

Sôbre a lei da concentração das lagunas e sua aplicação no caso da Lagôa Rodrigo de Freitas*

por

Lejeune de Oliveira

(com 2 figuras)

Os regimes das lagunas litorâneas podem ser computados por vários modos, mas escolhe-se o critério de mais rápida verificação, que é o das salinidades. Os vários regimes hidrobiológicos podem ser definidos por limites de teores salinos, assim se subdividindo em regime oligo, meso, poli e meta-halinos. Naturalmente, num regime hidrobiológico, não se pode considerar somente a salinidade, mas leva-se em conta todo o conjunto das condições físicas (geográficas, temperatura, densidade, transparencia, etc...), químicas (entre elas o pH, salinidade, clorinidade, etc.) e biológicas (os sêres do plancton, do bentos, do necton, do neuston...) Delimitado um regime, os sêres que o povoam habitam equilibradamente e sem mortandades. Para cada local ha uma certa faixa de salinidade que define regime (por exemplo, para o Golfo do Mexico, segundo Hegpeth o regime mesohalino vai de 10 até 18.5 por mil de salinidade — acima de 18.5 por mil de salinidade ha desequilíbrio e mortandades para os sêres mesohalinos, por hipertomia, e abaixo de 10 por mil, o mesmo por hipotonia.) Infelizmente, entre nós, os estudos nem sequer estão começados para delimitar as tolerancias salinas dos sêres de nosso litoral. Não se poderá dizer que o nosso regime mesohalino será de 10 a 18 por mil, porque as espécies de sêres vivos são diversas, e as condições das aguas são outras.

Para manter uma laguna equilibrada biologicamente ha necessidade de gradua-la dentro de uma certa faixa de salinidade, por renovamentos periódicos de agua do mar, que trarão e manterão todo o conjunto dos elementos peculiares ao regime para o qual a laguna foi equilibrada.

* Trabalho dedicado ao Prof. Dr. HENRIQUE ARAGÃO.

Com a finalidade de simplificar os calculos dos renovamentos, e não demorar muitissimo contando aritmeticamente um por um dos renovamentos até chegar ao desejado, como comumente se lê na literatura hidrobiológica, vou demonstrar um teorema, baseado na célebre fórmula das combinações, $C^n = C^{n-1}_1 + C^{n-1}_2$, de Pascal. Muitos autores hidrobiologistas embarçam os dados das dosagens feitas nas aguas, fazem uma média empírica de uma salinidade média, que oscila dentro de largos limites, e os multiplicam por coeficientes empíricos vários: pluviométricos, de evaporação, de infiltração, de difusão, de estratificação etc...

Ora, se conhecermos uma regra que nos dê a concentração salina ideal, não empírica, considerando os líquidos perfeitos, e considerando as lagunas puras e impermeáveis, teremos a concentração teórica, e a salinidade teórica exata de tal lagôa. Aí então, é que deveremos adaptar, e procurar por tentativas, os vários coeficientes, para corrigirem uma salinidade não empírica, o que forçadamente produzirá coeficientes menos empíricos.

As minhas cogitações sobre tal assunto, no retiro das noites silenciosas e ermas da Estação de Hidrobiologia da Ilha do Pinheiro, levaram a propôr o seguinte teorema, que traduz as condições necessárias, e derivadas da própria natureza das coisas, que obedecem obrigatoriamente a regras fixas e inalteráveis, se a laguna se concentrar por regime de renovamentos uniformes. Assim sendo, o que enuncio em tal teorema, é a propria lei que rege o fenomeno. Passo a apresenta-la:

LEI DAS CONCENTRAÇÕES DAS LAGUNAS, EM REGIME DE RENOVAMENTOS SUCESSIVAMENTE UNIFORMES.

NOVA LEI. — *A salinidade de uma laguna, concentrada por n renovamentos uniformes, é a soma algébrica da série alternada de n frações, cujos denominadores são os índices de renovação elevados ás potencias em ordem crescente desde 1 até n e cujos numeradores são os coeficientes do quadro de Pascal multiplicados pela salinidade da agua renovadora.*

DEMONSTRAÇÃO. — Seja S a salinidade de uma agua do mar que entre em uma laguna. Sejam Z as salinidades da laguna, assim distribuidas:

Z₀ salinidade inicial da laguna.
 Z₁ salinidade no fim do 1.^o periodo de renovamento.
 Z₂ salinidade no fim do 2.^o periodo de renovamento.

 Z_n salinidade no fim de n periodos de renovamento.

Seja a fração 1/R o volume da lagôa que seja renovado uniformemente por agua do mar (por exemplo, seja 1/12 do volume da lagôa

que sai para o mar, e 1 12, idênticamente, o que entra do mar para a lagôa, chamamos, neste caso, $R = 12$; chamamos R de "índice renovador."

