

SISTEMA INFORMÁTICO DE APOIO À OUTORGA DE USO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Geraldo L. da Silveira¹, Adroaldo D. Robaina¹, Enio Giotto¹, Rogério Dewes²

Resumo - É apresentado um sistema de informações de apoio a instrução de um processo de outorga para o uso dos recursos hídricos. O sistema equaciona de modo prático e operacional, os aspectos relacionados ao cotejo de variáveis antagônicas: disponibilidades *versus* demandas hídricas. O sistema é dividido em quatro módulos básicos: *cadastros*, *consulta*, *informações territoriais* e *outorga*. O módulo *cadastros* armazena o banco de dados de informações pontuais do sistema como barragens, poços, informações pluviométricas, fluviométricas e seções hidrológicas de referência, entre outras. O módulo *consulta* permite o desenvolvimento de pesquisas por modelagem do banco de dados com recursos de visualização e classificação de informações no espaço georeferenciado. O módulo de *informações territoriais* desenvolve funções básicas de um SIG, permitindo de forma integrada ao resto do sistema, avaliar informações como áreas plantadas a partir de imagens de satélite atualizadas, para confirmar a magnitude de solicitações de outorga por parte dos usuários. O módulo outorga desenvolve o cotejo disponibilidade *versus* demanda em um ambiente visual espacializado.

1 - INTRODUÇÃO

Um sistema de apoio à gestão de recursos hídricos tem como objetivo agrupar organizadamente uma série de bancos de dados, de informações e de metodologias de análise que permitam o suporte técnico ao processo de decisão, através do qual o Estado e a Sociedade administram o uso da água.

Na Figura 01 é possível identificar 6 (seis) níveis de informações que devem ser gerenciadas pelo sistema. Da conjugação destes níveis, resultam relatórios de apoio ao processo decisório a ser conduzido pelas instituições integrantes do Sistema Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul.

O bloco identificado pela cor azul (banco de dados hidrometeorológicos) se constitui na base do processo de gerenciamento, ou seja, é composto pelas informações sobre as quais serão baseados os projetos de uso da água, as outorgas, o dimensionamento de obras hidráulicas e as projeções futuras. Se constitui em dados e informações que definem a disponibilidade de água em uma determinada região, tanto água superficial, quanto água subterrânea.

O bloco identificado pela cor amarela (cadastro de usuários), quantifica a demanda de água para os vários usos (abastecimento público, irrigação, indústria, geração de energia, diluição de efluentes). Estes dados permitem avaliar os volumes de água que estão sendo utilizados em uma determinada região (bacia hidrográfica).

O bloco identificado pela cor verde localiza geograficamente o sistema hídrico (cursos de água, aquíferos), as demandas de água, os pontos de monitoramento e os demais fatores influentes na disponibilidade de água.

A cor laranja identifica as ferramentas de análise dos dados e informações constantes nos blocos anteriores. Estas ferramentas se constituem em sub-sistemas de apoio à decisão sobre o gerenciamento dos recursos hídricos. Este sub-sistema é integrado por modelos de avaliação quali-quantitativa dos recursos hídricos, efetuando a contabilidade das demandas e das disponibilidades de água em uma determinada região (bacia hidrográfica).

Associados aos blocos anteriores, em vermelho são identificados os critérios de outorga de uso da água, definidos pelo órgão responsável pela emissão de autorizações, que são os fatores técnicos e legais condicionadores do uso da água.

Do processamento das informações constantes destes blocos, efetuado pelo sistema gerenciador de apoio à gestão de recursos hídricos, resultam os denominados "relatórios de apoio à decisão" (bloco de cor verde-escuro). Estes relatórios devem fornecer basicamente as seguintes informações:

- cálculos de demandas de água;
- cálculos de disponibilidades de água;
- balanço hídrico;
- rede de monitoramento hidrometeorológico;

¹Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. e-mail: ger_ufsm@sma.zaz.com.br

²Departamento de Recursos Hídricos - Conselho de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil

- regiões prioritárias para a fiscalização;
- localização georeferenciada das demandas de água;
- mapas temáticos;
- relatórios técnicos de apoio à decisão.

Estas informações, isoladamente ou em conjunto, se constituem na base do processo de gerenciamento de recursos hídricos. Os fatores legais-institucionais, sociais, econômicos e ambientais são agregados às informações oriundas deste sistema, e se constituirão no processo de gerenciamento de recursos hídricos, nos termos estabelecidos pela legislação.

