

Consumo Per Capita no Abastecimento de Água do Município de São Paulo^(*)

ENG. LUIZ AUGUSTO DE LIMA PONTES

Enc. do Setor de Estatística da Divisão de Planejamento e Obras do D. A. E. — S. Paulo

1 — Considerações preliminares

Norteados pelas recomendações apresentadas pela Comissão Técnica de "Tecnologia dos Serviços de Abastecimento de Água", aprovada na sessão plenária de 11 de setembro de 1965, no III Congresso de Engenharia Sanitária, no sentido de que sejam intensificados os estudos de campo sobre consumo per capita de água, para verificação dos valores reais constatados em nosso país, propusemo-nos a efetuar um estudo desses elementos no Município de São Paulo.

2 — Características do Município de S. Paulo

2.1 — Localização

A cidade de São Paulo localiza-se a cerca de 60 Km do Oceano Atlântico, nos limites do planalto brasileiro. A área do município é de 1.515 Km². De aspecto montanhoso, fica situado entre as cotas 740 e 780 m em relação ao nível do mar. Seu clima é tropical temperado. A temperatura média oscila entre 17 e 18.°C.

A aglomeração urbana já ultrapassou de muito os limites municipais, sendo difícil a uma observação grosseira distinguir os limites municipais dos limites metropolitanos.

Num estudo realizado em 1957 para a Prefeitura Municipal de São Paulo, a SAGMACS definiu diferentes áreas a zona metropolitana:

— aglomeração paulistana: São Paulo, Santo André, São Bernardo, São Caetano e Guarulhos;

— Great São Paulo: aglomeração paulistana mais Ferraz de Vasconcelos, Poá, Suzano, Mogi das Cruzes, Mauá, Ribeirão Pires, Itapeverica da Serra, Cotia, Barueri, Santana do Parnaíba, Franco da Rocha, Mairiporã e Itapevi.

Como vimos, a área metropolitana é bastante extensa.

Do ponto de vista do presente trabalho, estudaremos o consumo per capita no município de São Paulo e Osasco, nos quais, por questões administrativas, o DAE distribui água, através de ligações prediais. Os demais municípios, ou têm sistemas próprios, ou recebem água do DAE nos reservatórios, sendo a distribuição efetuada pelas Prefeituras locais.

Estudaremos, portanto, o consumo per capita no município de São Paulo e Osasco, e os seus mananciais, descontando a parte deles que não servem especificamente à zona em estudo.

2.2 — Dados pluviométricos

Devido à grande extensão da cidade, a distribuição de chuvas apresenta-se diferente nos diversos pontos.

Mostramos na tabela abaixo, dados pluviométricos mensais em 2 pontos situados nas zonas norte e sul da cidade e referentes ao ano de 1965.

Dados de 1965 — mm (*)

Mês	Norte	Sul
Janeiro	462,7	434,6
Fevereiro	134,3	91,3
Março	183,6	170,6
Abril	71,0	79,3
Maiο	60,0	52,2
Junho	28,0	21,7
Julho	71,9	53,6
Agosto	4,3	4,8
Setembro	71,8	112,4
Outubro	66,6	153,2
Novembro	144,6	111,2
Dezembro	194,5	143,8

(*) Apresentado ao 1.º Simpósio de Engenharia Sanitária — DAE — S. Paulo — Brasil (Abril - 1966).

3 — População

Mostramos no quadro abaixo, a população de São Paulo e cidades vizinhas, situadas na área me-

tropolitana, dados êsses obtidos nos censos de 1950, 1960 e estimativa de população atual — 1964 (dados do Departamento de Estatística do Estado de São Paulo).

Cidades	1950	1960	1964
São Paulo	2.198.096	3.675.602	4.600.089
Santo André	106.605	242.518	341.358
São Bernardo	26.272	81.026	129.425
São Caetano	59.832	113.212	149.694
Guarulhos	34.683	99.510	153.338
Mauá	9.472	28.399	45.633
Osasco	42.326	115.028	172.471
T o t a l	2.477.286	4.355.295	5.592.008

4 — Fontes de informação e dados usados

Inicialmente, o critério aventado para a execução dêste trabalho foi o dos valores medidos através dos hidrômetros domiciliares. Esse critério foi abandonado devido ao grande número de "ligações penas", isto é, ligações sem hidrômetros, com elementos reguladores de vazões. O número de "ligações penas" é de, aproximadamente, 30% sôbre o número total de ligações.

Esse fato tornaria impraticável o estudo para toda a cidade.

O segundo critério aventado foi o do contrôle da saída dos reservatórios e tôrres de distribuição, com a utilização de hidrômetros de grande capacidade.

A instalação dêsses hidrômetros demandaria tempo, pois o estudo deveria cobrir toda a cidade, o que acarretaria um número elevado dêsses hidrômetros.

