

Notas sobre a evolução da hidráulica no Brasil

Prof. José M. de Azevedo Netto

RESUMO

Obras hidráulicas incluem-se entre as primeiras realizações da Engenharia em nosso país, tendo alcançado, nas últimas décadas o reconhecimento internacional, pela sua importância e padrão técnico.

Inexistindo até o momento um apêndice específico sobre a sua evolução, o autor animou-se a divulgar as presentes notas.

Elas procuram apresentar, em sequência, aspectos importantes, não somente dos conhecimentos básicos, como também das suas aplicações, cobrindo desde a era colonial até a época atual.

São relacionadas as principais obras com as suas características essenciais.

Para se ter uma idéia mais completa dos fatores que mais contribuíram para a evolução dos conhecimentos e para o desenvolvimento dos empreendimentos hidráulicos no Brasil, é preciso considerar que:

- 1 — O Brasil é o país mais rico em recursos hídricos;
- 2 — O potencial hidrelétrico brasileiro, já conhecido, ultrapassa 230 milhões de kW;
- 3 — A grande população existente e as condições tropicais exercem elevada demanda de água;
- 4 — As principais indústrias brasileiras compreendendo grandes complexos siderúrgicos, fábricas de papel, usinas de açúcar e de álcool e muitas outras são grandes consumidoras de água;
- 5 — A existência de mais de uma centena de escolas de Engenharia e vários centros de pesquisas hidráulicas;
- 6 — Um significativo intercâmbio de estudantes, professores e profissionais com a Europa e com a América do Norte vem sendo mantido, destacando-se o profícuo relacionamento com Portugal, através do Lenec.

A evolução da hidráulica realizou-se em diversas fases, começando pelo período colonial, atravessando a época do Império, passando pelos primórdios das realizações hidrelétricas e pelas décadas do Saneamento; be-

neficiou-se com a introdução das pesquisas hidráulicas, até atingir a etapa de amadurecimento incentivada pelas grandes realizações da atualidade.

Em todas essas fases a Universidade brasileira sempre se fez presente, oferecendo valiosa contribuição, muitas vezes acrescida e valorizada pelos influxos advindos de destacados laboratórios europeus como o Lenec, o de Chatou, Grenoble etc.

Nos primeiros séculos do período colonial, enquanto Portugal dominava os mares e exercia a primazia sobre os conhecimentos marítimos, a Holanda se destacava na área das obras hidráulicas.

Tendo ocupado grande parte do território brasileiro, desde a Bahia até o Maranhão, os holandeses trouxeram para o Brasil o príncipe João Maurício de Nassau, juntamente com diversos técnicos em obras hidráulicas.

Em Recife, então capital da Holanda americana, foram executadas as primeiras obras hidráulicas, compreendendo drenagem, dessecamento de terras, construção de diques, execução de canais e ancoradouros.

Posteriormente a essa fase inicial deve-se reconhecer a atenção e os cuidados que os portugueses passaram a ter, enviando para a Colônia os melhores técnicos que possuíam, segundo a orientação estabelecida pela Carta Régia de 1694, que dizia: "Para os reparos e fortificações e o que mais for necessário, vai muito bom engenheiro (Gregório Gomes Henriques), e que também nos fará falta, mas para partes tão distantes vão sempre os engenheiros mais capazes, porque, se errarem, não têm quem os emenda."

Além da citada Carta Régia merece especial atenção o Regimento de Mineração, que passou a ter vigência no Brasil e que, pela primeira vez no mundo, dispunha sobre o controle da poluição. O seu texto compreendia: "Cada mineiro havia de deixar o seu cisco no seu próprio terreno, sem ir com ele incomodar o vizinho, e se o lançava numa corrente respondia pelos danos que pudessem resultar."

Em 1720 entrou em vigor outra lei, o Regimento das Águas, que estabele-

cia: "Ninguém se apropriará das águas duma corrente sem licença por escrito do guarda-menor, sendo nula esta licença, se quem a obtenha não possuir data que lavrar, nem escrivos com que trabalhar, pois que pessoas havia que assim se apossavam da água para depois vendê-la..."

