

## Método de recessão e estimativas das reservas subterrâneas do SASG no norte do estado do Paraná.

## Method of recession and estimates of the underground reserves of the SASG in the north of the state of the paraná.

### RESUMO

**Isabella Zanatta Garcia**  
[isabella.zanatta@hotmail.com](mailto:isabella.zanatta@hotmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

**Maurício Moreira dos Santos**  
[mmsantos@utfpr.edu.br](mailto:mmsantos@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

**Thiago Henrique da Silva**  
[thaioghenuque.utfpr@gmail.com](mailto:thaioghenuque.utfpr@gmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

**Recebido:** 03 set 2018.  
**Aprovado:** 04 out 2018.

#### Direito autoral:

Este resumo expandido está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons - Atribuição-NãoComercial 4.0 Internacional.



A água é o recurso natural mais importante para todos os seres vivos. A água subterrânea presente nos aquíferos muitas vezes dispensa seu tratamento rigoroso em comparação a água superficial, se tornando uma fonte de abastecimento essencial para os seres humanos. Muitas vezes, esse recurso hídrico vem sendo explorado apresentando problemas de gestão, o que pode acarretar em danos irreversíveis para as águas subterrâneas. Em virtude disto, pesquisas que envolvem utilização de métodos e técnicas de estimativas sobre as reservas de água nos aquíferos são de suma importância. Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a potencialidade das reservas subterrâneas do Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), utilizando para esse fim, o método da curva de recessão aplicado para bacias hidrográficas localizadas na região de Londrina, no norte do estado do Paraná. Com a utilização desse método, será possível estimar a influências da distribuição das precipitações na recarga aquífera. Foram levantados e utilizados dados pluviométricos e fluviométricos referentes aos anos de 1987 a 2017 na região em estudo, sendo selecionados os anos de 2006, 1996, 2009, respectivamente, ano mais seco, na média e mais úmido para a série histórica selecionada, que contribuirá para o cálculo do coeficiente de recessão, volume de água contribuinte para a bacia, restituição e balanço hídrico. Resultados parciais indicam que a distribuição da precipitação, seu volume e sazonalidade influenciam diretamente o fluxo de base dos rios estudados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aquífero, SASG, subterrânea, água.

### ABSTRACT

The water is the most important natural resource for all the lively beings. The present underground water in aquifer very often dispenses his rigorous treatment in comparison to superficial water, making a fountain of essential supply for the human beings. Very often, this hydric resource is explored presenting problems of management, what it can bring in irreversible damages for the underground waters. Owing to this, you investigate what wrap use of methods and estimates techniques on the water reserves in aquifer are of abridgement importance. In this way, the present work has as I aim to value the potentiality of the underground reserves of the Sistema Aquífero Serra Geral (SASG), using for this end, the method of the curve of recession applied for hydrological basins located in the Londoner's region, in the north of the state of the Paraná. With the use of this method, it will be possible to appreciate to influences of the distribution of the haste in the reload aquifer. They were lifted and used rainfall data and fluviometric referring to the years from 1987 to 2017 in the region in study, when the years of 2006, 1996, 2009 selected, respectively, drier year, on the average and more wet for the selected historical series, which will contribute for the calculation of the coefficient of recession, water volume taxpayer for the basin, restitution and hydric swinging. Partial results indicate that the distribution of the haste, his volume and seasonality they influence straightly the basic flow of the studied rivers.

**KEYWORDS:** Aquífero, SASG, underground, water.

## INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural renovado constantemente pelo ciclo hidrológico, mas sua distribuição é variável no tempo e no espaço, sendo essencial para a sobrevivência dos seres vivos. Desse fora, a gestão dos recursos hídricos é necessária, pois é um dos fatores primordiais para o desenvolvimento econômico, social e cultural da humanidade. Para manter os padrões qualitativos e quantitativos desse recurso às necessidades das gerações futuras, além das políticas eficazes de gestão e ambiental, é necessário investimentos na educação e conscientização da população sobre a importância de se proteger e preservar o meio ambiente (SANTOS, 2009). As águas subterrâneas são formadas por toda água da chuva que percorre camadas abaixo da superfície da Terra, que contribui para que os rios do território brasileiro sejam perenes, ou seja, haja água em toda e qualquer época do ano.

A água subterrânea no Brasil e em todo o mundo é uma fonte essencial de abastecimento. Mesmo em regiões onde sua geologia é favorável para o acúmulo de águas superficiais, ela se torna indispensável em épocas de seca que afetam os mananciais.

Dessa forma, este presente trabalho justifica-se pela crescente utilização de água do SASG no estado do Paraná, especialmente na região de Londrina, para suprir a demanda de água, gerado principalmente pelo crescimento populacional, produção agrícola e de bens de consumo. Assim estudos que contemplam a avaliação das reservas hídricas subterrâneas são de suma importância, contribuindo para geração de conhecimentos técnicos e científicos essenciais para criação de mecanismos que poderão ser utilizados na proteção e uso sustentável das águas do SASG.

