

DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA PARA APOIO À GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS: SISTEMA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS – SAS

Gonçalves, M. V. C.¹; Gaspar, M. T. P.¹; Oliveira; F. R.², Dantas, C.G³, Cardoso, F.B.F.¹, Almeida, L.¹, Nascimento, F. S. N.¹ & Ferreira, A. N. P.¹

Resumo – O presente artigo trata do sistema que está sendo desenvolvido pela Agência Nacional de Águas – ANA no âmbito do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos - SNIRH para apoiar os Estados na gestão de águas subterrâneas. Denominado de Sistema de Águas Subterrâneas – SAS, este consiste de um robusto cadastro de poços e de informações relacionadas a licença de perfuração e outorga de direito de uso, além de um pacote de aplicativos técnicos com a finalidade de prover, aos gestores estaduais, ferramentas de suporte à tomada de decisão no que diz respeito ao planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos.

Abstract – This paper deals with the system that is being developed by the National Water Agency - ANA under the National Water Resources Information System - SNIRH to support States in groundwater management. It is called the Groundwater System - SAS and will consist of wells robust database and information related to drilling license and water use granting. It will also provide a tool package to support decision making for planning and management of groundwater by state managers.

Palavras-Chave – Sistema de Suporte a Decisão, Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos, Sistema de Águas Subterrâneas.

INTRODUÇÃO

A partir da instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH, a qual estabeleceu um novo modelo para a gestão das águas, os estados federados brasileiros se mobilizaram na tentativa de criar os seus próprios regulamentos e implementar os seus sistemas de gerenciamento de recursos hídricos superficiais e/ou subterrâneos. Com essa iniciativa, os órgãos gestores estaduais bem como diversas instituições ligadas ao Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos - SINGREH foram estimulados a produzirem muitas informações técnicas com a finalidade de dar suporte ao planejamento e à gestão das águas. Entretanto, particularmente em relação a dados sobre águas subterrâneas, poucos Estados atualmente possuem mecanismos para sistematizar, armazenar, recuperar e difundir esses dados, o que dificulta a organização e produção de informações para auxílio na definição de estratégias para implementação dos instrumentos técnicos e legais de suas respectivas políticas de recursos hídricos.

¹ Especialistas em Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas. Setor Policial, Área 05, Quadra 03, Bloco B, sala 205, CEP 70.610-200. Telefones (61)2109-5465/2109-5500, marco.goncalves@ana.gov.br; marcia.gaspar@ana.gov.br; fabricao.cardoso@ana.gov.br; leonardo.almeida@ana.gov.br; flavio.nascimento@ana.gov.br; adriana.ferreira@ana.gov.br;

² Gerente de Águas Subterrâneas da Agência Nacional de Águas. Setor Policial, Área 05, Quadra 03, Bloco B, sala 205, CEP 70.610-200. Telefone (61)2109-5352, fernando@ana.gov.br.

³ Analista de Manutenção e Implantação da Agência Nacional de Águas. Setor Policial, Área 05, Quadra 03, Bloco B, sala 205, CEP 70.610-200. Telefone (61)2109-5294, gregorio.dantas@ana.gov.br.

Nesse sentido, a ANA deu início ao desenvolvimento do SAS, componente integrante do SNIRH cuja arquitetura é composta por seis subsistemas integrados e interdependentes que promovem diferentes tipos de informações visando dar suporte ao funcionamento do SINGREH, à aplicação dos demais instrumentos da PNRH, e a outros mecanismos de gestão integrada de recursos hídricos. O SAS, que será um sistema operado via *web* e desenvolvido em plataforma *JAVA*, consiste basicamente de dois módulos: o primeiro se refere a um banco de dados sobre poços e informações relacionadas à licença de perfuração e outorga de direito de uso de recursos hídricos que proporcionará um conjunto de funcionalidades com vistas a dar agilidade ao armazenamento dessas informações. A parte voltada a informações derivadas dos procedimentos administrativos e técnicos relativos à licença de perfuração e à outorga dos poços cadastrados permitirão um melhor controle do acompanhamento e emissão desses instrumentos. O segundo módulo, denominado de Inteligência Hídrica – IH, oferece uma gama de ferramentas técnicas que auxiliarão os gestores de águas subterrâneas na tomada de decisão, especialmente, em relação às análises dos pleitos de outorga de direito de uso de águas subterrâneas nos Estados. Convém destacar que está previsto o intercâmbio de informações entre o SNIRH e o Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS, da CPRM, uma vez que boa parte dos campos do Submódulo Cadastro de Poços do SAS corresponde àqueles presentes no SIAGAS.

