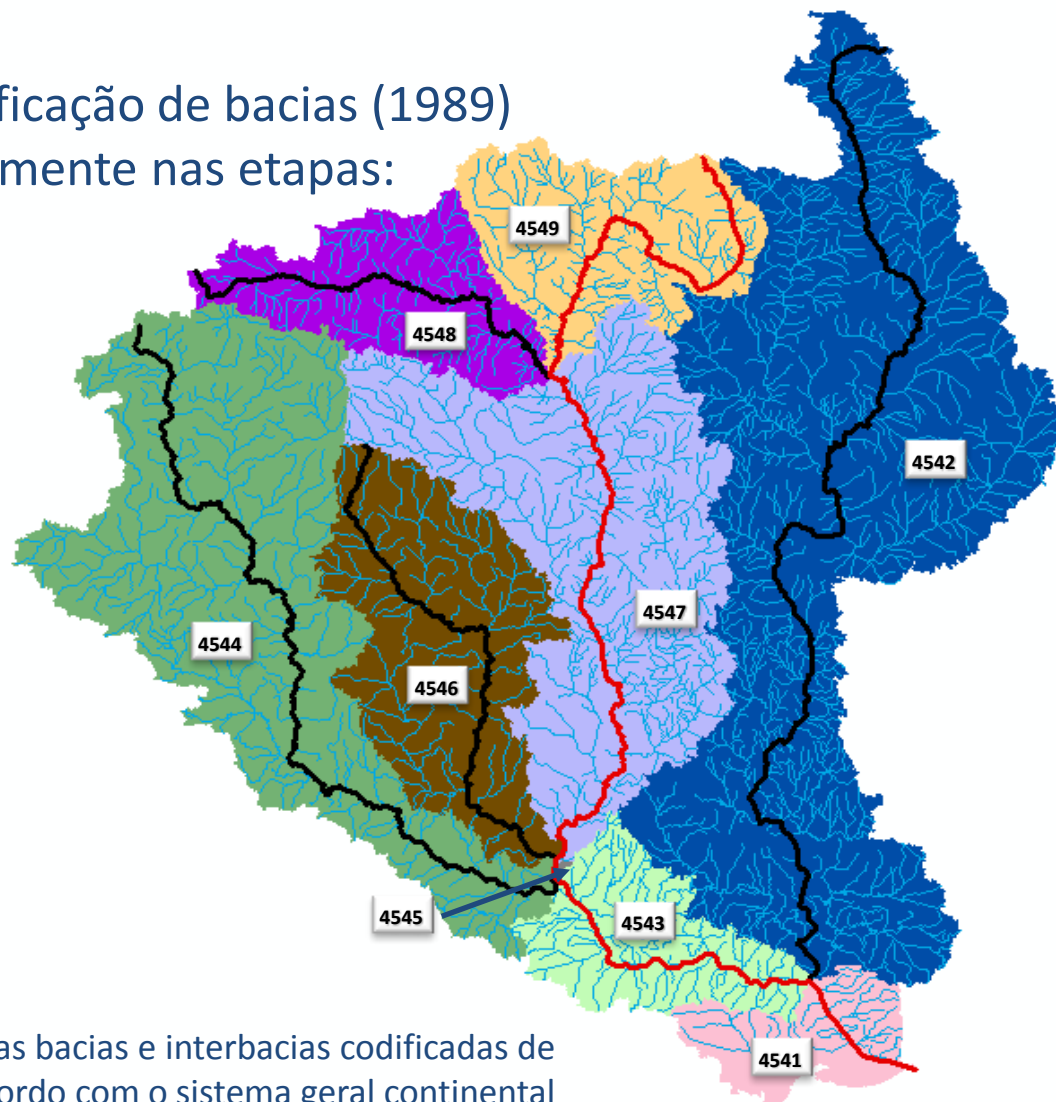


No exemplo a bacia do Rio Trombetas e as interbacias codificadas

Procedimentos para Ottocodificação de Bacias

Os procedimentos para Ottocodificação de bacias (1989) podem ser descritos simplificadaamente nas etapas:

- Inserir a bacia no sistema hidrográfico geral, substituindo o **R** pelo código próprio;



No exemplo a bacia do Rio Trombetas com as bacias e interbacias codificadas de acordo com o sistema geral continental

Vantagens da Codificação de Otto Pfafstetter

(Galvão & Meneses, 2005)

- Método hierárquico;
- Vinculado à topografia da área drenada (fisiograficamente consistente);
- Codificação das bacias com economia de dígitos;
- Informação topológica integrada nos dígitos - mantem a topologia no Código da Ottobacia;
- Fácil implementação por linguagem de programação;
- Aplicável em nível global;
- Fácil integração com SIGs

Exemplos de utilização da Ottocodificação no Mundo

- USGS

Ottocodificação de todos os continentes com o produto:

HYDRO1k Elevation Derivative Database

que é uma base de dados de cobertura global derivada do Modelo Digital de Elevación GTOPO30 do USGS.

