

# COMPARAÇÃO ENTRE O POTENCIAL DE RECARGA DAS ÁREAS CONTENDO ROCHAS CRISTALINAS E BACIA SEDIMENTAR DE TAUBATÉ, NO MUNICÍPIO DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS-SP

Hélio Nóbile Diniz<sup>1</sup>; Bianca Aimar Euzebio<sup>2</sup>; Priscila Grando<sup>3</sup>; Viviane das  
Mercês<sup>4</sup>

## RESUMO

O Município de São José dos Campos, situado na região do Vale do Paraíba, está inserido no contexto de serras e planalto, ao norte sendo representada pela Serra da Mantiqueira e, ao sul representada pela Serra do Jambreiro, constituídas por rochas cristalinas. Na porção central do município, região do planalto, encontram-se as rochas sedimentares pertencentes à Bacia Terciária e Quaternária de Taubaté.

As características litológicas oferecidas pelos solos e depósitos sedimentares arenosos e pouco argilosos da Bacia de Taubaté favorecem a infiltração das águas pluviais que vão alimentar o aquífero freático e, posteriormente o aquífero profundo.

O solo, o manto de alteração e a declividade das rochas cristalinas contribuem prioritariamente para o escoamento superficial do excedente hídrico proveniente das precipitações e, em menor escala, para a infiltração e posterior descarga nas fontes situadas principalmente no sopé das serras.

Neste trabalho, objetiva-se comparar os excedentes hídricos nas áreas das rochas cristalinas e das rochas sedimentares, com a finalidade de avaliar a recarga subterrânea e o potencial de exploração dos aquíferos. O estudo foi levado a efeito através de dados hidroclimatológicos empregando-se metodologias propostas por diversos autores, associados aos dados hidrogeológicos e de consumo de águas subterrâneas pela SABESP e indústrias da região de São José dos Campos.

**Palavras chave:** recarga de aquíferos, hidroclimatologia, São José dos Campos, Balanço hídrico.

1 – Pesquisador . Dep. de Sondagem do IG - SP. Av. Miguel Stéfano, 3900 – Água Funda, São Paulo - SP – Brasil – CEP 043010-903. E-mail: [heliodiniz@igeologico.sp.gov.br](mailto:heliodiniz@igeologico.sp.gov.br)

2 – Graduanda em Geografia. Centro Universitário Fundação Santo André (CUFSA). Av. Príncipe de Gales, 821 – Bairro Príncipe de Gales – Santo André . CEP 09060-650. E-mail: [geonaveia\\_7@hotmail.com](mailto:geonaveia_7@hotmail.com)

3 – Graduanda em Geografia. FFLCH – USP. Rua do Lago, 717 – Cidade Universitária – CEP 05508-900 – São Paulo – SP. E-mail: [priscilagrando@hotmail.com](mailto:priscilagrando@hotmail.com)

4 – Graduanda em Geologia. IGc – USP. Rua do Lago, 562 - Cidade Universitária - CEP 05508-080 - São Paulo-SP. E-mail: [igeologico@igeologico.sp.gov.br](mailto:igeologico@igeologico.sp.gov.br)

## ABSTRACT

Located in the area of Paraíba's Valley, the municipal district of São José dos Campos is surrounded by crystalline rocks represented by the mountain range of Mantiqueira to the north, and the mountain range of Jambeiro to the south. Tertiary and Quaternary sedimentary rocks that belonging to the Taubate's Basin compose the central portion of the area.

Soils and sandy sedimentary deposits of the Taubate's Basin offer favorable lithological characteristics for the infiltration of pluvial waters that will recharge water table aquifers and later the deep aquifers.

The soil, the alteration mantle and the steepness of the crystalline rocks contribute prior to the superficial flow of the surplus aqueous originated by the precipitations and in smaller scale for the infiltration and subsequent discharge in located sources in the base of the mountains.

This work aims at the comparison of hydric's excess in crystalline rocks and in the sedimentary rocks with the purpose of evaluating the groundwater recharge and the exploration potential of watery, through hydroclimatological data, using methodologies proposed by several authors associated with hydrogeological data of groundwater consumption available by SABESP and some industries placed on the region.

## 1 - INTRODUÇÃO

A região norte do Município de São José dos Campos, é uma região montanhosa formada por rochas Pré-Cambrianas, apresentando solos do tipo argissolos vermelho-amarelos, cambissolos hálicos e latossolos vermelho-amarelos. Nas áreas de várzea do rio Paraíba do Sul ocorrem solos hidromórficos e, nas das rochas sedimentares latossolos vermelho-amarelos.

O clima é subtropical, com comportamento térmico do tipo mesotérmico brando, super úmido com subsecas de acordo com a classificação de NIMER (1989 [1]). A precipitação varia entre 1000 a 2000mm anuais. A vegetação predominante dos fragmentos florestais encontrados no alto da serra é a Floresta Pluvial Montana, com Campos de Altitudes em áreas acima da cota de 1800 metros e algumas manchas de Floresta Ombrófila Mista, localizando-se em uma região montanhosa que varia de 700 a 2100m de altitude. Baixas temperaturas estão relacionadas ao aparecimento de aspectos subtropicais, como a ocorrência de araucárias nas florestas subtropicais e dos campos de altitudes (LOPES *et al.*, 2003[2]).

