

ANÁLISE DA VARIAÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA E A ESCASSEZ PLUVIOMÉTRICA

Manoel Camilo Moleiro Cabrera¹; Rafael Chaves Guanabara² & Edson Cezar Wendland²

Resumo – Este trabalho tem por finalidade fazer uma análise do nível de água em poços de monitoramento durante o período de maio/2004 até março/2010 para os poços 04 e 05, e agosto/2004 até março/2010 para os poços 13 e 14. E juntamente com essa verificação da variação de nível realizar-se-á um estudo sobre as taxas de pluviosidade incidentes na área de localização dos poços. Estes se encontram em áreas cobertas por pastagens e culturas cítricas na bacia do Ribeirão da Onça, que é uma zona de afloramento do Sistema Aquífero Guarani (SAG). As precipitações incidentes na área dos poços foram registradas por estações pluviométricas e climatológicas. Os gráficos gerados a partir do cruzamento de informações pluviométricas e sobre os níveis de água do aquífero indicaram a existência de períodos escassez pluviométrica e ciclos na variação do nível de água subterrânea, ciclos estes que são impulsionados pela má distribuição das precipitações no decorrer dos anos.

Abstract – This paper has for purpose to make na analysis of water level in monitoring Wells during the period of may/2004 until march/2010 for wells 04 and 05, and august/2004 until march/2010 for wells 13 and 14. Together with this verification of the level variation will become fullfilled a study on the incident taxes of rainfall in the area of localization of the wells. These if find in areas covered for pastures and citric cultures in the watershered of Ribeirão da Onça, that is a zone of outcrop of Guarani Aquifer Sistem (GAS). The incident precipitations in the area of the wells had been registered precipitation and climatologic stations. The graphics generated from the crossing of rain information and on the water levels of the water-bearing one had indicated the existence of cyclical periods in the variation of the underground water level, cycles these that are stimulated by me the irregular distribution of precipitations in elapsing of the years.

Palavras-Chave – Precipitação, aquífero

¹Mestrando (CAPES), EESC/USP, Av. Trabalhador Saocarlense 400, 13566-590 São Carlos (SP), eng.camilo@gmail.com

²Mestrando (CNPq), EESC/USP, Av. Trabalhador Saocarlense 400, 13566-590 São Carlos (SP), rafael_chaves@ymail.com

³Professor Associado, EESC/USP, Av. Trabalhador Saocarlense 400, 13566-590 São Carlos (SP), ew@sc.usp.br

1 - INTRODUÇÃO

As águas subsuperficiais são muito importantes no contexto do ciclo hidrológico e no aproveitamento dos recursos hídricos de uma bacia hidrográfica, pois estas constituem a umidade do solo essencial para as plantas e formam grande reservatórios subterrâneos de água.

O trabalho de Paiva e Paiva (2001) descreve a água existente na Terra como sendo 97,3% salgada e apenas 2,7% doce. Deste total de água doce disponível 78,1% encontra-se nas geleiras correspondendo a um volume de $29 \times 10^6 \text{ km}^3$ e 21,5% corresponde aos reservatórios de água subterrânea ou um volume aproximado de $9,5 \times 10^6 \text{ km}^3$.

Tem sido mostrado (Iritani e Ezaki; 2008) que quando esses reservatórios subterrâneos são capazes de armazenar e transmitir água em quantidades que possam ser aproveitadas como fonte de abastecimento para diversos usos recebem a denominação de aquíferos. Um dos principais aquíferos no mundo é o Aquífero Guarani, sua área de ocorrência no Estado de São Paulo é de cerca de 174.000 km^2 , mergulha em sentido oeste, e é confinada pelos basaltos do Aquífero Serra Geral e pelas rochas do Aquífero Bauru.

A principal área de recarga do Aquífero Guarani corresponde à sua porção aflorante, onde a água precipitada cai sobre a superfície do terreno e pode se infiltrar diretamente no aquífero. Cidades como Araraquara, Ribeirão Preto e São Carlos se localizam em área de afloramento.

A conservação das áreas de recarga é essencial para garantir a reposição da água e a recuperação dos níveis do aquífero.

Tem sido mostrado (Tucci, 1993) que ao atingir o solo, a precipitação que possuir uma intensidade menor que a capacidade de infiltração, permitirá que toda água penetre no solo, provocando uma progressiva diminuição da própria capacidade de infiltração, já que o solo está se umedecendo. Ao término da precipitação e não havendo mais aporte de água à superfície do solo a taxa de infiltração real anula-se rapidamente e a capacidade de infiltração volta a crescer, porque o solo continua a perder umidade para as camadas mais profundas (recarga do aquífero) além das perdas por evapotranspiração.

As recargas dos aquíferos e manutenção dos níveis de água subterrâneos dependem das precipitações incidentes na superfície terrestre. A regularidade das precipitações vem sofrendo transformações que a comunidade científica ainda não tem certeza se é uma alteração provocada por uma anomalia climática, podendo ser também uma mudança ambiental, ambas de origem natural ou se podem ter influencia das atividades antrópicas.

O trabalho de Suguio (2008) cita que a comparação entre anomalia climática e mudança climática comumente há até possibilidade de confusão. Entretanto, existem diferenças fundamentais entre ambas, pois a duração da primeira não passa de cerca de um mês ou, no máximo, alguns meses. A segunda pode estender-se por mais de 10 anos até milhares de anos, constituindo fenômenos cujas flutuações podem durar tempos extremamente longos em confronto com a efêmera vida humana.

2 - ÁREA DE ESTUDO

A bacia do Ribeirão da Onça localiza-se no município de Brotas-SP, ao centro-leste do estado de São Paulo, entre os paralelos 22°10' e 22°15' de latitude sul e entre os meridianos 47°55' e 48°00' de longitude oeste. Sendo uma bacia considerada rural pela presença apenas de culturas e estradas de acesso em leito natural.