No início pode haver uma certa salinidade (que é no início somada aos renovamentos). Seja, por hipotese, a salinidade inicial ZERO, ou $Z_0 = 0$.

Ora, no fim do 1.º período de renovamento (seja em T horas, durante a cheia das marés, por exemplo), saiu da lagôa para o mar, e depois entrou do mar para a lagôa, o volume $1/R$ desta lagôa, donde, a salinidade no fim deste 1.º período só poderá ser, com efeito:

$$Z_1 = S R \dots\dots\dots (a)$$

Considerando os líquidos perfeitos, totalmente miscíveis, a lagôa pura e de fundo impermeavel, e sem intervenção de condições estranhas: chuva, evaporação, etc..., como sempre é uso considerar, na demonstração dos teoremas da hidráulica.

No inicio do 2.º período o que sairá para o mar, é uma vez multiplicada por $S R$, porque o que fica na lagôa são os outros $R-1$ volumes. Chamemos o residual que fica na lagôa pela letra f , e para cada período de renovamento, chamemos de $f_0, f_1, f_2 \dots\dots\dots f_n$, do modo que fizemos para as salinidades da lagôa.

Com efeito, o que ficará neste periodo será então:

$$f_2 = Z_1 (R - 1) \dots\dots\dots (b)$$

porque todas as partes que foram misturadas com as da lagôa, a única que sai é o mesmo VOLUME UM que entra, donde: $R-1$. Depois da agua sair, e levar a parte salobra da lagôa para o oceano, entra a agua do mar pura, haverá então neste período a renovação, que será naturalmente:

$$Z_2 = \frac{S + f_2}{R}$$

substituindo f_2 pelo seu valor em (b), teremos:

$$Z_2 = \frac{S + [Z_1 (R - 1)]}{R}$$

tirando o valor de Z_1 da equação (a) obteremos:

$$Z_2 = \frac{S + \frac{S}{R} (R - 1)}{R}$$

que finalmente, reduzida a sua forma mais simples dará:

$$Z_2 = \frac{2S}{R} - \frac{S}{R^2} \dots\dots\dots (c)$$

Para os períodos seguintes o raciocínio repete-se igualmente, será, então: Ao iniciar o 3.^o período sairá para o mar o mesmo volume $1/R$, e o que ficará na lagôa será análogamente:

$$f_3 = Z_2 (R - 1)$$

e isto acrescentado no renovo da água do mar dará:

$$Z_3 = \frac{S + Z_2 (R - 1)}{R} \dots\dots\dots (d)$$

do mesmo modo, substituindo os valores de Z_2 nesta equação (d) e simplificando-a, teremos a salinidade da lagôa no fim do 3.^o período:

$$Z_3 = \frac{3S}{R} - \frac{3S}{R^2} + \frac{S}{R^3} \dots\dots\dots (d)$$

Seguindo raciocínio idêntico para os 4.^o, 5.^o períodos, e assim até o n período teremos:

para o 4.^o período:

$$Z_4 = \frac{4S}{R} - \frac{6S}{R^2} + \frac{4S}{R^3} - \frac{S}{R^4} \dots\dots\dots (e)$$

e para o 5.^o período:

$$Z_5 = \frac{5S}{R} - \frac{10S}{R^2} + \frac{10S}{R^3} - \frac{5S}{R^4} + \frac{S}{R^5} \dots (f)$$

e assim por diante.

Nota-se então a lei de formação dos numeradores, estes são os coeficientes das potências sucessivas de um binômio, que obedecessem necessariamente ao quadro de Pascal, do qual foi eliminado a 1.^a série dos números 1; ei-lo:

1									
2	1								
3	3	1							
4	6	4	1						
5	10	10	5	1					
6	15	20	15	6	1				
7	21	35	35	21	7	1			
8	28	56	70	56	28	8	1		
9	36	84	126	126	84	36	9	1	

Observando os denominadores vê-se que as potências dos índices de renovação são respectivamente:

$$R^1 \quad R^2 \quad R^3 \quad R^4 \quad R^5 \quad R^6 \quad R^7 \quad R^8 \quad R^9 \quad \dots\dots\dots R^n$$

Uma vez tendo estas equações, elas são suficientes para calcular os renovamentos de qualquer laguna, quando a mesma seguir regime uniforme.

