

## PROPOSTA DE BASE DE DADOS PARA A GESTÃO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DA VÁRZEA - RS

Jéssica Formentini <sup>1</sup>; Malva Andrea Mancuso <sup>2</sup>; José Luiz Albuquerque <sup>3</sup>; Roberto Kirchheim<sup>4</sup>

**Resumo** – A água é o principal elemento para o desenvolvimento da vida, sendo fundamental tanto para a evolução natural quanto para progresso de uma nação. Por muito tempo, não houve preocupações significativas quanto ao seu uso. A gestão dos recursos hídricos subterrâneos vem se desenvolvendo de modo a facilitar que este recurso tenha seu aproveitamento baseado no conhecimento dos aquíferos e das condições de circulação de suas águas. A utilização das tecnologias de geoinformação possibilita a caracterização da bacia hidrográfica quanto as suas potencialidades e vulnerabilidades, observando o uso do solo e os múltiplos usos da água, facilitando a análise e posterior decisão sob os recursos ambientais desta bacia. Assim sendo, o presente trabalho discorre sobre a estruturação de um banco de dados na Bacia da Várzea, o qual tem uma aplicação imediata no processo de desenvolvimento do respectivo plano de bacia.

**Abstract** – The water is the key element for the development of life, it is vital for both the natural evolution and progress of a nation. For a long time, there were no significant concerns regarding its use. Groundwater resources management tools have been developed in order to use and protect resources more efficiently considering the actual knowledge of aquifers and the conditions for the movement of their waters. The use of the technologies such as databases and GIS tools enables the characterization of river basin as its potentialities and vulnerabilities, noting the use of the soil and the multiple uses of water, thereby facilitating the analysis and subsequent decision under the environmental resources of the basin. With this, the structure of a database will be used to support the development of the River Basin of the floodplains.

**Palavras-Chave** – gestão, banco de dados, água subterrânea.

---

<sup>1</sup> Graduanda do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Frederico Westphalen (UFSM/FW) - RS e bolsista do Programa FIPT Chamada 06/2014, (54)9902-2511, jeformentini@yahoo.com.br;

<sup>2</sup> Professora adjunto do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal de Santa Maria, Campus de Frederico Westphalen (UFSM/FW) - RS, (55) 3744-8964, malvamancuso@ufsm.br;

<sup>3</sup> Geólogo e pesquisador do Centro de Tecnologias Geoambientais - CTGeo – Instituto de Pesquisa e Tecnologia – IPT – São Paulo – SP, (11) 37674648, albuzeu@ipt.br .

<sup>4</sup> Geólogo do Serviço Geológico Nacional (CPRM-SUREG POA) – Porto Alegre – RS, (51) 3406-7300, roberto.kirchheim@cprm.gov.br.

## 1. INTRODUÇÃO

A água é o principal elemento para o desenvolvimento da vida, sendo fundamental tanto para a evolução natural quanto para progresso de uma nação. Por muitos anos, não houve nenhum tipo de preocupação quanto ao uso deste recurso devido a sua abundância, porém seu uso irracional acarretou no comprometimento da oferta de água com boa qualidade em quantidade suficiente para suprir as necessidades (demandas).

A Lei das Águas, Lei nº 9433 de 1997, (BRASIL, 1997), de âmbito nacional, foi instituída a partir do momento em que a preocupação e os conflitos pelo seu uso, sendo estes consuntivos ou não, se tornaram reflexo da gestão inadequada que vinha sendo aplicada. No estabelecimento dessa Lei, ficou ressaltada a importância da gestão integrada dos recursos hídricos e a utilização da bacia hidrográfica como a unidade territorial para sua aplicação.

Sendo assim, a bacia hidrográfica tornou-se uma unidade ambiental básica para a gestão dos recursos naturais. Como premissa para a gestão foi adotado o modelo da gestão dita integrada, que objetiva a garantia de condições aceitáveis que possibilitam aos usuários os usos múltiplos, sua recuperação e preservação, com isso, abrangendo o manejo sustentável das águas, do solo, da vegetação e das características de sua população.