Dentro desta bacia representativa, já foram realizados inúmeros estudos relacionado às águas subterrâneas. Nesta área ocorre um monitoramento hidrogeológico desde 2004. Este monitoramento é realizado através de poços localizados em diversas regiões da bacia, bem como em áreas com diferentes coberturas do solo.

O trabalho de Barreto (2006) e Gomes (2008) descreve o Ribeirão da Onça como um dos formadores do Rio Jacaré-Guaçu, afluente do Rio Tietê pela margem direita, estando presente em área de afloramento do Sistema Aquífero Guarani (SAG).

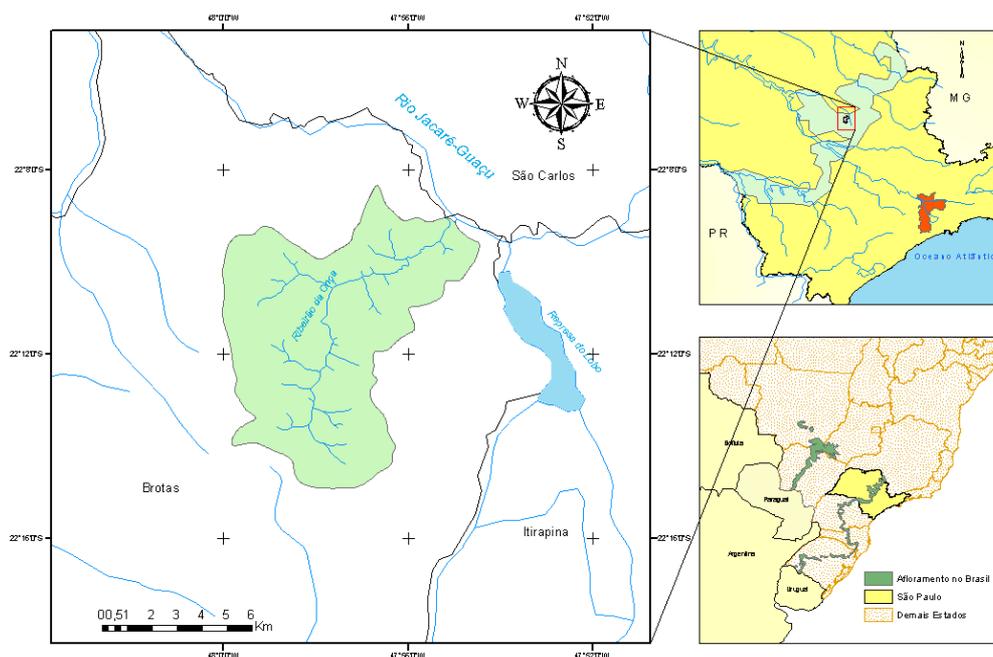


Figura 1. Localização da bacia do Ribeirão da Onça.
Fonte: Barreto (2006)

3 – OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo analisar as variações de nível de água subterrânea conforme a precipitação registrada na área onde os poços se localizam e fazer uma comparação entre os níveis extremos (máximos e mínimos) de água subterrânea com alterações na pluviometria da região de cada poço.

Com esta comparação gráfica, pretende-se relacionar tais variações com os eventos pluviométricos causados por anomalias climáticas ocorridas nos anos de estudo, isto é, variações bruscas ou escassez demasiada nas taxas de precipitação em determinado período.

4 - MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização da análise “nível de água subterrânea e precipitações” foi necessário se fazer um levantamento de dados com os níveis de água subterrânea e precipitações na região de medição desses níveis, com isso escolheu-se quatro poços dentre os poços de monitoramento localizados na bacia do Ribeirão da Onça, esses poços foram escolhidos conforme os seguintes critérios:

- Existência de uma série de dados com nível de água nos poços
- Proximidade dos poços com as estações registradoras de precipitação
- Tipo de cobertura vegetal no entorno do poço
- Localização de dois poços em área próxima a nascente do Ribeirão da Onça
- Localização de dois poços em área próxima a foz do Ribeirão da Onça.

Tabela 1. Características dos poços, escolhidos para análise da variação de nível.

	POÇO 04	POÇO 05	POÇO 13	POÇO 14
Profundidade	200,00 m	45,70 m	17,31 m	19,30 m
Cota Topográfica do Poço	753,00 m	754,00 m	715,00 m	714,00 m
Cobertura do Solo no Entorno do Poço	Pasto	Pasto	Citrus	Citrus
Distancia entre os Poços	41,92 m		109,26 m	

As séries de variação de nível dos poços 04 e 05 foram estudadas entre o período de maio/2004 até março/2010, já para os poços 13 e 14 os dados analisados estiveram compreendidos entre agosto/2004 e março/2010.

Os dados de precipitações utilizados nas análises foram extraídos de duas estações pluviométricas distintas, sendo uma pertencente a Agencia Nacional de Águas (ANA) e a outra do Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada (CRHEA) da Universidade de São Paulo (USP).

Tabela 2. Distancias entre os poços de monitoramento e as estações.

	POÇO 04	POÇO 05	POÇO 13	POÇO 14
Estação Pluviométrica	Estação Pluviométrica Campo Alegre COD. ANA 2247197	Estação Pluviométrica Campo Alegre COD. ANA 2247197	Estação Climatológica Convencional de 1ª classe do CRHEA - USP	Estação Climatológica Convencional de 1ª classe do CRHEA - USP
Distância do Poço à Estação Pluviométrica	550,09 m	510,31 m	4,14 km	4,05 km
Distancia entre os Poços	41,92 m		109,26 m	

A Estação Climatológica do CRHEA da USP está situada no município de Itirapina/SP, a 733 metros de altitude, pertencente à Bacia Hidrográfica do Ribeirão do Lobo e possui as coordenadas geográficas latitude: 22° 01' 22" S e longitude: 43° 57' 38" W. A estação possui dados de precipitação sem falhas desde junho de 1971.

