



INPH -
CÓDIGO -

ANÁLISE SUCINTA SOBRE POSSÍVEIS LOCAIS PARA A
IMPLANTAÇÃO DE UM TERMINAL MARÍTIMO NO LITORAL
COMPREENDIDO ENTRE MUCURIBE E CAMOCIM, NO
ESTADO DO CEARÁ

INPH/M. A I 0/1989

EXECUTADO



VERIFICADO

VISTO

APROVADO

DATA

INPH

CÓDIGO

PÁG.



primeiro trecho está a cerca de 44km da costa, enquanto que no segundo trecho esta distância praticamente dobra. Por isso o litoral do primeiro trecho é mais castigado pelas ondas/ventos.

A seguir, são fornecidas as distâncias de alguns sítios costeiros às profundidades de interesse para um eventual projeto de qualquer natureza marítima (Quadro I).

QUADRO I-DISTÂNCIAS ÀS PROFUNDIDADES AO LONGO DA COSTA

L O C A L	P R O F U N D I D A D E S		
	10 METROS	15 METROS	20 METROS
Mucuripe	3,17	9,51	11,17
Taiba	1,30	3,17	13,00
Pecem	0,95	1,90	13,30
Paracuru	1,60	9,51	12,68
Ponta Mundaū	3,70	20,60	23,78
Ponta Itapagē	21,24	31,70	34,87
Ponta Jericoacoara	11,10	22,19	36,45
Camocim	14,27	28,53	30,11
Remédios	12,68	26,95	28,53

Ref.: DHN 600

Esc.: 316.680

1cm - 3,17km

Ainda com relação às profundidades de 10 e 15 metros, constata-se que no primeiro trecho estas estão a, no mínimo, 3km da costa, enquanto que no segundo trecho estão a mais de 10km. Esta constatação nos leva a crer que qualquer projeto portuário a ser implantado deverá levar em conta os volumes de dragagem a serem executados.

Em termos sedimentológicos, ambos os trechos são erenosos e apresentam o arenito exposto sob forma de pontais e grandês dunas, nos trechos de costas sujeitos à ação frontal dos ventos renantes.





DADOS HIDRÁULICOS

Para o nível da presente pesquisa e base para os estudos mais aprofundados, são fornecidos sob forma de tabelas os dados de maré conhecidos do Porto de Mucuripe.

A maré é semidiurna, isto é, apresenta 2 baixas e altas em 24 horas, aproximadamente; praticamente não sofre influência meteorológica e possui os valores apresentados no Quadro II.

QUADRO II - MARE

MARE - PORTO DE MUCURIBE	
Amplitude máxima	3,30
Amplitude média sizígia	3,80
Amplitude mínima	0,80
Amplitude média quadratura	1,20
Nível máximo	3,87
Nível mínimo	0,50
Nível médio	1,83

VENTOS

Os ventos reinantes possuem grande influência sobre a costa nordestina e em especial no trecho considerado. A influência dos ventos é confirmada pelas extensas dunas formadas em alguns sítios, onde o alinhamento da costa é normal a direção reinante do vento. Em parte os ventos contribuem para a erosão localizada, pois que os grãos de areia lançados sobre o continente dificilmente retornam ao mar, mas por incrível que pareça, no litoral do Ceará, isso era possível e atualmente não. De nosso conhecimento, nas Pontas de Mucuripe e Paracuru, grande parte das areias retornavam ao mar, porém devido ao "homem" isto não mais acontece.



Os ventos reinantes e dominantes NE, E e SE são também responsáveis pelo forte mar de SEA "Ondas geradas próximo à Costa" devido às suas respectivas intensidades.

No Quadro III encontra-se uma estatística geral dos ventos da região, e na Fig.II sua representação gráfica.

QUADRO III - PORTO DE FORTALEZA - VENTOS

PORTO DE FORTALEZA
Ventos

MESES	VENTOS (%)										VELOCIDADE DE VENTO PREDOMINANTE (NÓS)
	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	VARIÁVEL OU NÃO OBSERV.	CALMARIA	
Janeiro	1	14	22	22	4	2	1	-	7	27	8,0
Fevereiro	3	11	15	16	4	3	1	2	14	31	5,8
Março	2	12	13	17	5	3	1	3	7	37	5,6
Abril	2	10	14	20	5	3	1	2	10	33	5,6
Maio	-	6	18	26	8	2	1	1	7	31	6,2
Junho	-	4	18	31	7	1	1	1	10	27	6,4
Julho	-	5	21	37	6	1	-	-	7	23	6,6
Agosto	-	7	25	37	5	-	-	-	7	19	7,6
Setembro	-	7	30	38	2	-	-	-	10	13	6,8
Outubro	-	9	30	34	2	2	-	-	7	16	6,6
Novembro	1	12	27	29	2	1	-	1	10	17	6,5
Dezembro	-	11	25	29	2	1	-	1	7	24	6,8
MEDIA ANUAL	0,7	9,0	21,5	28,0	4,3	1,6	0,6	6,9	8,5	25,0	6,5

