

ESTUDO DA BARRA DAS JANGADAS

PARTE III

VARIAÇÃO DE NITROGÊNIO E FOSFATO DURANTE O ANO

Taizo OKUDA  
Lourinaldo CAVALCANTI  
Manoel Pereira BORBA

I – INTRODUÇÃO

Nitrogênio e Fosfato são substâncias nutritivas de vital importância para a produção do fito-plâncton e, inclusive, para o desenvolvimento da vida marinha.

A maior parte dessas substâncias na zona litorânea provém dos rios. Em geral há fito-plâncton copioso na área costeira, próxima à embocadura do rio, resultando daí uma rica área piscícola.

Baseado neste aspecto, realizamos estudos sobre a distribuição e variação da concentração de Nitrogênio Inorgânico, Fosfato Total e Inorgânico na Barra das Jangadas, de conformidade com as estações do ano, como também em relação à variação dos valores de Clorinidade, pH, Oxigênio Dissolvido e Consumo de Permanganato, cujos resultados vão transcritos em outras partes deste mesmo estudo.

Salientamos, entretanto, que as variações de Nitrogênio e Fosfato especialmente, necessitam de estudos mais completos, tendo em vista a grande influência exercida sobre estas substâncias através das águas provenientes dos mangues existentes na área por nós pesquisada. O estudo em aprêço, já foi iniciado, e os resultados e conclusões serão publicados em Boletim futuro.

II – COLHEITA DE AMOSTRAS E MÉTODOS DE ANÁLISES.

*Colheita de Amostras* – A colheita de amostras foi realizada da mesma maneira para todas as análises, como já foi exposto na Parte II. Os locais das colheitas estão indicados na Parte I, (Fig. I.) deste Boletim.

*Métodos de Análises* – O Nitrogênio Inorgânico, foi determinado em função do Nitrato, Nitrito e Amonia, de acordo com os seguintes métodos:

Nitrato-N — método da redução com Sulfato de Estriquinina — segundo Harvey.

Nitrito-N — método do reagente de Griess Romign.

Amonia-N — método de Witting.

Os Fosfatos Total e Inorgânico foram determinados pelos seguintes métodos:

Fosfato Total — Método de Denigés-Atkins, após decomposição do Fosfato Orgânico com Ácido Perclórico.

Fosfato Inorgânico — Método de Denigés-Atkins.

### III — RESULTADOS.

#### VARIAÇÕES DO NITROGÊNIO INORGÂNICO

Tomando por base a Tabela 1, podemos estabelecer a seguinte ordem entre os valores das concentrações de Nitrogênio Inorgânico:

Amonia-N > Nitrato-N > Nitrito-N

Os valores de Amonia mostraram-se consideravelmente elevados em relação aos valores de Nitrato e Nitrito. A distribuição das concentrações de Nitrogênio na baixamar e preamar, mostrou-se bastante complicada, sobretudo não acompanhando as variações da Clorinidade.

#### AMONIA-N (Fig. 1)

##### Baixamar

A Amonia em todo o curso dos rios na baixamar, não apresentou sempre valores elevados. Com exceção do Pirapama, no mês de Setembro. No entanto os valores no rio Jaboatão nos meses de Setembro, Janeiro e Junho (1960), mostraram-se menores que os encontrados na embocadura, o mesmo acontecendo no rio Pirapama, em Janeiro. Por outro lado, valores altos de Amonia foram obtidos nas camadas fundas da junção dos rios, como se pode constatar nos meses de Março e Setembro. Em síntese as diferenças foram pequenas.

##### Preamar

Em geral, os valores de Amonia-N obtidos no curso inferior dos rios, foram mais elevados que os encontrados na embocadura, enquanto que, nos meses de Janeiro e Setembro às Est. I e II apresentaram alguma desigualdade. Nota-se que o valores na cercania das Est. III, IV e VI, na junção dos rios, mostraram-se as vezes maiores que aqueles encontrados no curso inferior nas Est. V e VII, nos meses de Setembro, Janeiro, Março e Junho (1960). Na distribuição vertical, os valores de Amonia-N nas camadas superiores, nos meses de Junho (1959) e Setembro, foram mais elevados que os encontrados nas camadas inferiores, não mostrando entretanto forma regular, em relação aos demais meses.

Comparando-se os valores nas duas marés, nota-se que os valores na baixamar foram mais altos que os da preamar, excetuando o mês de Setembro e os meses de Março e Junho (1960), no curso inferior dos rios.

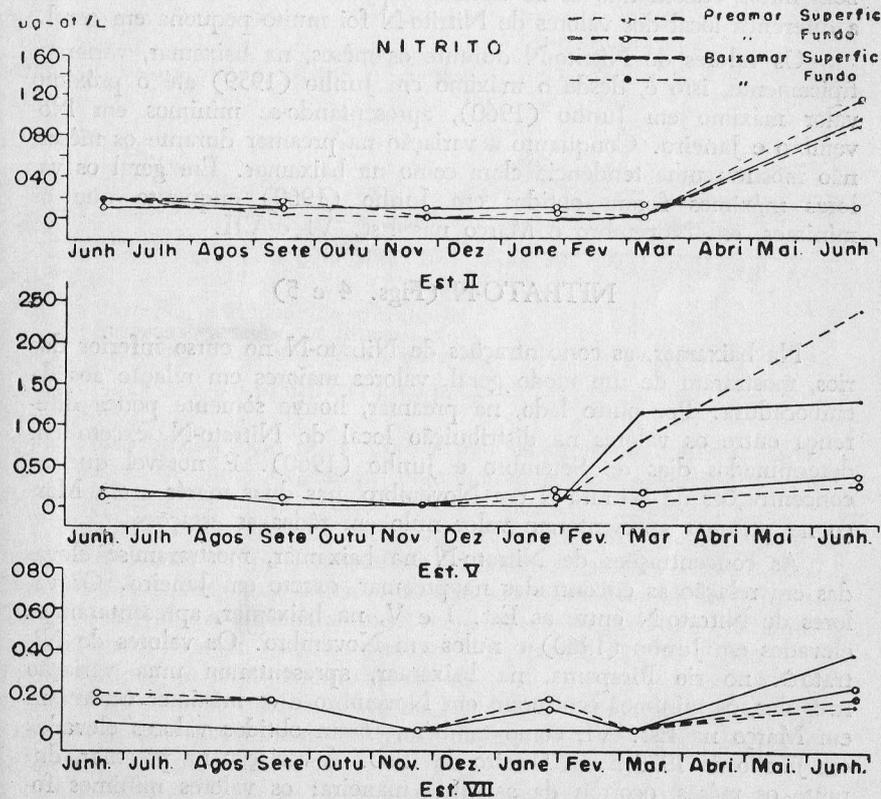
A variação entre as Estações durante os meses, foi a seguinte: (Tabela I) os valores mais elevados de Amonia-N foram encontrados em Junho (1959) e os mais baixos em Junho (1960).

A maior parte dos valores elevados de Amonia-N, na maré alta, foram obtidos em Setembro e Março, enquanto que os mínimos foram obtidos em Janeiro e Junho (1960) em toda a área pesquisada.

#### NITRITO-N (Figs. 2 e 3)

##### Baixamar

As concentrações de Nitrito-N no rio Pirapama mostraram-se menores no curso inferior, excetuando o mês de Junho (1959). Por outro lado, o rio Jaboatão apresentou maiores concentrações que o rio Pirapama em geral. Observou-se que os valores de Nitrito-N nos meses



de Novembro (não indicados na Tabela) e Janeiro, mostraram-se nulos em tôdas as Estações. A ocorrência da desnitrificação nesta observação, pode ser julgada pela fraca concentração de Oxigênio Dissolvido e Nitrito-N.

Em geral, a distribuição vertical do Nitrito-N não mostrou uma tendência clara, exceto em Setembro, em que os valores da camada superior mostraram-se maiores que os da camada inferior.

As concentrações de Nitrito-N na maré baixa, nos meses de Junho (1959-1960), mostraram-se maiores do que na maré alta, ao contrário dos meses de Setembro e Janeiro.

*Preamar*

Os maiores valores em todos os meses foram encontrados entre as Est. I e III. (Embocadura).

Notou-se que os valores da preamar em Novembro, foram também nulos, excetuando os da camada superior na Est. I. No entanto, a diferença local dos valores de Nitrito-N foi muito pequena em geral.

