

UNIVERSIDADE DO PORTO
FACULDADE DE ENGENHARIA
LABORATÓRIO DE HIDRÁULICA

EXEMPLIFICAÇÃO DE UM ESTUDO PRÉVIO DE OPTIMIZAÇÃO DE UMA FROTA DE NAVIOS PORTA-CONTENTORES

F. VELOSO GOMES

Engº Civil

M. Sc. em Arquitectura Naval

Trabalho subsidiado pelo IAC

Projecto P E/5



1974-1975

EXEMPLIFICAÇÃO DE UM ESTUDO PRÉVIO DE OPTIMIZAÇÃO DE UMA FROTA DE NAVIOS PORTA-CONTENTORES

INTRODUÇÃO

1. TRÁFEGO POTENCIAL DE MERCADORIAS
 - 1.1. Estimativa
 - 1.2. Tráfego AS → UK
 - 1.3. Tráfego UK → AS
 - 1.4. Número de unidades a transportar
 - 1.5. Carga não contentorizável
2. ALTERNATIVAS
 - 2.1. Parâmetros
 - 2.2. Portos de escala
 - 2.3. Curvas de igual capacidade de transporte anual
3. ESTIMATIVAS PRELIMINARES
4. ESTUDO ECONÓMICO
 - 4.1. Organigrama
 - 4.2. Custo de construção do navio
 - 4.3. Custos de exploração
 - 4.4. Custo de aquisição dos contentores
 - 4.5. Custos de exploração dos contentores
 - 4.6. Fretes e receitas
 - 4.7. Valor actualizado dos rendimentos previsíveis (NPV)
5. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

INTRODUÇÃO

O estudo que se apresenta foi baseado em dados tanto possíveis reais, obtidos através de consultas a diversas organizações e empresas inglesas.

O elevado número de parâmetros em jogo e a dificuldade em atribuir-lhes valores numéricos, as suas interdependências, a rápida alteração dos custos e salários e a incerteza quanto à evolução da conjuntura internacional tornam o problema complexo, implicando a sua resolução a considerações de diversas hipóteses simplificativas.

A salientar que, era nossa intenção inicial fazer um estudo do tipo apresentado em relação a uma potencial frota de navios porta-contentores para o intercâmbio de mercadorias entre Portugal e os países de expressão lusitana em África, nomeadamente Angola e Moçambique.

Dificuldades em obter dados realísticos, no curto prazo que havíamos proposto para a realização de um estudo deste tipo, levaram-nos a fazer uma opção. Traduziu-se esta no estudo das características que deveria ter uma frota de navios para o transporte de contentores entre o Reino Unido e a África do Sul.

Entre o problema que inicialmente pretendíamos abordar (Portugal - novos países africanos) e o problema que de facto consideramos (U. K. - África do Sul), existem algumas analogias. No entanto, os condicionamentos locais são de primordial importância, pelo que nos propomos, num trabalho posterior, levar avante a ideia inicial.

1. TRÁFEGO POTENCIAL DE MERCADORIAS

1.1. Estimativa

Uma estimativa do tráfego potencial de mercadorias susceptível de ser transportado em contentores entre o Reino Unido (U. K.) e a África do Sul (A. S.) e vice-versa, conduziu aos seguintes valores, expressos em toneladas ("conhecimento" de embarque).

U.K. → A.S.		A.S. → U.K.	
	Carga frigorífica	Carga geral	tótal
1 400 000	500 000	700 000	1 200 000

Prevêm-se flutuações de tráfego da ordem dos 15%. Em média, os navios deverão operar transportando carga equivalente a 90% da sua capacidade.

De entre a carga frigorífica temos a assinalar:

- 10% carne com fluxo constante ao longo do ano
- 90% fruta ocorrendo com a seguinte distribuição:

A Fevereiro a Abril	60%	(3 meses)
B Maio a Setembro	40%	(5 meses)
C Outubro a Janeiro	-	(4 meses)

Atendendo a que o tráfego de fruta é sazonal e varia de uma maneira assinalável, iremos considerar separadamente os três períodos acima indicados, que respectivamente designaremos por A, B e C.

Supõe-se que cada contentor transporta 12 dwt, sendo de considerar os seguintes "factores de estiva" (stowage factors):

	U.K. → A.S.	A.S. → U.K.
	toneladas ("conhecimento" de embarque)	
carga geral em contentores não frigoríficos	19.3	13.8
carga frigorífica em contentores frigoríficos	10.4	17.6
carga geral em contentores frigoríficos	15.4	11.0

1.2. Tráfego A.S. → U.K.

Em relação ao período A, podemos determinar o número de contentores n a transportar nesse período, operando da seguinte maneira:

carga geral

$$q = 700\,000 \times \frac{3}{12} \pm 15\% = 175\,000 \pm 26\,250 \text{ t}$$

$$n = q/13.8 = 12\,681 \pm 1\,902 \text{ contentores}$$

carne

$$c = 50\,000 \times \frac{3}{12} = 12\,500 \text{ t}$$

$$n = c/17.6 = 710$$

fruta

$$f = 60\% \times 450\,000 = 270\,000 \text{ t}$$

$$n = f/17.6 = 15\,341$$

Procedendo analogamente para os outros dois períodos, podemos organizar o seguinte quadro:

Tráfego A.S. → U.K.
(Número de contentores a transportar)

Tipo de carga	período			Total
	A	B	C	
geral	12 681	21 135	16 908	50 724
carne	710	1 184	947	2 841
fruta	15 341	10 227	-	25 568
Total	28 732	32 546	17 855	79 133

1.3. Tráfego U.K. → A.S.

Com vista a um melhor aproveitamento, teremos de transportar carga geral nos $(25\,568 + 2\,841) = 28\,409$ transportes de contentores frigoríficos e o restante em contentores não frigoríficos.

Assim poder-se-á transportar o seguinte quantitativo de carga geral recorrendo a contentores frigoríficos:

$28\,409 \times 15.4 = 437\,499$ toneladas ("conhecimento" de embarque)
 restando $1\,400\,000 - 437\,499 = 962\,000$ toneladas
 que exigem um transporte de $962\,000/19.3 = 49\,871$ contentores.

No sentido UK → AS teremos a esperar

$28\,409 + 49\,871 = 78\,280$ contentores
 distribuidos pelos três períodos.

Resumindo

Tráfego U.K. → A.S.
(Número de contentores a transportar)

Tipo de carga	período			Total
	A	B	C	
geral	19 570	32 617	26 093	78 280

carga geral em contentores frigoríficos 28 409

carga geral em contentores não frigoríficos 49 871

1.4. Número de unidades a transportar

O número total de contentores a transportar anualmente nos dois sentidos será:

$$M = 79\ 133 + 78\ 280 = \underline{157\ 413}$$

A diferença de fluxos por período será:

A	28 732 - 19 570 = + 9 162	(3 meses)	AS → UK
B	32 546 - 32 617 = - 71	(5 meses)	UK → AS
C	17 855 - 26 093 = - 8 238	(4 meses)	UK → AS

Poder-se-á ainda transportar alguma carga não contentorizável num porão especial do navio porta-contentores.

1.5. Carga não contentorizável

Prevê-se ainda o transporte da seguinte carga não contentorizável, expressa em toneladas ("conhecimento de embarque").

Fluxo	AS → UK	100 000
Fluxo	UK → AS	100 000

Pressupõe-se um "factor de estiva" (stowage factor) igual a 16.6 toneladas.

Teremos de contar pois com

$$2 \times 100\ 000 \times \frac{12}{16.6} = 145\ 000 \text{ dwt anuais.}$$

2. ALTERNATIVAS

2.1. Parâmetros

De entre os diversos parâmetros susceptíveis de serem utilizados num sistema de transporte do tipo pretendido podemos salientar:

número de navios da frota

capacidade do navio (em número de contentores)

velocidade

fluxos

portos de escala

direitos de porto

características da rota
manuseamento da carga
estiva
restrições portuárias
deslocamento, dwt
principais dimensões L , B , T
potência
tripulação
dias úteis de serviço por ano
custo do combustível
número de hélices
riscos
vida do navio

condições financeiras
custos de exploração
custos de construção
fretes
etc.

Esta lista não é exaustiva e não está totalmente ordenada segundo a importância dos parâmetros. Alguns destes mantêm-se constantes para as diversas alternativas a encarar (por exemplo o custo do combustível).

2.2. Portos de escala

Estudos preliminares sobre a proveniência e destino dos conteúdos no interior do Reino Unido, levaram-nos, por questões económicas, de acessos e de equipamento, à selecção de dois portos: Liverpool e Southampton.

Na África do Sul foram seleccionados os portos de Durban e Cape Town.

Comparando diversas alternativas de utilização de quatro, três ou dois daqueles portos verificamos ser mais vantajoso recorrer a apenas dois daqueles portos: Southampton e Cape Town.

2.3. Curvas de igual capacidade de transporte anual

Atendendo a que se trata de um transporte contentorizado a longa distância (11 894 milhas - ida e volta), ao equipamento dos portos seleccionados e às características dos navios porta-contentores mais recentes do tipo celular e RO-RO, o tipo celular oferece mais vantagens principalmente no que diz respeito à melhor utilização da capacidade cúbica do navio.

