

METODOLOGIA PARA DIMENSIONAMENTO DA ARTE DE MEIA-ÁGUA

(METHODOLOGY OF MIDDLE WATER TRAWL MEASUREMENT)

* M.R. GAMBA

** M.R.G. DE ANDRADE E SILVA

ABSTRACT

The present paper analyses a methodology, design and construction of a middle water trawl and exemplifies them for a 385 HP vessel.

The resistance of components for this fishing art (rope, water door and net) as well the technical efficiency is estimated for three species that occur in the Brazilian south-southeast shore: sardine (Sardinella brasiliensis), anchovies (Anchoviella lepidentostole) and mackerel (Scomber japonicus). It theoretically confirms that anchovies show the best productivity to this fishing art.

RESUMO

O presente trabalho analisa uma metodologia de dimensionamento da arte de arrasto de meia-água e a exemplifica para uma embarcação de 385 HP.

Calcula-se a resistência ao arrasto dos componentes desta arte de pesca (cabos, portas e rede), bem como sua eficiência técnica para três espécies que ocorrem no litoral sul-sudeste brasileiro: sardinha (Sardinella brasiliensis), manjuba (Anchoviella lepidentostole) e cavalinha (Scomber japonicus). Teoricamente, comprovou-se que a manjuba apresenta a melhor produtividade no arrasto de meia-água.

*Biólogo, Seção de Tecnologia de Pesca, da Divisão de Pesca Marítima do Instituto de Pesca.

**Engenheiro de Pesca, Seção de Tecnologia de Pesca, da Divisão de Pesca Marítima do Instituto de Pesca.

1. INTRODUÇÃO

No começo do século, realizaram-se os primeiros ensaios com arrasto de meia-água, usando-se uma embarcação. A partir da década de 40, com o surgimento das portas altas de seção curva, foram solucionados os problemas de estabilidade e manobra da rede, originando a expansão deste método de captura.

Os melhoramentos introduzidos nos desenhos das redes, o estudo sistemático das espécies pelágicas susceptíveis de serem capturadas e o advento da sonda da rede ("Net-sounder") possibilitaram a ampliação das pescarias mundiais de meia-água.

O objetivo do presente trabalho é orientar os pescadores que utilizam o arrasto, fornecendo informações básicas sobre o dimensionamento, construção e operação da arte de meia-água, equipada com portas hidrodinâmicas do tipo "Suberkrub", que se constituem nas mais eficientes para este tipo de pesca.

Para a aplicação, elaborou-se um modelo destinado a uma embarcação com potência de 385 HP, por se encontrar dentro dos limites utilizados pelos barcos da frota industrial do Estado de São Paulo.

2. METODOLOGIA

2.1. Potência disponível para o arrasto

Na interação do sistema embarcação-arte de pesca leva-se em conta principalmente o aproveitamento da potência disponível do reboque que possibilite obter o melhor rendimento. Assim sendo, se a arte de pesca estiver subdimensionada, fatalmente diminuirá a efetividade de captura; caso contrário, aumentará a resistência de reboque, provocando uma sobrecarga no sistema propulsor.

Dentre os vários fatores que influenciam na potência disponível de reboque da embarcação durante o arrasto, destacam-se: potência nominal (NHP), revoluções do motor (RPM), tipo de hélice (passo fixo ou variável) e as condições do mar durante a pesca.

A metodologia de cálculo tem como base dados experimentais da frota japonesa, que apontam diferentes coeficientes:

- a) coeficiente de propulsão - K_1

O deslocamento das embarcações está baseado no princípio de ação e reação. Neste caso, a hélice atua sobre um meio líquido, e a resposta à ação que ela exerce sobre o meio não é total, pois existe perda por deslizamento à qual está diretamente ligada a sua velocidade de rotação e seu tipo.

Para hélice de passo fixo a 300 RPM, o coeficiente de propulsão (K_1) varia em torno de 0,22, sendo que abaixo dessa rotação estará entre 0,25 a 0,28, e acima, a 0,20.

Nas embarcações com hélice de passo variável, quanto menores forem as RPM, maior será o coeficiente usado, que varia entre 0,25 a 0,30.

b) Coeficiente de utilização (K_2)

Todo sistema que transmite energia sofre perdas; no caso do sistema propulsor de uma embarcação, a maior parte é devido ao atrito. Okonski (1980), considera o coeficiente K_2 da ordem de 0,85.

c) Coeficiente de aproveitamento (K_3)

Por ser o barco uma plataforma de trabalho que está em constante movimento, devido à influência das ondas, as embarcações de arrasto possuem limitações operacionais diretamente ligadas ao estado do mar.

Segundo as condições do mar em que opera a embarcação, o coeficiente de aproveitamento (K_3) varia de acordo com a escala Beaufort (B_f), sendo:

$K_3 = 1,0$	- mar calmo
0,9	- mar entre 2 e 3
0,8	- mar entre 3 e 4
0,7	- mar entre 4 e 5

Assim sendo, a potência disponível de reboque é dada pela seguinte expressão:

$$PS = NHP \times K_1 \times K_2 \times K_3$$

onde: PS = potência disponível de reboque (HP)

NHP = potência nominal do motor principal (HP)

K_1 = coeficiente de propulsão

K_2 = coeficiente de utilização

K_3 = coeficiente de aproveitamento

2.2. Tiro de operação da embarcação

Este parâmetro representa a capacidade de tração da embarcação a determinada velocidade de arrasto, verificada pe

la expressão:

$$T = \frac{PS \times 75}{V}$$

Onde: T = tiro da embarcação em Kgf

PS = potência disponível de reboque em HP

V = velocidade de arrasto em m/s

75 = constante para transformar HP em Kgf

2.3. Resistência da arte de arrasto

São várias as forças que atuam sobre as diferentes partes na arte de arrasto, sendo a resistência da água ao avanço uma das mais importantes. Essa resistência é a principal responsável pela eficiência da arte devido a sua relação com a velocidade de reboque, além de determinar a força de tração necessária para o seu deslocamento.

A resistência da arte ao avanço não deve sobrepujar ao tiro da embarcação (T), e se compõe pela resistência da rede, portas e cabos de reboque.

2.3.1. Resistência das portas

Segundo Okonski (1980) as portas hidrodinâmicas "Suberkrub", utilizadas para arrasto de meia-água, representam 15% da resistência total da arte. Pode-se considerar que o tiro do barco é igual à resistência total da arte, isto é: $T = R_t$.

Logo, pode-se dizer que: $2 R_x = 0,15 \cdot T$

onde: R_x = resistência da porta

T = tiro do barco

0,15 = Constante (coeficiente correspondente a 15% do tiro do barco).

