

## O “Atlas Digital das Águas de Minas” como ferramenta para o planejamento e gestão dos recursos hídricos

Autores: Humberto Paulo Euclides<sup>1</sup>, Paulo Afonso Ferreira<sup>2</sup>; Reynaldo Furtado Faria Filho<sup>3</sup>, Elvis Paulo de Oliveira<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Pesquisador, Msc, RURALMINAS/UFV/Viçosa – Brasil. e-mail: heuclydes@ufv.br

<sup>2</sup> Professor, PhD, DEA/UFV/Viçosa – Brasil. e-mail: pafonso@ufv.br

<sup>3</sup> Professor, Msc, UFV/Rio Paranaíba – Brasil. e-mail: avreynaldo@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Estudante graduação, DEC/UFV/Viçosa – Brasil. e-mail: elvis.oliveira@ufv.br

**Abstract:** The “Digital Atlas of the Waters of Minas” is the first complete and up-to-date map of the surface water resources of the Minas Gerais state. Based on the SIG’s technology, it is a great advancement in the methods of producing and transferring knowledge through internet. It is available as website format on the address <http://www.atlasdasaguas.ufv.br>. It was developed through institutional partnership between the two state secretariat organizations (State secretariat of Agriculture/ /RURALMINAS and State secretariat of environment/IGAM) and the Federal University of Viçosa. It can be used as a tool for planning and managing water resources, provides important information about the grant of water use rights, and also has several applications in water resource engineering.

**Palavras-chave:** Atlas digital, água, região hidrográfica

### Introdução

A água é um recurso natural que a cada dia torna-se mais escasso e vulnerável. Para assegurar sua utilização eficiente, duradoura e ordenada, bem como preservar seu papel ecológico, é indispensável que as instituições responsáveis por sua gestão disponham, cotidianamente, de informações corretas sobre a qualidade e quantidade disponível numa dada seção de seu curso natural.

A gestão dos recursos hídricos, frente aos segmentos que mais os demandam, ou seja, agricultura, indústria, abastecimento humano e geração hidroelétrica deve ser exercida de modo harmônico, levando-se em consideração a preservação da qualidade e a disponibilidade, principalmente quando o uso é consultivo como ocorre na agricultura irrigada, usos domésticos e processos industriais.

Dentre as principais inovações introduzidas pela Lei nº 9.433/97, conhecida como Lei das Águas está o estabelecimento dos instrumentos que devem ser utilizados para viabilizar a implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos. São eles: I. planos de recursos hídricos; II. enquadramento dos corpos de água em classes de usos preponderantes; III. outorga de direito de uso dos recursos hídricos; IV. cobrança pelo uso dos recursos hídricos; V. compensação aos municípios; VI. sistema de informações sobre recursos hídricos.

Neste contexto, o desenvolvimento de estudos hidrológicos para avaliação das disponibilidades e potencialidades hídricas, nas bacias hidrográficas, constitui uma das atividades de maior importância para subsidiar a execução dos referidos instrumentos de gestão, previstos na Lei das Águas.

A grande variabilidade da disponibilidade hídrica, tanto temporal como espacial que já ocorre naturalmente na natureza, como também o crescente aumento da demanda de uso dos recursos hídricos gerando conflitos em várias regiões mineiras como por exemplo nas bacias dos rios Verde Grande, Urucuia, Paracatu e Araguari, ressalta a necessidade permanente de estudos visando a quantificação/atualização dos recursos hídricos de forma a obter com maior segurança os valores das vazões mais próximas possíveis da realidade.

Em algumas regiões hidrográficas situadas nas regiões norte e nordeste do Estado de Minas Gerais, já existem conflitos instalados entre usuários irrigantes em função da escassez de recursos hídricos em épocas de estiagem; em outras bacias, como por exemplo, a bacia do rio Paracatu, têm-se problemas de construção irregulares de barramentos que impedem o fluxo normal das águas para os usuários de jusante. Na maioria destes casos, a outorga de direito de uso tem sido o instrumento utilizado para dirimir as questões, repartindo os recursos disponíveis entre os usuários. No gerenciamento de recursos hídricos o maior desafio é outorgar com responsabilidade, pois sem isso, há riscos de que os recursos hídricos sejam exauridos (HIDROTEC, 2009).

As técnicas de geoprocessamento têm sido utilizadas em diversas áreas de estudos. Na hidrologia a necessidade de espacialização da informação, a partir de dados pontuais de medição das variáveis

hidrometeorológicas, exige o emprego de metodologias de análise regional da informação. Essas metodologias, ainda hoje, se baseiam intensamente em levantamentos manuais sobre cartas analógicas para obtenção de parâmetros fisiográficos, objetivando os estudos de correlação. Com técnicas de geoprocessamento em um sistema de informações geográficas (SIG) é possível levantar os parâmetros e variáveis de forma automatizada, minimizando subjetivismo com aumento de produtividade. Sua utilização exige bases cartográficas digitais, nem sempre disponíveis. O Investimento em digitalização pode, no entanto, ser compensado com a multiplicidade de usos das bases, usos futuros ou no próprio estudo em suas diversas etapas, no levantamento dos parâmetros, no processo de análise espacial e na apresentação dos resultados.

Atentos a estas dificuldades e cientes de que poderiam contribuir no sentido de solucioná-las, a Fundação Rural Mineira - RURALMINAS e a Universidade Federal de Viçosa celebraram convênio de cooperação mútua, em fevereiro de 1989, objetivando ao intercâmbio de conhecimentos científicos e tecnológicos decorrentes das atividades desenvolvidas pelas partes. O objetivo principal deste convênio foi desenvolver um programa de pesquisa e desenvolvimento direcionado à geração e transferência de tecnologia de suporte para o planejamento, dimensionamento, manejo e gestão de projetos envolvendo os recursos hídricos, no Estado de Minas Gerais (HIDROTEC, 2010).

Essas foram as razões pelas quais o programa HIDROTEC surgiu. Nesse programa objetiva-se criar uma biblioteca virtual permitindo, assim, atender democraticamente às expectativas dos diversos segmentos de usuários interessados no conhecimento das disponibilidades e potencialidades dos recursos hídricos superficiais, no estado de Minas Gerais. O principal produto gerado no HIDROTEC foi o "Atlas Digital das Águas de Minas" (ATLAS, 2007). A primeira e a segunda versão do ATLAS foram desenvolvidas no formato de CD-ROM.

Enquanto os órgãos responsáveis pela gestão dos recursos hídricos, em níveis federal, estadual e de bacia hidrográfica, necessitam de informações confiáveis sobre a disponibilidade de água a fim de atender as demandas de outorgas de direito de uso da água, os engenheiros encarregados do planejamento, dimensionamento e manejo de projetos, que demandam consuntivamente a água, necessitam de tecnologia adequada e informações corretas, que levem ao uso otimizado deste recurso. Portanto, além da necessidade de geração de tecnologia em nível regional, necessita-se também transferi-la aos técnicos de modo objetivo, claro e abrangente dentro de cada área.

Dessa forma, objetivando a produção de um aplicativo de fácil manuseio na forma de Atlas digital e com acesso via internet o presente projeto teve como principais objetivos: a) Migrar o aplicativo "Atlas Digital das Águas de Minas" do formato de CD-ROM para *web site* e acrescentar novas funcionalidades; b) Atualização de estudos hidrológicos em todas regiões hidrográficas da área em estudo; c) Mapeamento dos recursos hídricos nas regiões hidrográficas utilizando sistemas de informações geográficas; e d) Disponibilizar as informações digitais geradas no web site no endereço (<http://www.atlasdasaguas.ufv.br>).

## **Métodos**

A metodologia desenvolvida no website "Atlas Digital das Águas de Minas" denominada SAGA - Sistema Simplificado de Apoio a Gestão das Águas, utiliza técnicas de regionalização hidrológica desenvolvidas em ambiente de sistemas de informações geográficas (SGs). O sistema de consulta do ATLAS está desenvolvido de forma a permitir o acesso à base de dados através de dois mecanismos a *consulta espacial georreferenciada* e a *consulta informativa*. As informações estão disponibilizadas por Região Hidrográfica e por Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos – UPGRH.

O ATLAS foi desenvolvido através de parceria institucional entre duas secretarias de Estado e órgãos vinculados (Secretaria de Estado da Agricultura /RURALMINAS e Secretaria de Estado do Meio Ambiente/IGAM) e a Universidade Federal de Viçosa.

## **Apreciação e discussão**

A *consulta espacial georreferenciada* (7 por região hidrográfica e total de 77) desenvolvida em ambiente de sistemas de informações geográficas - SIG's e com funcionamento *on-line*, propicia aos usuários uma interação dinâmica e objetiva, uma vez que as informações hidrológicas (*antes restritas aos técnicos especializados*) são obtidas ao simples clique com o mouse sobre mapa-base da rede hidrográfica da bacia apresentada na tela do monitor. São elas:

1. Informações hidrológicas na rede hidrográfica;
2. Informações em qualquer seção fluvial;
3. Modelos hidrológicos ajustados por curso d'água;
4. Imagens de satélite;
5. Balanço demanda/disponibilidade por bacia;
6. Regiões hidrologicamente homogêneas; e
7. Rede hidrológica.

