

# A evolução tecnológica do tratamento de água

Eng.º CARLOS ALFREDO RICHTER  
Prof. JOSÉ MARTINIANO DE AZEVEDO NETO

*Em 1880, na cidade fluminense de Campos, pela primeira vez no mundo foram instalados os primeiros filtros rápidos aplicados em abastecimento público. Evidentemente, o tempo passou e drásticas mudanças tecnológicas acabaram acontecendo. Apesar de os processos básicos permanecerem os mesmos, as exigências por uma água de melhor qualidade conduziram a um extremo aperfeiçoamento e a um maior conhecimento científico dos processos unitários, principalmente sobre coagulação, floculação, sedimentação, filtração e desinfecção.*

Comecemos por um fato por muitos desconhecido: em 1880, na cidade fluminense de Campos, foram instalados os primeiros filtros rápidos aplicados em abastecimento público, em todo o mundo. O emprego desses filtros havia sido proibido no seu país de origem. Daquela época para cá, até meados deste século, a evolução técnica da filtração foi relativamente lenta — basta compará-la com a invenção do automóvel, devida a Daimler, em 1876.

Três razões concorreram para explicar, em parte, a lentidão desse desenvolvimento: a ausência de universidades e institutos de pesquisas no processo, a falta de comparência de engenheiros de projeto e o fato de ter ficado todo o planejamento nas mãos exclusivas dos fabricantes de equipamentos.

O avanço dos conhecimentos de tratamento de água pode ser traçado em correlação com a evolução da própria literatura técnica do setor. Em 1914, especialistas do Serviço de Saúde Pública norte-americano, juntamente com engenheiros da AWWA (Associação Americana de Abastecimento de Água) elaboraram os *Standard Methods for Examination of Water and Sewage*, obra que constituiu a "regra do jogo" que faltava para tornar mais seguros e comparáveis os métodos de análise e de exame das águas. Esses standards (padrões) tiveram sucessivas edições à medida em que se aperfeiçoaram os conhecimentos. Em 1965, já com a participação valiosa da Water Pollution Control Federation, foi publicada a 12ª edição.

Em 1916, surgia a primeira edição de um livro elaborado por engenheiros consultores, o *Waterworks Handbook*, de Flinn, A.D., R.S. Weston e C.L. Bogert.

Em 1940, apareceu a edição inicial do livro clássico da AWWA: *Water Quality and Treatment*, atualmente na sua terceira edição. O sucesso alcançado por esse livro levou a AWWA a associar-se com a veterana ASCE (Sociedade Americana de Engenheiros Civis) para publicar uma obra específica sobre projetos: *Water Treatment Plant Design*.

Apesar desses esforços, sentia-se ainda a falta de um tratado, a ser es-

crito por um professor de grande talento, em condições de coordenar, desenvolver e sistematizar conceitos fundamentais e critérios básicos, com uma orientação científica segura, em substituição às regras empíricas que prevaleciam até então. Esse grande engenheiro e respeitado cientista foi o professor emérito de Harvard, que entre outros títulos possui o de grande amigo do Brasil. O seu livro *Water Supply and Wastewater Disposal*, editado em 1954, com a colaboração do Prof. John C. Geyer, tornou-se desde logo a obra básica do saneamento.

Além de toda a história evolutiva, faltava, todavia, algo essencial, que surgiu em 1971 por iniciativa da Organização Mundial da Saúde: as normas internacionais para a água potável. O importante trabalho foi realizado por um grupo de oito especialistas, entre os quais um ministro soviético e um sanitarista brasileiro.

No Brasil, o desenvolvimento da tecnologia de purificação de água seguiu um caminho curioso. Como em outros países, e durante muito tempo, o tratamento de água foi assunto cuidado exclusivamente por companhias que negociavam a venda de instalações completas. Essas empresas concebiam, projetavam, especificavam e orçavam todas as unidades de tratamento e seus equipamentos. Entre elas estavam a Ulem, a Reiser, a Paterson, a Infilco e a Permutit.

