

# Crônica da Cloração de Águas e Esgotos (\*)

**JOSE CAPOCCHI**

Diretor da Divisão de Tratamento  
(de Águas e Esgotos) do DAE e  
Assistente do Dep. de Química da  
Faculdade de Higiene.

## I. PRIMÓRDIOS. PERÍODO "PRÉ-BACTERIOLÓGICO" (1774-18..)

- 1774 — **Descoberta do cloro por Scheele, químico sueco. Acreditam, tanto Scheele como Lavoisier e Berthollet, tratar-se de um ácido murlático oxigenado.**
- 1792 — Fazendo agir cloro sobre solução de hidróxido de potássio, Percy prepara pela primeira vez a água de Javelle (localidade próxima de Paris), que se tornou reputado alvejante, desodorizante e desinfetante. Chamou-se, em seguida, Licôr (ou Água) de Labarraque, à mistura semelhante, de cloreto e hipoclorito de sódio.
- 1799 — Charles Tennant instala em St. Rollox (Glasgow — Inglaterra) uma "indústria" de **cloro de cal**, vendido no ano de 1800 a **shillings** por quilo, isto é, um preço bastante alto, para a época!
- Século XIX — Durante um certo período deste século, pelo menos 15 patentes são registradas, no campo do tratamento de água e de esgotos, "por ação voltaica, magnética, correntes elétricas ou adição de produtos químicos". Muito embora utilizando-se da eletricidade, várias dessas patentes, de certa forma, não passaram de uma "cloração".
- 1800 — Na França e na Inglaterra, Morveau e Cruikshank, respectivamente, teriam experimentado pela primeira vez o cloro como "desinfetante"...O hipoclorito de cálcio (o chamado **cloro de cal**) passa então a ser conhecido, além de alvejante, como "desinfetante"; especialmente, porém, como desodorizante.
- 1810 — "Sir" Humphrey Davy prova que o gás descoberto por Scheele é um elemento, ao qual dá o nome de cloro=esverdeado.
- 1835 — Antes do conhecimento da possibilidade de veiculação hídrica de germes, o médico escocês-americano, Dr. Roberto Dunglison, registra em seu livro "Human Health", publicado em Philadelphia, o fato de já ter sido proposta "a adição de cloro ou de um dos cloretos (seria o de "cal"?) à água", para melhorar sua qualidade. Não menciona o nome do proponente (ou dos proponentes).
- 1839 — Theodor Schwann (Berlim), que pode ser considerado o fundador da escola dos "antissépticos", escreve: "A fermentação é paralisada por qualquer influência capaz de matar os fungos, especialmente pelo aquecimento, pelo arseniato de potássio etc..."
- 1845 — Em Viena, Semmelweiss, utilizando-se do cloro como sanificante, vence a febre puerperal, tida como endêmica.

(\*) Não se trata da fixação definitiva dos fatos, nas datas apontadas, nem do estabelecimento de prioridades, quicá discutíveis, se forem descobertos novos fatos históricos. Apresentamos, apenas, um despretenso quadro cronológico dos acontecimentos que reputamos importantes para a história da cloração. O Autor (r. Riachuelo, 115 - 8.º andar) agradecerá qualquer sugestão para o aperfeiçoamento desta "CRÔNICA", especialmente quando relativa a ocorrências brasileiras.

- 1849 — O dr. Snow emite parecer formal, afirmando que a epidemia de cólera, que então grassava em Londres, seria propagada pela água distribuída, poluída pelas pessoas afetadas por aquela doença.
- 1850 — Informa Race ("Chlorination of Water") que, embora não existissem idéias claras a respeito da destruição de micro-organismos, desde a metade do século XIX teriam sido tratados poços por meio de cloreto de cal ("bleach"). Não seria possível, segundo êle, determinar-se precisamente a primeira ocasião em que teriam sido empregados cloro-compostos para desinfecção de água.
- 1854 — Uma "English Royal Commission" institui a desodorização do esgoto de Londres por meio de cloreto de cal.
- 1859 — Watt inventa a preparação eletrolítica de hipocloritos alcalinos e alcalino-terrosos.

## II. ADVENTO DA BACTERIOLOGIA

(1862-19..)

A cloração foi iniciada, pode-se dizer, para tratar esgotos...