Os valores de Nitrito-N durante os meses, na baixamar, variaram tipicamente, isto é, desde o máximo em Junho (1959) até o próximo valor máximo em Junho (1960), apresentando-se mínimos em Novembro e Janeiro. Conquanto a variação na preamar durante os meses, não mostrou uma tendência clara como na baixamar. Em geral os valores máximos foram obtidos em Junho (1960) enquanto que os mínimos, em Novembro e Março nas Est. VI e VII.

NITRATO-N (Figs. 4 e 5)

Na baixamar, as concentrações de Nitrato-N no curso inferior dos rios, mostraram de um modo geral, valores maiores em relação aos da embocadura. Por outro lado, na preamar, houve somente pouca diferença entre os valores na distribuição local do Nitrato-N, exceto em determinados dias de Setembro e Junho (1960). É notável que as concentrações de Nitrato-N em Novembro, nas duas marés e em Março na preamar apresentaram valor nulo em tôdas as estações.

As concentrações de Nitrato-N na baixamar, mostraram-se elevadas em relação as encontradas na preamar, exceto em Janeiro. Os valores de Nitrato-N entre as Est. I e V, na baixamar, apresentaram-se elevados em Junho (1960) e nulos em Novembro. Os valores de Nitrato-N no rio Pirapama, na baixamar, apresentaram uma variação irregular, os mínimos ocorreram em Novembro e os máximos ocorreram em Março na Est. VI, como também, foram obtidos valores elevados em Junho de 1959 e em Janeiro de 1960. A variação na preamar, durante os meses, ocorreu da seguinte maneira: os valores mínimos foram obtidos em Novembro e Março e os máximos em Janeiro, respectivamente.

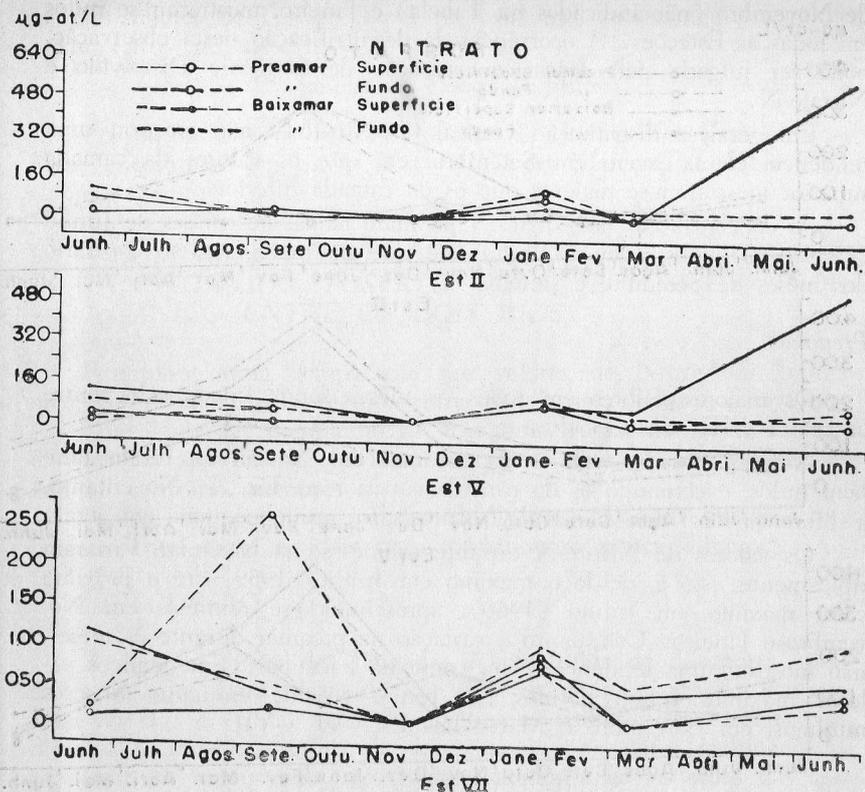


Fig. 5: Variação estacional de nitrato-N  
Seasonal variation of nitrate-N  
Variation saisonnière du nitrate-N

FOSFATO-P (Figs. 6 e 7)

A distribuição local do Fosfato-P não mostrou uma mesma repartição através de todos os meses. Não houve grande diferença na distribuição nesta região, em Junho (1959), Janeiro e Março.

Na baixamar os valores no curso inferior do rio Jaboatão em Setembro e Junho (1960), mostraram-se maiores que na embocadura. Por outro lado, no curso inferior do Pirapama em Novembro e Junho (1960), os valores apresentaram-se menores em relação aos da embocadura, como também os valores maiores em Junho (1959) e Setembro foram obtidos no referido curso deste rio.

Na preamar as concentrações de Fosfato no curso inferior dos dois rios, em Novembro, Janeiro e Março, mostraram-se geralmente maiores que na embocadura.

Em Junho (1959) e Janeiro, a baixamar apresentou maiores concentrações em relação à preamar, não ocorrendo durante os outros meses, grande diferença entre as duas marés. Em geral os valores

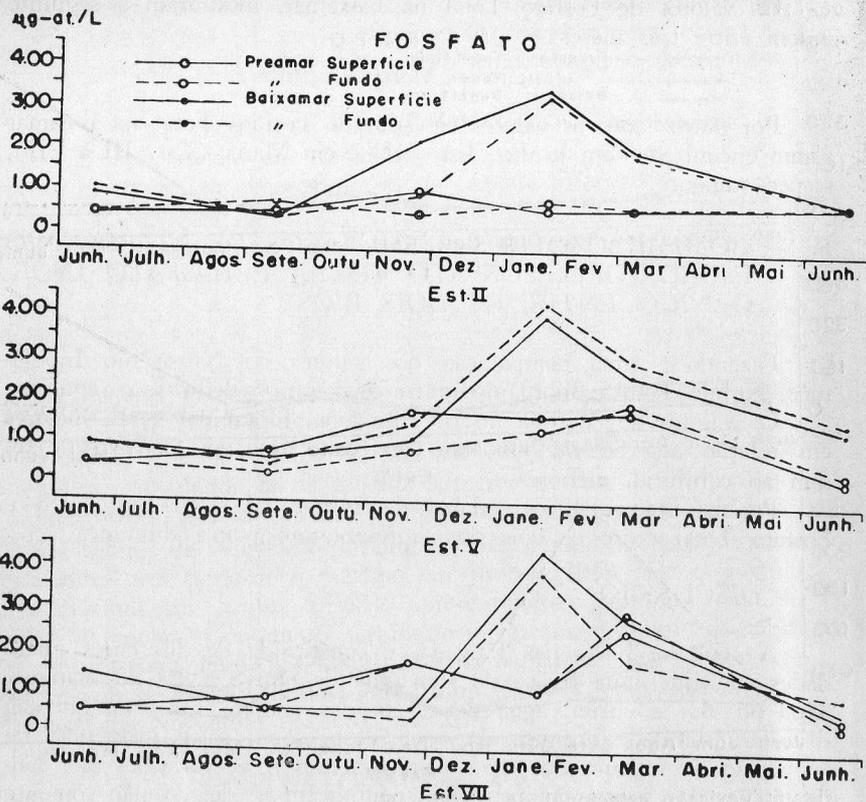


Fig. 7: Variação estacional de fosfato—P  
 Seasonal variation of phosphate—P  
 Variation saisonnière du phosphate—P

máximos de Fosfato, na baixamar, foram obtidos em Janeiro e os mínimos em Setembro e Novembro, ocorrendo também uma baixa na concentração do rio Pirapama em Junho (1960).

Por outro lado, na preamar, os máximos foram obtidos em Março e os mínimos em Junho (1959-1960) e Setembro (Est. III).

### FOSFATO TOTAL (Fig. 8)

Em consequência dos poucos dados obtidos nos meses de Janeiro, Março e Junho (1960), torna-se difícil fazer uma melhor comparação dos resultados.

No entanto, Janeiro e Março, apresentaram no curso inferior dos dois rios, maiores valores em relação à embocadura. Os valores na baixamar, em Janeiro, mostraram-se maiores em relação aos da preamar não havendo porém, nos outros meses, uma diferença bem clara entre as concentrações.

Os valores de Fosfato Total na baixamar, mostraram a seguinte ordem entre três meses:

Janeiro — Março — Junho.

Por outro lado, os valores elevados de Fosfato Total na preamar foram encontrados em Junho (Est. III) e em Março (Est. III a VII), respectivamente.