Durante o longo período colonial as principais obras hidráulicas realizadas destinavam-se a suprir as cidades com água através de aquedutos e chafarizes públicos.

Merece especial menção a grandiosa obra realizada no Rio de Janeiro: Os Arcos da Carioca, aqueduto executado em 1750 pelo brig. José Fernandes Pinto Alpoim, constituído por uma belíssima ponte-canal em estilo romano, com quase 300 m de comprimento e 17,6 m de altura (ainda hoje essa obra é utilizada por uma linha de bonde).

Durante o Império, graças à visão de D. Pedro II, o Brasil avançou consideravelmente em todos os campos de atividade: foi o segundo país do mundo a estabelecer os serviços de correios, foi um dos primeiros países a realizar obras modernas de esgotos sanitários e a adotar o sistema métrico decimal. Além disso a nação incrementou extraordinariamente a produção naval, passando a possuir uma das maiores marinhas mercantes.

Com a entrada, no mercado, de tubos de ferro fundido, resistentes à pressão e fabricados na França, Inglaterra e Bélgica, iniciou-se a era da distribuição de água encanada, tendo sido implantadas redes no Rio de Janeiro, Santos, São Paulo, Recife, Campos, Campinas, Porto Alegre e outras cidades.

Foi nessa época que sobressaiu a figura impar de Saturnino de Brito, considerado com justiça o patrono da Engenharia Sanitária brasileira.

Saturnino de Brito exerceu profícua atividade, elaborando grande número de projetos, executando importantes obras e cuidando, até mesmo, da administração e operação de serviços. Com a sua capacidade e espírito inovador, desenvolveu uma tecnologia própria que chegou a ser elogiada por especialistas da França e da Inglaterra.

Ele deixou grande número de publicações, inclusive um notável livro editado na França sob o título "Tracé Sanitaire des Villes".

No princípio do século vieram à luz os livros de Hidráulica de Eulálio da Silva Oliveira, editado em 1903, e Hidrotécnica do prof. Lúcio dos Santos, publicado com grandes dificuldades pelo governo de Minas Gerais, em 1925. Essas duas obras retratam o nível dos conhecimentos e a orientação do ensino, naquela época.

Com o início e a rápida expansão do uso da energia elétrica e com as restrições que limitavam a transmissão, multiplicaram-se as concessões de produção hidrelétrica.

Foi esse o fator que levou o governo federal a estabelecer a regulamentação do uso das águas, através do Código das Águas e, como consequência, a criar o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica.

Com a experiência adquirida na gestão das águas públicas foi instituído o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas, reunindo os principais órgãos e entidades ligadas ao uso das águas.

Até o momento já foram concluídos os diagnósticos de 20 bacias hidrográficas, incluindo alguns planos de utilização integrada. Estão sendo mantidas em operação pelo DNAEE 1.419 estações fluviométricas e 1.720 pluviométricas, de um total, respectivamente, de 2.962 e 8.230 operadas em todo o território brasileiro.

No que se relaciona a aproveitamentos hídricos para fins potáveis, uma das obras mais notáveis da sua época foi a do Sistema Adutor do Rio Claro, para abastecimento da cidade de São Paulo, obra esta que compreendeu barragens, uma adutora de 86 km de extensão com túneis, sifões e tubulações de aço de 1,8 m de diâmetro, conduzindo água tratada até um reservatório terminal de 70 mil m³ de capacidade. A sua realização foi confiada ao notável engenheiro brasileiro Henrique de Novaes.

O progresso da Hidráulica teria sido muito maior, não fosse o fato de terem deixado a área muitos engenheiros de grande capacidade, como, por exemplo, Teodoro Ramos, Lino de Sá Pereira, Toledo Malta, Henrique de Novaes, Maurício Jopert, Flores e muitos outros.

Algumas áreas específicas da Hidráulica receberam, em São Paulo, o impulso competente de profissionais como Lysandro Pereira da Silva, que se dedicou aos melhoramentos do rio Tietê, de Paulo Sampaio Wilken, profundo conhecedor de águas pluviais e drenagem urbana, de Jesus Netto, especialista em tratamento de águas servidas e controle da poluição hídrica e muitos outros.