As flutuações atrás referidas, de 15% em relação ao tráfego previsto, não são importantes e não serão consideradas na medida em que, em média, o navio transportará carga utilizando apenas 90% da sua capacidade. Qualquer excesso poderá ser transportado nos restantes 10% ou numa das viagens imediatas.

Após termos uma ideia do tráfego potencial de carga, a próxima etapa consistirá na apresentação de possíveis frotas capazes de transportar aquele tráfego. Nomeadamente, interessa desde já procurar combinações de valores dos três parâmetros seguintes, com vista a atingir aquele objectivo:

- N número de navios da frota (supomos navios iguais)
- V velocidade média no percurso
- C capacidade do navio expressa em número de contentores.

A capacidade Q de transporte anual de uma tal frota será dada por

$$Q = M = N P = \frac{2 G C (365 - Z) N}{T_1 + T_s + T_d}$$

onde

- M - número total de contentores a transportar anualmente nos dois sentidos pela frota (157 413 contentores / ano)
- P - número total de contentores a transportar anualmente nos dois sentidos por cada navio
- G - factor de carga (já atrás referido como sendo de 90%)
- Z - número de dias do ano não operacionais por parte do navio
- T_1 - número de dias necessários para a carga e descarga numa viagem de ida e volta
- T_s - duração (em dias) de uma viagem de ida e volta (diz respeito apenas à viagem em si)
- T_d - tempo de espera no porto numa viagem de ida e volta.

Podemos facilmente ver que $T_1 = 4 \times \frac{G \cdot C}{L}$ sendo L o número de contentores colocados ou retirados do navio por dia. Este número depende, nomeadamente, do equipamento disponível no terminal de contentores.

Supondo que a capacidade de um pórtilco é de 20 contentores/hora e que tem possibilidade de trabalhar 20 horas/dia, supondo ainda que durante um dia podemos contar em média com 1.6 pórtilcos a carregar ou descarregar o navio, então $L = 650$ contentores/dia.

$$\text{Será então } T_1 = \frac{4 \times .9 \times C}{650} = \frac{C}{180.56}$$

A duração T_s em dias, é dada por $\frac{D}{24 \cdot V}$ sendo $D = 2 \times 5\,947 = 11\,894$ milhas,

$$\text{ou seja } T_s = \frac{495.6}{V}$$

Vamos supor $T_d = 2$ dias (prevê-se um certo congestionamento nos portos sul africanos).

O tempo total T gasto numa viagem de ida e volta (ciclo completo), será:

$$T = \frac{C}{180.56} + \frac{495.6}{V} + 2$$

Resta-nos considerar Z. Iremos supor que o navio está de serviço 350 dias por ano. Considerando ainda que a probabilidade de uma greve atrasar uma partida é de 15% e que o atraso correspondente tem a duração média de 5 dias, podemos avaliar $Z = 15 + T_u$ sendo T_u o número médio de dias perdidos anualmente por razões de greve.

Com o objectivo de avaliar T_u teremos assim de ter uma ideia do número anual de viagens S

$$S = 2 \times \frac{365 - (T_u + 15)}{T}$$

$$\text{Supondo } C = 2\,500 \text{ contentores} \rightarrow T_1 = 15.85 + \frac{495.6}{V}$$

Recorrendo ao seguinte processo iterativo podemos avaliar T_u e por conseguinte Z :

para cada V determinar T

supor um determinado T_u' e calcular S' correspondente

$$\text{calcular } T_u'' = S' \times .15 \times 5$$

se o T_u' arbitrado for o valor correcto, então:

$$T_u' = T_u''$$

Então podemos estabelecer o seguinte quadro:

V	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
T _u	6.6	7.8	8.9	9.9	10.8	11.7	12.5	13.2	13.9	14.4	15.0
Z	21.6	22.8	23.9	24.9	25.8	26.7	27.5	28.2	28.9	29.4	30.0

Voltando atrás, à expressão que nos dá a capacidade de transporte Q da frota e substituindo pelos valores considerados, temos:

$$Q = 157\,413 = \frac{2 \times .9 \times C (365 - Z) N}{\frac{C}{180.56} + \frac{495.6}{V} + 2}$$

ou

$$C = \frac{314\,826 + \frac{78\,011\,258}{V}}{1.8 N (365 - Z) - 871}$$

Portanto temos uma relação entre três parâmetros: N , V e C . Cada combinação de 3 valores corresponde a uma frota com a capacidade de transporte anual requerida, (157 413 contentores/ano).

Podemos assim traçar curvas de igual capacidade de transporte t , anual (Fig. 1).

3. ESTIMATIVAS PRELIMINARES

Após escolha de várias combinações N , C , V correspondentes a pontos das curvas de igual capacidade de transporte anual (Fig. 1), fez-se uma estimativa preliminar das principais características que deveriam ter os navios correspondentes, nomeadamente:

deadweight, deslocamento, dimensões principais e potência.

Foi esta estimativa realizada em relação a 15 das possíveis alternativas (combinações N , C , V).

Consideremos, por exemplo, a alternativa ① (Fig. 1):

$C = 2\,400$ contentores

$N = 4$ navios

$V = 23$ nós.

O tempo que cada navio necessita para realizar um ciclo de transporte completo será:

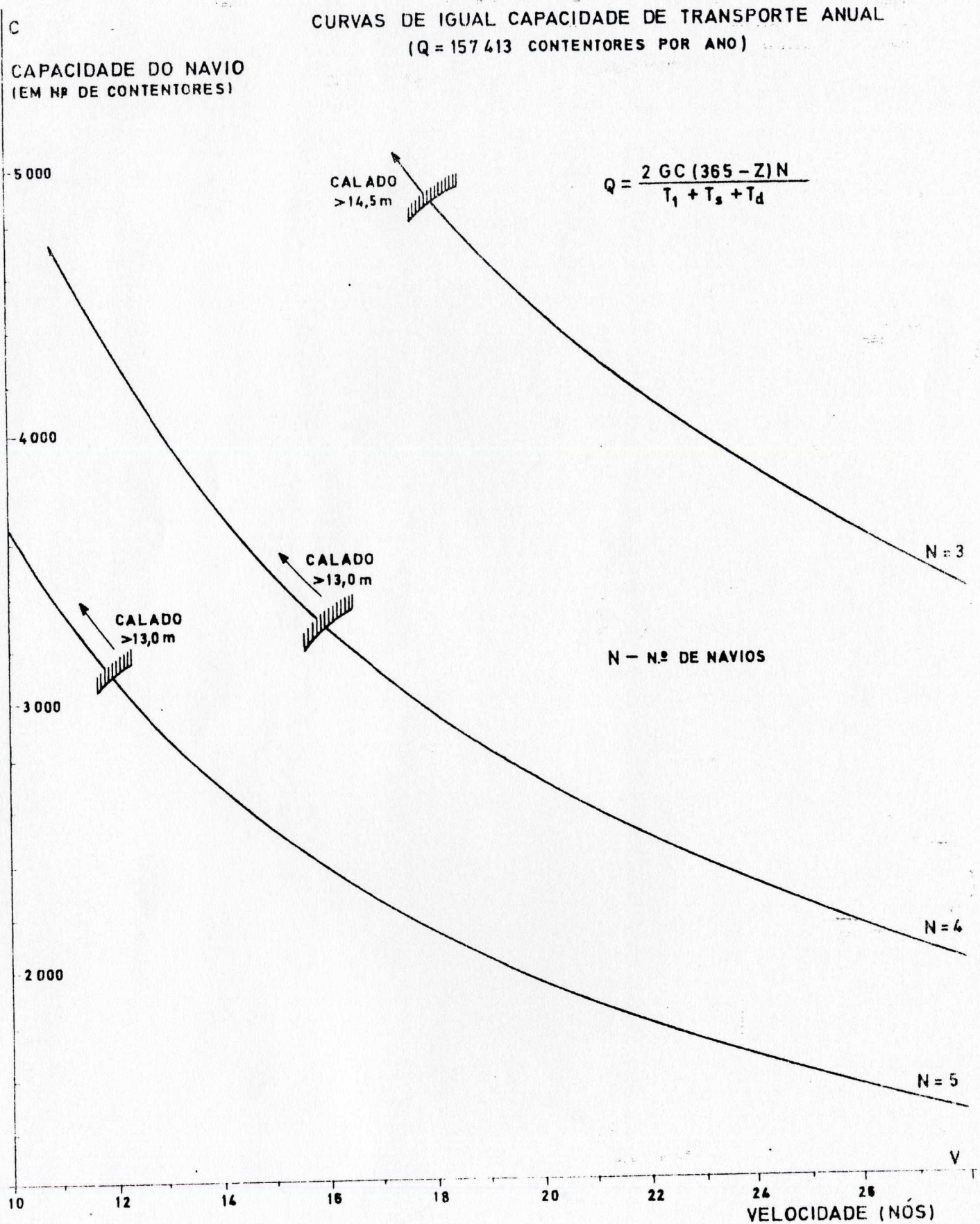


FIG. - 1

$$T = \frac{C}{180.56} + \frac{495.6}{V} + 2 = 36.83 \text{ dias, sendo o número de ciclos anuais}$$

$$\frac{S}{2} = \frac{365 - Z}{T} = 9.14 .$$

Cada navio transportará $\frac{145\,000}{9.14 \times 4} = 3\,970$ dwt de carga não contentorizável e $2\,400 \times 13.8 = 33$ dwt de carga contentorizável.