1) - Consulta espacial: Informações hidrológicas na rede hidrográfica

Nessa consulta, em cada "ponto de informação" identificado na rede hidrográfica está relacionada uma tabela de atributos, contendo o valor da área de drenagem da bacia e das variáveis e funções hidrológicas regionalizadas, para aquele ponto ou seção fluvial. Ao todo foram 3.970 seções fluviais equidistantes 10 km. O procedimento adotado para a geração e o armazenamento destas informações hidrológicas na rede hidrográfica foi realizado basicamente em duas etapas.

A primeira etapa compreendeu a geração das informações hidrológicas, que basicamente constou de um procedimento simplificado aplicado nos modelos de regressão ajustados nos estudos de regionalização hidrológica, desenvolvidos no âmbito do programa HIDROTEC.

A segunda etapa constou do armazenamento das informações hidrológicas na rede hidrográfica digital, onde foram aplicados os seguintes procedimentos: a)- identificação e divisão dos cursos d'água principais em "pontos de informação" equidistantes de 10 km a partir das nascentes, utilizando-se como apoio, cartas topográficas planialtimétricas na escala de 1: 250.000; b)- digitalização dos cursos d'água principais e dos contornos das sub-bacias localizadas à montante de cada "ponto de informação"; c)- delimitação dos contornos das sub-bacias e identificação das coordenadas geográficas dos "pontos de informação" identificados na rede hidrográfica digitalizada; d)- estimativa dos valores das áreas de drenagem e da precipitação média sobre as bacias, em cada "ponto de informação" identificado na rede hidrográfica; e)- geração de tabelas, contendo os valores das variáveis hidrológicas, regionalizadas para cada "ponto de informação"; e f)- disponibilização das informações hidrológicas em cada "ponto de informação" identificado nos cursos d'água principais digitalizados.

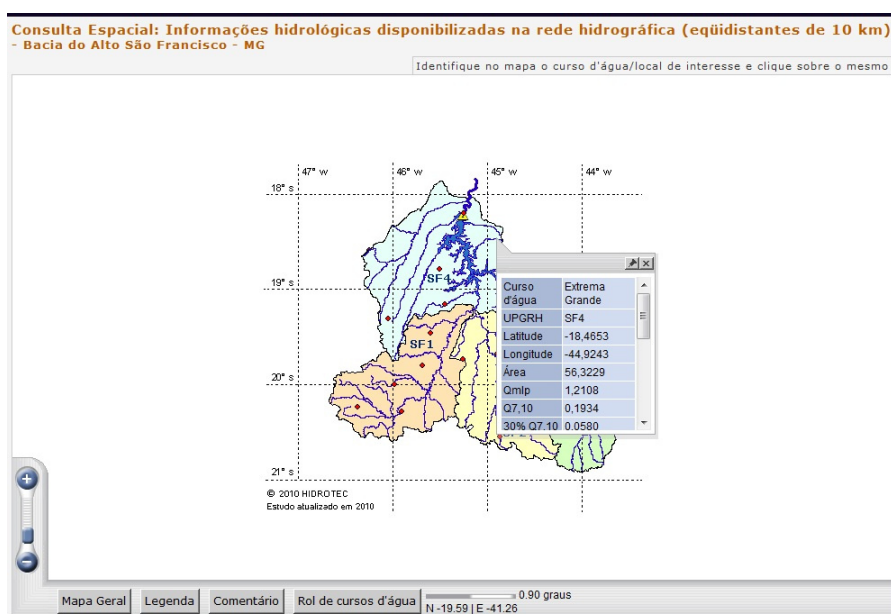


Figura 1- Consulta espacial: Informações hidrológicas na rede hidrográfica do Alto São Francisco - MG

2) - Consulta espacial: Informações em qualquer seção fluvial

Com funcionamento **on-line** (inédito no Brasil) o usuário identifica, no mapa da rede hidrográfica da bacia apresentada na tela do computador, o curso d'água de interesse (visualmente e com apoio de coordenadas geográficas) e após um clique com o mouse sobre a seção fluvial de interesse, o sistema determina, automaticamente, a área de drenagem da bacia e os valores das vazões máximas, médias e mínimas.

Alicerçado na tecnologia dos sistemas de informações geográficas - SIG's, o sistema foi desenvolvido com base nos modelos hidrológicos ajustados nas regiões hidrográficas mineiras no âmbito do programa

HIDROTEC, na hidrografia digital do IBGE na escala de 1:250.000 e no modelo digital de elevação (MDE) obtido do projeto Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), desenvolvido em escala mundial pela agência espacial americana (NASA), italiana (ASI) e alemã (DLR).

Ao longo da hidrografia de todas as regiões hidrográficas mineiras e partes das regiões dos Estados do Espírito Santo, Bahia, Goiás e Distrito Federal, as informações hidrológicas estão disponibilizadas na forma digital. Foram gerados 3.470.000 pontos georreferenciados, com pixel 90 metros.

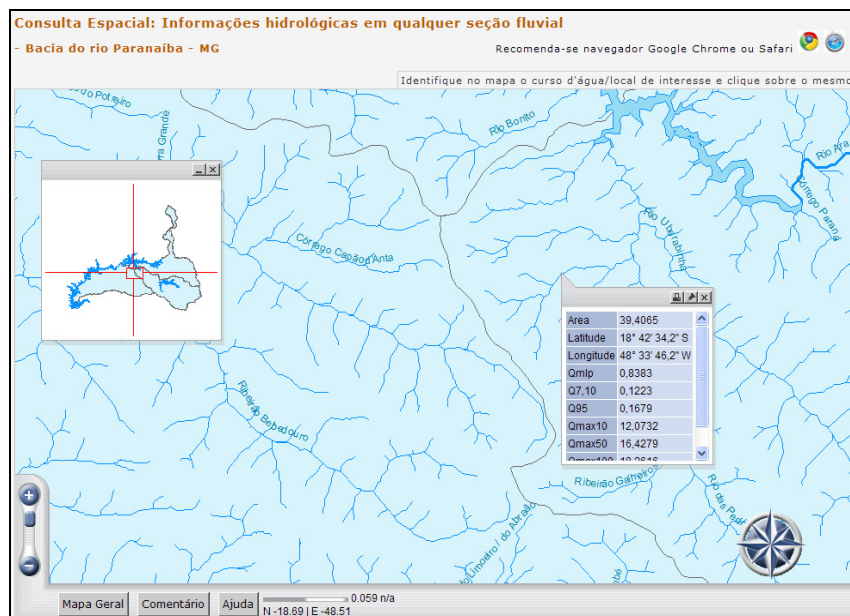


Figura 2 - Consulta espacial: Informações em qualquer seção fluvial da bacia do rio Paranaíba – MG

### 3) - Consulta espacial: Modelos hidrológicos ajustados por curso d'água

Nessa consulta espacial georreferenciada as informações hidrológicas (vazões e volumes de regularização em reservatórios) são estimadas por meio de modelos hidrológicos ajustados por curso d'água localizados nas regiões hidrológicamente homogêneas identificadas na bacia.

Foi desenvolvida para ser utilizada quando não for possível identificar o curso d'água de interesse no mapa da rede hidrográfica da bacia apresentada na tela do computador, devido, principalmente, a limitações advindas da escala da rede hidrográfica.

Por meio de aplicação de sistema de informações geográficas ArcGis, versão 8.3 (ESRI, 2002) e respeitando-se os limites das regiões hidrológicamente homogêneas, identificadas na regionalização hidrológica, foi possível ajustar modelos de regressão do tipo potencial em função da área de drenagem da bacia, utilizando-se os valores das variáveis e funções hidrológicas disponibilizadas nos "pontos de informação" da rede hidrográfica digital e proceder o armazenamento destes modelos na referida rede hidrográfica. Adotou-se como valor mínimo do coeficiente de determinação  $R^2 > 0,90$ .

Desta forma, para cada curso d'água identificado no mapa-base digital das regiões hidrográficas estudadas está associado um modelo de regressão não linear, que poderá ser utilizado nas transferências e, ou, extrapolação espacial de informações hidrológicas.

Vale destacar que nos cursos d'água principais das regiões hidrográficas mineiras, incluindo aí a área baiana, compreendendo as bacias do Leste, rios Pardo e Jequitinhonha e a área capixaba da bacia do rio Doce, foram ajustados modelos em 7.850 cursos d'água.

