

Abastecimento de Água:

Problemas Atuais de Administração e Técnica

Eng. ATAULPHO COUTINHO

Prof. da Escola Nacional de Engenharia
e Escola Nacional de Saúde Pública

Vice-Presidente da Sociedade Brasileira de
Higiene

Ao fazer-se um balanço da atual situação dos serviços de abastecimento de água nas Américas, constata-se a necessidade de um grande e inadiável esforço para que os seus atuais níveis melhorem no mais curto prazo possível, em virtude do estado pouco favorável em que se encontram. Entre nós, o trabalho deve ser urgentemente coordenado, a fim de que o formidável surto de progresso que ora experimentamos, não continue com um dos seus esteios seriamente comprometido, já que a água é de primordial importância para o desenvolvimento econômico.

A análise dos índices epidemiológicos relativos às condições sanitárias prevalentes, é indispensável para que melhor se possam aquilatar os fatos presentes em toda a sua amplitude, e buscar-lhe os corretivos e soluções apropriadas. Wolman em investigação recentemente publicada, mostra os dados constantes da Tabela I, que retratam o panorama geral das Américas, inclusive do Brasil, no tocante às taxas de mortalidade geral e por doenças entéricas. A sua apreciação nos conduz a algumas conclusões importantes, tomando como índices básicos os que se observam no Canadá e nos Estados Unidos.

1.º) As taxas de mortalidade geral e dos grupos etários de menores de 1 ano e de 1 a 4 anos, são muito elevadas em toda a América. Ressaltando o caso do Brasil, Rio de Janeiro e mais sete Capitais, vemos:

PAÍS	Taxa de mortalidade por 100.000 hab.	
	Febre tifóide	Doenças entéricas
Brasil	1.6	157.1
Canadá	0.1	5.6
EE.UU.	0.0	4.5

Os sanitaristas não desconhecem hoje, as múltiplas causas de tal situação, mas o que importa agora salientar, no interesse da saúde pública, é

PAÍS	TAXAS		
	Geral *	1 ano **	1 a 4 anos ***
Brasil	11.9	110.3	11.7
Canadá	8.2	31.7	1.5
EE.UU.	9.3	26.0	1.1

* Por 1000 hab.

** Por 1000 nascidos vivos

*** Por 1000 hab. de 1 a 4 anos

Sabe-se, por outras informações que, em relação aos óbitos do grupo etário de 1 a 4 anos, as doenças intestinais são a sua causa principal no Brasil e mais nos seguintes países: El Salvador, Equador, Colômbia, Costa Rica, Guatemala, México, Venezuela, Nicarágua, República Dominicana, Paraná e Paraguay, isto é, em 12 de todos os 22 países considerados.

2.º) Os índices de casos confirmados e taxas de mortalidade por febre tifóide, gastro-enterites, etc., são também elevados, ocorrendo cerca de 40.000 casos de febre tifóide por ano nos 22 países, e resumindo-se para o Brasil, no seguinte (Rio de Janeiro e mais sete capital, 1956):

que se reconhece possível uma redução da ordem de 50% das doenças diarréicas, somente com adequados serviços de água, independentemente de di-

ferenças etiológicas e sociológicas. Daí, o cuidado que se deve emprestar ao aperfeiçoamento e ampliação dos sistemas de abastecimento de água, cujos benefícios atingem ainda, como se sabe, a outras grandes áreas de atividade.

Por outro lado, dirigindo a atenção para os informes relativos aos serviços de água nas Américas, verifica-se que eles ainda são escassos, oferecendo lugar a interpretações não muito seguras de todos os seus valores. Veja-se, não obstante, o que está nas Tabelas II e III.