Os dados da **Tabela 3** indicam a existência de períodos de baixa precipitação, que compreendem os meses de abril até setembro e períodos de alta precipitação nos meses de outubro a março.

Tabela 3. Dados de precipitações registrados pela Estação Climatológica do CRHEA, agrupados em períodos secos e chuvosos, com duração de seis meses cada.

Precipitação (mm)	Período	Precipitação (mm)	Período	Precipitação (mm)	Período
	abr/71 - set/71	339,1	abr/84 - set/84	447,5	abr/97 - set/97
1109,0	out/71 - mar/72	1015,6	out/84 - mar/85	1187,0	out/97 - mar/98
408,2	abr/72 - set/72	251,1	abr/85 - set/85	340,8	abr/98 - set/98
957,8	out/72 - mar/73	877,7	out/85 - mar/86	1226,6	out/98 - mar/99
352,3	abr/73 - set/73	300,4	abr/86 - set/86	316,2	abr/99 - set/99
1499,9	out/73 - mar/74	1029,6	out/86 - mar/87	878,2	out/99 - mar/00
233,4	abr/74 - set/74	331,1	abr/87 - set/87	255,0	abr/00 - set/00
1046,2	out/74 - mar/75	967,2	out/87 - mar/88	1396	out/00 - mar/01
133,8	abr/75 - set/75	252,1	abr/88 - set/88	253,7	abr/01 - set/01
1545,2	out/75 - mar/76	884,7	out/88 - mar/89	1517,5	out/01 - mar/02
603,6	abr/76 - set/76	368,5	abr/89 - set/89	209,2	abr/02 - set/02
1276,1	out/76 - mar/77	1118,4	out/89 - mar/90	1067,3	out/02 - mar/03
545,1	abr/77 - set/77	291,2	abr/90 - set/90	229,9	abr/03 - set/03
1559,9	out/77 - mar/78	1224,7	out/90 - mar/91	1076,3	out/03 - mar/04
415,1	abr/78 - set/78	311,4	abr/91 - set/91	500,3	abr/04 - set/04
1172,2	out/78 - mar/79	1095,1	out/91 - mar/92	1244,0	out/04 - mar/05
389,0	abr/79 - set/79	382,7	abr/92 - set/92	247,9	abr/05 - set/05
953,5	out/79 - mar/80	1074,3	out/92 - mar/93	1016,7	out/05 - mar/06
354,4	abr/80 - set/80	407,5	abr/93 - set/93	185,8	abr/06 - set/06
1291,5	out/80 - mar/81	891,4	out/93 - mar/94	1323,5	out/06 - mar/07
216,7	abr/81 - set/81	226,7	abr/94 - set/94	333,4	abr/07 - set/07
1628,8	out/81 - mar/82	1547,3	out/94 - mar/95	1099,7	out/07 - mar/08
253,4	abr/82 - set/82	302,5	abr/95 - set/95	253,6	abr/08 - set/08
1764,9	out/82 - mar/83	1359,3	out/95 - mar/96	1075,5	out/08 - mar/09
792,9	abr/83 - set/83	326,4	abr/96 - set/96	388,3	abr/09 - set/09
977,7	out/83 - mar/84	1003,2	out/96 - mar/97	1299,3	out/09 - mar/10

Tabela 4. Dados de precipitação média, mínima e máxima da tabela 3.

Período	Precipitação Média (mm)	Precipitação Mínima (mm)		Precipitação Máxima (mm)	
SECO	335,5	133,8	abr/75 – set/75	792,9	abr/83 – set/83
CHUVOSO	1186,6	877,7	out/85 – mar/86	1764,9	out/82 – mar/83

A ANA possui uma estação pluviométrica COD 2247197 (latitude: -22° 14' 26.99'' longitude – 47° 57' 30.99'') instalada na fazenda Santo Inácio de Loyola, na Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Onça. Esta estação possui dados de precipitação desde dezembro/1978, esses dados possuem falhas nos anos de 1988, 1997, 1998, 1999, 2008, 2009 e 2010. A ausência de dados de 2009 na estação pluviométrica foi suprida com dados obtidos na fazenda Santo Inácio de Loyola.

A **Tabela 5** apresenta os totais pluviométricos coletados na estação da ANA e obtidos na fazenda, esses totais foram divididos em grupos com seis meses cada de acordo com o volume precipitado.

Tabela 5. Dados de precipitações registrados pela Estação Pluviométrica do ANA e obtidos junto à Fazenda Santo Inácio de Loyola, agrupados em períodos secos e chuvosos.

Precipitação (mm)	Período	Precipitação (mm)	Período	Precipitação (mm)	Período
438,3	abr/79 - set/79	279,7	abr/90 - set/90	274,4	abr/01 - set/01
1038	out/79 - mar/80	1418,9	out/90 - mar/91	1495,2	out/01 - mar/02
425,5	abr/80 - set/80	364,9	abr/91 - set/91	187,8	abr/02 - set/02
1235,2	out/80 - mar/81	1125,3	out/91 - mar/92	1211,8	out/02 - mar/03
225,9	abr/81 - set/81	779,9	abr/92 - set/92	224,4	abr/03 - set/03
1705,1	out/81 - mar/82	1332,1	out/92 - mar/93	1226	out/03 - mar/04
304,9	abr/82 - set/82	438,3	abr/93 - set/93	346,8	abr/04 - set/04
1686,6	out/82 - mar/83	1121,7	out/93 - mar/94	1197,2	out/04 - mar/05
913,4	abr/83 - set/83	139,2	abr/94 - set/94	267,7	abr/05 - set/05
1014,2	out/83 - mar/84	1558,4	out/94 - mar/95	921,2	out/05 - mar/06
356,2	abr/84 - set/84	316,5	abr/95 - set/95	177,7	abr/06 - set/06
865,9	out/84 - mar/85	1250	out/95 - mar/96	1520,4	out/06 - mar/07
264,5	abr/85 - set/85	320,2	abr/96 - set/96	337,4	abr/07 - set/07
908,1	out/85 - mar/86	1008,9	out/96 - mar/97		out/07 - mar/08
348,5	abr/86 - set/86		abr/97 - set/97		abr/08 - set/08
1144,6	out/86 - mar/87	1009,4	out/97 - mar/98	1207,5	out/08 - mar/09
399,6	abr/87 - set/87	329,8	abr/98 - set/98	439,6	abr/09 - set/09
1373,4	out/87 - mar/88		out/98 - mar/99		out/09 - mar/10
	abr/88 - set/88	361,4	abr/99 - set/99		
	out/88 - mar/89	1184,2	out/99 - mar/00		
419,4	abr/89 - set/89	230,4	abr/00 - set/00		
1120,5	out/89 - mar/90	1342,1	out/00 - mar/01		