Recorremos, então, aos dados fornecidos pela Divisão de Água e Divisão de Tratamento do DAE.

Esses dados, embora oriundos dos mais diversos métodos de medida de vazão, foram os que mais atenderam e os únicos disponíveis para a confecção dêste trabalho.

5 — Métodos de medida utilizados

A cidade de São Paulo é abastecida por vários mananciais, que dão origem a 6 "sistemas":

- Sistema Santo Amaro ou Guarapiranga
- Sistema Rio Claro

- Sistema Alto Cotia
- Sistema Baixo Cotia
- Sistema Cabuçu
- Sistema Cantareira.

Em todos os "sistemas" a medida de vazão foi realizada diariamente (m^3 /dia).

No sistema Guarapiranga, as medidas de vazão foram realizadas com "venturis"; no Rio Claro, através de uma régua linimétrica, colocada no aqueduto; no Alto Cotia, através de hidrômetros; no Baixo Cotia, através de "calha Parshall", e no Cabuçu e Cantareira, através de hidrômetros.

Observando-se os dados da tabela n.º 1, verificamos que as quantidades estudadas, ou seja, as vazões diárias, apresentam uma variação bastante grande ($6 m^3$ /seg no Guarapiranga e $0,100 m^3$ /seg na Cantareira), e levando-se ainda em consideração a diversidade dos métodos de medida, deveríamos abandonar certos valores ou considerarmos, levando-se em conta a margem de êrro de cada método. Esse acêrto de valores não foi realizado; limitamo-nos, apenas à soma das aduções diárias de cada sistema.

6 — Valores aduzidos

Verificamos na tabela n.º 1, que o volume total fornecido durante o ano de 1965 foi de $320.677.122 m^3$.

Dêste valor, deduzimos as quantidades de água que não servem o município de São Paulo, tais como as consumidas em Guarulhos, Embu, Cotia e as referentes a pequenas sangrias feitas nas aduto-

ras, para bastecimento de quartéis, educandários, asilos, etc. Esse consumo, durante o ano de 1965 foi de: 4.044.315 m³/ano.

Portanto, o total aduzido para São Paulo foi de:
320.677.122 — 4.044.315 = 316.632.807 m³

Teremos, então, como média diária para a cidade de São Paulo:

$$\frac{316.632.807}{365} = 867.487 \text{ m}^3/\text{dia}, \text{ ou } 10,04 \text{ m}^3/\text{seg}.$$

7 — Cálculo da população abastecida

As cidades de São Paulo e Osasco possuem, atualmente (dezembro de 1965), 527.252 ligações prediais de água, 5.062 prédios de apartamentos com 89.606 apartamentos.

O número de domicílios será o número de ligações prediais, menos o número de prédios de apartamentos, mais o número de apartamentos:

$$N_d = N_l - N_p + N_{ap} = 527.252 - 5.062 + 89.606 = 611.792 \text{ domicílios abastecidos.}$$

De acôrdo com os dados do recenseamento de 1960 na cidade de São Paulo, o número de habitantes por domicílio foi de 4,6 habitante/domicílio.

Donde:

$$\text{população abastecida} = N_d \times 4,6 = 611.796 \times 4,6 = 2.814.261 \text{ habitantes.}$$

8 — Cálculo do consumo per capita

Sendo de 867.487 m³/dia a adução média para a cidade de São Paulo, e sua população servida de 2.814.261 habitantes, teremos:

$$\text{cpc} = \frac{867.487 \times 1.000}{2.814.261} = 308 \text{ l/hab.} \times \text{dia.}$$

De posse do valor de 308 l/hab. × dia e havendo falta d'água, o Setor de Estatística, da Divisão de Planejamento e obras do DAE, resolveu efetuar um levantamento por amostragem em toda a Cidade para, através de leituras mensais dos hidrômetros durante um ano e através de pesquisa do número de habitantes em cada domicílio, número êsse observado "in loco", verificar qual o consumo per capita domiciliar ou doméstico na cidade de São Paulo.

Como sabemos, o consumo per capita é dividido em várias contribuições:

- doméstico ou domiciliar
- industrial
- comercial
- público
- diversos (perdas, etc.).

Limitamo-nos neste estudo, apenas ao consumo doméstico.

Esse trabalho, ainda em fase de execução, não foi terminado, mas podemos adiantar com pequena margem de êrro que o valor da cota domiciliar foi, na cidade de São Paulo, em locais onde o abastecimento foi bom no ano de 1965, de 200 l/hab. × dia.

Estamos estudando, também o valor das cotas restantes, o que apresentaremos em ocasião oportuna.