- 1862 — Pasteur refuta a teoria da geração espontânea, abrindo novos horizontes à Bacteriologia.
- 1871 — Burdon Sanderson, examinando água ao microscópio, verifica que esta continha bactérias.
- 1876 — Koch demonstra a especificidade da ação bacteriana, estabelecendo, por exemplo, a relação entre o *B. anthracis* e o antraz do gado.
- 1880 — Eberth isola o microorganismo causador da febre tifóide.
- 1882 — Koch prepara meios de cultura sólidos, facilitando o estudo quantitativo da ação antisséptica ou desinfetante.
- 1884 — Pela primeira vez, Koch descreve o *Vibrio cholerae* (hoje, *Vibrio comma*).
- 1884 — Dibden utiliza-se de cloreto de cal para desodorizar os esgotos de Londres. Este processo foi substituído por outro, mais tarde.
- 1885 — Uma Comissão da "American Public Health Association" afirma que, considerados preço e eficiência, o cloreto de cal era o melhor desinfetante disponível.
- 1885 — Frankland estabelece o exame bacteriológico rotineiro das águas de abastecimento de Londres.
- 1887 — a 1898 — Seguindo o paradigma criado pela patente de Webster, concedida na Inglaterra a 27 de janeiro de 1887, surgem meia dúzia de inventos norte-americanos, destinados a tratar águas ou esgotos por meios eletrolíticos.
- 1887 — J.J. Powers patenteia aparelho que gerava cloro gasoso ( $MnO_2 + NaCl + H_2SO_4$ ), para tratar esgotos. Constrói 6 estações depuradoras no estado de Nova Iorque, das quais, quatro estariam hoje dentro da própria cidade de Nova Iorque.
- 1888 — Albert R. Leeds, professor de Química do Stevens Institute of Technology (Hoboken — N. Jersey), patenteia processo e aparelho pelos quais eletrolisava água tornada condutora (principalmente graças a HCl), produzindo gases (cloro?) que atacavam as impurezas orgânicas contidas na própria água, a qual podia, em seguida, ser submetida a filtração.
- 1888 — Patentes inglesa e americana concedidas a Omar H. Jewell, de Chicago, para aparelho eletrolítico que consistia em elétrodos instalados na abóbada de um filtro mecânico. O filho deste inventor, William, eng.º químico da Jewell Pure Water Co., experimenta anos depois novo aparelho, na Louisville Filtration Experimental Station e, ainda, aplica hipoclorito e cloro gasoso ao efluente de um filtro em Adrian (Michigan), em 1897.
- 1889 — M. Hermite (França), um dos pioneiros no campo dos agentes químicos de desinfecção, eletrolisa água do mar para preparar um sanificante de uso doméstico (limpeza de privadas etc.): "Hermite Fluid".
- 1889 — 1890 — Desinfecção de esgotos pela eletrólise dos cloretos encontrados no próprio esgoto (Webster) ou aproveitando-se cloretos da água do mar. Em 1890, monta-se uma instalação deste tipo em Bradford — Inglaterra.

- 1890 — O processo Leblanc, de fabricação de barrilha, começa a sofrer a competição da soda caústica eletrolítica (e do cloro), fabricada na Alemanha a partir diretamente do NaCl.
- 1893 — 1894 — Aparecimento do "Electrozone", destinado a destruir bactérias e preparado segundo o processo de Woolf, eletrolisando-se soluções salinas. Para se evitar a poluição do lago Croton (do abastecimento de N. Iorque), pelos esgotos de Brewster e do riacho Tonetta, êstes são desinfetados pelo citado processo. Um incêndio destrói, em 1911, a instalação "Electrozone" de Brewster e a desinfecção passa a ser feita com hipoclorito de cálcio.
- 1894 — Traube (Alemanha) que, no dizer de Imbeaux, foi o inventor da aplicação do cloreto de cal em águas, consegue esterilizar água rica em bactérias, aplicando 1,06 miligramas de cloro útil por litro de água e mantendo o hipoclorito em contato com a amostra, durante duas horas. Após êsse período, o excesso de cloro era destruído por meio de bissulfito de sódio
- 1894 — O Prof. Thomas M. Drown publica, no "Journal of New England Water Works Association", uma "misc-au-point" sobre o tema da purificação de água pela "eletricidade", dizendo: "A assim chamada purificação "elétrica" da água, tratando-a com uma solução eletrolisada de sal, verifica-se que é simplesmente um processo de desinfecção por hipoclorito de sódio; a electricidade, pois, nada tem a ver com isso. Não existe nenhuma peculiaridade no NaOCl produzido por eletrólise". Não se trata, pois, de eletrocussão direta das bactérias, como conta jocosamente M.N. Baker, em seu "The Quest for Pure Water" e como alguém, talvez, pudesse acreditar...
- 1895 — Pesquisadores alemães mostram que o vibrio da cólera das águas do rio Nilo era destruído por meio de hipoclorito de sódio. Realizam experiências muito bem conduzidas, sobre destruição de bactérias, levando em conta a dosagem, o tempo, a riqueza em matéria orgânica etc... Sua preocupação parecia ser a esterilização instantânea, útil para viajantes, para forças militares acampadas etc...
- 1896 — Na antiga base naval austro-húngara de Pola (Mar Adriático), é dominada uma epidemia de febre tifóide, graças ao "bleaching powder" (cloreto de cal).
- 1896 — George W. Fuller e William M. Jewell aplicam durante 1 ou 2 semanas hipoclorito de sódio na Louisville Experimental Station (Kentucky, E.E.UU.).
- 1897 — O já citado Jewell clora a água filtrada de Adrian (Michigan, E.E.UU.).
- 1897 — Pela primeira vez na Inglaterra, Sims Woodhead combate epidemia de febre tifóide em Maidstone (Kent), esterilizando o sistema com hipoclorito de cálcio.
- 1897 — Utilização de "Electrozone" em Maidenhead (rio Tamisa).
- 1898 — Proskauer e Elsner obtêm resultados satisfatórios, clorando com 3 a 4 partes por milhão de cloro, e com 10 minutos de contato, o esgoto clarificado de Hamburgo. Dunbar e Zirn acham que, para esgoto bruto, eram necessárias 17 partes por milhão de cloro útil e 2 horas de contato a fim de eliminar o *B. typhosus* e o *Vibrio cholerae*.
- 1900 — Berge experimenta o emprêgo de "peróxido de cloro" ( $HCl + KClO_3$ ), sendo que Ostende (Bélgica) adota êste processo, em estação para seis milhões de litros/dia, aplicando 0,53 mg/l, de cloro útil. Bruxelas (Bélgica) e um hospital de Petrogrado (Rússia) imitam a cidade de Ostende, a seguir.  
**Os europeus preferiam aplicar muito cloro e remover o excesso, por meio de drogas ou de filtração por coque etc**