A partir de 1940 a Escola Politécnica de São Paulo exerceu importante papel renovador para a Hidráulica. O prof. Lucas Nogueira Garcez, responsável pela cátedra, planejou o desenvolvimento das atividades em três áreas interconjugadas, graças à sua liderança e grande habilidade na formação de uma equipe coesa de professores competentes. Essas áreas foram as seguintes:

I — Aperfeiçoamento progressivo dos conhecimentos teóricos da Hidráulica Geral;

II — Desenvolvimento da pesquisa Hidráulica, em laboratório instalado;

III — Atualização e expansão da área de Engenharia Sanitária e Obras Hidráulicas.

Para cada uma dessas áreas Garcez soube escolher e designar profissionais dedicados, muitos dos quais conquistaram títulos de especialização no Exterior.

Os conhecimentos sobre a Hidráulica Geral foram atualizados e aperfeiçoados e, para disseminá-los, surgiram novos livros como os do próprio prof. Garcez, de José M. de Azevedo Netto, de José Augusto Martins e o texto mais profundo de Carlito Flávio Pimenta.

Na Universidade Mackenzie o autor destas notas, então responsável pela Cadeira, conseguiu a vinda a São Paulo do ilustre prof. Hunter Rouse, diretor do Iowa Institute of Hydraulic Research para uma série de palestras e aulas que muito contribuíram para a reorganização do curso básico, consoante uma orientação mais avançada.

Tendo sentido a conveniência, senão a necessidade de incentivar, facilitar e difundir, tanto quanto possível, os conhecimentos hidráulicos, com vistas às suas aplicações, o autor, que havia se impressionado pelo sucesso alcançado pelo prof. Aderson Moreira da Rocha na divulgação prática dos conhecimentos de concreto armado, remodelou o seu Manual de Hidráulica no sentido de apresentar de maneira clara e mais simples os conhecimentos essenciais da matéria, sempre com o objetivo de difundir os mais amplamente. Esse manual passou a ter grande aceitação, tendo sido reeditado diversas vezes no Brasil e no Exterior.

Extraordinário resultado foi obtido com as pesquisas hidráulicas realizadas no Laboratório criado pela Escola Politécnica.

Iniciado o funcionamento desse laboratório dentro das dependências modestas da própria escola, sob a direção do eng. Carlito Flávio Pimenta, ele a princípio serviu apenas para finalidades didáticas, mas logo depois, a partir de 1952, começou a realizar pesquisas em modelos reduzidos. O primeiro trabalho completo foi realizado para o projeto da Usina Hidre-

létrica do Limoeiro, no Estado de São Paulo.

Posteriormente, com a sua crescente expansão foi criado o CTH-Centro Técnico de Hidráulica, na Cidade Universitária, que passou a ter uma participação decisiva na realização de ensaios para um grande número de barragens, rios e obras hidráulicas no Brasil e no Exterior.

Além do CTH, do laboratório do Departamento Nacional de Portos, Rios e Canais e do Laboratório Hidrotécnico Saturnino de Brito, estes dois sediados no Rio de Janeiro, foram sendo criados sucessivamente outros laboratórios e centros de pesquisa: o do Departamento Nacional de Obras Sanitárias em Recife, o do Instituto Militar de Engenharia, o Instituto de Pesquisas Hidráulicas em Porto Alegre e o Laboratório de Hidráulica do Centro Politécnico em Curitiba (*).

No que se relaciona à área da Engenharia Sanitária, os resultados obtidos nas últimas décadas ultrapassaram qualquer expectativa. Com a conjugação de esforços da Escola Politécnica e da Faculdade de Higiene e Saúde Pública, ambas da Universidade de São Paulo, o Brasil foi o segundo país no mundo a criar curso de pós-graduação em Engenharia Sanitária, tendo recebido, a partir de 1948, estudantes de muitos países.