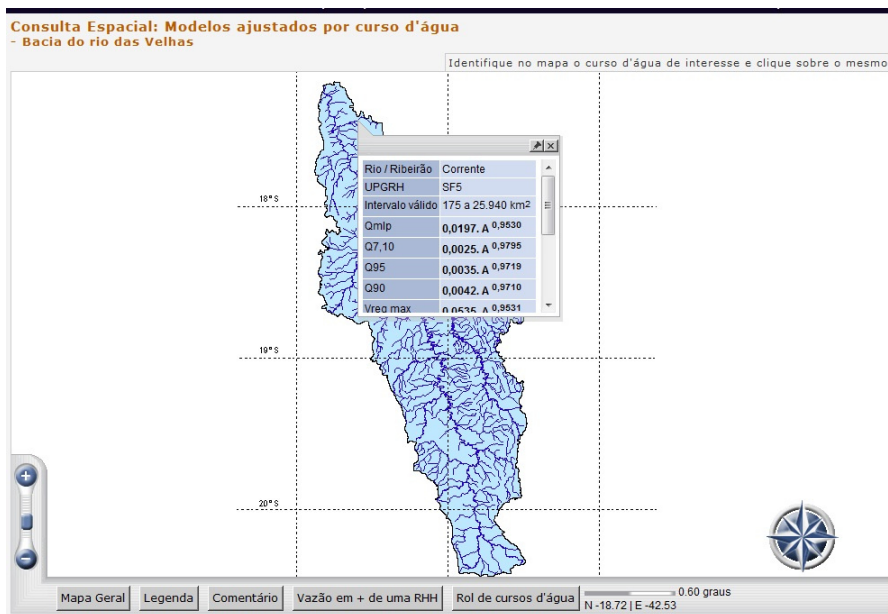


Figura 3 – Consulta espacial: Modelos ajustados por curso d'água da bacia do rio das Velhas

#### 4) - Consulta espacial: Imagens de satélite

Essa consulta foi desenvolvida utilizando como apoio imagens de satélites (e outras) do Google Maps conjugadas com informações hidrológicas (georreferenciadas) desenvolvidas no “Atlas Digital das Águas de Minas”, de forma a permitir o confronto destas com as paisagens presentes na bacia, tanto as de origem natural quanto a devido a interferências antrópicas.



Figura 4 – Consulta espacial: Imagens de satélite da bacia do rio Paracatu- Localização da seção fluvial (porto da Extrema) com baixa capacidade de regularização natural.

#### 5) - Consulta espacial: Balanço demanda/disponibilidade por bacia

O balanço entre demanda e a disponibilidade hídrica nas regiões hidrográficas estudadas foi realizado com base em um índice determinado pela razão entre a vazão de retirada para usos consuntivos (vazão outorgada) e o limite outorgável no Estado de Minas Gerais (30%  $Q_{7,10}$ ). A vazão outorgada foi extraída do cadastro de usuários outorgados disponibilizado no site do IGAM (rio Estadual) e ANA (rio federal), enquanto a vazão mínima de referência ( $Q_{7,10}$ ) foi obtida em estudos de regionalização hidrológica realizados no âmbito do programa HIDROTEC.

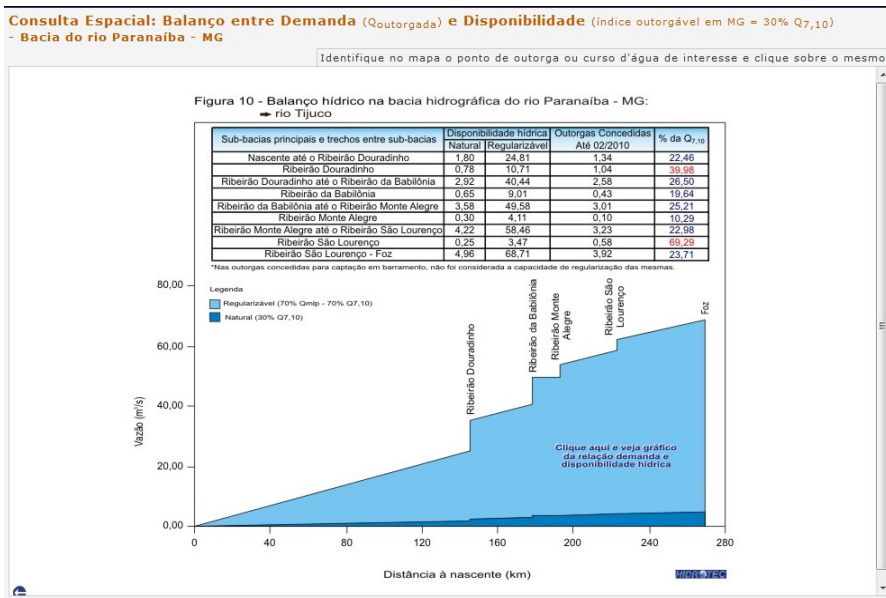


Figura 5 – Consulta espacial: Balanço demanda/disponibilidade no rio Tijucu, bacia do rio Paranaíba - MG

6) - Consulta espacial: Regiões hidrologicamente homogêneas

Uma característica comum a toda técnica de regionalização é a utilização do conceito de região hidrologicamente homogênea. As regiões que subdividem uma área maior são escolhidas, teoricamente, com base na homogeneidade das características hidrológicas. Nas identificações das regiões hidrologicamente homogêneas, nesse estudo, foram adotados dois critérios. O primeiro está fundamentado no princípio de que as distribuições de frequência das vazões adimensionalizadas das estações em uma região hidrologicamente homogênea são idênticas, e o segundo é baseado na análise do ajuste do modelo de regressão múltipla das vazões médias com as características físicas e climáticas das sub-bacias estudadas.

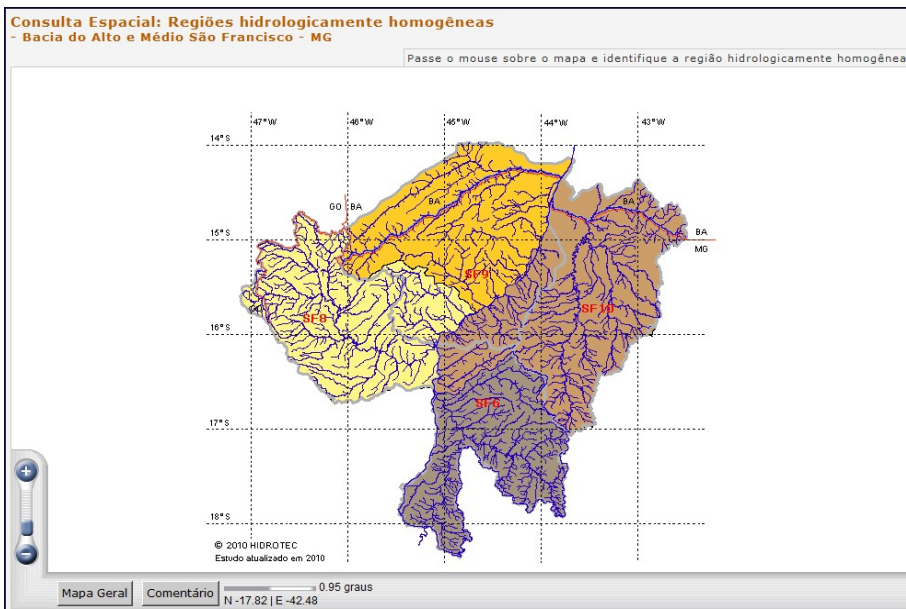


Figura 6 - Consulta espacial: Regiões hidrologicamente homogêneas do Alto São Francisco -MG

7) - Consulta espacial: Rede hidrológica

Apresenta por região hidrográfica, a distribuição espacial das estações fluvi-pluviométricas utilizadas como apoio na regionalização hidrológica. As referidas estações foram colhidas no web site da Agência Nacional de Água – ANA (Hidroweb, 2010). Em cada estação fluviométrica, num total de 700 estações encontra-se relacionada uma tabela de atributos contendo informações sobre o nome e código da estação,

denominação do curso d'água, coordenadas geográficas, período de abrangência da série histórica e as vazões ajustadas com distribuições teóricas de probabilidades para diferentes períodos de retorno.

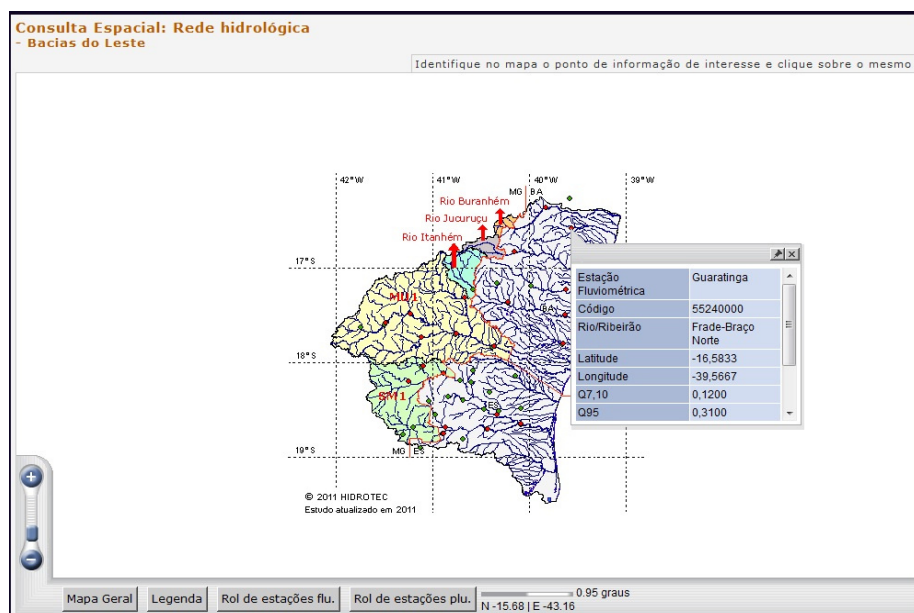


Figura 7 – Consulta espacial: Rede hidrológica nas regiões hidrográficas das bacias do Leste

A *consulta informativa* (13 por região hidrográfica e total de 143) corresponde aos comportamentos hidrológicos mais relevantes detectados em cada bacia hidrográfica por ocasião dos estudos hidrológicos. Apresentadas na forma de mapas, desenhos, figuras, tabelas e de textos elucidativos sobre estes, torna muito interessante a comparação entre situações díspares dentro de uma mesma unidade hidrográfica. As Figuras de 8 a 20 ilustram exemplos de acesso ao banco de dados através dessa consulta informativa através de gráficos, mapas e desenhos. Os textos elucidativos sobre esses encontram-se nas referidas consultas.