### IV — COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS DE NITROGÊNIO INORGÂNICO, FOSFATO TOTAL E FOSFATO INORGÂNICO ENTRE OS DOIS RIOS.

Fazendo-se uma comparação dos valores de Nitrogênio Inorgânico, Fosfato Total e Inorgânico entre os dois rios, deduz-se o seguinte:

Os valores de Amonia no rio Pirapama, foram em geral, maiores em relação aos do rio Jaboatão, enquanto que, os de Nitrito foram ao contrário, menores.

Porém, em geral, os valores de Nitrato, Fosfato Inorgânico e Fosfato Total entre os dois rios, apresentaram pouca diferença.

### V — DISCUSSÃO

À água na Barra das Jangadas é constituída de diferentes qualidades ou seja: água básica do rio, água de chuva, água do manguê, água do mar e enfim, água de esgoto das uzinas. Em consequência disto, a qualidade química da água nesta zona, sofre influência da proporção de mistura dos tipos acima citados e as variações das concentrações das substâncias químicas complicam-se, devido não somente as marés ou quantidade de chuvas, como também, devido a quantidade de água derramada nos esgotos das uzinas de açúcar.

A Tabela I, nos dá um resumo das concentrações destas substâncias entre as águas doce e salgada, em cada mês. A concentração de todas as substâncias em Setembro e Nitrito em Janeiro, mostraram-se mais altas na água salgada, porém, em geral, os valores máximos, mínimos e médios da água doce foram sempre mais altos que os da água salgada. Os valores de Amonia-N, Fosfato Total e Inorgânico em Janeiro e Março, mostraram grande diferença entre a água doce e salgada, meses correspondentes ao verão. Deduz-se destes resultados, que um aumento na concentração destas substâncias nutritivas no mar, talvez seja ocasionado pela água doce despejada pelos rios.

Assim, a maior parte dos valores da Amonia no rio Pirapama foi maior que no rio Jaboatão, e os de Nitrito no Pirapama foram menores que no Jaboatão. Os valores entre os dois rios mostraram apenas uma pequena diferença, como também, as concentrações de Fosfato Total e Inorgânico, não foram muito diferentes.

Analisando-se as grandes diferenças de Nitrito e de Amonia entre os dois rios, a partir dos resultados de Oxigênio e Consumo de Perman-

TABELA I

Comparação das concentrações dos elementos nutritivos entre a água doce e a água salgada.  
 Comparison of concentrations of nutrient elements between river water and saline water.  
 Comparaison entre la concentration des éléments nutritifs contenus dans l'eau du fleuve et ceux dans l'eau salée.

Data	Clorinidade ‰		Fosfato — P ug-at/L			Fosfato Total ug-at/L			Amonia — N ug-at/L			Nitrito — N ug-at/L			Nitrato — N ug-at/L		
			Min.	Máx.	Méd.	Min.	Máx.	Méd.	Min.	Máx.	Méd.	Min.	Máx.	Méd.	Min.	Máx.	Méd.
Jun. 17/59	0.04 — 0.48 16.21 — 18.86	0.8 1.3 0.98 0.35 0.45 0.39							12 19 15 2.8 7.9 3.5	0.05 0.3 0.18 0.15 0.25 0.17	0.5 1.4 1.0 0.1 0.2 0.13						
Set. 14/59	0.05 — 0.99 10.41 — 14.32	0.22 1.11 0.44 0.40 0.75 0.58							2.5 20 8.8 4.9 42 12.8	0 0.10 0.03 0.15 0.19 0.16	0.4 0.9 0.54 0.1 2.6 0.74						
Nov. 23/59	0.12 — 4.72 16.09 — 20.23	0.26 2.11 0.85 0.17 1.37 0.57								0 0 0 0 0.1 0.02	0 0 0 0 0.5 0.03						
Jan. 25/60	0.41 — 3.37 19.90 — 20.58	3.48 4.36 3.95 0.52 1.63 0.82	5.56 7.20 6.41 0.80 2.60 1.29	4.4 12.1 7.5 1.1 11 2.4	0 0 0 0.03 0.66 0.09	0.1 1.0 0.53 0.6 1.2 0.88											
Mar. 7/60	0.40 — 3.01 17.40 — 20.03	1.55 2.96 2.19 0.54 0.92 0.66	3.24 5.30 4.29 1.10 1.90 1.42	4.7 12 7.4 1.2 15.5 4.1	0 1.1 0.22 0 0.19 0.07	0 2.0 0.49 0 0 0											
Jun. 21/60	0.018 — 0.61 15.23 — 18.21	0.27 1.47 0.58 0.04 1.09 0.50	0.48 1.80 1.14 1.00 2.52 1.61	0.9 4.6 3.1 0.3 3.95 1.3	0.10 2.34 0.89 0.07 1.10 0.20	0.2 6.1 2.5 0.04 0.5 0.3											

TABELA — 2

Propriedades química da água intersticial dos sedimentos  
 Chemical properties of interstitial water of sediments  
 Propriétés chimiques de l'eau intersticielle des sédiments.

Água	Temp °C	pH	Cl ‰	Nitrogênio Inorgânico — ug-at/L			Fosf. Inorgânico ug-at/L
				Amonia	Nitrito	Nitrato	
Água do Rio — Superfície	30.2	7.23	7.04	17.2	0.13	1.65	1.13
Água de Sedimentos 0 — 2 cm	31.7	7.20	20.27	63.5	0	2.45	1.5
2 — 5 "	30.5	6.68	18.38	163.	0	2.95	2.65
5 — 10 "	28.6	6.90	18.34	92.5	0.17	2.05	1.80
10 — 20 "	28.0	6.76	18.54	76.0	0	2.15	2.40
20 — 30 "	27.7	6.90	17.57	178.	0.14	1.73	2.26

ganato, vê-se que o rio Pirapama apresentou menores valores de  $O_2$  e maiores de  $KMnO_4$  em relação ao rio Jaboatão podendo-se atribuir este fato à diferença dos componentes químicos da água e à diferença de qualidade ou quantidade da água derramada pelas usinas, nos dois rios.

Durante as observações do ano, as concentrações de Amonia e Fosfato, nas águas perto da junção dos rios apresentaram as vezes maiores valores em relação ao curso inferior dos mesmos, isto na preamar. Por outro lado, as concentrações destas substâncias nas camadas baixas da embocadura, mostraram as vezes valores elevados, na baixamar.

Notamos que esses fenômenos ocorreram independente da concentração de Clorinidade. Devido a existência de mangues nas proximidades da embocadura, admitimos que as águas provenientes dos mesmos, influíssem nas concentrações daquelas substâncias, nas águas do rio.

Efetuamos então uma colheita de águas (1) de sedimentos entre 0 e 30 cms. de profundidade e realizamos as análises de Fosfato-P, Amonia-N, Nitrato-N e Nitrito-N, comprovando realmente aquela hipótese, pois obtivemos valores de Amonia-N, Fosfato-P e Nitrato-N elevadíssimos em relação aos do rio, enquanto que, os de Nitrito foram desprezíveis como se pode ver na Tabela 2.

T. OKUDA, em 1955 observou que as concentrações de Amonia e Fosfato em lama da praia, aumentava em consequência da decomposição da matéria orgânica, durante a maré baixa.

Portanto, o fenômeno acima descrito, pode ser atribuído à influência das águas dos mangues, ou a dissolução daquelas substâncias originadas da lama, na água. Por outro lado, as concentrações de Amonia e Fosfato, podem sofrer influência da "Lixiviação" das terras pelas águas dos rios e das chuvas.

## VI — CONCLUSÃO

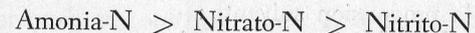
A variação da composição química da água da Barra das Jangadas, sofre influência de águas de origens diferentes, ou seja: A água básica do rio, água da chuva, água do mangue, água do mar e a água dos esgotos das usinas. Em consequência disto, a distribuição local e as variações de Nitrogênio e Fosfato com as estações, mostraram forma complicada.

Em resumo, Fosfato Total e Inorgânico, apresentaram valores máximos no verão, Janeiro e Março, Amonia em Junho de 1959 e Março, e Nitrito em Junho dois anos, respectivamente, assim como,

(1) Logo após a colheita dos sedimentos os mesmos foram trazidos para o Instituto e a água separada por centrifugação.

o Fosfato apresentou mínimos em Setembro, Amonia em Junho (1960) e Nitrito e Nitrato em Novembro e Março.