O comportamento sazonal das nuvens em São José dos Campos, Estado de São Paulo, foi estudado por SOARES *et al.*(2004 [3]), e mostra grande atividade convectiva de nuvens ao longo do verão. Da mesma maneira, a atividade elétrica, é máxima nestes meses, com horários favoráveis para o surgimento dos relâmpagos entre as 17h e 21h locais, o que pode ser favorecido pelo fenômeno de aquecimento no fim das tardes dos dias da estação aliado à chegada da brisa marítima

que pode atingir a região, contribuindo para o aumento da convergência de umidade em baixos níveis da atmosfera.

Neste trabalho, na região do Vale do Paraíba, no entorno do Município de São José dos Campos, efetuou-se balanços hídricos climatológicos utilizando dados de postos pluviométricos do DAEE-Departamento de Águas e Energia Elétrica, com a finalidade de se conhecer as faixas de excedentes hídricos nas áreas das rochas cristalinas (regiões das serras da Mantiqueira e do Jambeiro) e nas áreas de ocorrência das rochas sedimentares (terciário e quaternário da Bacia Sedimentar de Taubaté). Nestes locais, como há excesso de precipitação, sempre ocorre excedente hídrico, sendo que uma parte dele infiltra e abastece o aquífero freático (que forma o escoamento básico dos rios), e outra escoar superficialmente, aumentando a descarga dos rios. No total, ambas as componentes do excedente hídrico (a que infiltra e a que escoar superficialmente), somarão com as vazões do rio Paraíba do Sul, no Município de São José dos Campos. Assim sendo, para o conhecimento da recarga dos aquíferos e o escoamento do rio Paraíba do Sul, é importante o conhecimento do total do excedente hídrico, assim como os eventuais períodos de deficiência.

Sabe-se que todo o excedente hídrico das áreas onde ocorrem as rochas sedimentares (depósitos quaternários e terciários da Bacia Sedimentar de Taubaté) tem potencial para infiltrar devido às características litológicas favoráveis, tais como, solos e depósitos sedimentares arenosos e pouco argilosos. O conhecimento do excedente hídrico destas áreas sedimentares é importante para avaliar a recarga dos aquíferos profundos constituídos pelos sedimentos arenosos terciários da Bacia Sedimentar de Taubaté.

## 2 – MATERIAIS E MÉTODOS

Para efetuar o cálculo do balanço hídrico climatológico foram levantados os dados mensais de precipitação de quatorze postos pluviométricos (pertencentes ao DAEE/CTH) considerando períodos mensais completos. Somou-se assim, os valores mensais para se obter a média anual. Os postos utilizados encontram-se na Tabela 1. A série histórica com os dados de precipitação de cada posto pode ser observada no site do DAEE ([www.dae.sp.gov.br](http://www.dae.sp.gov.br) [4]).

Utilizou-se para o cálculo do balanço hídrico, as temperaturas médias mensais ( $T_m$ ), calculadas com base na equação:

$$T_m = T_p - A/150 \quad [1]$$

onde  $T_p$  = Temperatura potencial (°C) e A = altitude do local (m) de cada posto, conforme proposto por CAMARGO & GUIZZI (1991 [5]).

As coordenadas geográficas dos postos (existente no site do DAEE) foram convertidas em coordenadas UTM (Unidade Transversa de Mercator), Datum Córrego Alegre, Meridiano 45°, por

Tabela 1. Postos pluviométricos utilizados na região de São José dos Campos.

<b>Cód. Posto</b>	<b>Nome Posto</b>	<b>Altitude (m)</b>	<b>Localiz. Geométrica</b>	<b>Período consistente</b>
D2-020	Monteiro Lobato	680	22° 56' EO / 45° 50' NS	1945 a 1984
D2-021	São Francisco Xavier	730	22° 55' EO / 45° 58' NS	1952 a 1983
D3-054	Joanópolis	920	22° 56' EO / 46° 16' NS	1974 a 1999
D3-070	Guirra	690	23° 01' EO / 46° 02' NS	1985 a 1992
E2-025	Jambeiro	700	23° 15' EO / 45° 41' NS	1983 a 2000
E2-031	Jacareí	570	23° 17' EO / 45° 57' NS	1968 a 1989
E2-032	São José dos Campos	560	23° 11' EO / 45° 53' NS	1953 a 1979
E2-033	Caçapava	560	23° 6' EO / 45° 43' NS	1949 a 1967
E2-036	Água Soca	570	23° 3' EO / 45° 54' NS	1956 a 1985
E2-057	Capuava	620	23° 16' EO / 45° 50' NS	1986 a 1998
E2-099	Pararangaba	570	23° 11' EO / 45° 48' NS	1981 a 1996
E3-049	Santa Isabel	690	23° 20' EO / 46° 14' NS	1989 a 2003
E3-076	Piracaia	820	23° 03' EO / 46° 21' NS	1971 a 1993
E3-242	Igaratá	780	23° 12' EO / 46° 09' NS	1974 a 1999

meio do programa de conversão de dados (SILVA, 2004 [6]), disponibilizado pelo site da Geometrik ([www.geometrik.org](http://www.geometrik.org) [7]). Estas coordenadas, assim convertidas (Tabela 2), são adequadas para a representação dos locais das variáveis obtidas e interpolação estatística (neste trabalho, utilizando o método da krigagem), através do software SURFER 8.0 e também, para a localização dos postos nas cartas topográficas da região de São José dos Campos.