1. Balanço hídrico nas sub-bacias;
2. Contribuição dos afluentes principais;
3. Comportamento hidrológico no rio principal;
4. Comportamento hidrológico da vazão máxima;
5. Disponibilidade hídrica nas sub-bacias;
6. Disponibilidade hídrica per capita;
7. Índice de vazões mínimas;
8. Impacto ambiental relevante;
9. Modelos de vazões ajustados nas regiões hidrologicamente homogêneas;
10. Mapas de vazões específicas;
11. Mapas de precipitação pluvial;
12. Rios com baixa capacidade de regularização natural; e
13. Resumo expandido.

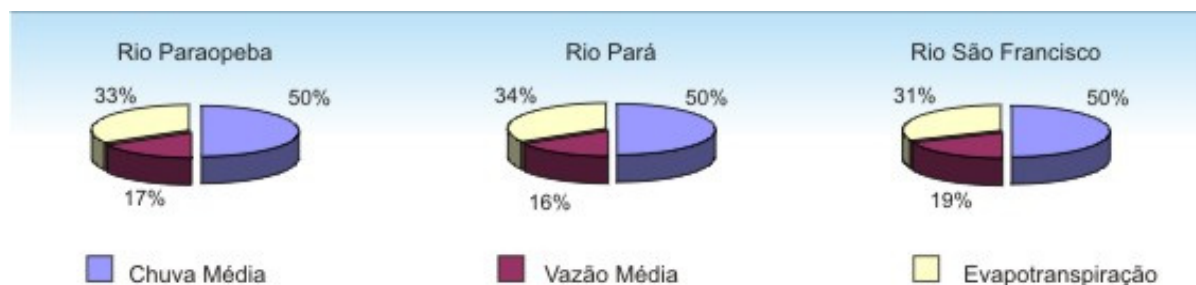
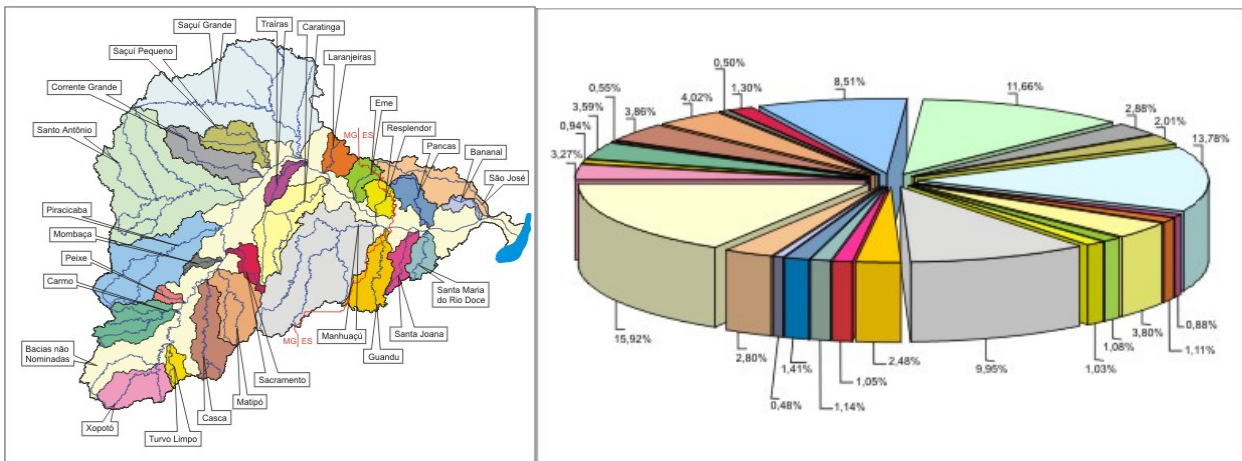


Figura 8 - Consulta Informativa: Balanço hídrico simplificado nas sub-bacias do Alto São Francisco em Minas Gerais (Distribuição regional das características do balanço hídrico).



a)- Localização dos afluentes principais      b)- Contribuição percentual dos afluentes principais  
 Figura 9 - Consulta Informativa: Contribuição dos afluentes principais da bacia do rio Doce.

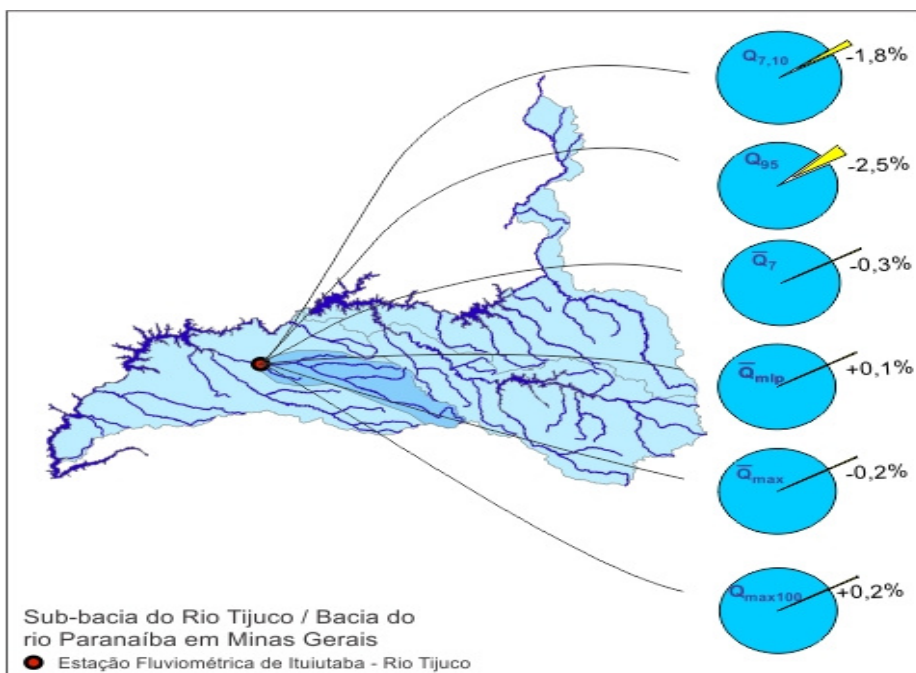


Figura 10 - Consulta Informativa: Análise do comportamento hidrológico no rio Tijuco (Percentual de variação nos valores das vazões médias e das vazões caracterizadas pela freqüência, no rio Tijuco, no período de atualização dos estudos hidrológicos: 1950 - 2009).



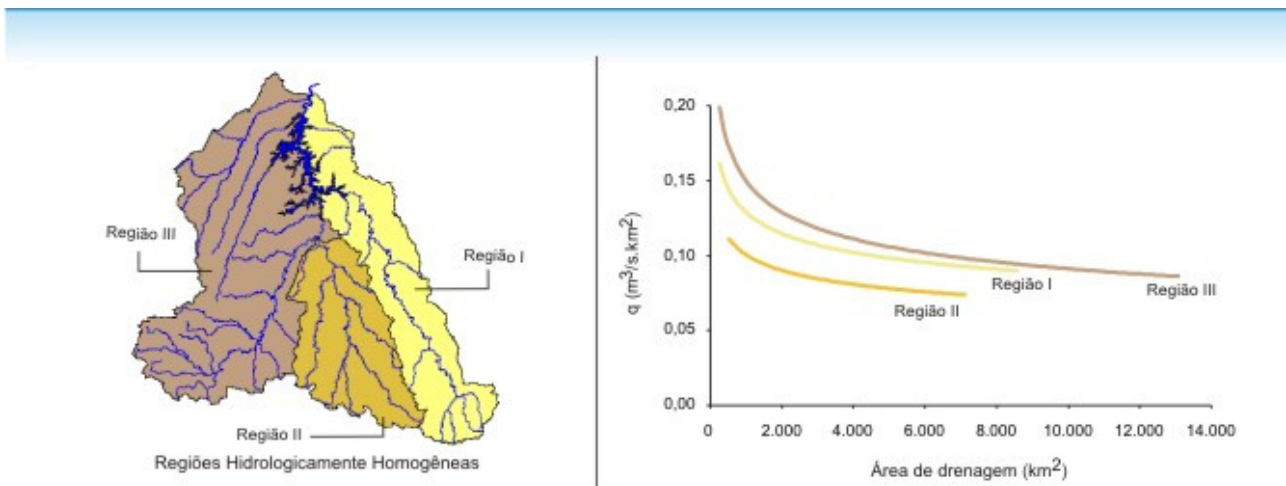


Figura 11 – Consulta informativa: Comportamento hidrológico da vazão máxima na região do Alto São Francisco – MG (Comportamento das vazões específicas máximas diárias anuais com as áreas de drenagem das sub-bacias)