No arrasto de meia-água, as portas hidrodinâmicas "Suberkrub", dependendo do ângulo de ataque empregado, muitas vezes ficam super dimensionadas tendo-se que ajustá-las reduzindo suas dimensões, a fim de serem compatíveis com as operações da embarcação para a qual se está dimensionando a arte. Neste caso, é aconselhável utilizar o método gráfico da FAO (Forma y funcionamiento de la puerta de arrastre, 1974).

A resistência hidrodinâmica das portas é dada pela expressão:

$$R_x = \frac{CD \cdot \rho \cdot v^2 \cdot S}{2}$$

onde: R_x = resistência da porta em Kgf

CD = coeficiente de resistência
 γ = densidade da água ($\frac{Kgf \cdot seg^2}{m^4}$)
 v = velocidade de arrasto (m/s)
 S = superfície real da porta

2.3.2. Resistência dos cabos de reboque

A resistência dos cabos de reboque é representada por:

$$R_c = \frac{1}{2} C_x \cdot \gamma \cdot v^2 \cdot d \cdot L$$

Onde:

R_c = resistência do cabo real
 C_x = coeficiente de resistência
 γ = densidade da água ($\frac{Kgf \cdot seg^2}{m^4}$)
 v = velocidade de arrasto (m/s)
 d = diâmetro do cabo real
 L = comprimento do cabo real

2.3.3. Resistência da rede

A resistência da rede pode ser determinada pela expressão:

$$R_r = 191 \cdot St \cdot v^2 \cdot \frac{d}{a} \cdot \text{sen. } \alpha$$

onde: 191 = constante (empírica da frota japonesa)

St = superfície do corpo da rede

v = velocidade de arrasto (m/s)

d/a = valor médio da relação entre o diâmetro e o comprimento de 1/2 malha dos diferentes panos componentes da rede.

α = ângulo de entrada da rede em relação à filtragem da água (obtem-se do desenho da rede).

A superfície da rede (St) é obtida através da somatória das diferentes áreas (S) das panagens da rede, tendo a seguinte expressão:

$$S = \frac{Na + Nb}{2} \cdot Nh \cdot 4a^2 \cdot u_1 \cdot u_2$$

onde: Na = número de malhas da parte superior da panagem

Nb = número de malhas da parte inferior da panagem

- Nh = número de malhas em altura da panagem
- a = medida de 1/2 malha esticada (mm)
- u_1 = coeficiente de abertura da malha
- u_2 = coeficiente de altura teórica da malha

3. RESULTADOS

3.1. Potência de arrasto disponível para embarcação com 385 HP

Conforme foi mostrado anteriormente, a potência disponível para o arrasto depende de vários fatores que, para efeito de cálculo, se expressam em coeficientes. O coeficiente de propulsão (K_1) para uma embarcação de 385 HP de nossa frota deve ser de 0,25, já que em sua maioria são barcos providos de hélice de passo fixo, com RPM inferiores a 300. No caso de coeficiente de utilização (K_2), deve ser de 0,85, devido à perda de potência entre motor e hélice.

O coeficiente de aproveitamento (K_3) está diretamente relacionado com o comprimento da embarcação, pois deve-se limitar a operar até uma força de mar que não afete a operação. Além disso, a área de operação é importante, devendo-se conhecer as características predominantes do estado do mar. Para a região Sudeste do litoral brasileiro e uma embarcação que varie entre 20 e 25 metros de comprimento total, tem-se que considerar $K_3 = 0,8$. Logo, a potência disponível de reboque (PS) será igual a:

$$PS = 385 \cdot 0,25 \cdot 0,85 \cdot 0,8$$

$$PS = 65,45 \text{ HP}$$

3.2. Tiro da embarcação

A capacidade da embarcação durante o arrasto deve ser obtida em relação a velocidade em que se deseja arrastar. Para as redes de meia-água, a operação requer maior velocidade que as redes de fundo, uma vez que se dirigem à captura de espécies pelágicas, mais ariscas e velozes que as demersais.

Em geral, a velocidade mínima de arrasto a meia-água é de 3,5 nós ou 1,8 m/s; assim sendo, o tiro da embarcação deverá ser:

$$T = \frac{65,45 \cdot 75}{1,8}$$

$$T = 2.727,1 \text{ Kg}$$

Portanto, a nossa arte de pesca poderá oferecer até 2.727,1 Kg_f, de resistência ao reboque, que deve ser distribuída entre seus componentes fundamentais: cabos, portas e rede.

3.3. Resistência das portas

Anteriormente, foi descrito o método para cálculo da resistência e área da porta, no qual partiu-se da suposição de que toda a arte teria uma resistência (R_t) igual ao tiro (T) do barco, do qual as portas equivalem a 15% de R_t . Para evitar cálculos de ajuste ao ângulo de ataque que pretendemos operar, achou-se conveniente utilizar outro procedimento que consiste em obter a área da porta através dos gráficos empíricos da FAO.

Para um barco com potência de 385 HP, a porta terá uma área de 2,6 m² e peso de 250 Kg (Figura 1). O valor do coeficiente de resistência (C_D) para este tipo de porta (em geral arrastada com um ângulo de ataque de 15°) pode ser obtido através da Figura 2. Sendo o seu valor de 0,25, a densidade da água (ρ) corresponde a 104 Kg s²/m⁴ se o aparelho for rebocado a uma velocidade (v) de 1,8 m/s, sua resistência será:

$$R_p = \frac{0,25 \cdot 104 \cdot (1,8)^2 \cdot 2,6}{2}$$

$$R_p = 109,5 \text{ Kg}_f$$

Logo, para as duas portas a resistência é de 219 Kg_f.

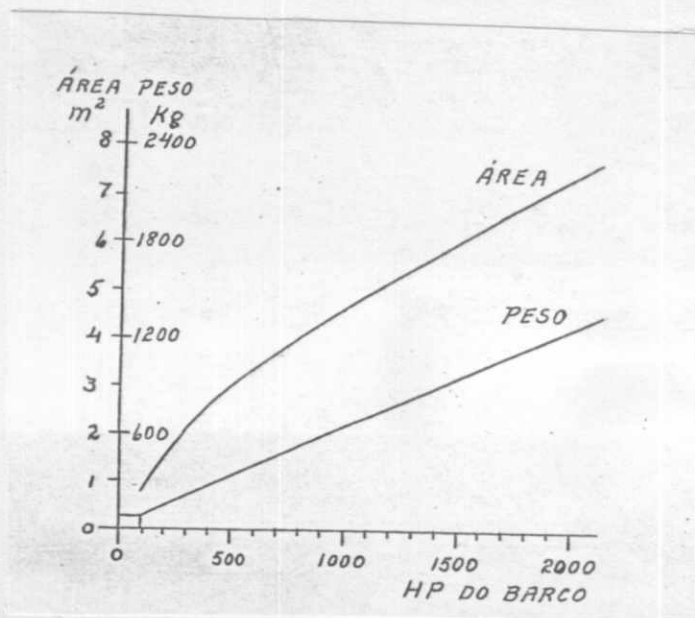


Figura 1 - Dimensão e peso das portas curvas retangulares, altas (tipo "Suberkrub") para arrasto pelágico, em relação ao CV do barco.