Modelado segundo orientação do prof. Gordon Fair, esse curso promoveu a criação de novas cátedras universitárias, inclusive a de Tratamento de Águas de Abastecimento e Residuais, que foi ocupado pelo autor destas notas.

Outra contribuição da chamada "Escola Garcez", que merece menção, foram os estudos de Hidráulica das Águas Subterrâneas, conduzidos pelo prof. Eduardo R. Yassuda. Dois livros foram publicados sobre a matéria: "Poços Profundos" e a tradução do excelente manual "Água Subterrânea e Poços Tubulares", de Gerald F. Brigs e A. G. Fieldler.

Seria impraticável relacionar todos os resultados e benefícios obtidos a partir desse "movimento" renovador, nos últimos anos. Perdoem-me, pois, aqueles que tendo contribuído para o nosso progresso, não puderam ser mencionados.

Além disso devemos reconhecer que todos os esforços iniciais multiplicaram-se com o decorrer dos anos e com a adesão e incorporação de novos valores profissionais, que constituem hoje uma excelente equipe multidisciplinar de especialistas com apreciável experiência.

A partir dos anos 50 os engenheiros hidráulicos brasileiros passaram a

(*) Obs.: Estão excluídos os laboratórios didáticos.

se dedicar ao desenvolvimento tecnológico dos grandes empreendimentos hidrelétricos. Tudo começou com os projetos de usinas não muito grandes, como a de Limoeiro (já mencionada), além de outras instalações no rio Pardo.

Esquemas maiores contaram com a assessoria de consultoras do Exterior, como a Edison, de Milão e a Internacional, de São Francisco.

Criada a Comissão Interestadual da Bacia do Paraná-Uruguai, que contou com a orientação do prof. Paulo Mendes da Rocha, começaram a ser considerados projetos de grande envergadura, inclusive os grandiosos aproveitamentos do Paraná.

A Engenharia brasileira começou a viver um novo período, caracterizado

por projetos de grande vulto e por obras concebidas e construídas inteiramente por empresas nacionais.

Com as extraordinárias realizações da Ilha Solteira (3.200 MW), Jupiá (1.400 MW), Itaipu (12.600 MW), Tucuruí (4 mil MW), e muitas outras, os especialistas brasileiros conquistaram uma posição ímpar no cenário mundial, passando a participar de grandes empreendimentos no Exterior e até mesmo na Ásia.

Como reflexo desse progresso, que acaba de ser exposto, surgiram e se desenvolveram grandes empresas de Consultoria, cada uma reunindo centenas de profissionais.

Na opinião deste expositor o que ainda nos falta e está merecendo maior consideração é maior relaciona-

mento e intercâmbio entre os consultores luso-brasileiros, objetivando um estreitamento cada vez mais intenso e firme entre os profissionais dos nossos países, que comungam idéias e aspirações comuns.

QUADROS ANEXOS

- Quadro 1: Regiões Hidrográficas Brasileiras;
- Quadro 2: Grandes Reservatórios no Brasil;
- Quadro 3: Principais Sistemas Adutores;
- Quadro 4: Sistemas de Abastecimento de Água;
- Quadro 5: Portos Brasileiros;
- Quadro 6: As Maiores Empresas Brasileiras de Consultoria.

Quadro 1 — Regiões hidrográficas brasileiras

Região	Denominação	Área km ²	Produção m ³ /s
1	Amazonas	6.112.000	134.500
2	Tocantins	757.000	11.300
3	Atlântico N-NE	1.029.000	9.130
4	São Francisco	634.000	3.040
5	Atlântico Leste	545.000	4.380
6	Paraná	1.245.000	12.540
7	Uruguai	178.000	4.040
8	Atlântico SE	224.000	4.570

Quadro 2 — Grandes reservatórios no Brasil

Reservatório	Rio	Capacidade (10 ⁶ m ³)	Ano (Início)
Tucuruí	Tocantins	45.300	1976
Sobradinho	São Francisco	34.200	1973
Volta Grande	Grande	23.000	1970
Furnas	Grande	22.950	1958
Ilha Solteira	Paraná	21.200	1969
Três Marias	São Francisco	19.180	1957
Itumbiara	Paranaíba	17.000	1974
Barra do Peixe	Araguaia	13.400	1974
Balbina	Uatumã	12.830	1981
São Simão	Paranaíba	12.500	1969

