



IV-018 – POTENCIAL DE ECONOMIA DE ÁGUA POTÁVEL POR MEIO DO USO DE ÁGUA PLUVIAL NO SETOR RESIDENCIAL DE CIDADES MÉDIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

Iván Andrés Sánchez Ortiz ⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Universidad de Nariño. Mestrando em Engenharia Civil na Faculdade de Engenharia da Universidade Estadual Paulista (UNESP) Campus de Ilha Solteira (FEIS).

Professor Assistente do Departamento de Recursos Hidrobiológicos da Universidad de Nariño (Colômbia).

Rívea Medri Borges

Bióloga Licenciada pela UNESP - Campus de Ilha Solteira. Mestranda em Engenharia Civil na Faculdade de Engenharia da UNESP Campus de Ilha Solteira (FEIS/UNESP).

Rodrigo Braga Moruzzi

Engenheiro Civil, Mestre e Doutor em Hidráulica e Saneamento – EESC - USP

Professor Assistente do Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da UNESP Campus de Rio Claro.

Tsunao Matsumoto

Engenheiro Civil, Mestre e Doutor em Hidráulica e Saneamento – EESC - USP

Professor Assistente Doutor do Departamento de Engenharia Civil da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - FEIS/UNESP

Endereço ⁽¹⁾: Alameda Bahia, 550 - Ilha Solteira – SP – CEP: 15385000 – Brasil Fone - (18) 3743-1125. email: ivansaor@hotmail.com

RESUMO

Uma considerável parcela da água de abastecimento público consumida é destinada para fins não potáveis como irrigação de jardins, descargas da bacia sanitária, lavagem de carros e limpeza de pisos. Neste trabalho foi avaliado o potencial de economia de água potável por meio do uso de água pluvial no setor residencial de quatro cidades médias do Estado de São Paulo. Para Piracicaba; São José dos Campos; Sorocaba e Ribeirão Preto o valor médio mensal de economia de água potável foi de 39,4% variando desde 7% até 92,7%. Os resultados obtidos apontam para o a potencialidade da economia de água de abastecimento pela captação e uso doméstico de água pluvial.

PALAVRAS-CHAVE: Economia de Água Potável, Água pluvial, Cidades Médias, Estado de São Paulo.

INTRODUÇÃO

A escassez de recursos hídricos tornou-se um motivo de preocupação em muitos países, assim como o aumento da população em ritmo acelerado (Ghisi *et al.*, 2006). No Brasil, vê-se que o crescimento populacional aumenta de modo rápido e desordenado, contribuindo para a diminuição da disponibilidade de água causada pelo aumento da demanda.

O cenário no Estado de São Paulo é ainda mais preocupante, por se tratar do estado mais populoso do país, e que atualmente passa por mudança na distribuição espacial da população. Segundo os dados preliminares de uma pesquisa que vem sendo realizada pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, a população das cidades pequenas e grandes está migrando para cidades médias (de 100 a 500 mil habitantes), acompanhando o crescimento econômico dessas cidades (IPEA).

Ademais, sabe-se que esse crescimento gera aumento da demanda e, por ser muitas vezes desordenado, contribui com os problemas de drenagem urbana, poluição dos corpos hídricos e, sobretudo, com o desperdício, com a inexistência de um consumo consciente e/ou sustentável da água e a falta de políticas públicas que estimulem os mesmos (ANNECCHINI, 2005). Na Figura 1 amostra-se uma previsão da disponibilidade de água para os Estados da Região Sudeste do Brasil.

