

SÍNTESE ACERCA DAS TAXAS DE RECARGA DO SISTEMA AQUÍFERO GUARANI EM SUA ÁREA DE AFLORAMENTO

Nádia Franqueiro Corrêa¹, José Luiz Albuquerque Filho¹

¹Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. Avenida Prof. Almeida Prado, 532 São Paulo (SP).
albuzelu@ipt.br

Palavras-Chave: UGRHI 13; Sistema Aquífero Guarani; SAG; Taxa de Recarga; Taxa de Recarga Específica.

INTRODUÇÃO

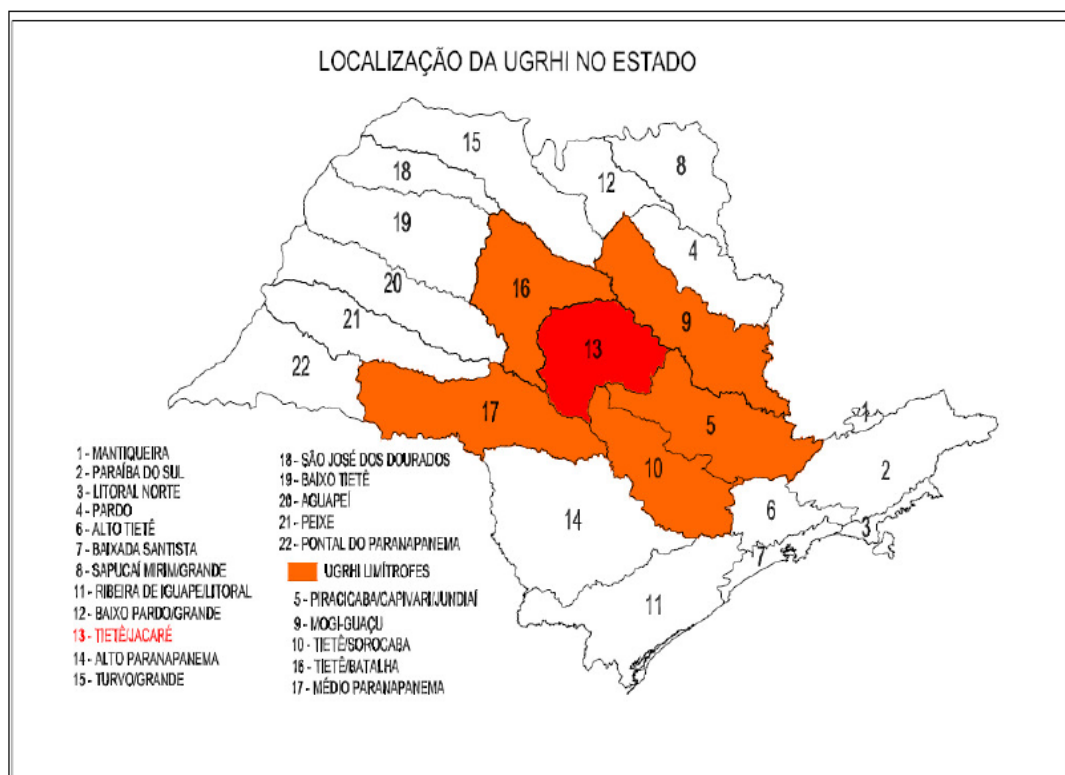
Este trabalho compreende a apresentação de uma síntese de valores obtidos para a taxa de recarga do Sistema Aquífero Guarani (SAG) em locais estudados por vários autores, principalmente na região central de São Paulo, mas também em Ribeirão Preto (SP), no Estado de Santa Catarina, bem como valores calculados para toda a sua área de afloramento no Brasil. No Estado de São Paulo, uma das regiões com maior superfície aflorante do SAG diz respeito à observada na Unidade de Gerenciamento de Recursos n^o 13 – UGRHI 13 (SÃO PAULO, 1991), que corresponde à Bacia Hidrográfica do Tietê/Jacaré na região central do Estado, com superfície de drenagem total de 11.804,40 km². Ali, o SAG aflora nas suas porções central e norte-nordeste, nas sub-bacias do rio Jacaré-Pepira e rio Jacaré-Guaçu em área de 3.170,51 km² ou 26,86 % da área total da UGRHI 13. Para efeito de ilustração de taxas de recarga do SAG obtidas em áreas de afloramento situadas fora da UGRHI 13, citam-se os valores obtidos por AQUA BAVARIA GUARANI (2004, apud Perroni e Wendland, 2008), no município de Ribeirão Preto que obteve a taxa de recarga variando entre 200 e 250 mm/ano (0,86 m³/s e 1,09 m³/s). Pode ser citado, também, a Bacia do Rio Urubici (SC) que a taxa de recarga é 0,18 m³/s. Além desses valores, pode ser citado, ainda, taxas de recarga calculadas para a área de afloramento como um todo, no Brasil, para as quais foram encontrados valores de 700 m³/s (Marcuzzo, 2009) e 165 m³/s (Chang, 2001). Esses aspectos denotam a importância de se efetuar confrontações entre valores de taxa de recarga obtidos nas diversas áreas, na forma de *taxa de recarga específica* ou taxa de recarga calculada conforme as dimensões da área considerada em cada estudo, o que permite se observar mais diretamente o comportamento do SAG em suas diversas porções aflorantes no Brasil.