Fonte: Roteiro - Costa Norte - 1976 - DHN

DISTRIBUIÇÃO ANUAL DOS VENTOS
PORTO DE FORTALEZA - CE



PORTO DE FORTALEZA - CE
DISTRIBUIÇÃO ANUAL DOS VENTOS

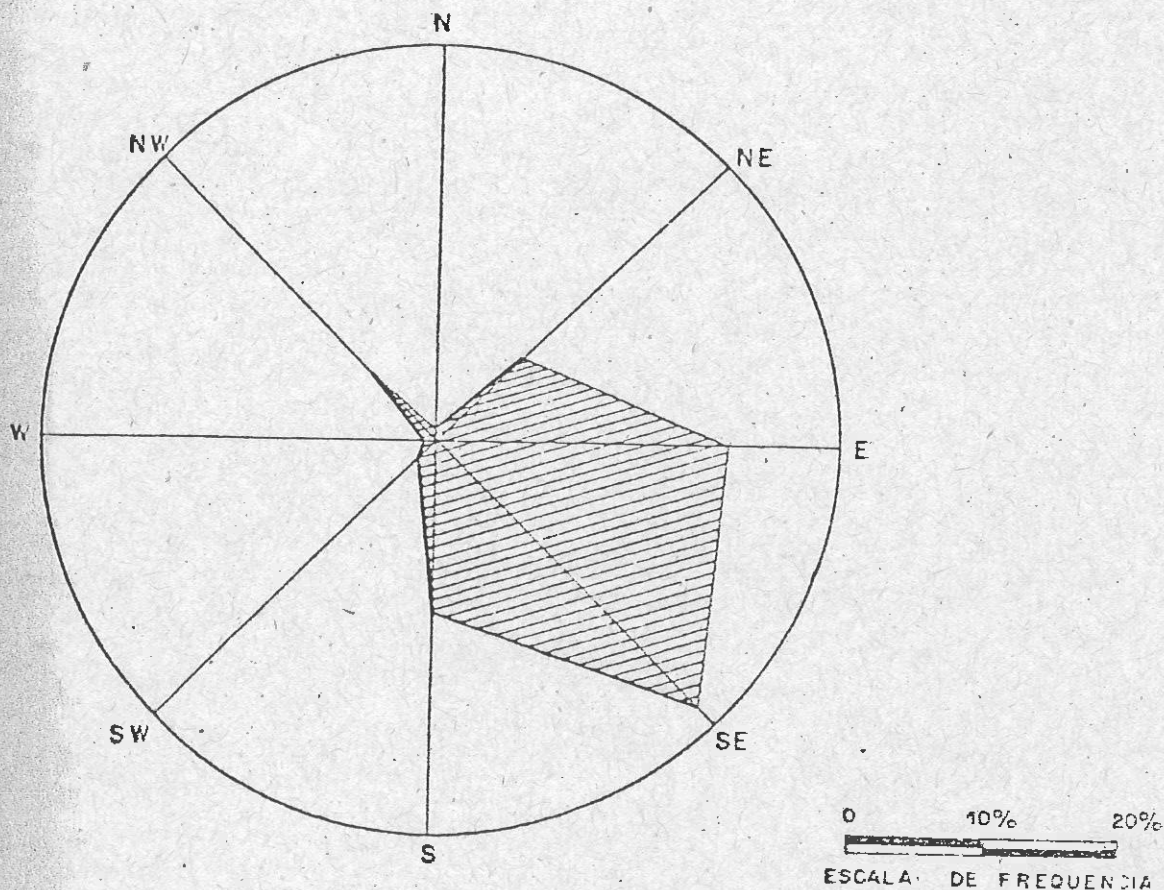


FIG. II - DISTRIBUIÇÃO ANUAL DOS VENTOS - CE





ONDAS

Não existem medições em tempo real no litoral NE que se tenha conhecimento, as quais possam servir de base para a estatística. Entretanto, há 25 anos diversos relatórios de acompanhamento de obra portuária na região e estatísticas da Marinha Americana baseadas em observações visuais de navios, permitem apresentar o seguinte quadro de clima de ondas para o litoral considerado: predominam ao largo da costa as ondas de SE, NE e L que ao se aproximarem da costa refratam e, com o auxílio do vento, provocam um intenso movimento de sedimentos de leste para Oeste.

Nos Quadros IV e V encontram-se representados os principais números referentes a direções e amplitudes de ondas reinantes.

QUADRO IV - AMPLITUDES

Direção	ONDAS (swell)			ONDAS (sea)		
	baixa	média	alta	baixa	média	alta
SE	20,83%	19,67%	3,5%	16,75%	35,75%	1,83%
L	9,91%	14,00%	1,0%	12,83%	14,17%	0,42%
NE	5,42%	5,5%	0,83%	3,25%	3,17%	1,17%
Baixa < 1,80m Média = 1,80 a 3,60m Alta > 3,60m				Baixa < 0,90m Média = 0,90 a 2,40m Alta > 2,40m		





QUADRO V - ONDAS

ONDAS - FREQUÊNCIA DE DIREÇÃO			
Swell	Média	SE - 45%	Meses piores: de abril a setembro
	de	E - 25%	
	Frequência	NE - 12%	
Sea		SE - 54%	
		E - 27%	
		NE - 6%	

CORRENTES DE MARÉ

Devido à variação da maré, ventos e ondas são geradas correntes costeiras da ordem de 0,2m/seg a 0,8m/seg. Poucas são as medições existentes em todo o litoral.





PROFUNDIDADES PARA CANAL DE ACESSO

Navios : CALADOS 10 a 12mts.

Profundidades : $h_c + \frac{h_{\max}}{2} + h_y + h_z$

Onde : h_c = CALADO

$\frac{h_{\max}}{2}$ = Altura da onda em BM no canal

h_y = Altura da coluna d'água correspondente a arfagem, caturro e balanço.

Aprox: 10% do Calado

h_z = Tolerância sobre a quilha em material mole: de 0,3 a 0,5m
Em material rochoso

Área abrigada h_z = 1,20m

Área desabrigada h_z = 1,50

Portanto para navios até 10m: onda h_s = 1,0m

Profundidade: $10 + 1/2 + 1,0 + 0,5 = 12$ mts

Para navios de 12m de calado :

Profundidade: $12 + 1/2 + 1,2 + 0,5 = 14,20$ mts

NOTA: Sobre ondas - o Pianc manda considerar 80% de H_s :

Onde H_s = Altura Significativa.



ALGUMAS SUGESTÕES PARA UM TERMINAL

Como constatamos no Quadro I, no primeiro trecho do litoral entre Mucuripe e Mundaú a profundidade de 10,00mts esta a menos de 6 km da costa, ao passo que no segundo trecho do litoral, após Mundaú até a fronteira com o Estado do Piauí a mesma profundidade fica além dos 11 km.

Entretanto nesta análise suscinta para efeito comparativo são apresentadas várias opções de um terminal incluindo uma opção com alternativas na localidade de Camocim.

CONDICIONANTE BÁSICA

O terminal marítimo deverá atender navios cujos calados estão compreendidos entre 10 e 12 mts.

1.^a OPÇÃO - CAMOCIM

Camocim situa-se na Barra do Rio Coreau, onde o litoral apresenta uma consideravel descontinuidade de Leste para Oeste. A ponta de Trapiã que representa o limite do litoral a Oeste entra mar a dentro cerca de 5,0 km em relação a Leste.

Camocim nos idos históricos já foi um porto ativo, e por isto mantido pelo Governo Federal. Existiam grupos de manutenções para fixação de dunas, que impediam as areias de invadirem o Canal do Rio Coreau como vem acontecendo. Além disso, como nosso povo só pensa em grandiosidades esqueceram da pequena cabotagem num sentido amplo, e Portos como Camocim, Laguna, Aracajú, Natal foram caindo no esquecimento. Pessoalmente acredito que o Governo Federal deveria rever sua politica portuária no que diz respeito a este tipo de navegação entre cidades litorâneas, e entre os pequenos Portos e Corredores de Exportação como ocorre no mundo desenvolvido.

Dito isto passemos as opções de um terminal em Camocim.

Devido as características já mencionadas da geometria do litoral, e considerando que a área marítima é pouco profunda, e ainda o desconhecimento do sub-solo abaixo de 6 mts, foram idealizadas três Alternativas como se seguem:

DIDEPE EXECUTADO		VERIFICADO	VISTO	APROVADO	DATA	INPH	CÓDIGO	PÁG.
---------------------	--	------------	-------	----------	------	------	--------	------



ALTERNATIVA 1 - Fig. nº 2

Um único molhe com extensão de 8,6km até atingir a profundidade de 10 mts.

Na extremidade deste, um segundo trecho com extensão de 0,6km infletido para Oeste, para proteção de um pier de 350 mts.

Para que este Porto seja franco, ou seja, navio aportar a qualquer hora, haverá necessidade de dragagem de um canal de acesso para atender aos navios tipos já mencionados.