Porto Alegre contratou a primeira estação moderna de filtração rápida, em 1924. São Paulo inaugurou a sua instalação Reiser em 1929; em 1934 foi a vez de Campinas, que adotou uma estação da Infilco, e assim por diante. A estação inglesa de Manaus não chegou a ser posta em funcionamento, e o Rio de Janeiro não purificava água até 1955 (uma instalação adquirida desapareceu antes de ser montada).

Entre os primeiros projetistas de estações de tratamento estavam Saturnino de Brito Filho, Moacir Vieira Martins, da Byington, e Álvaro Cunha, grande especialista em qualidade da água.

Dois fatos ocorridos durante os anos da Segunda Guerra Mundial muito ajudaram o Brasil: a criação do Serviço Especial de Saúde Pública, tendo vindo dos Estados Unidos uma leva de engenheiros sanitaristas e professores de engenharia sanitária. Entre eles estavam Glen Wagner, Herman Baitly, Gordon Fair e muitos outros. Houve, ao mesmo tempo, a constituição de um programa para o treinamento de engenheiros brasileiros nos Estados Unidos, que seguiram cursos de pós-graduação em excelentes universidades. Dezenas de patriotas, depois de um ano, voltaram ao Brasil com novas idéias sobre saneamento.

Na edição de 1969 do seu livro sobre projetos, a AWWA, como editora, chegou a afirmar: "In the immediate future, drastic changes in design of water treatment plants are unlikely. New plants are expected to resemble those in present use". Mas o tempo passou e drásticas mudanças tecnológicas acabaram acontecendo.

Apesar de os processos básicos permanecerem essencialmente os mesmos, as exigências por uma água de melhor qualidade conduziram a um extremo aperfeiçoamento e a um maior conhecimento científico dos processos unitários, principalmente sobre a coagulação, floculação, sedimentação, filtração e desinfecção. Em desenvolvimento, e de grande interesse atual, acham-se os processos de adsorção e de flotação. A seguir alguns comentários sobre os principais tópicos.

## MISTURA RÁPIDA E COAGULAÇÃO

A mistura rápida é o processo físico de dispersar um aditivo químico em uma corrente líquida. Refere-se principalmente à adição de um coagulante. A coagulação é o processo de desestabilização de carga (predominantemente negativa) das partículas em suspensão coloidal, que provocam a cor e turbidez na água, para sua posterior remoção por sedimentação (ou por flotação) e filtração.

A otimização desse processo envolve conhecimentos sobre a estabilidade das partículas, sobre a química da coagulação e cinética das reações. São fundamentais os trabalhos de Riddick<sup>(1)</sup> sobre o potencial zeta e neutralização de cargas e da medição do tempo de formação dos flocos, assim como os trabalhos subsequentes de Letterman *et al*<sup>(2)</sup>, os quais sugerem um tempo de mistura muito curto e uma agitação de grande intensidade, como condições fundamentais para uma eficiente mistura rápida e perfeita coagulação.

Trabalhos mais recentes de Amirtharajah<sup>(3)</sup> permitem otimizar a intensidade da mistura, determinando os gradientes de velocidade mais adequados a esse processo.

Geralmente cumpre com essas condições o ressalto hidráulico nas cauletas Parshall, que foram introduzidas, com elevada eficiência, no Brasil por Azevedo Netto<sup>(4)</sup> na década de 40, com a dupla finalidade de medição da vazão afluente e mistura rápida.

Nos últimos anos, tem-se verificado o desenvolvimento de misturadores estáticos em linha. Esses aparelhos empregam chicanas inseridas na tubulação de água bruta, projetadas para promover intensa turbulência na água e, assim, um gradiente adequado à mistura rápida.

## FLOCULAÇÃO

Floculação é a fase de mistura que segue a dispersão, hidrólise e polimerização do coagulante na mistura rápida. É um período de agitação de menor intensidade do que na mistura rápida, durante o qual as partículas aglomeram-se em cachos, formando flocos, que podem ser removidos da água em processos subsequentes.

Os avanços mais recentes na floculação estão relacionados à otimização no binômio tempo de floculação e gradiente de velocidade.

