

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PESCA

DETERMINAÇÃO DA CAPTURA MÁXIMA SUSTENTÁVEL  
DE TÚNIDEOS, NAS ÁREAS NORTE E NORDESTE  
DO BRASIL.

Fabiano Oliveira de Carvalho

Dissertação apresentada ao Depar  
tamento de Engenharia de Pesca  
do Centro de Ciências Agrárias da  
Universidade Federal do Ceará,  
como parte das exigências para a  
obtenção do título de Engenheiro  
de Pesca.

Fortaleza-Ceará  
DEZEMBRO/1979

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- C323d Carvalho, Fabiano Oliveira de.  
Determinação da captura máxima sustentável de tunídeos, nas áreas norte e nordeste do Brasil /  
Fabiano Oliveira de Carvalho. – 1979.  
41 f. : il.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências  
Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 1979.  
Orientação: Prof. Antonio Aduino Fonteles Filho.
1. Atum (Peixe) - Pesca. I. Título.

CDD 639.2

---

---

ANTÔNIO ADAUTO FONTELES FILHO

Professor Adjunto  
- Orientador -

COMISSÃO EXAMINADORA:

---

PEDRO DE ALCANTARA FILHO

Auxiliar de Ensino  
- Presidente -

---

ANTÔNIO LUCIANO LÔBO DE MESQUITA

Auxiliar de Ensino

V I S T O:

---

GUSTAVO HITZSCHKY FERNANDES VIEIRA

Professor Assistente  
Chefe do Departamento de Engenharia de Pesca

---

MARIA IVONE MOTA ALVES

Professor Adjunto  
Coordenadora do Curso de Engenharia de Pesca

## A G R A D E C I M E N T O S

Ao Professor ANTÔNIO ADAUTO FONTELES FILHO, pelo dedicado trabalho de orientação.

Ao Laboratório de Ciências do Mar (LABOMAR) na pessoa de seu Diretor, por ter permitido a utilização de sua biblioteca.

Às Bibliotecárias do LABOMAR - RITA e CÉLIA pela paciência com que me recebiam.

Aos amigos PEDRO, MADALENA, PATRICIA, VERA BEZERRA e FÁTIMA, pela preciosa ajuda no trabalho de tradução, datilografia e ilustração deste trabalho.

E aos amigos que direta ou indiretamente contribuíram para a elaboração deste trabalho.

## Í N D I C E

	<u>Página</u>
1. - INTRODUÇÃO .....	1
2. - TEORIA .....	4
3. - MATERIAL E MÉTODO .....	8
4. - RESULTADOS .....	10
4.1. - Albacora branca .....	10
4.2. - Albacora lage .....	12
4.3. - Agulhão branco .....	13
4.4. - Agulhão preto .....	15
5. - DISCUSSÃO E CONCLUSSÕES .....	16
6. - SUMÁRIO .....	20
7. - BIBLIOGRAFIA .....	21

# DETERMINAÇÃO DA CAPTURA MÁXIMA SUSTENTÁVEL DE TÚNIDEOS, NAS ÁREAS NORTE E NORDESTE DO BRASIL.

Fabiano Oliveira de Carvalho

## 1. - INTRODUÇÃO

Os atuns e afins, devido a sua vasta distribuição geográfica, apresentam-se como um dos recursos pesqueiros básicos da pesca mundial. No Brasil, a pesca industrial destes recursos teve início em 1956, com o baseamento de atuneiros japoneses no porto de Recife. Esta atividade floresceu rapidamente até o início da última década, quando então começou a entrar em declínio, não devido a causas naturais, mas somente por razões de ordem sócio-política, resultando então no deslocamento da frota atuneira para outras bases no Atlântico tropical. Devido à proximidade das áreas de ocorrência, estes recursos tornam-se ainda mais importante para o Brasil, que assume posição privilegiada para receber a sua exploração oceânica.

Atualmente a exploração destes recursos pela frota brasileira é praticamente inexistente, tendo o governo brasileiro procurado desenvolver, a curto prazo, a pesca industrial em sua costa, através de estímulos à formação de associações de empresas nacionais e estrangeiras, bem como facilitando o arrendamento por empresas nacionais de embarcações estrangeiras. A grande dificuldade oposta à frota nacional é a falta de estrutura econômica das empresas e também a falta de conhecimento das técnicas sofisticadas de captura com espinhel, para permitir a exploração industrial destes recursos (FONTELES FILHO, 1979).

Apesar de todas estas dificuldades, as frotas japonesa e, ultimamente coreana em concordância com o governo brasileiro, vem explorando estes recursos, de modo que é possível obter dados completos sôbre a captura e esforço de pesca através de estatísticas da Comissão internacional para a conservação dos atuns do Atlântico (ICCAT).

Segundo PAIVA & LE GALL (1975) as áreas de ocorrência de atuns em frente a costa brasileira pode ser subdividida em quatro áreas:

Brasil I, entre  $15^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}$ , e  $35^{\circ}\text{W} - 60^{\circ}\text{W}$ ; Brasil II, entre  $15^{\circ}\text{N} - 5^{\circ}\text{S}$ , e  $20^{\circ}\text{W} - 35^{\circ}\text{W}$ ; Brasil III entre,  $5^{\circ}\text{S} - 20^{\circ}\text{S}$ , e  $20^{\circ}\text{W} - 40^{\circ}\text{W}$ ; Brasil IV, entre  $20^{\circ}\text{S} - 35^{\circ}\text{S}$ , e  $20^{\circ}\text{W} - 55^{\circ}\text{W}$  (figura 1). Com esta divisão teremos condições de analisar as capturas das espécies de atuns e afins existentes nestas áreas (TABELA I).

No estudo da dinâmica populacional, um dos aspectos mais importantes é determinar a produção máxima sustentável dos estoques, tanto por servir de parâmetro indicativo do equilíbrio biológico como para orientar a regulamentação pesqueira, estabelecendo o nível de captura que não deve ser teóricamente ultrapassado.

Neste trabalho, determinaremos a captura máxima sustentável, o esforço ótimo e CPUE máxima sustentável para algumas espécies de atuns e afins (figura 2), como base para avaliação do efeito da pesca sobre os estoques e para o estabelecimento de medidas regulatórias usando a exploração racional destes recursos.