A preocupação com a efetiva gestão dos recursos hídricos subterrâneos ainda não é tão explícita quanto as ações que vem sendo implementada sem relação aos superficiais. Ainda existe o pensamento de que o corpo hídrico subterrâneo por estar naturalmente mais protegido, encontra-se isento dos reflexos das atividades antrópicas. No entanto, seu aproveitamento requer o planejamento técnico criterioso, com base no conhecimento dos aquíferos e das condições de circulação de suas águas.

Com intuito de facilitar a gestão dos recursos hídricos, superficiais e subterrâneos, surgem as tecnologias de geoinformação. Os Sistemas de Informações Geográficas (SIG) permitem a avaliação integrada dos aspectos distintos de uma bacia hidrográfica, possibilitando a caracterização desta quanto as suas potencialidades e vulnerabilidades, observando o uso do solo e os múltiplos usos da água, facilitando assim a análise dos recursos ambientais da bacia.

As eventuais negligências no planejamento e busca por informações podem acarretar o comprometimento da quantidade e, principalmente, a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos.

Frente a isso, destaca-se a importância da realização de estudos hidrogeológicos que venham a avaliar a disponibilidade hídrica subterrânea, tanto em seus aspectos quantitativos como qualitativos. A dependência por este recurso principalmente para fins de abastecimento humano é crescente, seja em áreas urbanas como em comunidades isoladas (áreas rurais) e áreas carentes de águas superficiais.

O objetivo deste estudo é avaliar a utilização dos sistemas de informação geográfica para a gestão da água subterrânea considerando a bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento.

## 2. USO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS

A utilização de tecnologias de geoinformação na gestão dos recursos hídricos, traz a possibilidade de aquisição de dados georreferenciados, bem como a sua manipulação e análise, para o desenvolvimento de mapas temáticos e de sistemas de apoio à tomadas de decisão.

Rufino (2004) destaca o uso dos Sistemas de Informação Geográfica – SIG, como instrumentos eficazes para armazenar e exibir dados espaciais, de apoio à gestão, e auxílio em todas as fases de um processo decisório, inclusive, podendo ser utilizado na estimativa de dados incompletos e/ou ausentes.

O SIG é uma ferramenta que permite a gestão, pesquisa e visualização de dados espaciais. Estes sistemas, ligados à modelação do comportamento e desenvolvimento espacial, permitem simular

fenômenos e processos, bem como identificar as características espaciais dos dados a partir da localização destes (ROMEIRO, 2012).

Quanto aos recursos hídricos a formulação de planos de manejo de bacias hidrográficas e sua caracterização formam instrumentos indispensáveis à otimização do uso adequado e sustentável deste recurso (SANTOS et al. 2010).

O SIG possui um banco de dados digitais para fins específicos vinculados a um sistema de referencia espacial, ao contrário de outras bases de dados que contem informações locais. Sendo este, um sistema de apoio à decisão projetado para dar suporte no tratamento de problemas pré-existentes (RUFINO, 2004).

A tecnologia SIG integra operações convencionais de bases de dados, como captura, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados, com possibilidade de seleção, busca de informações e análise estatística, aliadas à possibilidade de visualização e análise espacial/espaço-temporal na forma de mapas temáticos estáticos ou dinâmicos (BESER de DEUS et al. 2011).

Ainda para Beser de Deus et al. (2011), o SIG possibilita a realização de análises espaciais e o desenvolvimento de métodos de análise, planejamento e decisão sobre o espaço geográfico (Figura 1).