Após o levantamento dos dados de precipitação e temperatura (média mensal), utilizou-se o programa BALASC (PINTO & ZULLO JR, 1992 [8]) para o cálculo de evapotranspiração, excedente e déficit hídrico (Tabela 2). Para a realização do cálculo efetuado pelo programa também são necessárias as coordenadas geográficas, a altitude do posto, a capacidade de campo (adotou-se o valor de 125mm) e o período das observações de precipitação. As médias mensais são obtidas com base nos parâmetros calculados pelo programa.

Comparou-se os dados do balanço hídrico conforme proposto por CAMARGO & GHIZZI (1991 [5]), para as áreas da Bacia Sedimentar de Taubaté (Postos do DAEE – E2-031, E2-032, E2-033, E2-057 e E2-099) com o cálculo do balanço hídrico climatológico empregando-se a metodologia proposta por THORNTHWAITE & MATHER (apud D'ANGIOLLELA, 2002 [9]). Este é um método mais preciso, pois utiliza uma série de informações hidroclimatológicas tais como, temperatura máxima e mínima (em °C), umidade relativa do ar (em %), evaporação (em mm, obtida em tanque Classe A), tempo de insolação (em horas), ventos (em m/s) e porcentagem de luz solar (p), além da precipitação (em mm).

Tabela 2. Resultado do Balanço Hídrico Climatológico dos postos pluviométricos da região de São José dos Campos.

Código Posto	Coordenadas UTM (km)	Precipitação Média Anual (mm)	Evapotranspiração Média Anual (mm)	Déficit Hídrico Médio Anual (mm)	Excedente Hídrico Médio Anual (mm)
D2-021 Mant.	400,866 EW 7.465,346 NS	1873	890	0	981
D3-070 Mant.	394,094 EW 7.456,073 NS	1790	907	0	884
E2-025 Jamb.	430,096 EW 7.428,606 NS	1352	903	3	452
E2-031 Sedim.	402,839 EW 7.424,762 NS	1339	956	1	384
E2-032 Sedim.	409,591 EW 7.435,877 NS	1234	960	5	280
E2-033 Sedim.	426,604 EW 7.445,324 NS	1234	965	31	302
E2-036 Mant.	407,794 EW 7.450,628 NS	1516	956	4	562
E2-057 Sedim.	414,761 EW 7.426,681 NS	1265	937	4	332
E2-099 Sedim.	418,120 EW 7.435,926 NS	1363	961	5	409
E3-049 Jamb.	373,906 EW 7.419,008 NS	1383	907	7	483
D2-020 Mant.	414,551 EW 7.463,584 NS	1935	913	0	1021
D3-054 Mant.	370,113 EW 7.463,267 NS	1651	913	1	737
E3-076 Mant.	361,686 EW 7.450,273 NS	1563	861	1	702
E3-242 Mant.	382,310 EW 7.433,841 NS	1490	876	1	616

Através do uso do software SURFER 8.0 na interpolação dos dados climatológicos dos postos do DAEE, traço-se as isolinhas das precipitações do Município de São José dos Campos e do entorno.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As isolinhas (Figura 1) indicam que a precipitação anual média na Bacia Sedimentar de Taubaté, no Município de São José dos Campos, situa-se em torno de 1300mm e indicam também que, nas rochas cristalinas da Serra da Mantiqueira, a precipitação cresce proporcionalmente à altitude, acompanhando o relevo, apresentando pluviosidade de 1350mm, na cota de 650m, e alcançando 1900mm, na cota 1500m. Nas rochas cristalinas pertencentes à Serra do Jambeiro, constituída localmente por altitudes de 650m até 800m, a pluviosidade situa-se em torno de 1300mm.