As equações básicas para o cálculo do gradiente de velocidade em câmaras de floculação mecânica ou hidráulica e em canalizações foram desenvolvidas por Camp<sup>(5)</sup>. Hudson<sup>(6)</sup> propôs uma equação relacionado as principais variáveis envolvidas no processo de floculação: concentração em volume de flocos, gradiente de velocidade, e tempo de floculação. Uma análise mais refinada do modelo de floculação foi realizada simultaneamente por Harris *et al*<sup>(7)</sup>, admitindo uma distribuição por tamanho das partículas, e levando em conta o efeito da compartimentação em série do tanque de floculação no processo, obtendo a seguinte relação:

$$\frac{C_0}{C_n} = \left( 1 + KVG \frac{T}{n} \right)^n \quad (1)$$

na qual  $C_0$  e  $C_n$  são as concentrações de partículas respectivamente na água bruta e no efluente do  $n$ ésimo compartimento;  $V$  é a fração em volume de floco;  $G$  é o gradiente de velocidade;  $T$  é o tempo de floculação e  $n$  é o número de compartimentos.

Posteriormente, Argaman e Kaufman<sup>(8)</sup>, prosseguindo esse trabalho, acrescentam ao modelo anterior conceitos sobre a ação de forças que agem simultaneamente na formação e na quebra de flocos, e desenvolvem uma equação muito útil para a otimização do processo, e que, para um compartimento, é:

$$\frac{C}{C_1} = \frac{1 + K_A G T}{1 + K_B G^2 T} \quad (2)$$

na qual  $C_1$  é a concentração remanescente de partículas no efluente sedimentado e  $K_A$  e  $K_B$  são, respectivamente, os coeficientes de agregação e de quebra de flocos.

Essa equação é muito fácil de aplicar na otimização do processo, se conhecemos  $K_A$  e  $K_B$  de uma determinada água. Bratby<sup>(9)</sup> e Richter e Barros Moreira<sup>(10)</sup> obtêm com facilidade resultados bastante satisfatórios utilizando apenas os aparelhos simples que existem em qualquer estação de tratamento: a prova de jarros (*jar-test stirrer*) e o turbidímetro. A Tabela 1 compara alguns resultados obtidos por diversos pesquisadores.

No Brasil, Richter<sup>(12)</sup> estimulado por trabalhos preliminares realizados na Índia por Badrinath<sup>(11)</sup> desenvolveu, a partir da equação (1), modelo para a floculação em meio granular, de grande interesse para projetos de estações de tratamento para pequenas comunidades. Este tipo de floculador é, atualmente, objeto de novas pesquisas na Universidade de Carolina do Norte por Philip Singer e Christopher Schulz.

Também digno de nota por sua simplicidade e baixo custo é o floculador helicoidal aplicado pelo engenheiro Mário Carcedo (Argentina)<sup>(13)</sup> e utilizado com sucesso por Carlos Miranda<sup>(14)</sup> na República Dominicana.

## DECANTAÇÃO

O processo de sedimentação para remover partículas sólidas em suspensão é um dos mais comuns no tratamento de água. É baseado na ação de forças gravitacionais para separar partículas de peso específico maior que o da água. Tais partículas sedimentam em uma superfície ou zona de armazenamento. Partículas que não são removidas por sedimentação, seja por seu pequeno tamanho ou porque seu peso específico é muito próximo ao da água, devem ser removidas por filtração. A sedimentação de partículas floculentas é geralmente denominada decantação.

Pode-se dizer que os avanços mais recentes na sedimentação tiveram origem em 1904. De fato, nesse ano, Hazen<sup>(15)</sup> enuncia os princípios teóricos da sedimentação laminar na forma seguinte: "A ação do tanque de sedimentação depende de sua área e não de sua profundidade, uma subdivisão horizontal produziria uma superfície dupla para receber sedimentos, em lugar de uma só e duplicaria a quantidade de trabalho. Três subdivisões horizontais a triplicariam e assim por diante. Se o tanque pudesse ser cortado por uma série de bandejas horizontais, em um grande número de células de pouca profundidade o ganho em eficiência seria muito grande". E logo continuava: "O problema prático mais difícil de remover é o método de limpeza. Todo o aparelho deve poder ser limpo de forma fácil e barata. Esta operação deverá ser feita com maior freqüência, porquanto com a profundidade reduzida a um pequeno valor, a quantidade de água que passa por um espaço dado em um tempo dado, será proporcionalmente maior, e com ela a quantidade de iodios depositados".