Ambos os módulos interoperam com o subsistema do SNIRH denominado de Inteligência Geográfica - IG, que permite prover dados e informações geoespaciais de suporte à gestão, tendo uma função integradora também entre os demais subsistemas. No âmbito do SAS, ele dispõe de ferramentas para visualização e consulta dessas informações em ambiente *WEB*, permitindo executar operações básicas de um Sistema de Informações Geográficas - SIG, e de uma base integrada de dados geoespaciais com informações vetoriais e matriciais relacionadas ao tema águas subterrâneas.

Essa iniciativa foi pautada pela Agenda Nacional de Águas Subterrâneas, documento programático produzido pela ANA para orientação das ações e atividades a serem desenvolvidas no tema, que tem como objetivo fortalecer a implementação da gestão integrada de recursos hídricos superficiais e subterrâneos no Brasil. O SAS se enquadra nas Atividades “Desenvolvimento de ferramentas para apoio ao cálculo de vazões outorgáveis de água subterrânea” e “Promover a inclusão da água subterrânea no SNIRH”.

Importante destacar que a atuação da ANA no desenvolvimento do SAS está em consonância com a Lei nº 9984/2000, que designa à agência, a competência de organizar, implantar e gerir o SNIRH que tem dentre o seus objetivos reunir, dar consistência e divulgar os dados e informações sobre a situação qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos no Brasil, com as atividades elencadas no Programa Nacional de Águas Subterrâneas - PNAS, Programa VIII do Plano Nacional de Recursos Hídricos e com a Resolução CNRH nº 13/2000 que estabelece que a ANA coordenará os órgãos e as entidades federais, mediante acordos e convênios, visando promover a gestão integrada das águas e em especial a produção, consolidação, organização e disponibilização à sociedade das informações e ações referentes a, dentre outras, sistemas de avaliação e outorga dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, em todo território

nacional. A seguir, será apresentada a coleção de informações que compõem o cadastro de poços, licença e outorga, assim como o conjunto de ferramentas técnicas que serão disponibilizadas no módulo de IH.

BANCO DE DADOS SOBRE POÇOS

De forma a tornar a interface do SAS mais amigável ao usuário, foram criados submódulos de cadastro interdependentes para cada conjunto de informações específicas descritas a seguir:

SUBMÓDULO USUÁRIO POÇO: Os seus campos se referem a informações do usuário do poço. SUBMÓDULO CADASTRO DE POÇOS: São os dados inerentes aos poços cadastrados. Devido à grande quantidade de dados envolvidos, os campos do cadastro foram divididos por categorias de assunto, quais sejam: i) Localização: o sistema permite a entrada da localização espacial do ponto d'água no sistema de coordenadas geográficas ou projetadas e, após validação desses dados, o sistema interopera com o subsistema IG para buscar os recortes geográficos relacionados ao ponto; ii) Dados Gerais: são informações genéricas sobre o ponto d'água e proprietário; iii) Dados Geológicos: relacionados a feição geomorfológica, formação geológica e dados litológicos; iv) Dados Construtivos: envolve conhecimento sobre os elementos relativos a construção do poço; v) Dados Hidrogeológicos: categoria que demanda o(s) aquífero(s) explorado(s) em suas profundidades correspondentes, a condição destes e a forma de penetração do poço; vi) Teste de Bombeamento: abrange campos concernentes à coleta dos dados obtidos em campo e aos parâmetros hidrogeológicos obtidos indiretamente pelo teste. O sistema permite o armazenamento de mais de um teste para cada poço cadastrado; e vii) Qualidade da Água: trata de dados gerais sobre as amostras de água, parâmetros físico-químicos, orgânicos, inorgânicos e microbiológicos. SUBMÓDULO LICENÇA: Os dados desse módulo serão restritos. Apenas os órgãos gestores estaduais terão acesso aos dados de licença, estando disponíveis para estes somente as informações geradas nos seus respectivos territórios. Os dados de licença previstos são aqueles considerados essenciais para acompanhar e controlar o andamento do processo administrativo relativo à licença. SUBMÓDULO OUTORGA: De forma análoga ao submódulo Licença, apenas os órgão gestores terão acesso aos seus dados.