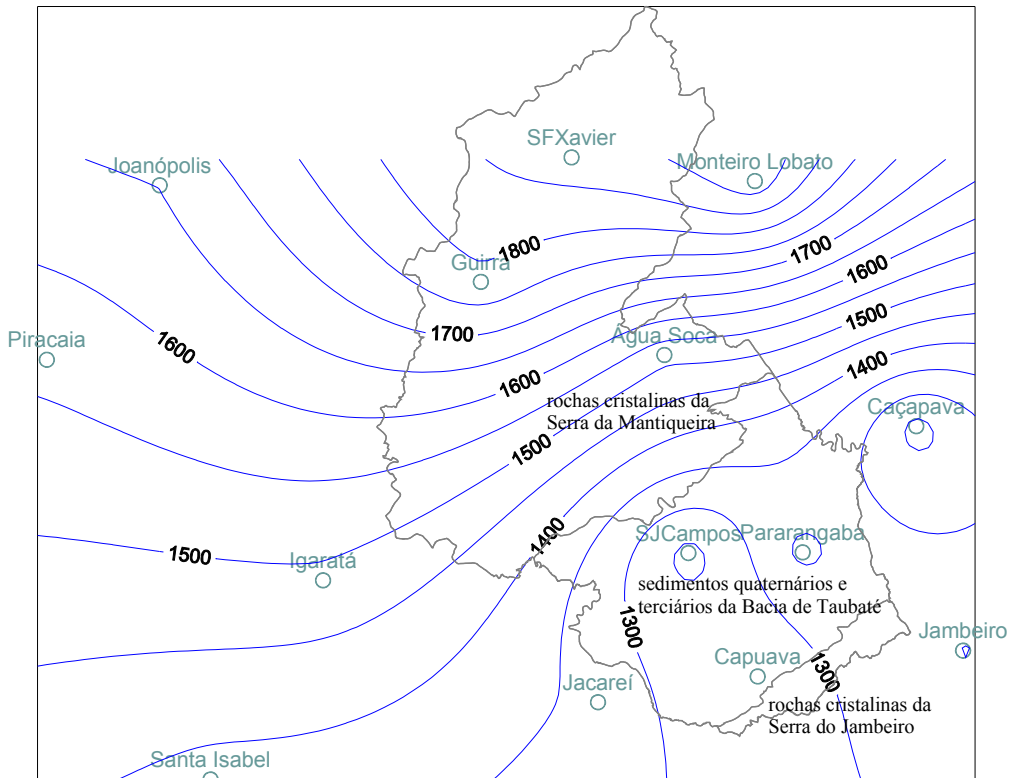


Figura 1. Isolinhas de Precipitação na região de São José dos Campos.

A evaporação real (Figura 2), nos sedimentos da Bacia de Taubaté, situa-se em torno de 950mm/ano e, nas rochas cristalinas varia entre 900 e 950mm/ano.

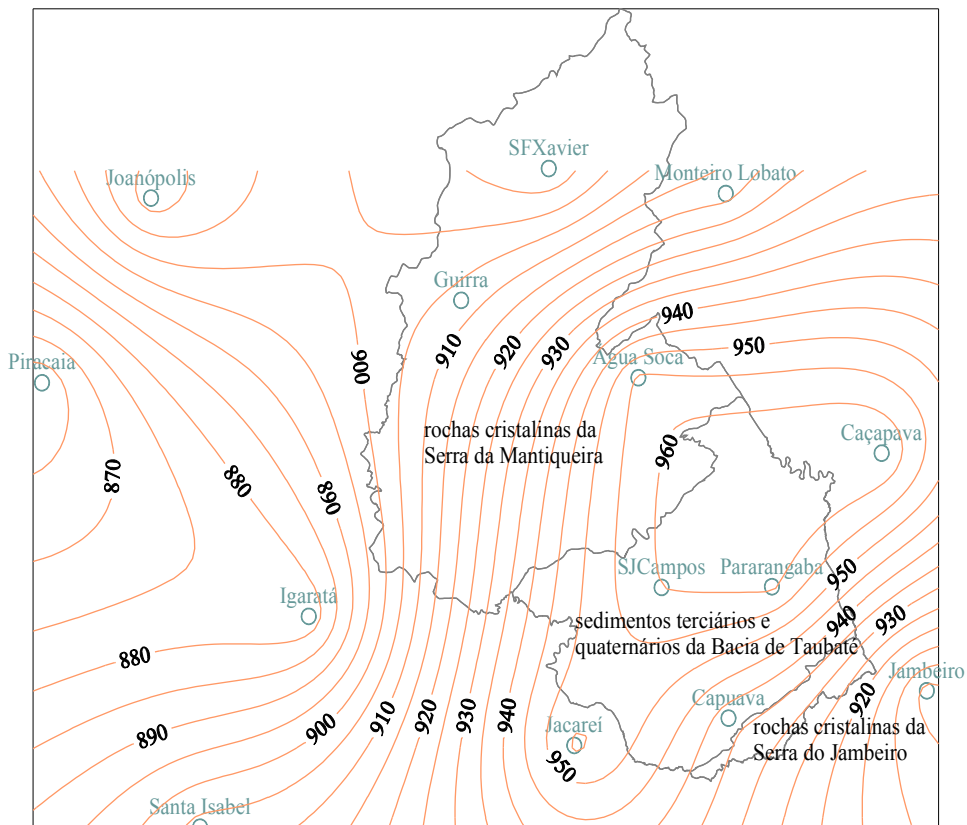


Figura 2. Isolinhas de Evaporação na região de São José dos Campos.

O excedente hídrico, já descontando os totais de déficit (Figura 3), encontra-se entre 300 e 400mm nos sedimentos da Bacia de Taubaté e nas rochas cristalinas da Serra do Jambeiro (no Município de São José dos Campos). Nas rochas cristalinas da Serra da Mantiqueira, o excedente hídrico cresce acompanhando o relevo e varia de 400 até 1000mm/ano, proporcionando uma média aritmética de 700mm/ano. Multiplicando esta média de excedente hídrico anual pela área das rochas cristalinas da serra da Mantiqueira (710.821.291m<sup>2</sup>) obtém-se um excedente de 497.574.904m<sup>3</sup>/ano, ou seja, 15,78m<sup>3</sup>/s. Este total (média anual proveniente da Serra da Mantiqueira) de excedente, escoar para a margem esquerda do rio Paraíba do Sul, uma vez que o fluxo de água do Município de São José dos Campos é convergente para este rio devido a toda a área do Município situar-se dentro da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul. O grande excedente hídrico gerado na região, contribui para um reservatório subterrâneo do aquífero freático saturado e para um escoamento total do que é infiltrado anualmente pelas fontes, por excesso de saturação. Assim sendo, os totais escoados superficialmente, ou infiltrados e posteriormente escoados nas fontes, irão perfazer o fluxo do Rio Paraíba do Sul.