TAXA DE MORTALIDADE

TABELA I

	Todas as idades	Menores de 1 ano	de 1 a 4 anos	por febre tifóide	por gastro enterite, etc.
Argentina	8,2	58,5	3,8	0,7	13,1
Bolívia	10,1	92,7	—	2,9 (1954)	21,7 (1954)
Brasil — (a)	11,9	100,3	11,7	1,6	157,1
Cuba	5,8	—	—	—	—
Canadá	8,2	31,7	1,5	0,1	5,6
Chile	12,7	109,1	10,4	2,3	85,7
Colômbia	13,3	103,8	20,3	4,3	120,9
Costa Rica	9,6	71,6	9,8	1,6	123,6
Rep. Dominicana ..	9,1	72,2	13,5	4,0	96,2
Estados Unidos ..	9,3	26,0	1,1	0,0	4,5
Equador	14,8	101,8	18,7	23,7	106,4
Guatemala	19,8	88,8	38,8	9,8	253,5
Honduras	10,2	58,4	16,8	4,9	35,6
México	12,1	71,0	24,0	12,0	184,5
Nicaragua	7,6	63,5	9,3	3,6	92,5
Paraguai	4,5	87,7	3,8	0,8	16,5
Perú	6,8	94,8	19,6	2,6	24,9
Panamá	9,3	55,7	10,2	0,3	55,3
Salvador	12,4	70,3	22,7	2,0	155,2
Uruguai	7,0	73,0	—	0,9	20,0
Venezuela	10,3	66,7	12,5	1,1	96,6
(a) DF e 7 Capitais	por 1000 hab. 1956	por 1000 hab. nascidos vivos 1956	por 1000 hab. de 1 a 4 anos 1956	por 100.000 hab. 1956	por 100.000 hab. 1956

Os dados referentes ao Brasil permitem dizer-se que cêrca de 30% da população atual do País vive em núcleos urbanos de mais de 2.000 habitantes, mas dêstes, apenas 55% (aproximadamente, 12 milhões) são abastecidos de água, nenhuma referência sendo feita sôbre a natureza e a qualidade do serviço prestado. Por sua vez, a população rural atinge a quase 70% do total, o que mostra a necessidade de cuidar-se das questões de saneamento pertinentes; reconhece-se todavia, que os maiores e

mais rápidos benefícios serão alcançados, se nos dedicarmos a resolver, inicialmente, o que concerne às comunidades urbanas, mediante um critério de prioridade pré-estabelecido. Análoga conclusão se pode aplicar a comunidades de todos os países da América Latina. A adequada solução dos seus problemas de abastecimento d'água tem requerido, entretanto, novos estudos, visando precisar as verdadeiras causas das atuais deficiências, reveladas pelos inquéritos e informes estatísticos diversos. Esta a

preocupação atual da OMS, que através seu órgão regional nas Américas, a Organização Panamericana de Saúde, vem patrocinando inúmeras reuniões de especialistas para debate dos aspectos técnicos da matéria, mas muito particularmente, das questões que dizem respeito à administração e ao financiamento dos serviços.

Sem falar nos cursos de alto nível já concluídos, realizou-se recentemente, em Montevidéu, um seminário dedicado ao exame das estruturas tarifárias (o preço da água fornecida ao consumidor deve ser fixado por tarifas, que é preço público, instituído e atualizado pelo poder executivo, por delegação do poder legislativo) e meios de financiamento e que trouxe apreciável subsídio a melhor compreensão e equacionamento destas questões básicas.

Seguem-se por exemplo, alguns dados relativos a serviços de água nas Américas:

a) Custo de Construção

Varia de acordo com os custos de material, equipamento e mão de obra, e também com o tipo de captação, tratamento, adução e rede distribuidora.