Tabela 6. Dados de precipitação média, mínima e máxima da tabela 5.

Período	Precipitação Média (mm)	Precipitação Mínima (mm)		Precipitação Máxima (mm)	
SECO	354,0	139,2	abr/94 – set/94	913,4	abr/83 – set/83
CHUVOSO	1230,4	865,9	out/84 – mar/85	1705,1	out/81 – mar/82

A localização dos poços monitorados, estação pluviométrica e estação climatológica podem ser observadas na **Figura 2**.

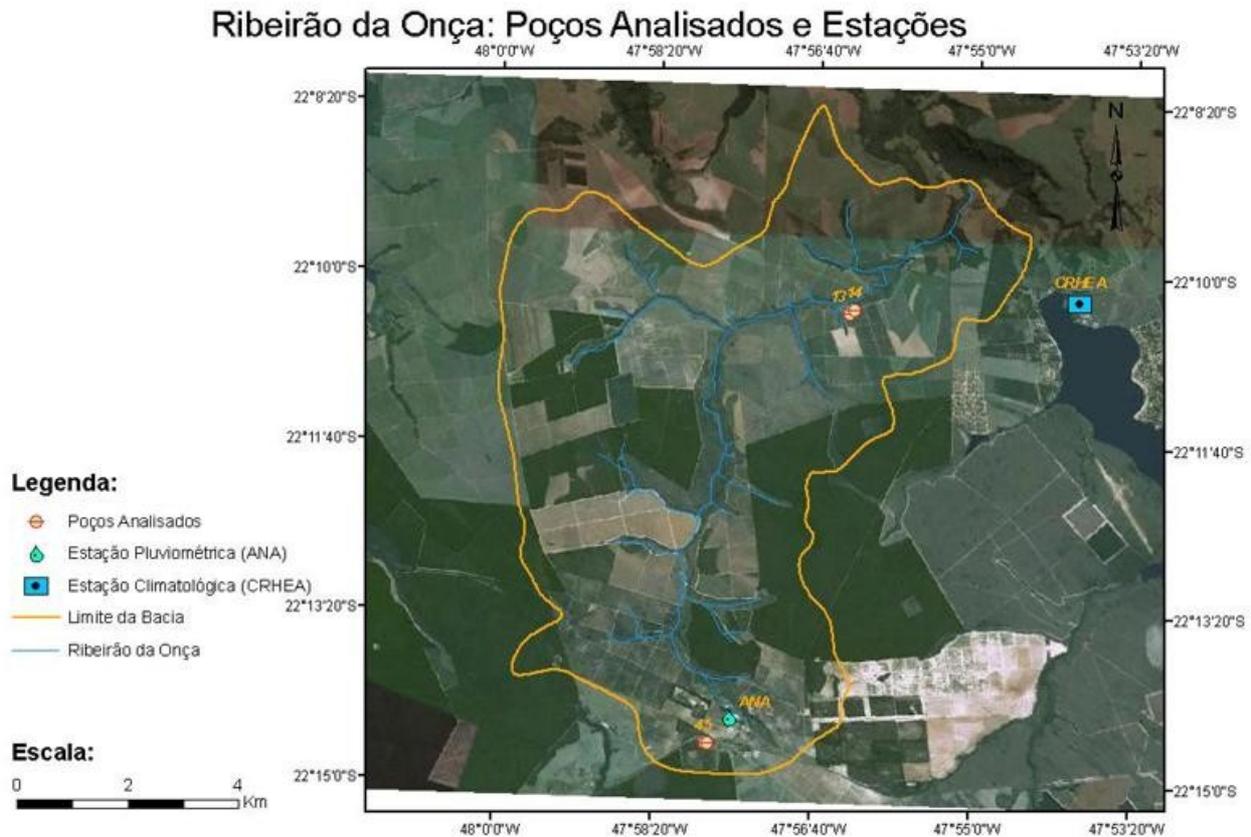


Figura 2. Localização dos poços analisados na imagem de satélite da Bacia Hidrográfica do Ribeirão da Onça e as estações pluviométrica e climatológica.

Fonte: GOOGLE EARTH (2010) modificado pelo autor.

A série de dados com informações sobre a variabilidade do nível de água subterrânea possibilitou a criação, para cada poço estudado, de um gráfico apresentando as variações de nível no decorrer do tempo.

As quantidades precipitadas registradas pelas estações permitiram a elaboração de uma série histórica pluviométrica. Com isso foi viabilizado a construção de gráficos pluviométricos relatando as diferenças e padrões na precipitação.

Com os dados de nível do aquífero e de precipitação (relacionados aos poços e estações próximos), foram elaborados gráficos de correlação entre precipitação e nível dos respectivos poços.

Através destes gráficos, correlacionou-se aqueles níveis extremos de água subterrânea com a ocorrência de algum evento pluviométrico excepcional no período analisado e foi verificado se há uma influência desses eventos “anormais” no nível dos poços.