O escoamento superficial está relacionado com os elementos geomorfológicos da paisagem, tais como relevo, solo e cobertura vegetal (PENTEADO, 1966 [10]).

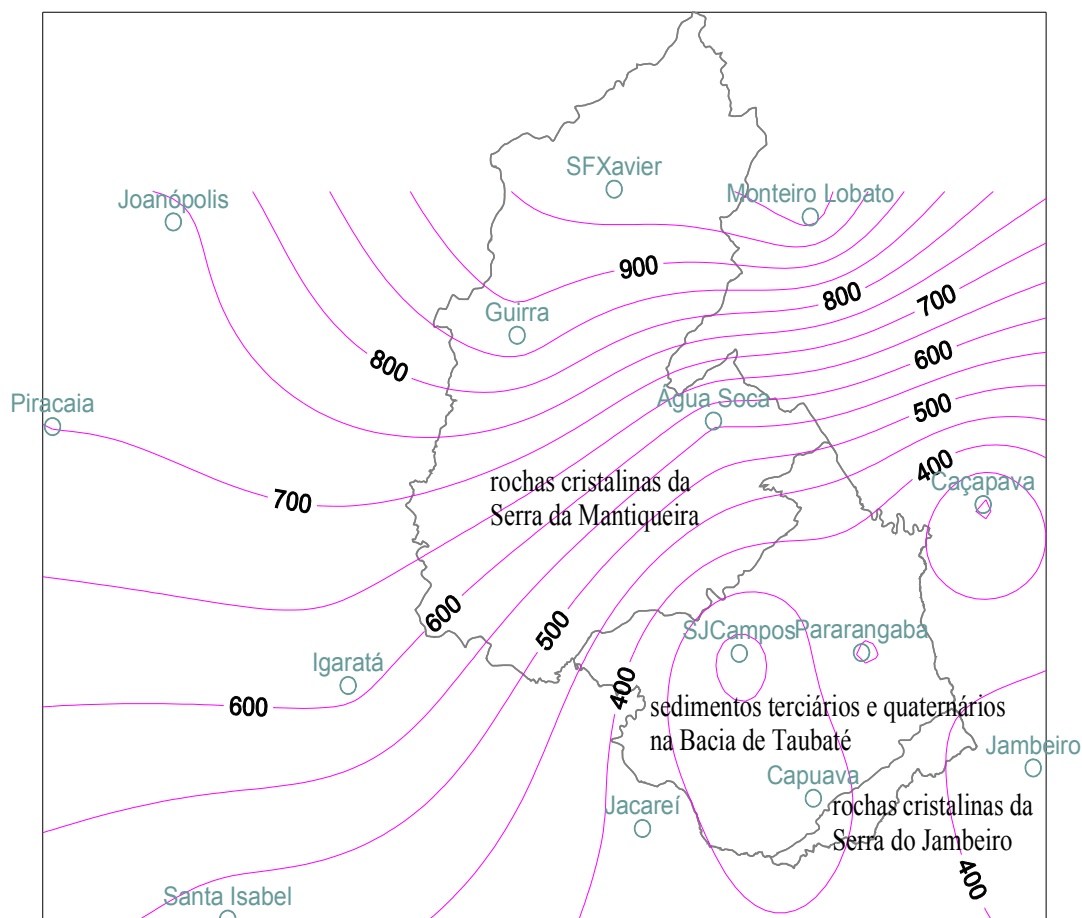


Figura 3. Isolinhas de Excedente Hídrico na região de São José dos Campos.

Nos sedimentos terciários e quaternários há um grande potencial para infiltração devido às características geológicas favoráveis, tais como predominância de areias e areias pouco argilosas, nas camadas superficiais.

Como o consumo atual de águas subterrâneas no Município de São José dos Campos gira em torno de  $6.000.000\text{m}^3/\text{mês}$ , ou seja,  $2,32\text{m}^3/\text{s}$ , esta será a retirada média anual de água dos aquíferos (principalmente do aquífero sedimentar) através de poços tubulares profundos e, como o sistema está em equilíbrio (e o reservatório subterrâneo sedimentar sempre está saturado). Conclui-se que a recarga média anual necessária para manter as vazões extraídas pelos poços do aquífero sedimentar situa-se em torno de 14,7% do escoamento médio anual proveniente da Serra da Mantiqueira, no Município de São José dos Campos e, este é um pequeno volume perto do volume escoado para o rio Paraíba do Sul, anualmente.