Cada período de renovação, cada salinidade, encontra-se na pirâmide das concentrações sucessivas que damos abaixo:

$$\begin{aligned}
 Z_0 &= 0 \\
 Z_1 &= \frac{S}{R} \\
 Z_2 &= \frac{2S}{R} - \frac{S}{R^2} \\
 Z_3 &= \frac{3S}{R} - \frac{3S}{R^2} + \frac{S}{R^3} \\
 Z_4 &= \frac{4S}{R} - \frac{6S}{R^2} + \frac{4S}{R^3} - \frac{S}{R^4} \\
 Z_5 &= \frac{5S}{R} - \frac{10S}{R^2} + \frac{10S}{R^3} - \frac{5S}{R^4} + \frac{S}{R^5} \\
 Z_6 &= \frac{6S}{R} - \frac{15S}{R^2} + \frac{20S}{R^3} - \frac{15S}{R^4} + \frac{6S}{R^5} - \frac{S}{R^6} \\
 &\dots\dots\dots
 \end{aligned}$$

E assim por diante, o raciocínio que precede generaliza-se até ao período n , estando enunciada e demonstrada a lei.

SITUAÇÃO DA LAGÔA RODRIGO DE FREITAS

Lembremos que os estudos de Saturnino de Brito, de 1916-1922, cogitavam de fazer da Rodrigo de Freitas uma lagôa salgada, mas sem atender a qual grau de salinidade fosse o suficiente. Mas mesmo sem cogitar deste tópic, Saturnino de Brito calculou e projetou, as obras de engenharia foram executadas para que houvesse um renovamento diário de 12.5%. Notemos que este renovamento era ótimo, e foi calculado num tempo em que ainda não se conheciam os regime meso-oligo-, poli- halinos, frutos de investigação da escola holandesa, que foram publicados após os trabalhos de Saturnino de Brito, em revistas especializadas de biologia marinha e de pesca.

Nas obras da Lagôa Rodrigo de Freitas, concluídas em 1922, quando o vertedor funcionava a plena vazão, a lagôa descarregava para o mar 1 000 000 m³ de água salobra, e entrava 1 000 000 m³ de água pura, com cerca de 37 por mil de salinidade, diariamente (Digamos, na pior das hipoteses, com água do mar a 36 por mil de salinidade.) Como o volume total da lagôa era de 8 000 000 m³, resultava um renovamento diário de 1/8, ou, seja: 12.5%.

ANTIGO RENOVAMENTO DA LAGÔA RODRIGO DE FREITAS

Aplicando as equações expostas atrás, avaliemos qual a concentração salina que teria tido a lagôa Rodrigo de Freitas, se ela começasse no 1.º dia de renovamento com salinidade ZERO (Isto é a pior das hipóteses possíveis, e que nunca poderá ocorrer).

A Lagôa renovava o 1/8 de seu volume, donde $R = 8$. Cada período de renovamento era então de um dia; a salinidade da água do mar é $S = 36$. O período de grandes renovamentos é de cerca de 5 dias, pois são os 5 dias de marés vivas.

Segundo a equação (f) temos a salinidade ao fim do 5.º dia:

$$Z_5 = \frac{5S}{R} - \frac{10S}{R^2} + \frac{10S}{R^3} - \frac{5S}{R^4} + \frac{S}{R^5}$$

substituindo S e R pelos seus valores teremos:

$$Z_5 = \frac{5 \times 36}{8} - \frac{10 \times 36}{8^2} + \frac{10 \times 36}{8^3} - \frac{5 \times 36}{8^4} + \frac{36}{8^5}$$

cujos resultados podem ser obtidos conforme se segue:

SALINIDADE DA LAGÔA RODRIGO DE FREITAS
No 5.º dia de renovamento, regime de 1922

Disposição das operações

log 5	= 0.6989700	(I)	
+ log 36	= 1.5563025	(I)	

	2.2552725	(III)	
- log 8	= 0.903099		1.ª parcela
	-----		+ 22.5
	1.3521826		
log 360	= 2.5563025	(III)	
2 × log 8	= 1.8061799		2.ª parcela
	-----		- 0.5625
	0.7501226		
log 36 × 10	= (III)		
- 3 log 8	= 2.7092699		3.ª parcela
	-----		+ 0.0703
	1.8470326		
log 5 + log 36	(III)		
- 4 log 8	= 3.6123596		4.ª parcela
	-----		- 0.0439
	2.6429129		
log 36	(I)		
- 5 log 8	= 4.5154495		5.ª parcela
	-----		+ 0.001098
	3.0408536		

Somando as parcelas algèbricamente, pois acham-se em série alternada, teremos: $+ 22.5 - 0.5625 + 0.0703 - 0.0439 + 0.001008 = 16.902$

RESULTADO = Salinidade: 16.9 gramas de sais por mil, ao fim do 5.^o dia de renovamento.