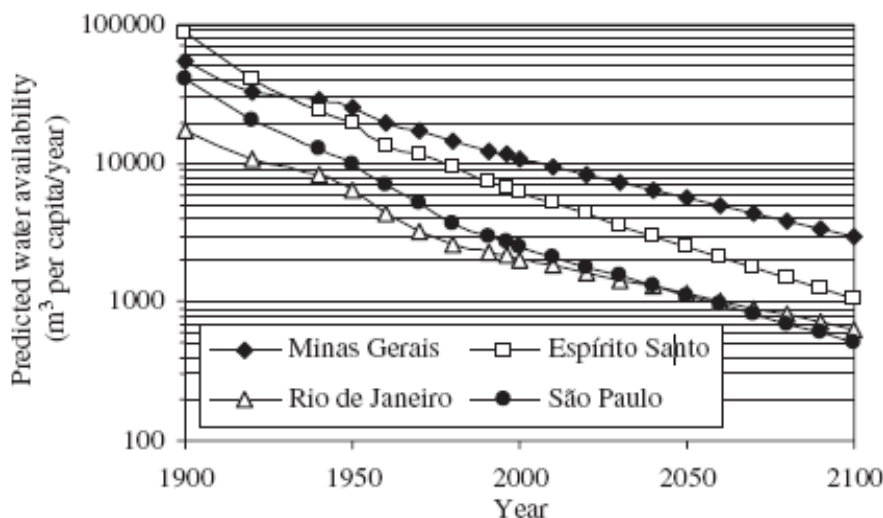


Figura 1: Previsão da disponibilidade de Água para os Estados da Região Sudeste.
Fonte: Adaptado de Ghisi *et al*, 2007.

A Figura 2 apresenta os valores da população e disponibilidade hídrica na região Sudeste do Brasil entre os anos 1900 e 2000, evidenciando a diminuição da disponibilidade nos estados da região incluindo o Estado de São Paulo e suas cidades médias.

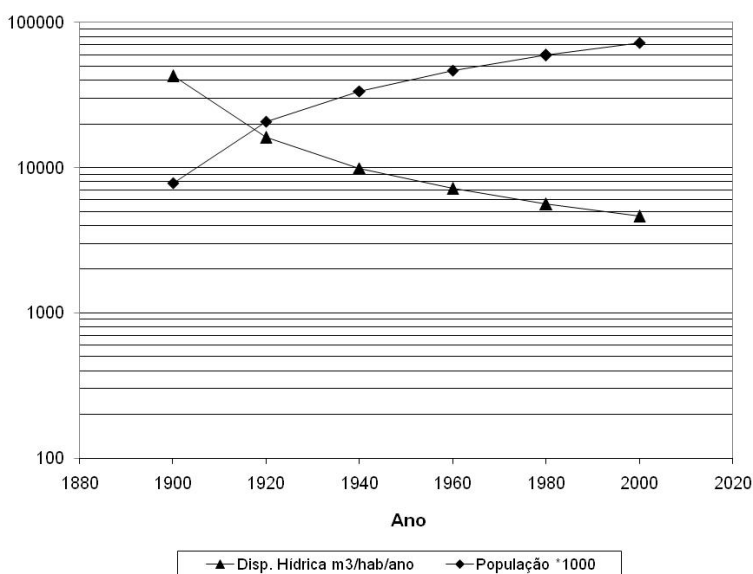


Figura 2: População e disponibilidade hídrica na região Sudeste do Brasil.
Fonte: baseado em IBGE e ANA (2008).

A meta da atualidade é a busca por práticas que aprimorem o uso da água, como programas de conservação, baseados em medidas técnicas e em mudanças de comportamento, motivadas por incentivos que vão desde a educação ambiental até a regulamentação de leis e de estrutura tarifária (TOMAZ, 2003 apud ANNECCHINI, 2005).

Na busca por novas tecnologias, estudos mostram que o consumo de água destinado a usos não potáveis em uma residência varia de 30 a 40% do total de água consumida (The Rainwater Technology Handbook, 2001



apud Tomaz, 2005). Esta parcela de água poderia ser substituída por fontes alternativas, visando à conservação da água e gerando uma economia para o consumidor. Dentre estas fontes destaca-se o aproveitamento da água da chuva, o reuso de águas servidas e a dessalinização da água do mar.

Assim, o presente artigo pretende verificar preliminarmente o potencial de economia de água tratada gerada pela substituição por fonte alternativa, no caso água pluvial, em algumas cidades médias do Estado de São Paulo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Nos cálculos de estimativas de economia de água foram utilizados dados correspondentes ao ano 2.007 para o município de Piracicaba e do ano 2.000 para os demais municípios devido à ausência de dados oficiais mais recentes. As equações utilizadas basearam-se nas propostas por Ghisi *et al* (2006).