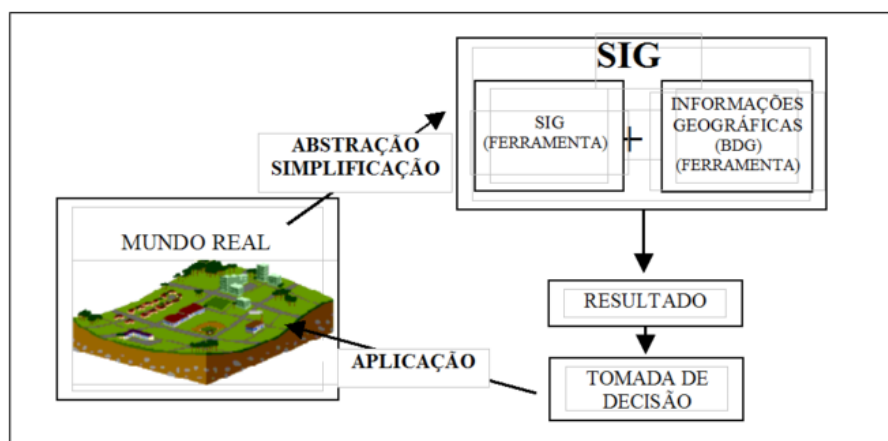


Figura 1. Esquema de um modelo conceitual de análise

Fonte: Adaptado BERNHARDSEN , 1999 apud FERNANDES, 2004 apud BESER de DEUS et al. 2011).

## 2.1. Modelos de Sistemas de Informação para gestão das águas subterrâneas

### 2.1.1 SIAGAS

O Sistema de Informação de Águas Subterrâneas (SIAGAS) é um banco de dados, de alcance nacional, criado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM e iniciado em 1995 com finalidade de coletar, armazenar e disponibilizar dados sobre poços tubulares no Brasil. Este sistema é composto por dados de poços, partir dos quais é possível realizar consultas, geração de relatório, pesquisa e extração (CPRM, 2014). Os dados são atualizados a partir do mapeamento e pesquisa desenvolvida pelo setor privado, pelos órgãos gestores estaduais e pelos cadastramentos e projetos realizados pela própria CPRM no território brasileiro (NASCIMENTO et al., 2008).

A consulta e o download das informações dos poços cadastrados no banco de dados do SIAGAS pode ser feita por meio do site: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout> (SIAGAS, 2015).

### **2.1.2 SIDAS**

O Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) do Estado de São Paulo, a partir da dificuldade de armazenamento de um grande volume de dados obtidos através dos estudos regionais das águas subterrâneas realizados desde a década de 70, fez com que viesse a ser desenvolvido um sistema que fosse capaz de armazenar estes dados, sendo criado o Sistema de águas Subterrâneas do DAEE (SIDAS). Este teve por objetivo de fornecer informações hidrogeológicas aos perfuradores, técnicos e pesquisadores a fim de facilitar o acesso as informações anteriormente contidas em fichas de campo (OGAWA E CAMPOS, 1984).

Para a constituição do sistema, os dados foram digitalizados em planilhas, e considerados dados referentes à: identificação e localização do poço, características técnicas de construção do poço (diâmetro de perfuração, pré-filtro, cimentação, perfilagem elétrica), análises físico-química e bacteriológica, teste de bombeamento, condições de exploração e funcionamento, equipamento instalado, perfil geológico e perfil estratigráfico do poço.

Para Ogawa e Campos (1984) o grande volume de informações a serem armazenadas e o custo do desenvolvimento de um sistema de informações completo, explica o fato pelo qual o SIDAS não englobou dados de qualidade química das águas.