Supondo ainda que terão de ser transportados cerca de 250 contentores vazios ($250 \times 1.8 = 450$ dwt), poderemos ter uma ordem de grandeza do deadweight total.

$$3\,970 + 33\,120 + 450 = 37\,540 \text{ dwt (payload)}$$

Considerando o navio porta-contentores "Liverpool Bay" como navio similar, será de prever um coeficiente de deadweight da ordem dos .66.

O deslocamento dos navios da frota da alternativa ① será da ordem de

$$\frac{37\,540}{.66} = 56\,880 \text{ t de deslocamento.}$$

Recorrendo às seguintes características do "Liverpool Bay"

comprimento	$L_B = 274.32 \text{ m}$
boca	$B_B = 32.26 \text{ m}$
pontal	$D_B = 24.26 \text{ m}$
calado	$T_B = 13.03 \text{ m}$
deslocamento	$V_B = 73\,642 \text{ t}$

poderemos ter uma ideia de L, B, D e T dos navios da frota de alternativa ① :

$$L = \left(\frac{V}{V_B}\right)^{1/3} L_B = .9175 \times 274.32 = 252 \text{ m}$$

$$B = \text{ " } B_B = \text{ " } \times 32.26 = 29.59 \text{ m}$$

$$D = \text{ " } D_B = \text{ " } \times 24.26 = 22.57 \text{ m}$$

$$T = \text{ " } T_B = \text{ " } \times 13.03 = 11.95 \text{ m}$$

$$\text{Analogamente: } \text{SHP} = (\text{SHP})_B \frac{V^{2/3} V^3}{V_B^{2/3} V_B^3} = 81\,120 \times (.9175)^2 \times \left(\frac{23}{26}\right)^3 =$$

$$= 47\,272 \text{ shp} = 35.265 \text{ Mw}$$

4. ESTUDO ECONÔMICO

4.1. Organigrama

Seguindo o organigrama apresentado (Fig. 2), avaliou-se o NPV (valor actualizado dos rendimentos previsíveis) correspondente a cada uma das 15 alternativas consideradas.

Apresentaremos, como exemplo, o estudo econômico correspondente à alternativa (1), já referida, e apresentaremos os resultados relativos às outras alternativas sob uma forma gráfica.

4.2. Custo de construção do navio

A análise de estatísticas referentes ao custo da construção de navios porta-contentores, permite-nos estabelecer a seguinte expressão aproximada, que nos dá uma estimativa do custo da construção do navio correspondente à alternativa em consideração (milhões de libras, preços de 1974).

$$CC = a + (b \times LBT \times c \times \text{Potência}) d$$

onde

$$a = 8.00$$

$$b = 20 \times 10^{-6}$$

$$c = 0.05 \text{ (motor Diesel); } 0.055 \text{ (turbinas)}$$

$$d = 3.0 \text{ (um hélice), } 3.5 \text{ (dois hélices), } 4.0 \text{ (três ou quatro hélices)}$$

L (m) comprimento de fora a fora

B (m) boca moldada

T (m) calado

Potência instalada (Mw)

Para a alternativa (1) teremos:

$$\begin{aligned} CC &= 8 + (20 \times 10^{-6} \times 252 \times 29.59 \times 11.95 + 1.055 \times 35.265) 3.5 = \\ &= 21.026 \text{ milhões de } \pounds \quad (\text{dois hélices, turbinas}). \end{aligned}$$

Uma ordem de grandeza do tempo de construção TC de tal navio (em anos) será dado pela expressão:

$$TC = \frac{1}{2} + \frac{CC}{20} \sim 1.5 \text{ anos}$$

4.3. Custos de exploração

Salários da tripulação

O número aproximado de tripulantes para um navio do tipo que temos vindo a considerar poderá ser obtido da expressão:

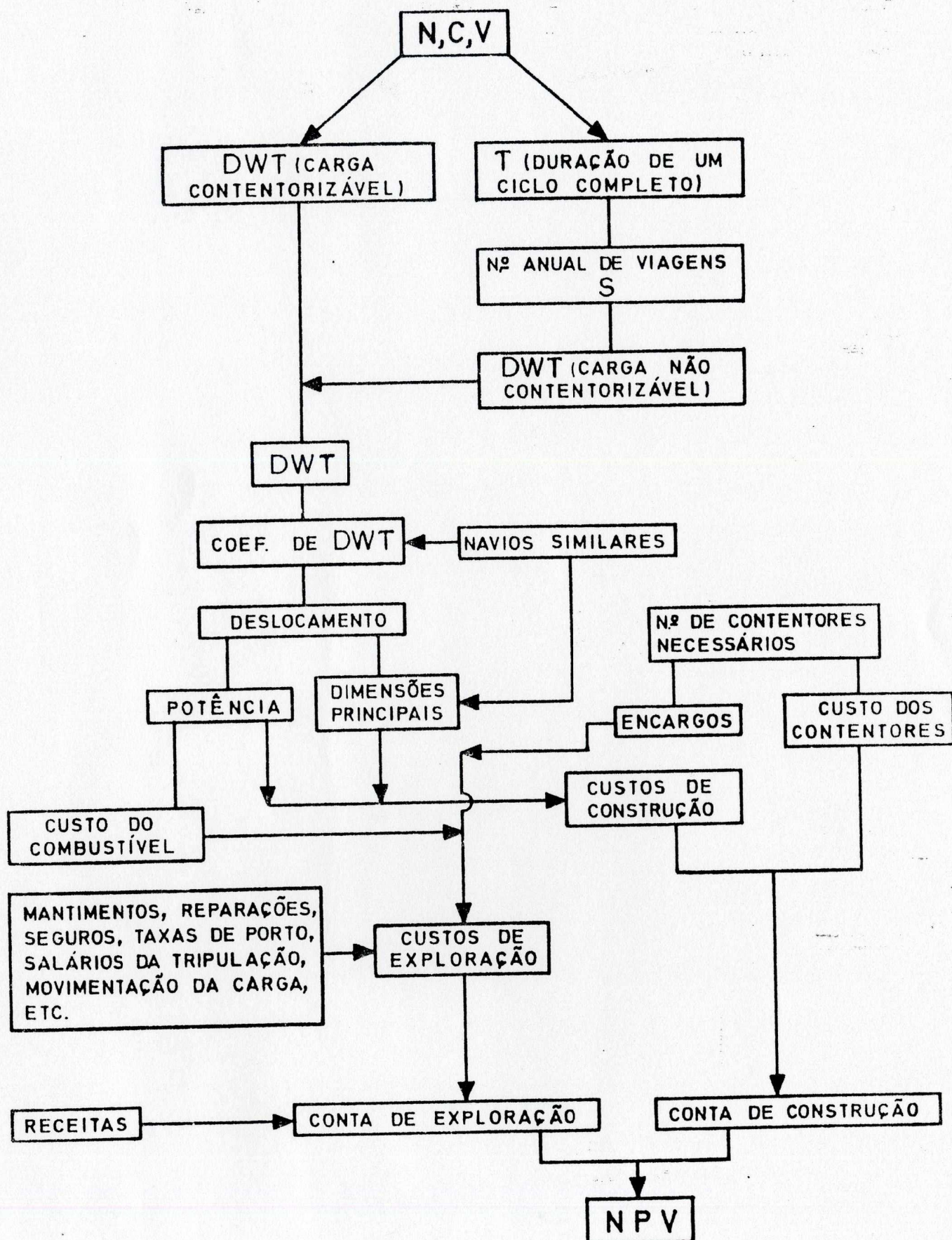


FIG.-2

$$a + \frac{L B D}{b} + \frac{\text{Potência}}{c} + d + e$$

onde

$$a = 24 ; \quad b = 30 \times 10^3 ; \quad c = 8$$

$$d = 0 \text{ (motor Diesel)} ; \quad d = 3 \text{ (turbinas)}$$

$$e = 0 \text{ (uma hélice)} ; \quad e = 1 \text{ (dois hélices)}$$

L (m) comprimento de fora a fora

B (m) boca moldada

D (m) pontal

Potência instalada (Mw)

Para a alternativa (1) serão pois necessários 38 homens para ca da navio.

Supondo um salário médio de £ 10 por homem e por dia, o total a dispendir anualmente com a tripulação será de 139 milhares de £ .

MANTIMENTOS

Será de prever um gasto de £ 2 por homem e por dia, o que perfaz anualmente 28 milhares de £ .

REPARAÇÕES

Teremos de contar, para este efeito, com um quantitativo médio equivalente a 3% do custo de construção do navio, ou seja 631 milhares de £ anuais.

SEGUROS

Teremos de reservar o equivalente a 3,5% do custo de construção do navio para seguros relativos ao navio e contentores, isto é, 736 milhares de £ anuais.

TAXAS DE PORTO, TAXAS DE ACOSTAGEM E PILOTAGEM

Para calcular estas taxas é necessário ter uma ideia da arqueação líquida ou tonelagem líquida de registo (nrt).