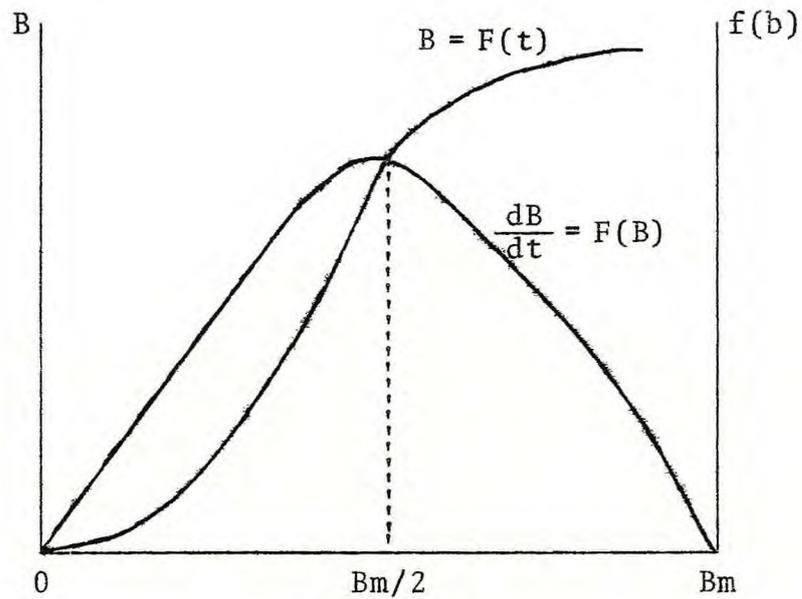
T A B E L A - I

Código e nome de atuns e afins, de distribuição no Atlântico Tropical

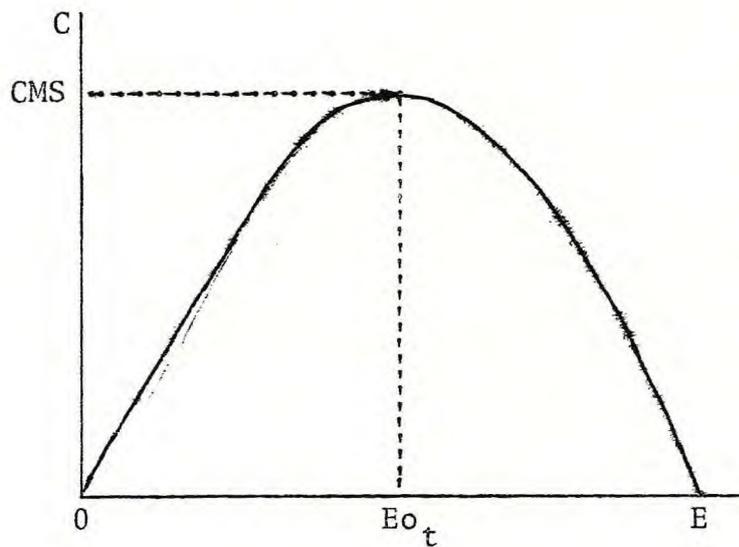
CÓDIGO NO ICCAT	NOME	NOME CIENTÍFICO
BFT	Atum	<i>Thunnus thynnus thynnus</i> (Linnaeus)
YFT	Albacora de lage	<i>Thunnus albacares</i> (Bonnaterre)
ALB	Albacora branca	<i>Thunnus alalunga</i> (Bonnaterre)
BET	Albacora bandolin	<i>Thunnus obesus</i> (Lowe)
SJK	Bonito de barriga listrada	<i>Katsuwonus pelamis</i> (Linnaeus)
ASF	Agulhão Vela	<i>Istiophorus albicans</i> (Latreille)
ABM	Agulhão Preto	<i>Makaira nigricans</i> (Lacépede)
AWM	Agulhão branco	<i>Tetrapturus albidus</i> (Poey)
BSF	Espadarte	<i>Xiphias gladius</i> (Linnaeus)

## 2. - TEORIA

O aumento da biomassa em função do tempo assume a forma de uma ogiva ou curva logística, que significa crescimento exponencial produzido ou pelo aumento do número de indivíduos ou pelo aumento do tamanho ou peso de cada organismo da população.



(FIGURA 3)



(FIGURA 4)

A taxa de variação da biomassa é representada pela primeira derivada da biomassa em função do tempo ( $dB/dt$ ) alcançando o máximo no ponto de inflexão da curva logística e decrescendo até zero, para os valores limites zero e máximo da biomassa (figura 3).

Assim:

$$f(B) = 0 \quad \text{para } \begin{cases} B = 0 \\ B = B_m \end{cases}$$

$$f(B) = \text{máximo} \quad \text{para } B = B_m/2$$

Sendo a captura uma função da biomassa e sendo a captura, também, uma função do esforço, os valores de  $f(B)$  e  $B$  que definem a parábola (figura 4) podem ser substituídos por  $C$  (captura) e  $E$  (esforço de pesca), respectivamente. Deste modo, a relação captura/esforço de pesca pode ser representada por:

$$C = (a - bE) E \quad (1)$$

onde:

$C$  = Captura em peso;

$a$  = Coeficiente linear da regressão;

$b$  = Coeficiente angular da regressão;

$E$  = Esforço de pesca.

Então:

$$\frac{C}{E} = a - bE \quad (2)$$

Onde os parâmetros  $\underline{a}$  e  $\underline{b}$  podem ser estimados ajustando-se uma reta de regressão aos valores das variáveis  $y$  (C/E) e  $x$  (E), de acordo com a equação:

$$y = a - bx \quad (3)$$

A equação (1) pode ser escrita como:

$$C = aE - bE^2 \quad (4)$$

Cuja primeira derivada é:

$$\frac{dC}{dE} = a - 2bE$$

No ponto de máxima produção,  $\frac{dC}{dE} = 0$  portanto,

$$0 = a - 2bE$$

$$2bE = a$$

$$E_{ot} = \frac{a}{2b} \quad (5)$$

Substituindo (5) em (4), obtem-se o valor da produção máxima sustentável (CMS) do estoque:

$$CMS = \frac{a^2}{4b} \quad (6)$$

A partir dos valores de (CMS) e  $E_{ot}$ , estima-se a  $CPUE_{ms}$  (captura por unidade de esforço máxima sustentável).

$$CPUE_{ms} = \frac{CMS}{E_{ot}} \quad (7)$$

O modelo logístico de Schaefer (1957) tem a mesma finalidade do modelo analítico de BEVERTON & HOLT (1957), isto é, procura estabelecer uma relação de equilíbrio entre a captura e o esforço de pesca. Diferencia-se deste, no entanto, pelo fato de não fazer distinção entre os fatores que regulam o tamanho da população-recrutamento, crescimento e mortalidade.