(Fonte: MANUAL FAO, 1974, modificado para HP)

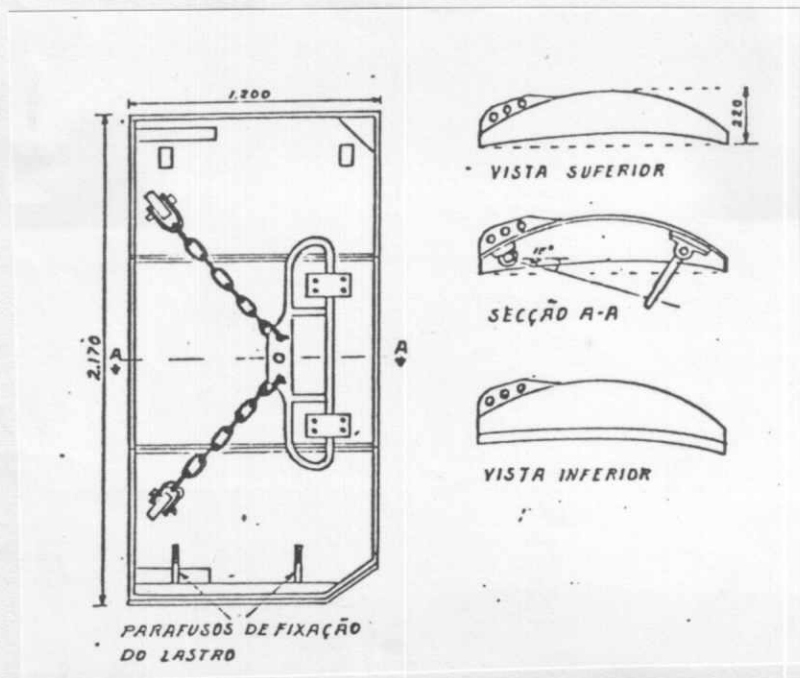


Figura 3 - Porta curva retangular, alta (tipo "Suberkrub") para arrasto pelágico.

3.4. Resistência dos cabos de arrasto

A resistência exercida pela água ao deslocamento dos cabos de arrasto depende de seu diâmetro, velocidade de arrasto, ângulo de inclinação e comprimento. No caso de redes de fundo, a longitude do cabo é conhecida através da profundidade do local em que se pesca.

No arrasto de meia-água, o comprimento e ângulo de inclinação do cabo variam de acordo com a profundidade na qual o cardume se encontra. Rijavec e Amaral (1977), citam que as espécies susceptíveis de serem capturadas na região Sudeste do Brasil parecem estar à profundidade média de 60 metros. Assim sendo, o comprimento médio do cabo a ser usado está ao redor de 120 metros, visto que a relação comprimento do cabo e profundidade é de 2:1, respectivamente.

Segundo Okonski (1980), o coeficiente de resistência (C_x) é de aproximadamente 0,1; logo, para um cabo de $5/8'$ (0,016 m) sua resistência será:

$$R_c = \frac{0,1 \cdot 104 \cdot (1,8)^2 \cdot 0,016 \cdot 120}{2}$$

$$R_c = 32,35 \text{ Kgf}$$

Desta forma a resistência dos dois cabos de reboque na água será de 64,7 Kgf.

3.5. Resistência da rede

O modelo da rede dimensionada (Figura 4) corresponde a um desenho de quatro painéis, sendo os corpos superior e inferior e os laterais idênticos dois a dois.

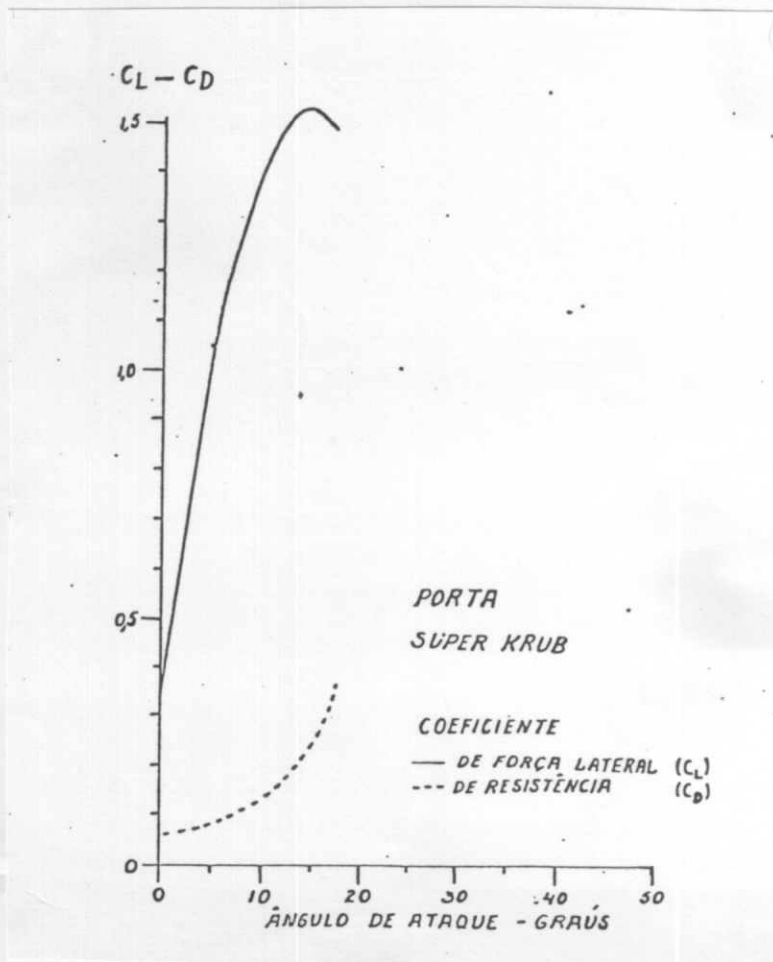


Figura 2 - Coeficientes de desvio lateral e de resistência ao avanço das portas retangulares curvas altas (tipo "Suberkrub") para arrasto pelágico, em relação com o ângulo de incidência ao de ataque.

(Fonte: MANUAL FAO, 1974)

As portas "Suberkrub" são altas e curvas e sua relação proporcional \bar{e} de 2 x 1; isto \bar{e} , sua altura mede aproximadamente duas vezes a largura. Portanto, a dimensão da porta será:

$$1 = \frac{S}{h}$$

onde: 1 = largura da porta

S = área da porta

h = altura da porta

Tomando-se como base a altura de 2,17m, ter-se-á:

$$1 = \frac{2,6}{2,17} = 1,20 \text{ m}$$

Portanto, uma porta de 2,17 m x 1,2 m, com área de 2,6 m² (Figura 3).