A tonelagem bruta (G.T.) pode ser avaliada pela expressão:

$$G.T. = \frac{C_{GT} \times L B D \times C_B}{100}$$

L , B , D em pés

$$C_{GT} = 1.1$$

$$C_B = .62 \text{ (Liverpool Bay)}$$

então $GT = 40\,534$ toneladas de arqueação bruta ($1\,TAB = 40\,534 \times 2.832\,m^3$)

$$nrt = C_{NT}^{GT} = .6 \times 40\,534 = 24\,320 \text{ toneladas de arqueação}$$

Após consulta da publicação

"Port dues, charges and accommodation" da autoria de BENN, foi possível fazer uma estimativa das taxas de porto, taxas de acostagem, pilotagem e outros encargos. Anualmente, e por navio, perfazem cerca de 1 880 milhares de £ .

COMBUSTÍVEL

Para se avaliar o combustível necessário anualmente para cada navio é necessário prever:

- número de horas de navegação para cada viagem de ida e volta:
 $D/V = 11\,894 / 23 = 517$ horas
- margem para manobras equivalente a 10 horas de viagem;
perfaz um total de 527 horas
- número total de horas anuais de navegação por navio
 $527 \times 9.14 = 4\,814$ horas
- consumo anual de combustível
consumo específico (kg/Kwh) $\times P_S$ (Mw) $\times$ número total de horas =
 $= .288 \times 35.265 \times 4\,814 = 48\,892$ toneladas

Então, o custo anual do combustível que cada navio necessita é da ordem de $48\,892 \times 62.9 = 3\,076$ milhares de £ .

TOTAL: cerca de 6 490 milhares de £ anuais, e por navio.

4.4. Custo de aquisição dos contentores

Iremos supor que, em média, um contentor permanecerá 3 semanas em cada um dos países. Então o ciclo completo de movimentação de um contentor terá a duração de $d = 21 + 21 + T$, sendo T o tempo total gasto pelo navio numa viagem de ida e volta. Na combinação que vimos analisando será $d = 21 + 21 + 36.83 = 78.83$ dias.

Da análise do tráfego potencial (ver 1.2. e 1.3.) concluímos que:

Tráfego A.S. → U.K.

Tipo de carga	Período		
	A	B	C
geral	12 681	21 135	16 908
frigorífica	16 051	11 411	947

Tráfego U.K. → A.S.

Tipo de carga	A	B	C
geral	19 570	32 617	26 093

Atendendo a que o período A tem a duração de 3 meses, B 5 meses e C 4 meses, o número de ciclos que cada contentor completará por período será:

A	B	C
$90/d = 1.1417$	$150/d = 1.9028$	$120/d = 1.5223$

Dividindo os valores expressos nas tabelas acima indicadas, pelo correspondente número de ciclos de cada contentor, teremos:

A.S. → U.K.

Tipo de carga	A	B	C
geral	11 107	11 107	11 107
frigorífica	14 059	5 997	622

U.K. → A.S.

Tipo de carga	A	B	C
geral	17 141	17 141	17 141

DIFERENÇA A.S. → U.K.

U.K. → A.S.

A	B	C
+ 8 025	- 37	- 5 412

O período A é aquele em que o tráfego é mais intenso.

Da análise das tabelas apresentadas, concluímos assim da necessidade de dispormos de 11 107 contentores normais e 14 059 contentores frigoríficos.

Anualmente haverá necessidade de transportar cerca de
 $8\ 025 - 37 - 5\ 412 = 2\ 576$ contentores vazios .

Supondo que esse transporte se inicia no princípio do período B , poderá ser feito em $9/12 \times 9.14 \times 4 = 27.4$ viagens. Em média, cada um dos 4 navios da frota terá de carregar $2\ 576/27.4 = 94$ contentores vazios em direcção à A.S. De notar que em 3. havíamos já considerado um deadweight englobando 250 contentores vazios.

Para permitir uma maior flexibilidade do sistema, poderá haver interesse em que uma pequena percentagem (por exemplo 3.5%) dos 11 107 contentores não frigoríficos sejam desmontáveis (collapsible containers).

Em conclusão, necessitamos de ter disponíveis:

10 722	contentores não frigoríficos
385	contentores desmontáveis não frigoríficos
14 059	contentores frigoríficos

Nos portos de escala, teremos de dispor também de unidades de refrigeração para serem acopladas aos contentores frigoríficos com carga frigorífica. Chegou-se à conclusão de que seriam necessárias 2 950 dessas unidades.

Considerando os quantitativos já mencionados e os custos unitários a seguir referenciados, teremos os seguintes custos de aquisição:

contentores não frigoríficos	$10\ 722 \times 850$	$= 9\ 156 \times 10^3$
contentores desmontáveis	$385 \times 1.15 \times 850$	$= 376 \times 10^3$
contentores frigoríficos	$14\ 059 \times 1\ 700$	$= 23\ 900 \times 10^3$
unidades de refrigeração	$2\ 950 \times 1\ 800$	$= \underline{5\ 310 \times 10^3}$
		38 742 milhares £

4.5. Custos de exploração dos contentores

MANUTENÇÃO

Será de prever os seguintes custos unitários anuais:

£ 35 contentores não frigoríficos

£ 70 contentores frigoríficos

Totalizando 1 373 milhares de £ .

SEGUROS

Sob determinadas condições o quantitativo referente a seguros rondará os 0.5% do custo de aquisição dos contentores ou seja 194 milhares de £ .

LIMPEZA

£ 2 ou £ 7 após o esvaziamento de um contentor não frigorífico ou frigorífico, respectivamente.

Perfaz $129\ 004 \times 2 + 28\ 409 \times 7 = 457$ milhares de £ .

CONTROLO

680 milhares de £ .

TAXAS (embarque, desembarque, movimentação de contentores a bordo, arrumação, estacionamento)

E OUTROS ENCARGOS

6 933 milhares de £ .

TOTAL cerca de 9 637 milhares de £ anuais.

4.6. Fretes e receitas

Na rota em questão, para que a utilização dos serviços contentorizados seja atractiva em comparação com sistemas mais tradicionais de transporte, os fretes a incidir sobre o transporte de um contentor não de verão exceder os seguintes valores:

U.K. → A.S.

	carga geral	carga frigorífica
contentores não frigoríficos	£ 396	£ -
contentores frigoríficos	£ 315	£ 425

A.S. → U.K.

	carga geral	carga frigorífica
contentores não frigoríficos	£ 209	£ -
contentores frigoríficos	£ 160	£ 297

No caso em estudo, serão então de prever as seguintes receitas:

	carga geral		carga frigorífica	
U. K. → A. S.	número de transportes	receitas £ 10 ³	número de transportes	receitas £ 10 ³
contentor não frigorífico	49 871	19 450	-	-
contentor frigorífico	28 409	8 807	-	-
A. S. → U. K.	número de transportes	receitas £ 10 ³	número de transportes	receitas £ 10 ³
contentor não frigorífico	50 724	10 616	-	-
contentor frigorífico	-	-	28 409	8 439

A receita total prevista anualmente, incluindo 290 milhares de £ provenientes da fracção da carga não contentorizável, monta portanto a 47 602 milhares de £ .

Ao fim da "vida" do navio espera-se que da sua venda resultem cerca de 967 milhares de libras (ou seja 3 868 milhares de libras em relação aos quatro navios da frota).

4.7. Valor actualizado dos rendimentos previsíveis (NPV)

Com base nas estimativas apresentadas anteriormente e tendo em conta os pressupostos que seguidamente se salientam, elaboraram-se contas de exploração e de construção, em relação à combinação N , C , V que vimos tratando. Tais contas estão representadas nos quadros A e B e os pressupostos são:

- espera-se um subsídio governamental de investimento no valor de 20% do custo de construção dos navios. Este subsídio apenas poderá vir a ser concedido se a depreciação a considerar não exceder 80% desse custo de construção, ou seja 67 284 milhares de £ (ver colunas 1A , 2A e 5B).

- espera-se que um banco da OCDE concede um empréstimo a um juro de 7 1/2% .
- prevê-se uma "vida" de 20 anos em relação aos navios e de 10 anos em relação aos contentores.
- os impostos são pagos com um atraso de dois anos e montam a 40% do rendimento tributável (ver colunas 6B e 7B).

No exemplo que temos explanado de uma maneira sucinta, obtivemos um NPV negativo de 2 146 milhares de £ (ver quadro B).

5. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

O estudo apresentado nos capítulos 3 e 4 foi, de uma maneira mais detalhada, repetido em relação a outras catorze possíveis combinações de N , C e V , correspondentes a igual número de pontos "estrategicamente" escolhidos ao longo das curvas de igual capacidade de transporte anual (ver Fig. 1).

Alguns dos resultados obtidos estão traduzidos graficamente da Fig. 3 à Fig. 8. Em função da velocidade, apresenta-se a variação do custo do combustível, custo da construção da frota, custos totais anuais, custo da aquisição dos contentores, receitas e NPV.