### III. GENERALIZAÇÃO DA CLORAÇÃO PERMANENTE DE ÁGUAS,

com referências especiais a ocorrências no Brasil.

(1902...)

- 1902 — Pouco mais de 100 anos depois da descoberta do cloro, pela primeira vez no mundo, é instalada em Middlekerk (Bélgica), pelo químico Dr. Maurício Duyk, uma cloração permanente de abastecimento público. Aquela água recebia 0,2 ppm de cloro (proveniente de cloreto de cal) e 8 ppm de cloreto férrico. O tratamento continuou até 1921, quando a cidade passou a abastecer-se de água pura de fonte...

- 1903 — Primeira sugestão para o emprêgo de cloro comprimido, em cilindros de aço, feita por Nesfield, do Indian Army Medical Service. Recomendava também compostos de cloro para evitar perdas de vida, por moléstias de veiculação hídrica, como acabava de acontecer na guerra dos Boers. Falava em 100 ppm, removendo-se o excesso, 10 minutos depois.
- 1904 — 1907 — Desinfecção de esgotos por cloro, na Índia (Bengala) e nos Estados Unidos (Ohio).
- 1905 — O segundo caso mundial de cloração sistemática de água de abastecimento público, verifica-se em Lincoln (Inglaterra), tendo continuado até 1911. Após uma inundação, aplicou-se "Chloros" (hipoclorito de sódio com 10% de cloro útil), para dar 1 ppm de cloro, por determinação do Dr. Alexandre C. Houston, a quem Race dedicou seu livro, e graças ao químico Mc Gowan. Para provar que o cloro não era nocivo, Houston colocou peixinhos dourados dentro de uma cesta metálica imersa na água clorada.
- 1906 — Schwartz observa que o cloro não possui poder de penetração nos materiais em suspensão no esgôto. Aliás, Schumacher já havia feito observação idêntica.
- 1906 — 1907 — Os trabalhos de Phelps, em Boston, Red Bank e Baltimore (Water Supply Paper 229, Dept. of Int., Geo. Survey), sobre cloração de esgotos etc. . . marcam o início de nova era, na ciência sanitária (opinião de Race): possibilidade econômica dessa cloração, doses e tempos de contato, para esgôto bruto, para efluentes de filtros etc.
- 1907 — Kranejuhl e Kurjuivut, estudando em Berlim a cloração de esgotos, adotam o *B. coli* como "índice de patogenicidade".
- 1908 — Primeira tentativa bem sucedida de emprêgo de cloração por "particulares". George A. Johnson instala em Chicago, para a "Union Stock Yards Cy" (frigoríficos), a desinfecção do Bubbly Creek, uma desinfecção do efluente dos filtros pelo "bleaching", aplicando menos de 2 ppm de cloro útil, 7 1/2 horas antes da filtração.
- 1908 — É iniciado o **tratamento em larga escala**, por meio de hipocloritos, no "Boonton Reservoir" de Jersey City (N.J. — EE.UU.), conforme recomendação do Dr. John L. Leal. — Esse caso deu margem a demanda judicial, tendo a Jersey Water Supply Co. ganho a causa (J. Amer. Public Health Assoc. 1911, 1 — 566).
- 1909 — Philadelphia aplica hipoclorito de sódio, inicialmente produzido em células eletrolíticas, às suas águas. Mais tarde, passou a empregar cloreto de cal.
- 1909 — Phelps propõe o uso de orto-tolidina, como indicador colorimétrico dos resíduos de cloro.**
- 1909 — Inicia-se a produção industrial de "cloro liquefeito", nos EE.UU.
- 1910 — O major Darnell, do U.S.A. Medical Corps, experimenta a desinfecção de água por cloro liquefeito, em Fort Myer (Virgínia),
- 1910 — Na Inglaterra, a cidade de Reading (graças à determinação do "Metropolitan Water Board") consagra-se como pioneira, adotando a cloração de água de seu abastecimento público, empregando também filtros "Candy", de carvão, para desclorar em seguida.
- 1910 — Rideal observa o efeito **estabilizador** da amônia, na cloração de esgotos e verifica que o "coeficiente de fenol" de solução de hipoclorito, com 1% de cloro útil, passou de 2,18 para 6,36, pela adição de quantidade equivalente de amônia.
- 1912 — Em Niagara Falls, entra em funcionamento o primeiro aparelho para aplicação de cloro gasoso (retirado de cilindro contendo cloro liquefeito), inventado pelo Sr. George Ornstein (alemão de nascimento), da Electro Bleaching Gas Co. (EE.UU.). Tratava-se de "solution feed process". Essa patente de Ornstein passou para a "Wallace & Tiernan Co.", em 1917.
- 1912 — Houston descobre que uma super dose de cloro servia, não só para desinfetar, como para destruir odores. O processo de supercloração foi adotado em 1926, por Howard.**
- 1912 — O Prof. Robert Hottinger, da Escola Politécnica de São Paulo (Brasil), preocupado com a desinfecção de águas por meio de ozônio e, mais tarde, de cloro, estabelece um processo de desozonização ou de descloração, a que denomina "Perfector". O excesso desses gases era retirado por meio de