### **2.1.3 SIBH**

O Sistema Integrado de Bacias Hidrográficas (SIBH), concluído em 2009, é atualmente o sistema utilizado pelo Estado de São Paulo, este foi construído a fim dar apoio à elaboração de Planos de Recursos Hídricos e Planos de Bacias Hidrográficas. Este sistema de informações geográficas contém dados especializados por município, por bacia hidrográfica e por sub-bacia hidrográfica. Contém informações referentes à: divisão político-administrativa, recursos hídricos (mananciais superficiais e subterrâneos, monitoramento quali-quantitativo), mapas de indicadores de qualidade, infraestrutura de grande porte (barragens,clusas, usinas, etc.), infraestrutura viária, aspectos fisioclimáticos (relevo, susceptibilidade dos aquíferos, isoietas, geologia, etc.), usos da água e interferências, alterações no ambiente (áreas contaminadas, feições erosivas), CORHI, mapas das bacias hidrográficas de São Paulo (UGRHI), e indicadores (SIBH, 2014).

O acesso ao banco de dados centralizado é feito de uma arquitetura de múltiplas camadas, sendo que todos os usuários do SIBH podem acessá-lo via Web em <http://143.107.108.108/web/guest>.

## **3. PROPOSTA DE ESTRUTURAÇÃO DA BASE DE DADOS PARA A BACIA DO RIO DA VÁRZEA - RS**

A metodologia proposta para a estruturação da base de dados consiste em três etapas.

A primeira etapa engloba o levantamento de dados e informações necessárias para a caracterização da Bacia Hidrográfica do Rio da Várzea, onde destacam se a consulta a bibliografias e a sites eletrônicos do governo Brasileiro (Quadro 1). Essas informações se configuram como mapas base para iniciar a inserção de informações no banco de dados e posterior espacialização no SIG.

Quadro 1. Especificações dos dados levantados para alimentação do SIG

Dado	Especificação - (formato)	Fonte
Geodiversidade	Geologia/Estrutura 1: 750.000 - (.shp)*	GEOBANK, CPRM
Hidrogeologia e produtividade de aquíferos	Hidrogeologia, flúor, produtividade dos aquíferos - 1: 750.000 (.shp)	GEOBANK, CPRM
Recursos Hídricos	Drenagens 1: 250.000 - (.shp)	FEPAM, 2005
Unidade de Paisagem Natural x Bacia Hidrográfica	Delimitação das Bacias Hidrográficas do RS - (.shp) 1: 250.000	FEPAM, 2005
Divisão Municipal do RS	Malha Municipal Digital – 2001 1: 2.500.000 - (.shp)	IBGE, 2001

\*shp:shapefile (formato do arquivo digital)

Os dados hidrogeológicos constam na web, no sistema SIAGAS da CPRM. A partir da consulta ao referido sistema e da discriminação dos municípios que pertencem parcial e/ou totalmente à Bacia do Rio da Várzea, devem ser selecionados as seguintes informações: identificação do poço; coordenadas (latitude e longitude; UTM E e UTM N); bacia hidrográfica, município, projeto, natureza, nome (CPRM), sub bacia, situação, UF, uso da água, data da perfuração, método da perfuração, perfurador, diâmetro da boca do tubo, topo, base, tipo de penetração, condição, data da medição, nível da água, vazão (específica, livre, e de estabilização), surgência, unidade de bombeamento, nível (dinâmico e estático), coeficiente de armazenamento, permeabilidade, transmissividade, tipo de bomba, condutividade elétrica, cor, odor, sabor, turbidez, sólidos (suspensos e sedimentáveis) e aspecto natural.

A segunda etapa compreende a caracterização da quantidade e da qualidade das águas subterrâneas. A caracterização quantitativa pode ser obtida através da análise e interpretação dos dados dos poços do SIAGAS. Já para a análise de qualidade das águas subterrâneas propõe-se, a análises de amostras de águas subterrâneas coletadas em poços selecionados, para complementar os dados geoquímicos que constam no sistema SIAGAS. A interpretação dos dados de geoquímica das águas pode ser efetuada a partir de diagramas como os disponibilizados pela FUNCEME (2014), enquanto que os aspectos de potabilidade das águas devem considerar a Portaria do Ministério da Saúde 2914/2011 e a Resolução CONAMA 396/2008 (BRASIL, 2008; 2011).