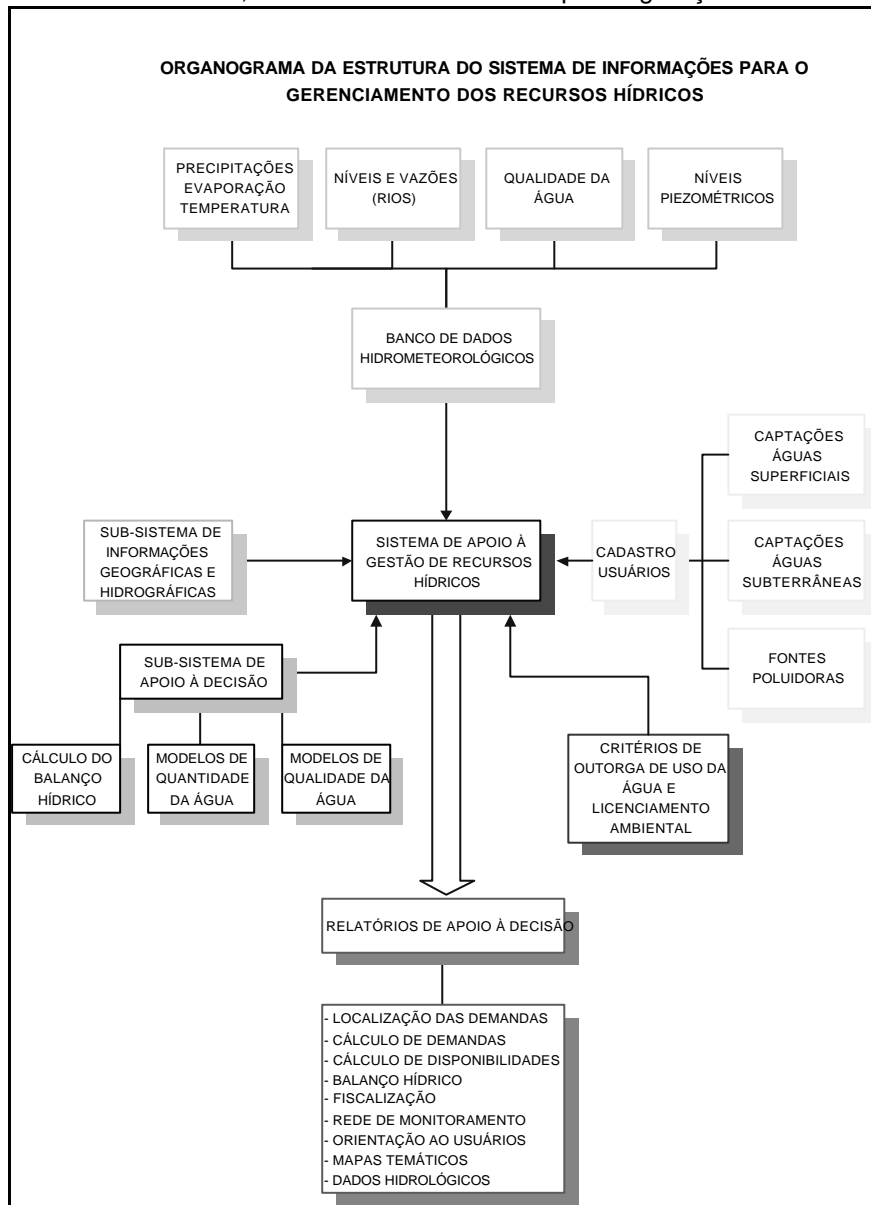


Figura 1 – Organograma da estrutura do sistema de informações para o gerenciamento dos recursos hídricos

2 - O SISTEMA DESENVOLVIDO E APLICAÇÃO

O sistema aqui divulgado, com o objetivo de instruir processos de outorga no Rio Grande do Sul, na realidade define um sub-sistema do sistema maior de apoio ao gerenciamento dos Recursos Hídricos. Esta versão inicial está organizada segundo quatro macro-blocos ou módulos relativos a (i) sub-sistema de cadastros; (ii) sub-sistema de informações territoriais; (iii) sub-sistema consulta e; (iv) sub-sistema de apoio a outorga.

O **sub-sistema de cadastros** armazena as informações das variáveis intervenientes no processo de gestão. Entre outras, foram identificadas, para armazenamento pelo sistema, diferentes tipos de informações como os cadastros de: usuários; seções hidrológicas de referência; postos pluviométricos, pluviométricos, etc.; barragens; bombas hidráulicas; poços; comitês de gerenciamento de bacias; etc.