Reparemos que estes 5 dias foram os dias do mês de Março, por época de sizígia de lua cheia, quando as marés eram vivas, e aí então a laguna saía do *regime doce* e passava para o *regime polihalino* com 16.9 gramas por mil de sal. A lagôa ficava muito pouco tempo naquela concentração de 10 a 14 por mil de salinidade, em que se davam os desenvolvimentos máximos das *Microspira desulfuricans* e de outros anaeróbios, que foram verificados por KLEREKOPER, nesta lagôa e no seu relatório de 1938, eram uma das produtoras de gases sulfídricos, e causadoras das mortandades; evitando o *regime salobro* nestas concentrações, evitar-se-á uma das causas de mortandades de peixes.

Depois dos 5 dias de marés vivas, seguem-se os outros dias com marés baixas, e com menor renovamento de agua, até que venha a próxima lua nova, com as novas marés vivas. Em média, as marés mortas atingem em cada dia, as cotas de 1.2 m, 1.1 m, 1.0 m, 0.9 m, 0.8 m, 0.7 m até ao 6.^o dia, depois voltando outra vez a 0.7 m, 0.8 m, 0.9 m, o que dá em média, para uma avaliação rápida, nestes dias, uma altura de 0.9 m no canal da Lagôa Rodrigo de Freitas; assim sendo, nestas marés mortas ainda havia um desnível de 0.10 m a 0.20 m.

Veja no diagrama fig. 2 o nivel da lagôa, no fim do período era 0.9 m, a maré indo até 1.1 e 1.2 ainda poderá dar um desnível de 0.20 m, o que irá aumentar a salinidade de cerca de uns 7 por mil, e na lua nova mais uns 11 por mil, quando a lagôa chegava nos seus 32 por mil de salinidade.

Donde concluimos que os renovamentos de 1/8 feitos por Saturnino de Brito, eram ótimos para manutenção da lagôa em regime salino.

SITUAÇÃO ATUAL DA LAGÔA

Estes renovamentos se passaram, infelizmente, somente na lagôa antiga, regime de 1922. Hoje a lagôa está diferente. Houve alterações geográficas, assoreamentos, perca de superfície, percas de carga devido às ilhas, diminuição de profundidade, diminuição de volume.

Cuido neste trabalho apenas uns dados que posso apresentar baseado em fontes seguras, e trabalho de investigação pessoal minha, fora das investigações em equipe da Estação de Hidrobiologia que trabalhou durante 3 meses na lagôa, e cujos relatórios (ainda não impressos) foram entregues às Diretorias do Instituto Oswaldo Cruz e do Departamento de Veterinária da Prefeitura.