OTTOCODIFICAÇÃO NÍVEL 1 DAS BACIAS CONTINENTAIS DA ÁFRICA

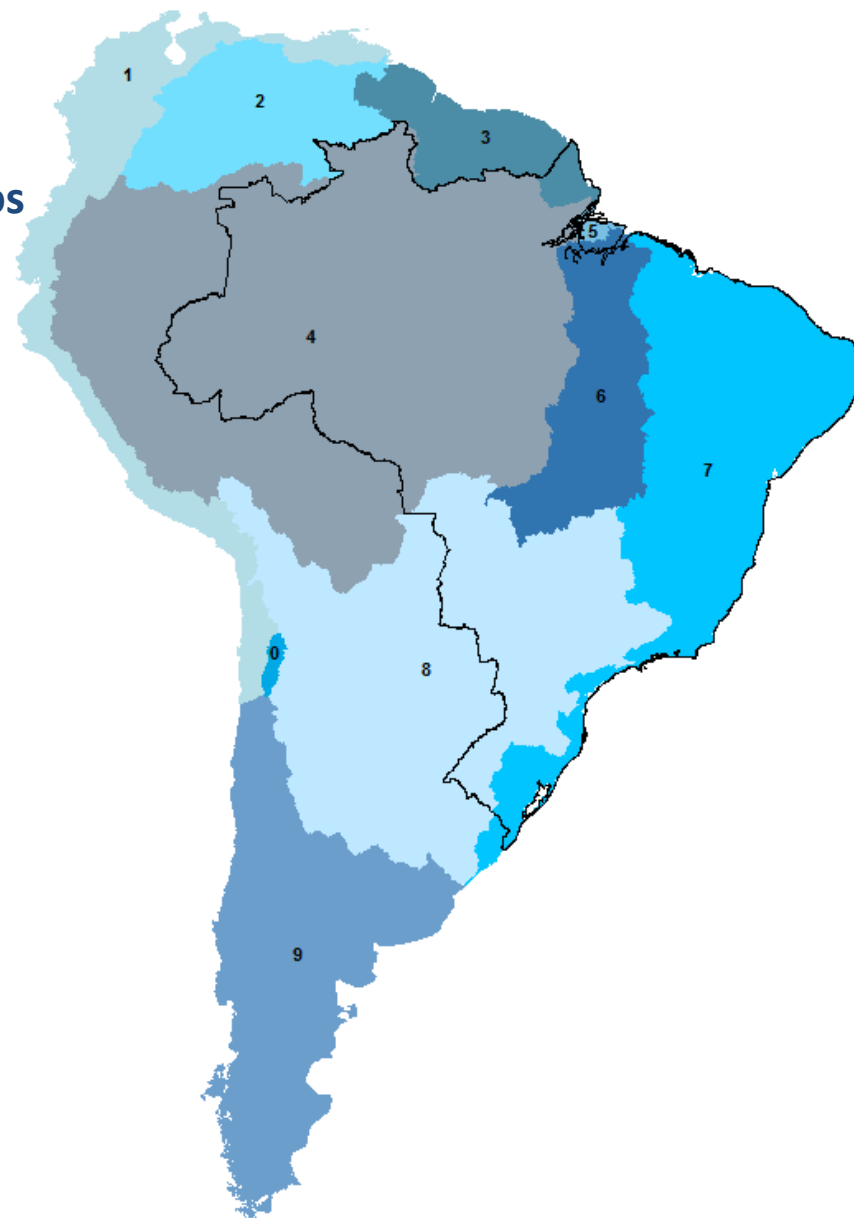


OTTOCODIFICAÇÃO NÍVEL 1 DAS BACIAS DO CONTINENTE NORTEAMERICANO



Codificação Otto dos Grandes Compartimentos Hidrográficos da América do Sul

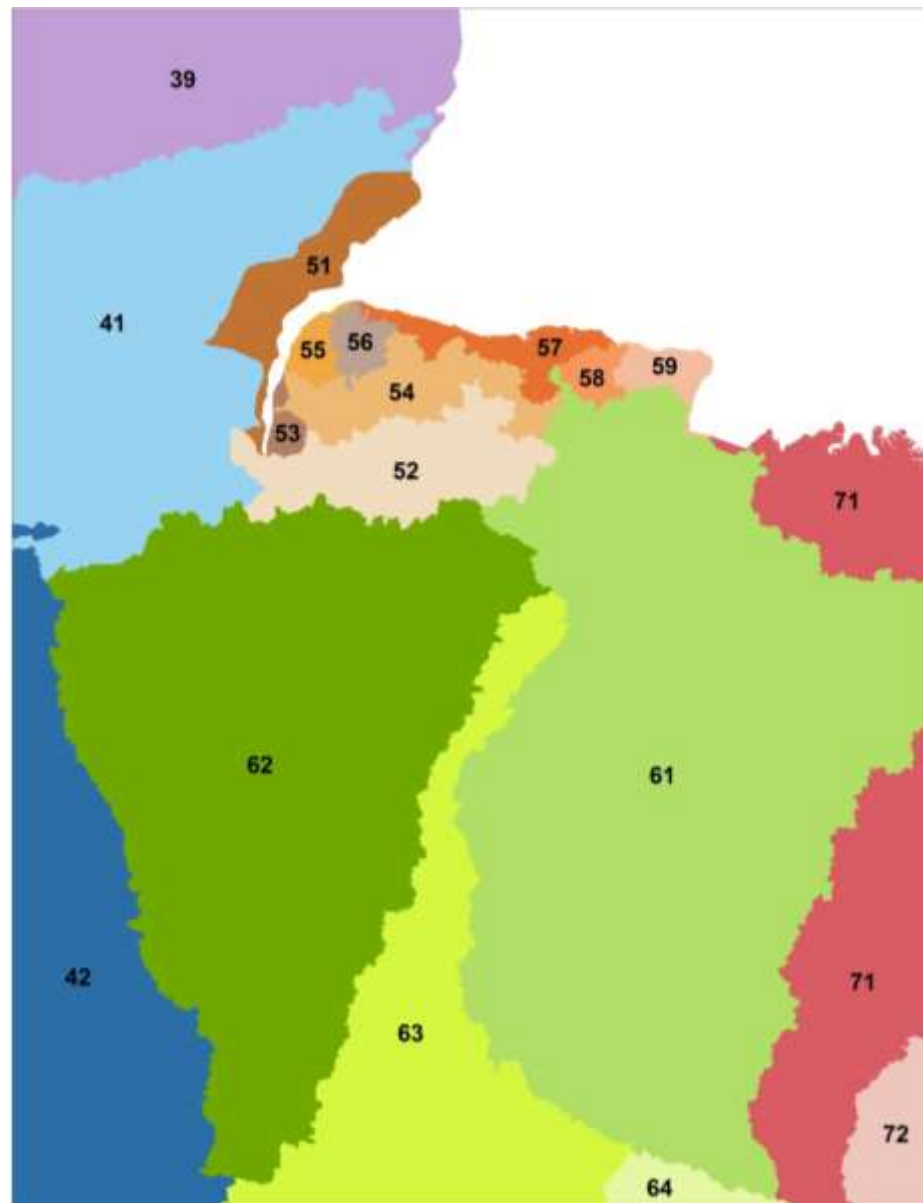
- 2 Orenoco
- 4 Amazônica;
- 6 Tocantins-Araguaia;
- 8 (Bacia do Paraguai/Paraná/Prata)



Interbacia 5 – Marajó Norte

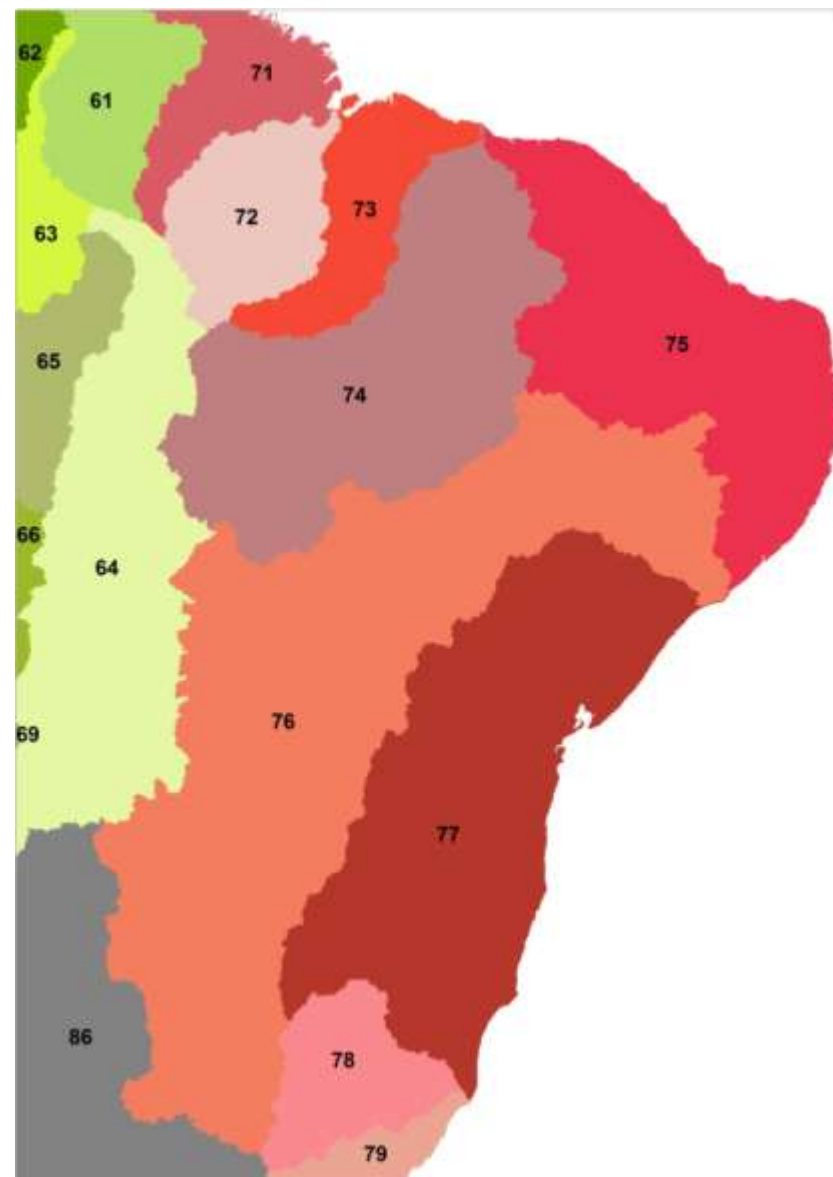
Bacia 6 :