O SASG é um dos aquíferos mais significativos do estado, ele abastece parcialmente a região do município de Londrina, localizada no norte do estado do Paraná. Segundo Athayde et al. (2007). Isso se deve, especialmente, devido a sua área de abrangência, ao seu potencial para abastecimento público e a qualidade química de suas águas, que além do uso público, são utilizadas principalmente para atender a demanda da irrigação, do uso industrial, da rede hoteleira e outras atividades. Em sua geomorfologia é constituído por derrames basálticos da Formação Serra Geral e está sobreposto ao Sistema Aquífero Guarani (SAG), ambos constituintes geológicos da Bacia Sedimentar do Paraná (MOCELLIN; FERREIRA, 2009).

## METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado baseado em trabalhos e referências científicas, teses e dissertações, relacionados à recursos hídricos, águas subterrâneas e metodologia de cálculo da curva de recessão hídrica. Para atingir os objetivos esperados, foram levantados dados relacionados a séries históricas de pluviometria e fluviometria da região em estudo, com intervalo de tempo de 30 anos pertencentes aos anos de 1987 a 2017.

Os dados de precipitação foram retirados do Instituto das Águas do Paraná (AGUASPARANA) e os fluviométricos retirados de Agência Nacional das Águas (ANA). Foi feita pesquisa em banco de dados de todas as estações pluviométricas localizadas na região da bacia do Rio Jacutinga, permitindo obter e selecionar um

ano mais chuvoso, mais seco e um ano na média nesses 30 anos de estudo. O monitoramento e estudo de períodos secos e chuvosos e da variabilidade espaço-temporal da precipitação em torno no SASG é de extrema importância devido a aspectos como: potencialidades das reservas subterrâneas do aquífero, o abastecimento de água das cidades, abastecimento de culturas agrícolas, entre outras.

A estação fluviométrica em questão foi a ETA SAMAE - IBIPORÃ localizada nas latitude e longitude, respectivamente, 23° 15' 03" e 51° 04' 33" e a estação pluviométrica foi a AGROCLIMATOLOGICA localizada a 23° 18' 00" de latitude e 51° 09' 00" de longitude.

A equação 1 (Rosa Filho, 1993 e Celligoi, 2000) foi utilizada para obter a curva de recessão.

$$Q = Q_0 e^{-kt} \quad (1)$$

Onde:

Q = representa a descarga do rio em m<sup>3</sup>/s após um período t (dias);

Q<sub>0</sub> = a descarga do rio no início da recessão em m<sup>3</sup>/s;

k = a constante de recessão.

Ao se aplicar o logaritmo e rearranjar a equação (1), encontra-se a constante de recessão (k) por:

$$k = - \frac{\ln(Q) - \ln(Q_0)}{\Delta t} \quad (2)$$

Onde:

$\Delta t$  = intervalo de tempo decorrido desde o início até o final da recessão.

O volume de água contribuinte para a bacia para cada ano selecionado (V) em m<sup>3</sup>/ano foi encontrado por:

$$V = \frac{Q_0 \cdot 86400}{K} \quad (3)$$

A restituição (h) em mm foi obtida por:

$$h = \frac{V}{A} \quad (4)$$

Onde:

A = área da bacia hidrográfica do Rio Jacutinga com 102 km<sup>2</sup>, segundo dados fornecidos pelo Instituto das Águas do Paraná.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ano mais seco selecionado para o cálculo da curva de recessão foi 2006 e, em termos comparativos, o ano úmido escolhido foi o de 2009 e o ano na média foi o de 1996. Como discutido na metodologia, para a escolha desses anos foram somados, primeiramente, o total das precipitações dos meses de junho, julho e agosto, para todo período de análise (1987 a 2017), obtendo assim, o inverno mais seco (Tabela 1), o que privilegia o cálculo da recessão.

Tabela 1 - Soma das precipitações durante o ano referente aos anos selecionados.

Ano	Precipitações (mm/ano)
2009	2331,5
1996	1658,3
2006	1253,7

Para o ano de 2006, foi constatado que o início da recessão foi em janeiro, devido à escassez de chuva já advindas do ano anterior e o seu término em

setembro, como mostram as Figuras 1 e 2. A Figura 1 relata a vazão diária do Rio Jacutinga obtidos pela estação ETA – SAMAE Ibiporã no ano de 2006, obtendo um período de baixo escoamento entre abril e setembro, que se deve a pouca chuva neste determinado período exemplificado na Figura 2, que mostra os dados da precipitação diária na cidade de Londrina, obtidos pela estação AGROCLIMATOLÓGICA em que é possível identificar poucos dias de chuva entre os meses de abril a setembro. Esse período soma um total de 230 dias que foram utilizados para o cálculo da curva de recessão.

Figura 1 - Vazão diária do Rio Jacutinga em 2006, evidenciando o período de recessão.