Em muitos casos, a relação CPUE e E tende a ser curvilínea, de modo que não se pode aplicar o modelo de Schaefer. Assim, de acordo com o modelo desenvolvido por FOX (1970), seguindo a teoria de Gulland (1961), existe uma relação exponencial entre CPUE e esforço de pesca, representada pela seguinte equação:

$$\frac{C}{E} = U_m e^{-bE} \quad (8)$$

ou

$$C = EU_m e^{-bE} \quad (9)$$

Sendo  $U_m$  o valor da CPUE quando a população se encontra em seu tamanho máximo de equilíbrio.

Derivando a equação (9) e igualando-a a zero para se obter o ponto máximo, temos:

$$(1 - bE) (U_m e^{-bE}) = 0 \quad (10)$$

Como  $U_m$  não pode ser igual a zero, para que a equação 10 seja uma identidade faz-se  $1 - bE = 0$ , de modo que  $bE = 1$ , portanto, o esforço de pesca para o qual a captura é máxima será igual a:

$$E_{ot} = 1/b \quad (11)$$

Substituindo-se (11) em (9), obtem-se a captura máxima sustentável (CMS):

$$CMS = \frac{U_m}{b \underline{e}} \quad (12)$$

Para se calcular os valores de  $U_m$  e  $\underline{b}$ , pelos quais se pode chegar à captura máxima sustentável e ao esforço de pesca ótimo, ajustamos uma equação de regressão à equação (8) logaritmizada:

$$\ln y = \ln U_m - bX \quad (13)$$

onde,

$$y = C/E$$

$$E = x$$

e  $\ln U_m = a$ , de modo que

$$U_m = e^a \quad (14)$$

A partir dos valores da CMS e  $E_{ot}$ , estima-se a  $CPUE_{ms}$  (captura por unidade de esforço máxima sustentável) segundo a equação (7).

### 3. - MATERIAL E MÉTODO

O material utilizado neste trabalho corresponde aos dados estatísticos de captura e esforço de pesca, obtidos do trabalho "Catches of tunas and tuna-like fishes, in the longline fishery areas off the coast of Brazil", de PAIVA & LE GALL (1975).

A utilização dos modelos de produção de biomassa depende da existência de correlação inversa significativa entre captura por unidade de esforço (CPUE) e esforço de pesca (E). Portanto, fizemos o ajustamento dos dados disponíveis aos modelos de regressão.

$$y = a - bX$$

$$\ln y = \ln U_m - bX$$

onde,

y = captura por unidade de esforço (CPUE);

X = esforço de pesca;

a e b = coeficientes da regressão (sendo,  $a = e^{U_m}$ , no modelo exponencial).

Os valores calculados de r (coeficiente de correlação) pelos modelos de Schaefer e Gulland, indicaram as áreas de captura e as espécies de atuns e afins, em que os parâmetros CPUE e E apresentaram-se significantes, sendo elas: Albacora branca, nas áreas Brasil I e Brasil II (figura 5); Albacora lage, nas áreas Brasil I e Brasil II (figura 6); Agulhão preto, nas áreas Brasil I e Brasil II (figura 7) e Agulhão branco na área, Brasil I (modelo linear); para esta última espécie, a área Brasil II, somente apresentou correlação através da regressão exponencial (figura 7).

As outras espécies não serão consideradas para o cálculo da captura máxima sustentável, já que a condição essencial para se aplicar os citados modelos é que haja correlação significativa entre os parâmetros CPUE e E.

Para o cálculo da captura máxima sustentável, esforço ótimo e CPUE máxima sustentável utilizamos as equações (6), (5) e (7). E ajustamos uma parábola aos dados empíricos segundo a equação 1, atribuindo valores ao esforço de pesca e usando os parâmetros  $a$  e  $b$  das respectivas equações de regressão.

#### 4. - RESULTADOS

##### 4.1. - Albacora branca

A análise dos três parâmetros indicadores da situação biológico-pesqueira dos estoques, isto é, a produção, o esforço de pesca e a CPUE, revela que as áreas mais produtivas de albacora branca (figura 2-a) em ordem decrescente, tanto em termos absolutos como relativos, foram: Brasil III, Brasil IV, Brasil I e Brasil II (TABELA II).

Através do ajustamento do modelo de Schaefer, verificamos que apenas para as áreas Brasil I e Brasil II, houve correlação significativa entre CPUE e esforço de pesca (TABELA VI); portanto este fato restringe o cálculo da captura máxima sustentável (CMS), esforço ótimo e  $CPUE_{ms}$ .

Para estas áreas foram obtidas as seguintes estimativas (TABELA VII):

##### . Brasil I

CMS	=	2.427.616 kg.
$E_{ot}$	=	199.492 ( $10^2$ . anzol-dia)
$CPUE_{ms}$	=	12,169 (kg/ $10^2$ anzol-dia)

Na área Brasil I, a produção máxima sustentável foi superada apenas em 1964 e 1971, e o esforço ótimo em 1971; com relação à CPUE, somente foi menor do que o seu valor máximo sustentável em 1966 e no período de 1969/1971.

. Brasil II

Nesta área, foram obtidas as seguintes estimativas (TABELA VII):

CMS = 1.646.123 kg.

$E_{ot}$  = 139.822 ( $10^2$  . anzol-dia).

$CPUE_{ms}$  = 11,773 ( $kg/10^2$  . . anzol-dia).

A área Brasil II apresentou uma produção máxima sustentável somente ultrapassada em 1959, e o esforço ótimo, somente em 1964, 1965, 1967 e 1970; com relação à CPUE, ocorreram valores inferiores ao máximo sustentável em 1962 e no período 1965/71.