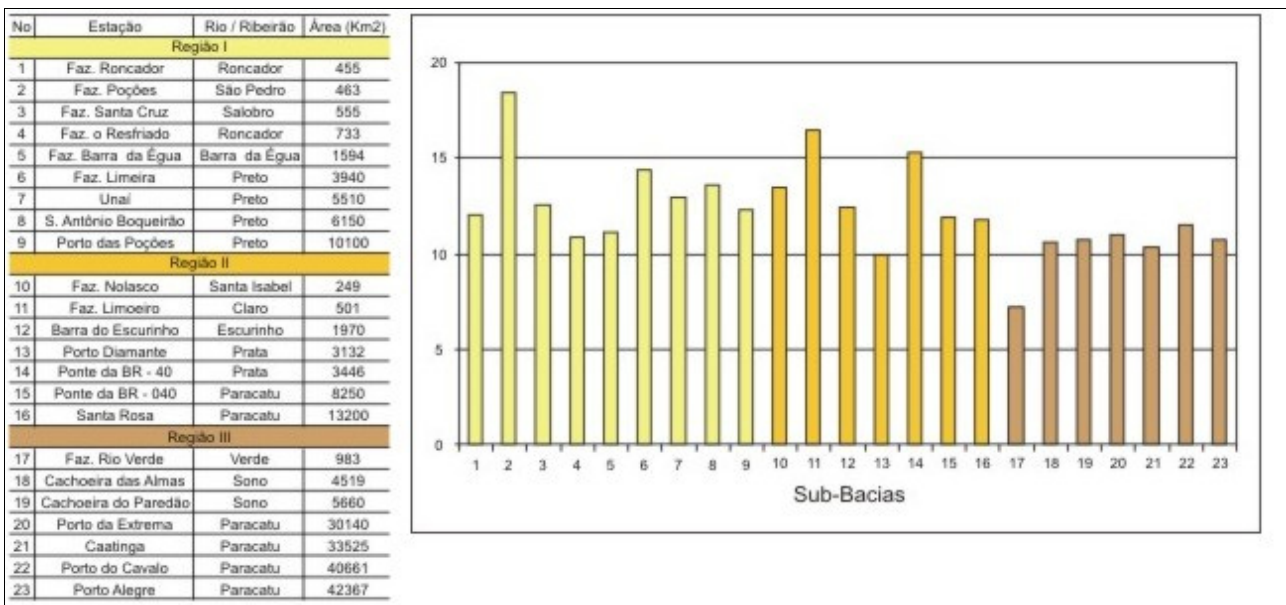


Figura 12 - Consulta Informativa - Disponibilidade hídrica nas sub-bacias do rio Paracatu (Vazão específica média de longo período - L/s.km²).

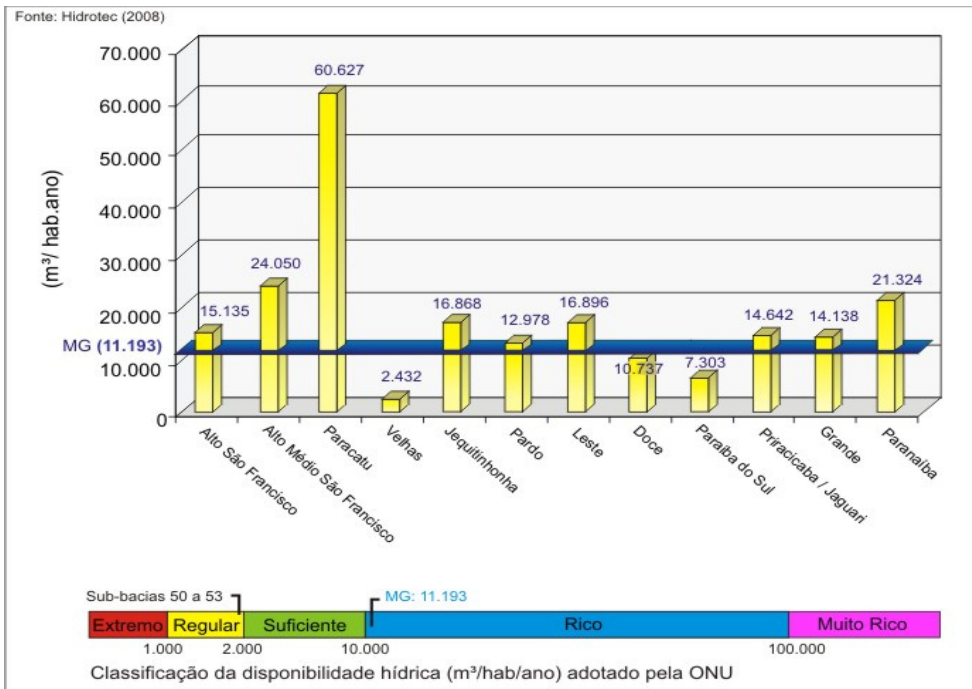


Figura 13 - Consulta Informativa - Disponibilidade hídrica per capita nas regiões hidrográficas mineiras.

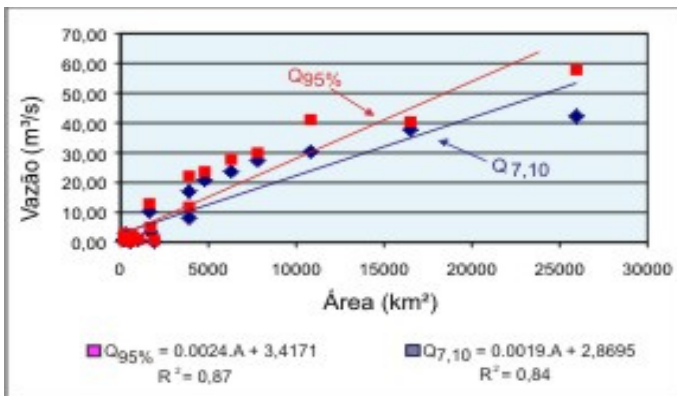


Figura 14 - Consulta Informativa - Índices de vazões mínimas na bacia do rio das Velhas (Gráficos dos desvios  $Q_{7,10}$  e  $Q_{95}$ ).



Figura 15 - Consulta Informativa: Impacto ambiental relevante na bacia do rio Paranaíba em Minas Gerais. (Fotos dos peixes das espécies surubim e jaú encontrados mortos durante a 2ª expedição técnico-científica realizada no rio Paranaíba no ano de 2000).

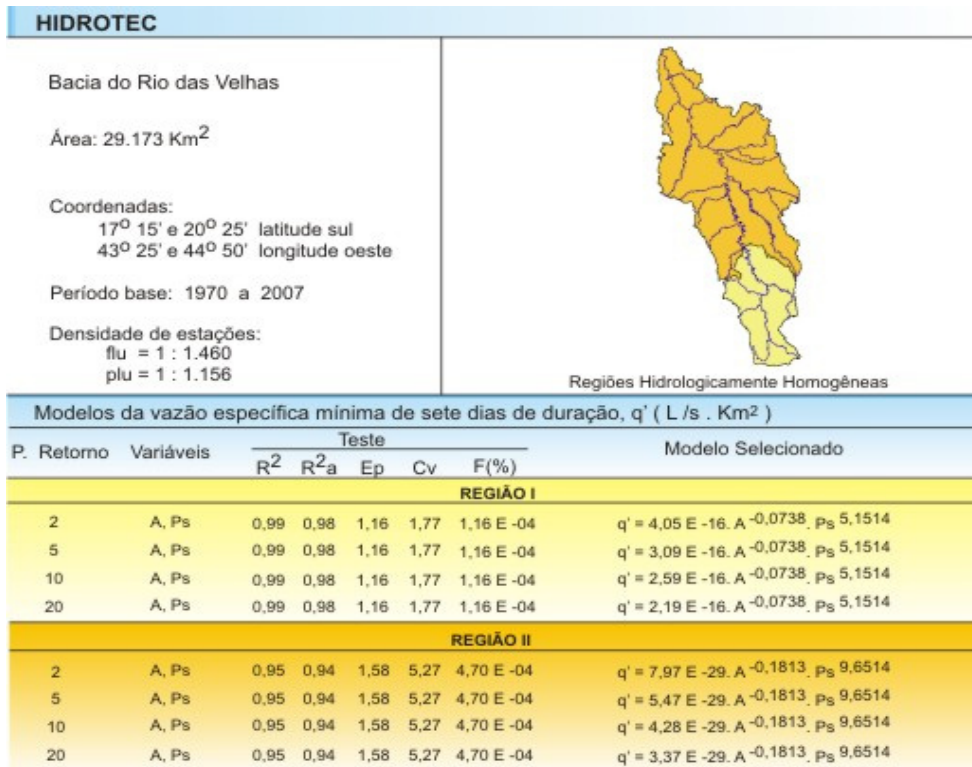


Figura 16 - Consulta Informativa: Modelos ajustados nas regiões hidrologicamente homogêneas na bacia do rio das Velhas (Modelos da vazão específica mínima de sete dias de duração- L/s.km<sup>2</sup>).