Na Bacia Sedimentar terciária e quaternária de Taubaté, a média de excedente hídrico anual (com o déficit hídrico já descontado) gira em torno de 350mm. Multiplicando esta média de excedente hídrico anual pela área da Bacia Sedimentar de Taubaté no Município de São José dos Campos ( $361.514.170\text{m}^2$ ) obtém-se um excedente de  $126.529.959\text{m}^3/\text{ano}$ , ou seja,  $4,01\text{m}^3/\text{s}$ . Sendo o consumo atual de águas subterrâneas, no Município de São José dos Campos, de  $2,32\text{m}^3/\text{s}$ , o potencial de recarga anual do aquífero sedimentar é quase 2 vezes o volume extraído, concluindo-se portanto que, mantidas as condições de recarga atual, ainda há grande disponibilidade hídrica para novos empreendimentos municipais.

A Serra do Jambeiro, na região do Município de São José dos Campos, possui uma média de excedente hídrico anual em torno de 400mm (já descontado o déficit hídrico). Multiplicando essa média de excedente hídrico anual pelo valor da área ocupada pelas rochas cristalinas do Complexo Embu (na parte sudeste do Município de São José dos Campos), de  $345.916.710\text{m}^2$ , obtém-se um valor de excedente de  $138.366.684\text{m}^3/\text{ano}$ , ou seja,  $4,0\text{m}^3/\text{s}$ . O potencial hídrico proveniente exclusivamente da Serra do Jambeiro, no Município de São José dos Campos é quase que o dobro do consumo atual de águas subterrâneas no Município de São José dos Campos (que é de  $2,32\text{m}^3/\text{s}$ ) e também, do consumo de água utilizada pela SABESP (águas subterrâneas e superficiais) no Município (estimado em torno de  $1,93\text{m}^3/\text{s}$ ).

Na base das Serras da Mantiqueira e Jambeiro, no Município de São José dos Campos, há uma grande concentração de drenagem (Figura 4), causada pela descarga de água do aquífero freático nas fontes, induzido pelo forte gradiente hidráulico existente (cotas na base das Serras entre 650 e 800m e cotas nos topos da Serra da Mantiqueira de até 1800m) formando uma rede dendrítica. O escoamento superficial nos períodos de chuva é assim acentuado, devido à declividade das rochas (AVELAR & COELHO NETTO, 1992 [11]) propiciadas pela morfogenética regional.



A concentração das drenagens no sopé das Serras auxiliam no processo de exudação, ou seja, o afloramento de água proveniente do aquífero freático, na base das serras da Mantiqueira e Jambeiro.