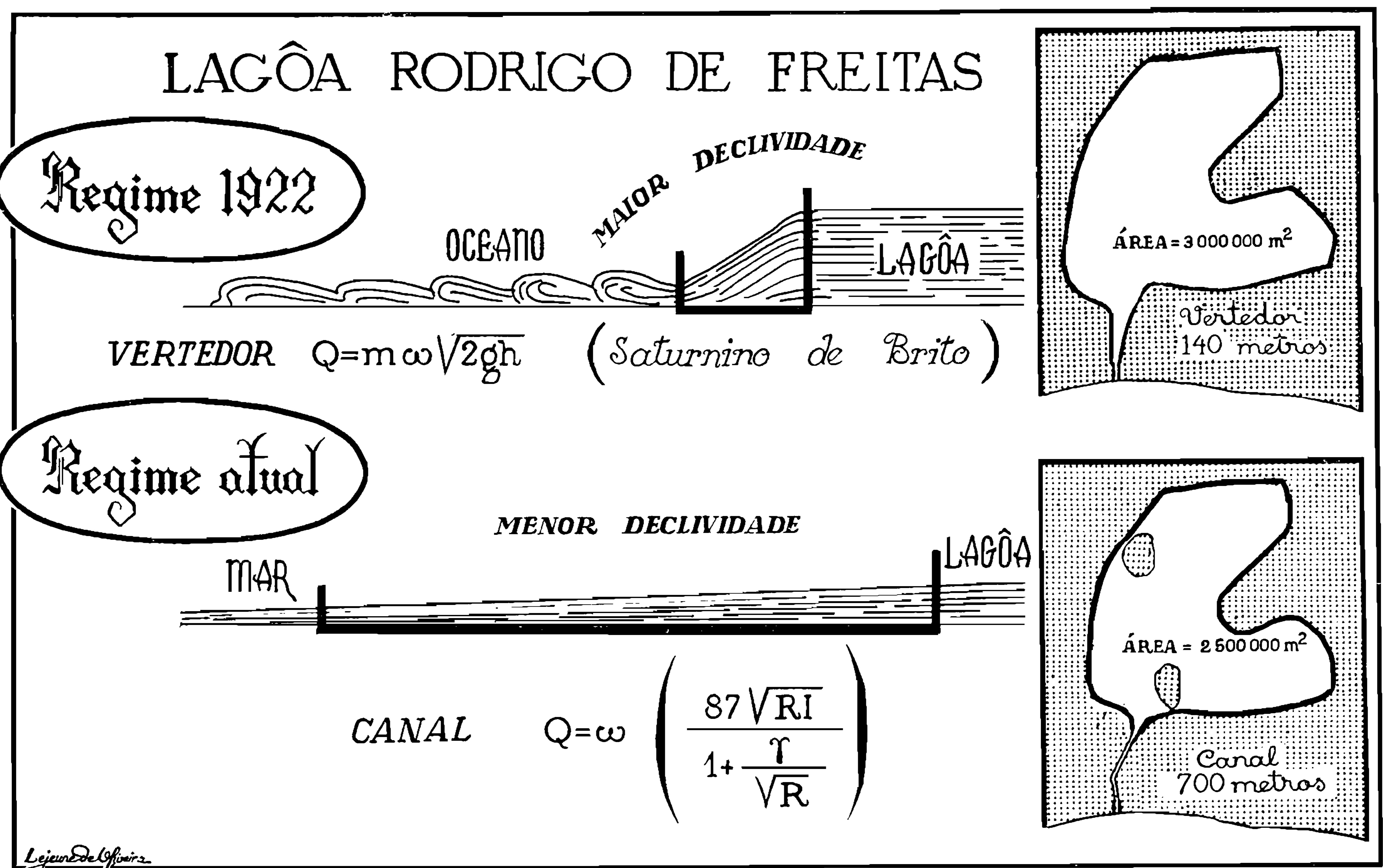


Fig. 1

As fontes de informação para este trabalho foram apenas duas: 1/ os relatórios, projetos e estudos de Saturnino de Brito, e 2/ a atual planta da Lagôa levantada pelo Serviço de Topografia do Departamento de Obras da Prefeitura, mapa 12 4-0 B.

Comparemos a lagôa em 1922 e atualmente:

EM 1922	ATUALMENTE EM 1955
Um vertedor, construído por Saturnino de Brito, para o centenário, curto, de 140 metros de comprimento, que ia até à ponte da Av. Delfim Moreira.	Um canal, fino e comprido, com cêrca de 700 metros, que passa pelo local onde aterraram e colocaram o Jardim de Alá.
Um canal interceptor, que desaguava próximo ao Joquei Clube	O canal interceptor vaza mais dificilmente : a ilha do Piraquê constitui obstáculo à circulação.
As águas podiam sair mais livremente, não havia a Ilha dos Caiçaras servindo de obstáculo.	As águas perdem carga, ao contornarem a ilha dos Caiçaras, que fica quase na entrada do canal.
A superfície era de cêrca de 3000 000 m ²	A superfície da lagôa hoje não vai a mais de 2 500 000 m ² , sendo 1/6 de sua antiga superfície perdida com aterros.
Volume era, segundo S. Brito (para a profundidade média 2.7 m) = 8 000 000 m ³	Hoje, se imagiaarmos que seja ainda esta a profundidade média, teremos volume $2.7 \times 2\,500\,000\text{ m}^2 = 6\,750\,000\text{ m}^3$
Declividades tais que permitiam a força da água, ao abrir a comporta limpar todas as areias em frente ao vertedor.	Declividade fraca, mudança para regime de canal com descargas menores.

No presente trabalho vamos falar do fator declividade, e como diminuíram as descargas. No tempo de 1922, um desnível de 0.20 em 140 metros dava uma declividade de 0.002, hoje, em um canal de 700 metros, o mesmo desnível só vai dar uma declividade de 0.00028, que não produz velocidade suficiente á agua para vazar na proporção de renovar 1/8 do volume da lagôa, diariamente. Outro fator que influe na declividade é o menor volume da lagôa, pois devido a este ha relativamente um abaixamento maior; o abaixamento maior produz um desnível menor, o que não dá declividade suficiente.

O regime antigo que foi estabelecido artificialmente por Saturnino de Brito, respondia pela formula dos vertedores, em que só se conta a diferença das alturas da lagôa e do oceano, e a descarga Q, função da raiz quadrada da gravidade.

$Q = m W \sqrt{2 g H}$, e, foi por esta formula que pela primeira vez foi calculado um regime de lagôa entre nós, como podemos acompanhar nos § 81 em diante da obra de Saturnino de Brito.

Hoje, pelo que qualquer um vê no local, encontra-se um simples canal comum, de águas muito paradas, que deverá seguir, como naturalmente segue todo o canal, as formulas de escoamento de Bazin, ou de Guanguillet e Kutter, como a clássica:

$$Q = W \left(\frac{87 \sqrt{RI}}{1 + \frac{y}{\sqrt{R}}} \right)$$

formula em que entram em conta uma série de coeficientes de forças e atritos que dificultam a água de jorrar com mais velocidade (fig. 1) embora possam ter mesmo desnível.