Nos 60 anos que se seguiram, muito pouco foi realizado, até que, em 1967, Culp e colaboradores<sup>(17 e 18)</sup>, nos EUA resolvem o problema de limpeza e facilitam as primeiras aplicações práticas.

Em seguida, Yao<sup>(16)</sup> desenvolve as bases teóricas para o cálculo de sedimentadores laminares. A equação de Yao foi generalizada para decantadores horizontais convencionais ou para decantadores de elementos tubulares inclinados na norma brasileira para projetos de estações de tratamento, como segue:

$$\frac{Q}{A} = f V_s \quad \text{Onde:}$$

Q = vazão que passa pela unidade, em m<sup>3</sup>/s

A = área superficial útil da zona de decantação, em m

f = fatos de área, adimensional

V<sub>s</sub> = velocidade de sedimentação, em m/s

Em decantadores convencionais, o fator de área é igual à unidade. Em decantadores de elementos tubulares inclinados, o fator de área é determinado pela expressão:

Onde:

$$f = \frac{\text{sen } \theta (\text{sen } \theta + L \cos \theta)}{S}$$

θ = ângulo de inclinação dos elementos tubulares, em graus

L = l/d, maior ou igual a 12, adimensional

l = comprimento do elemento tubular ou da placa, em m

d = diâmetro interno do elemento tubular ou distância entre unidades sucessivas de placas paralelas, em m

S = fator de eficiência (1,0 para placas planas paralelas, 4/3 para tubos circulares e 11/8 para tubos quadrados), adimensional.

No Brasil, as idéias sobre sedimentação laminar desde cedo encontraram aplicação, graças ao entusiasmo e ao trabalho de divulgação do eng.º Edmund G. Wagner, na época consultor da USAID. O primeiro dispositivo de sedimentação tubular foi usado na estação de tratamento de água de Barra Mansa (Estado do Rio de Janeiro) e bandejas de madeira foram usadas na estação de tratamento de Itajaí (Estado de Santa Catarina) pelo eng.º Renato Giroux Pinheiro, no final da década de 60, em um primeiro e valioso trabalho para o Brasil. Seguiram-se outros projetos no início da década de 70: Araucária (no Estado do Paraná) e Botucatu (no Estado de São Paulo). Desde então, não somente no Brasil, mas em diversos países da América Latina, foram construídas diversas estações de tratamento com sedimentadores laminares, que são aceitos agora sem restrições em novas instalações e na ampliação de estações existentes, por seu baixo custo e elevadíssima eficiência, como demonstra a Fig. 1<sup>(19 e 20)</sup>.

## FILTRAÇÃO

A filtração é o processo final relacionado com a clarificação da água. A coagulação, floculação e sedimentação são processos auxiliares para a filtração. Esses processos tornaram-se tão eficientes, que eventualmente têm-se sugerido que a filtração não seria mais necessária. Porém, como os padrões de potabilidade estão se tornando cada vez mais exigentes e, por uma segurança adicional, a filtração é ainda, e será sempre, essencial.

Mudanças significativas no projeto, operação e controle dos filtros rápidos ocorreram nos últimos 15 a 20 anos como resultado de considerável número de experiências em filtros-piloto e em escala real. Entre aqueles que muito contribuíram para isso encontram-se Baylis, Camp, Hudson e Cleasby, nos EUA; Ives na Inglaterra; Mintz na Rússia; e Arboleda, Azevedo Netto e Di Bernardo na América Latina, limitando-nos à prática usual em nosso meio.