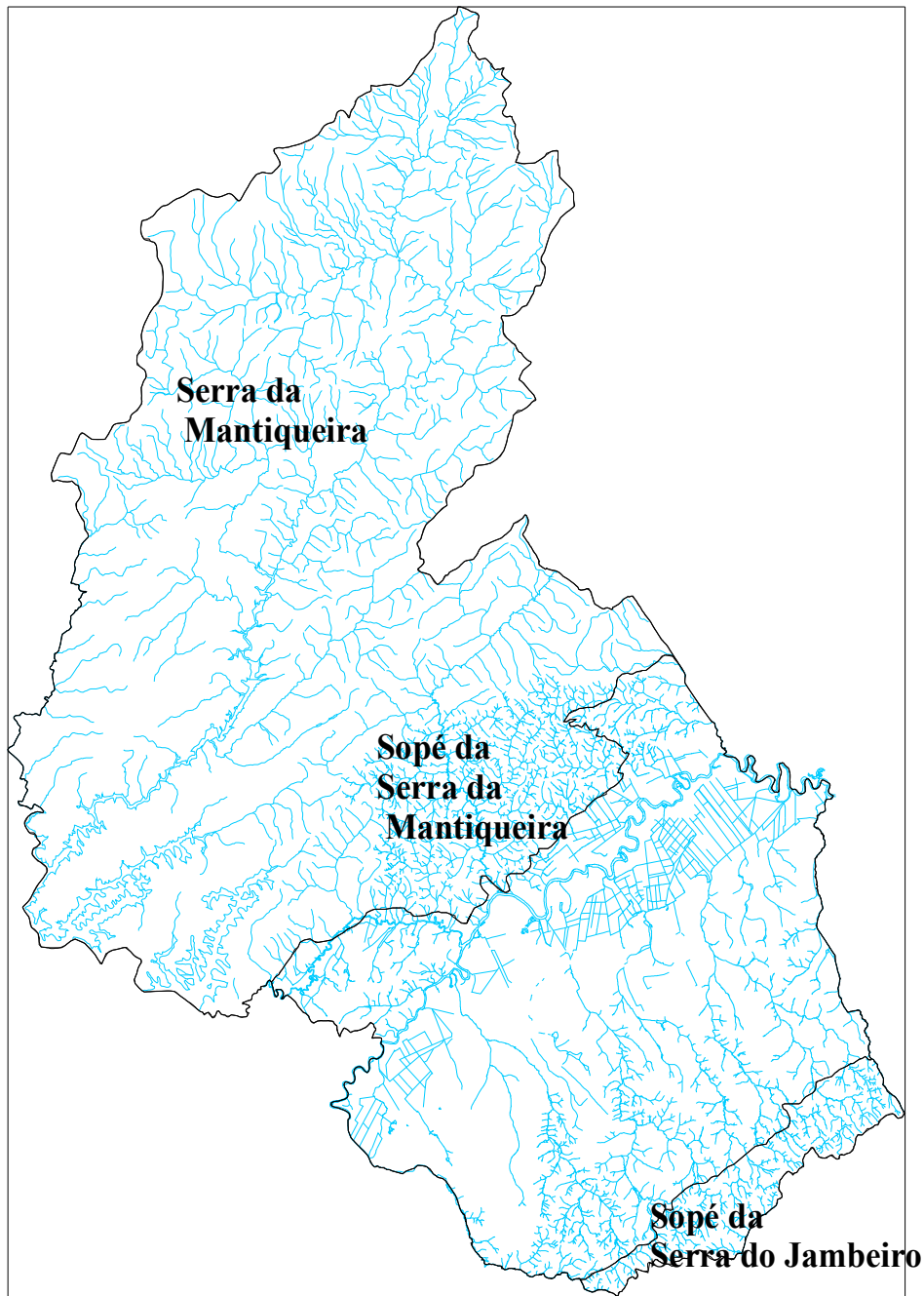


Figura 4. Rede de drenagem da região de São José dos Campos

Calculando-se o balanço hídrico climatológico por meio do método (Tabela 3) de *THORNTHWAITE & MATHER* (apud D'ANGIOLLELA, 2002[9]), obtiveram-se resultados (Tabela 4) semelhantes aos alcançados no proposto por *PINTO & ZULLO* (1992 [8]) descritos anteriormente.

Os dados utilizados no modelo de D'ANGIOLLELA (2002 [9]), foram obtidos no posto climatológico localizado na Universidade de Taubaté (UNITAU), no Departamento de Ciências Agrárias, no Bairro Itaim, em Taubaté, cujas condições climáticas e geológicas são semelhantes às da Bacia Sedimentar de Taubaté, em São José dos Campos.

**TABELA 3** – Dados Climatológicos utilizados no modelo de Thornthwaite & Mather (1955 [12]) - Paraíba do Sul na Latitude -23,03 e Altitude 577,8 com capacidade de campo estimada em 125mm - Período de 1993 à 2002.

<b>Tempo</b>	<b>Tmáx.</b>	<b>Tmín.</b>	<b>Tméd.</b>	<b>UR</b>	<b>Evapor.</b>	<b>Prec.</b>	<b>Insolação</b>	<b>Vento</b>	<b>Porcentagem de luz solar</b>
Meses	°C	°C	°C	%	mm	mm	horas	m/s	(p).
Jan	35,3	16,7	23,7	78,8	152,4	226,8	5,1	1,7	0,24
Fev	34,6	17,1	23,8	79,9	125,4	208,1	5,2	1,7	0,26
Mar	33,9	15,2	23,1	79,5	127,4	182	5,4	1,6	0,27
Abr	32,6	11,2	21,3	78,3	110,3	51,4	6,3	1,6	0,29
Mai	30,4	7,9	18,2	79,6	85,4	56,5	5,6	1,5	0,3
Jun	29,1	6	16,4	79,3	71,5	26,2	5,9	1,3	0,31
Jul	29,9	5,5	16,5	76,3	82,5	23,6	5,9	1,4	0,31
Ago	32,7	7,8	17,9	72	105	31,8	6,4	1,6	0,31
Set	34,3	8,3	19,4	73,3	109,9	87,4	4,7	2,1	0,28
Out	35	12,5	21,5	73,2	140,6	116,6	5,2	2,2	0,26
Nov	35,2	12,7	22,3	74,2	141,1	155,4	5,3	2	0,25
Dez	35,1	15,1	23,5	76,3	153,1	181,3	5,3	1,9	0,24
<b>Média</b>	33,2	11,3	20,6	76,7	117,1	112,3	5,5	1,7	0,28
<b>Total/Ano</b>	-	-	-	-	1404,6	1347	2007,5	-	-

**TABELA 4** – Balanço Hídrico Climatológicos obtidos com o modelo de Thornthwaite & Mather (*in* D'ANGIOLLELA, 2002 [9]) - Paraíba do Sul na Latitude -23,03 e Altitude 577,8 com capacidade de campo estimada em 125mm - Período de 1993 à 2002.

<b>Tempo</b>	<b>P-ETP</b>	<b>P-ETP</b>	<b>NEG-AC</b>	<b>ARM</b>	<b>ALT</b>	<b>ETR</b>	<b>DEF</b>	<b>EXC</b>	<b>Prova</b>
Meses	mm	mm		mm	mm	mm	mm	mm	<b>Real</b>
Jan	119,4	107,4	0	125	0	119,4	0	107,4	<b>ETP=ETR+DEF</b>
Fev	104,9	103,2	0	125	0	104,9	0	103,2	<b>973</b>
Mar	103,7	78,3	0	125	0	103,7	0	78,3	
Abr	79	-27,6	-27,6	100,2	-24,8	76,2	2,8	0	<b>P=ETR+EXC</b>
Mai	54,5	2	0	102,2	2	54,5	0	0	<b>1365,7</b>
Jun	40,5	-14,3	-14,3	111,5	9,3	35,5	5	0	
Jul	42,9	-19,3	-33,6	95,5	-16	39,6	3,3	0	<b>P=ETP+(P-ETP)</b>
Ago	53,8	-22	-55,6	80,1	-15,4	47,2	6,6	0	<b>1347,1</b>
Set	66	21,4	0	101,5	21,4	66	0	0	
Out	90,6	26	0	125	23,5	90,6	0	2,5	<b>S ALT</b>
Nov	99,5	55,9	0	125	0	99,5	0	55,9	<b>0</b>
Dez	118,2	63,1	0	125	0	118,2	0	63,1	
<b>Média</b>	81,1	31,2	-10,9	-	-	79,6	1,5	34,2	<b>P-ETP=EXC-DEF</b>
<b>Total/Ano</b>	973	374,1	-131,1	-	-	955,3	17,7	410,4	<b>392,7</b>