Quadro 3 — Principais sistemas adutores

Sistemas	Cidades	Vazão (Capacidade) m ³ /s	Início do Funcionamento
Guandu	Rio de Janeiro	40,0	1955
Guaraú	São Paulo	33,0	1973
Guarapiranga	São Paulo	10,5	1929
Rio das Velhas	Belo Horizonte	9,0	1963
Rio Descoberto	Brasília (DF)	6,0	1973
São Gonçalo	Rio Grande	6,0	1984
Ribeirão das Lages	Rio de Janeiro	5,1	1940
Guamá	Belém	5,1	1984

Quadro 4 — Sistemas de abastecimento de água

Capitais	População Urbana (12/1983)	Vazão Produzida m ³ /s
São Paulo	7.810.000	25,6
Rio de Janeiro	5.322.000	39,5
Belo Horizonte	1.953.000	6,0
Salvador	1.945.000	5,8
Recife	1.519.000	4,5
Fortaleza	1.395.000	1,9
Distrito Federal	1.356.000	4,8
Porto Alegre	1.250.000	4,7
Curitiba	1.195.000	2,8
Belém	1.013.000	3,5

Quadro 5 — Portos brasileiros (Estabelecidos até 1921)

Portos	Início de Exploração	Extensão de Cais (m)
Santos	1892	7.800 (1)
Manaus	1803	1.700 (2)
Belém	1909	2.000
Rio de Janeiro	1910	6.900
Salvador	1913	1.500
Rio Grande	1915	2.400
Recife	1918	3.000
Porto Alegre	1921	6.600

- (1) — Em 1970.
(2) — Porto flutuante.

Quadro 6 — As maiores empresas brasileiras de consultoria (*)

Empresas	Sede	Pessoal de Nível Universitário
CNEC S.A.	São Paulo	472
Promon Engenharia	São Paulo	930
Engevix S.A.	Rio de Janeiro	555
Geotécnica	Rio de Janeiro	200
Natron	Rio de Janeiro	526
Internacional E.	Rio de Janeiro	620
Themag	São Paulo	650
Tecnosolo	Rio de Janeiro	352
Sondotécnica	Rio de Janeiro	230

- (*) — Em ordem pelo valor do faturamento em 1984, faltando a empresa Hidroserviço, de São Paulo (dados apresentados na Revista O Empreiteiro, Ano 22, n.º 212, julho/1985).

Referências

- AZEVEDO NETTO, José M., *Cronologia dos Serviços de Esgotos*, Revista DAE, vol. 20, n.º 33 (abril, 1959).
- AZEVEDO NETTO, José M., *Cronologia do Abastecimento de Água*, Revista DAE, vol. 33, n.º 137 (junho, 1984).
- CONSTRUÇÃO PESADA (Revista), ano II, n.º 135 (abril, 1982).
- LOSCHIAVO DOS SANTOS, Maria Cecília, "Escola Politécnica 1894-1984", Universidade de São Paulo (1985).
- SILVA TELLES, Pedro C., *História da Engenharia no Brasil*. Edit. Livros Técnicos e Científicos, Rio de Janeiro (1984).
- SOCIEDADE DOS ENGENHEIROS E ARQUITETOS do Estado do Rio de Janeiro, Edição Comemorativa da Revista *Seaerj* aos 50 anos, Rio de Janeiro.
- SOUTHEY, Robert, *História do Brasil*, Editora Obelisco, São Paulo, (1965).