Esta alternativa tem como desvantagens:

- * - Necessidade de obras de fixação no litoral a Oeste que deverão ser construídas praticamente junto com a construção do molhe. (Devido ao impacto que causará no litoral).
- Manutenção de dragagem no Canal de Acesso.

Quantitativos básicos:

Molhe de enrocamento

comprimento total - 9,2km

volume - 1.990.000m³

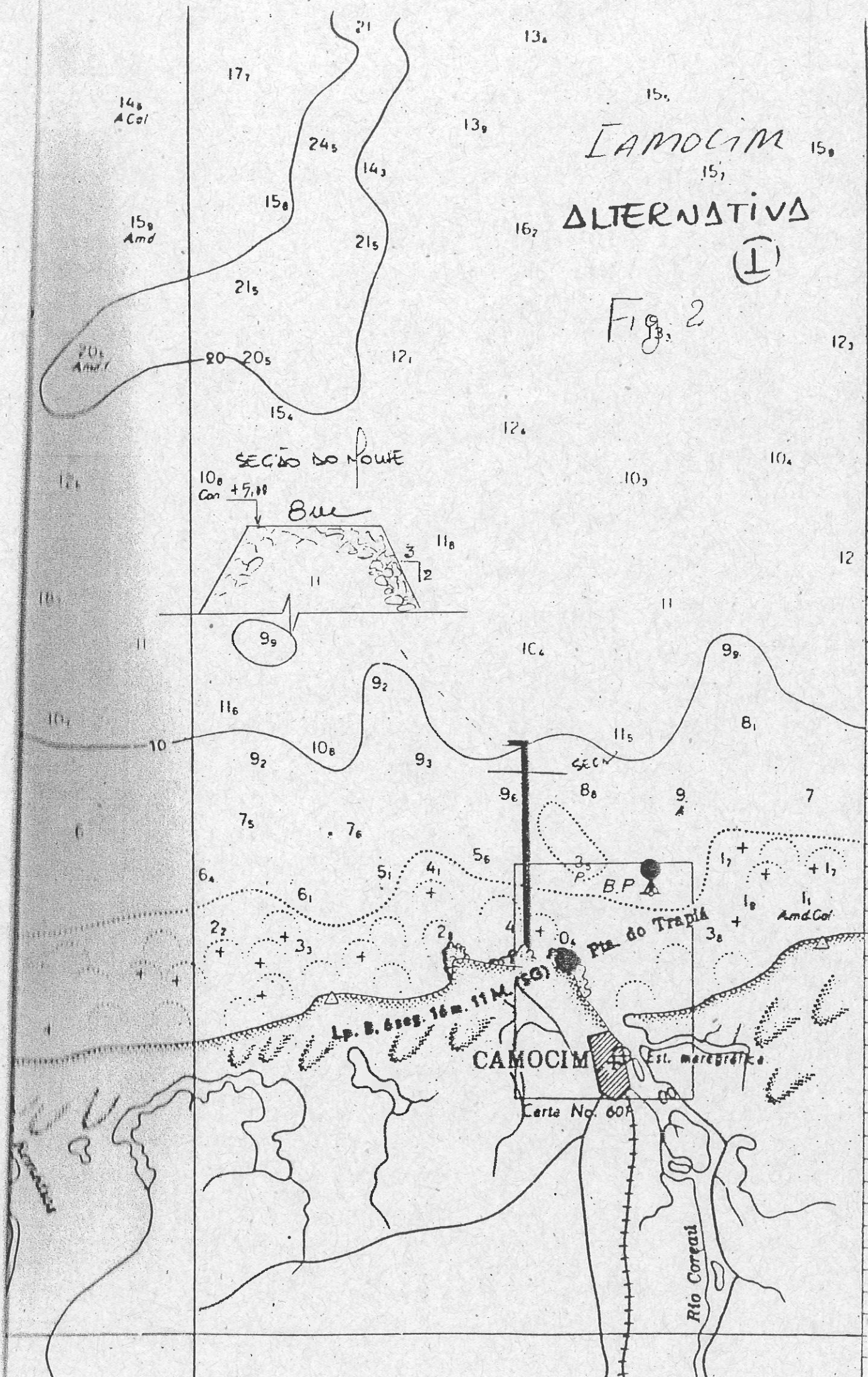
DRAGAGEM M ³	P R O F U N D I D A D E S	
	12m	14m
c/rebocador	2.305.000	4.610.000
s/rebocador	3.055.000	6.110.000

* Obras de proteção do litoral. A quantificar.



CAMOCIM ALTERNATIVA (1)

Fig. 2





ALTERNATIVA 2 - Fig. nº 3

Mesmo lay-out anterior porém, ao invêz de enrocamento, idealiza-se uma ponte vazada com a mesma extensão, até atingir a profundidade de 10m. Na sua extremidade nascerá o pier. Este será protegido por um quebra-mar isolado com 750m disposto de forma conveniente. A construção da ponte permitirá o livre caminhamento das areias ao longo da costa.

Esta alternativa tem como desvantagem:

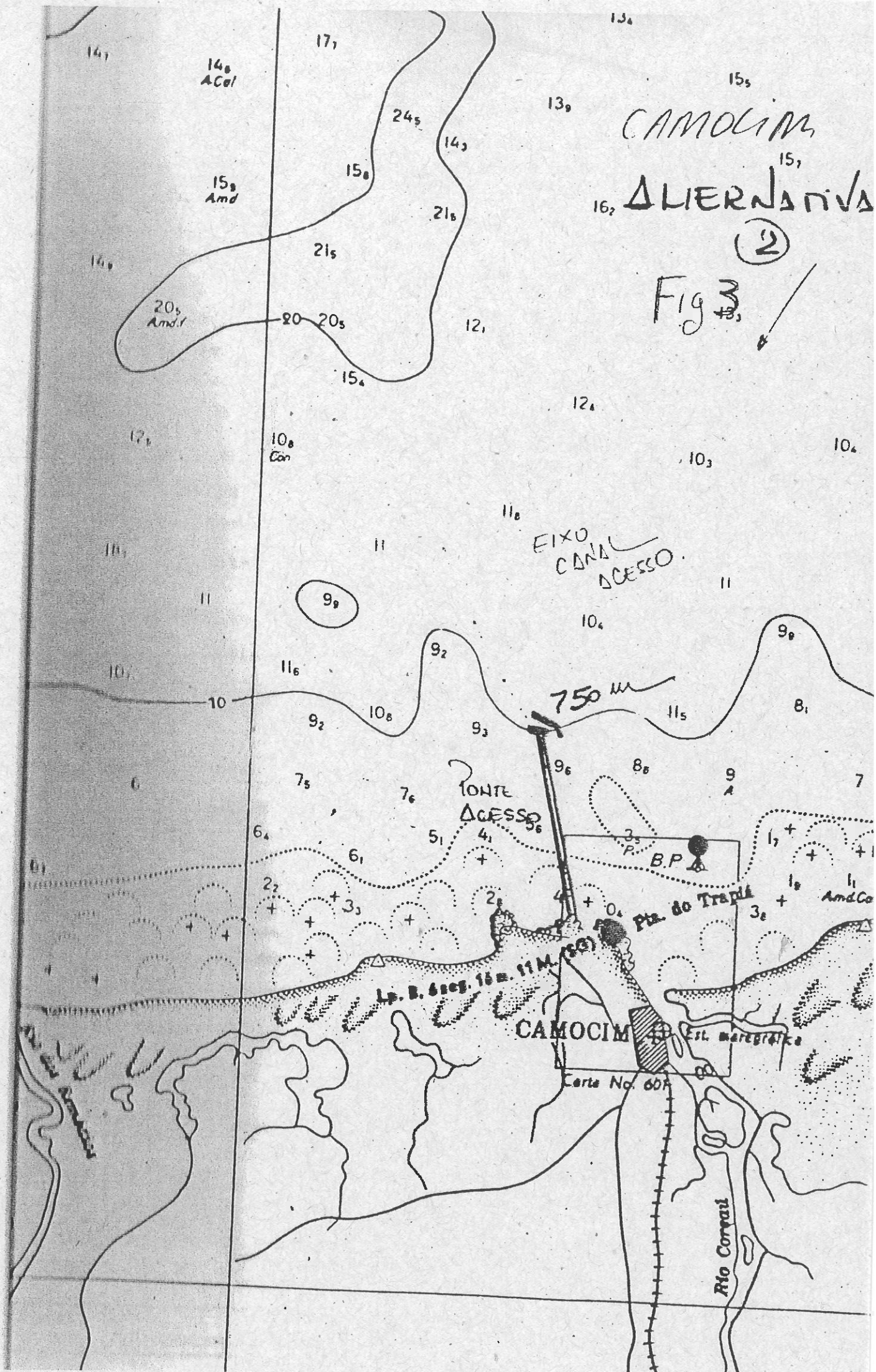
- Manutenção da dragagem do Canal de Acesso.