O cadastro de usuários armazena as informações relativas a cada usuário existente, que é resultado de trabalhos prévios executados a campo. O cadastro de usuários é subdividido em dois formulários, sendo um para usuários de captação de água, consuntivos ou não, e outro para usuários em despejos de efluentes.

O cadastro de seções hidrológicas de referência armazena as informações relativas a avaliação de disponibilidade hídrica para diferentes cenários de vazões e diferentes épocas do ano. Nas Figuras 02 e 03 apresentam-se a tela de cadastro da seção e de armazenamento das vazões características representativas da respectiva disponibilidade hídrica. O cadastro de postos pluviométricos se destina a armazenar as informações de situação/localização do posto e as respectivas séries históricas de vazões. Além das séries de vazões cada estação pluviométrica pode armazenar dados de qualidade das águas. Na Figura 04 mostra-se a ficha inicial de cadastro do posto permitindo sua visualização no mapa da bacia hidrográfica. De forma semelhante ao cadastro de postos pluviométricos podem ser cadastrados postos pluviométricos e evaporimétricos ou outros quaisquer.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE APOIO AO GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

Excluir Vazões Consulta - BD Retornar

CADASTRO DE SEÇÕES HIDROLÓGICAS

Código da seção: 11001 [SECCÕES]

Opções: [C] [V.A.]

Localizar: Código - seção [Pesquisar]

Região hidrográfica: URUGUAI Nome do rio: SANTA MARIA

Código da bacia: 270 Bacia hidrográfica: SANTA MARIA

Coordenadas geográficas

Latitude: 30.5128 Longitude: 54.4308 Altitude: Área de contr. (Km2): 2539

Posição entre seções

Seção de montante: 1 Seção de jusante: 1002

Posição entre trechos

Trecho de montante: 0 Trecho de jusante:

OBS:

Abrir

Fontes

Apagar

Figura 2 - Tela de cadastro da seção hidrológica de referência

Mes =>	Jan.	Fev.	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Set.	Out.	Nov.	Dez.	ANUAL
Q50%	19	53	45	39	210	216	160	108	66	83	42	0.06	86.755
Q60%	9.5	36	35	33	145	88	129	62	48	55	36	0.05	56.379
Q70%	0.04	29	25	28	46	42	95	47	31	32	25	0.04	33.34
Q80%	0.03	11	18	16	26	12	19	37	24	20	15	0.03	16.505
Q90%	0.02	0.01	12	8.4	16	9.3	11	24	17	13	8.4	0.02	9.929
Q95%	0.01	0.01	8.4	7.2	13	8.4	7.6	15	15	10	5	0.01	6.819
Q7.10	0.01	0.01	8.4	7.2	13	8.4	7.6	7.2	15	10	5	0.01	6.819
Qmax	712	456	393	3893	2536	1661	1467	1509	623	1041	1909	723	1412.5
Qmed	38	106	90	78	420	432	320	216	132	166	84	0.12	173.51
Qmin	0.01	0.01	6.8	7.2	0.01	0.01	0.01	7.2	8	9	0.01	0.01	3.188

Figura 3 - Tabela de vazões características de seção de referência

SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE APOIO AO GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS

Retornar

Cadastro de Postos Fluviométricos

Código do posto fluviométrico (ANEEL)

Identificação do posto

Bacia hidrográfica: SANTA MARIA
 Sub-bacia: SANTA MARIA
 Curso d' água: SANTA MARIA
 Nome do posto: DOM PEDRITO
 Entidade: ANEEL
 Período: 07/1941 A 06/1979

Latitude	Longitude	Altitude	Área Bacia
30.59	54.42	99999	2101

Tipo

RL - réguas limétricas
 LN - limígrafo
 DL - medição de descarga líquida
 DS - medição de descarga sólida
 TL - telemétrica
 QA - qualidade da água

Situação

Implantação Operação Desativado

Figura 4 - Ficha de cadastro de postos fluviométricos

O *sub-sistema de informações territoriais* permite a visualização da bacia com a rede de drenagem, os divisores de água, a localização no espaço georeferenciado dos pontos de tomada de água e de diluição de despejos. Esta visualização é efetuada a partir de janela que permite a visão *do espaço georeferenciado* em diferentes escalas. Em conjunto com esta visualização, o sistema pode proporcionar a agregação de outros temas de interesse ao processo de gestão dos recursos hídricos, tais como, a geologia, a hidrogeologia, a pedologia, redes hidrometeorológicas implantadas, imagens de satélites e demais dados passíveis de serem tratadas como tema (desde que disponibilizados por estudos anteriormente desenvolvidos).