Como já vimos, a concentração de Nitrogênio apresentou a seguinte ordem:



As variações de Nitrogênio Inorgânico e Fosfato Total e Inorgânico, mostraram-se muito irregulares em relação à Clorinidade, pH e Oxigênio, cujos valores diminuíram desde a embocadura até o curso inferior dos rios, exceção do Consumo de  $KMnO_4$  com o qual ocorreu o contrário, não notando-se entretanto grandes diferenças entre os dois extremos, exceto com os valores de Nitrato. Ocorreu também os valores de Nitrogênio Inorgânico, Fosfato Total e Inorgânico, serem mais elevados na água doce. Estes fenômenos talvez possam ser atribuídos ao seguinte: devido a pouca diferença de concentração destas substâncias entre as águas do rio e do mar, as variações são influenciadas, não somente pela proporção de mistura das águas, como também pelo consumo das substâncias pelo plancton e ainda pela decomposição de matérias orgânicas. Também deduz-se destes resultados, que a zona de mangue talvez exerça grande influência sobre o sistema metabólico da circulação das substâncias.

Sempre que os valores de Nitrato-N e Nitrito-N atingiram zero, os valores de Oxigênio atingiram também, quase este valor. Isto talvez seja motivado pelo fato de que, a água tendo um poder redutor considerável, o Oxigênio foi consumido, havendo estacionamento na nitrificação e nitrofigação e continuação na desnitrificação.

Os valores de Amonia-N do rio Pirapama foram maiores que os do rio Jaboatão, enquanto que, com os Nitritos-N ocorreu o inverso. Os valores de Nitrato-N, Fosfato Total e Inorgânico entre os dois rios, mostraram apenas uma pequena diferença.

## ABSTRACT:

In part III, the general conditions of distribution of nutrient elements for plants, such as phosphorus and nitrogen are described, with special reference to seasonal variation and local distribution with tides.

The order of concentration of inorganic nitrogen was as follows: Ammonia-N > Nitrate > Nitrite-N.

Nitrite-N and Nitrate-N in the upper part of the river were scarcely detected in November, January and March.

The concentration of nutrient elements in the river water were affected not only by polluted water from the sugar factories, but also by water exceding from the mangrove zone in the estuary of "Barra das Jangadas".

## RÉSUMÉ:

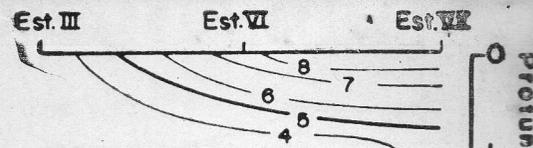
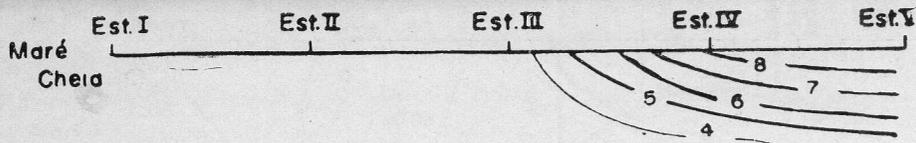
La troisième partie présente les conditions générales de répartition des éléments nutritifs, spécialement phosphore et azote, en fonction des marées et des saisons. Quant à l'azote inorganique, on a toujours rencontré la progression suivante :

N-ammoniacal > N-nitrate > N-nitrite.

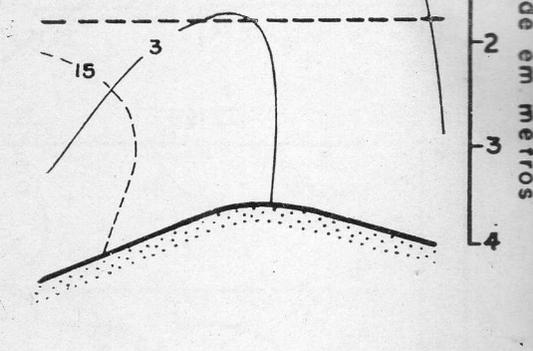
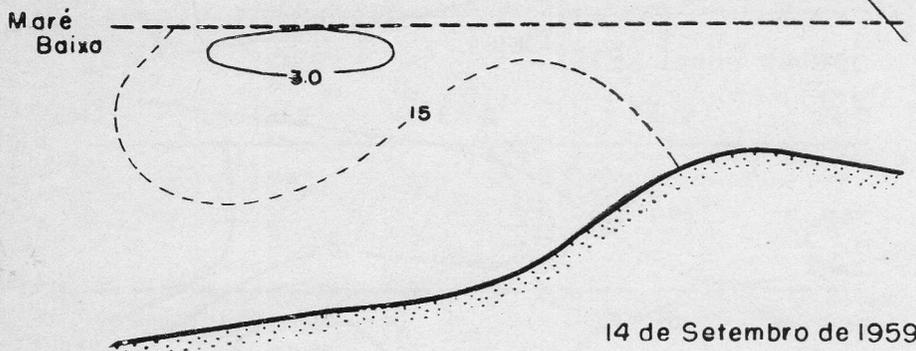
La concentration en ces éléments nutritifs est influencée non seulement par les eaux douces, par la pollution industrielle, mais aussi par les "mangroves" existant dans la région.

## BIBLIOGRAFIA

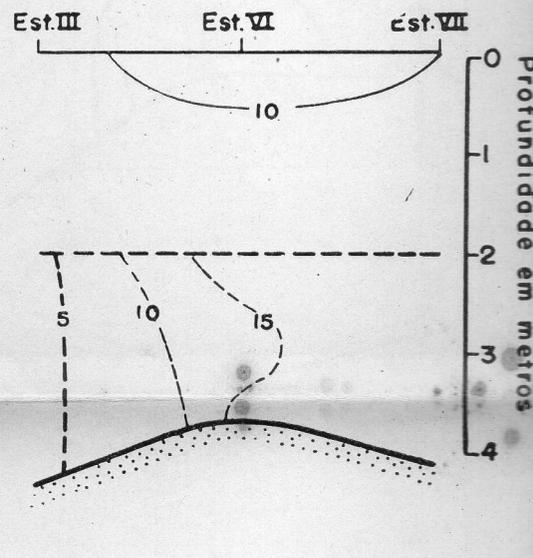
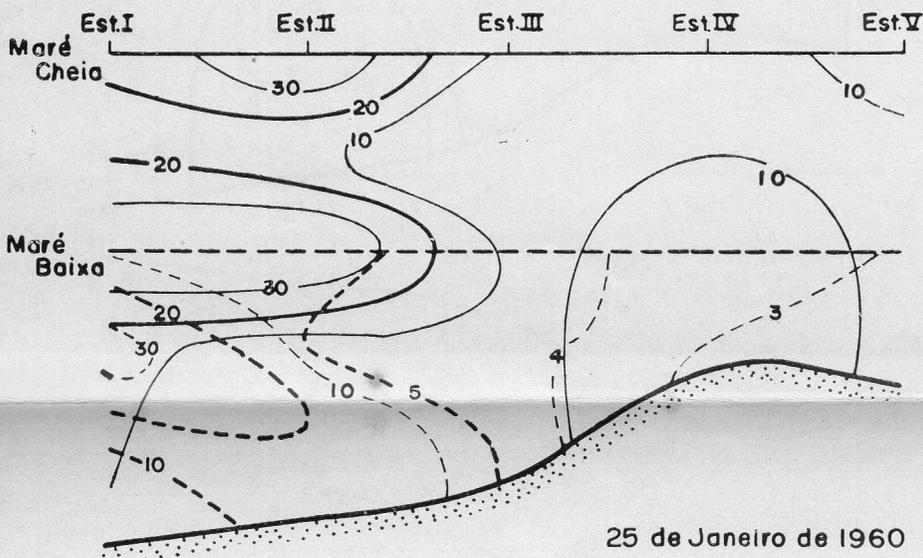
- 1) — TAIZO OKUDA (1955) — On the soluble nutrients in bay deposits. III. Examination on the diffusion of soluble nutrients to sea water from mud (in Japanese with english summary), Bull of Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. N.º 4 — 215 — 242.
- 2) — T. OKUDA e R. NÓBREGA (1961) — Estudo da Barra das Jangadas. I. Distribuição e Movimento da Clorinidade. Quantidade de Corrente. Trab. do Inst. de Biol. Mar. e Ocean. N.º 2.
- 3) — T. OKUDA, L. CAVALCANTI e M. P. BORBA (1961) — Estudo da Barra das Jangadas. II Variação do pH, Oxigênio Dissolvido e Consumo de Permanganato durante o ano. Trab. do Inst. de Biol. Mar. e Ocean. N.º 2.



