

GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS E SUSTENTABILIDADE HÍDRICA: PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO PROGRAMA WEAP COMO FERRAMENTA DE GERENCIAMENTO PARA O ESTADO DO RIO DE JANEIRO

François L. Alves¹, Francisco de Assis Dourado da Silva², Francisco Flores-López³, Sílvia Marie Ikemoto⁴, Clayton Lameiras Bonfim⁵ & Gilberto de Souza Pereira⁶
(^{1,2,4} Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ, R. São Francisco Xavier 524, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ, CEP 20550-900; ¹ Mestrando em Gestão e Regulação do Recursos Hídricos – UERJ, francois.eng@live.com; ² Professor Adjunto da Faculdade de Geologia no Departamento de Geologia UERJ; ³ Stockholm Environment Institute (SEI); ⁴ Doutoranda em Meio Ambiente UERJ; ⁵ INEA; ⁶ FINATEC)

INTRODUÇÃO

O cenário de gestão dos recursos hídricos no Estado do Rio de Janeiro é complexo e multivariado, de um ponto, as dificuldades de administrar os recursos naturais de maneira integrativa, por outro lado conciliar as demandas hídricas e sociais com a capacidade de suporte e resiliência do meio ambiente. Dentro desse universo, destaca-se a importância de ferramentas de gestão e gerenciamento que possam expor resultados almejados nas políticas públicas instituídas em âmbito federal e estadual.

Esmiuçando essa realidade, encontra-se a implantação, pela esfera estadual, da abordagem de gerenciamento integrado de recursos hídricos (GIRH), que teve grande repercussão após a Rio 92, e que parte da premissa que para ser eficiente e eficaz a gestão de recursos hídricos deve ser alicerçada sobre o gerenciamento integrado da água e território, engendrando a gestão da água e com os usos do solo, e o planejamento ambiental deste.

O modelo de gestão de recursos hídricos no Brasil é participativo e organizado para que o gerenciamento dos recursos hídricos possa ser integrativo nas escalas micro (bacia hidrográfica) e macro (regiões hidrográficas), essa arquitetura de gestão facilita o compartilhamento de uma mesma ferramenta de gerenciamento que possa ser utilizada por diferentes colaboradores. Porém tanto as esferas locais de gestão, como os comitês de bacia, como outras, diga-se técnicos/servidores, da Secretária de Estado do Ambiente (SEA), no caso do Estado do Rio de Janeiro, não adotaram instrumentos tecnológicos específicos voltados para a tomada de decisão em níveis gerenciais com interoperabilidade.

Tratando-se da ferramenta propriamente dita temos que as características de aplicação do WEAP (Water Evaluation and Planning system) o credenciam para ser estudado no caso do RJ. Podendo ser traduzido como “Sistema de Avaliação e Planejamento da Água”, sendo um *software* amigável ao usuário que adota uma forma integrada ao planejamento de recursos hídrico e seu comprovado uso em diversas regiões do mundo, igualmente a indispensabilidade de dispositivos de gerenciamento por parte das instâncias de gestão estadual, fazem com que o objetivo principal deste trabalho seja analisar, por pesquisa exploratória, a aplicabilidade do WEAP no GIRH do estado do RJ.

MATERIAL E MÉTODOS

A escolha de um sistema de informação para atender às necessidades de uma organização ou aplicação não pode ser feita de maneira superficial e sem critérios técnicos, dessa forma realizou-se com o propósito de atingir o objetivo estabelecido uma pesquisa exploratória (Santos 1999) para entender se as aplicações realizadas pelo o *software* o WEAP atende os anseios legais e institucionais da gestão dos recursos hídricos no estado do Rio de Janeiro. Em relação ao objeto foi feita uma pesquisa bibliográfica (Andrade 2002), com análise na legislação ~~federal~~ Federal, Estadual e descrição do WEAP.

Segundo Mattar (2001), a pesquisa exploratória, pode colaborar de forma expressiva ao pesquisador a entender de uma forma inteligível as várias possibilidades aplicáveis ao seu problema de pesquisa. Consequentemente outros pesquisadores podem usar de ponto de partida a presente pesquisa para acrescentar melhoras no sistema de informação de recursos hídricos fluminense.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A gestão dos recursos hídricos e o instrumento sistemas de informação

O Estado brasileiro visando administrar e normalizar a utilização da água por meio de um sistema de recursos hídricos eficiente reformulou e aperfeiçoou a gestão dos recursos hídricos no Brasil, nesse sentido instituiu a Lei 9.433/97, que definiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e o Sistema Nacional de

Gerenciamento de Recursos Hídricos (Brasil 2004), tal política dita no Art. 5º quais são os instrumentos de gestão de recursos hídrico, sendo um deles o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (SIRH). Os artigos 25º, 26º e 27º da Lei das Águas tratam especialmente dos princípios básicos e os objetivos do SIRH.