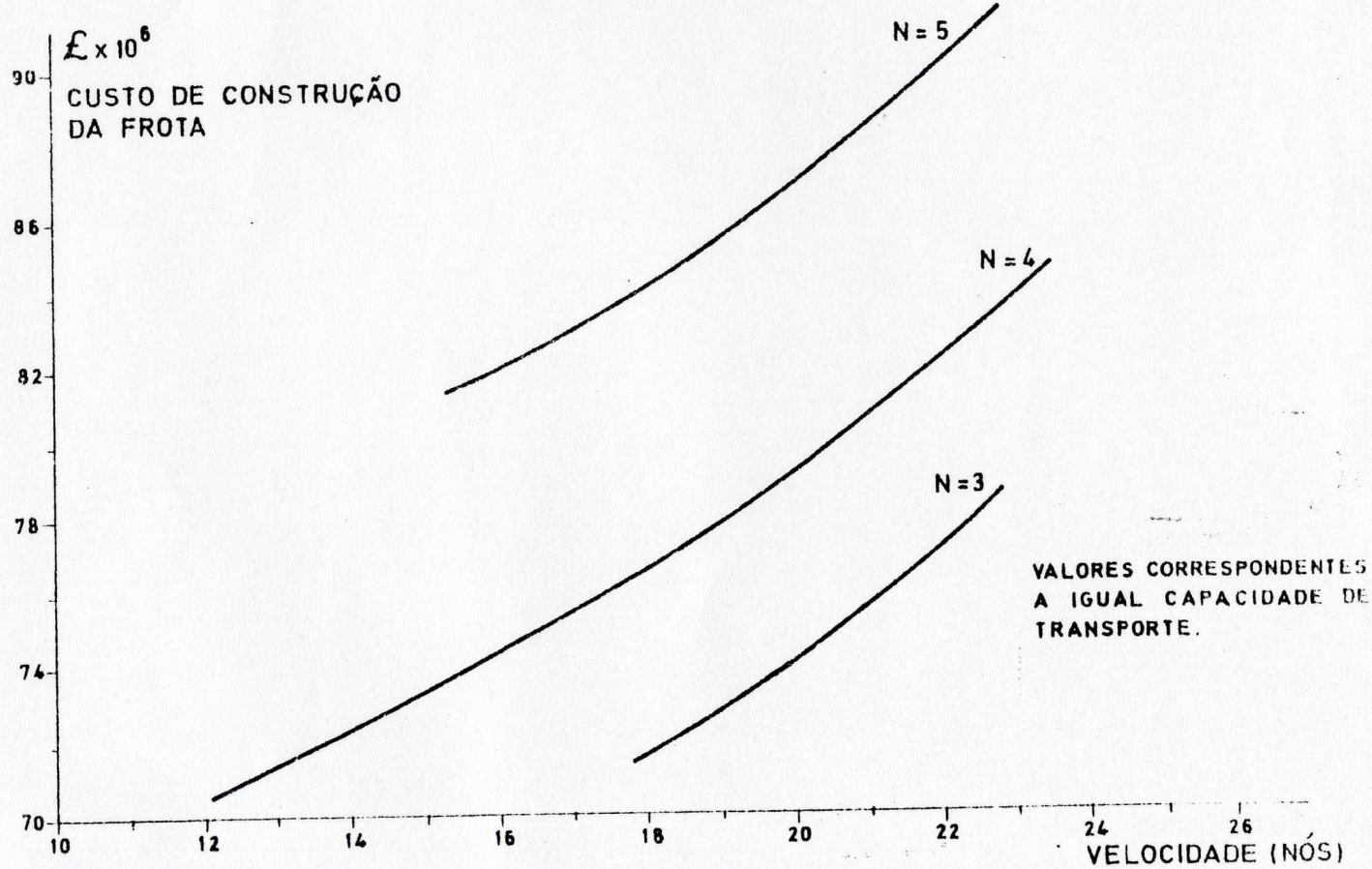
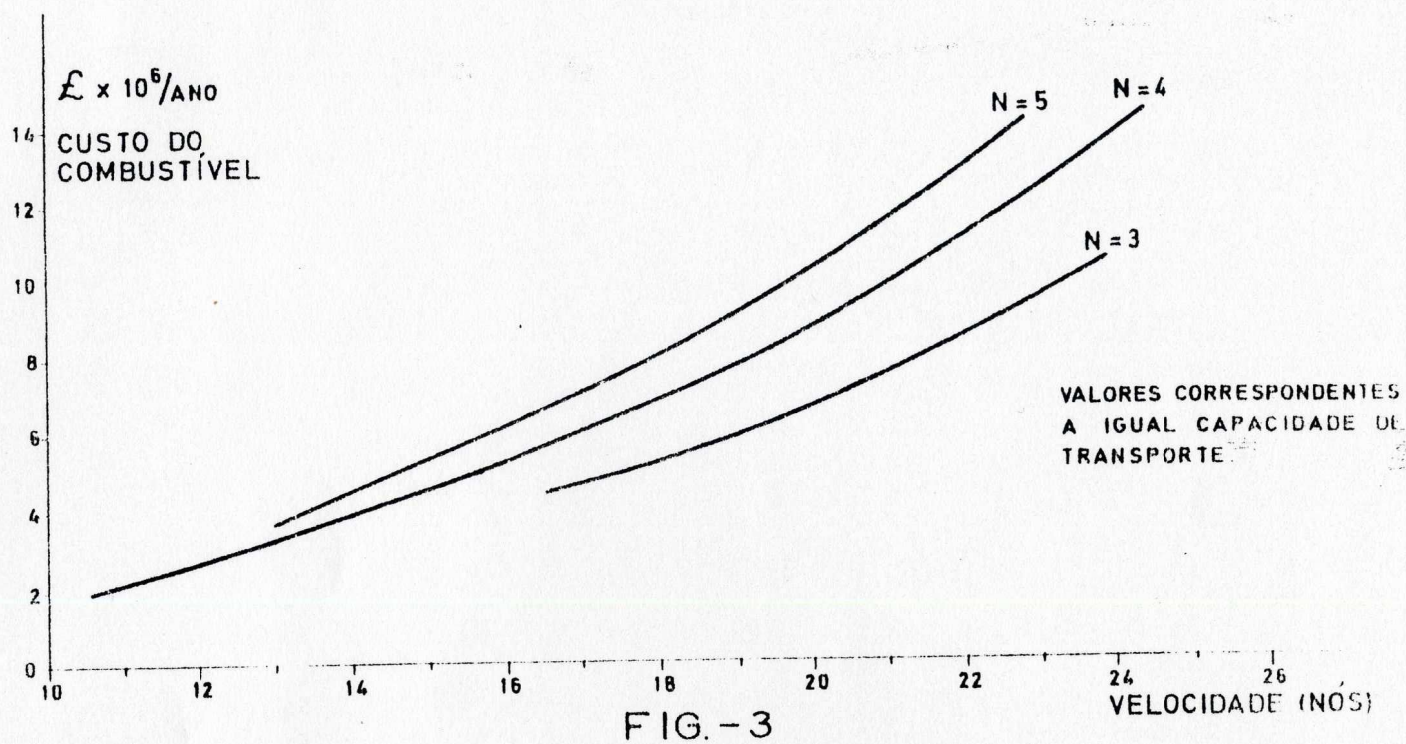
A Fig. 9 apresenta a sobreposição sobre a Fig. 1 de curvas de igual NPV.

A

C O N T A D E C O N S T R U Ç Ã O (£ x 10³)

ANO	(1A) Custo dos navios	(2A) Subsídio governam- ental	(3A) Emprês- tímo	(4A) Despesas do pro- prietar.	(5A) Aquisi- ção dos contents	(6A) Emprês- tímo total	(7A) Reembol- so do em- préstimo	(8A) Emprêsti- mo não reembols	(9A) Juros (7 1/2%)	(10A) Cash out- flow (7A) + (9A)	(11A) (1+i) ⁻ⁿ i=11%	(12A) (10A) x x (11A)
0	8 410	8 410		50		8 410			0	50	1.0000	50
1/2	8 410	8 410						8 410	0	0	0.9491	0
1	8 410		8 410	50		8 410		37 847	0	50	0.9009	45
1 1/2	29 437		29 437			29 437		106 026	315	315	0.8551	269
2	29 437		29 437	50	38 742	68 179			1 419	1 469	0.8116	1 192
////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////
3								"	7 952	7 952	0.7312	
4								"	7 952	7 952	0.6587	
5								"	7 952	7 952	0.5934	
6								"	7 952	7 952	0.5346	
7								"	7 952	7 952	0.4816	
8								"	7 952	7 952	0.4339	
9								"	7 952	7 952	0.3909	
10								"	7 952	7 952	0.3522	33 211(Σ)
11					38 742		8 835	97 161	7 952	16 787	0.3173	5 226
12							8 835	88 356	7 287	54 864	0.2858	15 680
13							8 835	79 521	6 627	15 462	0.2575	3 981
14							8 835	70 686	5 964	14 799	0.2320	3 433
15							8 835	61 851	5 301	14 136	0.2090	2 954
16							8 835	53 016	4 639	13 474	0.1883	2 537
17							8 835	44 181	3 976	12 811	0.1696	2 173
18							8 835	35 346	3 313	12 148	0.1528	1 856
19							8 835	26 511	2 651	11 486	0.1376	1 580
20							8 835	17 676	1 988	10 823	0.1240	1 342
21							8 835	8 841	1 326	10 161	0.1117	1 135
22							8 841	0	663	9 504	0.1007	957
TOTAL	84 104	16 820	67 284	150	77 484	106 026	106 026					77 621

21.