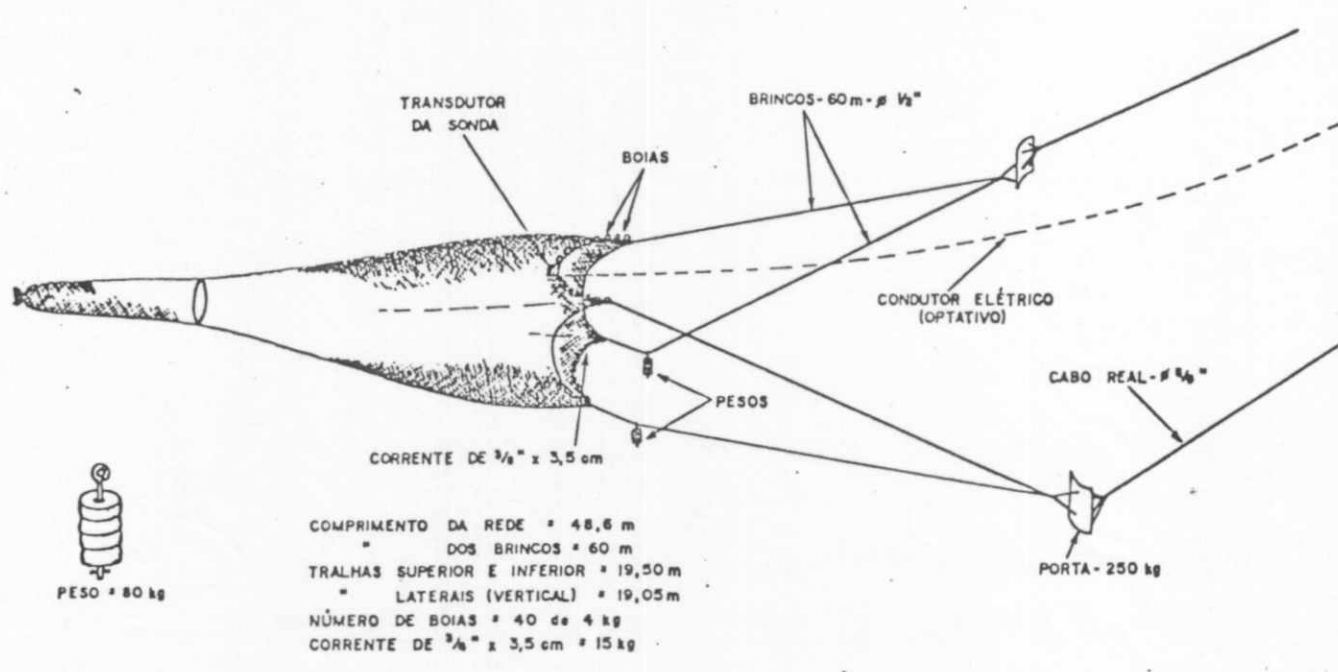
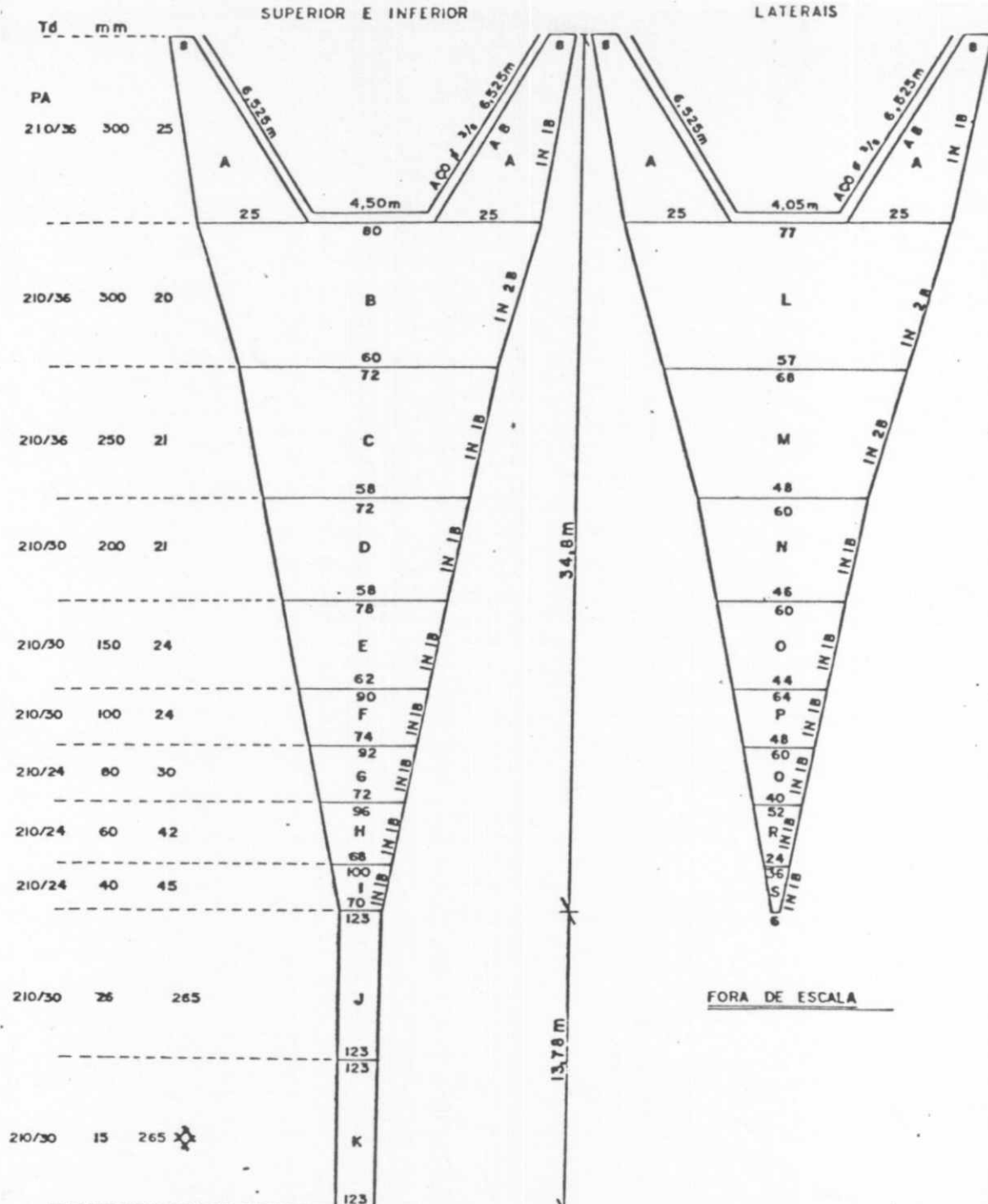


Figura 4 - Planta e esquema da rede de meia-água.