Quantitativos

Quebra-mar - extensão 750m.
volume 173.250m³

DRAGAGEM M ³	P R O F U N D I D A D E S	
	12m	14m
c/rebocador	2.305.000	4.610.000
#/rebocador	3.055.000	6.110.000







ALTERNATIVA 3 - Fig. nº 4

Trata-se de uma solução estuarina, onde serão construídos dois molhes conforme apresentados na Fig. 4. Seus cabeços atingirão a profundidade de 10m.

Serão realizadas dragagens ao largo dos cabeços dos molhes e principalmente na área abrigada pelos molhes.

O Pier ou Cais será construído junto do enraizamento do molhe Oeste ou então dentro da cidade de Camocim, aumentando-se assim em cerca de 4km a dragagem interna.

Esta alternativa tem como desvantagens:

- Necessidade de obras de fixação do litoral a Oeste que deverão ser construídas concomitantemente com os molhes.
- Manutenção de dragagem no Canal de Acesso.

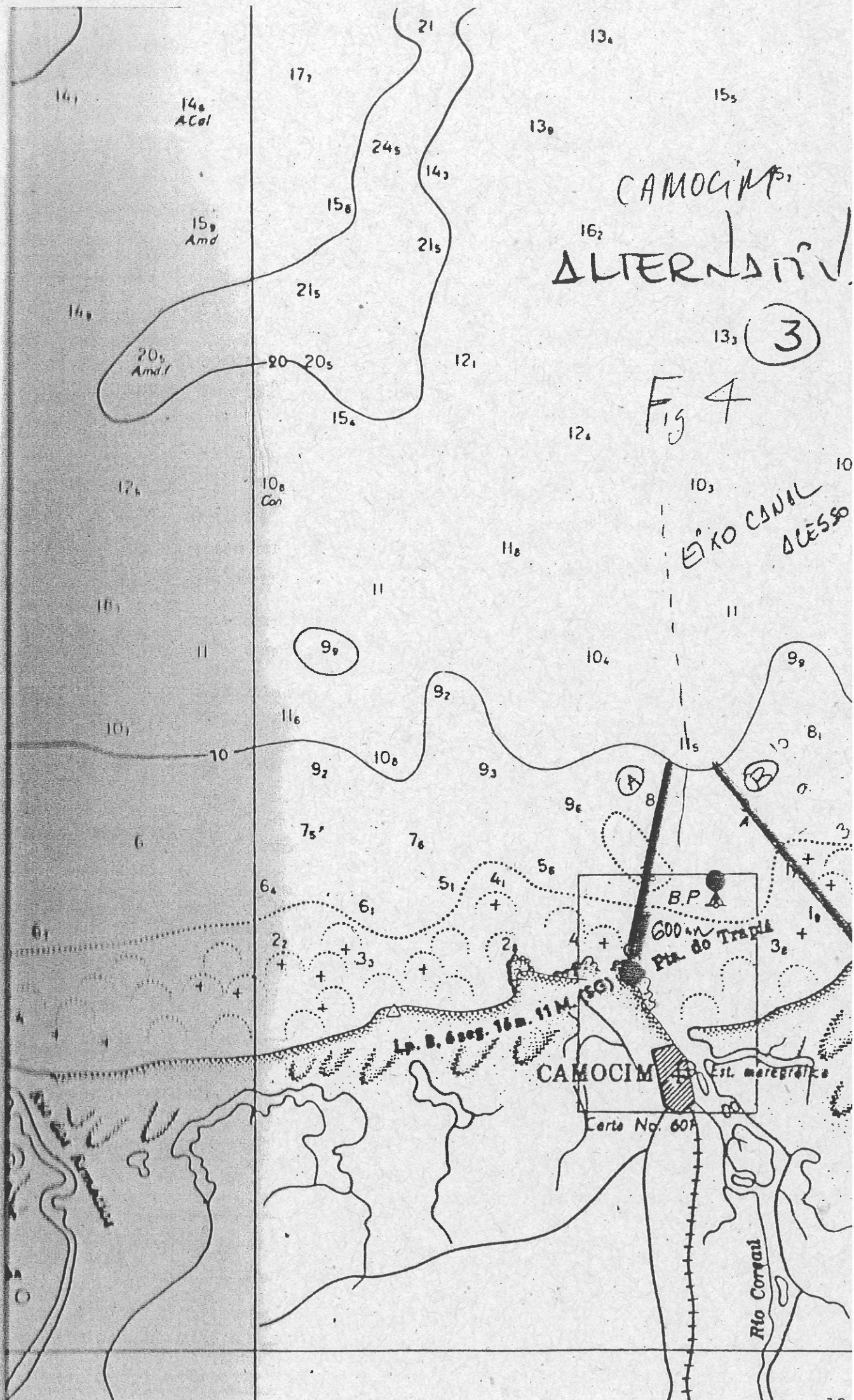
Quantitativos

Molhes - extensões - 9,2 km
10,1 km
volume - 3.099.000m³

DRAGAGEM M ³	P R O F U N D I D A D E S	
	12m	14m
c/rebocador	14.035.000	19.421.207
B/rebocador	15.071.000	20.646.428

NOTA: Caso seja o cais construído dentro da Cidade, acrescentar mais 500.000m³ de dragagem.