Tradicionalmente, os filtros rápidos eram projetados com um leito filtrante constituído de um único meio, a areia, usualmente com uma profundidade de 40 a 70 cm, operados a taxa constante de 120 a 180 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> x dia. A tendência atual é projetar filtros com meios duplos ou múltiplos, que permitam uma produção de água de melhor qualidade e em maior quantidade por unidade de área, ou seja a taxas de filtração mais elevadas e operados pelo sistema de velocidades variáveis de filtração ou taxas declinantes. Outra inovação que tem conduzido a excelentes resultados é a lavagem de um filtro com o efluente das outras unidades.

**Meio Filtrante** — Sabe-se de há muito que um filtro descendente constituído de um único meio é uma solução deficiente, porquanto a água a

ser filtrada encontra primeiro o meio filtrante mais fino na superfície (ou próximo dela). Os primeiros passos para remediar essa situação consistiram em especificar meios constituídos de areia de maior tamanho efetivo que os tradicionais 0,4-0,5 mm e mais uniformes, isto é, com menor coeficiente de uniformidade. Nos EUA e Brasil<sup>(21)</sup> utilizou-se em algumas instalações areia com tamanho efetivo entre 0,6 e 0,8 mm. Na Europa é comum filtros com areia entre 1,0 e 2,0 mm, porém com camadas bem mais profundas (1,50 a 2,00 m).

O passo seguinte, com a finalidade de aumentar a capacidade de armazenamento do leito filtrante em suas camadas superiores, mantendo um filtro mais fino no fundo como garantia para evitar o traspasse, foi empregar o antracito, com tamanho efetivo aproximadamente igual ao dobro do da areia. O antracito sendo de menor densidade, tende a permanecer sobre a camada de areia, após a lavagem em sentido ascendente. A disposição das camadas de antracito e areia sobrepostas com granulometrias diferentes, representa uma aproximação da filtração ideal, na qual a água deveria passar no leito filtrante através de grãos cada vez mais finos, no sentido da diminuição da porosidade. Mais recentes são os filtros de três camadas: carvão, areia e areia de granada. A teoria e a prática têm demonstrado a superioridade dos filtros de duas ou mais camadas sobre os filtros de camada simples.

**Taxas de Filtração** — Com o emprego de meios duplos de areia e antracito, pode-se adotar, com segurança, taxas de filtração de 240 a 360 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> x dia, sem necessidade, a não ser para a filtração direta, de experiências em filtro piloto. Atualmente existem instalações com até mais de 480 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup> x dia, sem significativa redução de qualidade<sup>(22)</sup>.

**Operação dos Filtros** — Durante a filtração, as partículas depositam-se no meio filtrante, removidas pela ação de uma série de fenômenos físicos e físico-químicos. À medida que aumenta o volume de depósitos, a velocidade intersticial aumenta pela diminuição da porosidade, com um correspondente aumento da perda de carga e das forças hidrodinâmicas de cisalhamento, arrastando, em consequência, uma certa quantidade de partículas para o interior do leito filtrante. Estas partículas podem ser retidas nas camadas mais profundas ou ser carreadas para o efluente.

Controlando-se a velocidade de filtração, de maneira que esta diminua com o aumento de depósitos no meio filtrante, isto é, com a diminuição da porosidade, o arrasto de sólidos para o efluente seria assim reduzido, produzindo um efluente de melhor qualidade. Isto, ao lado de uma maior produção, constitui-se na grande vantagem dos filtros a taxas declinantes<sup>(23 a 27)</sup>.

**Filtração Direta Ascendente e Descendente** — A filtração direta (ascendente ou descendente) é um processo que prescinde da sedimentação e, às vezes, da floculação. É imprescindível que, após a coagulação, o volume de sólidos resultante seja o mínimo possível e, assim, o processo restringe-se a águas em que a dosagem de coagulante (sulfato de alumínio) seja sempre menor do que 15 mg/l, preferencialmente da ordem de 5 mg/l (Hudson e Wagner<sup>(28)</sup>).

O custo de construção pode baixar até cerca de 50% do custo de uma instalação convencional<sup>(29)</sup>.

**Lavagem dos Filtros** — O uso de filtros de dupla ou de múltiplas camadas e altas taxas de filtração, resultando em uma mais profunda penetração de flocos no meio filtrante, traz a necessidade de uma lavagem mais eficiente.