REGIÃO DE ESTUDO

A área selecionada para a pesquisa sobre dados de recarga do SAG foi a Bacia Hidrográfica do Tietê/Jacaré. Essa Bacia constitui a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos n^o 13 do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (**Figura 01**), o qual foi estabelecido pela Lei 7663 (São Paulo, 1991). A **Figura 01** mostra a localização da UGRHI 13 entre as 22 UGRHIs do Estado.

Na UGRHI 13 o Sistema Aquífero Guarani (SAG) ocorre aflorante e confinado, cuja área total é 11.804,40 km². A área de afloramento do SAG na Bacia Hidrográfica do Tietê/Jacaré é de 3.170,51 km² ou 26,86 % da área total da UGRHI 13. Em relação à área total de afloramento no Estado de São Paulo corresponde a 13,49 % (IPT, 2011), denotando significativa expressão territorial proporcional, pois o SAG aflora apenas em sete das suas vinte e duas UGRHIs.

A área de recarga do SAG existente na UGRHI 13, ocorre nas sub-bacias da região central e norte-nordeste, quais sejam, Sub-Bacia do Rio Jacaré-Guaçu e afluentes diretos do Rio Tietê, Sub-Bacia do Rio Jacaré-Pepira e afluentes diretos do Rio Tietê e trecho do Ribeirão da Prata (afluente da margem direita do Rio Tietê). As sub-bacias de estudo são dominadas pelo cultivo da cana-de-açúcar e por campos e pastos.



Fonte: IPT (2000)

Figura 01 - Localização da Bacia Hidrográfica do Tietê/Jacaré entre as 22 UGRHIs do Estado.

VALORES DE RECARGA DO SISTEMA AQUÍFERO GUARANI

A determinação da recarga de um aquífero não significa um processo de fácil execução. Existem inúmeros procedimentos para se estimar as taxas de alimentação dos aquíferos, porém casos tal como o Sistema Aquífero Guarani, se configuram em particular situação, com trecho de exposição constituindo sistema livre local e, ao mesmo tempo, transmitindo recarga para as porções confinadas.

Assim sendo, e considerando os objetivos da pesquisa, efetivou-se levantamento de informações acerca de recarga do SAG, buscando-se caracterizar valores em nível do Estado de São Paulo, mas principalmente na área da UGRHI 13. A **Tabela 1** mostra uma síntese das taxas de recarga observadas no SAG em diferentes localidades.

Um primeiro aspecto a ressaltar é que os trabalhos consultados descrevem os valores da infiltração de água no Sistema Aquífero Guarani na forma de recarga direta, recarga profunda, reserva ativa, reserva reguladora, taxa de recarga, recarga, ou até mesmo outros termos.