5 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

Poço 04 e 05

Os dados de níveis de água subterrânea do poço 04 e 05 foram analisados durante o período de maio/2004 até março/2010, esses dados mostraram que durante o período estudado a profundidade média do nível de água para o poço 04 foi de 17,17 metros e para o poço 05 foi de 6,66 metros (**Figura 3 e Figura 4**).

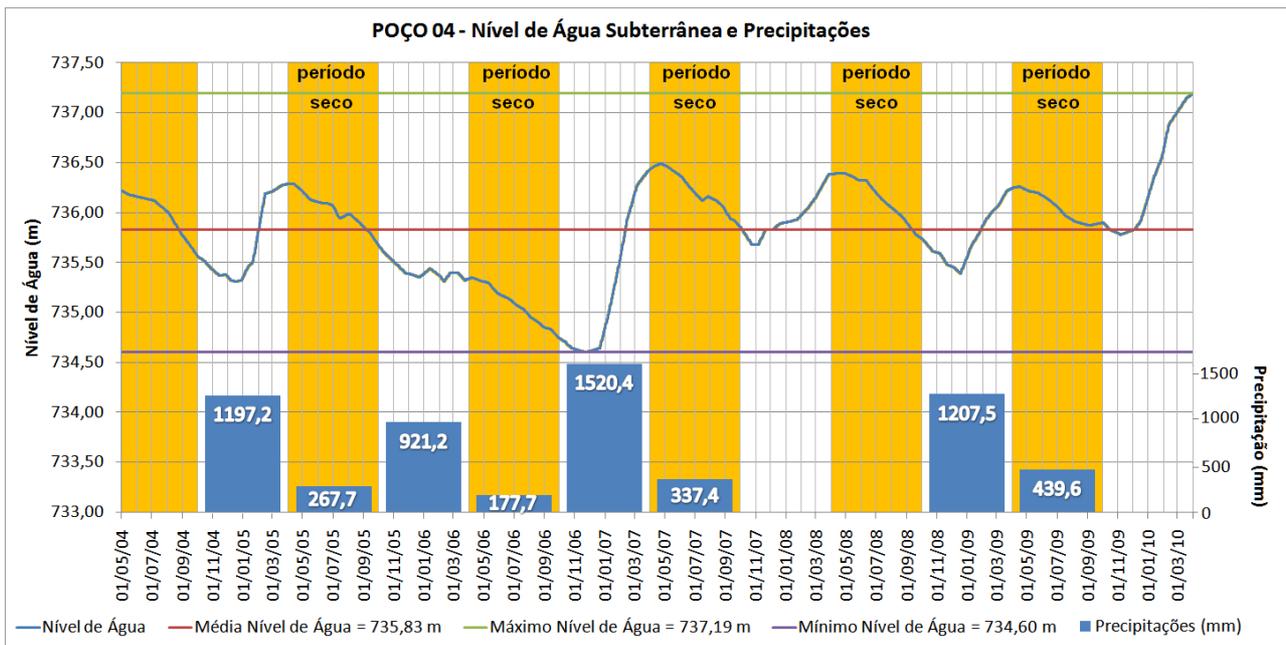


Figura 3. Variação do nível de água e precipitações, a cota topográfica/boca do poço é de 753 metros.

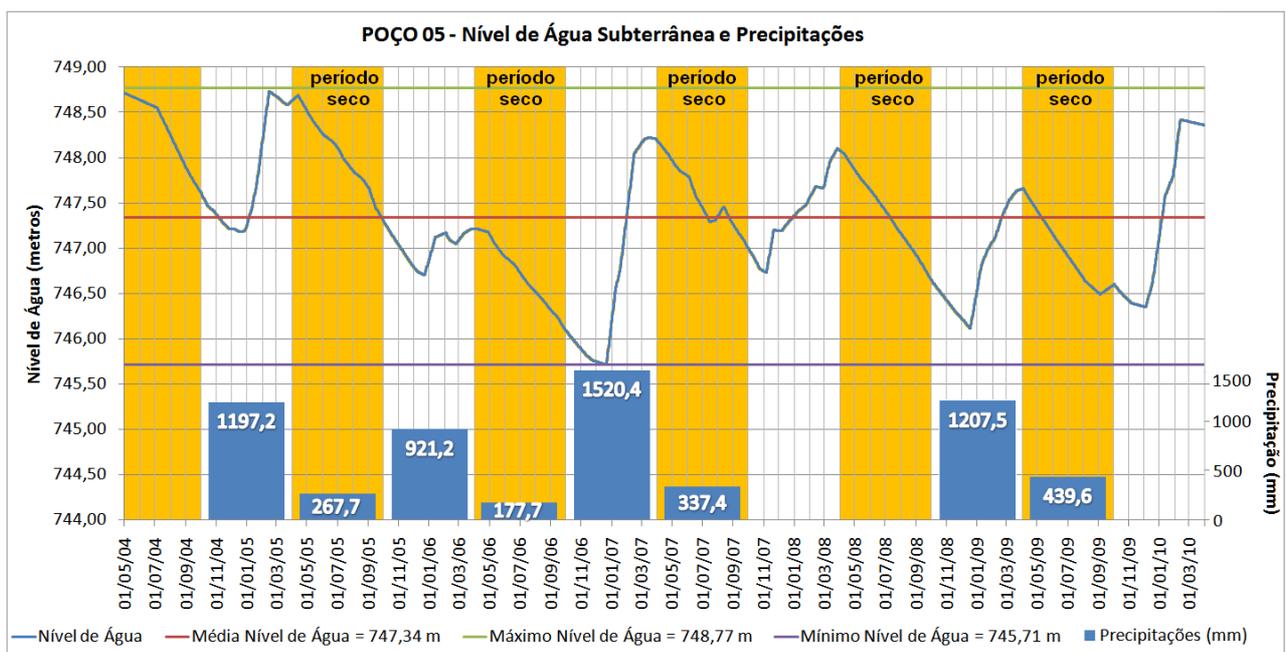


Figura 4. Variação do nível de água e precipitações, a cota topográfica/boca do poço é de 754 metros.