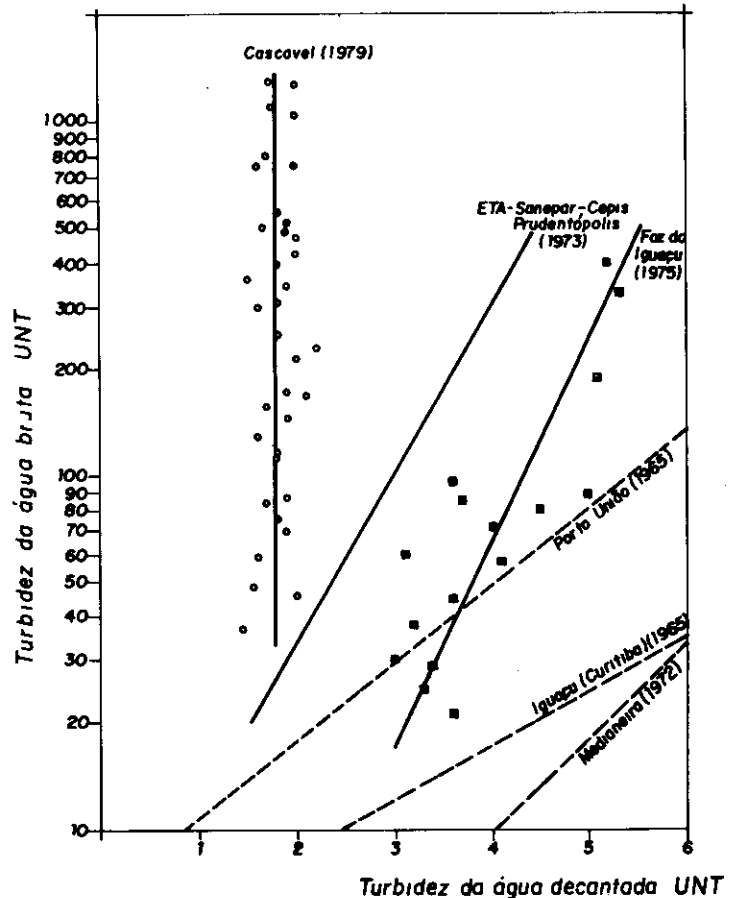
Cleasby<sup>(30)</sup> demonstrou que um sistema de lavagem auxiliar é sempre necessário, seja um sistema superficial de lavagem auxiliar a água ou por aplicação de ar ou ar e água desde o fundo. A lavagem a ar, seguida da lavagem a água a contracorrente tem mostrado ser o sistema mais eficiente. Na Europa esta prática é adotada há já bastante tempo.