INTELIGÊNCIA HÍDRICA - IH

As ferramentas que serão disponibilizadas nesse módulo estão discriminadas abaixo. Cabe destacar que a interface de integração entre o Banco de Dados e a IH permite que os dados de um poço selecionado para aplicação de qualquer uma das ferramentas técnicas disponibilizadas pelo sistema sejam automaticamente inseridos nos campos de entrada correspondentes. Já a interoperabilidade destes módulos com a IG, permite que os dados processados possam ser espacializados, em ambiente SIG *web*, e visualizados em conjunto com temas de interesse disponíveis no banco desse subsistema.

Pesquisa de Proximidade: tem por objetivo possibilitar a identificação de poços existentes, dentro de um raio definido pelo usuário do sistema, e apresentar em mapa os pontos selecionados na área e em forma de gráficos e tabelas, o resultado do tratamento estatístico de dados relacionados a esses pontos. Raio de Influência do Cone de Rebaixamento: O SAS proporcionará a obtenção do raio de influência a partir de duas equações de análise de fluxo em poços, sendo uma delas derivada da equação de Cooper e Jacob, desenvolvida para poços captando água de aquíferos confinados em regime de fluxo transitório, e a

outra a equação de Dupuit, elaborada para poços captando água de aquíferos livres em regime de fluxo permanente. Balanço Hídrico Simplificado: é baseado no princípio da equação da continuidade. O sistema considera um volume de controle igual a uma porção de um determinado aquífero livre com área superficial circular de raio r , a ser definida pelo gestor, sendo o Balanço Hídrico Simplificado, para um intervalo de tempo Δt de um ano, igual a: $\% \times P \times A - Q \times \Delta t$, em que, $\%$ = estimativa do percentual da precipitação que recarrega o aquífero em análise; P = precipitação total anual média que incide sobre a área circular; A = área de investigação projetada de raio r ; Q = vazões de retirada dos poços que captam água do aquífero na área. Assim, o gestor terá a possibilidade de verificar, em uma análise preliminar, se na área investigada há disponibilidade de água para extração. Perímetro de Proteção de Poços: O SAS oferece dois métodos de cálculo para definição da zona de proteção de poços para prevenção à contaminação da água: i) Raio Fixo Calculado, utilizado para determinação de áreas circulares ao redor do poço a partir de um raio fixo arbitrário; e ii) Krijgsman & Lobo Ferreira (2001), método que considera o gradiente hidráulico do meio aquífero e fornece uma zona elíptica simplificada. Análise da Interação Rio-Aquífero: Os modelos disponibilizados servirão de ferramenta para avaliar a influência direta do bombeamento de poços em rios. Os modelos são: i) Theis-Glover, para depleção de rio totalmente penetrante em aquífero; ii) Hantush, para depleção de rio totalmente penetrante com leito semipermeável em aquífero; e iii) Hunt, para depleção de rio parcialmente penetrante em aquífero. Análise de Fluxo para Poços em Meio Homogêneo: O SAS disponibilizará métodos para obtenção de parâmetros hidrodinâmicos de aquíferos livres, utilizando-se as medições (tempo/rebaixamento) realizadas em poços de observação. Os métodos oferecidos são os seguintes: i) Theis com correção de Dupuit; ii) Dupuit-Thiem; e Hantush.

É importante ressaltar que as planilhas eletrônicas desenvolvidas por Rodrigues *et al.*(2004) auxiliaram na seleção e no desenvolvimento das ferramentas de análise da interação rio-aquífero e de fluxo para poços em meio homogêneo.

CONCLUSÃO

O SAS será um sistema pioneiro no apoio à gestão de recursos hídricos subterrâneos, com o objetivo de incentivar e fortalecer os Estados na implementação de suas respectivas políticas de recursos hídricos, bem como robustecer o funcionamento do SINGREH, tornando possível a convergência de informações essenciais à gestão integrada de águas superficiais e subterrâneas no âmbito do SNIRH, um sistema de abrangência nacional previsto na PNRH, além de possibilitar o acesso a importantes ferramentas na aplicação dos instrumentos de gestão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- KRIJGSMAN B.; LOBO FERREIRA H. J. P. A Methodology for Delineating Wellhead Protection Areas. Lisboa, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Nov. 2001. 76 pg.
- RODRIGUES, Z. R. C.; MARQUES, C. R. F., OLIVEIRA, L. A. A. Utilização do *Microsoft Excel* para avaliação de testes de bombeamento, de aquífero e de interferência poço-rio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 13., 2004, Cuiabá. *Anais...* Cuiabá: ABAS, 2004.