TABELA 1

VALORES DOS ELEMENTOS DAS DIFERENTES PARTES DA REDE, UTILIZADOS NO CÁLCULO DA SUPERFÍCIE TOTAL (S_t)RELAÇÃO : DIÂMETRO MÉDIO - COMPRIMENTO MÉDIO DA BARRA (d/a)

PANO	$\frac{Na. + Nb}{2}$	Nh	$4 a^2$	u_1	u_2	$S m^2$	Nº de PANOS	S_t	ϕ mm.	a mm.	Nº DO FIO
A	16,5	25	0,0900	0,5	0,87	16,149	8	129,192	1,29	150	210/36
B	70	20	0,0900	0,5	0,87	54,810	2	109,620	1,29	150	210/36
C	65	21	0,0625	0,5	0,87	37,111	2	74,222	1,29	125	210/36
D	65	21	0,0400	0,5	0,87	23,751	2	47,502	1,17	100	210/30
E	70	24	0,0225	0,5	0,87	16,443	2	32,886	1,17	75	210/30
F	82	24	0,0100	0,5	0,87	8,561	2	17,122	1,17	50	210/30
G	82	30	0,0064	0,5	0,87	6,849	2	13,698	1,07	40	210/24
H	82	42	0,0036	0,5	0,87	5,393	2	10,786	1,07	30	210/24
I	85	45	0,0016	0,5	0,87	2,662	2	5,324	1,07	20	210/24
L	67	20	0,0900	0,5	0,87	52,461	2	104,922	1,29	150	210/36
M	58	21	0,0625	0,5	0,87	33,114	2	66,228	1,29	125	210/36
N	53	21	0,0400	0,5	0,87	19,366	2	38,732	1,17	100	210/30
O	52	24	0,0225	0,5	0,87	12,215	2	24,430	1,17	75	210/30
P	56	24	0,0100	0,5	0,87	5,846	2	11,692	1,17	50	210/30
Q	50	30	0,0064	0,5	0,87	4,175	2	8,352	1,07	40	210/24
R	38	42	0,0036	0,5	0,87	2,499	2	4,998	1,07	30	210/24
S	21	45	0,0016	0,5	0,87	0,658	2	1,316	1,07	20	210/24

40

701,022

1,17

78,23

 $d/a = 0,0149558$

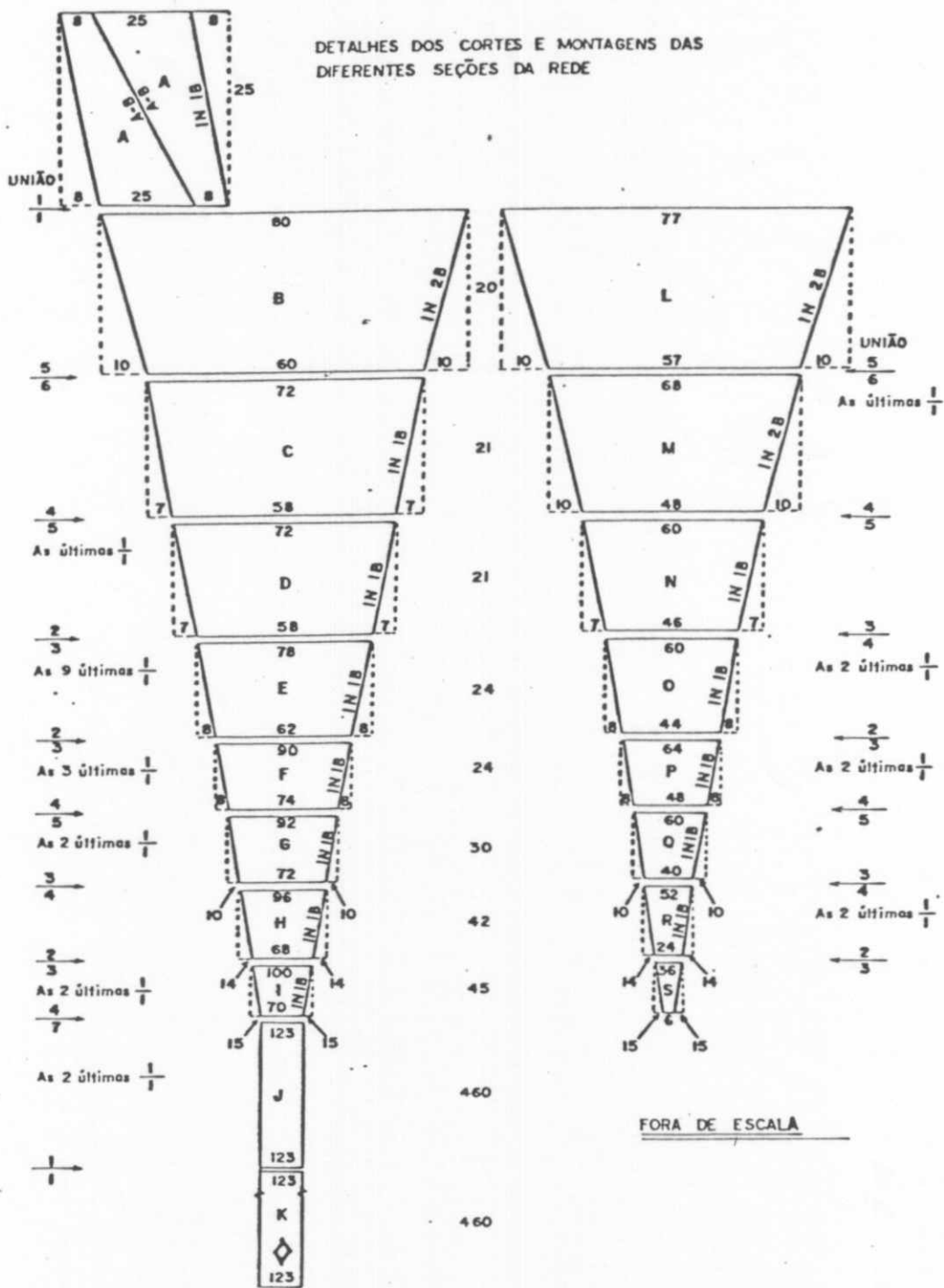


Figura 5 - Modelo das várias seções da rede de meia-água, mostrando o sistema de união dos panos.

A superfície total dos fios da rede (S_t) é determinada pela somatória das várias seções da rede, sem considerar o copo (saco), e é igual a $701,022 \text{ m}^2$. Sendo o diâmetro médio do fio $1,17 \text{ mm}$ e o tamanho médio de um lado da malha (a médio) de $78,23 \text{ mm}$, conseqüentemente o valor de $\frac{d}{a}$ é de $0,0149558$ (Tabela 1).

O ângulo de ataque do corpo da rede de meia-água varia entre 10° a 15° . No caso do presente trabalho utilizaram-se dois tipos de cortes laterais, o que nos dá um ângulo de 13° aproximadamente.