2.^a OPÇÃO - PECÉM I - Fig. 5

Devido a proximidade da batimetria -10,00m, foram idea
lizadas duas Alternativas para o Terminal.

1.^a ALTERNATIVA

Uma ponte vasada com 0,6 km de extensão até atingir a
profundidade de -10,00m. Em sua extremidade construção do Pier
também vasado.

Proteção do Pier será realizada por um quebra-mar isola
do de 750 mts.

O Canal de Acesso bem como a bacia de atracação deverão
ser dragadas para as profundidades de projeto.

Esta Alternativa tem como desvantagens:

- O quebra-mar provocará a formação de retenção de are
ia na costa, no lado Oeste.
- Necessidade de construção de obras de fixação do lito
ral a Oeste.
- Dragagens de manutenção na bacia de manobras e Canal
de Acesso.

Quantitativos:

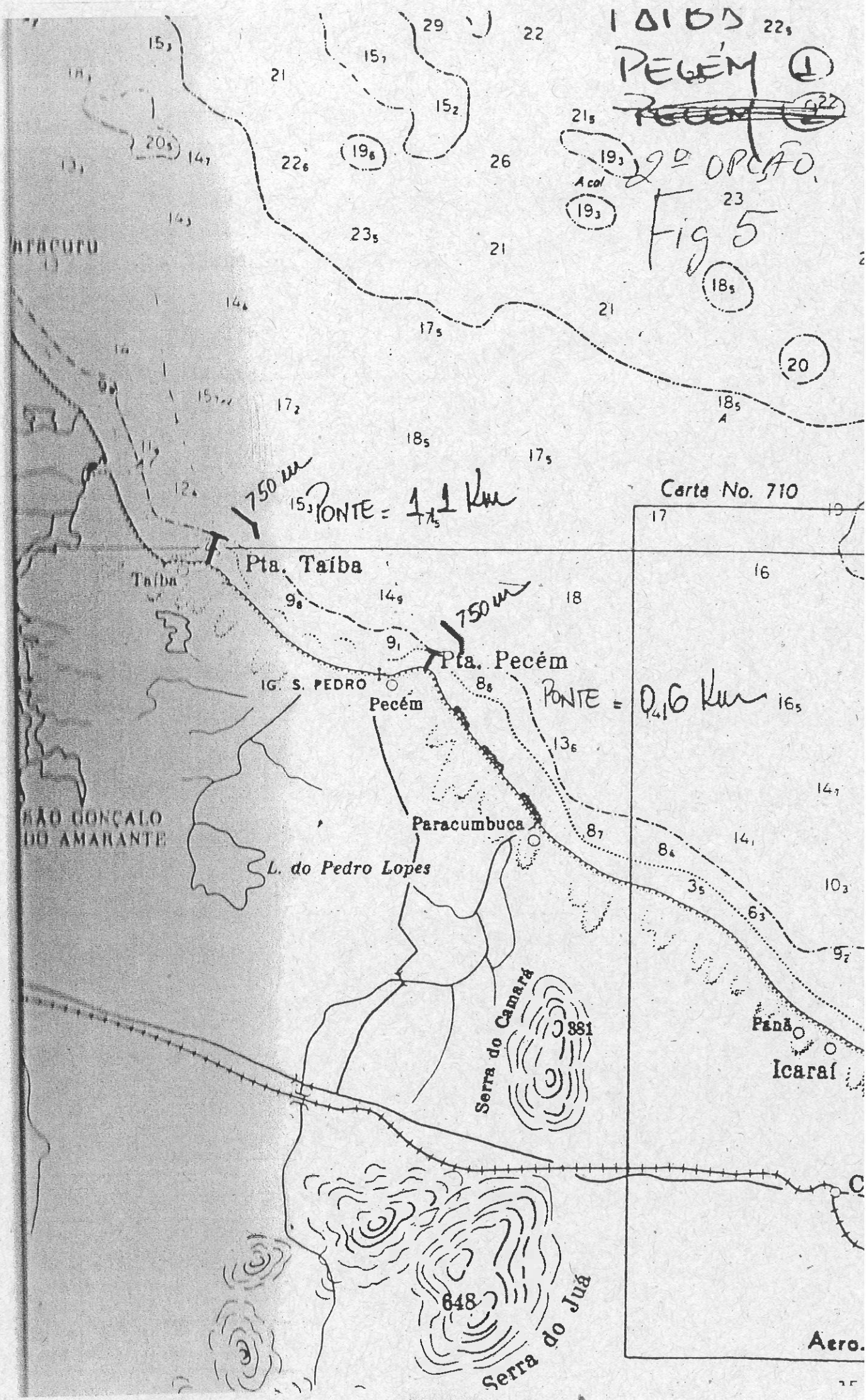
Ponte de Acesso - Extensão 0,6 km

Quebra-mar - Extensão - 0,75 km

Volume - 250.000 m³

DRAGAGEM M ³	P R O F U N D I D A D E S	
	12m	14m
c/rebocador	2.305.000	4.610.000
b/rebocador	3.055.000	6.110.000





18153 22s
PECEM ①
~~PECEM ②~~
2º OPCÃO
Fig 5

Carta No. 710

750 m
Ponte = 1.1 Km

Ponte = 0.6 Km

Serra do Camará
881

Serra do Juá
648

Aero.



2ª ALTERNATIVA - PECÉM 2 - Fig. 6

Afim de evitar a dragagem foi idealizada uma ponte com 1,2 km atingindo praticamente profundidades da ordem de 15,00m. Em sua extremidade constrói-se o Pier. Este Pier será protegido por um quebra-mar com 0,75 km de extensão.