Vamos repetir os mesmos calculos feitos por Saturnino de Brito, o que não constitui novidade, mas alterando os fatores DECLIVIDADE, assim poderemos comparar os dois resultados: o regime da lagôa original, de Saturnino de Brito de 1922, e o atual regime, resultado de modificações profundas no aspecto físico desta lagôa.

Saturnino de Brito começou seu cálculo no § 87, dizendo: “... suponhamos agora uma curva de maré viva, cujo preamar máximo atinja a cota de 0.70 m acima do nível médio, ou seja 1.40 m acima do fundo do canal.” Veja: a curva que foi figurada na nossa figura 2. Saturnino de Brito avaliava as descargas tomando períodos de uma hora, notando na curva de maré qual o desnível neste período, e achou para o primeiro período, entre 2 e 3 horas, o desnível 1.40 m — 1.20 m = 0.20 m (veja fig. 2).

Ora, como era 140 metros a extensão do vertedor, a declividade inicial superficial era de $I = 0.20$ divididos por 140 = 0.0014, mas havia a declividade do fundo para o qual foi construido o vertedor, que era de 0.0005, estas duas somadas, deram a declividade média = $I_m = 0.002$, e assim por diante, conforme deve ser acompanhado na sua obra clássica sobre a lagôa, para que se fique ao par do que estamos expondo.

Apresentamos o quadro que segue, com os calculos que nós fizemos, tendo sido alterados as declividades. Tudo mostra que estes resultados devam ser aproximados dos que se encontram atualmente no canal. Naturalmente, todo calculo feito no escritório necessita de uma verificação in-loco, com os aparelhos e recursos instrumentais da hidráulica.

A nossa figura 1 focaliza as diferenças dos dois regimes, o antigo e o moderno, tendo ao lado dois pequenos mapas da lagôa em que se faz sentir a diferença de área principalmente na região do canal. A nossa figura 2 é outra representação simplificada das figuras 3 e 4 das estampas VI de Saturnino de Brito, onde acrescentamos o regime atual da lagôa, e o nível atual para objetivar tais diferenças. Os dados de “atual nível” e de “Regime atual” foram os do quadro de calculos que vem a seguir:

QUADRO DE CÁLCULO

(Feito para o regime atual da lagôa Rodrigo de Freitas, usando as descargas calculadas por Saturnino de Brito, no seu diagrama 2, Est. VI em 1922)

PERÍODO N.º No período de horas até hora:	1.º 2-3 horas	2.º 3-4 horas	3.º 4-5 horas	4.º 5-6 horas	5.º 6-7 horas	6.º 7-8 horas	7.º 8-9 horas	8.º 9-10 horas	9.º 10-11 hora	10.º 11-12 hora	11.º 12-13 hora
A altura inicial (h) da lagoa foi de	1.4	1.35m	1.339m	1.327m	1.316m	1.305m	1.295m	1.285m	1.276m	1.367m	1.258m
A altura final (f) da maré foi de	1.20m	0.90m	0.62m	0.60m	0.60m	0.60m	0.60m	0.60m	0.60m	0.60m	0.60m
Donde, o desnível D = h - f =	0.20m	0.45m	0.719m	0.727m	0.716m	0.705m	0.695m	0.685m	0.676m	0.667m	0.658m
A declividade superficial, Is = D/700 metros	0.00028	0.00040	0.00102	0.00104	0.0010	0.001	0.001	0.00098	0.00095	0.00095	0.0009
Somada com a declividade do fundo do canal, grade	0.005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005	0.0005
dará, declividade média I = Iº + Iº = I = Iº + 0.0005.....	0.00078	0.00114	0.00152	0.00154	0.0015	0.0015	0.0015	0.00148	0.00145	0.00145	0.0014
Altura média molhada N ^o = h - ½ D =	1.30m	1.255m	0.98m	0.96m	0.958	0.952	0.947	0.940	0.938	0.933	0.89
Para esta altura molhada pelo feitio do canal teremos o perímetro molhado X	10.54m	10.370m	9.94m	9.88	9.86	9.85	9.82	9.80	9.79	9.78	9.6
Teremos a seção W	10.54m	9.696m'	7.22m'	7.04m'	7.03m'	6.95 m'	6.86 m'	6.84 m'	6.78	6.78	6.41
Donde, o raio hidráulico médio R = Z	1	0.93	0.72	0.72	0.71	0.70	0.70	0.69	0.69	0.68	0.67
Para este raio hidráulico, e esta seção a descarga (calculada por Saturnino de Brito) foi de, Q =	7 m³/seg	7.5 m³/seg	8 m³/seg	7.5 m³/seg	7.4 m³/seg	7 m³/seg	7 m³/seg	6.2 m³/seg	6.2 m³/seg	6.1 m³/seg	6.0 m³/seg
Volume parcial descarregado Wp = ½ Q. 3.600 =	12.600m³	13.500m³	14.400	13.500	12.600	12.600	11.160	11.160	11.160	10.980	10.800
Volume neste período, Wp = ½ volume do período anterior mais a metade do volume do presente	—	16.100m³	27.900 m³	27.900m³	16.820m³	25.920m³	23.760m³	22.320m³	22.320m³	22.140m³	21.780m³
O abaixamento da lagoa, será então de a = W/bacia hidráulica, sendo atualmente W/2.500.000 =	0.0504	0.0104	0.01116	0.011	0.011	0.010	0.0095	0.0088	0.0088	0.0088	0.0086
Nível no fim do período, N = a - h	1.35 m	1.339	1.327	1.316 m	1.305 m	1.295 m	1.285 m	1.276 m	1.267	1.258	1.249
Volume total descarregado até este período	12.600m³	38.700m³	66.600m³	94.500m³	121.320m³	147.240m³	171.1000m³	193.320m³	215.640	237.780m³	259.560m³