Outro aspecto importante é que os pesquisadores se utilizam de diversificadas unidade de medida para expressar as taxas de recarga no aquífero.

Diante disso e procurando-se alguma referencia para o melhor entendimento das recargas em relação às respectivas áreas em que ocorria a infiltração no aquífero, propõe-se aqui a adoção da unidade recarga específica, que equivale ao valor da taxa de recarga (em m³/s) dividido pela equivalente área (em km²) para a qual foi calculada a recarga.

Isso permite facilitar a visualização de quanto o aquífero recebe em relação ao território de exposição e permite a comparação entre as diversas áreas consideradas.

Tabela 1 – Síntese de taxas de recarga observadas para o SAG

Local/Região	Taxa de Recarga (m ³ /s)	Área (km ²)	Recarga Específica (m ³ /s/Km ²)	Fonte
Área de Afloramento no Brasil	700	87.000	8,04x10 ⁻³	Marcuzzo (2009)
Área de Afloramento no Brasil	165	89.936	1,83x10 ⁻³	Chang (2001)
Região Administrativa 6 (Ribeirão Preto)	120	35.000	3,43x10 ⁻³	DAEE (1974, apud Perroni, 2005)
Bacias do Jacaré-Pepira e Jacaré-Guaçu – UGRHI 13	34,32	6.748	5,09x10 ⁻³	Rabelo (2006)
Bacias do Jacaré-Pepira e Jacaré-Guaçu – UGRHI 13	2,96	4.252	0,70x10 ⁻³	Corrêa (1995)
Cidade de São Carlos, SP – UGRHI 13	0,51	95	5,37x10 ⁻³	Perroni (2005)
Bacia do Ribeirão da Onça – Município de Brotas - UGRHI 13	0,16	65	2,46x10 ⁻³	Contin Neto (1987)
Bacia do Ribeirão da Onça – Município de Brotas - UGRHI 13	0,21	65	3,23x10 ⁻³	Pompêo (1990)
Bacia do Ribeirão da Onça – Município de Brotas - UGRHI 13	0,082	65	1,26x10 ⁻³	Barreto (2006)
Bacia do Ribeirão da Onça – Município de Brotas - UGRHI 13	0,003-0,080	65	0,04x10 ⁻³ – 1,23x10 ⁻³	Gomes (2008)
Bacia do Ribeirão da Onça – Município de Brotas - UGRHI 13	0,10	65	1,53x10 ⁻³	Barreto, Wendland e Gomes (2010)
Bacia do Ribeirão da Onça – Município de Brotas - UGRHI 13	0,30	65	4,61x10 ⁻³	Aplicando-se Método Regionalização de DAEE (1988)
Bacias do Jacaré-Guaçu e Jacaré-Pepira – UGRHI 13	23,53	5.678,12	4,14x10 ⁻³	Leite, Albuquerque Filho e Silva (2013)
Área de afloramento SAG no Município de Ribeirão Preto, SP	0,86-1,09	137	6,28x10 ⁻³ - 7,96x10 ⁻³	AQUA BAVARIA GUARANI (2004, apud Perroni e Wendland, 2008) e Cavicchia (2007)
Área de afloramento do SAG na Bacia do Rio Urubici, SC	0,18	127,44	1,41x10 ⁻³	Arantes (2008)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da presente pesquisa possibilitou levantar e obter vários resultados de estudos relacionados às taxas de recarga do SAG na sua área de afloramento na UGRHI 13, que era objeto da pesquisa e, também, em outras áreas tanto do Estado de São Paulo, como em outros locais.