Cabe mencionar que a avaliação proposta pretende verificar preliminarmente o potencial de economia de água potável e que para a consecução dos cálculos foram adotadas várias hipóteses simplificadoras, tais como: foi considerada somente a área de telhado como superfície de captação; o coeficiente de escoamento superficial (c) foi adotado como sendo 0,8; foi desconsiderado o descarte da primeira chuva ou mesmo qualquer outro consumo de água pluvial decorrente de técnicas de tratamento e o volume do reservatório não foi considerado limitante.

Evidentemente, cada projeto de sistema de captação e aproveitamento de águas pluviais deve prever a análise de tais variáveis bem como a verificação das particularidades pertinentes a cada uso pretendido.

• Dados de precipitações

Para a cidade de Piracicaba foram utilizados dados de precipitações médias mensais levantados pela Escola Superior de Agricultura Luiz De Queiroz – ESALQ – USP; para Ribeirão Preto, São José dos Campos e Sorocaba, dados utilizados foram obtidos no Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (SIGRH). Tais dados foram processados para calcular as precipitações médias mensais multianuais.

• Domicílios abastecidos com água potável

O número de domicílios abastecidos com água potável (NDA) dos municípios estudados foi obtido a partir dos dados do Instituto de Pesquisas e Planejamento de Piracicaba – IPPLAP (2008) e da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados - SEADE (2008).

• Número de habitantes por domicílios

A Equação 1 foi utilizada para estimar o número de habitantes por domicílio:

$$HD = \frac{PC}{NDA} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde: HD, número de habitantes por domicílio; PC, número de habitantes na zona urbana determinada com base nos dados do IPPLAP (2008) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE (2008) e, NDA, número de domicílios atendidos.

• Área total de telhado

Com base nos dados do IPPLAP (2008) e do SEADE (2008) foram calculados os valores percentuais de domicílios particulares permanentes em apartamentos em cada município. Devido a inexistência de dados oficiais para a área de telhados, adotou-se os valores utilizados por Ghisi *et al* (2006) como: 85,00m² para casas e 3,75m² por pessoa para apartamentos; ou seja, aproximadamente 14,00m². Foi calculado o valor da área total de telhados na zona urbana dos municípios considerando somente a população abastecida por água potável, com base na Equação 2.

$$AT = C * 85,00 + A * HD * 3,75 \quad \text{Equação (2)}$$



Onde: AT, área de telhados residenciais (m²); C, número de casas (adimensional); A, número de apartamentos (adimensional) e, HD, número de habitantes por domicílio.

• Volume de água pluvial

O volume mensal de água de chuva que poderia ser armazenado foi determinado considerando os dados das precipitações médias mensais, a área total de telhados, e um coeficiente de escoamento de 0,8. Tal coeficiente indica uma perda de 20% da água de chuva pela limpeza inicial da superfície dos telhados e pela evaporação e ainda não contempla as perdas produzidas pela eficiência do sistema de captação. Assim o volume de água de chuva que poderia ser armazenado foi determinado utilizando a Equação 3.

$$VA = \frac{P * AT * CE}{1000} \quad \text{Equação (3)}$$

Onde: VA, volume mensal de água de chuva que poderia ser armazenado (m³/mês); P, precipitação média mensal da cidade (mm/mês) calculada; AT, área total de telhados da cidade; CE, coeficiente de escoamento (adimensional) e, 1000, fator de conversão de L (litros) para m³.

• Demanda de água potável

Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (2001), o consumo de água potável na região sudeste do Brasil foi de 158L/hab/d. Foi considerado um consumo uniforme ao longo do ano e calculou-se o valor da demanda de água potável mensal (DAP) m³/mês.

• Potencial de economia de água potável

O potencial de economia de água potável foi calculado com base na Equação 4.

$$PEAP = 100 * \frac{VA}{DAP} \quad \text{Equação (4)}$$

Onde: PEAP, potencial de economia de água potável (%); VA, volume de água de chuva (m³/mês) e, DAP, demanda de água potável mensal (m³/mês).

RESULTADOS

Na Tabela 1 são apresentados os resultados da taxa de ocupação por domicílios, calculada por meio da Equação 1; área total de telhados, (Eq. 2); porcentagem mínima, porcentagem máxima e porcentagem média de economia mensal de água potável para cada município analisado calculadas com a Equação 4.

Tabela 1: Resultados obtidos para as quatro cidades analisadas.