Cronologia dos Empreendimentos Hidráulicos Importantes no Brasil

- 1618 — O rei Felipe III promulgou o Regimento de Mineração, primeira lei contra a poluição das águas.
- 1636 — Vinda ao Brasil do príncipe João Maurício de Nassau, para governar o Brasil holandês. Nos anos 1637 a 1644 foram realizadas as primeiras obras hidráulicas, incluindo drenagem, diques, canais e embarcadouros.
- 1694 — Carta Régia estabelecendo a vinda para o Brasil dos engenheiros portugueses mais capacitados.
- 1720 — Entra em vigor o Regimento das Águas que estabelecia condições para a captação de água.
- 1723 — Primeira condução de água, do rio Carioca até o centro da cidade do Rio de Janeiro, projeto desenvolvido pelo eng. militar Félix Azevedo Carneiro e Cunha.
- 1732 — Execução de canais nos arredores do Rio de Janeiro, pelo padre Pero Fernandes, que estudou a arte na Holanda.
- 1735 — Construção do aqueduto sobre arcos (Ponte-canal) no Rio de Janeiro, projeto do brig. José Fernandes Pinto Alpoim (a maior obra construída no período colonial).
- 1763 — Início da construção naval, no Rio de Janeiro, pelo Arsenal da Marinha.
- 1810 — Fundada a Real Academia Militar, por D. João VI, precursora da Escola Politécnica do Rio de Janeiro.
- 1810 — Editado em Paris o livro "Architecture Hydraulique" de Bernard F. de Belidor, primeira obra de Hidráulica, adotada no Brasil.

1857 — A cidade de São Paulo contratou o Sr. Achilles Martin d'Estadens para executar as primeiras obras de adução de água.

1857 — O Rio de Janeiro tornou-se a 5.ª cidade do mundo a iniciar a execução de sistema moderno de esgotos sanitários, compreendendo redes coletoras e instalações de tratamento.

1861 — Fabricadas no Brasil as primeiras bombas de água.

1861 — Conclusão dos canais de Macaé, RJ.

1861 — Contratada a Cia. Hidráulica Porto Alegrense para explorar os serviços de água encanada em Porto Alegre.

1863 — Criada a companhia "The City of Rio de Janeiro Improvements Co.", concessionária dos serviços de esgotos sanitários da cidade. A concessão foi mantida até 1947.

1869 — Contratado o grande engenheiro norte-americano Estevan Antonio Fuertes para elaborar o plano de esgotos da cidade de Santos. Esse plano foi posteriormente completado pelo renomado engenheiro Rudolph Hering, autor do projeto do sistema de água de Santos.

1870 — Feitos os primeiros estudos para aproveitamento de mananciais distantes do Rio de Janeiro, pelo eng. Antonio Rebouças.

1870 — Iniciadas as obras do sistema de abastecimento de água de Santos.

1870 — Firmado contrato de melhoria da navegabilidade do rio Parnaíba, sob a direção do eng. norte-americano Edward Bournet, fundador da cidade de Nova Iorque, Maranhão.

1871 — Iniciado o serviço de abastecimento de água de Recife.

1871 — Construção do Sistema de Esgotos de Recife, pela companhia "Recife Drainage Co."

1875 — Criada a Escola de Minas de Ouro Preto.

1876 — Contratada a execução da rede pública de distribuição de água do Rio de Janeiro, com o eng. Antonio Gabrielle.

1877 — Executada a primeira grande adutora de ferro fundido, com 800 mm de diâmetro e 57,6 km de extensão, para abastecimento do Rio de Janeiro.

1877 — Constituída a Cia. Cantareira de Águas e Esgotos, em São Paulo.

1879 — Construída, por uma companhia inglesa, a adutora da Cantareira, com 14,5 km, em São Paulo.

1879 — O engenheiro norte-americano William Milnor Roberts foi encarregado pelo governo brasileiro de realizar estudos e desenvolver projetos de Portos e Sistemas de Água Potável para diversas cidades.

1880 — Instalados na cidade de Campos os primeiros filtros rápidos para purificação de água em sistemas públicos, pela companhia Pulsometer.

1880 — Inaugurado por D. Pedro II o grande reservatório de distribuição de água potável, denominado Pedregulho, no Rio de Janeiro, com capacidade de 74 milhões de l.

1883 — Início da construção da rede de esgotos de São Paulo.