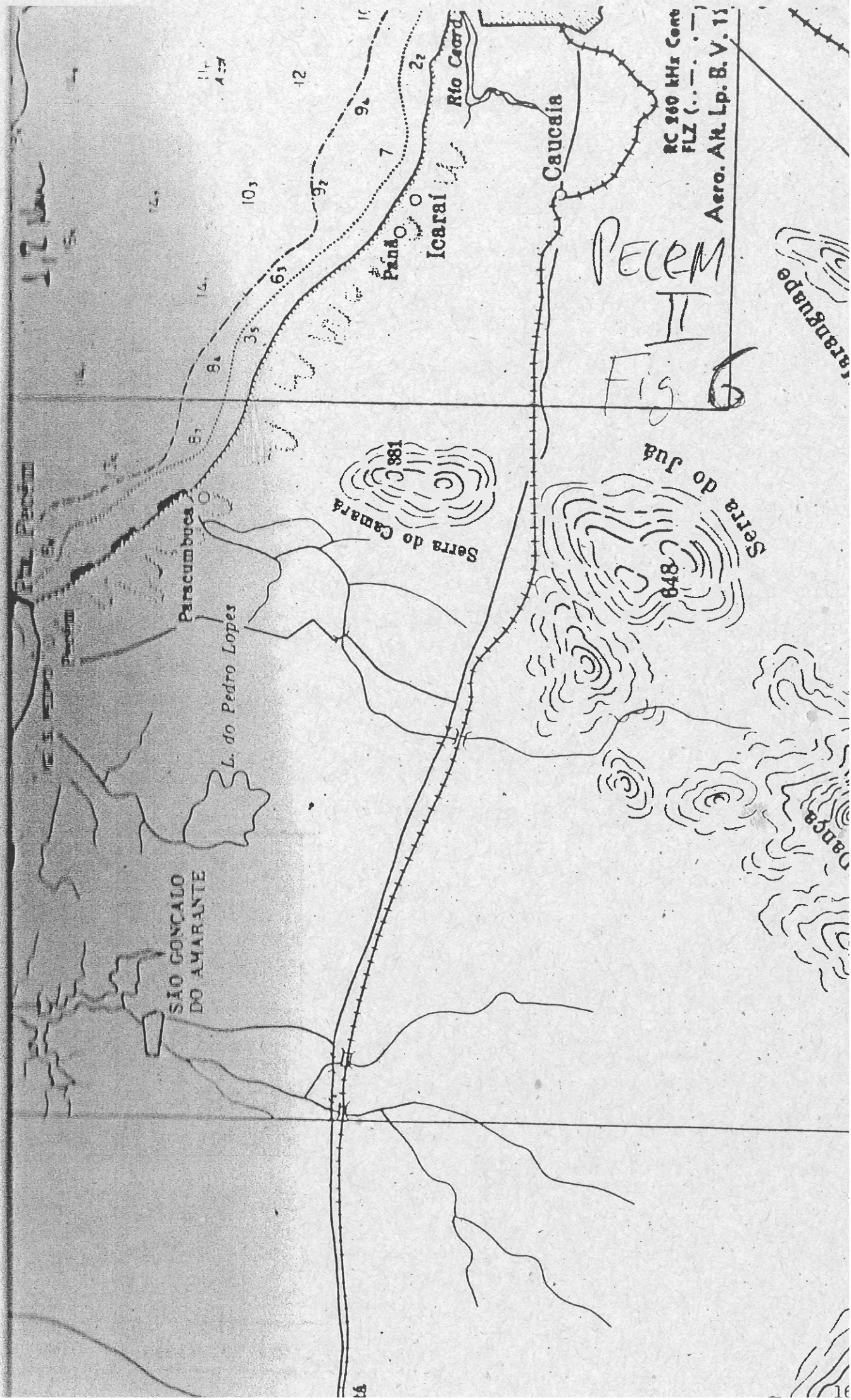
Esta Alternativa tem como desvantagem:

- Possibilidade de retenção de areia no litoral Oeste próximo ao enraizamento da ponte.
- Necessidade de proteção do litoral a Oeste da obra.

Quantitativos:

Ponte de Acesso	-	Extensão 1,2 km
Quebra-mar	-	Extensão 0,75 km Volume 280.000 m ³
Dragagem	-	Nada a dragar





RC 260 kHz Cont
FLZ (... ..)
Aero. Alt. Lp. B.V. 11

PECEM
II
Fig 6

aranguape

Serra do Jua
848

Serra do Camara
1381

Caucaia

Icarai

Rto Caard

Pind

Paracumbuca

L. do Pedro Lopes

SIO GONCALO
DO AMARANTE

Pecem

1.2 km

11
A

12

10

9

7

9

2

10

14

3

8

8

12

14

12

12

14

16



3ª OPÇÃO - TAÍBA - Fig. 5

Esta localidade situa-se a cerca de 11 km a Noroeste de PECÉM, a batimétrica 10,00m está a 1,1 km do litoral. Para termo de comparação foi idealizada uma ponte vasada com 1,1 km e um quebra-mar tipo com 0,75 km de extensão.

Para atingir a profundidade de 15,00m a ponte deveria crescer cerca de 1,5 km.

Desvantagens desta Alternativa:

- O quebra-mar poderá provocar retenção de sedimentos a Oeste e junto ao enraizamento da ponte.
- Necessidade de obra de proteção do litoral a Oeste.
- Manutenção de dragagens.

Quantitativos:

Ponte de Acesso - 1,1 km
Quebra-mar - Extensão 0,75 km
Volume 238.000 m³.

DRAGAGEM M ³	P R O F U N D I D A D E S	
	12m	14m
c/rebocador	470.000	1.940.000
s/rebocador	1.720.000	3.440.000





4ª OPÇÃO - PARACURÚ - Fig. 7

Local onde existe um ancoradouro natural para barcos pequenos devido a forte saliência do litoral a Leste. A Oeste na enseada desagua o Rio Curu. Na ponta de Paracurú atualmente já existe um pequeno terminal da Petrobrás para barcos até 5m de calado, possui algumas restrições quanto ao transbordo de passageiros e carga.

Idealiza-se uma ponte vasada com 1,3 km de extensão até atingir a profundidade de 10,00m e um quebra-mar com 0,75 km de extensão.

Desvantagens desta alternativa:

- Possibilidade de retenção de sedimentos a Oeste do enraizamento da ponte de acesso.
- Necessidade de construção de obras de fixação do litoral.
- Necessidade de dragagem de manutenção.

Quantitativos:

Ponte de Acesso - 1,3 km
Quebra-mar - Extensão 0,75 km
Volume 238.000 m³

DRAGAGEM M ³	P R O F U N D I D A D E S	
	12m	14m
c/rebocador	250.000	500.000
n/rebocador	1.000.000	2.000.000