Município	Taxa de Ocupação por domicílio	Área total de telhados (10 ³ m ²)	Mínimo mensal de economia de água potável (%)	Máximo mensal de economia de água potável (%)	Médio mensal de economia de água potável (%)
Piracicaba	3,54	7.857,3	10,4	81,6	38,0
São José dos Campos	3,73	10.906,1	9,6	81,6	37,5
Ribeirão Preto	3,48	10.637,4	7,0	92,7	42,0
Sorocaba	3,65	10.636,5	10,2	83,1	40,0

De acordo com a Tabela 1, a cidade de Piracicaba apresentou o valor mais alto em relação ao mínima porcentagem mensal de economia devido à presença de precipitações moderadas durante os meses de julho e agosto, ligeiramente superiores às apresentadas nas outras cidades analisadas. Em tais meses o valor do potencial de economia estimada ficou em 10,4% como pode ser observado na Figura 3.

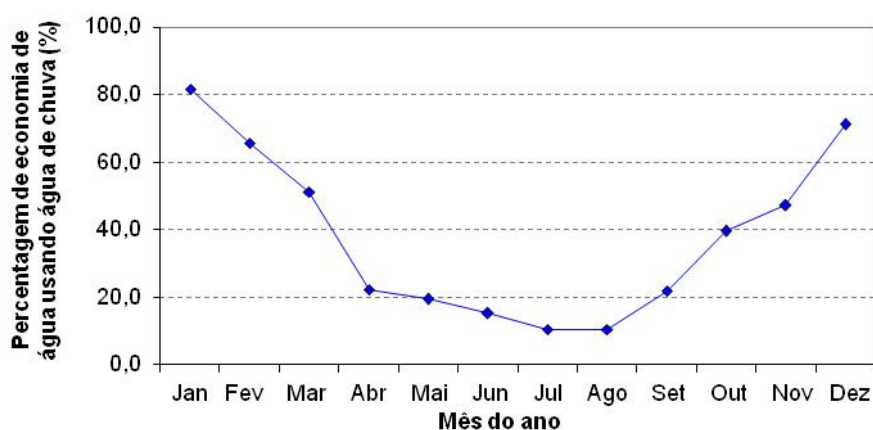


Figura 3: Curva de representação do potencial de economia de água potável em percentuais mensais para Piracicaba.

Na Figura 4 observa-se que a cidade de São Jose dos Campos apresentou dois pontos de inflexões inferiores na curva de economia de água, produzidos pela variabilidade dos valores médios de chuva ao longo do ano. Como resultado das análises obteve-se o menor valor médio mensal de economia potencial para esta cidade, com 37,5% (Tabela 1).

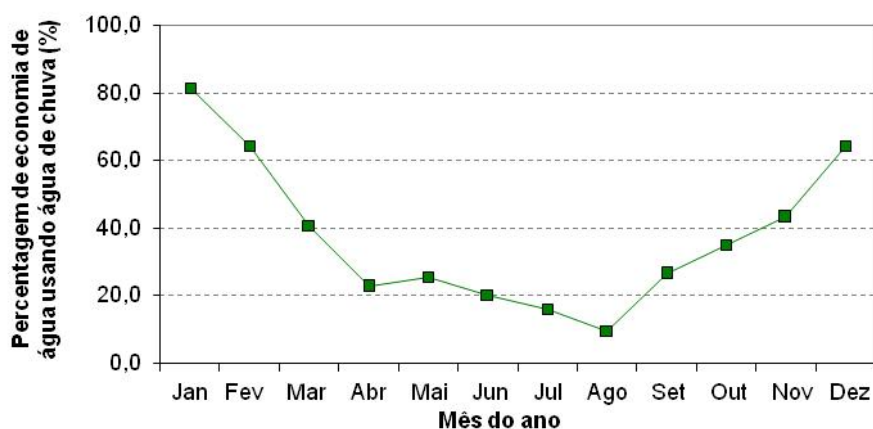


Figura 4: Curva de representação do potencial de economia de água potável em percentuais mensais para São José dos Campos.

A Figura 5 apresenta uma curva do potencial de economia de água potável mais suavizada cuja configuração obedece à distribuição das precipitações médias mensais. De acordo com os dados da Tabela 1, Ribeirão Preto é a cidade que apresenta os valores extremos tanto mínimo quanto máximo nas porcentagens de economia de água potável.