As áreas Brasil III e Brasil IV não apresentaram correlação significativa entre CPUE e esforço de pesca, sendo então a sua análise feita a partir dos valores médios da produção, esforço e CPUE (TABELA II).

A área Brasil III apresentou uma produção média ultrapassada apenas no período 1966/67 e valores anuais do esforço superiores à média no período 1960/67; com relação a CPUE, valores inferiores a média ocorreram nos anos 1956/57 e 1962/71.

A área Brasil IV apresentou uma produção com valores superiores à média em 1964 e no período 1967/69 e para o esforço de pesca, somente em 1967/69; com relação à CPUE ocorreram valores inferiores a média, em 1959/60, 1965 e 1969/71.

## 4.2. - Albacora lage

Os valores anuais de produção, esforço de pesca e CPUE, apresentados na TABELA III, mostram que as áreas mais produtivas de Albacora lage (figura 2-b) em ordem decrescente, em relação aos valores absolutos e relativos, são: Brasil II, Brasil I, Brasil III e Brasil IV.

Com o ajustamento do modelo de Schaefer, verificou-se que apenas nas áreas Brasil I e Brasil II houve correlação significativa entre CPUE e esforço de pesca (TABELA VI), restringindo neste caso também o cálculo da captura máxima sustentável, esforço ótimo e  $CPUE_{ms}$ .

Foram obtidas para estas áreas as seguintes estimativas (TABELA VII):

. Brasil I

$$\begin{aligned} CMS &= 10.303.057 \text{ kg.} \\ E_{ot} &= 107.847 (10^2 \text{ . anzol-dia).} \\ CPUE_{ms} &= 95,553 (\text{kg}/10^2 \text{ . anzol-dia).} \end{aligned}$$

Na área Brasil I, a produção máxima sustentável foi superada apenas em 1959 e o esforço ótimo em 1964/65, 1969 e 1971; com relação a CPUE, este foi inferior à máxima sustentável em 1963/71 (TABELA III).

. Brasil II

$$\begin{aligned} CMS &= 14.055.133 \text{ kg.} \\ E_{ot} &= 146.823 (10^2 \text{ . anzol-dia).} \\ CPUE_{ms} &= 95,728 (\text{kg}/10^2 \text{ . anzol-dia).} \end{aligned}$$

A área Brasil II apresenta a produção máxima sustentável apenas ultrapassada em 1958 e 1967 e o esforço ótimo nos anos de 1965, 1967 e 1971; com relação a CPUE, ocorreram valores inferiores à máxima sustentável no período de 1962/1971.

Já que as áreas Brasil III e IV não apresentaram correlação significativa, faremos a análise baseada nos dados médios dos parâmetros produção, esforço e CPUE.

A área Brasil III apresentou os valores anuais da produção inferiores à média em 1959/64 e de esforço de pesca nos anos de 1960/67; com relação à CPUE, foram superiores a média os valores de 1956/57 e 1960.

A área Brasil IV apresentou valores de produção superior a média nos anos de 1962, 1964, 1968/1970 e de esforço de pesca em 1964, 1967/68 e 1970; com relação a CPUE, somente foi superior à média em 1960, 1962, 1969.

#### 4.3. - Agulhão branco

A análise dos parâmetros produção, esforço de pesca e a CPUE revela que as áreas de maior produção de Agulhão branco (figura 2-c), em ordem decrescente, tanto em valores absolutos como relativos, foram: Brasil IV, Brasil III, Brasil I e Brasil II (TABELA IV).

O ajustamento da equação de regressão linear para a área Brasil I revela que existe uma correlação significativa entre CPUE e esforço de pesca, porém positiva, o que impossibilita o cálculo da equação de produção; para a área Brasil II, verificou-se correlação inversa significativa, quando ajustada ao modelo de regressão exponencial, de

modo que foi possível calcular a captura máxima sustentável, o esforço ótimo e a CPUE máxima sustentável pelo modelo de Gulland-Fox, obtendo-se as seguintes estimativas:

. Brasil II

CMS = 413.828 kg.

$E_{ot}$  = 340.136 ( $10^2$  . anzol-dia).

$CPUE_{ms}$  = 1,217 (kg/ $10^2$  . anzol-dia).

Esta área, teve a sua produção máxima sustentável superada apenas em 1962, 1964, 1967 e 1969, e o esforço ótimo apenas em 1971; com relação a CPUE podemos dizer que ela foi superior à máxima sustentável durante o período 1956/70.

Como as áreas Brasil III e Brasil IV não apresentaram correlação significativa (TABELA VI), faremos a sua análise baseados nos valores médios da produção, esforço de pesca e CPUE (TABELA IV).

A área Brasil III, apresentou uma produção superior a média, no período de 1961/66, sendo o esforço de pesca superior ao valor médio no período de 1962/67; a CPUE apresentou valores anuais superiores ao médio nos anos 1960/65 e 1968.

Na área Brasil IV, valores anuais superiores à média do período 1956/71 ocorreram nos seguintes anos - produção: 1964 e 1967/69; esforço de pesca: 1967/70; e CPUE; 1959, 1964/65 e 1967/68.

## 4.4. - Agulhão preto

Analisando a variação anual dos parâmetros indicadores da abundância do estoque pode-se verificar que as áreas mais produtivas do agulhão preto (figura 2-d) em ordem decrescente, tanto em termos absolutos como relativos, foram: Brasil III, Brasil II, Brasil I e Brasil IV (TABELA V).

As equações de regressão entre CPUE e esforço de pesca revelam a existência de correlação significativa somente para as áreas Brasil I e Brasil II (TABELA VI).

Para estas áreas foram obtidas as seguintes estimativas (TABELA VII):

. Brasil I

$$\text{CMS} = 965.891 \text{ kg.}$$

$$E_{ot} = 114.714 (10^2 \text{ . anzol-dia}).$$

$$\text{CPUE}_{ms} = 8,420 (\text{kg}/10^2 \text{ . anzol-dia}).$$

Na área Brasil I, a produção máxima sustentável somente foi superada em 1964 e o esforço ótimo em 1964, 1965, 1969 e 1971; A CPUE apresentou valores superiores ao seu máximo sustentável no período de 1956/62 (TABELA V).