Um sistema de informação (S.I) em uma organização é assimilado como todos as protocolos, averbações, registros, documentos e produtos gerados nas operações desenvolvidas por ela (Cassarro 2010), sendo possível existir S.I dentro de outro S.I. No que tange ao caso dos recursos hídricos os SIRH estaduais estão dentro do SIRH nacional, devendo por premissa existir congruência entre os sistemas.

Voltando para as particularidades dos sistemas de informação de recursos hídricos percebe-se que são mais direcionados aos aspectos técnicos, diga-se hidrológicos, e apoiados em sistema de informação geográfica (SIG) (Cirilo *et al.*, 2003). Para Turban *et al.* (2007, p.5) as instituições usam diferentes tipos de sistemas de informação, contudo podemos enfatizar na área de meio ambiente, em especial a dos recursos hídricos, que se sobressaem *softwares* de modelagem hidrológica baseados em Sistema de Informações Geográficas (SIG), classificados como Sistema de Apoio à Decisão (SAD).

Pode-se afirmar que os SIG são sistemas de informações base para um modelo robusto de sistema de apoio à decisão. Isto evidencia-se, pois, os SIG são sistemas de informações para produzir, atualizar e executar as informações espaciais com especial capacidade de integração, dinamizando os processos e fluxos de trabalho (Campos-Neto, 2008). O Estado do Paraná seguindo essa linha técnica, a PNRH, e sua própria política estadual, implantou em 2002 o Sistema de Informações Geográficas para Gestão de Recursos Hídricos, denominando SIG SUDERHSA (Paraná 2004).

Não diferente das premissas estabelecida pela Lei estadual 3239/99, que atribui os sistemas de informação como um instrumento de gestão estadual (Rio de Janeiro 1999), e com o agravar da crise hídrica do ano de 2015, o Estado do RJ implantou em 2018 o portal GEOINEA. O portal é um canal eletrônico que prioriza compartilhar os dados geoespaciais produzidos pelo INEA, “atendendo um público que abrange a sociedade, o poder público (todas as esferas), as instituições de pesquisa e a iniciativa privada, dentre outros usuários que utilizem dados georreferenciados” (Labgis 2018).

Destarte a gestão de recursos hídricos fluminense avança na implantação de um sistema de informação compartilhado entre os membros da sociedade civil, porém é preciso frisar que para os atuais anseios de aperfeiçoamento faltam módulos e/ou subsistemas que gerem informações capazes de apoio a tomada de decisão em questões como: elaboração de planos de bacia, impactos hidrológicos, cenários hidrológicos, uso e demandas hídricas, e outros.

Sustentabilidade hídrica

Com a exploração constante do ambiente natural pelo homem e a limitação do próprio meio em prover recursos no ritmo de exploração por parte da sociedade moderna, as ciências ambientais e áreas afins transpassaram conceitos, como o de “sustentabilidade”, para diversos campos do saber, como o direito e a administração pública. Assim o conceito de sustentabilidade nos recursos hídricos (sustentabilidade hídrica) está presente no ordenamento jurídico brasileiro, em especial na Lei das Águas, pois enfatiza a sustentabilidade em três aspectos: disponibilidade de água, utilização racional e utilização integrada (Machado 2000, p.433).

Aplicar a sustentabilidade hídrica na prática vem se mostrando tarefa árdua para os gestores de recursos hídricos, primeiro porque a unidade de planejamento ambiental é a bacia hidrográfica, sendo um ambiente rico em complexidade, segundo é encontrar ferramentas que ajudem na aplicação do conceito.

Diversas ferramentas na forma de softwares de SAD, já estão presentes no mercado com o objetivo de auxiliar no GIRH, de forma criteriosa se destaca o WEAP, porém o que impede o gestor de realizar um trabalho mais apurado é a falta e/ou falha na base de dados. Assim com os dados de disponibilidade hídrica (vazão mínima, média e máxima, meteorologia, consumo hídrico de todos os usos da bacia) em conjunto com informações de SIG disponíveis o gerenciamento integrado é facilitado.