Por fim, a terceira etapa versa sobre o diagnóstico dos principais usos da água subterrânea para a Bacia Hidrográfica do Rio da Várzea, deve ser realizado com base em dados de literatura além de:

- Análise dos poços pertencentes à Bacia do Rio da Várzea cadastrados no banco de dados do SIAGAS da CPRM; e
- Consulta ao Censo Demográfico de 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no que diz respeito aos Resultados Preliminares do Universo do Censo Demográfico 2010 por meio das Tabelas por Unidade de Federação (UF). Em observância aos dados de forma de abastecimento de água nos domicílios de cada um dos municípios pertencentes à bacia e na observância do uso da água em âmbito geral (IBGE, 2010).

Os dados adquiridos ao longo do estudo deverão ser organizados de modo a que o usuário tenha fácil acesso, análise, edição e criação de novos dados. A estruturação de banco proposta (Quadro 2) poderá servir de apoio ao Comitê de Bacia do Rio da Várzea, para um melhor entendimento sobre as questões de gestão dos recursos subterrâneos.

Quadro 2. Estrutura do banco de dados

<b>Dados</b>	<b>Formato</b>
Delimitação da Bacia do Rio da Várzea	.shp
Delimitação dos municípios pertencentes à Bacia do Rio da Várzea	.shp
Sistema de drenagem da Bacia do Rio da Várzea	.shp
Estrutura da Bacia do Rio da Várzea	.shp
Geologia da Bacia do Rio da Várzea	.shp
Hidrogeologia da Bacia do Rio da Várzea	.shp
Poços cadastrados no SIAGAS	.shp
Produtividade dos aquíferos na Bacia do Rio da Várzea	.shp
Vazão específica dos poços na Bacia do Rio da Várzea	.shp
Distribuição da oferta das águas subterrâneas na Bacia do Rio da Várzea	.shp
Usos atuais das águas subterrâneas da Bacia do Rio da Várzea	.shp
Distribuição da Condutividade elétrica	.gbd
Avaliação da dureza	.shp
Distribuição dos poços conforme classificação hidroquímica	.shp
Classificação dos poços para uso na agricultura (classificação USLL)	.xls/.shp
Classificação dos poços quanto a salinidade (SDT)	.xls/.shp
Avaliação da qualidade das águas quanto a Portaria 2914/2011 e Resolução Conama 396/2008	.xls/.shp
Balanço iônico e Diagrama de Piper	.xls
Dados dos poços tubulares dentro do perímetro da Bacia do Rio da Várzea <sup>1</sup>	.xls
Forma do abastecimento de água na Bacia do Rio da Várzea <sup>2</sup>	.xls

<sup>1</sup> Dados obtidos por meio do acesso ao SIAGAS (2014);

<sup>2</sup> Dados obtidos por meio do tratamento daqueles pesquisados no *site* do IBGE (CENSO 2010);

#### 4. CONCLUSÕES

O banco de dados deverá contar com informações específicas no que diz respeito à qualidade e quantidade dos recursos hídricos subterrâneos. Dados estes, que servirão de apoio ao desenvolvimento do Plano da Bacia do Rio da Várzea e posteriormente irá possibilitar aos gestores o auxílio a tomadas de decisão.

Os usos atuais das águas subterrâneas e a interpretação das análises químicas são fatores que possibilitam aos gestores a adequação dos usos destas águas na bacia, levando em consideração os critérios de potabilidade segundo as legislações vigentes. Considerando o uso principal de abastecimento humano.

Ressalta-se ainda nos aspectos qualitativos, a importância do conhecimento da geologia, no que diz respeito a dinâmica água – rocha, pois as características químicas que a água subterrânea apresenta estão diretamente ligadas ao tempo de armazenamento e escoamento.

Em relação à quantidade das águas subterrâneas, o banco de dados deverá dispor de informações estruturais, hidráulicas e litológicas dos poços cadastrados no SIAGAS, para que por meio destas, seja avaliado o potencial de abastecimento e a disponibilidade do recurso. Este fato permite aos gestores a possibilidade de determinar as principais restrições e potencialidades para o uso das águas subterrâneas, associando-as com as demandas atuais e futuras.