- **62** Pacajá/Pará
- **64** Tocantins
- **66** Escuro/Formoso/Javaés
- **68** Rio das Mortes



Interbacia **7** – principais bacias:

- **72** Mearim
- **74** Parnaíba
- **76** São Francisco
- **78** Doce



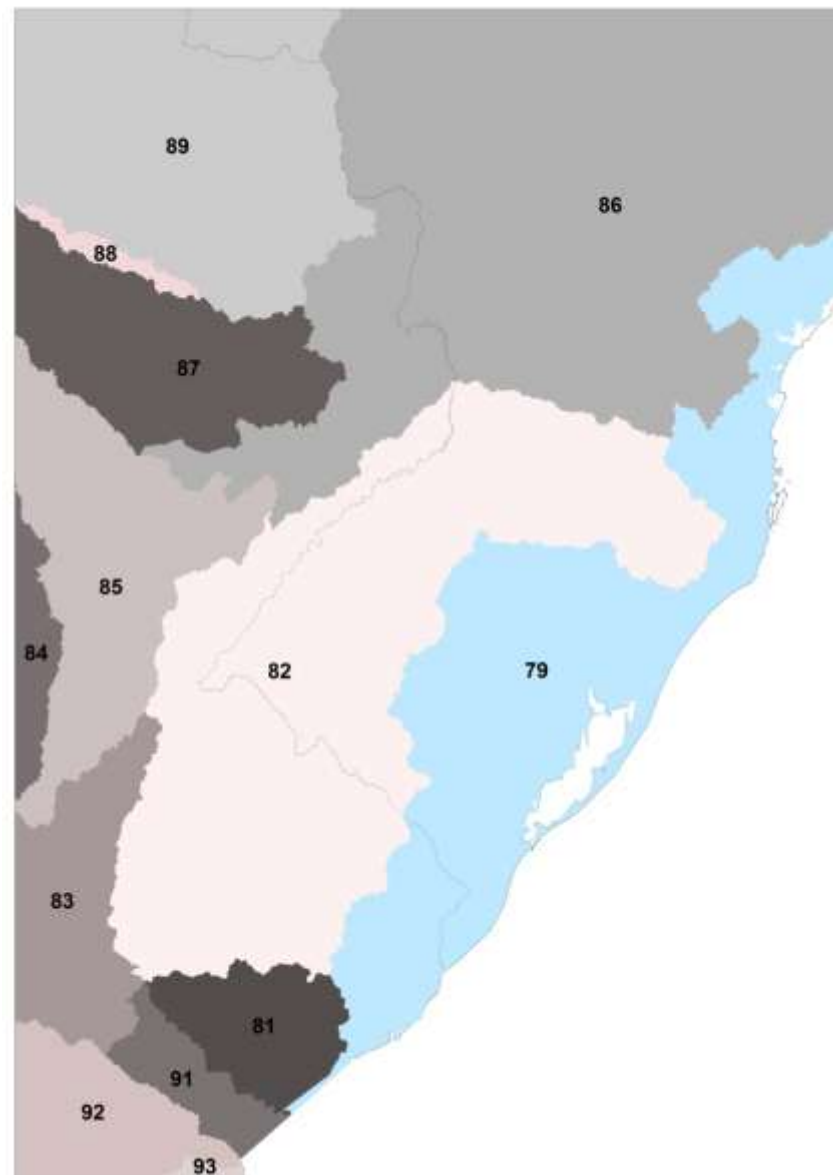
Bacia 8 – principais sub-bacias:

82 Uruguai

84 Salgado

86 Paraná

88 Pilcumayo

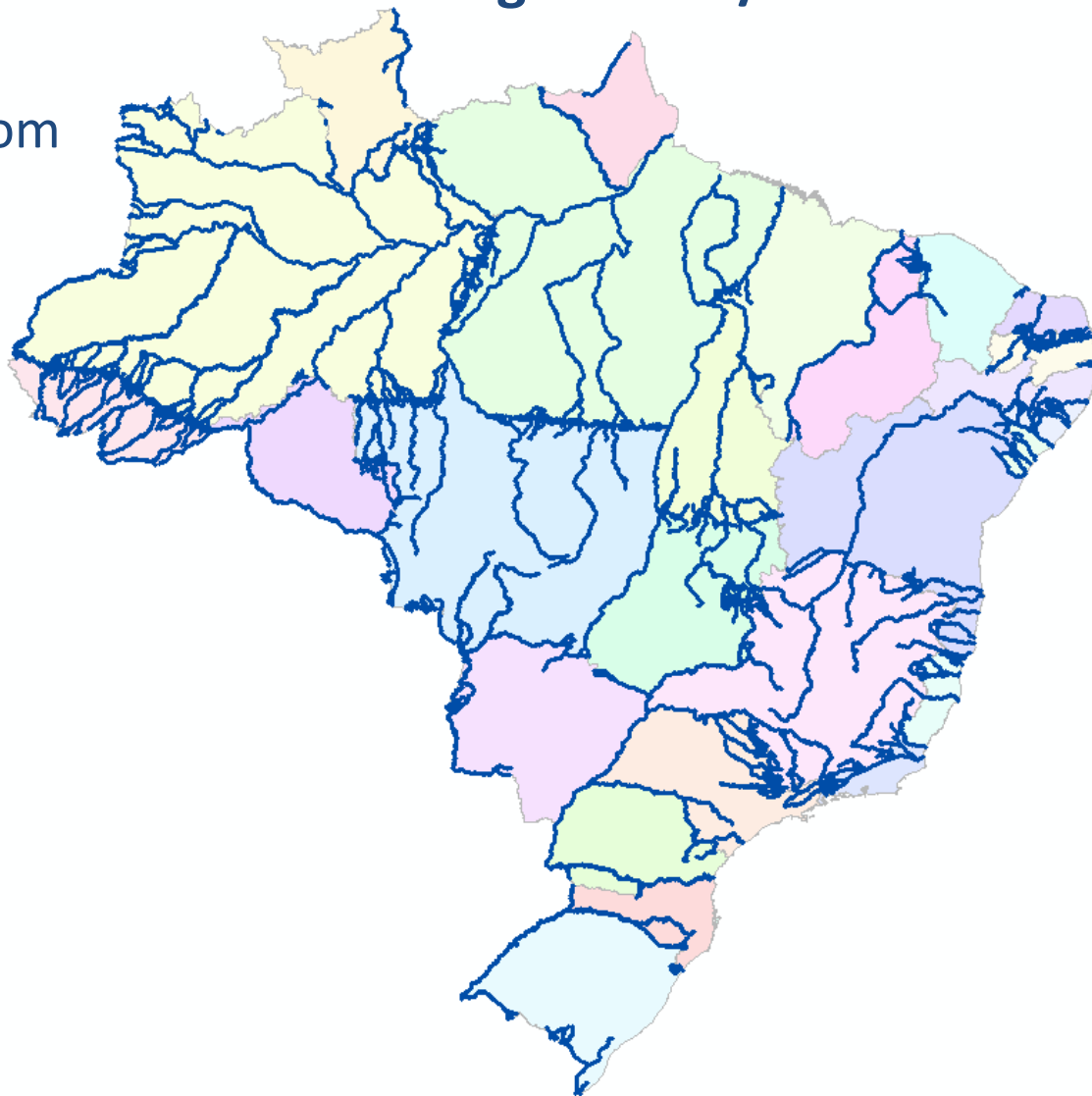


Domínios na Base Hidrográfica da ANA

1. Determinar os cursos d'água (segundo as Resoluções ANA nº 399/2004 e ANA nº 353/2013);
2. Determinar domínios das águas decorrentes do Art. 20, Inciso III da Constituição (Compartilhamento das águas entre Ufs – cruzamento da hidrografia com os limites estaduais);
3. Determinar domínios decorrentes de percorrerem Terras da União (Por enquanto apenas Terras Indígenas e Unidades de Conservação Federais (as constituídas de terras da União)).

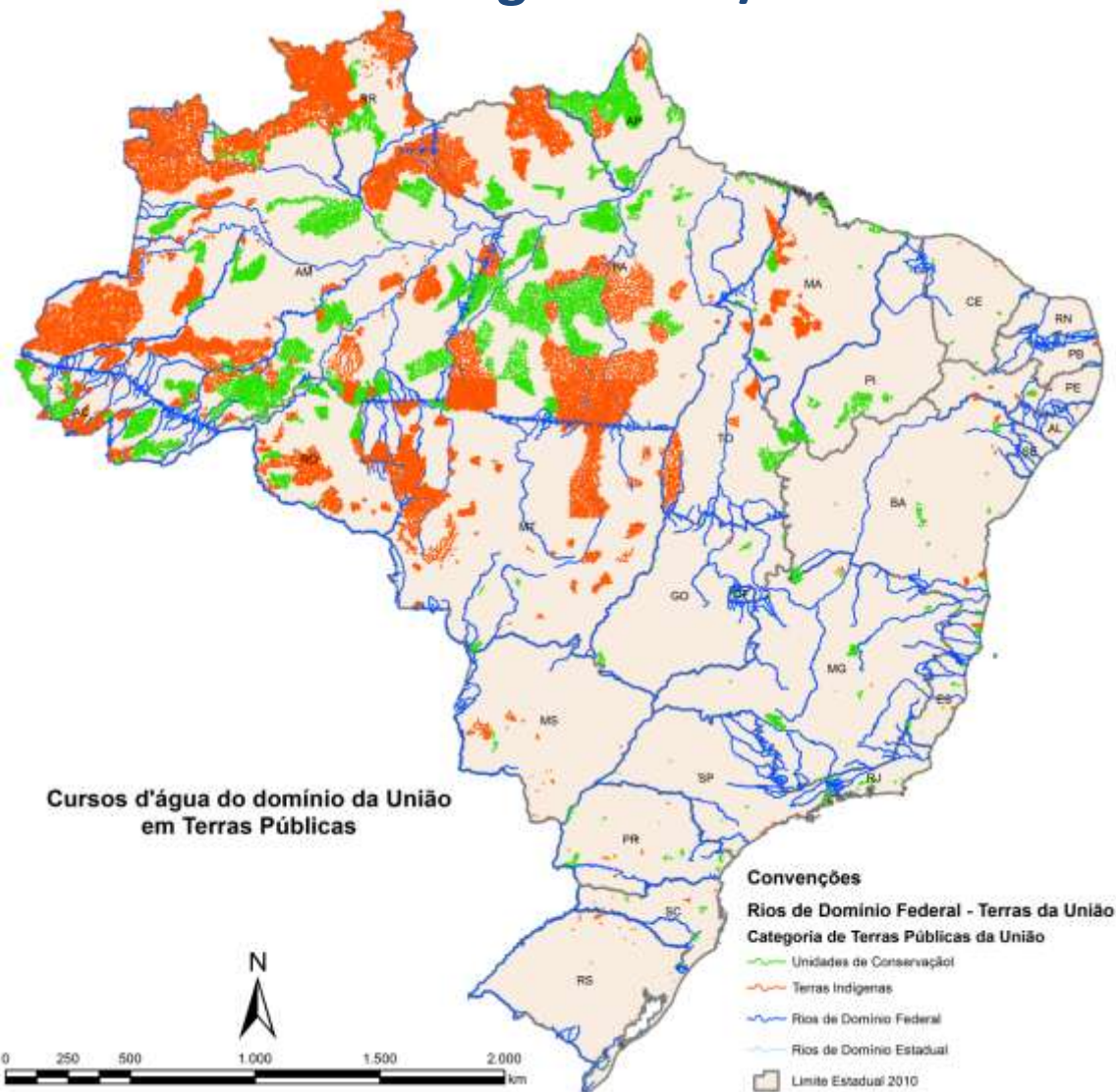
Determinar domínios dos cursos d'água CRFB/88 Art. 20

Cruzamento da hidrografia com
os limites políticos;