As taxas pluviométricas incidentes na área do poço 04 e 05 são detalhadas em períodos de seis meses de duração, que caracterizam períodos de baixa pluviosidade (abril-setembro) e períodos de alta pluviosidade (outubro-março).

Os trabalhos de Iritani e Ezaki (2008) relatam que a profundidade do nível d'água pode variar ao longo do ano, pois sofre ação da variação do clima. Assim, em períodos chuvosos, há maior infiltração de água e o nível de água subterrânea se eleva. No período de estiagem com pouca infiltração e maior processo de evapotranspiração, o nível de água pode ficar mais profundo.

Analisando as precipitações anuais registradas na estação pluviométrica da ANA desde 1979 até 2009, excetuando os anos de 1988, 1997, 1998, 1999 e 2008 devido à falta de dados, conclui-se que 78% em média das precipitações anuais caíram nos meses de outubro a março e os 22% restantes nos meses de abril a setembro, caso extremo ocorreu em 1994 que 90,2% da precipitação daquele ano foi registrada nos meses de outubro a março. Esses dados comprovam nas **Figuras 3 e 4**, que relacionam as variações de níveis com as precipitações, que os gráficos possuem uma tendência cíclica alternando entre curvas ascendentes e descendentes, isto caracteriza períodos de elevação e declínio do nível de água subterrânea, fato este provocado pela não uniformidade das precipitações no decorrer do ano.

Nos meses de abril a setembro, denominado de período seco devido a pouca pluviosidade, conforme registrado nos gráficos das **Figuras 3 e 4** a predominância do sentido da linha é descendente, porém quando há precipitações consideráveis a linha do gráfico poderá ter um sentido ascendente mesmo no período seco.

Já nos meses de outubro a março há um incremento nos níveis subterrâneos provocados pelas precipitações. Nesses períodos, representados pela cor branca no gráfico estão localizados os maiores trechos retilíneos ascendentes do gráfico, significando a elevação do nível de água.

Porém no período compreendido entre outubro/2005 até março/2006 não segue os padrões acima citado, pois a precipitação nesse período ficou 309,2 mm abaixo da média, caracterizando uma escassez de chuvas anormal para a época, fazendo com que o nível de água no poço 04 apresentasse uma elevação muito pequena não conseguindo recuperar o nível de forma significativa e assim este se manteve constante.

Se analisarmos os poços 04 e 05 neste mesmo período pode-se notar que a elevação de nível no poço 05 foi mais expressiva se comparada com aquela do poço 04, apesar de os poços se situarem a 41,92 m de distância entre si. Sendo que o nível médio de água do poço 04 é mais profundo 10,51 m em relação ao nível do poço 05, isto é um dos fatores que contribuem para haver essa diferença de elevação de nível.

Os poços 04 e 05 durante os meses de novembro e dezembro de 2006 apresentaram os níveis mais baixos de água subterrânea durante a série de dados analisados, a explicação para uma depleção tão acentuada nos níveis de água é a escassez de precipitações registradas 18 meses antes do período out/06 – mar/07.

Tabela 7. Comparação das precipitações entre os períodos de abr/2005 até set/2006 com as médias dos períodos secos e chuvosos descritos na tabela 06.

Precipitação Média (mm)	354,0 (Período Seco)	1230,4 (Período Chuvoso)	354,0 (Período Seco)
Precipitação (mm)	267,0 (abr/05 - set/05)	912,0 (out/05 – mar/06)	177,0 (abr/06 – set/06)
Déficit de Precipitação(mm)	87,0	318,4	177,0
Déficit Acumulado em 18 meses Consecutivos	582,4 mm		

Outra forma de verificar a escassez de precipitações observadas nesse período de abr/2005 até abr/2006 é agrupar os dados da **Tabela 5** em 18 meses consecutivos, sendo um período chuvoso intercalado por dois períodos secos e assim elabora-se um gráfico descrevendo as precipitações acumuladas em grupos de 18 meses como a **Figura 5**.