1883 — Executada a primeira instalação hidrelétrica em Diamantina, Minas Gerais.

1884 — Iniciadas as obras do primeiro grande açude brasileiro, em Cedro, Quixadá, Ceará, com capacidade para acumular 50 milhões de m³.

1887 — Contratada a construção do Sistema de Abastecimento de Água de Campinas.

1888 — Iniciada a construção do cais de Santos, pela empresa "Melhoramentos do Porto de Santos".

1889 — Inaugurada a Usina Hidrelétrica de Juiz de Fora, primeira instalação de utilidade pública, do gênero, na América Latina.

1892 — Ampliação e melhoramento do porto marítimo de Santos.

1893 — Fundação da Escola Politécnica de São Paulo.

1895 — Ampliação do sistema adutor da Cantareira, em São Paulo.

1899 — A The São Paulo Railway, Light and Power Co. obtém a sua carta-patente de incorporação, concedida pela Rainha Vitória. Nesse mesmo ano chegou ao Brasil o engenheiro hidráulico norte-americano Hugh L. Cooper para estudar as fontes de força aproveitáveis.

1901 — Inaugurada a Usina Hidrelétrica de Parnaíba, no rio Tietê, projeto do eng. Hugh L. Cooper, (hidráulico norte-americano).

1903 — Publicado o primeiro livro de Hidráulica no Brasil, por J. Eulálio da Silva Oliveira.

1905 — Contratado o eng. Francisco Rodrigues Saturnino de Brito, pelo governo do Estado de São Paulo, para cuidar da drenagem e esgotamento

sanitário de Santos. As suas obras foram iniciadas em 1907.

1906 — Construção da importante barragem Edgard de Souza, no rio Tietê, São Paulo.

1908 — Criada a Inspetoria contra os efeitos das secas, órgão precursor do DNOCS-Departamento Nacional de Obras Contra as Secas.

1911 — Realizados os primeiros estudos sobre a poluição do rio Tietê.

1913 — Foi elaborado o projeto da Adutora de Cotia, com capacidade para produzir 80 mil m³/dia.

1920 — Invenção brasileira dos tubos de ferro fundido centrifugado, em São Paulo, por De Lavand e Arens (Patente Internacional).

1920 — Elaborado o projeto da Estação de Tratamento de Água Moinhos de Vento, em Porto Alegre, primeira instalação brasileira com filtros rápidos de gravidade, pela empresa Ulen Contracting Corp., de Chicago.

1925 — O engenheiro hidráulico Henrique de Novaes elaborou o projeto do Sistema Adutor do Rio Claro, para reforço do abastecimento de água de São Paulo, com capacidade final de 3,5 m³/s. Esse projeto, elogiado em Paris, compreendia barragens, adutora com 86 km, túneis e tubulações de 1,8 m de diâmetro, de aço.

1926 — Inauguração da primeira etapa da importante Usina Hidrelétrica de Cubatão (que propiciou a industrialização de São Paulo).

1927 — Projeto do canal do rio Pinheiros, em São Paulo, com capacidade para 300 m³/s.

1931 — Henrique de Novaes propôs o aproveitamento do ribeirão das Lages para abastecer a cidade do Rio de Janeiro, com 5,1 m³/s no final do plano.

1932 — Entra em funcionamento a barragem Pedro Beicht, regularizando as descargas do rio Cotia, São Paulo.

1933 — Engenheiros da São Paulo Light & Power participaram com brilhantismo do Simpósio sobre Golpes de Ariete, realizado em Chicago.

1934 — O Código de Águas do Brasil foi decretado pelo governo federal. Em decorrência foi criado o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica.

1940 — Desenvolvimento do ensino da Hidráulica Moderna pelo prof. Lucas Nogueira Garcez, na Escola Politécnica de São Paulo.

1940 — Primeira legislação brasileira sobre a poluição das águas proposta em São Paulo.

1945 — Transformada a Inspetoria Federal de Obras Contra as Secas no Departamento Nacional de Obras Contra as Secas.