Partindo da superação em obter os dados é preciso realizar a alimentação e o processamento no SAD, para se obterem informações que permitam analisar a disponibilidade de água na bacia, e se a utilização está sendo correta segundo os princípios do plano de bacia.

Em adição, um SAD deve no mínimo colaborar por meio de análise computacional na avaliação qualitativa dos recursos hídricos da bacia, permitindo uma considerável melhora no tempo de liberação dos processos de outorga e cobrança pelo uso da água. Assim um SAD consistente pode e deve considerar os outros instrumentos da PNRH em sua aplicabilidade, e trabalhar para os diferentes atores (membros de comitê de bacia, técnicos de secretarias, pesquisadores, ...) envolvidos na gestão.

Aplicação do WEAP no estado do Rio de Janeiro

O estabelecimento de um SAD para as necessidades de um GIRH que apresente resultados satisfatórios é crucial para o Estado do Rio de Janeiro. Primeiro porque a gestão estadual não apresenta um S.I capaz ainda de cumprir com todos os requisitos impostos pela legislação nacional/estadual, segundo que o estado passa por seguidas crises hídricas e o principal rio de importância socioeconômica, o Rio Paraíba do Sul (RPS), demanda persistente esforço de gerenciamento devido a sua geografia, conflitos e complexidade intercultural, além de uma gestão hídrica que envolve os estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais e a União.

Adentrando na gestão do RPS, estudos com o SAD WEAP para o RPS na parte fluminense avaliaram cenários e alternativas para a gestão de recursos hídricos da bacia do rio paraíba do sul frente as demandas hídricas atuais e futuras (Melo 2017; Doctors *et al.* 2017). Tais pesquisas utilizam o WEAP pois segundo Sieber *et al.* (2015) o modelo possui duas funções principais: simulação de processos hidrológicos naturais (por exemplo, evapotranspiração, escoamento e infiltração) para permitir avaliação da disponibilidade de água dentro de uma bacia; e simulação de atividades antrópicas sobrepostas ao sistema natural para influenciar os recursos hídricos e sua alocação (ou seja, demandas de água de consumo e não-consuntivo) para permitir a avaliação do impacto do uso humano da água.

O WEAP em sua última versão, traz grandes avanços, incluindo uma interface gráfica do usuário (GUI), um algoritmo de solução robusto para resolver problema de alocação, e a integração de módulos hidrológicos que incluem, escoamento de chuvas, um modelo de água subterrânea, e um modelo de qualidade de água (Rosenzweig *et al.* 2004). Essas funcionalidades permitem aplicar o WEAP em diferentes escalas geográficas como também ser empregado por diferentes níveis de usuários no gradiente da gestão, seja na esfera do comitê de bacia e/ou como por técnicos da SEA.

O Escritório Nacional de Águas e Ambientes Aquáticos (OENAMA), instituição de referência pública francesa na gestão dos recursos hídricos, pressupõe que um sistema de informação para recursos hídricos deve apoiar a tomada de decisão, como por exemplo, para a criação de indicadores de desempenho no uso da água, para avaliação dos sistemas de abastecimento e o desempenho dos serviços de saneamento, como também analisar e avaliar as pressões, usos e situação atual da gestão dos recursos hídricos, e fornecer dados para outros sistemas de informação e para a pesquisa aplicada (Lavarde 2009). Comparando este entendimento, com a legislação, as necessidades do estado e as funcionalidades do WEAP é possível reconhecer que este *software* pode ser uma ferramenta do instrumento S.I no estado do Rio de Janeiro, podendo ser aplicado por diferentes colaboradores.

CONCLUSÃO

O desenvolvimento do presente estudo comprovou por meio de análise bibliográfica que o *software* WEAP de forma preliminar atende os requisitos impostos pelas políticas públicas instituídas, sendo um recurso fundamental para a melhoria da gestão dos recursos hídricos no estado do Rio de Janeiro. Além disso, também permitiu a pesquisa caracterizar que o gerenciamento integrado dos recursos hídricos e a sustentabilidade hídrica são pilares não apenas das diretrizes estaduais de gestão, como também são conceitos incorporados na aplicação do *software*.