. Brasil II

$$\text{CMS} = 978.904 \text{ kg.}$$

$$E_{ot} = 142.510 (10^2 \text{ . anzol-dia}).$$

$$\text{CPUE}_{ms} = 6,869 (\text{kg}/10^2 \text{ . anzol-dia}).$$

Nesta área, a produção máxima sustentável somente foi superada em 1959 e 1962, sendo o esforço ótimo em 1964, 1965, 1967, 1969 e 1971; a CPUE, apresentou-se com va

lores inferiores a seu máximo sustentável no período de 1956/63 (TABELA V).

Como as áreas Brasil III e Brasil IV, não apresentaram correlação significativa entre CPUE e esforço de pesca, faremos a sua análise tomando como base os valores médios dos parâmetros considerados (TABELA V).

A área Brasil III apresentou uma produção média somente superada no período 1959/64, e o esforço médio no período de 1960/67, a CPUE, apresentou-se inferior à média em 1964/1971.

A área Brasil IV teve uma produção superior à média em 1962 e no período 1964/69, sendo o seu esforço somente superior ao médio em 1964, 1968 e 1969; com relação a CPUE ocorreram valores anuais superiores ao médio em 1959, 1961 e 1962.

## 5. - DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Embora cerca de 10 espécies principais de atuns e afins sejam capturados ao largo da costa do Brasil, pela frota japonesa, a Albacora lage e Albacora branca corresponderam a cerca de 62% do peso total capturado, no período 1956/71.

A abundância da Albacora lage é mais elevada, mais variável do que a da Albacora branca, mostrando nitida distribuição estacional (LIMA & WISE, 1962).

A Albacora lage tem sua maior abundância nas áreas Brasil I e Brasil II, entre as latitudes de 15°N e o 5°S (FIGURA 9) por ser uma espécie predominantemente tropi

cal, sofrendo influência direta da Corrente Sul Equatorial (NAGAI & NAKAGOME, 1958). Por outro lado a Albacora branca é mais abundante nas áreas Brasil III e Brasil IV, entre as latitudes de  $5^{\circ}\text{S}$  e  $35^{\circ}\text{S}$  (figura 9), que estão sob a influência direta da Corrente do Brasil (NAGAI & NAKAGOME, 1958).

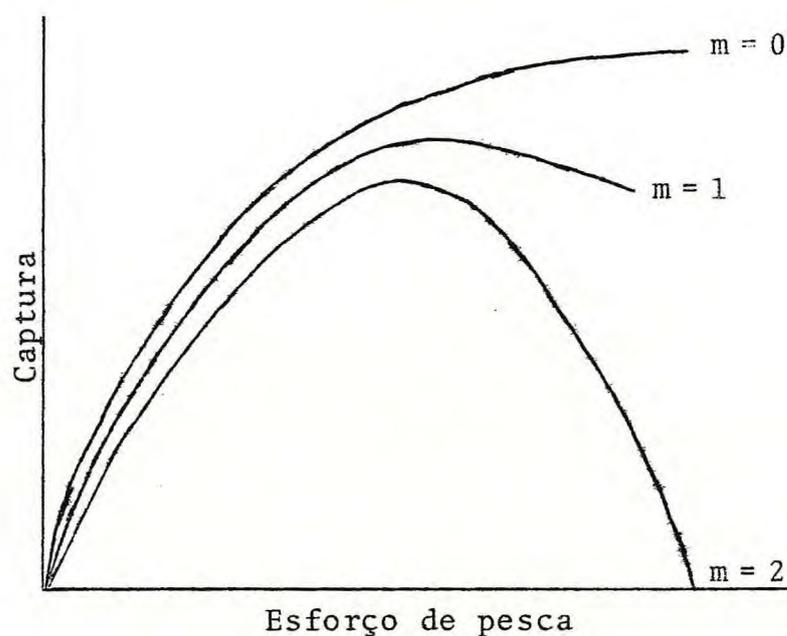
Tendo em vista que a maior abundância da Albacora branca ocorre nas áreas Brasil III e Brasil IV, investigamos os motivos porque a regressão entre CPUE e esforço de pesca não apresentou correlação estatisticamente significativa. A não existência desta correlação pode portanto ser explicada pela menor quantidade do esforço de pesca aplicado (aproximadamente a metade daquele nas áreas Brasil I e Brasil II), cuja distribuição espacial poderá não estar coincidindo totalmente com a distribuição dos indivíduos da Albacora branca. Isto pode ser comprovado pela existência de correlação significativa para a Albacora lage nas áreas Brasil I e Brasil II, onde coincidentemente está espécie é mais abundante.

No período enfocado neste trabalho evidenciou-se uma intensificação da pesca a partir de 1959, mas poucas vezes a captura máxima e o esforço de pesca ótimo foram superados pelos valores anuais correspondentes. O fato de que a CPUE apresentou valores elevados no início do período, mas decresceu, em geral, a partir de 1963, não implica em que o estoque esteja sofrendo decréscimo, já que a captura se manteve em torno da máxima sustentável nos diversos anos.

Quando ocorre um aumento abrupto do esforço de pesca o estoque não alcançará imediatamente o nível de equilíbrio estável de modo que o volume da captura tendem a se situar acima da produção máxima sustentável. Ao contrário,

com o decréscimo do esforço, a produção ficará imediatamente abaixo do nível de equilíbrio, mais tendendo progressivamente para ele.

A relação entre captura e esforço de pesca pode assumir três formas diferentes, as quais estão graficamente apresentada na figura 10.



(FIGURA 10)

A relação  $m = 0$  significa que, a produção será mantida a partir de um estoque em declínio, implicando teoricamente em que o aumento do esforço não tem efeito adverso sobre o nível de recrutamento. No entanto, esta situação não é biologicamente viável, pois significaria que o tamanho da população independe do recrutamento e que esta teria um crescimento de tendência sempre crescente.

O modelo  $m = 1$  representa condições médias de equilíbrio populacional e sugere que o aumento do esforço de pesca causa diminuição do recrutamento a longo prazo, tendo como consequência uma redução do estoque reprodutor, por insuficiência do número de indivíduos jovens para formar o estoque adulto.

O modelo parabólico de Schaefer ( $m = 2$ ), representa um ajustamento teórico aos dados empíricos de captura e esforço de pesca, mas apenas a metade ascendente da parábola pode ser considerada representativa das mesmas, já que, a partir do ponto máximo, verifica-se um decréscimo suave como mostra o modelo  $m = 1$ .