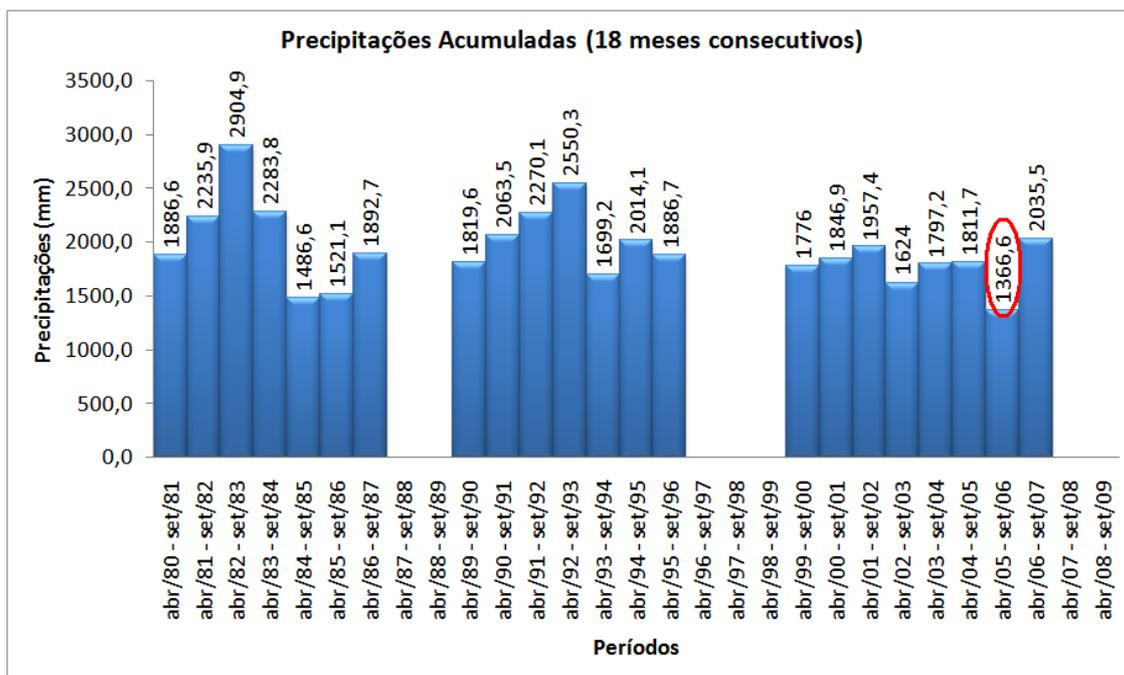


Figura 5. Precipitação acumulada em blocos de 18 meses com destaque para o valor do período de abr/05 – set/06.

O valor das precipitações acumuladas entre os meses de abril/2005 e setembro/2006 é o mais baixo da série pluviométrica analisada e está 575,7 mm abaixo da média entre os períodos considerados na **Figura 5** que é de 1942,3 mm.

O trabalho de Suguio 2008 descreve que no início da década de 1980 ocorreu o fenômeno chamado “El Niño” simultaneamente ao aumento anormal de temperatura das águas superficiais do Oceano Pacífico Equatorial oriental em grande escala. Entre 1982 e 1983, foram constatadas temperaturas atmosféricas e precipitações pluviométricas anormais em vários locais da Terra

Tem sido mostrado (Suguio 2008) que em 2005 ocorreu uma grande seca na Amazônia que ultrapassou os rigores de baixas pluviosidades extremas experimentadas nos anos de 1969 e 1988. Segundo resultados de pesquisas do grupo do Dr. Karmann, as radiações solares diretas intensificadas fortalecem a circulação dos ventos úmidos que sopram do Oceano Atlântico Oriental rumo às Florestas Pluviais Tropicais da Amazônia. Esses ventos alísios circulam pelas porções inferiores da atmosfera nas proximidades da superfície terrestre e, ao penetrar na Amazônia, mudam de orientação para o sul e transportam umidade para o sul e sudeste do Brasil.

Poço 13 e 14

Os dados de níveis de água subterrânea do poço 13 e 14 foram analisados durante o período de agosto/2004 até março/2010, esses dados mostraram que durante o período estudado a profundidade média do nível de água para o poço 13 foi de 9,93 metros e para o poço 14 foi de 6,75 metros (**Figura 6 e Figura 7**).

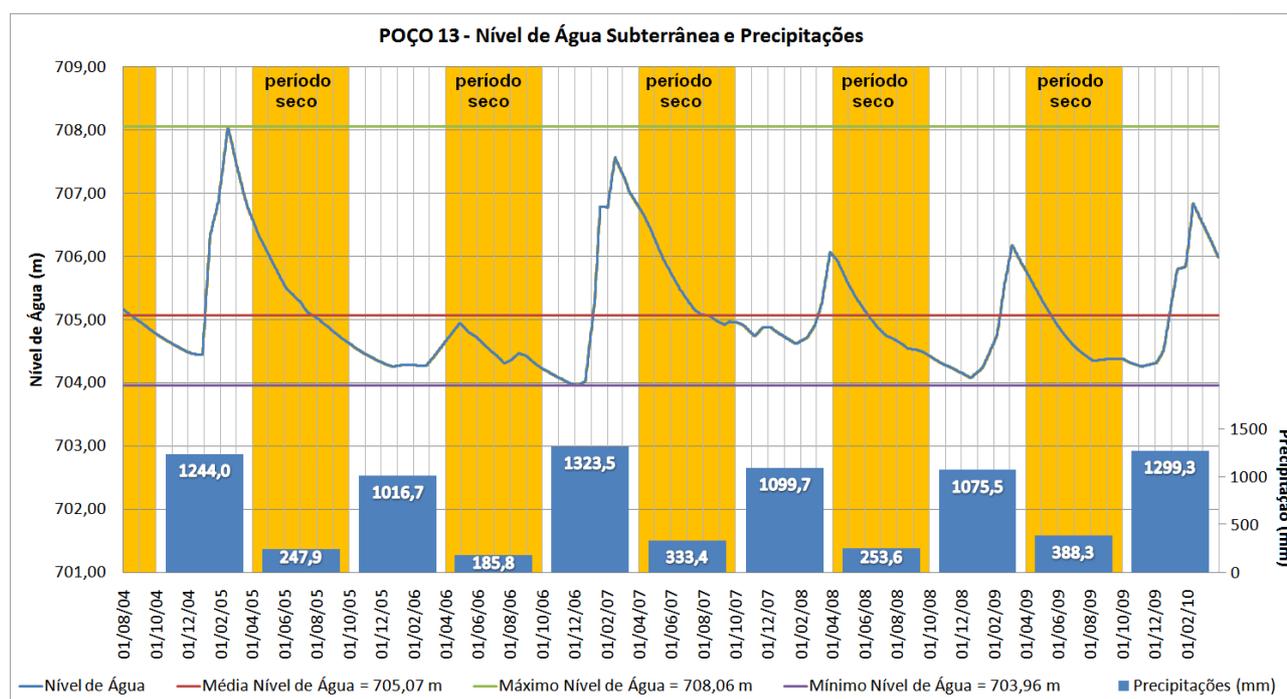


Figura 6. Variação do nível de água e precipitações, a cota topográfica/boca do poço é de 715 metros.