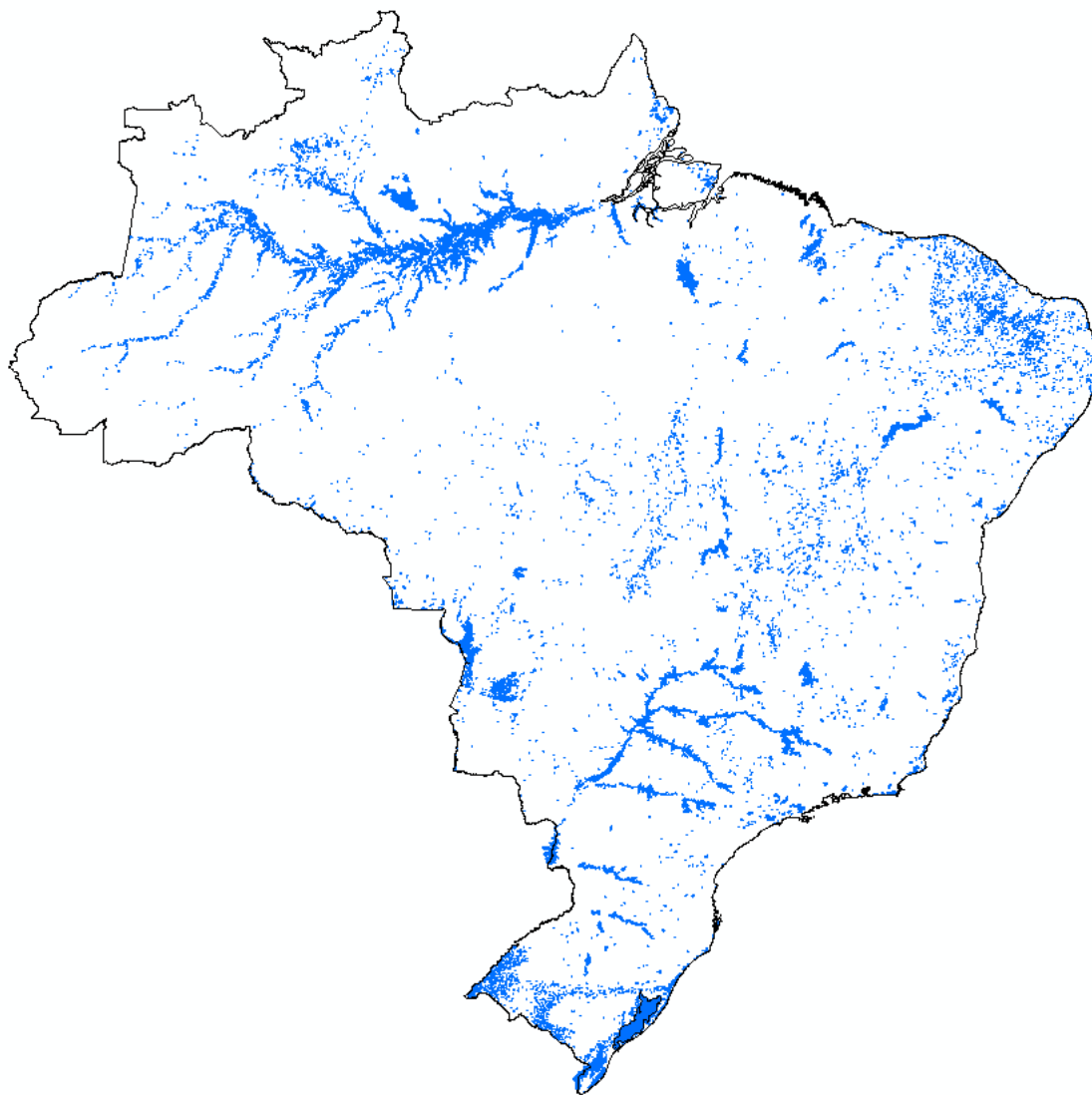
Determinar domínios dos cursos d'água CRFB/88 Art. 20

Cruzamento da hidrografia com terras da União (Terras Indígenas e Unidades de Conservação Federais).



Determinação do Domínio dos Espelhos d'Água do Brasil

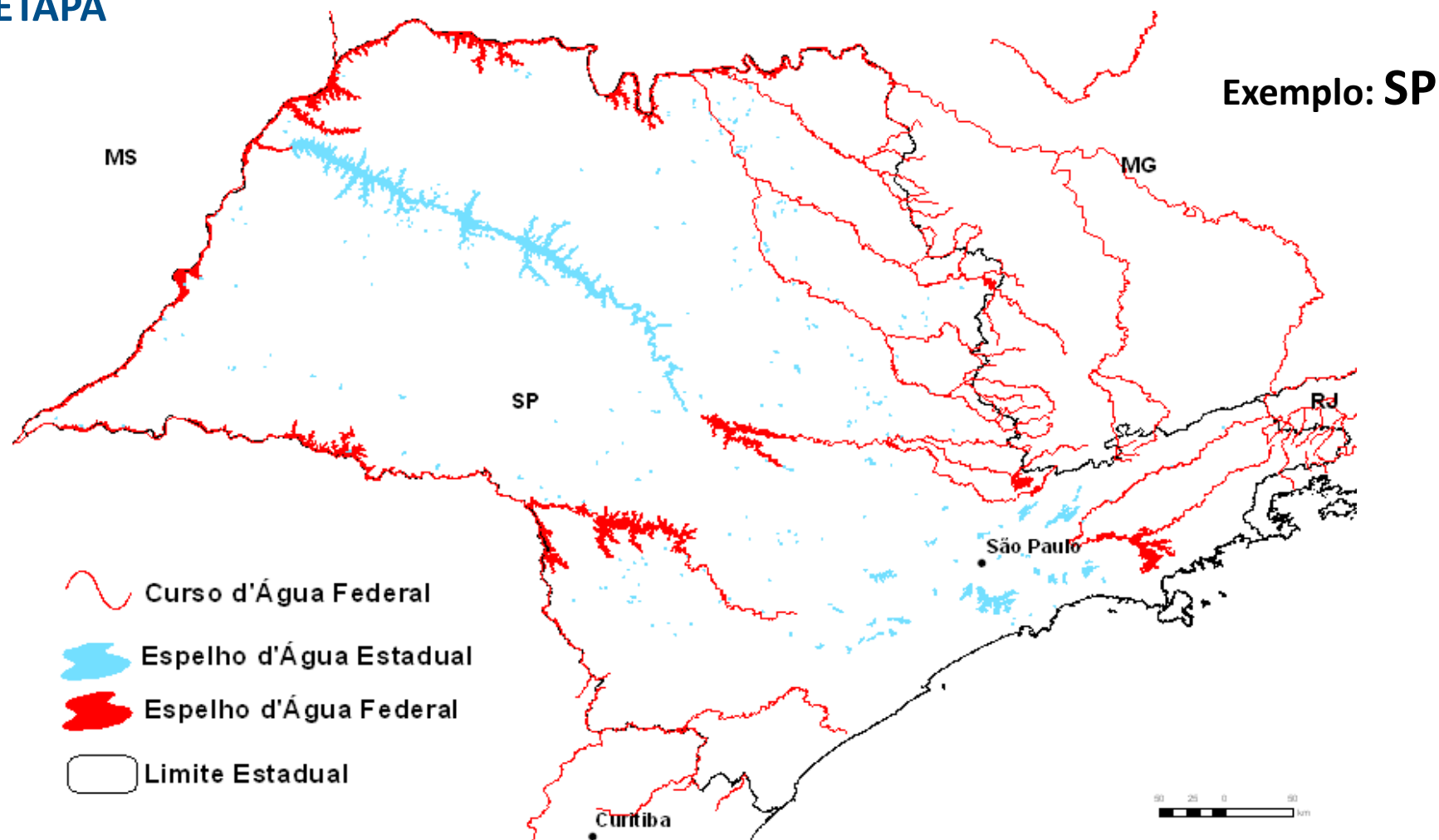
- Mapeamento efetuado pela FUNCEME/CE sob supervisão da ANA a partir de imagens de satélite CBERS 2/CCD (20 m de resolução espacial) de 2005 e 2006, atualizado pela ANA em 2012
- Mapeamento de espelhos d'água com área superior a 20 hectares = **22.708** espelhos (atual)