9 — Cálculo do coeficiente do dia de maior consumo

Para o cálculo do coeficiente do dia de maior consumo usaremos a vazão total fornecida, sem efetuarmos os descontos feitos no ítem 6, e usaremos a média resultante dessa vazão anual, assim como o dia de maior consumo não sofrerá os descontos já mencionados.

Pela tabela n.º 1, verificamos que o dia de maior consumo ocorreu no dia 23 de janeiro de 1965 e seu valor foi de 970.364 m³, ou seja, 11,23 m³/seg.

coeficiente do dia de maior consumo =
dia de maior consumo

$$= \frac{\text{média anual}}{970.364} = 1,10$$

$$c = \frac{970.364}{878.564} = 1,10$$

Verificamos pela simples apreciação dêsse valor que o abastecimento de água é deficiente. Isto realmente ocorre, pois os reclamos da população abastecida vem sendo intenso nos últimos anos.

Podemos observar no gráfico anexo a variação diária do volume aduzido e verificar que a variação em tôrno da média é pequena.

Portanto, o coeficiente encontrado não tem significado para fins de projetos em cidades como São Paulo. Não exprime o coeficiente do dia de maior consumo.

10 — Conclusão (São Paulo e Osasco)

Média diária no ano de 1965 = 867.487 m³/dia, ou 10,04 m³/seg.

Dia de maior consumo no ano de 1965 = 970.364 m³/dia, ou 11,231 m³/seg.

População total = 4.772.560 hab.

População atendida = 2.814.261 hab.

Consumo per capita = 308 l/hab × dia

Consumo por ligação = 1.645 l/lig. × dia

Consumo por domicílio = 1.417 l/dom. × dia

Porcentagem de população atendida = 69,5%

Coeficiente do dia de maior consumo = 1,10

N.º de habitantes por domicílio = 4,6

N.º de apartamentos por prédio = 17,7 apart./prédio de apartamentos.

TABELA I
Adução 1965

Mês	Sistema	Adução Mensal	Adução Média	Adução Média	Dia	Dia de maior consumo	
		m ³	m ³ /dia	m ³ /seg		m ³ /dia	m ³ /seg
Jan.	Rio Claro	7.259.700	234.183	2,710	26	235.000	2,720
	Guarapiranga	15.933.570	513.986	5,949	23	600.664	6,952
	Alto Cotia	2.037.740	65.733	0,761	30	71.390	0,826
	Baixo Cotia	404.000	13.032	0,151	28	19.750	0,228
	Cabuçu	874.290	28.202	0,326	27	31.680	0,367
	Cantareira	857.350	27.656	0,320	25	31.620	0,366
T o t a l		27.366.650	882.792	10,217	23	970.364	11,231
Fev.	Rio Claro	6.606.400	235.951	2,731	11	246.100	2,848
	Guarapiranga	14.830.244	529.651	6,130	4	588.842	6,815
	Alto Cotia	1.883.440	67.265	0,778	27	73.710	0,853
	Baixo Cotia	374.625	13.379	0,154	6	16.660	0,192
	Cabuçu	873.460	31.195	0,361	6	32.490	0,376
	Cantareira	768.730	27.454	0,317	28	31.990	0,370
T o t a l		25.336.899	904.895	10,471	4	961.212	11,125
Mar.	Rio Claro	7.264.200	234.329	2,712	3	235.100	2,721
	Guarapiranga	15.636.924	504.416	5,838	12	559.442	6,475
	Alto Cotia	2.099.520	67.726	0,783	14	73.050	0,845
	Baixo Cotia	446.512	14.404	0,166	6	19.650	0,227
	Cabuçu	895.550	28.888	0,334	4	32.470	0,376
	Cantareira	911.940	29.417	0,340	7	31.590	0,366
T o t a l		27.254.646	879.180	10,173	27	921.028	10,610
Abr.	Rio Claro	7.160.100	238.670	2,762	7	257.300	2,983
	Guarapiranga	14.887.518	496.250	5,744	11	517.596	5,991
	Alto Cotia	2.010.850	67.028	0,775	24	70.590	0,817
	Baixo Cotia	442.900	14.763	0,171	30	17.900	0,207
	Cabuçu	898.050	29.935	0,346	10	31.250	0,361
	Cantareira	869.530	28.984	0,335	8	31.525	0,365
T o t a l		26.268.948	875.630	10,133	7	911.513	10,549