Vai de US\$ 10,00 per capita (Bolívia)

a US\$ 100,00 " " (Venezuela)

Valor muito comum: US\$ 40,00 per capita

Valor brasileiro médio: US\$ 20,00 per capita

TABELA II
POPULAÇÕES DE ZONAS URBANAS E RURAIS ESTIMADAS

(Em milhares)

PAÍSES	População Total	População urbana Total	População urbana sem abastecimento		População rural	
			N.º	%	TOTAL	% Pop. total
Brasil	62.725	22.492	10.198	45,3	40.233	64,1
México	32.348	14.678	6.628	45,2	17.670	54,6
Argentina	20.256	13.452	3.412	25,4	6.804	33,6
Colômbia	13.522	5.061	1.348	26,6	8.461	62,6
Perú	10.213	3.161	983	31,1	7.052	69,0
Chile	7.314	3.981	1.761	44,2	3.333	45,6
Venezuela	6.320	3.660	1.659	45,3	2.660	42,1
Equador	4.007	1.270	346	27,2	2.737	68,3
Guatemala	3.549	871	447	51,3	2.678	75,5
Haití	3.426	391	230	58,8	3.035	88,6
Bolívia	3.305	857	379	44,2	2.448	74,1
Rep. Dominicana ..	2.791	741	274	37,0	2.050	73,5
Uruguai	2.710	1.631	491	30,1	1.079	39,8
El Salvador	2.434	634	263	41,5	1.800	74,0
Honduras	1.822	321	200	62,3	1.501	82,4
Paraguai	1.672	459	312	68,0	1.213	72,5
Nicarágua	1.376	451	221	49,0	925	67,2
Costa Rica	1.072	300	4	1,3	772	72,0
Panamá	995	335	53	15,8	660	66,3
TOTAL	181.857	74.746	20.209	39,1	107.111	58,9

TABELA III
 PORCENTAGEM DE POPULAÇÕES ABASTECIDAS DE ÁGUA

PAÍSES	Cidades de 50.000 hab. (ou mais)			Cidades de 10.000 a 49.999 habitantes			Cidades de 2.000 a 9.999 habitantes		
	População estimada em 1/7/58	% de abastecimento		População estimada em 1/7/58	% de abastecimento		População estimada em 1/7/58	% de abastecimento	
		Na resid. ou na entrada	Só na entrada		Na resid. ou na entrada	Só na entrada		Na resid. ou na entrada	Só na entrada
BRASIL	12.259.000	75	15	4.973.000	39	20	5.260.000	21	10
BOLÍVIA	557.000	71	40	118.000	30	15	164.000	25	20
R. DOMINICANA	429.000	77	53	146.000	51	33	166.000	38	26
SALVADOR	289.000	79	58	164.000	64	45	181.000	22	10
PARAGUAI	240.000	58	48	51.300	0	0	168.000	4	0
COSTA RICA ...	135.000	98	33	92.000	100	36	73.000	99	37

b) Custo de operação e manutenção:

Vae de US\$ 0,18 hab./ano (Guatemala)
a US\$ 7.41 hab./ano (Venezuela)

Valor médio de US\$ 1.5 hab./ano.

c) Tarifas mínimas mensais:

Residencial:

Vae de US\$ 0,13 (Bogotá)
a US\$ 4,80 (Assunção)

Industrial:

Vae de US\$ 0,20 (Guatemala)
a US\$ 11,00 (Assunção)

d) Consumos mínimos mensais:

Residencial:

Vae de 8 m3 (Paramaribo)
a 45 m3 (Cali, Colômbia)

Valores frequentes: 10, 15 e 20 m3.

e) Arrecadação anual "per capita":

Vae de US\$ 0,17 (La Paz, Bolívia)

a US\$ 4,75 (Caracas, Venezuela)

De todos os serviços relacionados (36), em apenas 60% a arrecadação cobre os gastos de operação e manutenção, podendo-se dizer, genêricamente, que salvo raras exceções, atende a juros e amortização do capital invertido. Em cerca de 30% dos casos, tarifas à base de medidores, dão "deficit" financeiro e nestes casos o seu uso pouco vale. É inútil lembrar que, à base do preço do hidrômetro domiciliário de cerca de US\$ 15,00, ou sejam US\$ 3,00 per capita (em média), verifica-se que êle representa, no Brasil, 15% do custo total do serviço. Face à política econômica do país, a aplicação generalizada de hidrômetros deve ser criteriosa, observando-se sempre a experiência de outras cidades, pois em muitos casos, com apenas 20% de ligações com hidrômetros, consegue-se medir 80% de todo o volume distribuído.