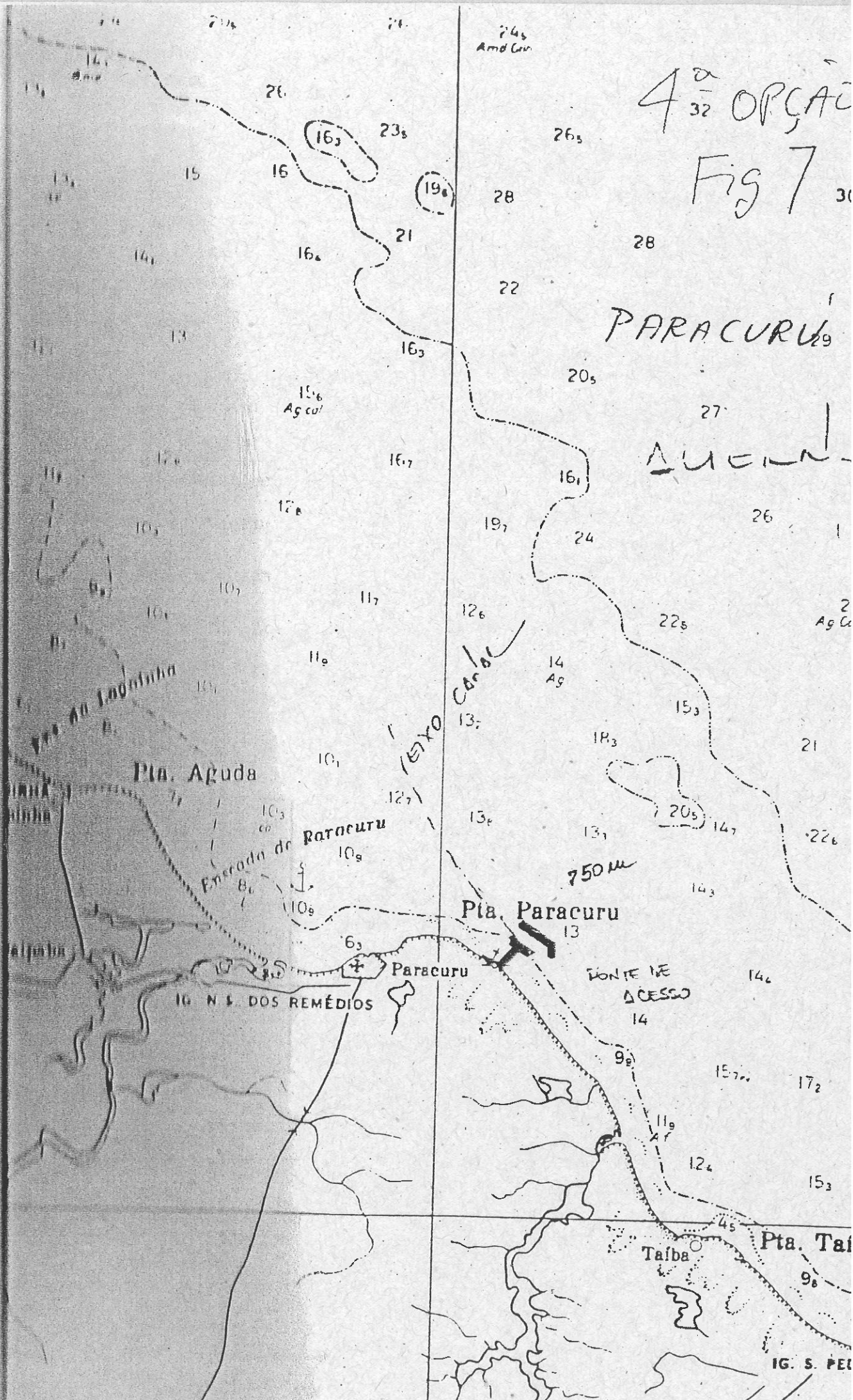


4^a ORÇAO

Fig 7

PARACURU

AUCUN



5.^a OPÇÃO - MUNDAÚ - Fig. 8

Apesar da batimétrica -10,00m encontrar-se-á cerca de 3,7 km do litoral, os demais estão bastante distante cerca de 20 km, o que exigirá dragagem volumosa para uma opção mesmo de ponte varada. Seguindo o mesmo raciocínio anterior, idealiza-se uma ponte varada com a extensão de 3,7 km até atingir a profundidade de 10,00m.

Na sua extremidade um quebra-mar com 0,75 km para proteção do Pier.

Desvantagens desta Alternativa:

- Dragagens de manutenção.

Quantitativos:

Ponte de Acesso - 3,7 km

Quebra-mar - Extensão 0,75 km

Volume 238.000 m³

DRAGAGEM M ³	P R O F U N D I D A D E S	
	12m	14m
c/rebocador	2.300.000	6.005.000
n/rebocador	3.100.000	7.500.000

CUTADO



VERIFICADO

VISTO

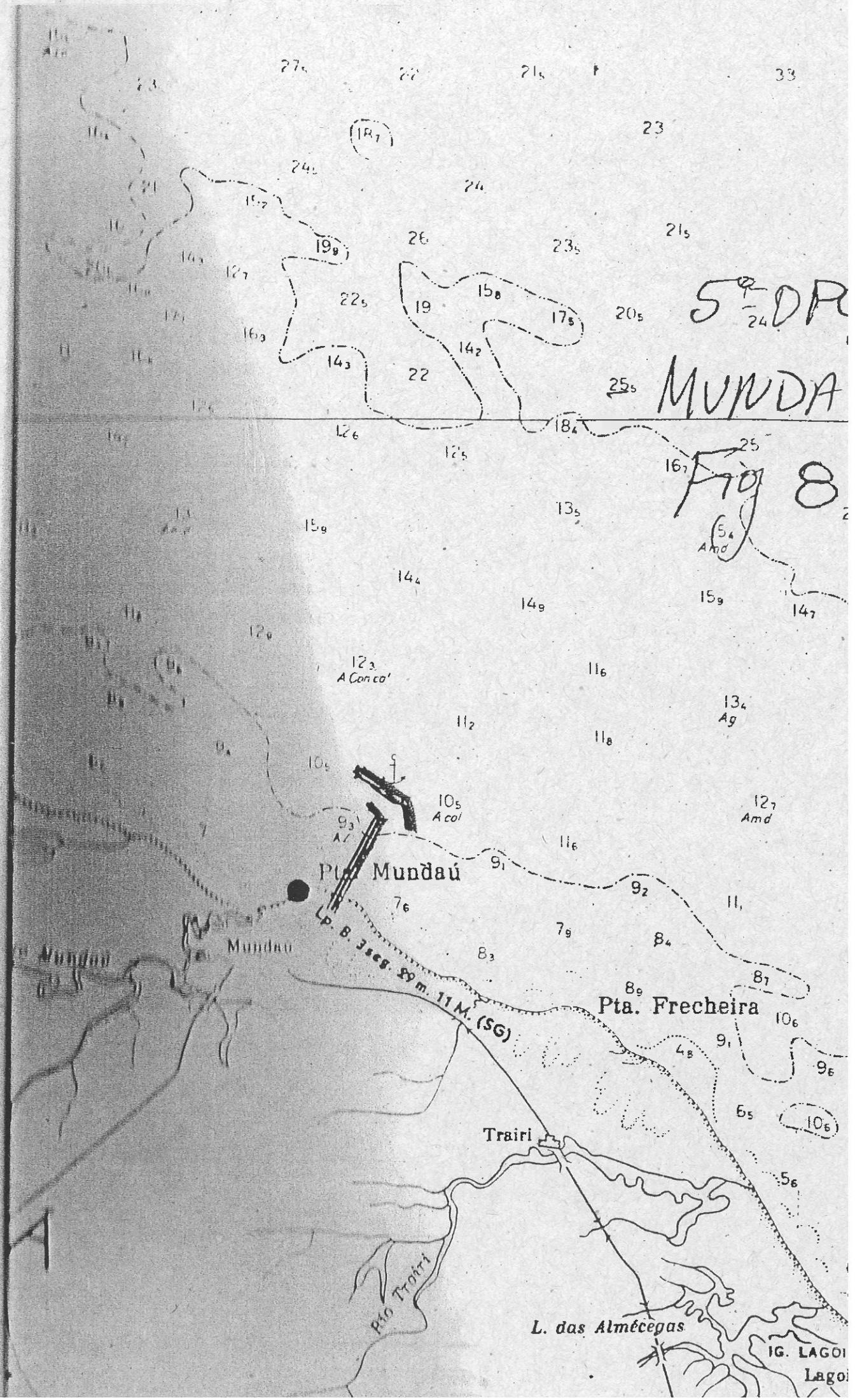
APROVADO

DATA

INPH

CÓDIGO

PÁG.