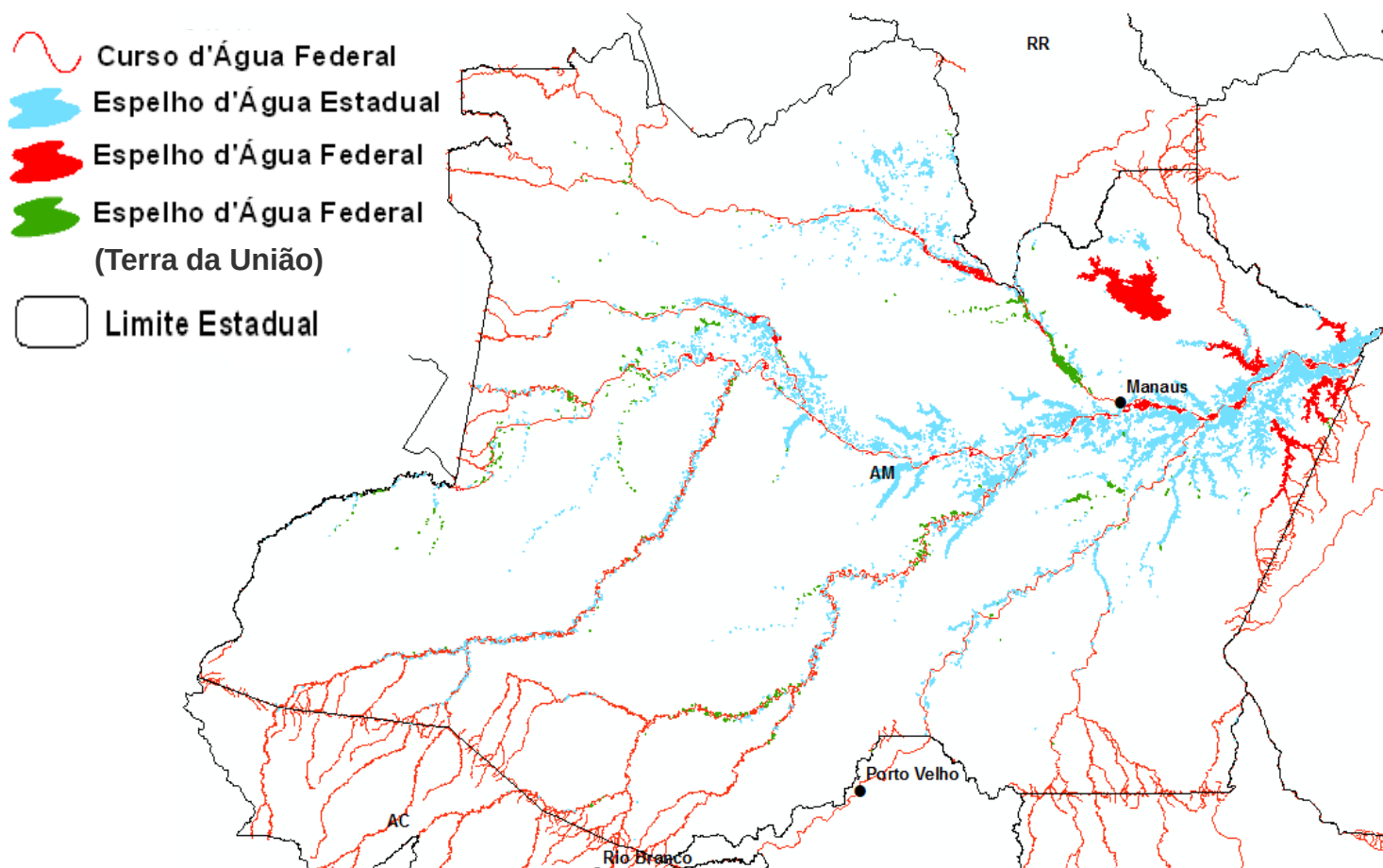
Base de Espelhos d'Água

- Base Original produzida pela FUNCEME não possuía nomes nem domínios;
- Em 2011 e 2012 a ANA identificou os nomes dos principais reservatórios (cartografia oficial e outras fontes);
- ANA eliminou polígonos que não eram espelhos (queimadas, sombras de nuvens e outras feições)
- Identificou os domínios;
 - Cruzamento com cursos d'água da União;
 - Cruzamento com Terras da União (Unidades de Conservação e Terras Indígenas);
 - Identificação de Obras da União (carece de regulamentação).
- Em 2012 a ANA incluiu novos reservatórios.

1ª ETAPA



2ª ETAPA – Terras da União



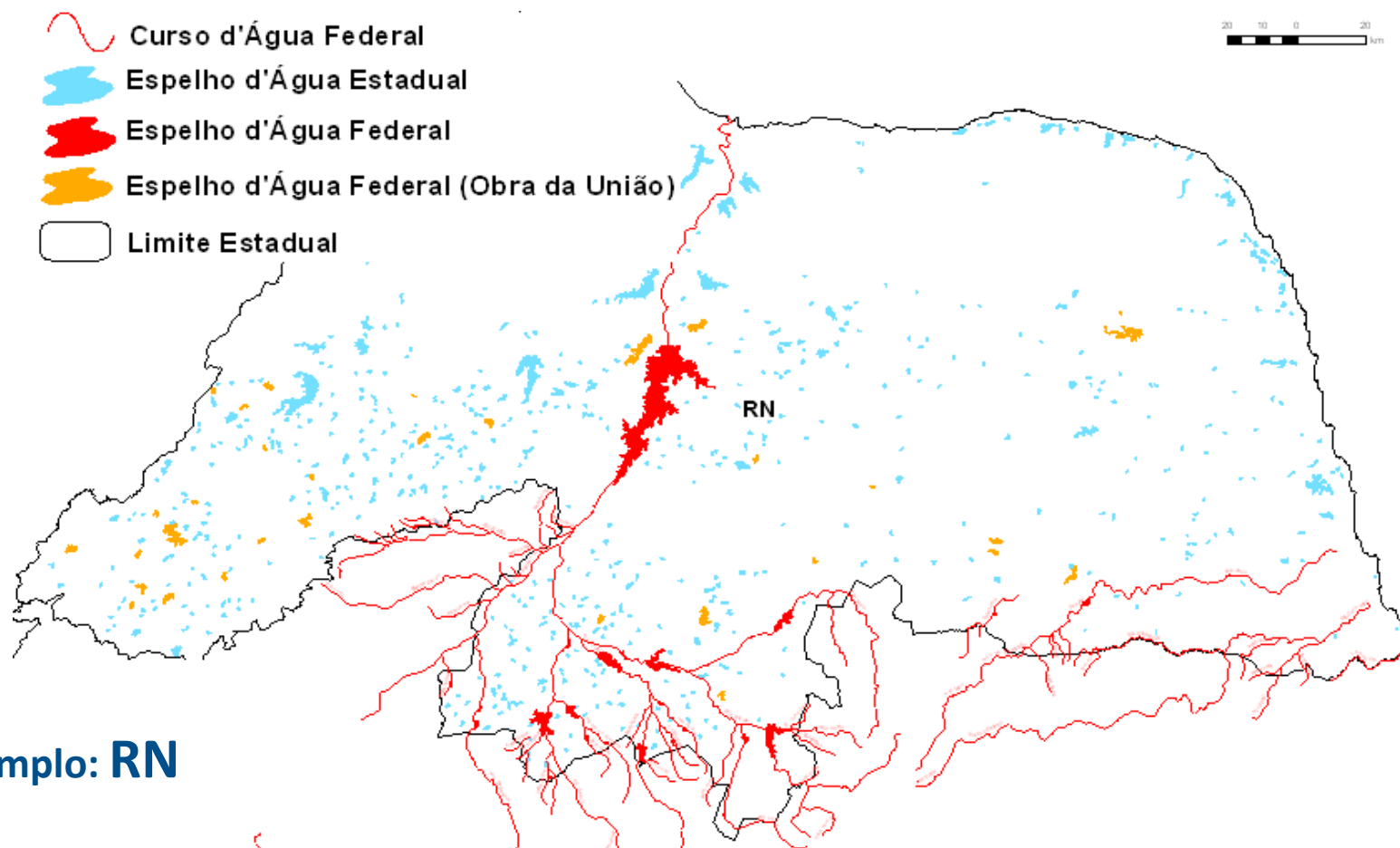
1.440 Espelhos d'Água localizados em Terras de domínio da União (TIs e UCs) no Brasil

Obras da União



- A Constituição determina a necessidade de uma lei para regulamentar o assunto.