uma camada de 20 cm de carvão de cedro, granulado como "arroz", carvão produzido por destilação seca da madeira. Tempos depois, foi registrada patente alemã semelhante...

- 1913 — Ellms e Hauser contribuem com padrões colorimétricos, para a medida do cloro residual, pelo ensaio com a orto-tolidina.
- 1913 — Jersey City instala na Estação de Boonton o primeiro clorador Wallace & Tiernan, de cloro gasoso.
- 1914 — A água foi considerada, por Emilio Ribas, como fator principal de epidemia de febre tifóide ocorrida naquele ano em São Paulo, "pois a invasão da febre foi brusca, com uma morbidade em massa e em curto prazo". No último trimestre de 1914, a epidemia assenhoreou-se de todo o bairro do Belémzinho, em menos de 15 dias! Funcionavam as "bombas do Tietê", para abastecer a parte baixa da cidade e um dos doentes, barqueiro, residia na própria barca, pouco acima da tomada de água de tais bombas. Aquela epidemia veio mostrar, de modo evidente, a necessidade de grande harmonia de vistas por parte de todas as repartições que superintendem os serviços indispensáveis à Saúde Pública, principalmente os de águas e esgotos e os de limpeza, da Capital de São Paulo.
- 1914 — 1918 (?) — Em seu laboratório, na Escola Politécnica de São Paulo, o Prof. Hottinger constrói uma célula eletrolítica para produção de sôda cáustica e cloro, a partir da própria água do mar (NaCl contendo sais de magnésio). Estuda, inclusive, um dispositivo para introdução graduável desse cloro na água. — Ao mesmo tempo, prepara um "coagulante", que denominou "Ferriol", aproveitando ferro velho e o cloro produzido na célula por êle construída.
- 1915 — Joseph Race inventa a "Cloraminação".**
- 1916 — Londres começa a aplicar cloreto de cal à água do Tamisa, antes de entrar no aqueduto Staines, que a leva a filtros lentos. No ano seguinte, praticamente a totalidade das águas londrinas passa a ser clorada.
- 1917 — Em Ottawa, Joseph Race aplica amônia e cloro para eliminação de sabor (cloraminação).
- 1917 — O "Metropolitan Water Board" (Londres), pela primeira vez instala "clorador a gás", fabricado pela Paterson Engineering Cy.
- 1917 — O Decreto Federal n.º 3316 (de 16 de agosto) autoriza o poder executivo a amparar e fomentar a produção nacional e dá outras providências. Eram Presidente da República o Dr. Wenceslau Braz Pereira Gomes e Ministro da Fazenda o Dr. Pandiá Calógeras. Neste decreto fundamenta-se o decreto seguinte:
- 1918 — O Presidente da República, Dr. Wenceslau Braz Pereira Gomes e o Sr. J.G. Pereira Lima, Ministro da Agricultura, Indústria e Comércio, assinam a 16 de março o Decreto Federal n.º 12.921, concedendo às três primeiras fábricas de sôda cáustica electrolítica (portanto, de cloro) a se fundarem no Brasil, com produção anual não inferior a 500 toneladas, empréstimo correspondente a 75% do valor da fábrica, mas não superior a 2.000 "contos de réis". Aquêlle financiamento venceria juros de 5% ao ano e seria amortizado em 10 prestações anuais.
- 1920 — A "West Hampshire Water Cy" utiliza cloraminas.
- 1921 — A Wallace & Tiernan" lança o primeiro clorador "a vácuo visível".
- 1922 — No Relatório desse ano, do "Serviço Sanitário" de São Paulo, (então subordinado à Secretaria do Interior), informa seu Diretor, que era o grande sanitarista brasileiro, Prof. Dr. Geraldo Horacio de Paula Souza: "Endêmica em São Paulo a febre tifóide, registram-se ainda surtos epidêmicos, como aconteceu, a partir de 1895, em 1896-1897, 1914 e 1921. Não é bôa a nossa posição, em cotejo com a dos grandes centros da Europa e da América".  
Com grande habilidade, consegue Paula Souza vencer aos poucos a resistência que lhe opunham, a Direção e alguns Técnicos da antiga "Repartição de Águas e Esgotos", para que se fizesse a desinfecção das águas da cidade de São Paulo pelo cloro. Transcrevemos abaixo alguns tópicos do citado Relatório.
- 1922 — **Acôrdo com a Repartição de Águas e Esgotos de São Paulo** (com o Serviço Sanitário) — "A Diretoria da RAE foi solícita em aceitar a indicação das medidas que lembrou a Diretoria do Serviço Sanitário (Prof. Dr. Geraldo