Logo, a resistência da rede (R_r) será de:

$$R_r = 191 \cdot 701,022 \cdot (1,8)^2 \cdot 0,0149558 \cdot 0,22$$
$$R_r = 1427,39 \text{ Kg}$$

Logo, a resistência total da arte (R_t), será igual a:

$$R_t = R_r + 2 R_p + 2 R_c$$
$$R_t = 1427,39 + 219,02 + 64,7$$
$$R_t = 1711,1 \text{ Kg}$$

4. CONSTRUÇÃO DA REDE

4.1. Corte dos panos

A rede de arrasto de meia-água, para uma utilização adequada, segundo o princípio de filtração da água e retenção da presa, está constituída por várias partes que possuem formas bem definidas (Figura 5). Para se obter o desenho desejado, as panagens que constituirão as diferentes seções devem sofrer uma série de cortes que dão sua forma final quando unidas entre si e aos cabos estruturais da rede (tralhas e calços).

O modelo da rede para o qual foi calculada sua resistência, apresenta três tipos de cortes:

a) AB - corte característico das asas, tanto superior como inferior das redes de arrasto, no lado que se unem às tralhas de bóias e chumbos. Realiza-se nas "barras" (seção entre dois nós), ficando paralelo a uma série retilínea dos lados das malhas (Figura 6 a).

b) 1N 1B - uma combinação aplicada a um nó lateral da malha e um corte numa barra (Figura 6 b).

c) 1N 2B - similar ao anterior, sendo que corta-se duas barras consecutivas (Figura 6 c).

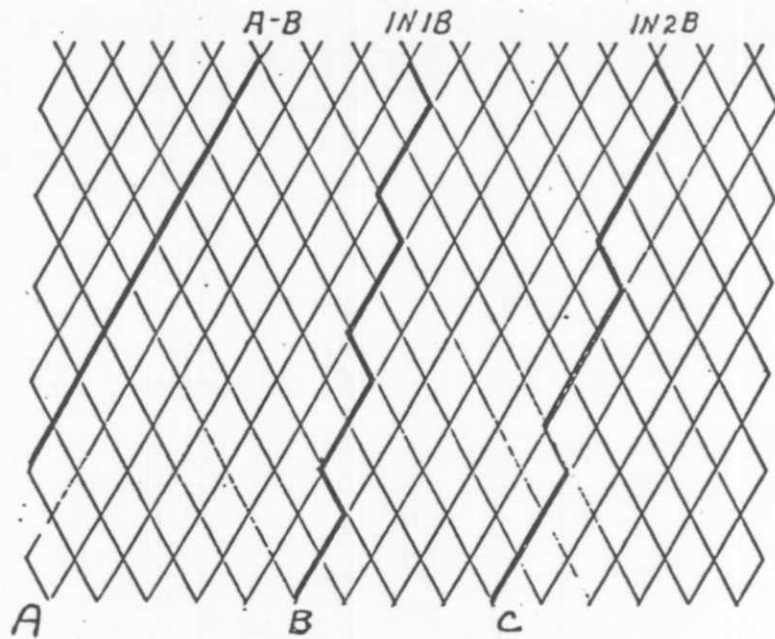


Figura 6 - Modelo dos cortes empregados nos diversos panos da rede.

4.2. Armação da rede

Para manter a geometria da rede, a união das diferentes partes deve ficar esticada, a fim de evitar deformação durante sua operação. A união dos vários panos entre si é efetuada através de malhas, observando-se o acréscimo do número de malhas, uma vez que há uma variação em número e tamanho, nas diversas seções da rede (Figura 7 a).

No caso da união aos cabos estruturais, verifica-se o seguinte: ao serem entalhadas as asas pela parte do corte AB, as malhas devem ficar quadradas. Para tanto deve-se usar uma laçada marginal (Figura 7 b); na região da boca (centro das tralhas de chumbo e bóias), o coeficiente de entalhe u_1 é igual a 0,5, dando uma maior flexibilidade à panagem (Figura 7 c); nos calços (cabos laterais de reforço), a panagem deve ser entalhada mantendo uma proporção de 1:1, sendo que na região das asas deve-se usar o coeficiente de armado de 5% (1 metro de tela para 0,95 metros de cabo), conforme a Figura 7 d.

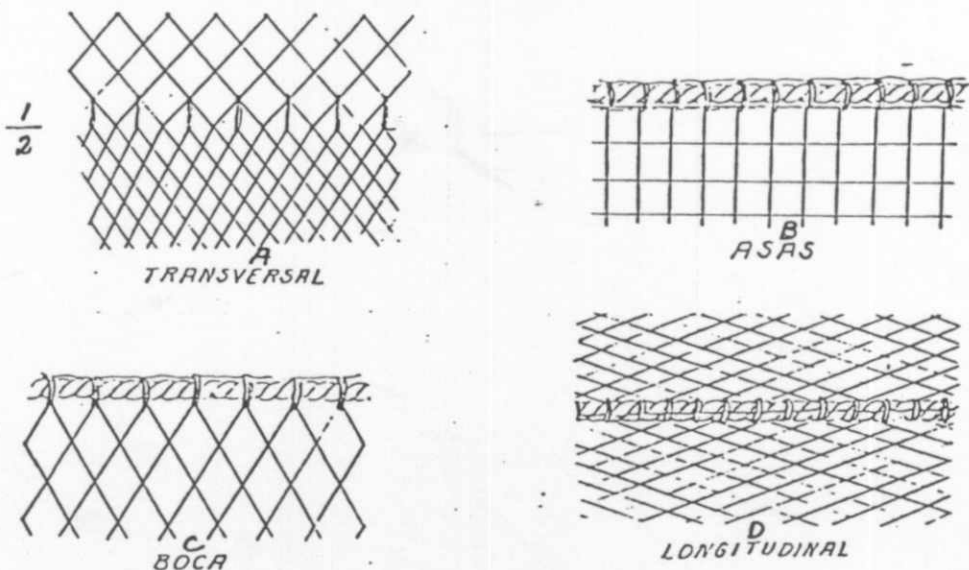


Figura 7 - Modelo da montagem das várias seções da rede.

4.3. Peso da rede

Para se obter o peso total da rede, deve ser calculado em primeiro lugar o peso da panagem e adicionar as demais partes componentes, tais como tralhas, calços, flutuadores, etc.

O peso da panagem, por sua vez tem que ser calculado por seção, uma vez que os panos são confeccionados com diâmetro de fio e tamanho de malhas de várias medidas, o que torna a panagem bastante diferenciada. Para tanto, é preciso calcular a metragem do fio gasto em cada seção, acrescentando-se a percentagem consumida na confecção dos nós.

Desta forma, a soma dos resultados das várias seções da rede proporciona o peso total da panagem empregada, que neste caso é de 23,486 Kg (Tabela II).