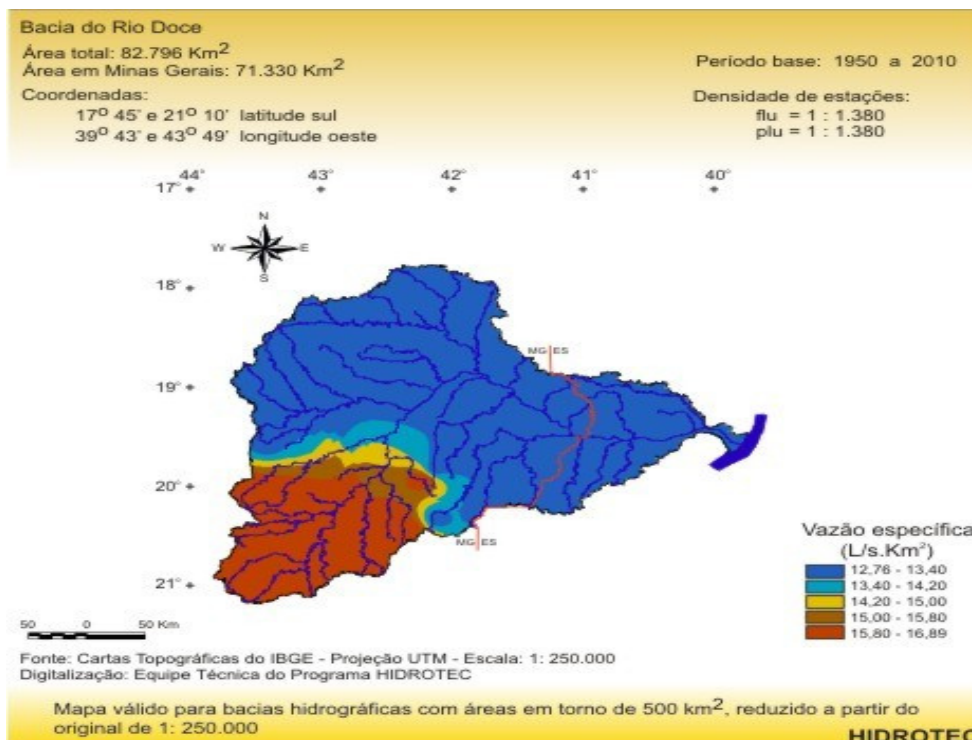


Figura 17 - Consulta Informativa: Mapas de vazões específicas da bacia do rio Doce (Mapa da vazão específica média de longo período - L/s.km<sup>2</sup>)

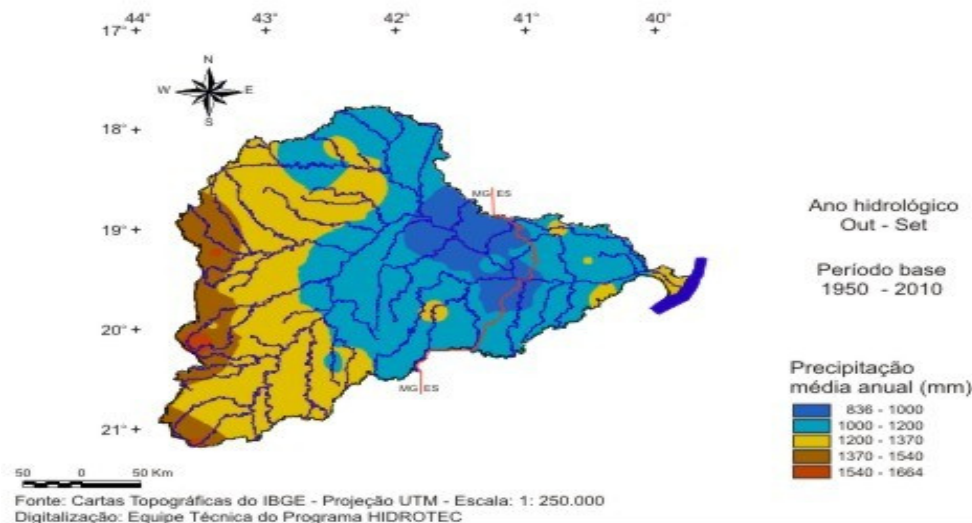


Figura 18 - Consulta Informativa: Mapas de precipitação pluvial da bacia do rio Doce (Mapa da Precipitação Média Anual - mm/ano).

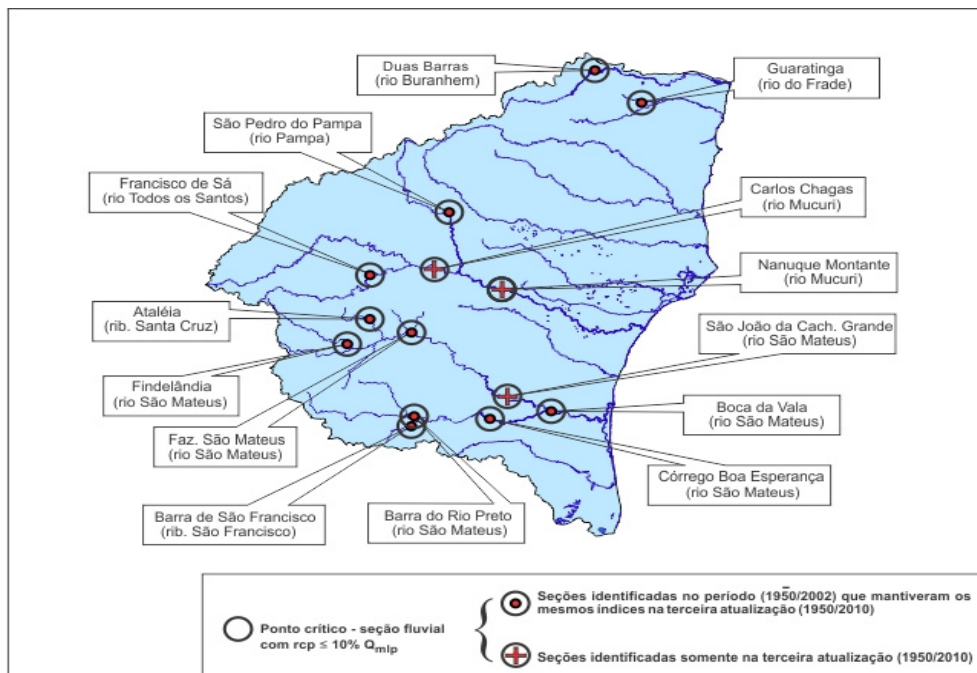


Figura 19 - Consulta Informativa: Mapeamento dos cursos de água com baixa capacidade de regularização natural nas bacias do Leste (Localização das seções fluviais/estações que apresentaram baixa capacidade de regularização natural na região hidrográfica das bacias do Leste).

No menu “Panorama Hídrico” encontra-se disponibilizado informações a nível estadual sobre produção de água nas regiões hidrográficas, nas Unidades de planejamento e gestão de recursos hídricos- UPGRH, ranking de produtividade hídrica, além de mapas de balanço demanda/disponibilidade e de vazões específicas. Como ilustração as Figuras de 20 a 24 ilustram algumas dessas opções.

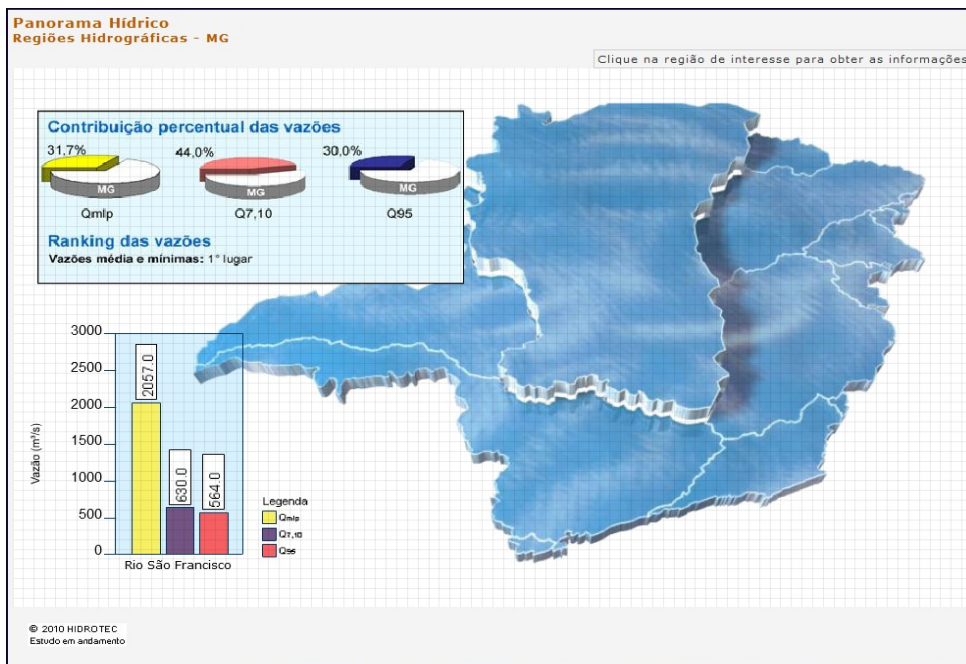


Figura 20 – Panorama hídrico – Disponibilidade hídrica nas regiões hidrográficas (Bacia do São Francisco - MG).