A **Tabela 1** sintetiza os principais resultados encontrados e discutidos anteriormente, que nota-se que a ordem de grandeza da recarga específica guarda uma semelhança entre os diversos locais, apresentando ordem de grandeza de 10⁻³. Há que se ressaltar que esses valores de recarga dizem respeito a tipos variados e merecem, portanto, ser melhores estudados.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico) por meio da bolsa de Produtividade e Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora (Bolsa DT) pelo apoio proporcionada ao segundo autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARANTES, M.V. Balanço Hídrico na Bacia do Rio Urubici, em Santa Catarina, e a sua relação com a Zona de Recarga do Aquífero Guarani. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental)- Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 72 f, 2008.
- BARRETO, C.E.A.G. Balanço Hídrico em zona de afloramento do Sistema Aquífero Guarani a partir de monitoramento hidrogeológico em bacia representativa. Dissertação (Mestrado). São Carlos, EESC-USP-SHS, 2006.
- BARRETO, C.E.A.G.; WENDLAND, E.; GOMES, L.H. Definição de um Modelo de Balanço Hídrico para uma Bacia Representativa Localizada em Zona de Afloramento do Sistema Aquífero Guarani. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.hidro.ufcg.edu.br/twiki/pub/ASUB/WebHome/622.pdf>>. Acesso em: 18 de fevereiro de 2010.
- CHANG, H. K. Uso atual e Potencial do Aquífero Guarani – Brasil atividade 3b. Proteção Ambiental e Gerenciamento Sustentável Integrado do Guarani, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), São Paulo, 2001.
- CONTIN NETO, D. Balanço hídrico em bacia hidrográfica situada em região de recarga do Aquífero Botucatu. Tese de Doutorado. São Carlos, EESC-USP-SHS, 1987.
- CORRÊA, U.M.P. Estudo das águas subterrâneas das bacias hidrográficas dos Rios Jacaré-Guaçu e Jacaré Pepira no Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado. São Carlos, EESC-USP-SHS. 2v., 107p, 1995.
- DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA. Água subterrânea: reserva estratégica. Rev. Águas e Energia Elétrica, São Paulo, ano 5, n. 13, p. 14-23. 1988.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos e estabelecimento de diretrizes técnicas para a elaboração do Plano da Bacia Hidrográfica do Tietê-Jacaré. São Paulo. (IPT. Relatório 40674), 2000.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO – IPT. Subsídio ao Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da Área de Afloramento do Sistema Aquífero Guarani no Estado de São Paulo, 102 p, 2011.
- LEITE, C.B.B.L.; ALBUQUERQUE FILHO, J.L.; SILVA, E.V.E. Estudo da dinâmica subterrânea e interconexões hidráulicas na área de ocorrência do Sistema Aquífero Guarani (SAG) na Bacia Hidrográfica do Tietê/Jacaré (UGRHI 13). Relatório de Andamento de Pesquisa. FIPT/IPT. 2013.
- MARCUZZO, F.F.N. Modelagem Espaço Temporal e Mapeamento de Riscos dos Níveis Freáticos do Sistema Aquífero Guarani. Relatório Final de Pós-doutorado júnior. Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade do Estado de São Paulo – EESC-USP-SHS. São Carlos, 2009.
- PERRONI, J.C.A. Avaliação do consumo de energia elétrica para produção de água subterrânea – o caso do abastecimento público da cidade de São Carlos – SP. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/Universidade de São Paulo. 143 p. 2005.
- PERRONI, J.C.A.; WENDLAND, E.C. Avaliação das condições de ocorrência e exploração do Sistema Aquífero Guarani em São Carlos – SP. Revista Águas Subterrâneas, v.22, n.01, p.13-24, 2008.
- POMPÊO, C. A. Balanço Hídrico da zona não-saturada do solo na bacia do Ribeirão do Onça (SP). Tese Doutorado. São Carlos, EESC-USP-SHS, 1990.
- RABELO, J.L. Estudo da Recarga do Aquífero Guarani no Sistema Jacaré-Tietê. Tese de Doutorado São Carlos, EESC-USP-SHS, 2006.
- SÃO PAULO. Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991. Estabelece normas de orientação à Política Estadual de Recursos Hídricos bem como ao Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, 1991.