O cruzamento das informações georeferenciadas do cadastro de usuários da água permite a identificação de cada um deles junto a rede de drenagem e em cada sistema aquífero. A identificação do usuário pode ocorrer diretamente sobre a imagem de satélite ou sob a carta geográfica. Por meio de uma *"clicação com o mouse"* na respectiva posição *do usuário de água* o SISTEMA imediatamente dis-

ponibilizará o nome do usuário e, em decorrência, agilizando o acesso aos respectivos dados cadastrais (localização da tomada de água, vazões derivadas, situação legal, período de derivação, etc.). Na Figura 05, apresenta-se a distribuição de usuários na bacia do Rio Santa Maria, onde identificou-se um usuário através de um “clique com o mouse”, em sua posição sobre o mapa.

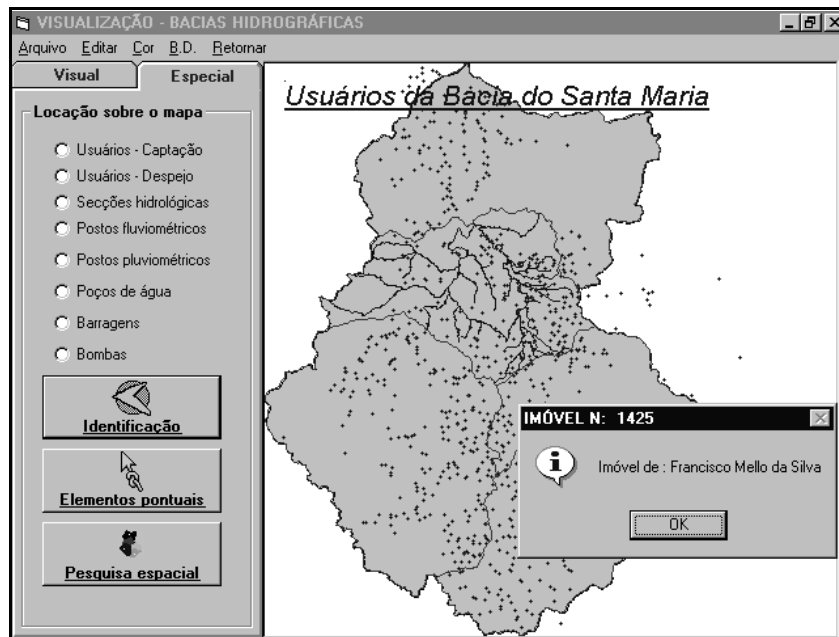


Figura 5 – Usuários da água na bacia do Rio Santa Maria, RS

O sub-sistema *informações territoriais* permite também o desenvolvimento de funções usuais de sistemas de informações geográficas como: georeferenciamento, classificação digital de planos de informações, digitalização raster e vetorial, classificação digital de imagens, composição de mosaicos fotográficos e plotagem escalada de mapas e imagens entre outros.

O *sub-sistema consulta* estrutura pesquisa em padrão SQL em todos os bancos de dados do sistema.

O *sub-sistema de apoio a outorga*, instrui o processo. O outorgante inicia a análise de uma solicitação de outorga a partir da localização do pretendo novo uso e da visualização das seções hidrológicas de referência da região, para, na etapa seguinte, definir aquelas a serem utilizadas para transpor as vazões até a seção do solicitante da outorga. Aplicando o botão *Registro Inicial* (Figura 06) o outorgante poderá visualizar a repercussão daquela retirada de água nas vazões características das seções de jusante até o exutório da bacia ou uma outra descontinuidade mais significativa como uma barragem de porte. Neste caso as disponibilidades a jusante da barragem deverão ser reavaliadas.

Figura 6 - Tela de outorga

3- ASPECTOS PRÁTICOS DA INSTRUÇÃO DO PROCESSO DE OUTORGA.

No aspecto prático a situação que ocorre é a seguinte: a rede fluvial é dividida pelas seções de referência, definidas em função da possibilidade de avaliação da disponibilidade hídrica através de vazões características (Figura 03). Na seqüência do processo, para contabilizar as disponibilidades em seção de específico interesse a determinado uso, a disponibilidade deve ser avaliada em função das vazões das seções de referência.

Neste ponto surge a dificuldade. Como transpor as vazões? E, outras dúvidas poderiam surgir como: Que seções considerar para a transposição de vazões? Como foram definidas as tabelas de disponibilidades para estas seções de referência que definem trechos de gerenciamento?