A estruturação do banco de dados servirá de apoio ao andamento do Plano da Bacia do Rio da Várzea. Sistema esse, que deve ser capaz de reunir, organizar, analisar e difundir as informações geradas pelas atividades do Plano.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Fundação de apoio ao Instituto de Pesquisas – FIPT pela bolsa de Iniciação Científica e Tecnológica e a Universidade Federal de Santa Maria - UFSM Campus de Frederico Westphalen pelo apoio ao estudo.

## BIBLIOGRAFIA

BESER de DEUS L. A. et al. (2011) “A utilização de sistema de informação geográfica como suporte ao gerenciamento de Bacias Hidrográficas Transfronteiriças – SIG GEOAMAZONAS.” in Revista Geográfica de América. Numero especial EGAL, 2011. Costa Rica. p. 1-17.

BRASIL (1997) *Lei Nº 9433, de 08 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. 17p.

BRASIL (2008) *Resolução Conama nº 396, de 3 de abril de 2008*. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. Publicada no DOU nº 66, de 7 de abril de 2008, Seção 1, 64-68p.

BRASIL (2011) Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. 34p.

CPRM (2002) *Banco de dados: GEOBANK* in <http://geobank.sa.cprm.gov.br>, Último acesso: 13/11/2014

CPRM (2015) Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS in <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/index.php>, Último acesso: 11/01/2015.

DAEE (2014) Sistema Integrado de Bacias Hidrográficas – SIBH in <http://143.107.108.108/web/guest;jsessionid=1EB7360AD2E5DB2D51931E531B5D5D18>, Último acesso: 02/02/2015.

FUNCEME (2014) *Qualigraf v.1.17* in <http://www3.funceme.br/qualigraf/app/pagina/show/2>>. Último acesso: 10/12/2014.

FEPAM (2005) Biblioteca digital: base cartográfica digital do RS 1: 250.000 in [http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases\\_geo.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/geo/bases_geo.asp) Último acesso: 12/12/2014.

IBGE (2001) Mapeamento das unidades territoriais: Malha Municipal Digital do Brasil. 2001. in [http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default\\_prod.shtm#GEOG](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm#GEOG), Último acesso: 12/11/2014.

IBGE (2010) Resultados Preliminares do Universo do Censo Demográfico 2010 – CENSO 2010 in [http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados\\_preliminares/preliminar\\_tab\\_municipio\\_zip.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados_preliminares/preliminar_tab_municipio_zip.shtm), Último acesso: 15/02/2015.

NASCIMENTO, F. M. F. et al (2008) “*Sistema de Informações de Água Subterrânea – SIAGAS Histórico, desafios e perspectivas.*” in XV Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. Natal.

OGAWA, A.T; CAMPOS, H. C. N. S. (1984) “*Algumas observações sobre o SIDAS - Sistema de Informações de Águas Subterrâneas do DAEE.*” in Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, Fortaleza.

ROMEIRO, C. I. da R (2012) “*A tecnologia SIG aplicada ao estudo da vulnerabilidade à poluição das águas subterrâneas na Bacia Hidrográfica das Ribeiras do Oeste.*” Tese de Mestrado. Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação da Universidade Nova de Lisboa. ISEGI. Portugal: Lisboa. 137p.

RUFINO, I. A. A (2004) “*Gestão de recursos Hídricos em ambientes urbanos costeiros: modelagem e representação do conhecimento em Sistemas de Informação Geográfica.*” Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais. Campina Grande. UFCG. 166p.

SANTOS, dos M. M. et al. (2010) “*Utilização de SIG na avaliação do uso da água do Sistema Aquífero Guarani no estado de São Paulo.*” in XVI Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços. São Luis – MA. 19p.