## REFERÊNCIAS

- 1 — Riddick, T.M. *Control of Colloid Stability Through Zeta Potential*, Wymewood, Pa.: Livingstone Publishing Co., 1968.
- 2 — Letterman, R.D., Quon, J.D. and Gemmel, R.S. "Influence of Rapid-Mix Parameters on Flocculation", *J. AWWA*, 65, 1973.
- 3 — Amirtharajah, A. "The Theory and Practice of Rapid Mix" In *Memorias del Seminario Internacional sobre Tecnologia Simplificada para Potabilizacion del Agua*, Cali, Colombia, 1987.
- 4 — Azevedo Netto, J.M. Manual do Curso "Técnicas Avançadas de Tratamento de Água: experiência brasileira de projeto" — Cetesb, São Paulo, 1972.
- 5 — Camp, T.R. *Flocculation and Flocculation Basins*. Trans. ASCE, 120:1, 1955.
- 6 — Hudson, H.E. Jr. and Wolfner, J.P. "Design of Mixing and Flocculation Basins", *J. AWWA*, 59, 1967.
- 7 — Harris, H.S. Kaufman, W., and Krone, R.B., "Orthokinetic Flocculation in Water Purification" *J.SED.*, ASCE, Dec. 1966.
- 8 — Argaman, Y., and Kaufman, W. "Turbulence and Flocculation" *J. SED.* ASCE, April 1970.
- 9 — Braiby, J. *Coagulation and Flocculation with an emphasis on water and wastewater treatment*, Upland Press Ltd., England, 1980.
- 10 — Richter, C.A. e Moreira, R.B. "Floculadores de Pedras: Experiências em planta piloto" *Revista Engenharia*: n.º 435, São Paulo, 1982.
- 11 — Badrinath, S.D. "An Economical Upflow Clarification for Surface Waters with Low Turbidity", *Journal of Indian Water Works Association*, Set., 1977.
- 12 — Richter, C.A., "Fundamentos Teóricos da Floculação em Meio Granular". *Revista ENGENHARIA* n.º 429, São Paulo, 1981.
- 13 — Carcedo, M. *Floculador Hidráulico* Centro de Ingeniería Sanitaria, Rosario, Argentina.
- 14 — Miranda, C. Comunicação Pessoal: "Diseño de Plantas de Tratamiento en la Republica Dominicana", 1974.
- 15 — Hazen, A. *On Sedimentation*. Trans. ASCE, n.º 45, 1904.
- 16 — Yao, K.M. "Theoretical Study of High-rate Sedimentation" *J. Water Pollution Control Federation*, 42, Feb. 1970.
- 17 — Hansen, S. and Culp, G. "Applying Shallow Depth Sedimentation Theory" *J. AWWA*, 59, 1967.
- 18 — Culp, G. Hansen, S., and Richardson, S. "High-rate Sedimentation in Water Treatment Plants", *J. AWWA*, 60, 1968.
- 19 — Richter, C.A. — "Sistemas Simplificados de Floculação" in *Memorias del Seminario Internacional sobre Tecnologia Simplificada para Potabilizacion del Agua*, Cali, Colombia, 1987.
- 20 — Richter, C.A. e Schuchardt, W. — *Projeto Racional de Decantadores*, Sanepar, Brasil, 1988.
- 21 — Richter, C.A. — *Projeto de reforma dos filtros da estação de tratamento de Fortaleza (Ceará)*, CAGECE — Companhia de Água e Esgotos do Ceará, 1983.
- 22 — Robeck, G. — "Modern Concepts in Water Filtration" in *Simpósio sobre Novos Métodos de Tratamento de Água — CEPIS/OPS — Asunción, Paraguay, 1972.*

- 23 — Hudson, H.E., "Design Criteria for Rapid Sand Filters: Declining-rate Filtration" *Journal AWWA*, 51, 1959.
- 24 — Hudson, H.E., *Funcional Design of Rapid Sand Filters*, Proc. ASCE, SED, 89, 1963.
- 25 — Cleasby, J.L. Williamson, M.W., and Baumann, E.R., "Effect of Filtration Rate Changes on Quality", *Journal AWWA*, 55, 1968.
- 26 — Cleasby, J.L. "Filter Rate Control without Rate Controllers", *Journal AWWA*, 61, 1969.
- 27 — Arboleda, J. "Hydraulic Control Systems of Constant and Declining Flow Rate in Filtration", *J. AWWA*, feb. 1974.
- 28 — Wagner, E.G. and Hudson, H.E., 1981 — "Low-Dosage, High-Rate Direct Filtration", *J. AWWA*, 74, 1982.
- 29 — Arboleda, J. e Richter, C.A. — *Filtración ascendente y descendente — Aspectos operacionales y de proyecto — ACODAL*, 94:59, 1980.
- 30 — Cleasby, J.L. "Backwashing Developments" in *Memorias del Seminario Internacional sobre Tecnologia Simplificada para Potabilización del Agua*, Cali, Colombia, 1987.

**Figura 1**  
Turbidez da água decantada em decantadores de alta taxa (tubulares ou em placas planas paralelas) comparada à de decantadores convencionais.



# José Martiniano de Azevedo Neto



Faleceu em 25 de junho passado, aos 72 anos, o professor José Martiniano de Azevedo Neto. Natural de Mococa, era formado pela Escola Politécnica da USP; fez mestrado na Universidade de Harvard, EUA; doutor em Saúde Pública pela USP, professor *honoris causa* de duas universidades. Membro

Emérito do Instituto de Engenharia de São Paulo, foi fundador e ex-presidente da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental — Abes. Participou da fundação das escolas de engenharia de Mauá, SP, e Federal do Maranhão. Atualmente, era vice-presidente da Associação Brasileira de Ecologia e Prevenção à Poluição do Ar.