O desejável é que cada seção de referência se constitua de um posto fluviométrico. Entretanto considerando-se a realidade da densidade da rede hidrometeorológica nacional tem-se que as tabelas de vazões das seções de referência são produtos de transposição de vazões dos poucos postos fluviométricos existentes, em estudos previamente realizados como em CRH (1997).

As seções de referência devem ser definidas no limite de transposição possível por modelos matemáticos até serem suficientemente próximos da seção do usuário, definido trechos de rio pequenos, de modo que a transposição possa ser feita por uma proporção de área de bacias.

Na situação de uma avaliação, se dispõe de informações relativas:

- ❖ às seções de referência com as respectivas tabelas de disponibilidade (definidas por um estudo hidrológico prévio);
- ❖ à seção de interesse a avaliação (do novo usuário ou de um atual).

Assim, duas estratégias poderiam ser adotadas:

- 1) Considerar a disponibilidade do trecho como sendo a da seção de montante e consequentemente da seção do usuário ($q_u = q_{Mj}$);
- 2) Ou eleger as seções de referência e avaliar a média ponderada de "n" seções de referência através da expressão:

$$q_u = \frac{A_u}{n} \cdot \left(\frac{q_{M1}}{A_{M1}} + \frac{q_{M2}}{A_{M2}} + \Lambda + \frac{q_{J1}}{A_{J1}} + \Lambda + \frac{q_{Jn}}{A_{Jn}} \right)$$

onde:

q_u - matriz de disponibilidade hídrica fluvial da seção de interesse ao usuário;
 A_u - área da bacia hidrográfica de contribuição à seção de interesse do usuário;

q_M e q_U , as matrizes de disponibilidades hídricas das seções de referência utilizadas para o cálculo de q_U ;

A_M e A_U , - áreas das seções de referência consideradas para avaliação da disponibilidade hídrica do usuário em questão.

É evidente que esta última estratégia (2) é mais conveniente por dar mais flexibilidade ao avaliador de q_U , pois o mesmo pode lançar mão de outros critérios e outras informações que podem ser disponibilizados pelo sistema de informações geográficas através de mapas temáticos como o mapa de solos, geologia, geomorfologia, e também de informações sobre localização de barragens que provocam modificações no curso natural do rio. Vários exemplos poderiam ser apresentados.

Concedida a autorização deve-se verificar as ocorrências para as seções de jusante ao usuário até onde houver repercussão no escoamento e nas respectivas vazões características. O sistema deve dar alerta para as seções de referência onde houver problemas (vazões abaixo do limite permitido).

A estratégia adotada para iniciar o processo foi a de estabelecer um **marco zero** para o início do desenvolvimento do processo de outorga onde: "no tempo atual, considera-se a vazão remanescente atrelada ao conjunto de usuários da água da bacia".

Este cadastro de usuário da água é a informação necessária que deve ser produzida pelos estudos específicos, como os de avaliação quali-quantitativa desenvolvidos pelo CRH/RS para as principais bacias do Estado.

4 - CONCLUSÕES

Os fundamentos e os conceitos que embasam o desenvolvimento do presente sistema buscam compatibilizar a disponibilidade de dados existentes e as atribuições decorrentes das últimas constituições Federal e do Estado do Rio Grande do Sul.

A implementação do processo certamente conduz a direcionamentos para investimentos na área de rede hidrometeorológica básica, muito carente no Estado, e de conhecimento sobre os usuários atuais da água, de modo a produzir um panorama da situação atual.

Uma constatação do processo de implementação prática do processo de concessão de outorgas para o uso da água são as dificuldades decorrentes do imenso volume de trabalho, corroborando com a necessidade de adoção de procedimentos práticos e rápidos de avaliação de disponibilidades hídricas, ancorados por estudos prévios de avaliação de disponibilidades e demandas, visando sempre maximizar as informações disponíveis. A outorga, por essência, deve se caracterizar por um processo rápido para a legalização dos usuários existentes assim como para a inserção de novos usuários. Segundo o Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul, existe uma estimativa preliminar de mais de 30.000 usuários que devem ser outorgados, em um processo naturalmente progressivo no tempo, mas que deve ser inicializado no presente momento.

5 – REFERÊNCIAS

CONSELHO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL – CRH (1997). Estudos de avaliação quali-quantitativa das Disponibilidades e Demandas de Água nas Bacias: Taquari-Antas, Litoral Norte, Pardo-Pardinho, Ibicui, Vacacaí e outras. Porto Alegre, RS.