TABELA I
Adução 1965

Mês	Sistema	Adução Mensal	Adução Média	Adução Média	Dia	Dia de maior consumo	
		m ³	m ³ /dia	m ³ /seg		m ³ /dia	m ³ /seg
Maio	Rio Claro	7.272.000	234.580	2,715	6	236.000	2,731
	Guarapiranga	15.254.556	492.082	5,695	5	504.660	5,841
	Alto Cotia	2.068.360	66.721	0,772	15	69.900	0,809
	Baixo Cotia	419.520	13.533	0,157	8	16.750	0,194
	Cabuçu	968.940	31.256	0,362	4	34.470	0,399
	Cantareira	805.010	25.968	0,310	1	30.040	0,348
T o t a l		26.788.386	864.140	10,011	5	879.331	10,177
Jun.	Rio Claro	6.769.700	225.656	2,612	1	250.500	2,899
	Guarapiranga	14.834.758	494.491	5,723	16	521.784	6,039
	Alto Cotia	1.989.900	66.338	0,768	23	68.930	0,798
	Baixo Cotia	417.530	13.917	0,161	12	16.200	0,187
	Cabuçu	952.690	31.756	0,367	25	33.480	0,387
	Cantareira	766.980	25.566	0,296	26	27.590	0,319
T o t a l		25.731.558	857.724	9,927	1	890.420	10,305
Jul.	Rio Claro	7.431.200	239.716	2,774	15	256.575	2,969
	Guarapiranga	15.174.684	489.505	5,665	26	503.641	5,829
	Alto Cotia	2.048.640	66.085	0,765	16	70.770	0,819
	Baixo Cotia	448.650	14.472	0,167	14	17.300	0,200
	Cabuçu	938.570	30.276	0,350	10	32.240	0,373
	Cantareira	844.730	27.249	0,315	29	29.510	0,342
T o t a l		26.886.474	867.303	10,036	10	885.714	10,251
Ago.	Rio Claro	7.113.054	229.453	2,655	8	244.750	2,832
	Guarapiranga	16.417.771	529.606	6,130	13	561.596	6,500
	Alto Cotia	2.016.400	65.045	0,753	27	68.440	0,792
	Baixo Cotia	443.250	14.298	0,165	6	18.600	0,215
	Cabuçu	877.010	28.291	0,327	12	29.980	0,347
	Cantareira	787.150	25.392	0,294	1	29.060	0,336
T o t a l		27.654.635	892.085	10,324	4	930.472	10,769

TABELA I
Adução 1965

Mês	Sistema	Adução Mensal	Adução Média	Adução Média	Dia	Dia de maior consumo	
		m ³	m ³ /dia	m ³ /seg		m ³ /dia	m ³ /seg
Set.	Rio Claro	6.647.900	221.600	2,564	18	237.900	2,753
	Guarapiranga	15.825.803	527.523	6,106	10	550.776	6,375
	Alto Cotia	2.039.150	67.972	0,787	27	70.360	0,814
	Baixo Cotia	443.800	14.793	0,171	25	20.000	0,230
	Cabuçu	874.590	29.153	0,337	21	37.060	0,429
	Cantareira	610.810	20.360	0,236	29	27.120	0,314
T o t a l		26.442.053	881.401	10,201	18	921.957	10,670
Out.	Rio Claro	7.121.749	229.733	2,658	14	248.000	2,870
	Guarapiranga	15.641.375	504.560	5,839	5	534.406	6,185
	Alto Cotia	2.102.590	67.825	0,785	20	70.200	0,812
	Baixo Cotia	441.500	14.241	0,165	11	20.700	0,239
	Cabuçu	971.970	31.353	0,363	26	34.490	0,399
	Guarapiranga	814.470	26.273	0,304	24	29.810	0,345
T o t a l		27.093.654	873.985	10,114	5	909.696	10,769
Nov.	Rio Claro	6.597.100	219.903	2,545	3	231.900	2,684
	Guarapiranga	15.600.920	520.030	6,018	5	542.217	6,275
	Alto Cotia	1.954.840	65.161	0,754	26	70.040	0,810
	Baixo Cotia	394.150	13.138	0,152	11	16.900	0,195
	Cabuçu	843.090	28.103	0,325	12	30.900	0,357
	Cantareira	769.180	25.639	0,296	2	29.570	0,342
T o t a l		26.159.280	871.974	10,090	5	904.967	10,474
Dez.	Rio Claro	7.225.023	233.065	2,697	15	251.000	2,905
	Guarapiranga	16.164.816	521.445	6,035	23	551.125	6,378
	Alto Cotia	2.119.750	68.379	0,791	17	74.540	0,862
	Baixo Cotia	447.850	14.446	0,167	5	19.550	0,226
	Cabuçu	924.660	29.827	0,345	12	32.130	0,371
	Cantareira	811.840	26.188	0,303	11	29.770	0,344
T o t a l		27.693.939	893.350	10,338	23	934.745	10,819
TOTAL DO ANO DE 1965		320.677.122	878.567	10,168	23/1	970.364	11,231

VARIACÃO DIÁRIA DA ABUÇÃO DE ÁGUA PARA SÃO PAULO ANO 1969