6.^a OPÇÃO - MUCURIPE - Fig. 9

A área marítima situada entre o molhe de proteção e o espigão da praia do Futuro, apesar de rochosa apresenta profundidades de 14m a 0,99 km, ou seja onde situa-se hoje a ponta do espigão.

Idealiza-se assim construir uma extensão de enrocamento indefinido para Oeste, conforme mostrado na Fig. 8, em princípio para termo de comparação, sugere-se cerca de 1,1 km extensão de enrocamento.

Dentro da bacia formada serão dispostos os Piers ou Caiaes corridos.

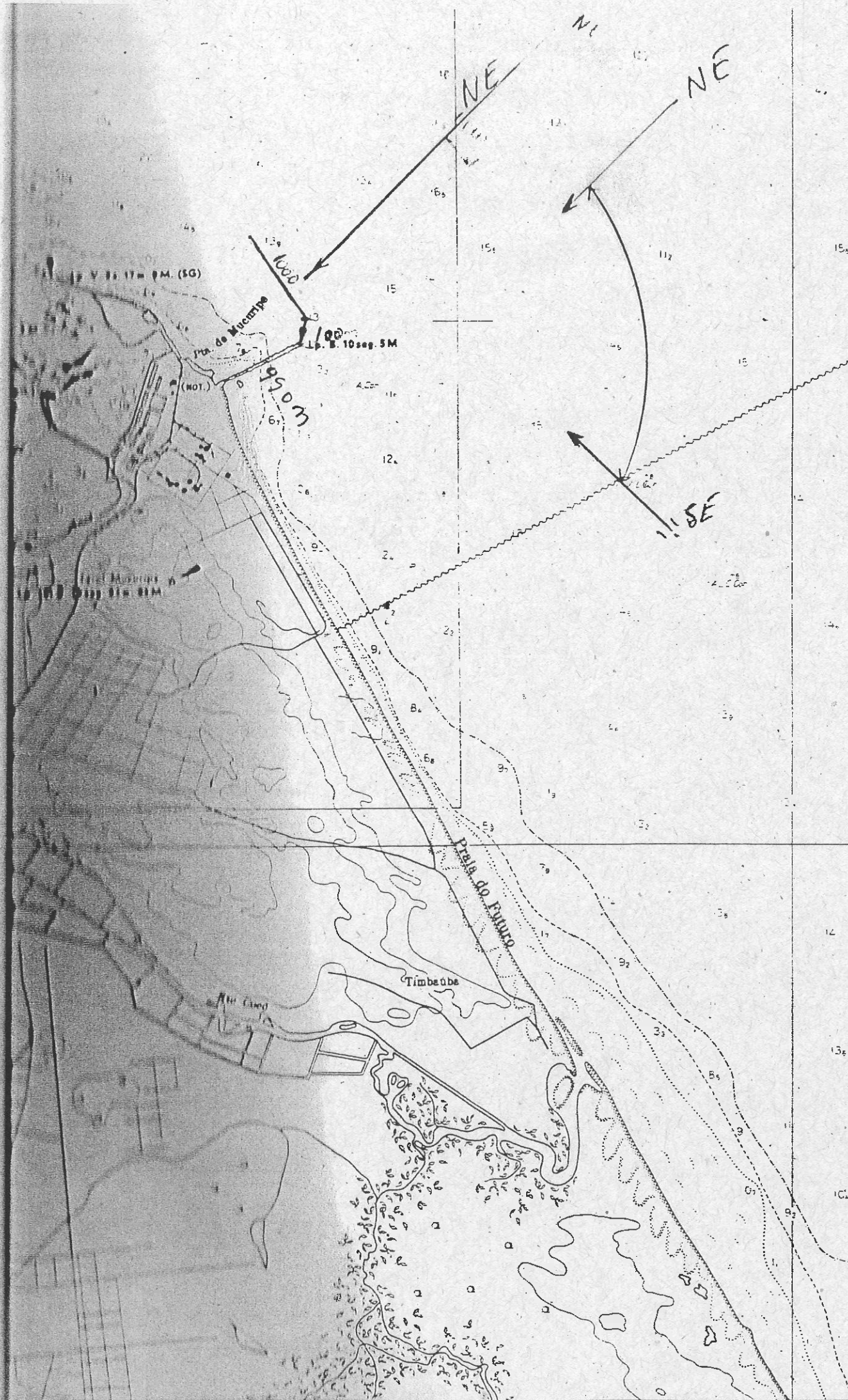
Não haverá necessidade de dragagens na futura bacia.

Como é entre todas opções a que melhor situação desfrutará, propõe-se que a obra de enrocamento deva ser otimizada em laboratório de hidráulica.

Quantitativos:

Enrocamento	-	Extensão 1,1 km
		Volume 720.000 m ³
Dragagem	-	Não há







CONCLUSÃO

No quadro IV, são apresentados os quantitativos de todas as opções e alternativas suscintamente examinadas.

Verifica-se que a excessão de Camocim e Mucuripe, as opções estudadas ao longo do litoral devem ser construídas numa posição tal que dê a se liminar a dragagem no Canal de Acesso e também que a obra de proteção ao Pier não influencie negativamente sobre o litoral.

Portanto sob este enfoque o melhor local dentre as opções examinadas (com excessão de Mucuripe) a melhor é Pecém desde que a ponte seja aumentada em pelo menos 500m para que o quebra-mar não interfira no processo litorâneo de movimentação das areias.

Está ainda o exame da infraestrutura portuária e também das necessidades do futuro terminal, assunto este que muito pesa na escolha de um local para o terminal.

Deixamos as considerações do signatário sobre o tema examinado.





RESUMO DO INVESTIMENTO

ALTERNATIVAS	MOLES		PONTA USADA EM	CAPACIDADES			SERVIDORES	
	LT	VOLUME m ³		12m	14m	15m	12m	15m
TAÍBA	750	238.000	1.1	970.000	1.940.000	3.440.000	1.720.000	3.440.000
PECEM I	750	250.000	0.6	430.000	860.000	2.360.000	1.180.000	2.360.000
PECEM II	750	280.000	1.2	0	0	0	0	0
PARACURÓ	750	238.000	1.3	250.000	500.000	2.000.000	1.000.000	2.000.000
CAMOCIM I	9.200	1.990.000	-	2.305.000	4.610.000	6.110.000	3.055.000	6.110.000
CAMOCIM II	750	173.250	7.9	2.305.000	4.610.000	6.110.000	3.055.000	6.110.000
CAMOCIM III	19.300	3.099.000	-	14.040.000	19.450.000	20.650.000	15.071.000	20.650.000
MUCURIPE	1.100	713.000	-	-	-	-	-	-
MUNDAÓ	750	238.000	3.7	2.300.000	6.005.000	7.500.000	3.100.000	7.500.000