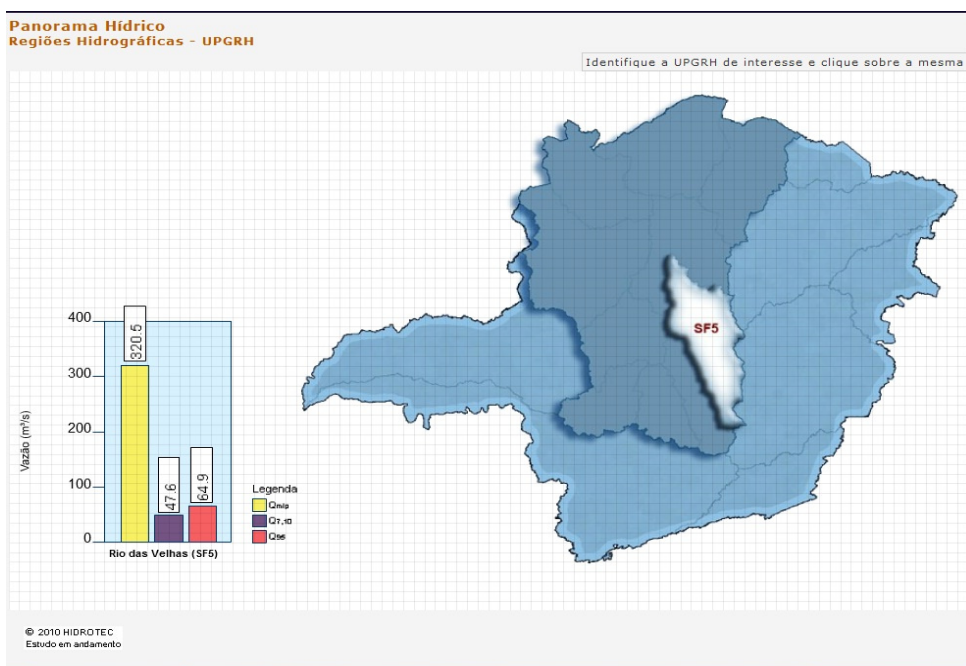


Figura 21 – Panorama hídrico - Disponibilidade hídrica nas Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos - UPGRH (SF5 - bacia do rio das Velhas).

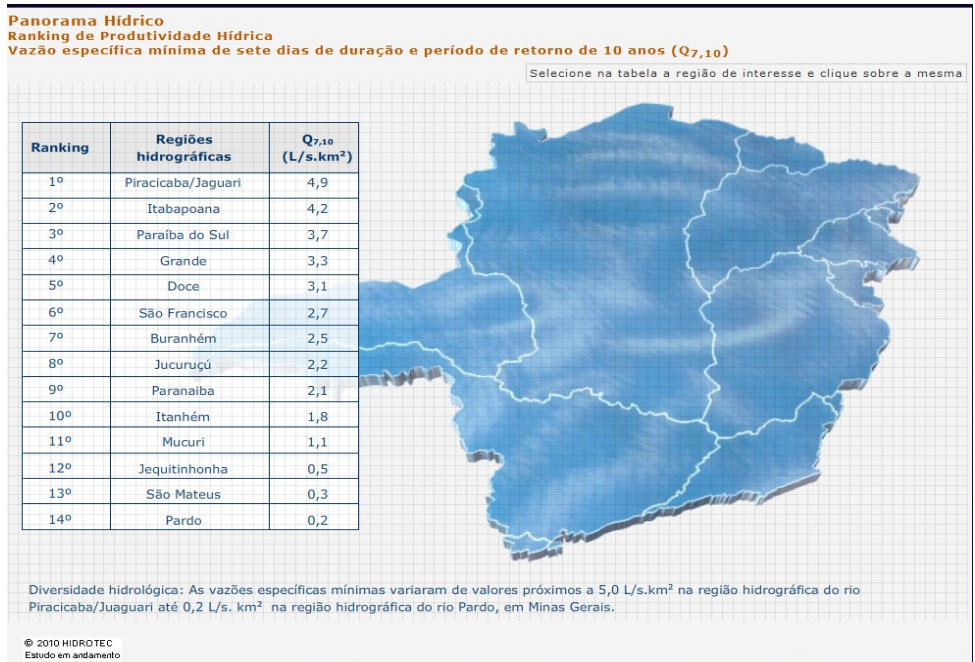


Figura 22 – Panorama hídrico - Ranking de produtividade hídrica no Estado Minas Gerais (vazão mínima Q<sub>7,10</sub> – L/s.km<sup>2</sup>).

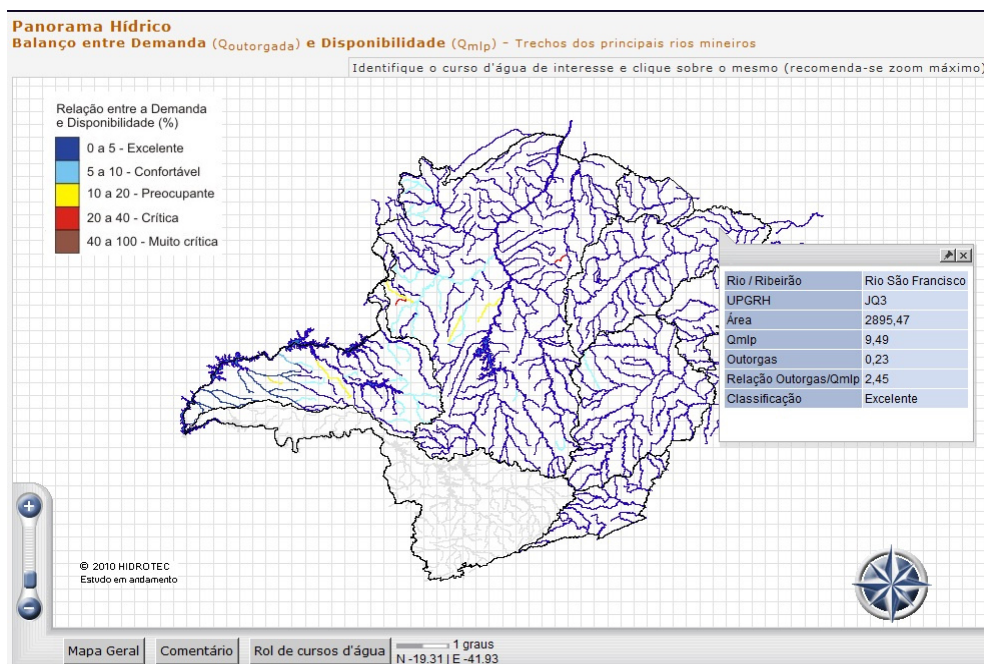


Figura 23 – Panorama hídrico – Balço demanda (vazão outorgada) /disponibilidade (vazão média longo período).

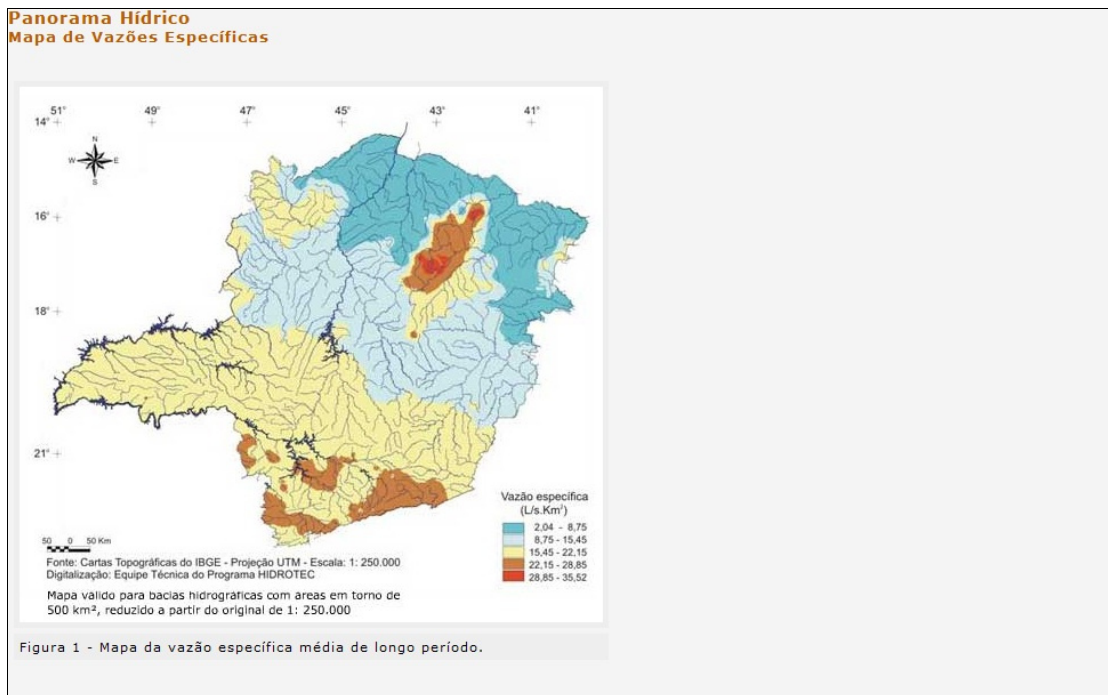


Figura 24 – Panorama hídrico – Mapa da vazão específica média de longo período no Estado de Minas Gerais – L/s.km<sup>2</sup>

Os principais “Indicadores de sustentabilidade” utilizados no ATLAS como ferramentas para o monitoramento da gestão dos recursos hídricos (possibilidade de efetuar comparações nas escalas temporal e local, bem como fornecer informações de advertência e antecipar condições e tendências) nas regiões hidrográficas mineiras são:

1. Consulta espacial: Imagens de satélite
2. Consulta informativa: Rios com baixa capacidade de regularização natural;
3. Panorama hídrico: Balanço demanda/disponibilidade- nível estadual (%);
4. Consulta espacial: Balanço demanda/disponibilidade – nível de bacia (%);
5. Consulta informativa: Comportamento hidrológico no rio principal; e
6. Consulta informativa: Disponibilidade hídrica per capita.