Utilizando o modelo de Schaefer, encontramos os valores correspondentes à captura máxima sustentável, esforço de pesca ótimo e CPUE máxima sustentável das espécies Albacora branca e Albacora lage, Agulhão branco e Agulhão preto, nas áreas Brasil I e Brasil II, representado graficamente pelas figuras 11 - 14.

Apesar de os atuns e afins serem explorados por embarcações brasileiras a um nível de esforço bastante inferior àquele que pode ser atingido, como mostram os dados da frota japonesa, as estimativas calculadas neste trabalho podem servir de base para orientações futuras de instalações de uma indústria nacional de pesca de atuns, ao mesmo tempo em que poderá fornecer subsídios para regulamentar possíveis acordos internacionais para a exploração de atuns no Mar Territorial Brasileiro.

## 6. - SUMÁRIO

O objetivo deste trabalho é a determinação da captura máxima sustentável, esforço de pesca ótimo e CPUE máxima sustentável, para os atuns e afins: Albacora branca, *Thunnus alalunga* (Bonnaterre); Albacora lage, *Thunnus albacares* (Bonnaterre); Agulhão branco, *Tetrapturus albidus* (Poey); Agulhão preto, *Makaira nigricans* (Lacépède), capturados nas áreas de pesca de atuns no Norte e Nordeste do Brasil.

O material utilizado para a realização deste trabalho foram estatísticas do trabalho de PAIVA & LE GALL (1975), sendo os modelos utilizados para o seu desenvolvimento o de Schaefer (1957) e GULLAND-FOX (1961).

No período enfocado neste trabalho evidenciou-se uma intensificação da pesca a partir de 1959, mas poucas vezes a captura máxima e o esforço de pesca ótimo foram superados pelos valores anuais correspondentes. A Albacora branca e a Albacora lage corresponderam a cerca de 62% da pesca total capturado no período de 1956/71.

A Albacora lage tem sua maior abundância nas áreas Brasil I e Brasil II e a Albacora branca apresenta-se com maior abundância nas áreas Brasil III e Brasil IV.

Apesar de os atuns e afins serem explorados por embarcações brasileira a um nível de esforço bastante inferior aquele que pode ser atingido, como mostram os dados da frota japonesa, estimativas calculadas neste trabalho podem servir de base para orientação futura de instalação de uma indústria nacional de pesca de atuns, ao mesmo tempo em que fornece subsídios para regulamentar possíveis acordos internacionais para a exploração de atuns no Mar Territorial Brasileiro.

## 7. - BIBLIOGRAFIA

- FOX, W. W. - 1970 - An exponential yield model for optimizing exploited fish populations. Trans. Amer. Fish. Soc., Lawrence, 99 : 80-88.
- GULLAND, J. A. - 1961 - Fishing and the stocks of fish at Iceland. Fish. Invest., London, 23 (4) : 1-52.
- LIMA, F. R. & WISE, J. P. - 1962 - Primeiro estudo da abundância e distribuição de Albacora lage e Albacora branca na região ocidental do Oceano Atlântico Tropical (1957-1961). Bol. Est. Pesca, Recife, 2 (10) : 12-17, 2 figs.
- NAGAI, M. & NAKAGOME, A. - 1958 - Tuna resources of the Equatorial Atlantic. Comm. Fish. Rev., Washington, 20 (2) : 67-68, 7 figs.
- PAIVA, M. P., BEZERRA, R. C. F. & FONTELES-FILHO, A. A. - 1971 - Tentativa de avaliação dos recursos pesqueiros do nordeste brasileiro. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, 11 (1) : 1-43, 8 figs.
- PAIVA, M. P. & J. Y. LE GALL - 1975 - Catches of tunas and tuna like fisher, in the longline fishery areas off the coast of Brazil. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, 15 (1) : 1-18. 5 figs.
- SCHAEFER, M. B. - 1957 - A study of the fishery for yellow fin tunas in the eastern tropical Pacific Ocean. Bull. Inter-Am. Trop. Tuna Comm., La Jolla, 2 (6) : 247-285.

T A B E L A - II

dados sobre a produção (t), esforço de pesca ( $10^2$ .anzol-dia), CPUE (kg/ $10^2$ .anzol-dia) e ln CPUE relativos albacora branca (Thunnus alaluuga), nas áreas de pesca ao largo do Brasil, no período 1956/71.

NO	BRASIL I				BRASIL II				BRASIL III				BRASIL IV			
	PROD	ESF	CPUE	lnCPUE	PROD	ESF	CPUE	lnCPUE	PROD	ESF	CPUE	lnCPUE	PROD	ESF	CPUE	lnCPUE
956	23	1.089	21,120	3,050	5	198	25,253	3,229	1	22	45,455	3,317	-	-	-	-
957	185	6.764	27,351	3,309	275	5.511	49,900	3,910	26	412	63,107	4,145	-	-	-	-
958	962	31.208	30,825	3,428	511	20,243	25,243	3,229	674	3.521	191,423	5,254	-	-	-	-
959	1.759	54.268	32,413	3,479	1.742	72.337	24,082	3,181	6.410	28.634	223,860	5,411	17	268	63,433	4,150
960	1.181	43.413	27,204	3,303	1.513	46,238	32,722	3,488	6.562	41.633	157,615	5,060	2	63	31,746	3,455
961	246	11.498	21,395	3,063	576	43.186	13,338	2,591	4.465	39.064	114,300	4,739	89	979	90,909	4,510
962	1.522	68.382	22,257	3,103	1.164	100,011	11,639	2,454	6.869	89.148	77,052	4,344	759	8.132	93,335	4,536
963	1.330	62.215	21,408	3,064	1.197	101,034	11,847	2,472	3.714	51.766	71,746	4,273	2.300	19.635	117,138	4,763
964	2.780	127.918	21,733	3,079	1.640	142,936	11,474	2,440	5.878	92.457	63,575	4,152	3.452	44.677	77,266	4,347
965	1.619	122.877	13,176	2,578	1.530	157,609	9,708	2,273	2.994	49.591	60,374	4,101	2.500	37.166	67,266	4,209
966	384	39.242	9,785	2,281	535	70.256	7,615	2,050	4.380	78.359	55,897	4,024	1.793	24.694	72,609	4,285
967	1.324	75.047	17,642	2,870	1.402	230,041	6,095	1,807	3.714	55.310	67,149	4,207	4.410	58.920	74,847	4,315
968	1.017	49.826	20,411	3,016	486	80.659	6,025	1,796	1.844	25.929	71,117	4,264	6.521	76.509	85,232	4,445
969	1.476	135.378	10,903	2,389	116	18.381	6,311	1,842	950	16.786	56,595	4,036	9.532	205.577	46,367	3,837
970	760	70.884	10,722	2,372	399	117.949	3,383	1,219	1.096	24.609	44,537	3,796	2.459	77.579	31,697	3,456
971	2.522	282.559	8,926	2,189	664	339.668	1,955	0,670	1.528	20.032	76,278	4,334	1.142	27.279	41,864	3,734
MÉDIA	1.193	73.908	19,829		860	96.641	15,412		3.194	38.580	90,005		2.690	44.729	68,747	