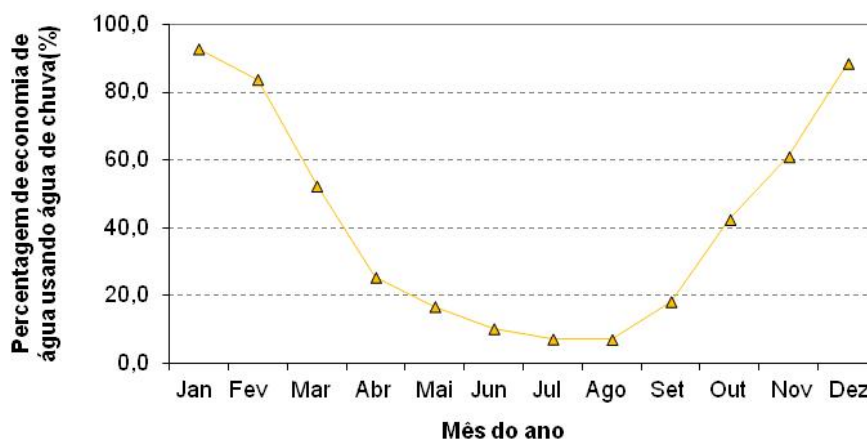


Figura 5: Curva de representação do potencial de economia de água potável em percentuais mensais para Ribeirão Preto.

Na Figura 6 observa-se que na curva de economia de água potável da cidade de Sorocaba, também foi constatado dois pontos inferiores, e na Tabela 1 pode-se verificar que a cidade apresenta o segundo maior valor de potencial de economia com 40%.

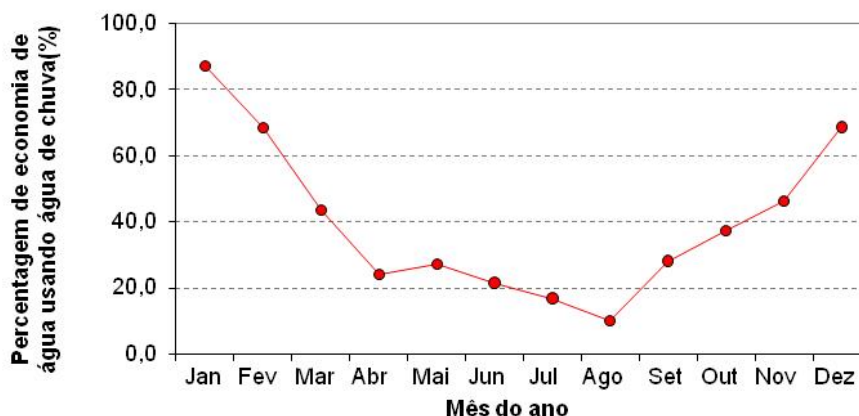


Figura 6: Curva de representação do potencial de economia de água potável em percentuais mensais para Sorocaba.

Na Figura 7 são apresentadas as curvas de representação do potencial de economia de água potável sobrepostas para as quatro cidades analisadas.

Observa-se na Figura 7 que as cidades de São José dos Campos e Sorocaba apresentaram configurações similares com dois pontos inferiores e as cidades de Piracicaba e Ribeirão Preto apresentaram curvas mais suavizadas. Uma razão possível de tal situação pode ser creditada a altitude e conformações de relevos parecidos entre os pares de cidades. São José dos Campos e Sorocaba estão localizadas em vales contornados por duas elevações, as quais podem ter sofrido efeitos da precipitação holográfica. Em contrapartida, Piracicaba e Ribeirão Preto, localizam-se em planaltos onde o regime de chuva segue a circulação das massas das frentes frias e quente.

O máximo valor médio mensal de economia apresentado por Ribeirão Preto (42%, da Tabela 1) é justificado pela presença de maiores valores médios ao longo dos três primeiros e três últimos meses do ano.