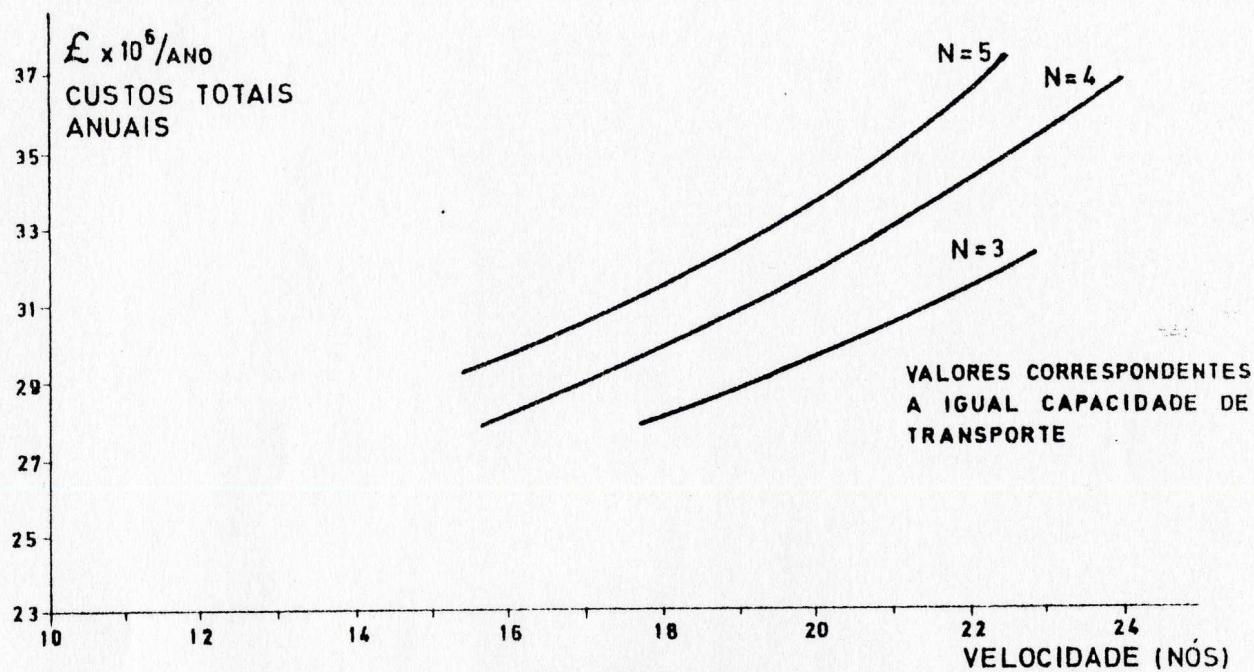


FIG.-5

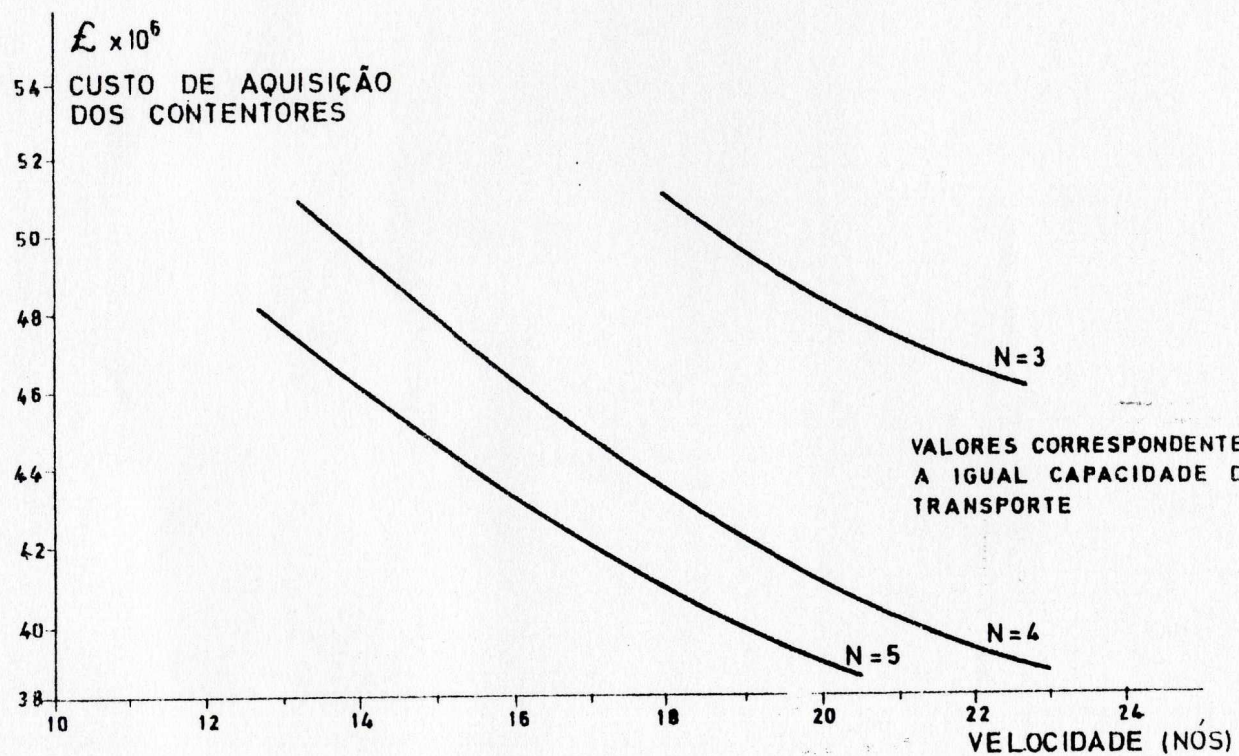


FIG.-6

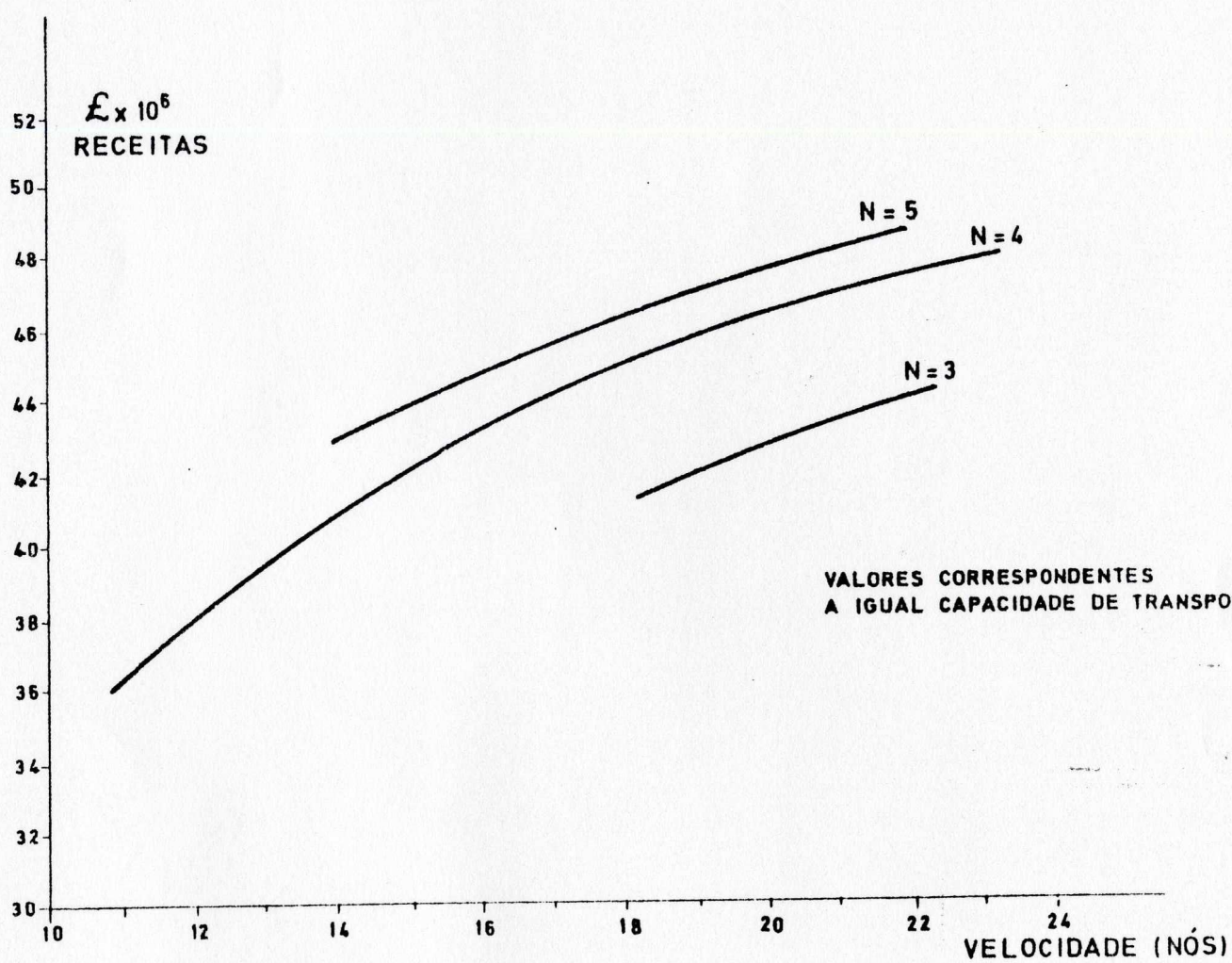


FIG. - 7

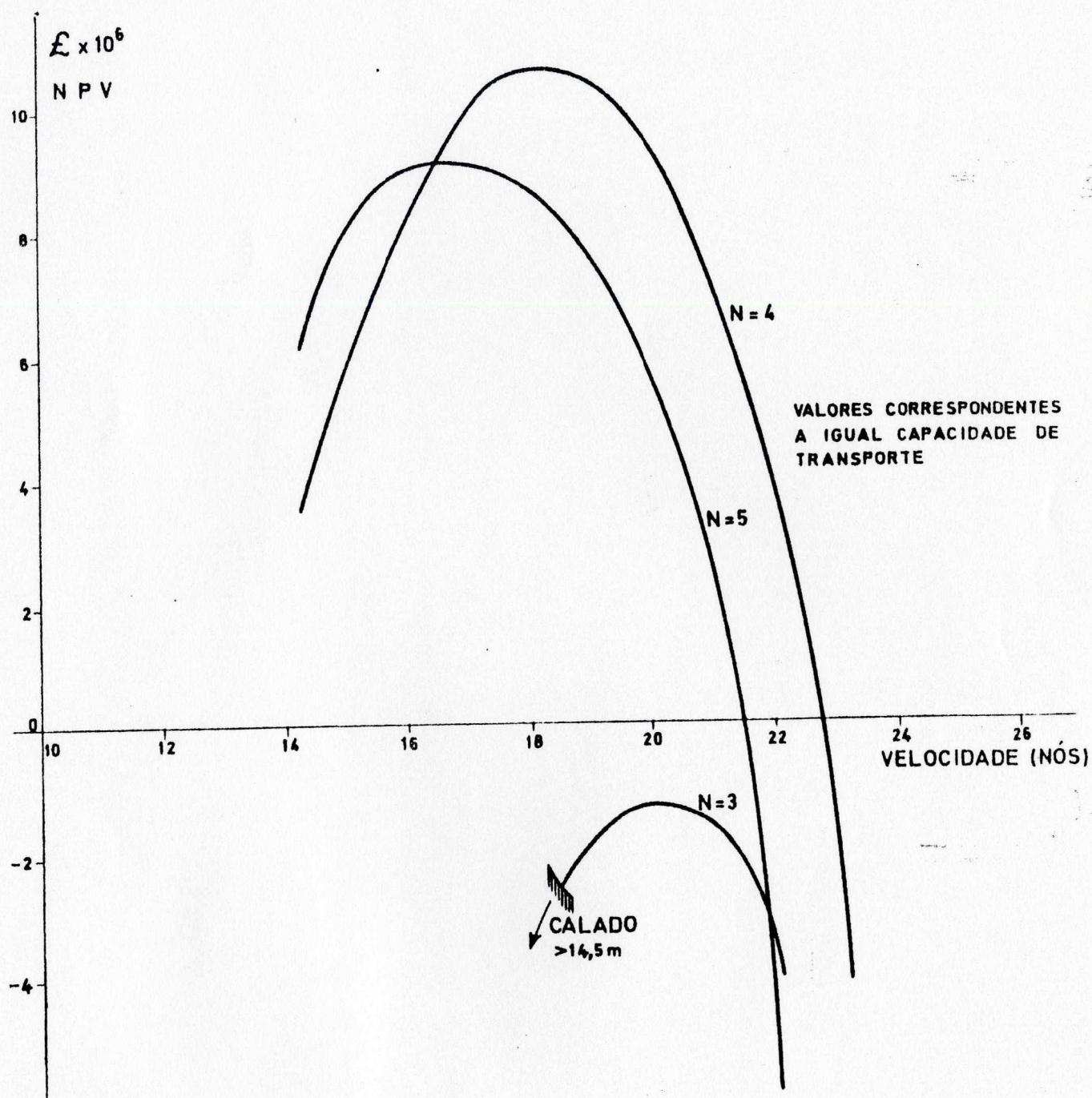


FIG. - 8

CURVAS DE IGUAL NPV

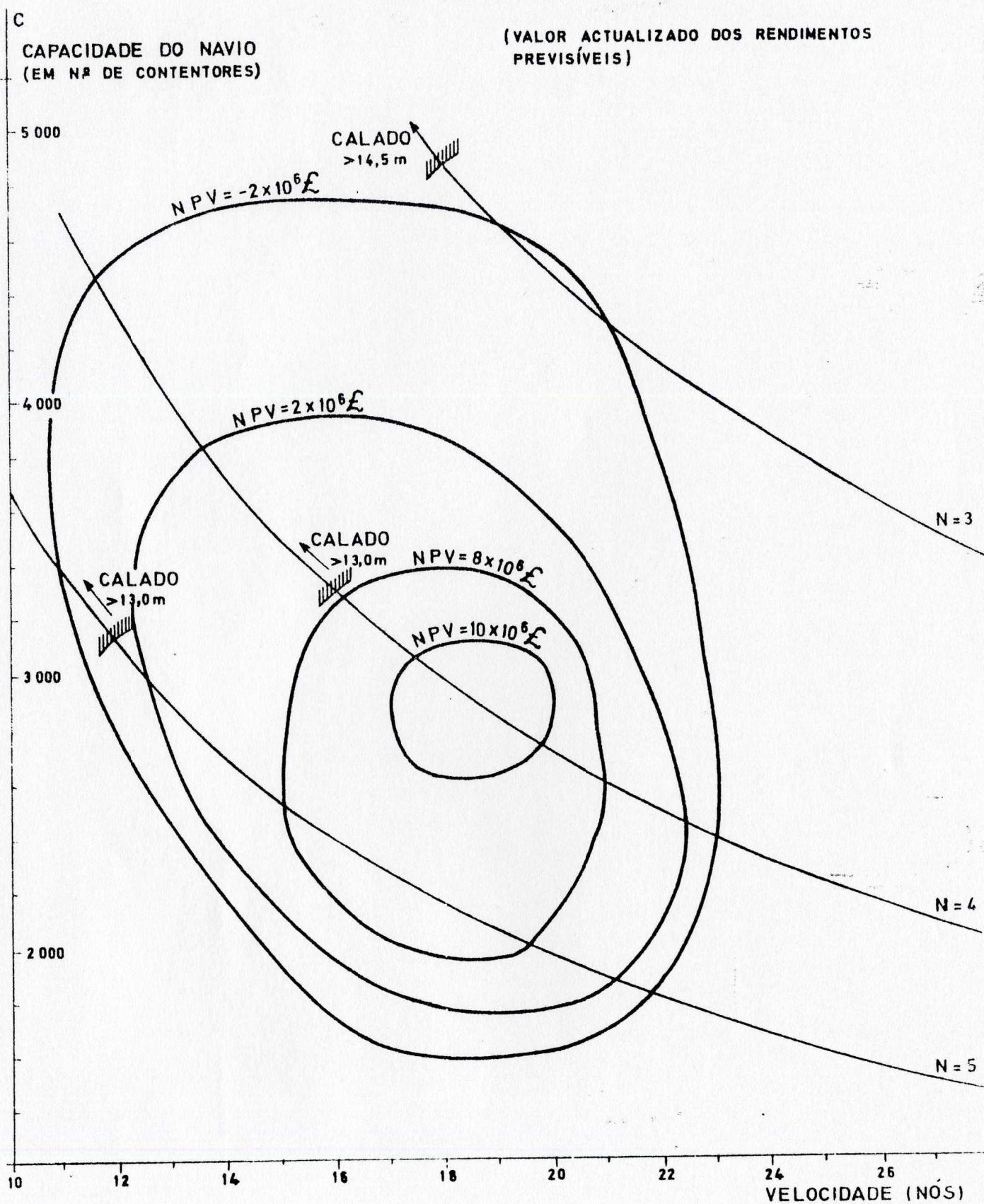


FIG. - 9

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com a fig. 8 e não atendendo às diversas considerações que seguidamente se apresentam, seria de escolher como "solução ótima" do ponto de vista econômico, para as hipóteses formuladas e segundo o critério de avaliação considerado, a seguinte alternativa:

nº de navios da frota: $N = 4$

capacidade de cada navio: $C = 2\ 900$ contentores

velocidade: $V = 18.5$ nós; potência: $P = 20.543$ Mw

dimensões principais: $L = 266$ m $B = 31.3$ m $D = 23.8$ m $T = 12.6$ m

deadweight: 48 000 dwt

deslocamento: $\nabla = 69\ 500$ t

Comparando a velocidade "ótima" encontrada com as velocidades desenvolvidas pelos mais recentes navios porta-contentores, a primeira poderá parecer um pouco baixa.

Em Inglaterra, aliás como em quase todos os Países, o custo dos combustíveis permaneceu aproximadamente constante até 1970. A partir dessa altura a situação modificou-se ocorrendo uma subida muito apreciável e imprevisível nos últimos anos.