Horacio de Paula Souza). Infelizmente, porém, essas providências vão sendo executadas com extrema lentidão, que, certo, se justifica por dificuldade de meios orçamentários..."

.... De modo concreto, nessa conferência foi combinado:...

.... f) a construção de uma rede especial para os bairros da zona baixa da cidade, com aproveitamento da água do rio Tietê, tratada pelo sulfato de alumínio e **pelo cloro**;

g) a confecção de orçamento para uma instalação de **tratamento de água pelo cloro** e a distribuição desta ao bairro determinado, em que se observaria sua influência;

h) a aplicação de **aparelhos de emergência** para a **cloração das águas protegidas** de vários mananciais;

i) a confecção de orçamento para o **tratamento das águas da Cantareira e do Cabuçú**, devendo-se localizar a instalação em ponto de fácil acesso, **por conveniência de fiscalização**;....

1923 — O Relatório desse ano, da Secretária da Agricultura de São Paulo, da qual dependia naquele tempo a RAE, tratando à pág. 361 do problema do abastecimento de água de São Paulo, sugere o "aproveitamento das águas do rio Tietê, submetidas a rigoroso tratamento, inclusive desinfecção com cloro líquido".

1925 — **A Repartição de Águas de São Paulo faz suas primeiras experiências de cloração com hipoclorito de Cálcio, das águas do km 12 da Adutora do Cabuçú, junto ao sifão que passa perto do corrego do mesmo nome, ponto em que, durante a estiagem, funcionava um recalque de emergência. Conclusão: "Os primeiros dados relativos à cloração das águas, muito animadores, provam a excelência desse processo de purificação da água distribuída e o seu custo muito reduzido".**

Na América Latina, já estavam sendo cloradas as águas de La Habana (Cuba), Lima (Perú), Cordoba, Buenos Aires (1922), Tucuman e La Rioja (Argentina), segundo nos consta. Informa Paula Souza que, mesmo no Brasil, a cidade de Itú (S. Paulo) e uma cidade mineira (?), já haviam encomendado aparelhos cloradores em 1924 ou 1925.

1925 — (agosto) — Mariano de Oliveira Wendel, preparador do Curso de Química da Escola Politécnica de São Paulo, inicia os trabalhos de desinfecção das águas do **Km 12**, com hipoclorito de cálcio, ajudado pelo químico Alvaro Cunha, então recém-formado. O primeiro, retirou-se da RAE dois anos depois, talvez, tendo sido substituído pelo Dr. Adolpho Lefèvre, que, igualmente, ficou pouco tempo no serviço de cloração. Sucedeu-o o Dr. Alvaro Cunha, que se tornou um pioneiro da mentalidade sanitária entre nós e prestou valiosos serviços ao DAE, até agosto de 1955, quando se aposentou.