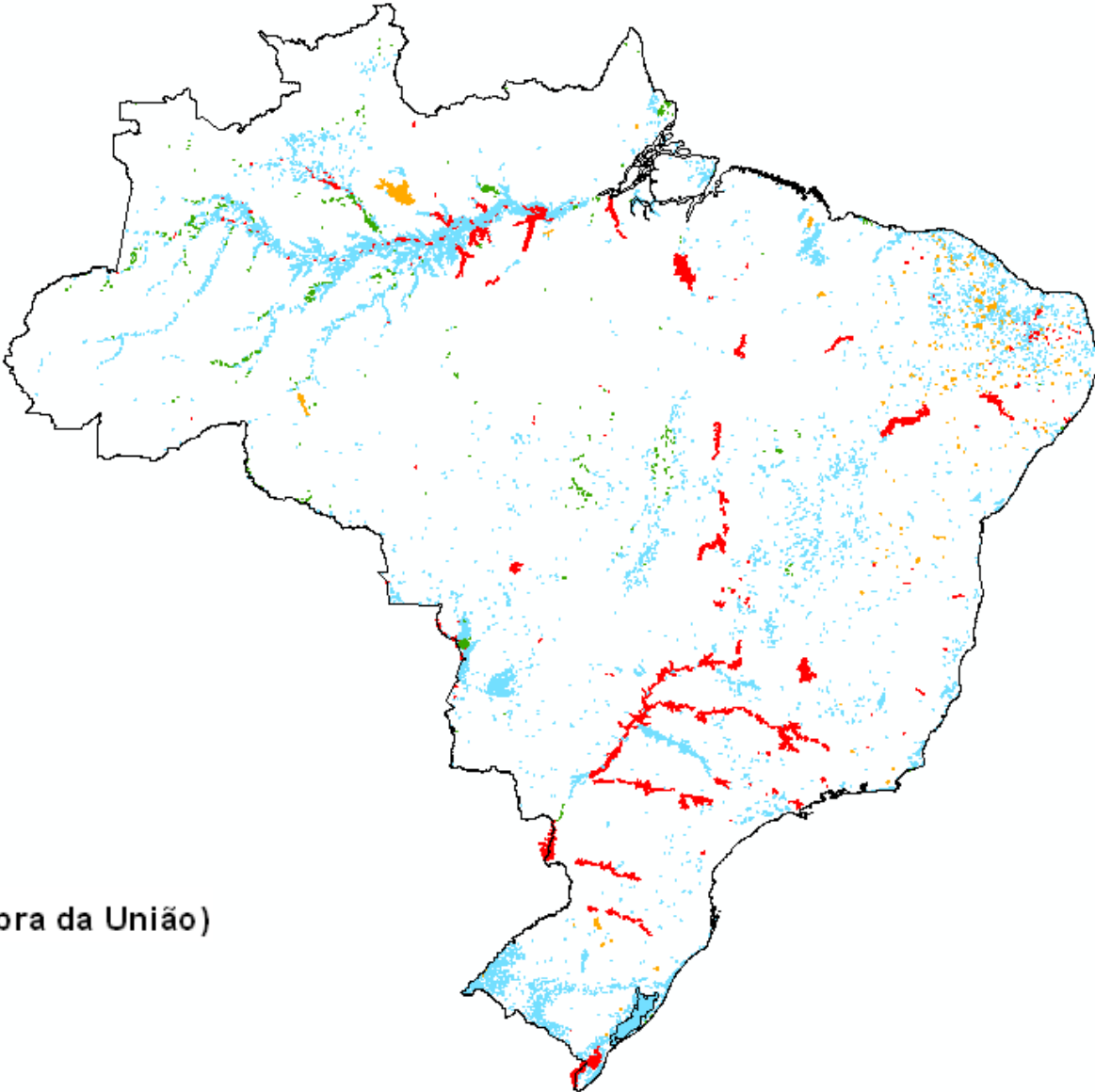
3ª ETAPA – Identificação das Obras da União