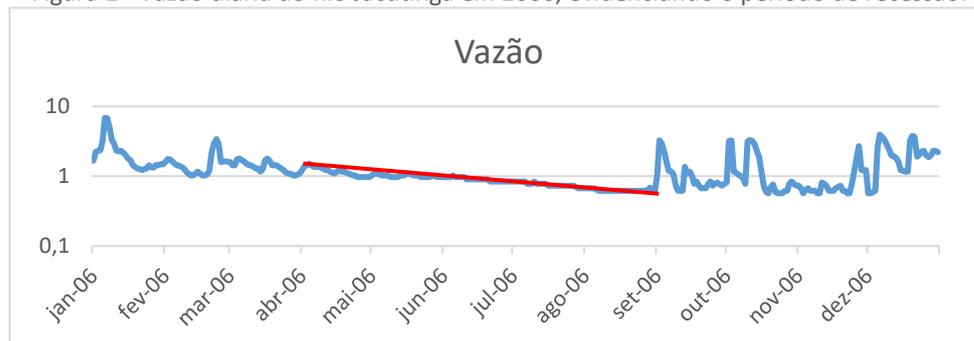
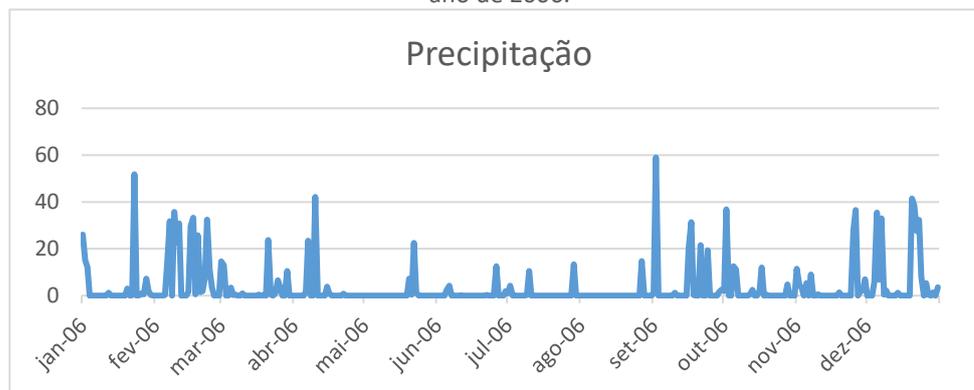


Figura 2 – Precipitação na cidade de Londrina obtidos pela estação Agroclimatológica no ano de 2006.



## CONCLUSÃO

Calculou-se o potencial de armazenamento que restituiu a água dessa bacia e foi constatado que a porcentagem de restituição foi menor no ano mais chuvoso do que no ano mais seco. Isso se deve a má distribuição de chuvas durante cada ano, ou seja, no ano de 2009 ocorreu uma alta precipitação, fazendo com que o solo saturasse mais rapidamente impedindo a infiltração da água e aumentando o escoamento superficial naquele ano. Em 2006, como a precipitação foi menos intensa, as chuvas foram mais bem distribuídas e assim a percolação foi maior comparada ao ano de 2009, aumentando a porcentagem de restituição da bacia. Isso pode ser visto explicitamente no ano de 1996, o ano na média, que a precipitação foi mais conveniente e bem mais distribuída desencadeando uma percolação e restituição de água na bacia mais elevada do que nos outros dois anos.



## REFERÊNCIAS

Agência Nacional das Águas. **Quantidade de água**. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>>. Acesso em: 21.dez.2017

ATHAYDE, Gustavo B.; Müller, Camila de V.; Filho, Ernani F. da .; Hindi, Eduardo Chemas. Estudo sobre os tipos das águas do Aquífero Serra Geral no município de Marechal Cândido Rondon-PR. **Águas Subterrâneas**, v.21, n.1, p. 111-122, 2007.

CELLIGOI, André. **Hidrogeologia da Formação Caiuá no Estado do Paraná**. 2000. 95 f. Tese (Doutorado em Geociências). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

Instituto das águas do Paraná. **Sistema de Informações Hidrológicas**. Disponível em: <http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=264>. Acesso em: 18.dez.2017.

MOCELLIN, Roderlei C.; FERREIRA, Francisco J. F. Conectividade e compartimentação dos sistemas aquíferos Serra Geral e Guarani no sudoeste do estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 39, n. 3, p. 567-579, 2009.

ROSA FILHO, Ernani F. Caracterização da depleção de um aquífero através do coeficiente de descarga,  $\alpha$ , de Maillet. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 41, p. 125-144, 1993.

SANTOS, Maurício M. dos. **Gerenciamento de recursos hídricos subterrâneos: uso atual e potencial do Sistema Aquífero Guarani no Estado de São Paulo (SP)**. 2009. 206 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2009.

TEIXEIRA, Wilson; CAMPOS, Antônio C. R.; RICCOMINI, Cláudio; BETTENCOURT, Jorge S.; CORDANI, Umberto G. (Org.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2000.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a instituição Universidade Tecnológica do Paraná por estimular este projeto e ao meu orientador que se dispôs a me ajudar com este trabalho.