#### 4. CONCLUSÕES

Com base na comparação dos dados obtidos no cálculo do balanço hídrico através dos dois métodos citados (D'ANGIOLLELA, 2002[9] e PINTO & ZULLO, 1992 [8]), concluiu-se que os resultados obtidos são coerentes entre ambos, pois a média do excedente hídrico situa-se em torno de 392,7mm (Tabela 3), no Departamento de Ciências Agrárias da UNITAU, equivalente com a média de excedente da Bacia Sedimentar de Taubaté, em São José dos Campos, em torno de 350mm.

Os resultados obtidos mostram que, o excedente hídrico na área da Bacia Sedimentar de Taubaté e a conseqüente recarga das reservas renováveis atinge duas vezes o volume anualmente consumido pelas indústrias e SABESP das águas subterrâneas no município de São José dos Campos. Desta forma o excedente hídrico proveniente das Serras do Jambreiro e da Mantiqueira (em torno de 20m<sup>3</sup>/s, anualmente), mesmo as quantidades que infiltram e posteriormente escoam nas fontes formando o escoamento de base, vão para o Rio Paraíba do Sul.

Assim sendo, o acréscimo da vazão do Rio Paraíba do Sul devido ao aporte do excedente hídrico proveniente das áreas sedimentares e cristalinas existentes no Município de São José dos Campos atinge 21,47m<sup>3</sup>/s (média anual) já descontando o consumo médio anual de águas subterrâneas de 2,32m<sup>3</sup>/s.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo que, através do Projeto nº 03/06507-8, proporcionou os meios necessários para a execução deste trabalho.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] NIMER, E. Climatologia da Região Sudeste do Brasil: Introdução à climatologia dinâmica. Revista Brasileira de Geografia, vol. 3, 1972, p.3-48.
- [2] LOPES, P.M.O.; SILVA, B.S.G.;VALERIANO, D.M. Modelagem de processos de ecossistemas em região montanhosa: variabilidade espacial da irradiância. Anais do XI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Belo Horizonte, 2003, p.1347 – 1351.
- [3] SOARES, F.R.; GUEDES, R.L.; PAIXÃO, F.J.R.; COSTA, T.L.;MARQUES, L.F. Impacto de relâmpago no município de São José dos Campos. Revista de Biologia e Ciências da Terra, vol. 4, n.2, São Paulo, 2004, ISSN 1519-5228.
- [4] DAEE – Departamento de Água e Energia Elétrica. Acesso em: 06 abr 2005: <[www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhm.exe/plu](http://www.sigrh.sp.gov.br/cgi-bin/bdhm.exe/plu)>

- [5] CAMARGO, A.P.; GHIZZI, S.M. Estimativa de temperaturas médias mensais com base em cartas de temperatura potencial normal ao nível do mar para a região sudeste do Brasil. Boletim Técnico nº 141, Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 1991, 31p.
- [6] SILVA, H.A. (2004). Alunos da FCT – Presidente Prudente desenvolvem site sobre cartografia. Informativo UNESP PROEX – ano IV, São Paulo. Edição 63 . 1 a 15 de outubro de 2004.
- [7] Site para conversão de coordenadas geodésicas para UTM. Acesso em 10 abr 2005 conversão de coordenadas <http://www.geometrik.org/calculos.php>>
- [8] PINTO, H.S., ZULLO JR., J. Cálculo de Balanço Hídrico segundo Thornthwaite 1955. *BALASC*. CAMPINAS: UNICAMP, CEPAGRI - Centro de Ensino e Pesquisa em Agricultura, 1992.
- [9] D'ANGIOLELLA, G.L.B.; VASCONCELLOS, V.L.D. Cálculo do balanço hídrico climatológico com diferentes métodos para estimativa da evapotranspiração potencial, em planilha Excel <sup>TM</sup>. XII Congresso Brasileiro de Meteorologia. Foz do Iguaçu, PR. Setembro/2002.
- [10] PENTEADO, M.M. Condições geomorfológicas do aprisionamento da água na área de Rio Claro. *Notícia Geomorfológica* 6(12), Campinas, 1966, 15-41.
- [11] AVELAR, A.S.; COELHO NETTO, A.L. Fraturas e desenvolvimento de unidades geomorfológicas côncavas no médio vale do Rio Paraíba do Sul. *Revista Brasileira de Geociências* 22(2), São Paulo, 1992, 222-227.