f) Relação das tarifas mínimas mensais sobre o salário mínimo diário em algumas capitais:

	Sal. mínimo	Água *	Luz *	Telefone *
Quito	0,94	0,29	2,35	1,88
La Paz	1,00	1,00	0,64	4,00
Tegucigalpa	1,01	0,44	—	2,08
Bogotá	1,28	0,10	0,29	0,55
Assunção	1,30	2,46	—	1,35
Manágua	1,36	0,15	1,22	2,00
Guatemala	1,52	0,33	1,60	1,97
Kingston	1,54	0,41	0,53	1,45
Paramaribo	1,84	0,41	0,53	1,45
Santiago	1,96	0,05	0,13	2,24
Tobago	2,01	—	0,87	1,74
Panamá	2,40	0,75	—	1,56
San José	2,70	0,16	0,33	0,92
Caracas	4,50	0,67	0,28	2,00
Rio de Janeiro	1,28 **	0,063	0,25	1,20

(*) % das tarifas mínimas mensais para o salário mínimo diário.

(**) US\$ a Cr\$ 200,00.

Assim, por exemplo, um dia de salário mínimo paga:

Em Quito

100 dias de água
13 dias de luz
16 dias de telefone

Em Bogotá

300 dias de água
100 dias de luz
55 dias de telefone

Em Assunção

12 dias de água
22 dias de telefone

Em Santiago

600 dias de água
230 dias de luz
13 dias de telefone

No Rio de Janeiro

480 dias de água
120 dias de luz
25 dias de telefone

Apreciando estas e outras minuciosas informações sobre o estado atual dos serviços de abastecimento de água nas Américas, o Seminário concluiu sobre os três pontos considerados fundamentais, da seguinte forma:

1.º No Campo Financeiro e Tarifário

- a) O financiamento dos abastecimentos de água potável deve basear-se fundamentalmente nos recursos provenientes de suas **tarifas** e nas taxas ou tributos específicos aos prédios beneficiados.
- b) Para conseguir-se o **auto-financiamento** as tarifas deverão estabelecer-se de modo que junto às taxas ou tributos aplicados aos prédios beneficiados, cubram os gastos de operação e manutenção, os juros do capital invertido, a amortização, a depreciação e as extensões e ampliações das obras.

2.º No Campo Administrativo

É conveniente que em cada país exista um **organismo autônomo**, com personalidade jurídica, cuja função principal seja a do planejamento, estudo, projeto e supervisão técnica dos serviços de água potável e eventualmente a de construção e administração dos mesmos, devendo cada país fixar o âmbito de ação de tal organismo de acordo com suas próprias modalidades.

3.º No Campo Técnico (Pesquisa)

Com respeito aos aspectos técnicos, financeiros e administrativos dos serviços, considera-se a maior relevância os programas para investigação, quer provenientes de **fundos internos** ou **externos**, para os institutos técnicos e organizações universitárias especializadas, a fim de realizar **investigações** e o desenvolvimento de **normas** adequadas aos meios locais que permitam reduzir o custo das instalações de abastecimento de água.

Os que professam a Engenharia Sanitária têm hoje, em presença de conclusões como estas e de todas as suas implicações, aumentadas as suas responsabilidades, pois de seu trabalho depende exclusivamente, o indispensável aprimoramento técnico para se conseguirem melhores esquemas tarifários e financeiros, mais bem constituídos organismos autárquicos (quer municipais quer inter-municipais ou regionais), formulados através de apurado estudo de seus componentes legais e da crítica dos organismos congêneres já existentes no País; melhores e mais racionais padrões técnicos, em consonância com os nossos limitados recursos e experiência, conseguidos por meio de estímulo e incentivo à pesquisa e à investigação, não só nos estabelecimentos de ensino especializado, como em entidades privadas.