Acentuou-se assim grandemente a importância do parâmetro "custo do combustível" nos estudos económicos sendo de salientar as seguintes implicações:

- 1) como consequência desse aumento a "velocidade ótima" (correspondente ao máximo NPV) terá tendência a decrescer (isto para um determinado "valor" da carga a transportar e utilizando sistemas motores convencionais);
- 2) as curvas de variação do NPV com a velocidade, passaram a ser mais "ponteagudas" na região da "velocidade ótima", o que pode ser um inconveniente por tornar o sistema pouco flexível.

A "velocidade ótima" pode variar ao longo da vida de um navio. Basta que um dos parâmetros em jogo sofra uma acentuada alteração. Também, por vezes, a velocidade é fixada de modo a conduzir a uma certa frequência de escala nos portos.

Quando se fala em transporte de uma determinada mercadoria, é necessário considerar o custo real, o qual não só inclui o custo do transporte propriamente dito, mas também o "valor" do tempo gasto no transporte, seguros, etc. Na verdade, o tempo gasto no transporte de uma mercadoria é importante porque essa mercadoria representa um custo enquanto em trânsito, resultante, por exemplo, da sua não utilização (caso de um maquinismo).

Geralmente não será conveniente, sob o ponto de vista puramente económico, transportar mercadorias de baixo valor unitário a altas velocidades (caso por exemplo do transporte aéreo). Porém, as mercadorias transportadas por navios porta-contentores são geralmente de elevado valor, e algumas vezes tão valiosas como o próprio navio que as desloca.

Especialmente quando os fretes são fixados por acordos, e com o objectivo de atrair mercadorias, uma das vantagens que poderá ser oferecida aos expeditores é a de uma maior velocidade de transporte.

Outros factores que poderão encorajar o desenvolvimento de navios porta-contentores de alta velocidade poderão ser apontados, ainda que alguns deles não digam directamente respeito ao caso analisado. Por exemplo: juros elevados, fretes elevados, salários elevados, combustível barato, baixos consumos específicos, reduzido tempo de duração de um ciclo de viagens, utilização de novas fontes energéticas (energia nuclear), optimização hidrodinâmica.

Um estudo paramétrico e hidrodinâmico, de natureza analítica, em que alguns dos resultados estão traduzidos na fig. 10, permitiu-nos chegar a certas "características corrigidas" dos navios da frota em consideração, seguidamente apresentadas. De notar que esse estudo foi efectuado fazendo variar parâmetros na vizinhança dos valores "óptimos" já encontrados. Os valores considerados para a boca dos navios são múltiplos da largura de um contentor com uma pequena margem adicional. Essas "características corrigidas" seriam, para o caso de se pretender fixar uma velocidade de 21 nós, as seguintes (ver Fig. 10):

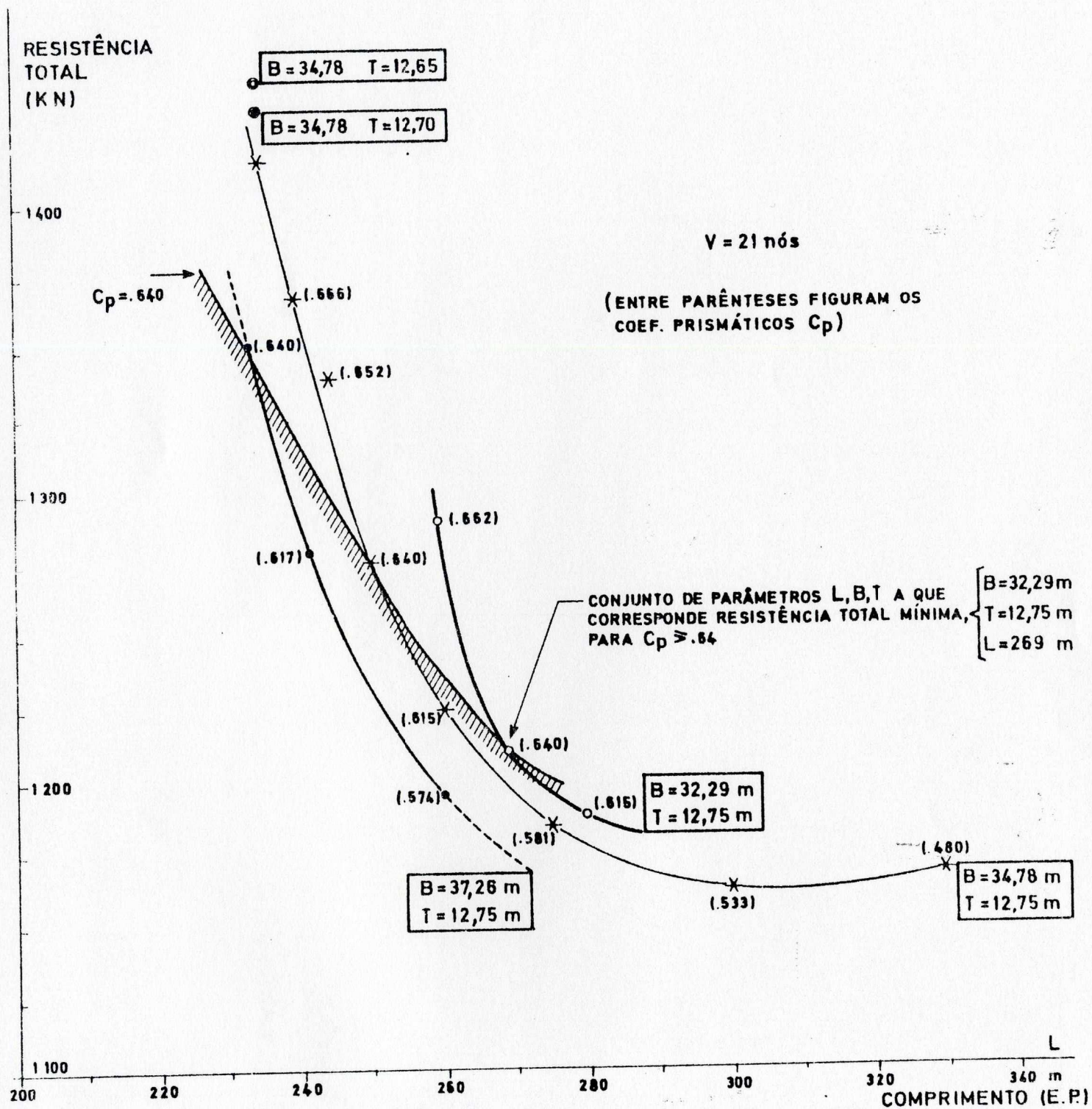


FIG. - 10

dimensões principais: $L = 269 \text{ m}$ $B = 32.29 \text{ m}$ $T = 12.75 \text{ m}$

deadweight: 48 300 dwt

deslocamento: $V = 70\,470 \text{ t}$

A avaliação das diversas alternativas consideradas para as hipóteses em que nos situamos, requer uma medição objectiva e idêntica dos recursos a empregar e dos benefícios esperados de cada uma delas.

Os aspectos sociais, sempre muito importantes, são dificilmente quantificáveis, embora no nosso caso não sejam muito variáveis de alternativa para alternativa. Podemos-nos situar numa óptica de efeitos directos das diversas alternativas.

É de salientar que, a comparação dos diversos NPV e a escolha da alternativa a que corresponde o máximo NPV, não é um critério absoluto mas apenas parcial de avaliação.

Se considerarmos duas alternativas a e b e se verificarmos que $NPV_a > NPV_b$ sendo $Investimento_a < Investimento_b$, provavelmente o projecto a é preferível. Porém, é mais corrente suceder ser $NPV_a > NPV_b$ sendo o $Investimento_a > Investimento_b$, o que poderá obrigar a uma opção entre "o mais barato no imediato" e o "mais caro no imediato". Esta opção é função do grau de escassês de capital, traduzido pela taxa de juro i (taxa de actualização). Da definição de valor actualizado dos rendimentos previsíveis NPV resulta que, quanto mais elevada for essa taxa, menor é o peso do futuro em relação ao presente, daí que erros de previsão nos valores "mais afastados" no tempo, pouco afectem o resultado final.

De notar que, o facto de a uma alternativa corresponder um $NPV = £ 4 \times 10^6$, por exemplo, e a outra $NPV = £ 10^6$ não significa que a primeira alternativa seja quatro vezes "superior" à segunda; só é correcto dizer que conduz a um NPV mais elevado em $£ 3 \times 10^6$. Trata-se de uma diferença absoluta e não relativa.

Uma outra perspectiva para abordar o problema económico seria calcular os fretes (shadow price) a que corresponderia um determinado NPV (por exemplo NPV nulo). Em geral trata-se de um processo interactivo. Outro processo, também interactivo, consiste em procurar a taxa i a que corresponde um NPV nulo. Estes dois processos são comuns em países de economia socialista.

Será de aguardar com interesse o desenvolvimento de navios porta-contentores de elevada capacidade (por exemplo superior a 1 500 contentores) dispondo de avançados sistemas Ro-Ro.

Em relação ao problema que abordamos neste trabalho, esta nova alternativa viria a ser encarada simultaneamente com a consideração de um sistema convencional de carga e descarga ainda que de elevado rendimento horário e recorrendo a mais de dois pórticos actuando simultaneamente.