5. EFICIÊNCIA TÉCNICA

5.1. Área de produtividade da rede

Para determinar a eficiência da rede, torna-se necessário levar em consideração vários fatores, dentre os quais: área da boca da rede, velocidade de arrasto e espécie que se deseja capturar (uma vez que cada peixe tem comportamento próprio, como velocidade, ponto de fadiga e distância de percepção da arte).

As espécies apresentam diferentes formas físicas, o que caracteriza o bom ou mau nadador. Os peixes com grande comprimento e pequena altura de dorso, normalmente são bons nadadores, como os cações, cavalas, sardinhas etc., ao contrário de linguados, galos, parus etc., que são mais lentos.

Cada espécie se caracteriza com um índice de fadiga, que também se relaciona com sua estrutura corporal, isto é, a distância que um peixe pode percorrer, sem diminuir sua velocidade em função do cansaço.

Geralmente, as espécies bentônicas se cansam a uma distância de 40 a 60 vezes o seu comprimento. Para as espécies que vivem junto ao fundo (merluza, pargo etc.), a distância corresponde de 150 a 250 vezes o seu comprimento, e os peixes pelágicos (cavala, sardinha etc.) atingem seu ponto de fadiga a uma distância de 300 a 1.100 vezes o comprimento de seu corpo, quando nadam a pique.

A velocidade máxima de nado em m/s que alcançam

TABELA 2
VALORES DOS DIFERENTES ELEMENTOS PARA CÁLCULO DO PESO DA REDE

PANO	Nº DO FIO	Ø DO FIO	PESO DO FIO m/kg	Nº DE MALHAS	MALHA ESTIRADA 2 a mm.	FIO GASTO (METROS)			PESO DO PANO (kg)	Nº DE PANOS	TOTAL (kg)
						LADO DA MALHA	NÓS	TOTAL POR PANO			
A	210/36	1,29	1.190,5	412,5	300	247,5	13,6	261,1	0,219	8	1,752
B	210/36	1,29	1.190,5	1400	300	840,0	46,2	886,2	0,744	2	1,488
C	210/36	1,29	1.190,5	1365	250	682,5	44,4	726,9	0,616	2	1,232
D	210/30	1,17	1.492,5	1365	200	546,0	38,2	584,2	0,391	2	0,782
E	210/30	1,17	1.492,5	1680	150	504,0	50,4	554,4	0,371	2	0,742
F	210/30	1,17	1.492,5	1968	100	393,6	55,1	448,7	0,301	2	0,602
G	210/24	1,07	1.785,7	2460	80	393,6	63,0	456,6	0,256	2	0,512
H	210/24	1,07	1.785,7	3444	60	413,3	90,9	504,2	0,282	2	0,564
I	210/24	1,07	1.785,7	3825	40	306,0	97,9	403,9	0,226	2	0,452
J	210/30	1,17	1.492,5	32595	26	1695,0	932,2	2627,2	1,760	2	3,520
K	210/30	1,17	1.492,5	32595	26	3390,0	1864,4	5254,4	3,520	2	7,040
L	210/36	1,29	1.190,5	1320	300	804,0	44,2	848,2	0,712	2	1,424
M	210/36	1,29	1.190,5	1280	250	609,0	39,6	648,6	0,545	2	1,090
N	210/30	1,17	1.492,5	1113	200	445,2	31,2	476,4	0,319	2	0,638
O	210/30	1,17	1.492,5	1248	150	374,4	37,4	411,8	0,276	2	0,552
P	210/30	1,17	1.492,5	1344	100	268,8	37,6	306,4	0,205	2	0,410
Q	210/24	1,07	1.785,7	1500	80	240,0	38,4	278,4	0,156	2	0,312
R	210/24	1,07	1.785,7	1596	60	191,5	42,1	233,6	0,131	2	0,262
S	210/24	1,07	1.785,7	945	40	75,6	24,2	99,8	0,056	2	0,112
						SOMA				44	23,486

as diferentes espécies é a seguinte: as espécies bentônicas atingem 5 vezes o seu comprimento; as que vivem próximo ao fundo, 6 vezes; e as espécies pelágicas, cerca de 6 a 8 vezes seu comprimento total.

Outro detalhe a ser considerado é a percepção visual, que também varia entre as várias espécies. Para a sardinha e manjuba, a distância de percepção, ou seja a distância que se inicia a fuga, é de aproximadamente 3 metros. A cavalinha, que tem a percepção mais apurada, inicia sua fuga em torno de 5 metros de distância da rede.

A produtividade de pesca não depende apenas do tamanho da boca da rede, mas também da velocidade de arrasto, que deve ser superior ao deslocamento do peixe que se pretende capturar.

Como foi observado anteriormente, cada espécie apresenta uma distância na qual percebe o aparelho de captura, além de uma velocidade de nado que é proporcional ao seu comprimento. Um peixe que se encontra no centro da área de varredura da rede leva um determinado tempo, desde o momento que visualiza o aparelho até sair do seu raio de ação, que deverá ser inferior ao tempo que levará a rede para cobrir esta distância, a fim de não ser capturado. Teoricamente, pode-se determinar uma área de produtividade em função do raio de escape do peixe, relacionando com a área de varredura que é determinada pela abertura vertical e horizontal da rede, e com a velocidade de arrasto.

O raio de escape é dado pela seguinte expressão:

$$r_e = d_f - t_f \cdot (v_b - v_p)$$

onde: r_e = raio de escape

d_f = distância de fuga (percepção do peixe)

t_f = tempo de fuga

v_b = velocidade do barco

v_p = velocidade do peixe

A velocidade da embarcação é conhecida e a velocidade do peixe é dada por:

$$v_p = C_p \cdot F_v$$

onde: C_p = comprimento do peixe

F_v = fator de velocidade

O tempo de fuga é função da distância de per

cepção da espécie e velocidade do peixe, que significa o tempo que o peixe leva para sair fora da área de varredura da rede, estando dado pela expressão:

$$t_f = \frac{d_f}{v_p}$$

Para as espécies pelágicas encontradas no litoral paulista, que são susceptíveis da captura (sardinha, manjuba e cavalinha) por uma rede de meia-água como a da Figura 4, operada por uma embarcação de 385 HP a uma velocidade de 3,5 nós, ter-se-ão os seguintes raios de escape:

a) para a sardinha, cujo comprimento médio é de 0,18 m, e usando o $f_v = 7,5$ vezes o comprimento do corpo, a velocidade do peixe (v_p) é de 1,3 m/s e o tempo de fuga (t_f) será igual a 2,31 segundos. Logo, ter-se-á um raio de escape (r_e) da ordem de 2,5 metros.

b) estimando-se para a manjuba o comprimento médio de 0,16 m, e usando-se o f_v idêntico ao da sardinha, sua velocidade será de 1,2 m/s. Logo, " t_f " será igual a 2,5 segundos e " r_e " da ordem de 1,5 metros.

c) a cavalinha capturada no litoral paulista apresenta um comprimento médio de 0,23 m. Considerando-se f_v igual ao das espécies anteriores, sua velocidade será de 1,72 m/s e o tempo de fuga de 2,91 segundos, o que representa um raio de escape da ordem de 4,77 metros.