1925 — São Paulo importa os primeiros cloradores (Wallace & Tiernan), tendo o serviço de instalação começado em novembro. Vejamos qual foi a despesa feita naquele ano, para aquisição e instalação dos aparelhos.

Postos Proveniência das águas	Mão de obra Cr\$	Materiais Cr\$	Total Cr\$
Santana (Cabuçú)	258,06	2.661,17	5.269,15
Consolação (Ala direita Cantareira)	288,80	2.539,84	2.797,90
Água Branca (Cotia)	2.607,98	10.793,00	11.081,80
Araçá (Cotia)	1.185,00	2.334,51	3.519,51
Junção (Ala esquerda Cantareira)	—	2.748,00	2.748,00
Ipiranga (hoje Água Funda)	—	145,00	145,00
	4.339,84	21.221,52	25.561,36
Aquisição dos aparelhos .....			202.000,00
Despesa com a "cloração", em 1925 .....			227.561,36

1926 — A montagem dos aparelhos cloradores, tipo MSV, em São Paulo, é feita pelo Eng. norte-americano L. William Payes, que já se encontrava na América do Sul, como elemento da Wallace & Tiernan, executando tarefa semelhante. Impacientava-se Payes ao verificar que tanto tempo se gastava aqui, para conseguir os materiais necessários à instalação dos postos de clora-

ção... Conistou que êsse engenheiro, pouco depois, morreu de febre amarela em outro país latino-americano.

**1926 — Tôda a água canalizada fornecida a São Paulo, (1,5 m<sup>3</sup>/segundo) passa a ser clorada, desde o dia 22 de junho.** Naquele exercício, a despesa para completar as instalações dos cloradores foi a seguinte:

Postos e data da inauguração	Mão de obra Cr\$	Materiais Cr\$	Total Cr\$
Santana, 26 fevereiro	29,95	7.316,38	9.276,71
Consolação, 27 fevereiro	1.960,33	740,08	770,03
Água Branca, 6 março	14.140,41	9.465,02	23.605,43
Araçá, 22 junho	4.504,25	7.957,49	12.461,74
Junção, março	4.091,25	5.459,12	9.550,37
Ipiranga, 9 março	2.042,90	3.702,00	5.744,90
Gastos em 1926:	26.769,09	34.640,09	61.409,18

**1925 — 26 —** Informações complementares sôbre os primeiros tempos da "cloração" em São Paulo. — As despesas totais, para compra de aparelhos e instalações atingiram a Cr\$ 227.561,36 + 61.409,18 = 288.970,54; conforme se pôde ler nos Relatórios de 1925 e 1926, da Secretaria da Agricultura, Comércio e Obras Públicas.

Uma apropriação existente nos Autos DAE-332, todavia, apresenta um total superior a 500 "contos", i. é, quinhentos mil cruzeiros. Estão incluídas na citada apropriação as despesas mais pormenorizadas de instalação dos Postos de Cloração: equipamento, materiais, mão de obra, contas da "Light" e até os transportes dos técnicos (compra de um automóvel novo, no valor de 4.800 cruzeiros!!). O engenheiro americano que fez as primeiras montagens dos aparelhos percebia 300 dólares mensais, livres dos gastos de estada.

A importação do aparelhamento foi feita por intermédio da Fundação Rockefeller, que nos obteve dos fornecedores 10% de abatimento. Conseguimos importar, por cêrca de 35.000 dólares:

- 6 cloradores, tipo MSV, de diversas capacidades,
- 2 aparelhos portáteis, em "caixas de carvalho", para clorações de emergência,
- 5 bombas "booster", para aumentar a pressão da água de dissolução do cloro,
- 5 comparadores, para determinação do "cloro residual" e
- 800 (ou 400?) cilindros para transporte do cloro, com 100 libras (cêrca de 45 kg) de carga e munidos, cada um, da respectiva válvula.

O dólar valia, em 1925-26, em tôrno de 8 milréis (desde 1942, o milréis passou a chamar-se **cruzeiro**).

Cada MSV custou cêrca de 12 contos e cada clorador de emergência, apenas 5 contos!

Um quilo de cloro liquefeito, importado dos EE.UU., custava então, por volta de 1 mil-réis!

Em julho de 1927, a Aduana pretendia cobrar da RAE 77 contos de direitos alfandegários, para liberar uma importação de 41 contos de cloro liquefeito...

Em 1926, o custo da água clorada (sem considerar juro e amortização do capital empregado) foi de:

Pessoal .....	90.813,54
Materiais .....	35.141,22
Transportes .....	10.183,29
Total Cr\$ .....	136.138,05

Como, em 1926, foram clorados 42.357.350 m<sup>3</sup> de água, o custo unitário da água clorada foi de apenas Cr\$ 0,0032/m<sup>3</sup> (sem considerar juros e amortização, o custo da água distribuída era cêrca de 15 vezes maior).