Oliveira: Lei da concentração

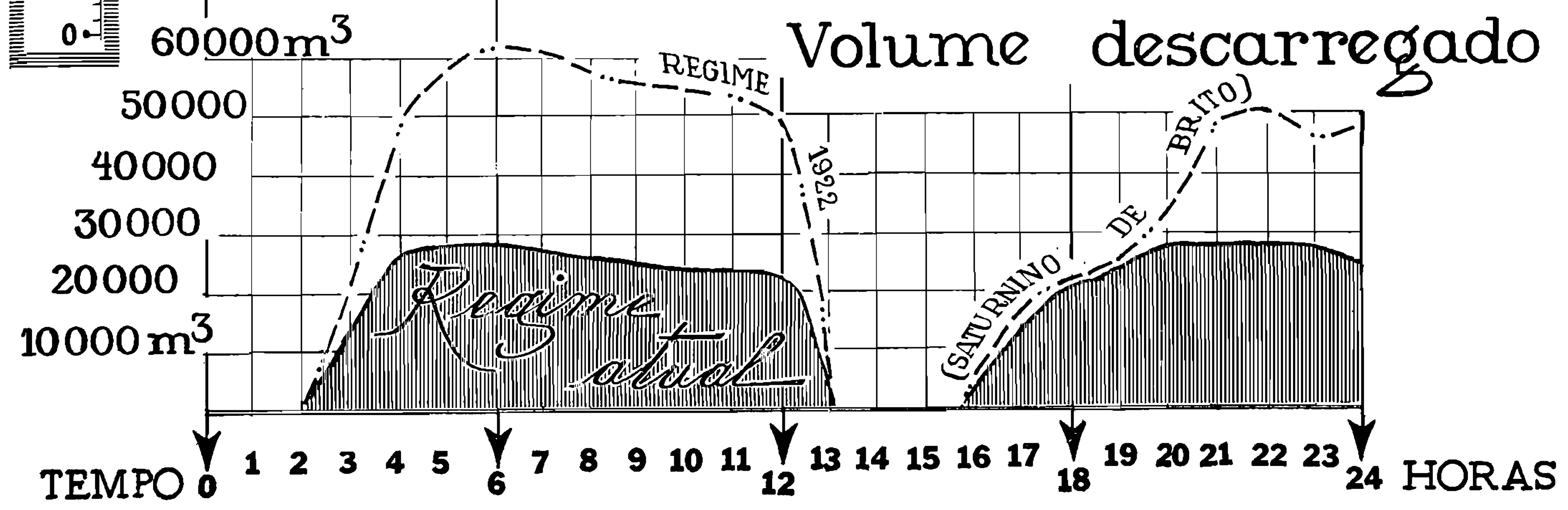
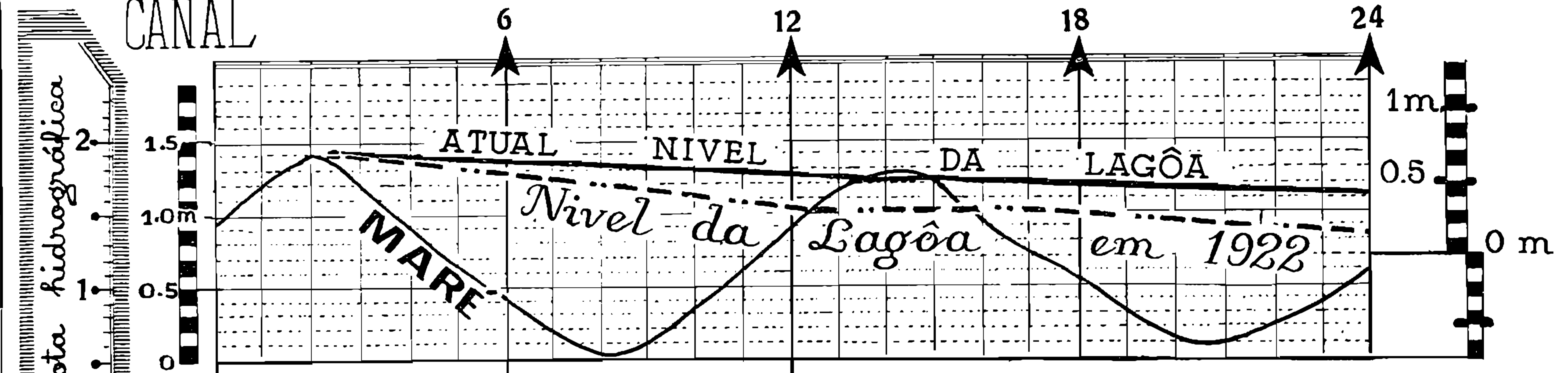
Comparemos os resultados, nas duas marés, e em cada período de um dia:

REGIME 1922 (Dados de Saturnino de Brito)		(Cálculos feitos levando em conta o canal ter 700 metros, donde as declividades menores)
Na primeira maré		
HORAS		
2 — 3	22 000 m'	12 000 m'
3 — 4	50 760	26 100
4 — 5	59 940	27 900
5 — 6	62 280	27 900
6 — 7	61 000	26 820
7 — 8	57 000	25 920
8 — 9	55 080	23 760
9 — 10	54 500	22 320
10 — 11	53 500	22 320
11 — 12	49 820	22 140
12 — 13	45 100	21 780
TOTAL	571 500 m'	259 560 m'
Na segunda maré		
HORAS		
15 — 16	55 000 m'	3 015 m'
16 — 17	17 000	16 695
17 — 18	21 000	27 360
18 — 19	25 000	27 360
19 — 20	34 000	27 360
20 — 21	48 000	27 360
21 — 22	50 000	27 360
22 — 23	46 000	26 820
23 — 24	46 000	26 000
24 em diante	138 000	10 000
TOTAL	430 000 m'	216 230 m'
Total no período de um dia:		
Renovamento diário:	1 001 500 m	475 790 m'

LAGÔA RODRIGO DE FREITAS

ALTITUDE

ALTURA DO CANAL



Oliveira: Lei da concentração

Levine de Almeida

Afinal, o renovamento da lagôa que era de 1 000 000 m³ diariamente em 1922, caiu hoje, em 1955, á metade, cerca de 500 000 m³, e assim mesmo, quando hoje as comportas podem ficar abertas. Cremos que este máximo atual de 500 000 m³ de renovamento diário raramente será atingido hoje, raras vezes vemos o canal aberto por uns 5 dias, e mesmo que estivesse aberto o renovamento de 1/14 do volume da lagôa é insuficiente para manter regime hidrobiológico equilibrado permanentemente.

Todas as razões são unanimes, nesta questão da lagôa, e indicam que as condições das aguas melhorariam muito, se a lagôa pudesse outra vez ter um renovamento de 1/8 do seu volume diariamente, conforme foi executado por Saturnino de Brito.

Qualquer que fosse a obra de engenharia não importaria, o que necessita a lagôa são 12.5% de seu volume renovado diariamente.

BIBLIOGRAFIA — IMPRESSA

ARAGÃO, H. & al.

- 1939 Relatório sobre a situação da Lagôa Rodrigo de Freitas sob o ponto de vista biológico.
Mem. Instituto Osw. Cruz, 34 (4) : 457-463. 8 est.

SATURNINO DE BRITO

- 1922 Saneamento da Lagôa Rodrigo de Freitas. Obras Completas, vol. 15. Instituto Nacional do Livro; Rio de Janeiro.

BIBLIOGRAFIA — MANUSCRITOS

KLEEREKOPER, H.

- 1938 "Relatório sobre a Lagôa Rodrigo de Freitas" datilografado, apresentado pelo Dr. Ascanio Faria, ao Exmo. Sr. Mario Cabral, Secretário da Agricultura da P. D. F., em Março de 1953.
O datilografado está no Serviço de Caça e Pesca e copia está na P.D.F. Secret. Agric., onde consultamos.

MAPA 12 O-B:

- Lagôa Rodrigo de Freitas, 1955:
Departamento de Obras, Prefeitura do Distrito Federal. 1 copia em papel ferro-prussiato.