T A B E L A - III

os sobre a produção (t), esforço de pesca ( $10^2$ .anzol-dia), CPUE (kg/ $10^2$ .anzol-dia) e ln CPUE, relativos albacora lage (Thunnus albacares), nas áreas de pesca ao largo do Brasil, no período 1956/71.

	BRASIL I				BRASIL II				BRASIL III				BRASIL IV			
	PROD	ESF	CPUE	lnCPUE	PROD	ESF	CPUE	lnCPUE	PROD	ESF	CPUE	lnCPUE	PROD	ESF	CPUE	lnCPUE
5	393	1.050	374,286	5,925	57	198	287,879	5,663	-	22	-	-	-	-	-	-
7	1.846	6.787	271,991	5,606	1.582	5,666	279,209	5,632	74	412	179,612	5,191	-	-	-	-
8	9.666	31.312	308,700	5,732	6,720	20.303	330,986	5,802	204	3,521	57,938	4,059	-	-	-	-
9	11.856	54.438	217,789	5,384	20.943	75.757	276,450	5,622	792	28.559	27,732	3,323	2	268	7,463	2,010
0	7.283	43.495	167,445	5,121	10.475	57.576	181,933	5,204	1.861	41.662	44,669	3,799	1	63	15,873	2,765
1	1.168	11.587	100,803	4,613	5.107	47.146	108,323	4,685	1.033	39.874	25,907	3,254	6	901	6,659	1,896
2	8.488	68.554	123,815	4,819	8.621	101.040	85,323	4,446	2.209	89.109	24,790	3,210	272	8.132	33,448	3,510
3	4.460	62.162	71,748	4,273	7.572	106.694	70,969	4,262	779	51.806	15,037	2,711	130	19.635	6,621	1,890
4	6.608	127.918	51,658	3,945	8.457	144.903	58,363	4,067	1.339	92.419	14,488	2,673	375	44.599	8,408	2,129
5	6.086	123.591	49,243	3,897	6.904	159.322	43,334	3,769	630	49.605	12,700	2,542	20	3.616	5,531	1,710
6	1.880	39.534	47,554	3,862	3.435	81.474	42,161	3,741	648	78.268	8,279	2,114	131	18.052	7,257	1,982
7	3.535	75.047	47,104	3,852	16.484	236.173	69,796	4,246	490	54.901	8,925	2,189	188	68.749	2,735	1,906
8	2.425	49.826	48,669	3,885	4.881	85.011	57,416	4,050	237	25.929	9,140	2,213	596	74.232	8,029	2,083
9	7.694	137.081	56,127	4,028	111	1.872	59,295	4,083	133	16.786	7,923	2,070	278	20.316	13,684	2,616
0	2.689	71.211	37,761	3,631	4.463	124.598	35,819	3,578	104	24.609	4,226	1,441	538	75.755	7,102	1,960
1	8.929	283.569	31,488	3,450	9.347	361.864	25,830	3,252	42	4.756	8,831	2,178	40	8.661	4,618	1,530
A	5.313	74.198	125,386		7.197	100.600	125,818		661	37.640	28,137		198	26.383	9,802	