— // —

Das questões de ordem técnica que têm preocupado investigadores e profissionais de Engenharia Sanitária nestes últimos anos, selecionamos algumas de maior interesse:

I — CONTRÔLE DE QUANTIDADE

O aumento da disponibilidade de água é muito importante para grandes regiões do globo, inclusive

do Brasil, estando as atenções voltadas, no momento, para os seguintes problemas:

- a) Aproveitamento de água do mar pela dessalinização.
- b) Produção de chuva artificial (10 a 20% de aumento).
- c) Contrôles de evaporação por meio de filmes unimoleculares (redução da ordem de 15%), pela redução das cargas de sedimentos (controle de erosão) nos grandes reservatórios e pela transferência de água de superfície para o sub-solo (recarregamento do sub-solo com águas residuárias, tratadas ou não).

II — PROCESSOS DE TRATAMENTO

a) Decantação

Especial atenção se dispensa hoje a esta fase do tratamento de água pelo seu caráter verdadeiramente essencial. Os dispositivos de entrada e saída dos decantadores para reduzirem as causas perturbadoras do processo; as unidades de fundos múltiplos (em prateleiras), cujas bases de projetos repousam no fato de que a eficiência de remoção de partículas discretas em suspensão varia somente com a velocidade de sedimentação e com a taxa de escoamento superficial, e os equipamentos acessórios de metais não ferrosos, são alguns tópicos dignos de menção.

b) Filtração

A tendência de considerar o filtro rápido apenas como unidade polidora do efluente dos decantadores tem-se modificado, permitindo-se sobre ele taxas até 5 vezes maiores do que as usuais (120 m³/m²/dia); isto resulta, dos recursos da precloração, da lavagem superficial, do "air-scour", e por fim, das novas características do leito filtrante (areia-antracita sobre placas porosas), cuja medida dos acréscimos de resistência hidráulica à passagem de um volume unitário de água por unidade de área do filtro, tem-se proposto expressar pelo **índice de filtrabilidade**, entendendo-se por **filtrabilidade** a facilidade com que uma água atravessa o leito filtrante. Nas instalações de filtração rápida, a **automação** tem ganho terreno sempre que as condições locais o permitam, limitando-se nelas o trabalho manual, ao reabastecimento de produtos químicos e à limpeza, além da supervisão geral da estação.

III — CONTRÔLE DE QUALIDADE

- a) Atualização dos métodos padronizados de análise, resultante do emprego de novas substâncias químicas e nova aparelhagem científica.
- b) Resistência dos atuais processos de tratamento a vírus.

Com referência aos processos convencionais de tratamento de água, constitui-se uma nova preocupação a questão da resistência a eles oferecida por vírus, principalmente tendo em vista a epidemiologia da hepatite infecciosa e da poliomielite.

Sabe-se pelas primeiras investigações realizadas, que os vírus atravessam a floculação, a decantação e a filtração; o comportamento da cloração pelo menos para vírus Coxsackie (responsável entre

outras infecções, pela herpangina) "purificados" é o seguinte:

1.º) Sobrevivência depende do tempo de exposição, pH e temperatura.

2.º) Em geral parece ser necessário 7 a 46 vezes mais cloro residual para eliminações comparáveis de vírus Coxsackie e suspensões de células de *Escherichia coli*. As condições do vírus após passagem pelas unidades de tratamento são admitidas como semelhantes às do vírus "purificado". Desta forma, os resultados de inativação devem ser semelhantes, podendo-se concluir que é necessário residual bem mais elevado para eliminação de vírus "C" do que para células de *Escherichia coli*.

c) Resistência dos atuais processos de tratamento a radioisótopos.

Os mais importantes radioisótopos do ponto de vista dos serviços de água são o St-90, St-89, Cs-137, I-131 que podem provir de uma das seguintes fontes:

1.º) Precipitação (explosão de bombas).

2.º) Resíduos de instalações nucleares diversas.

3.º) Extração e processamento de minérios radioativos.