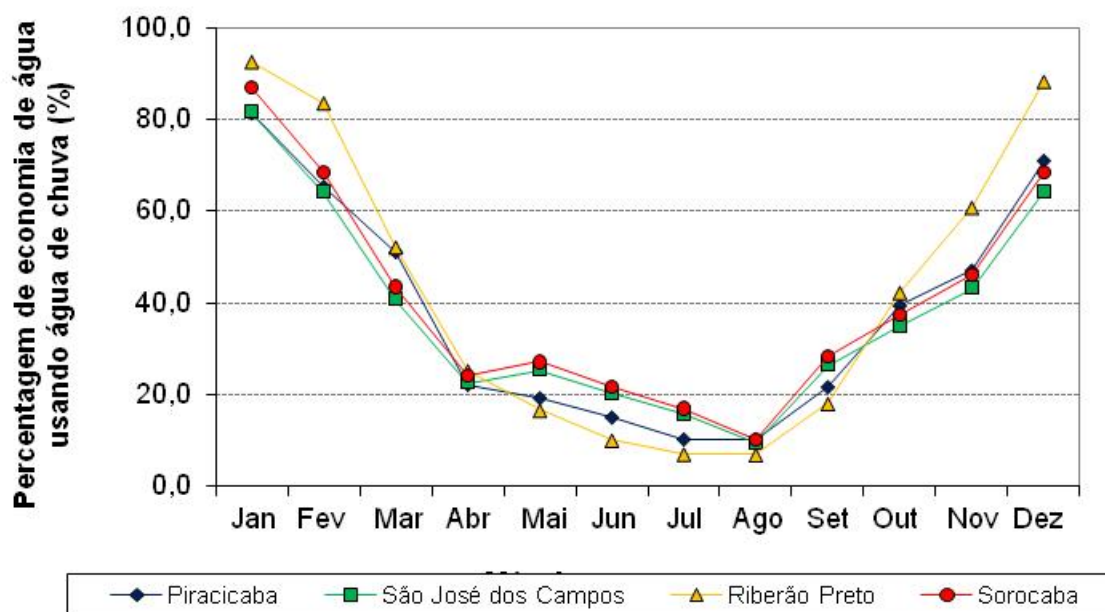


Figura 7: Curvas de representação do potencial de economia de água potável em percentuais mensais para as quatro cidades estudadas.

Observa-se na Figura 7 que, em geral, o potencial de economia de água potável por meio da captação e uso de água pluvial pode variar em função da distribuição das chuvas ao longo do ano apresentando sempre o menor valor no mês de agosto quando a precipitação tem-se mostrado menor nas quatro cidades.

CONCLUSÕES

A potencialidade da economia de água potável por meio do aproveitamento de água chuva no setor residencial de Piracicaba; São José dos Campos; Sorocaba e Ribeirão Preto, cidades de médio porte do Estado de São Paulo pode ser demonstrada.

O valor médio mensal de economia de água potável nas quatro cidades foi estimada em 39,4% variando desde 7% até 92,7% dependendo dos valores de precipitações médias mensais.

Os valores indicam que as águas chuvas coletadas poderiam ser utilizadas para fins não potáveis como irrigação de jardins, descargas da bacia sanitária, lavagem de carros, limpeza de pisos, que representam uma alta percentagem do consumo de água doméstico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Anecchini, K. P. V., Aproveitamento da Água da Chuva Para Fins Não Potáveis na Região Metropolitana de Vitória (ES). __ p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2005.
2. ESALQ - USP. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo, Departamento de Ciências Exatas, disponível em: <http://www.lce.esalq.usp.br/postocon.html>
3. Ghisi, E. *et al.* Potential for potable water savings by using rainwater: An analysis over 62 cities in southern Brazil. **Building and Environment**, v. 41, p.204–210, 2006.
4. Ghisi, E. *et al.* Rainwater tank capacity and potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of southeastern Brazil. **Building and Environment**, v. 42, p. 1654–1666, 2007
5. IPPLAP. Instituto de pesquisas e planejamento de Piracicaba, disponível em: http://www.ipplap.com.br/acidade_bdados.php
6. IBGE, 2007. Estatísticas de população censo 2007. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/>
7. TOMAZ, P. Aproveitamento de água de chuva. Ed. Navegar p. 180, 2005



8. Sistema de Informações para o Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo - SIGRH. servidor: www.sigrh.sp.gov.br. Acessado: quinta-feira, 21 de agosto de 2008 - 11:28
9. SNIS Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos serviços de água e esgotos— 2001. Brasília: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República—SEDU/PR: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada—IPEA. Disponível no site: http://www.snis.gov.br/diag_2001.html.