Profundidade em metros

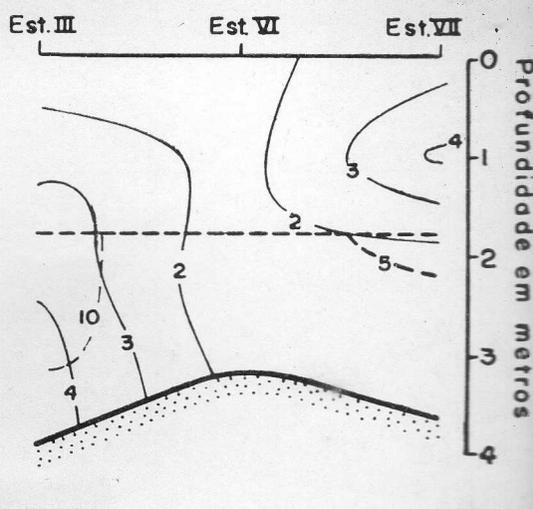
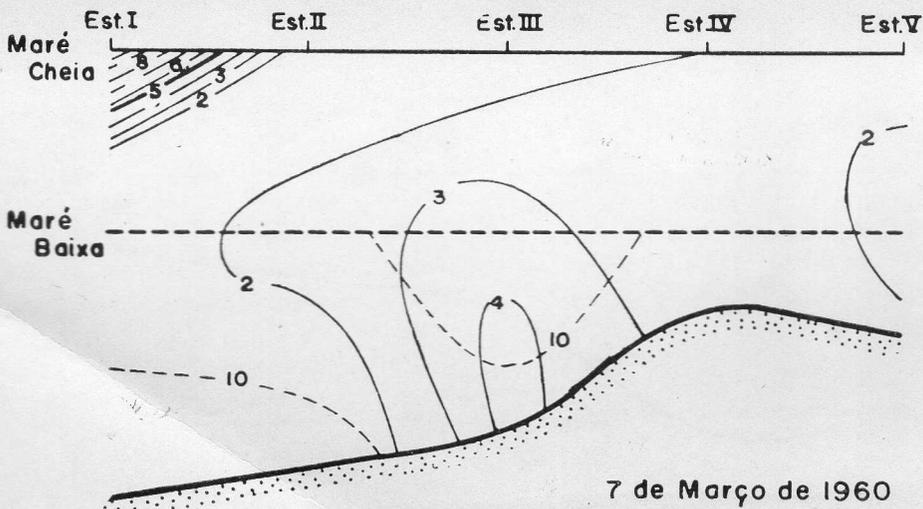


14 de Setembro de 1959



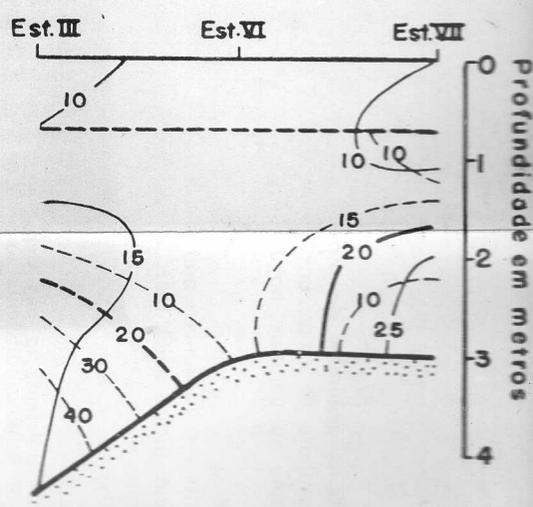
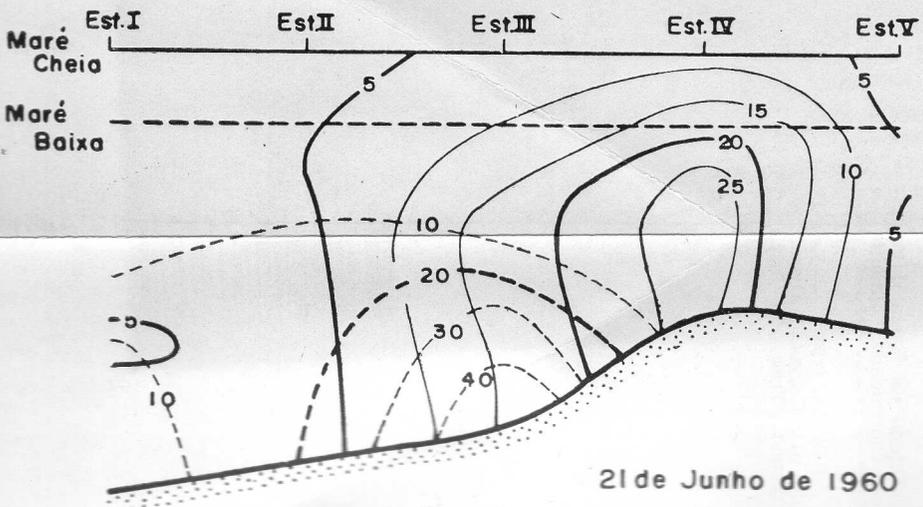
Profundidade em metros