- Tendo sido gastos 22.748 kg de cloro, então importado dos E.E. U.U., Alemanha e Inglaterra, a quantidade de cloro aplicada, em média, foi de 0,53 g/ m<sup>3</sup>. O Laboratório da RAE efetuou, em 1926, 200 análises para controle de cloração, em diferentes pontos da rede, tendo constatado sempre excelentes resultados.
- 1926 — Falando-se de cloração em São Paulo, não se pode omitir o nome do Sr. Josué Rodrigues e Silva, que, desde a primeira hora, foi o "técnico" que passou a conservar, reparar e montar todos os aparelhos cloradores da "RAE" e, ao mesmo tempo, a fiscalizar o serviço de todo o pessoal da cloração, dia e noite, por muitos anos, com energia e dedicação.
- 1926 — Howard aplica, em Toronto, supercloração permanente, em larga escala.
- 1928 — **R. D. Scott descreve o fenômeno que se chamará depois cloração flexional ("break point chlorination").**
- 1929 — Adler publica, na Alemanha, estudos sobre uma "hochchlorierung" (cloração intensa), i. é, sobre doses mais ou menos elevadas de cloro, determinadas para cada tipo de água, nas suas diversas condições. Segundo os "diagramas de Adler", estabeleceu esse pesquisador alemão três grupos de águas, de grau de poluição crescente. O sistema Adler de cloração, adotado em Stuttgart, por ex., e conhecido sob a sigla A. D. M. (Adler-Diachlor-Mutonit), compreende descloração, por meio de carvão ativado. De certo modo, o processo lembra a cloração flexional e a supercloração dos anglo-americanos.
- 1932 — Hottinger publica no "Anuário da Escola Politécnica de São Paulo" um extenso trabalho intitulado "A água", no qual aborda o problema do mecanismo de ação do cloro, afastando-se da teoria do "oxigênio nascente", então em moda. Estuda em conjunto a ação dos metais oligodinâmicos, o efeito desinfetante de radiações como a luz ultravioleta, raios X, luz solar e, quanto ao cloro, diz que a desinfecção se daria **no caminho da molécula de cloro, para íon cloro, caminho dirigido pelo electrón que a molécula ganha.**
- 1933 — É fundada, a 17 de junho, a primeira fábrica brasileira de Soda cáustica e cloro electrolíticos, a **Companhia Eletro-Química Fluminense**. Seu fundador e principal acionista foi o sr. José Alves da Motta. O Diretor-Técnico incumbido pela **Krebs**, fornecedora alemã das células electrolíticas, de superintender a montagem, foi o sr. Wilhelm Lehmann. A montagem propriamente dita foi realizada pelo químico alemão, Dr. Willy Ose. O capital inicial era de mil e quinhentos contos de réis. Aos 3-4-1959, esse capital havia atingido os 250 milhões de cruzeiros, isto é, quase 170 vezes o inicial.
- 1934 — **A cidade do Rio de Janeiro, antiga Capital Federal do Brasil, inicia a cloração de suas águas.**
- 1936 — 23 de maio — É inaugurada nas proximidades das salinas de Araruama, em Alcântara (município de São Gonçalo — Estado do Rio) a fábrica da Cia. Eletro Química Fluminense, pioneira no Brasil. Capacidade anual inicial: 1080 toneladas de soda cáustica, 230 toneladas de cloro líquido, 1.000 toneladas de cloreto de cal com 32 a 35% de cloro útil (marca "Clorogeno"), 1.000 toneladas de ácido clorídrico e 1.000 toneladas de água sanitária (hipoclorito de sódio com 10 a 12% de cloro útil).
- 1936 — O cloro estaria provocando úlceras gastro-intestinais... em São Paulo. Tais idéias bôbas, veiculadas por alguns órgãos da imprensa paulistana, fizeram com que o govêrno estadual, a 27 de maio, nomeasse uma Comissão para investigar quais as condições em que era feito o tratamento pelo cloro das águas do abastecimento local, e para dizer sobre o processo, dosagem e fiscalização, adotados pela RAE nesse serviço. Integraram tal Comissão, os Drs. Jayme Arcoverde de Albuquerque Cavalcanti, catedrático de Química Fisiológica da Faculdade de Medicina, Francisco João Humberto Maffei, da Escola Politécnica e Alexandre Wancolle, do Instituto de Higiene (hoje, Faculdade de Higiene). Em conclusão: "A Comissão pôde atestar que o tratamento da água fornecida à população, tal como é atualmente feito em São Paulo, está de acôrdo com os métodos universalmente adotados e o sistema de fiscalização e controle está organizado de modo a inspirar tôda a confiança no que diz respeito à dosagem prefixada."
- 1939 — **Griffin publica no "Journal of the American Water Works Association" (dezembro); Reaction of Heavy Doses of Chlorine in Water, estudando magistralmente o "break-point".**