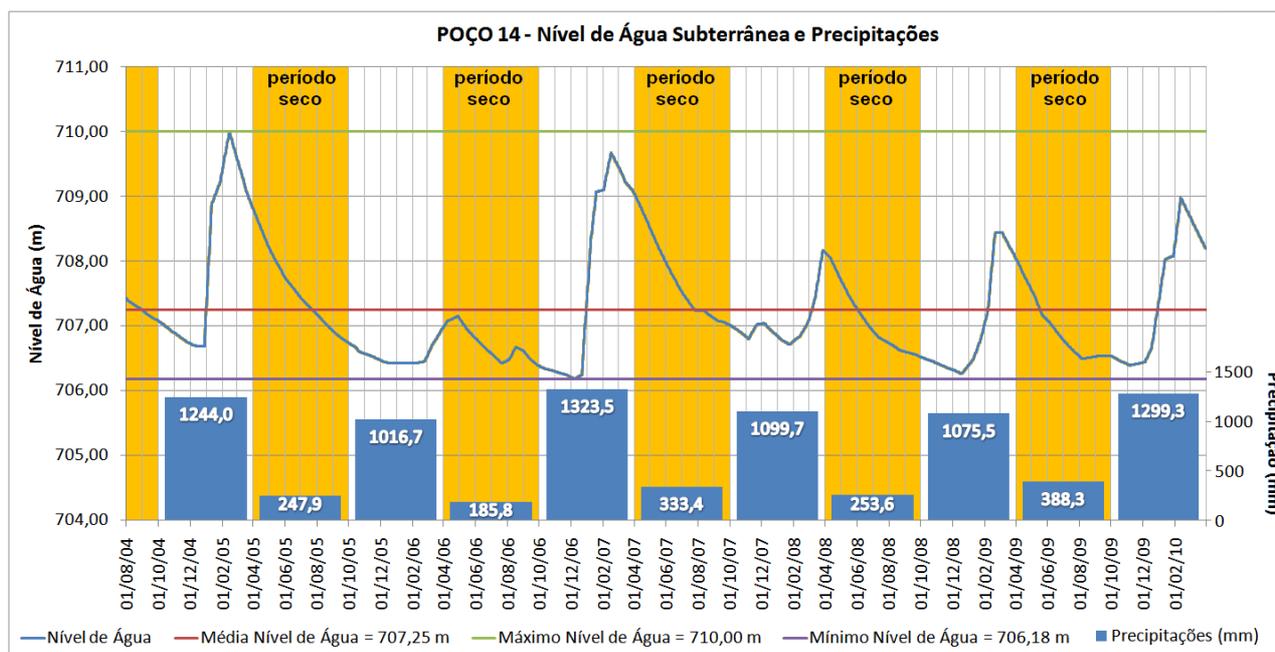


Figura 7. Variação do nível de água e precipitações, a cota topográfica/boca do poço é de 714 metros.

As taxas pluviométricas empregadas na elaboração dos gráficos das **Figuras 6 e 7** foram coletadas na estação climatológica do CRHEA-USP, sendo que se fez um levantamento dos percentuais precipitados desde 1972 até 2009 e o resultado encontrado foi que 78% da precipitação anual é descarregada nos meses de outubro a março e os outros 22% nos meses de abril a setembro, coincidindo exatamente com os valores encontrados para a estação pluviométrica da ANA encontrada na cabeceira da bacia, este fato mostra a relativa homogeneidade temporal das precipitações sobre a bacia.

Ao analisar o comportamento do nível de água subterrânea dos poços 04, 05, 13 e 14 e as precipitações incidentes na área dos poços podemos formular a **Tabela 8**.

Tabela 8. Descrição de trechos dos gráficos.

	Período Seco ABRIL - SETEMBRO	Período Chuvoso OUTUBRO - MARÇO
Sentido predominante da curva no gráfico	Descendente	Ascendente
Nível de água	$N.A_{INICIAL} > N.A_{FINAL}$	$N.A_{INICIAL} < N.A_{FINAL}$
Existência de fundo de vale extremos	NÃO	SIM

A tabela 08 relata uma tendência de comportamento dos gráficos que descrevem os níveis de água subterrânea nos poços 04, 05, 13 e 14, porém essa tendência é facilmente descartada quando há eventos de precipitação extremos “anormais” ou a falta de precipitação como aquela verificada entre os meses de outubro/2005 até março/2006.

Nos gráficos das **Figuras 3, 4, 6, e 7** as precipitações que ocorrem no períodos chuvosos fazem as elevações mais significativas de nível, este aumento está relacionado diretamente com a quantidade precipitada e a posição do nível de água no início das precipitações.

Os poços 05, 13 e 14 apresentam picos bem acentuados de elevação e declínio de água, já o poço 04 não possui formas tão íngremes em seu gráfico, isto pode ser explicado devido a maior profundidade média do nível de água deste poço, indicando uma maior resistência deste poço à elevações e declínios de nível.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARRETO, C. E. A. G., 2006. Balanço Hídrico em Zona de Afloramento do Sistema Aquífero Guarani a partir de Monitoramento Hidrogeológico em Bacia Representativa. Dissertação de Mestrado. 249 p. EESC-USP São Carlos – SP.

GOMES, L. H., 2008. Determinação da Recarga Profunda na Bacia – Piloto do Ribeirão da Onça em Zona de Afloramento do Sistema Aquífero Guarani a partir de Balanço Hídrico em Zona Saturada. Dissertação de Mestrado. 167 p. EESC-USP São Carlos – SP.

IRITANI M. A., Ezaki S., 2008. As Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo, Caderno de Educação Ambiental, Instituto Geológico, 104 p.

PAIVA J. B. D., Paiva, E. M. C. D., 2001. Hidrologia Aplicada à Gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas, ABRH Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 628 p.

SUGUIO K., 2008. Mudanças Ambientais da Terra, Instituto Geológico, 335 p.

TUCCI C. E. M., 1993. Hidrologia Ciência e Aplicação, ABRH Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 941 p.