25 de Janeiro de 1960



Profundidade em metros

7 de Março de 1960



Profundidade em metros

21 de Junho de 1960

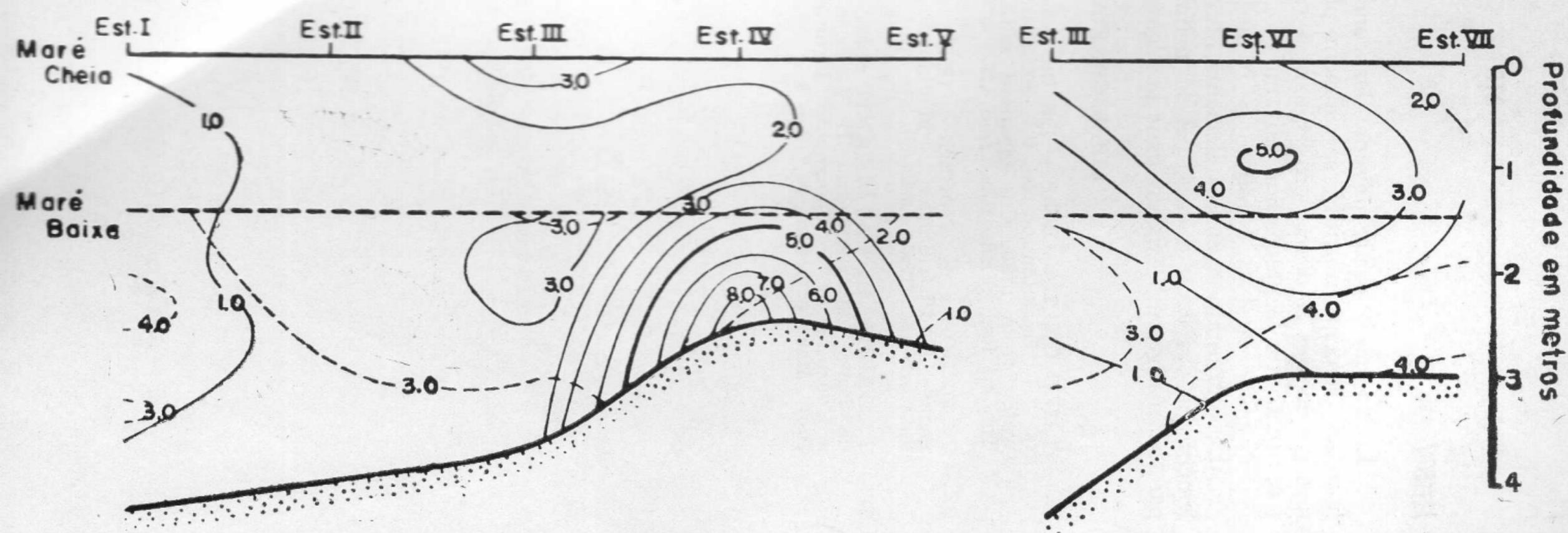
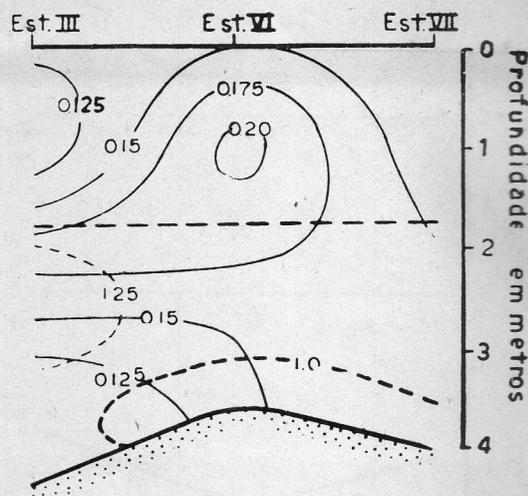
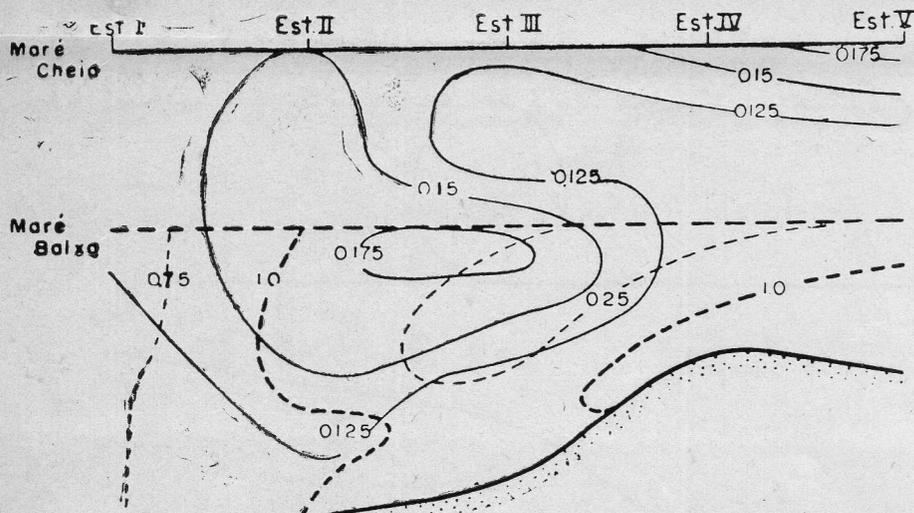
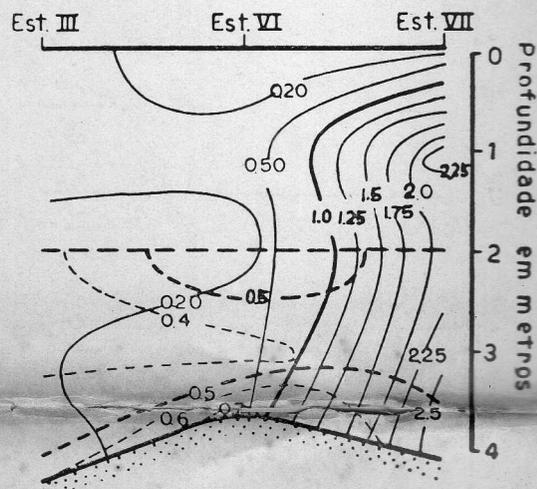
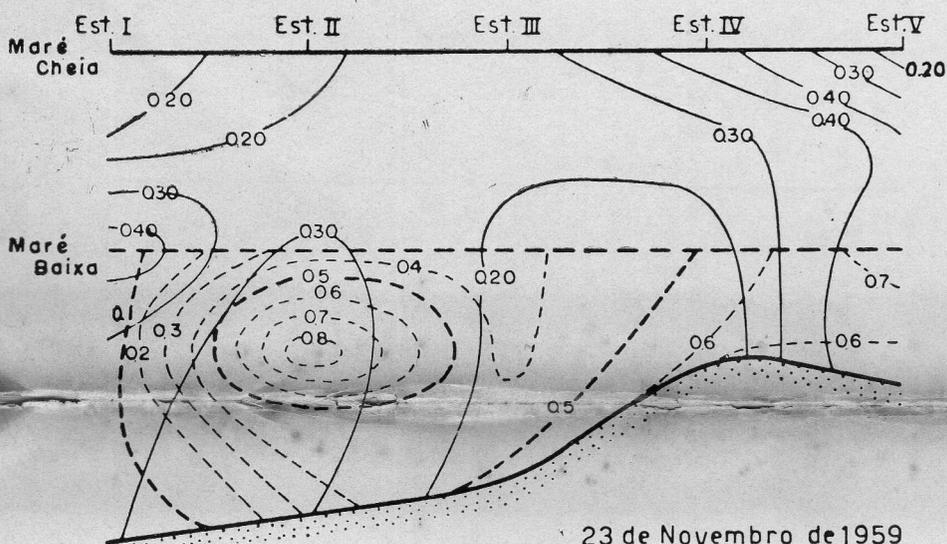


Fig. 1: Distribuição local de amonia—N  
 Local distribution of ammonia—N  
 Répartition locale du l'ammoniac—N

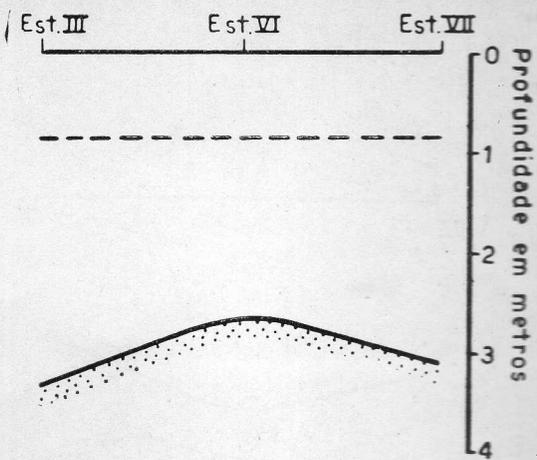
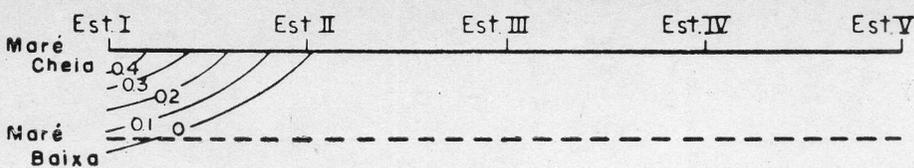
17 de Junho de 1959



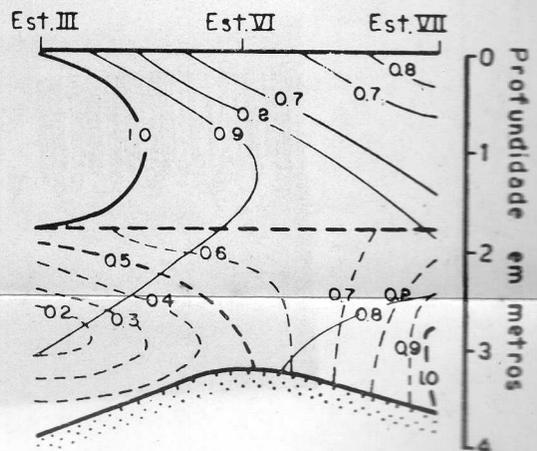
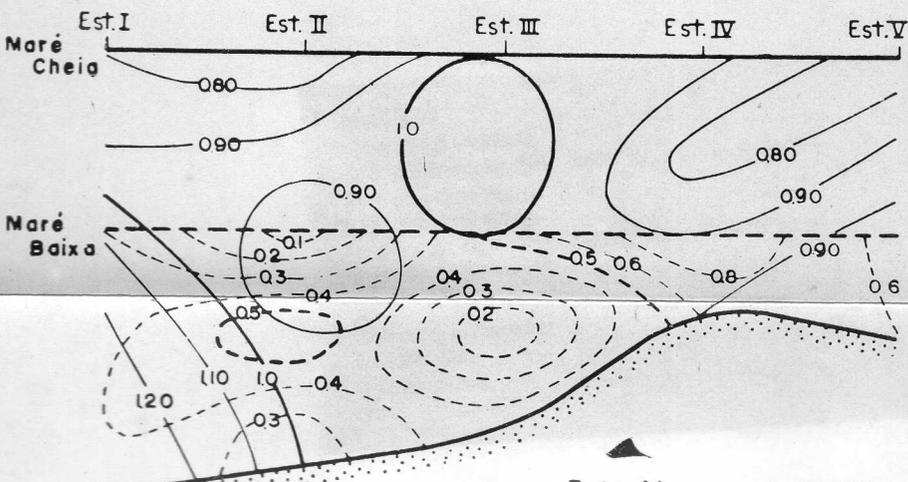
14 de Setembro de 1959