Há mais de 30 anos, participava do Corpo de Especialistas da Organização das Nações Unidas, da Organização Mundial de Saúde e da Organização dos Estados Americanos. Como consultor internacional, fez projetos de sistemas de águas e esgotos para dezenas de países. No Brasil, projetou mais de 200 estações de tratamento de águas e esgotos e, entre elas, a segunda maior do mundo, a ETA Guarau na Cantareira, em São Paulo. Também foi presidente da Emplasa — Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo S.A. e presidiu a comissão que implantaria a nova Capital do Estado Metropolitano da Grande São Paulo. Foi ainda presidente do Planidro, membro do Conselho de Administração da Sabesp, chefe e diretor do antigo DAE; consultor do Banco Mundial, do Banco Interamericano de Desenvolvimento e do Departamento de Estado dos EUA. Deixa diversos trabalhos (inclusive vários artigos na revista DAE) e nove livros publicados sobre sua especialidade.

## A VIDA SE PROLONGA

*Para todos os engenheiros brasileiros formados a partir de 1954, um nome é dos mais famosos: Professor Azevedo, autor do Manual de Hidráulica. Autor e livro se confundem pela forma amena e direta com que apresentam a matéria. Mas a obra de José Martiniano de Azevedo Neto não se resume àquele livro.*

*Formado em 1942 pela Escola Politécnica da USP, foi estudar nos EUA, na Universidade de Harvard, onde encontrou grandes mestres, entre os quais Fair e Parshall (o homem do canal medidor de vazões).*

*Voltando ao Brasil, em São Paulo, o professor dedica-se à antiga RAE — Repartição de Águas e Esgotos (depois DAE — Depto. de Águas e Esgotos), onde projeta várias obras de saneamento. Paralelamente, dedica-se à sua maior paixão: ensinar engenharia sanitária. Dá aulas no Mackenzie (onde nasce o Manual de Hidráulica), na Escola Politécnica e na Faculdade de Higiene e Saúde Pública, formando engenheiros sanitaristas para o Brasil e toda a América Latina.*

*A Revista DAE foi também um dos seus instrumentos de ensino, mantendo nela uma coluna permanente, além de publicar vários artigos.*

*Na vida empresarial, foi sócio das firmas de projeto Azevedo, Cunha & Associados e Planidro Engenheiros Consultores. São obras de sua autoria a ETA Guarau (São Paulo), ETA Guandu (Rio de Janeiro), ETA Campinas, ETA ABC e ETE da Penha.*

*O professor Azevedo foi presidente da Associação Interamericana de Engenharia Sanitária, consultor da Organização Mundial da Saúde e consultor permanente da Cetesb, onde ajudou a editar vários livros, todos sob sua orientação como escrever livros práticos e objetivos, armas para colaborar para tirar o País do atraso sanitário em que ainda hoje se encontra.*

*Quando hoje, amanhã e no futuro se consultar aquele Manual de Hidráulica, os seus livros sobre tratamento de água e os exemplares da Revista DAE, lá estará presente o mestre Azevedo. Talvez tenha razão o poeta: algumas pessoas não morrem, pois parte de sua vida (que são obras) segue viva, ensinando ainda por décadas a milhares de jovens colegas.*

**Manoel Henrique Botelho**

Divisão de Saneamento do Instituto de Engenharia



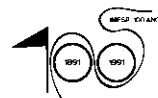
## REVISTA DO TRIBUNAL REGIONAL FEDERAL

**3ª REGIÃO**

JURISPRUDÊNCIA (ASSINATURA ANUAL  
COMPOSTA DE 4 EDIÇÕES)



IMPRESA OFICIAL DO ESTADO S.A. IMESP  
Rua da Mooca, 1.921 — 03103 São Paulo SP



Informações sobre assinaturas:  
Tel. (011) 264-2989