- 1939 — 40 — Tratando as águas do rio Des Moines em Ottumwa (Iowa) naquele inverno, descobre Horace A. Brown o método que foi chamado cloração exata. Fêz Brown amplo estudo prático sôbre super-cloração, cloração flexional e "super-colossal chlorination" (J. A. W. W. A., julho de 1940).
- 1940 — Pela primeira vez, utiliza-se a cloração flexional ("break-point"), para eliminar odor e sabor em águas.
- 1943 — Em Coventry (Inglaterra), também, começa a ser empregada a cloração flexional.
- 1946 — Métodos mais aperfeiçoados para a diferenciação de cloro livre e cloro combinado residuais.
- 1947 — As Indústrias Químicas Eletro-Cloro S/A iniciam a fabricação de hipocloritos em Rio Grande — Ribeirão Pires (S. Paulo).
- 1948 — "The Behavior of Chlorine as a Water Disinfectant" aparece no número de outubro do "Journal American Water Works Association", de autoria de Gordon M. Fair, J. Carrell Morris, Shih Lu Chang, Ira Weil e Robert P. Burden. Notável contribuição para o conhecimento do "modus agendi" do cloro.
- 1949 — As Indústrias Químicas Eletro-Cloro S/A (São Paulo) iniciam as vendas, em cilindros de aço, de cloro liquefeito.
- 1950 — As "Indústrias Reunidas Francisco Matarazzo" começam a fabricar soda cáustica eletrolítica e cloro, empregando células de mercúrio (tipos Nora, Pechineye e Krebs). A produção inicial, de 10 toneladas diárias de NaOH, passa em 1961 a 41 toneladas/dia.

## FONTES BIBLIOGRÁFICAS

- Baker, M. N. — The Quest for Pure Water — The American Water Wks. Association — New York, 1949.
- Borzani, Walter e Capuani, Mario Bruno — "Professor Roberto Hottinger" — Boletim n.º 14 do Departamento de Química da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo — 1960.
- Fago, Sigfrido Vittorio — Potabilizzazione delle acque — Hoepli, Milano (Itália) — 1936.
- Guimarães, Fausto Pereira — Prática da Cloração de Águas do Abastecimento Público — Faculdade Nacional de Farmácia — Rio de Janeiro, 1950
- Hinman Jr., Jack J. — Conferências na Soc. Bras. Higiene — Rio de Janeiro, junho de 1952.
- Hottinger, Roberto — A água, páginas 452 a 534, do Anuário de 1932, de Escola Politécnica de São Paulo.
- Paula Souza, Geraldo Horácio — Entrevista publicada na "Fôlha da Noite" de 31 de maio de 1925 (S. Paulo).
- Race, Joseph — Chlorination of Water — Wiley & Sons — New York — 1918.
- Ribas, Emilio — Questões de Higiene — A febre tifóide em São Paulo e o seu histórico — Boletim n. 8, do Instituto de Higiene — São Paulo, 1922.
- Taylor, Edwin W. — The Examination of Water & Water Supplies — J. & H. Churchill Ltd., Londres, 1949. Anuários da Escola Politécnica de São Paulo, dos anos de 1912 e 1932.
- "Autos" n.º 332, do DAE, referentes à Cloração das Águas do Abastecimento de São Paulo.
- Coleções de leis do Governo Federal do Brasil — Anos de 1917 e 1918.
- Como a Cloração protege a sua água potável — Folheto da Wallace & Tiernan Inc., Newark (N. J.), 1954. Companhia Eletro-Química Fluminense — Folheto comemorativo do 25.º ano da fundação — Sede social: rua México, 168 — VIII — Rio de Janeiro.
- Journal of the American Water Works Association — Coleção completa, existente na Biblioteca do DAE.
- Relatório da Secretaria do Interior, do Estado de São Paulo — Ano de 1922 — São Paulo.
- Relatório da Secretaria de Estado dos Negócios da Agricultura, Comércio e Obras Públicas, do Estado de São Paulo — Ano de 1923 — São Paulo.
- Relatório da Secretaria de Estado dos Negócios da Agricultura, Comércio e Obras Públicas, do Estado de São Paulo — Ano de 1926 — São Paulo.
- Relatório da Comissão de inquérito sôbre as condições em que era feito o tratamento pelo cloro das águas do abastecimento de São Paulo — 1936 — (Cópia gentilmente emprestada pelo Prof. Alexandre Wancolle).
- The Institution of Water Engineers — Manual of British Water Supply Practice-Cambridge (Inglaterra), 1950.