23 de Novembro de 1959



25 de Janeiro de 1960



7 de Março de 1960

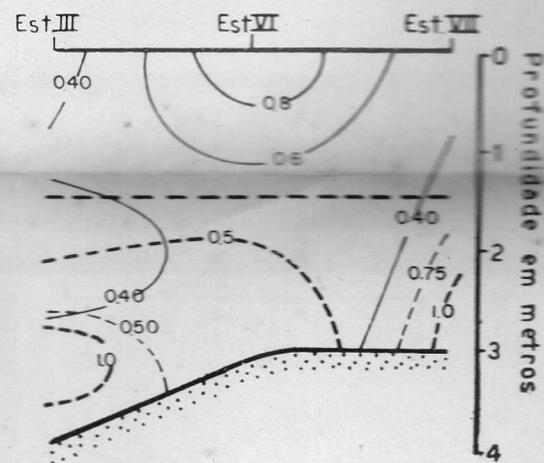
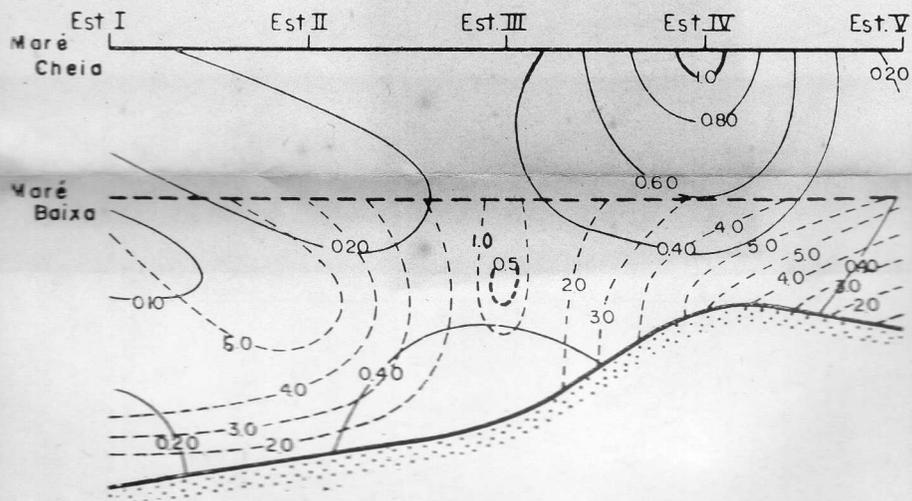
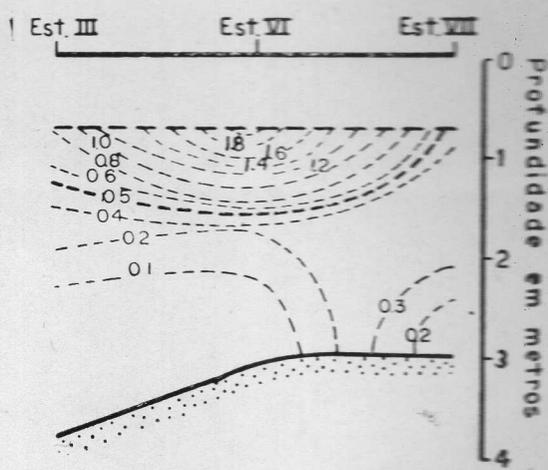
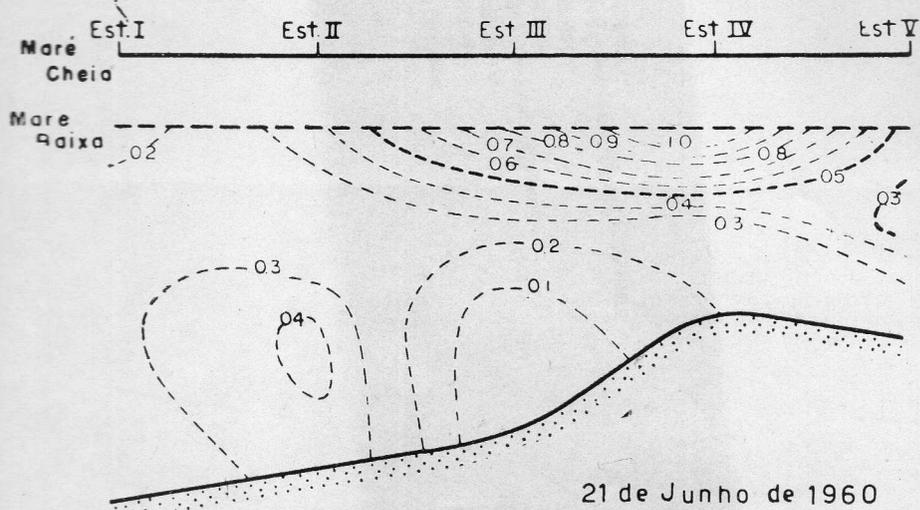
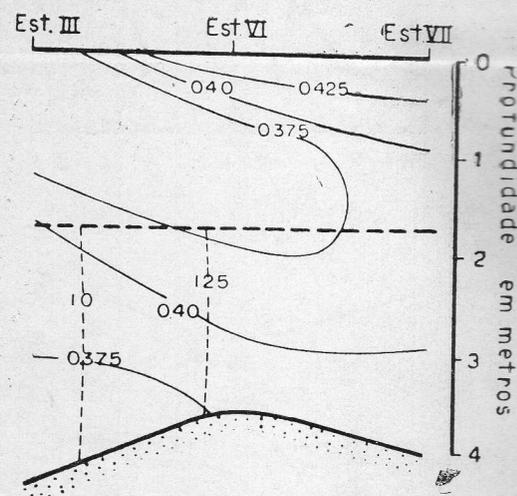
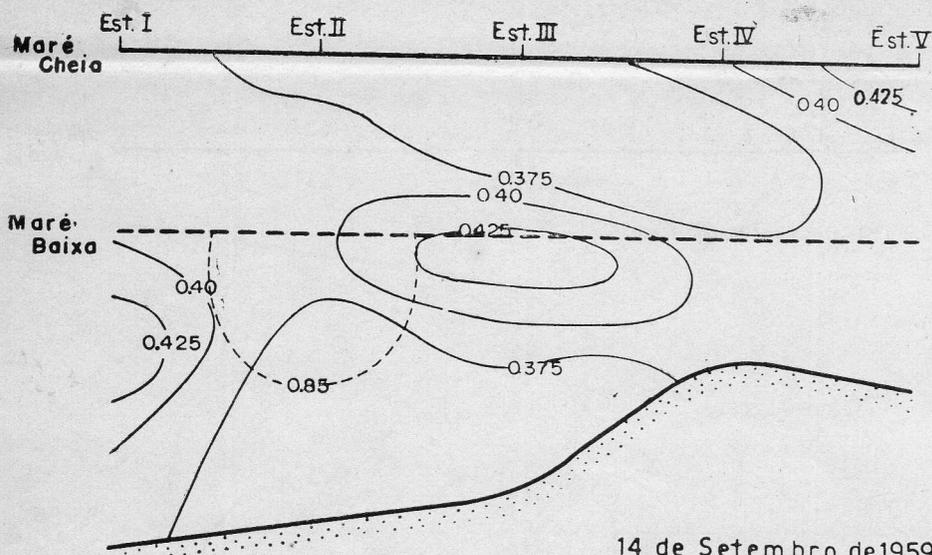
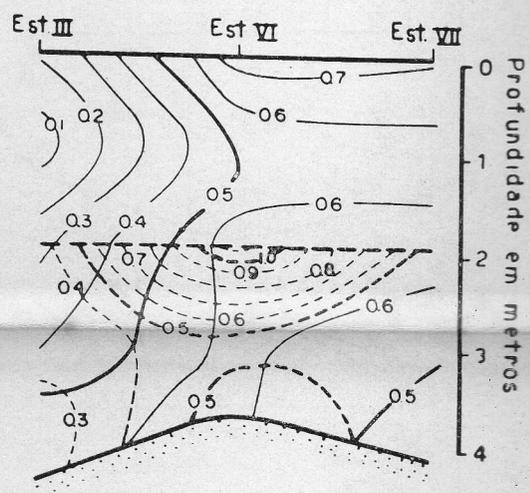
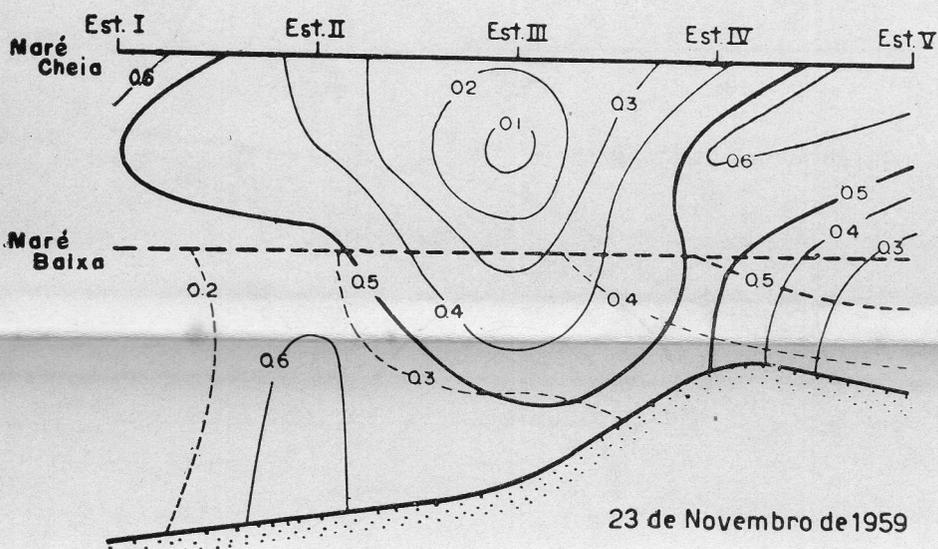