1946 — Criado o Laboratório Hidrotécnico Saturnino de Brito, no Rio de Janeiro.

1946 — Organização do primeiro curso de Engenharia Sanitária, mediante a colaboração da Faculdade de Higiene e Saúde Pública e Escola Politécnica (o Brasil foi o 2.º país do mundo a oferecer curso desse gênero).

1947 — Início do funcionamento do Laboratório de Hidráulica da Escola Politécnica de São Paulo, sob a direção do eng. C. Flávio Pimenta.

1947 — Introduzido no Brasil o método de Hardy Cross para cálculo das redes malhadas, (por Lucas N. Garcez e José M. de Azevedo Netto).

1950 — Estudo e projeto do Sistema Adutor do Guandu, Rio de Janeiro, com capacidade de 1.200 mil m³/dia, a ser executado por etapas. A primeira etapa foi concluída em 1955 e incluía uma das maiores estações de tratamento de água do mundo. Atualmente a capacidade desse sistema foi ampliada para 40 m³/s.

1951 — Criado o Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo.

1953 — Criação da Comissão Interstadual da bacia Paraná-Uruguaí, visando ao estudo do aproveitamento integral de toda a parte brasileira da bacia do rio da Prata.

1954 — Iniciada a construção do Laboratório de Hidráulica na Cidade Universitária da USP.

1955 — Inauguração da Usina Hidrelétrica de Paulo Afonso.

1956 — Feito o primeiro estudo brasileiro para lançamento submarino dos esgotos de Santos e São Vicente, pelos engs. José M. de Azevedo Netto e Haroldo Jezler.

1957 — Vinda ao Brasil, para a Universidade Mackenzie, do prof. Hunter Rouse.

1959 — Desenvolvimento do plano de Adução de Águas do Guandu, no Rio de Janeiro, com capacidade para produzir 28m³/s (trabalho feito com a participação do Escritório Técnico Álvaro Cunha e Azevedo Netto).

1960 — Estudo e projeto básico da Estação Elevatória Subterrânea do La-

meirão, Rio de Janeiro, do Sistema Adutor Guandu, uma das maiores instalações do gênero, executada em caverna, medindo 15 m x 84 m x 25 m, com vários grupos motobombas de 9 mil cv (Projeto básico do eng. José M. de Azevedo Netto).

1960 — Início da fase de grandes realizações para aproveitamentos hidrelétricos.

1961 — Criação da Eletrobrás, como empresa **holding** das concessionárias estatais.

1965 — Criado o Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica no Ministério das Minas e Energia.

1968 — Instituído o Planasa — Plano Nacional de Saneamento, cujos investimentos ultrapassaram US\$ 4 bilhões

1969 — Projeto do emissário submarino de esgotos de Ipanema, Rio de Janeiro, com 2,4 m de diâmetro e 4.325 m de extensão, para conduzir até 12 m³/s. Entrou em funcionamento em 1975.

1970 — Obras de ampliação da praia de Copacabana, Rio de Janeiro, com a colaboração do Lenec, de Lisboa.

1970 — O Laboratório de Hidráulica e seu Serviço de Pesquisas Hidráulicas, que funcionava em São Paulo, foi transformado no CTH — Centro Técnico de Hidráulica mediante convênio entre a Escola Politécnica e o Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado.

1970 — Introdução e desenvolvimento das técnicas avançadas de tratamento de água, Sudene, Recife.

1973 — Criação da Sema — Secretaria Especial do Meio Ambiente, junto ao Ministério do Interior, para atuar nos campos de pesquisa, planejamento, coordenação e assessoramento, com vistas à preservação da qualidade dos recursos naturais.

1976 — Aprovação do grande Plano Diretor de Esgotos de São Paulo metropolitana, incluindo a Estação de Tratamento de Esgotos de Barueri, com capacidade para depurar 63 m³/s.

1978 — Instituído o Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas, no Ministério das Minas e Energia.

1983 — Conclusão do plano básico de transposição de até 300m³/s de águas do rio São Francisco para a região semi-árida do Nordeste, a ser executado por etapas (os objetivos são múltiplos).