O ATLAS tem sido utilizado como ferramenta de apoio a disciplinas de hidrologia em instituições de ensino públicas e privadas, em diversas teses e dissertações como também em cursos de planejamento e gestão de recursos hídricos.

As disponibilidades e potencialidades hídricas estão representadas pelas variáveis: vazão mínima de sete dias de duração e período de retorno de 10 anos com intervalo anual e sazonal (períodos seco e chuvoso do ano), vazão média de longo período, vazão máxima diária anual para os períodos de retorno de 2 a 500 anos, vazão com permanência de 50 a 95%, e volumes de regularização em reservatórios.

Como ferramenta de planejamento e gestão dos recursos hídricos, além de oferecer informações importantes sobre outorga de direito de uso da água, permite também aplicações muito diversificadas na área da engenharia de recursos hídricos.

Objetivando exemplificar essas possibilidades de aplicação e, simultaneamente, mostrar alguns exemplos de validação da metodologia desenvolvida no ATLAS, são apresentados três vídeos e oito exemplos baseados em situações práticas extraídas da realidade. Dentre os exemplos, os quatro primeiros foram desenvolvidos em locais de obras hidráulicas já existentes objetivando estabelecer o confronto de suas dimensões com os resultados da aplicação das tecnologias geradas, são eles:

#### Vídeos

- Apresentação (As instituições responsáveis pela elaboração do ATLAS o apresentam);

- Histórico (histórico da evolução dos recursos hídricos em Minas Gerais e no Brasil);
- Aplicação (Exemplos da aplicação das tecnologias geradas no ATLAS e sistema de outorga no Estado de MG).

#### Exemplos aplicativos

1. Validação dos modelos hidrológicos ajustados nas RHH;
2. Dimensionamento de extravasor de barragem;
3. Dimensionamento de vão livre sob ponte;
4. Estimativa do potencial hidráulico de uma queda de água (PCH);
5. Dimensionamento de um bueiro sob estrada vicinal;
6. Simulação de um reservatório para abastecimento de água potável;
7. Estudo hidrológico para outorga de direito de uso de água superficial;
8. Predição da vazão máxima em pequenas bacias hidrográficas.

O ATLAS é direcionado a Instituições públicas e privadas responsáveis pela gestão dos recursos hídricos, Universidades, Instituições de pesquisa, prefeituras municipais, cooperativas agrícolas, ONGs, Agência de bacia (Comitê de bacias) e aos técnicos que dimensionam e manejam projetos que envolvem recursos hídricos, tais como: Controle de enchentes e diques marginais; abastecimento de água; pequenas centrais hidrelétricas (PCH); extravasores de barragens e canais; bueiros, galerias pluviais e pontes; projetos de irrigação e drenagem; projetos de eclusa e navegação fluvial; estudos sobre qualidade de água, diluição de esgotos sanitários e de efluentes industriais; e quantificação de vazões e volumes de regularização em reservatórios objetivando subsidiar o processo de outorga de uso de água superficial.

Vale mencionar, também, o software de regionalização hidrológica versão 4.0 disponibilizado gratuitamente no website do “Atlas Digital das águas de Minas”. Representa a experiência adquirida nos estudos de regionalização hidrológica (20 anos) realizados nas regiões hidrográficas mineiras, além de outras, fora do Estado, no âmbito do programa HIDROTEC. Desenvolvido com técnicas avançadas de processamento baseadas em sistemas inteligentes, permite obter avaliações rápidas e precisas sobre os recursos hídricos superficiais de uma região hidrográfica. Tem sido utilizado como apoio a planos diretores de recursos hídricos, em várias bacias hidrográficas do País, como também utilizado internacionalmente pela empresa espanhola EPTISA (Euclides, et al., 1999).

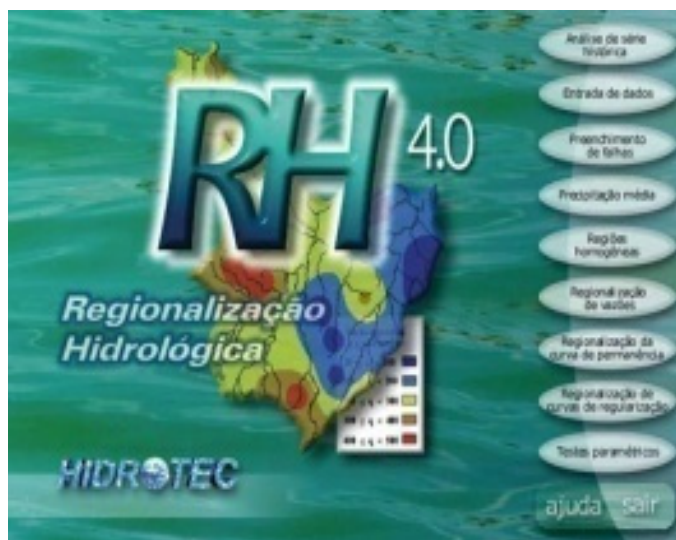


Figura 25 – Tela principal do software de regionalização hidrológica – RH versão 4.0.

#### Conclusões

Inédito no Brasil e alicerçado na tecnologia dos SIG's O website “Atlas Digital das Águas de Minas” permite um grande avanço na maneira de produzir e transferir conhecimentos através da internet.



O Sistema Simplificado de Apoio a Gestão das Águas – SAGA, desenvolvido no Atlas (aplicação de técnicas de regionalização hidrológica em ambiente de sistemas de informações geográficas), e o sistema de consulta ao banco de dados (consulta espacial georreferenciada e consulta informativa) permitem que o Atlas Digital das Águas de Minas funcione como uma biblioteca virtual, permitindo assim atender satisfatoriamente, às expectativas dos diversos segmentos de usuários interessados no conhecimento das disponibilidades e potencialidades dos recursos hídricos superficiais, no Estado de Minas Gerais.

Com a inserção dos vídeos e do aplicativo de regionalização hidrológica – RH4.0, desenvolvidos para dar suporte ao planejamento e a gestão dos recursos hídricos nas bacias mineiras e, por extensão, às outras existentes no País, o Atlas Digital das Águas de Minas, de forma inédita, torna disponíveis, ao simples clique do mouse, informações antes restritas a técnicos especializados, e contribui para desmistificar o paradigma de que a ciência e a tecnologia só estão ao alcance destes profissionais.

Disponibilizado na internet no formato de web site, em ambiente de fácil navegação, e permitindo a adoção de procedimentos práticos e rápidos de avaliação das disponibilidades de uso de água nas regiões hidrográficas mineiras, esta ferramenta atinge os diversos tipos de usuários da água interessados nesta informação de forma rápida e otimizada.

O Atlas disponibiliza valores de vazão, na sessão de interesse, baseado numa tecnologia atual e confiável, e dessa forma contribui para o gerenciamento dos recursos hídricos com maior segurança e contribuirá também, de forma expressiva, à implementação do processo de gestão de recursos hídricos, relativamente à cobrança pelo uso da água, recentemente autorizada pelo Conselho Estadual (MG) de Recursos Hídricos.

Permite uma alta eficácia dos projetos relacionados aos recursos hídricos e conseqüente redução dos custos de implantação, contribui para amenizar os conflitos de uso de água nas regiões hidrográficas, onde este recurso é limitado e contribui, também, para a preservação do meio ambiente e o desenvolvimento sustentável dos recursos hídricos das regiões hidrográficas mineiras.

## Referências

ATLAS Digital das Águas de Minas; uma ferramenta para o planejamento e gestão dos recursos hídricos. Coordenação técnica, direção e roteirização Humberto Paulo Euclides. 2. ed. Belo Horizonte: RURALMINAS; Viçosa, MG : UFV , 2007 . 1 CD-ROM. ISBN 85-7601-082-8. Acompanha manual.

EUCLYDES. H.P. et al. Regionalização hidrológica, manual do programa. Viçosa, MG: UFV / MMA /RURALMINAS, 1999.149p.

ESRI – Environmental Systems Research Institute. **ArcGis, versão 8.3:** Html help control. Redlands Califórnia: ESRI, 2002.

HIDROTEC- Uma ferramenta para o planejamento e gestão dos recursos hídricos. Disponível em: <<http://www.hidrotec.ufv.br>>. Acesso em: 20 out. 2010.

HIDROWEB – Sistemas de informações hidrológicas. Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://www.hidroweb.ana.gov.br>> Acesso em 16 de janeiro 2011.