Fig. 4: Distribuição local de nitrato—N  
 Local distribution of nitrate—N  
 Répartition locale du nitrato—N

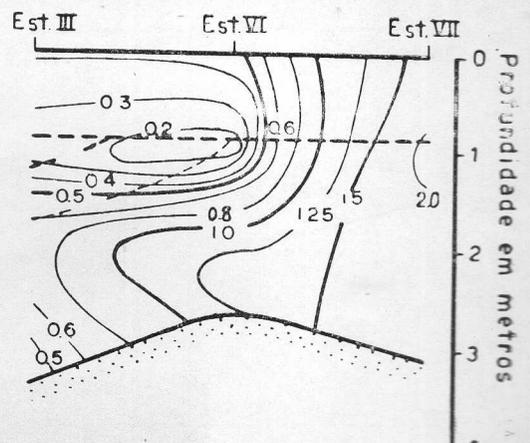
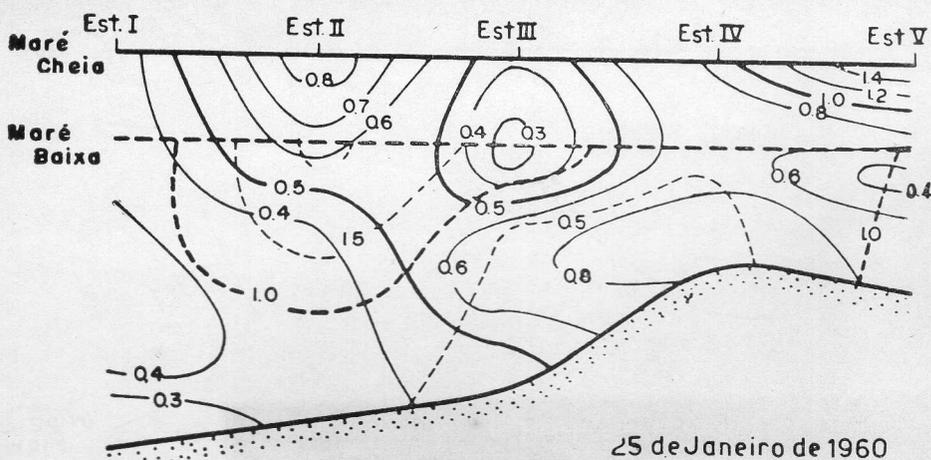
17 de Junho de 1959.



14 de Setembro de 1959



23 de Novembro de 1959



25 de Janeiro de 1960

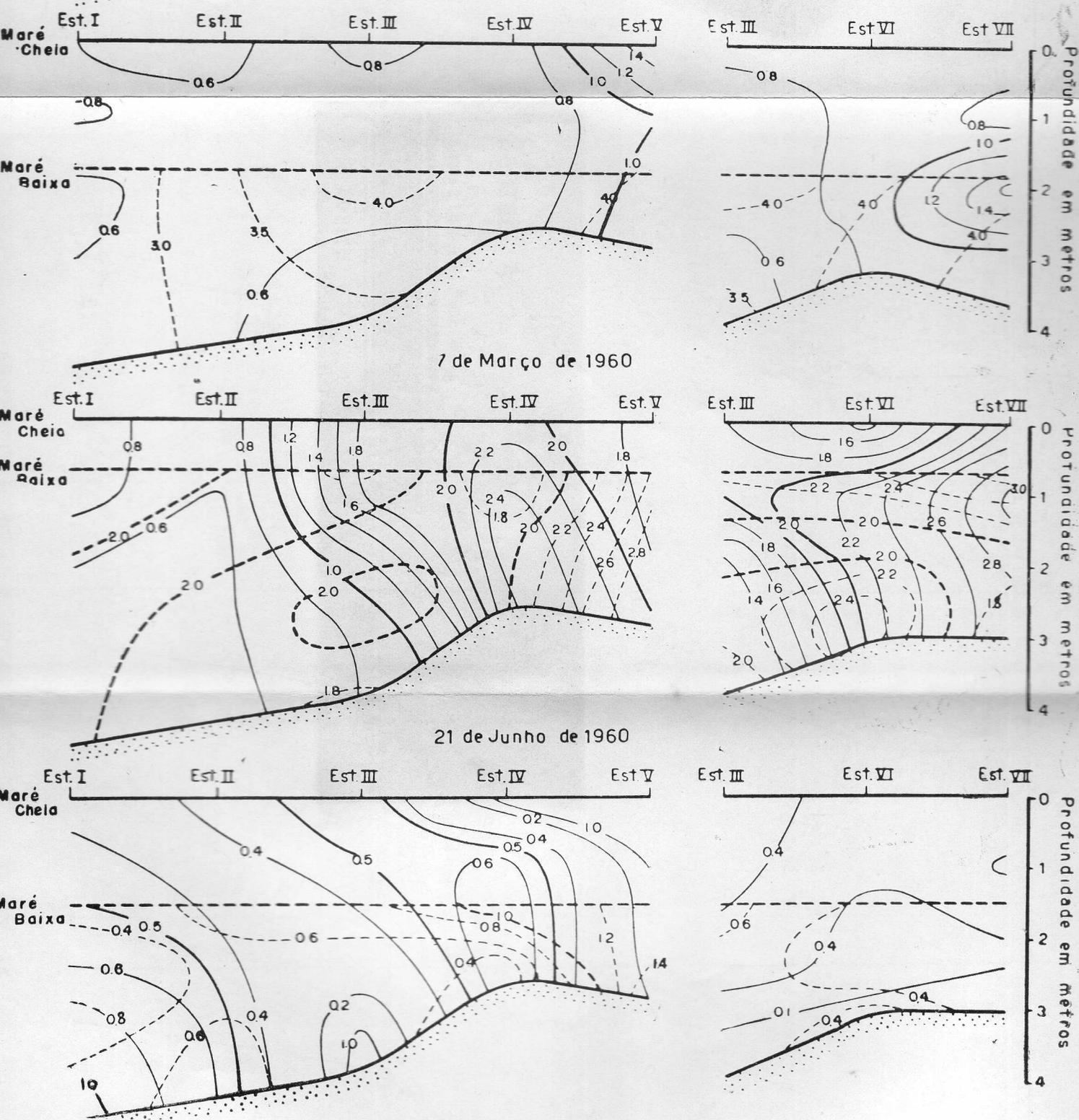


Fig. 6: Distribuição local de fosfato—P  
Local distribution of phosphate—P  
Répartition locale du phosphate—P