O St-90 e St-89, ambos beta-emissores com 25 anos e 53 dias de meia-vida física respectivamente, são relevantes pelos seus efeitos locais nos ossos; o Cs-137, beta e gama emissor, com 37 anos de meia-vida, pela sua distribuição uniforme pelos músculos e significado de seus efeitos genéticos e finalmente, o I-131, também beta e gama emissor e para o qual o órgão crítico é a tiróide, mas com importância reduzida, principalmente em virtude de sua baixa meia vida.

Trabalhos ultimamente realizados nos oferecem sucintamente, os seguintes resultados, relativamente à resistência dos diversos processos de tratamento:

A **coagulação** com sulfato de alumínio ou sais de ferro seria o meio pelo qual, na maioria das estações de tratamento, poder-se-ia tentar a descontaminação da água. Com uma turbidez de 100 e uma possível aplicação para os dosadores em uso, de 100 mg/l de coagulante, a remoção de produtos mistos de fissão pode variar-se entre 25 e 75%.

A adição de argila até o limite prático de 500 mg/l, a adição de alcalizante para levantar o pH ou a adição de maior quantidade de coagulantes poderia intensificar a remoção de radioisótopos, porém nunca além de 90% de remoção de produtos mistos de fissão. Considerando o nível de emergência, isto é, MPC, 10 dias, 9×10^{-2} $\mu\text{C}/\text{ml}$, a água bruta não poderia conter mais do que 1 $\mu\text{C}/\text{ml}$, para obter-se resultados satisfatórios com modificações dos processos normais de tratamento.

Estudos foram realizados em laboratórios com **filtros rápidos** em modelo reduzido, obedecendo-se a granulometria e a taxa de filtração usuais. Remoções da ordem de 90% foram obtidas para ytrio, scandio e zirconio-niobio, que se julgou em estado coloidal, procedendo-se a remoção por filtração verdadeira. Com outros radioisótopos, as remoções foram reduzidas. Em se tratando de uma estação com linha convencional de tratamento, a filtração, antecedida de coagulação, pode remover alguma contaminação radioativa, porém o mecanismo de remoção deve ser atribuído à filtração de flocos não sedimentados, que retinham os contaminadores.

De um modo geral se pode dizer que uma estação convencional de tratamento poderá assegurar um afluente dentro da MPC de 10 dias (emergência) quando se encontrar em boas condições de manutenção e operação e desde que o influente não exceda 1 $\mu\text{C}/\text{ml}$ de atividade. Em caso contrário, é preciso recorrer-se à adição de turbidez, dosagem em excesso de coagulantes, introdução de substâncias químicas especiais, introdução de ingredientes metálicos e a introdução de resinas de permuta iônica.

As medidas que se podem adotar em caso de destruição parcial das instalações do tratamento, se resumem praticamente no recurso aos descontaminadores individuais, constituídos de compactos leitos de contacto, a exemplo dos filtros domiciliários. As seguintes substâncias já se revelaram benéficas nestas unidades: materiais metálicos, como aço ou alumínio, vários tipos de argilas e kaolins, carvão (vegetal) ativado, sílica "gel" e as resinas de permuta iônica.

Além disso, pode-se recorrer com muita eficiência à evaporação ou destilação, devendo-se ressaltar que as **reservas domésticas** de água podem também mostrar-se de grande utilidade no período crítico de dez dias após explosões nucleares.

d) Evolução dos métodos de exame bacteriológico com o advento das membranas "milipore".

IV — MÉTODOS DE DIMENSIONAMENTO E MATERIAIS

No meio brasileiro têm despertado interesse relevante tôdas as questões relacionadas com o dimensionamento do sistema distribuidor, à vista de certas práticas generalizadas, inclusive no que tange às instalações domiciliárias indiretas, a fim de encontrar-se não só uma interpretação hidráulica mais precisa dos fatos, como uma solução mais econômica para os serviços.

Concomitantemente, preocupa os técnicos, a diversidade de materiais existentes no mercado para emprêgo nos serviços de água, muito particularmente os novos tubos de plásticos, de cimento-amianto, de ferro fundido e aço soldado e revestido, e as respectivas juntas especiais aplicadas em cada caso.