Pode-se afirmar que o WEAP pode ser aplicado por diferentes usuários, o que se torna um ponto favorável para sua disseminação nos comitês de bacias e entre os técnicos do INEA. Outros fatores positivos encontrados são a sua interface gráfica amigável, a contabilidade hídrica de uma bacia hidrográfica o que facilita no processo de outorgas, a projeção de cenários muito necessária para planos de bacia, além da análise de qualidade da água que é de acentuada importância para o enquadramento dos corpos de água.

Comprova-se que WEAP pode promover um salto positivo no gerenciamento integrado dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS^[MM1]

- Andrade, Maria Margarida de. (2002) Como preparar trabalhos para cursos de pós-graduação: noções práticas. 5. Ed. São Paulo: Atlas.
- Brasil. (2004) Lei nº 9.433/97 de 08 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, Ministério de Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Recursos Hídricos**: conjunto de normas legais. Ministério de Meio Ambiente. 3. ed. Brasília: DF, p; 10-14, 2004.
- Rio de Janeiro, (1999) Lei Estadual nº 3239 de 02 de agosto de 1999. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos; cria o Sistema Estadual de Gerenciamento de Recursos Hídricos; regulamenta a constituição estadual, em seu artigo 261, parágrafo 1º, inciso vii; e dá outras providências. Disponível em: <<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br>>. Acesso em: 20 fevereiro 2018.

- Campos neto, Valdevino. (2008) Desenvolvimento de sistemas e Sistemas de informação da ANA. Treinamento para a capacitação de agentes gestores em recursos hídricos do edital 038 CT-HIDRO. Brasília: ANA, 2008. 1 CD-ROM.
- Casarro, A.C. Sistemas de informações para tomada de decisões. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2010.
- Cirilo, José Almir; Asfora, M. C.; Costa, I. F. (2003) Concepção de sistemas de informações sobre recursos hídricos. In: FREITAS, M. A. V. (Org.). O estado das águas no Brasil 2001-2002. Brasília: ANA. p. 498-502.
- Doctors, R.; Melo, M.; Kelman, R.; Castro, T.; (2017) "Assessment of water resource management alternatives for the Paraíba do Sul river", Disponível em: <<https://www.psr-inc.com/publications/scientific-production/papers/2017-ap-en/assessment-of-water-resource-management-alternatives-for-the-paraiba-do-sul-river/>>. Maio, 2017, Acesso em 04 de março 2018.
- Labgis, (2018). INEA/RJ lança sua Infraestrutura de Dados Espaciais: Portal GEOINEA. Disponível em: <<https://www.labgis.uerj.br/noticias/inearj-lanca-sua-infraestrutura-de-dados-espaciais-portal-geoinea>>. Acesso em 12 abril. 2018.
- Lavarde, Patrick (2009). Establishing a national framework for water data supporting water policies. In: World Water Fórum, 5, 2009, Istambul. Disponível em: <<http://www.oieau.org/IMG/pdf/aonema-SIE-final.pdf>>. Acesso em 05 abril de 2018.
- Machado, Paulo Affonso Leme (2000). Recursos hídricos. Direito brasileiro e internacional. São Paulo: Malheiros.
- Melo, M. Barros. (2017) "Avaliação de operações alternativas para gestão de recursos hídricos da bacia do Rio Paraíba do Sul," Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Monografia, Setembro.
- Paraná (2004). Sistema de Informações Geográficas para Gestão de Recursos Hídricos no Alto Iguaçu. Relatório Final. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/arquivos/File/rel_final_sig.pdf> Acesso em 05 de abril 2018.
- Rosenzweiga, C., Strzepek, K.M., Major, D.C., Iglesias, A., Yates, D.N., Mccluskey, A., & Hillel, D. (2004). Water resources for agriculture in a changing climate: international case studies, *Global Environmental Change*, 14, 345–360.
- Mattar, F. N. (2001) Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento, execução e análise. 3 ed. São Paulo: Atlas.
- Santos, A. R. dos. (1999) Metodologia científica: a construção do conhecimento. Rio de Janeiro: DP & A.
- Sieber, J., Huber-Lee, A., & Raskin, P. (2002) WEAP: Water Evaluation And Planning System User Guide (for WEAP 21), Stockholm Environmental Institute—Boston, and Tellus Institute, User Guide for WEAP 21, Boston, MA.
- Turban, E.; Ranier JR., R. K.; Potter, R.E. (2007) Introdução a sistemas de Informação uma abordagem gerencial. Tradução Daniel Vieira. Rio de Janeiro: Elsevier.