Exemplo: RN

270 Obras da União identificadas em cursos d'água de domínio dos Estados no Brasil

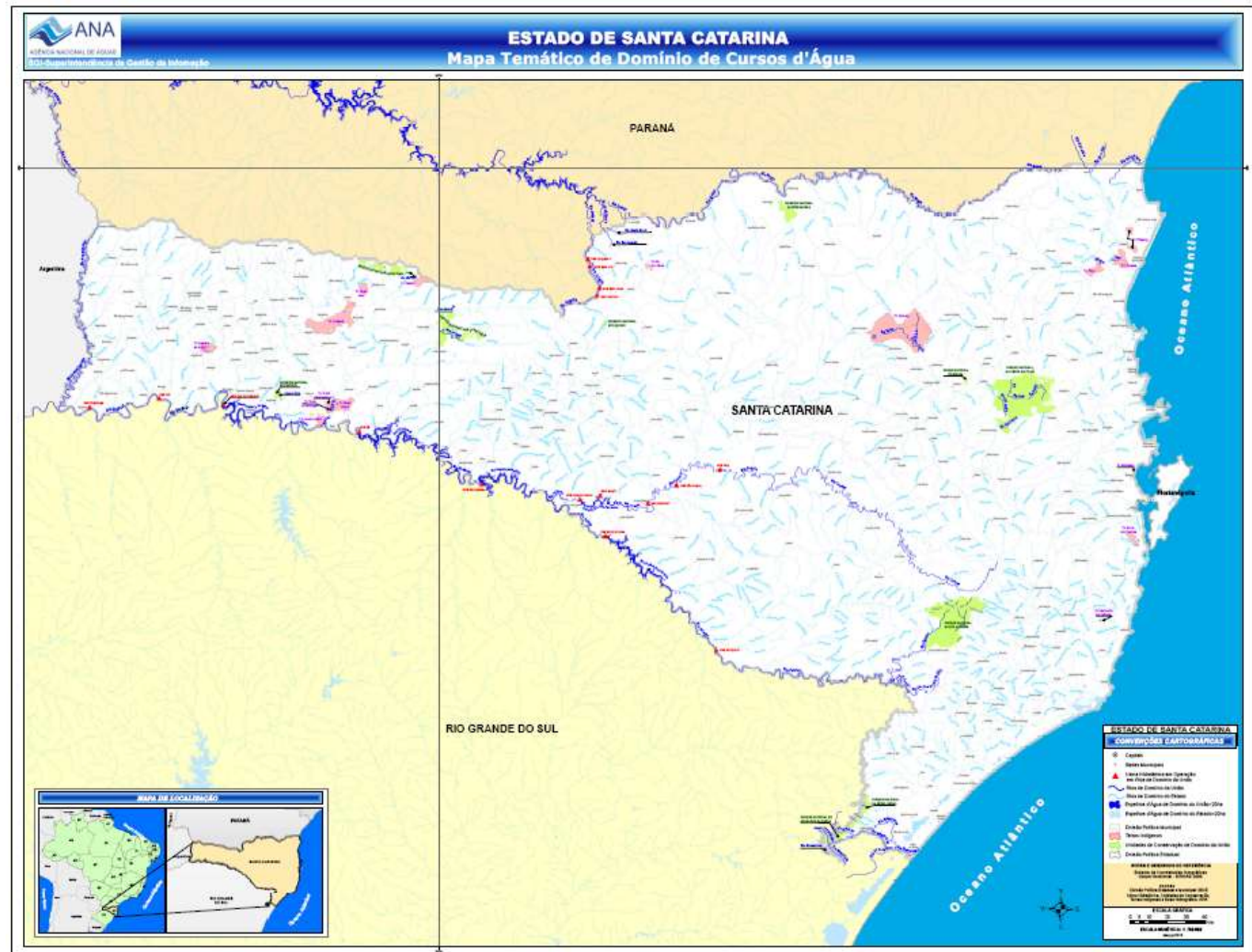
Domínio dos Espelhos d'Água

- 
- The map displays the geographical distribution of water mirror domains across Brazil. The domains are represented by colored areas: light blue for state-level mirrors, red for federal mirrors, green for federal mirrors in Union Territory, and orange for federal mirrors in Union Territory. The map shows a high density of state-level mirrors (light blue) across the entire country, with federal mirrors (red) concentrated in specific regions, particularly in the central and southern parts. Green and orange areas are more sparsely distributed, primarily in the northern and central regions.
-  Espelho d'Água Estadual
 -  Espelho d'Água Federal
 -  Espelho d'Água Federal (Terra da União)
 -  Espelho d'Água Federal (Obra da União)

Síntese – Mapa de Domínios

Cada Estado Recebe um Mapa de Domínios

Assim são
definidas e
acordadas as
áreas de
competência
para a Gestão de
Recursos
Hídricos



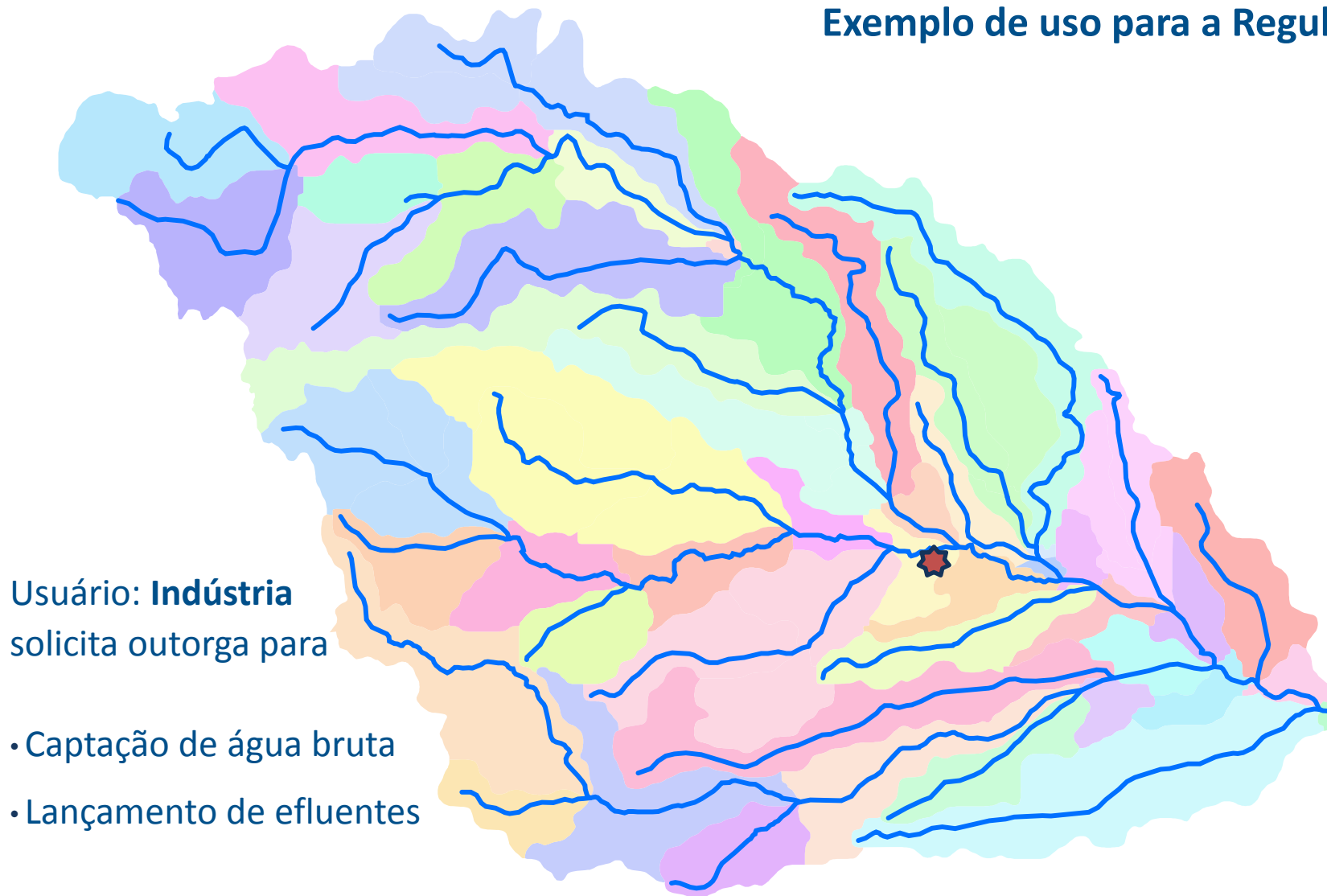
Base Hidrográfica Ottocodificada - BHO

Importância da BHO para a gestão dos Recursos Hídricos

- **Papel em atividades finalísticas da ANA**
 - regulação, elaboração de Planos – espacialização dos dados hidrológicos
 - gestão da rede hidrometeorológica – áreas de contribuição das estações
 - Suporte à gestão participativa – delimitação dos Comitês de Bacia
- **Referência oficial para a comunicação e intercâmbio de informações e dados espaciais entre as instituições das diversas esferas**
 - Elaborada a partir das bases espaciais oficiais do IBGE e DSG
 - Padrão para a comunicação com órgãos gestores e entidades do SINGREH
- **Núcleo central da Inteligência Geográfica – IG – do SNIRH**
 - confere a possibilidade de integração dos diversos subsistemas finalísticos
 - Possibilita a obtenção de dados socioeconômicos e hidrológicos a qualquer ponto da rede hidrográfica

Base Hidrográfica Ottocodificada - BHO

Exemplo de uso para a Regulação



Obrigado!

Agustin Trigo
Especialista em Geoprocessamento

Agustin.Trigo@ana.gov.br | (+55) (61) 2109–5529

www.ana.gov.br



www.twitter.com/anagovbr



www.facebook.com/anagovbr



www.youtube.com/anagovbr