A área teórica da rede é de 176 m^2 . Calculando-se as áreas produtivas para as diferentes espécies, a uma velocidade de arrasto de 3,5 nós, as áreas correspondem a $78,5 \text{ m}^2$ para a sardinha; $131,1 \text{ m}^2$ para a manjuba e $23,4 \text{ m}^2$ para a cavalinha, que equivalem a 44%, 64% e 13% da área da rede, respectivamente (Figura 8).

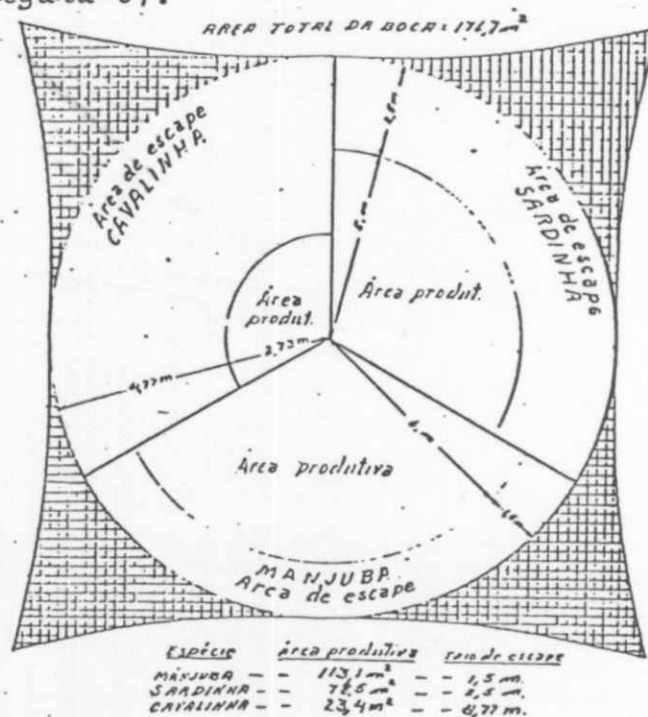


Figura 8 - Área produtiva da rede de meia-água.

6. COMENTÁRIOS

Ao dimensionar uma arte de arrasto deve-se procurar obter um equilíbrio perfeito entre a arte e a embarcação, pois esta harmonia redundará em melhor eficiência do método de captura. Uma rede bem dimensionada permite também uma economia na sua construção, perfeita operação e diminuição no consumo de combustível.

No Brasil, com raras exceções, as redes de arrasto ao serem projetadas para um determinado barco não seguem uma escolha com bases em estudos prévios, mas sim na experiência de outras embarcações da frota. Muitas vezes este método pode dar resultados, mas pode-se conseguir uma melhor eficiência, tanto do ponto de vista técnico como econômico, se houver um estudo mais apurado.

A pesca com rede de meia-água não é realizada em nosso litoral, por falta de conhecimentos técnicos e do recurso potencial a ser explorado por este método. Um maior conhecimento desta arte permitirá seu possível uso, diversificando os aparelhos de captura, proporcionando um alívio do esforço de pesca das espécies capturadas atualmente.

A diferença entre o tiro máximo da embarcação e a resistência total da arte (Potência disponível de arrasto) é necessária, uma vez que permite a utilização dessas revoluções de reserva do motor principal, para aumentar a velocidade do arrasto em momentos críticos.

Por ser uma pesca dirigida, deve haver uma aplicação adequada e combinada dos equipamentos hidroacústicos, sobretudo o eco-sonda e sonda da rede, sendo o uso desta última indispensável para realizar uma tática de pesca que possibilite situar a rede na profundidade que se encontra o cardume, aumentando assim as probabilidades de captura.

O tamanho das malhas nas mangas da rede deve ser o maior possível, a fim de possibilitar uma diminuição da resistência hidrodinâmica neste setor, devido a grande área frontal que apresenta este tipo de aparelho, comparado com os similares para arrasto de fundo.

A pesca com rede de meia-água é aconselhada para embarcações com potência superior a 500 HP, sendo que seu objetivo é capturar espécies pelágicas, que possuem grande capacidade de nado. Isto implica que as embarcações desenvolvem altas velocidades, atingindo em alguns casos cinco nós.

A operação desta arte por barcos de pequena po

tência limita-se a um pequeno número de espécies, uma vez que não podem utilizar redes que apresentem grandes áreas de varredura, diminuindo assim sua produtividade.

Na exemplificação realizada comprovou-se este fato, sendo que das três espécies analisadas, somente a manjuba apresenta uma probabilidade satisfatória, dada a reduzida área de escape que se obteve teoricamente. A sardinha apresenta-se com baixo rendimento, sendo a tecnologia de captura utilizada atualmente com rede de cerco a mais aceitável. Com respeito à cavalinha, fica evidenciada a inviabilidade de pesca com esta rede.

Desprezar o uso de rede meia-água por embarcações da nossa frota que possuem potência ao redor de 400 HP não seria o caso, devido o potencial de manjuba (Anchoiella lepidentostole) e de anchoita (Engraulis anchoita) no litoral sudeste e sul do País, onde ficou comprovada a viabilidade de captura através dos cruzeiros de pesca experimental realizados no litoral do Rio Grande do Sul em 1979 pelo navio de pesquisas Orion, do Instituto de Pesca, cuja potência do motor principal é de 385 HP, quando foram obtidas capturas da segunda espécie da ordem de 1,5 ton em lances de 15 a 20 minutos de duração.

A rede objeto deste estudo pode também ser operada por duas embarcações com 200 HP de potência, com bastante sucesso na captura de peixes que se encontrem bem próximos à superfície, uma vez que se evita sua dispersão, provocada pela turbulência da hélice.

Esta pesca com parelha requer uma perfeita sintonia de operação, a fim de manter as duas embarcações a uma distância e velocidade uniforme, e a largada e recolhimento dos cabos de reboque serem perfeitamente sincronizados.

Apenas um barco fica encarregado das manobras com a rede e da detecção dos cardumes, o segundo apenas colabora no reboque do aparelho.

Operando com dois barcos, pode-se suprimir as portas, uma vez que a abertura horizontal da boca da rede pode ser perfeitamente controlada pela distância mantida entre as duas embarcações e, concomitantemente, diminui-se a resistência da arte, proporcionando maior velocidade.

Ao se introduzir um novo método de captura, o procedimento lógico será conhecer o potencial do recurso, estimar o esforço de pesca a ser aplicado (de modo a não comprometer o equilíbrio do estoque), para depois dimensionar a unidade pesqueira, infra-estrutura portuária e processamento que possibilite a