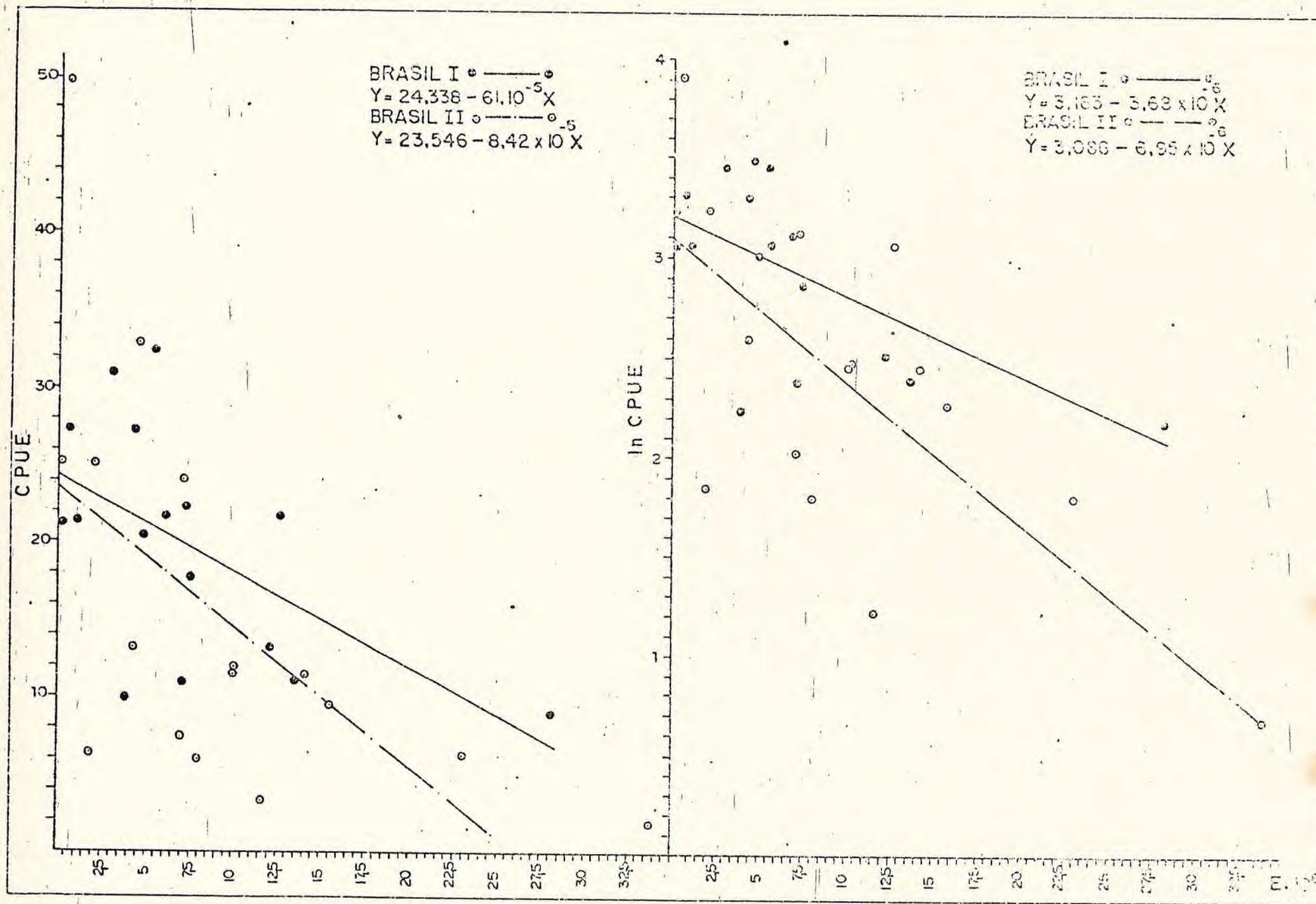


Figura 5 - Retos de regressão linear e exponencial da CPUE sobre o esforço de pesca e respectivas equações, relativos à albacora branca (Thunnus alaluuga) nas áreas Brasil I e Brasil II, no período 1956/71.

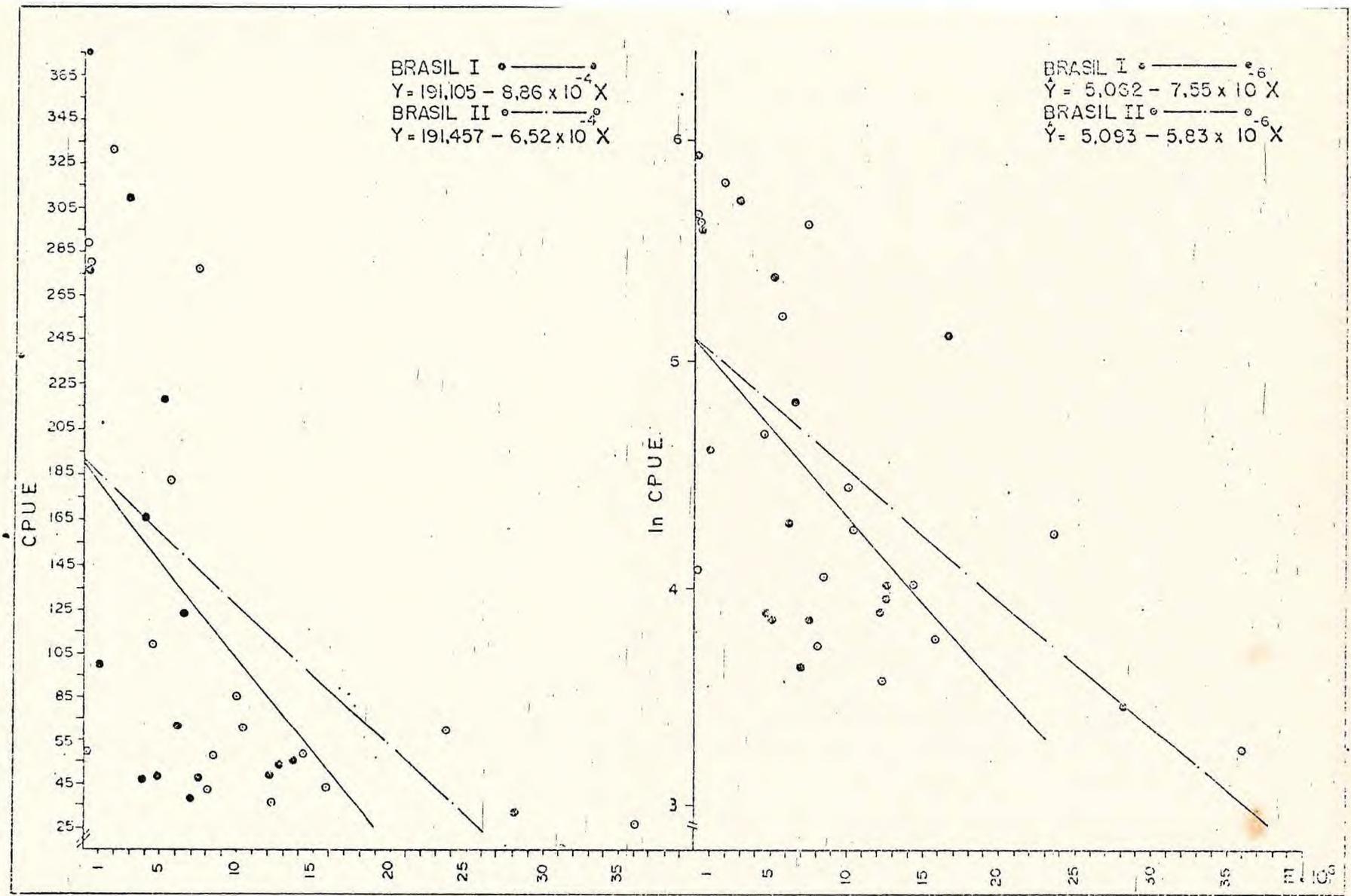


Figura 6 - Retos de regressão linear e exponencial da CPUE sobre o esforço de pesca e respectivas equações relativas à albacora lage (Thunnus albacares), nas áreas Brasil I e Brasil II, no período 1956/71.

T A B E L A - IV

dos sobre a produção (t), esforço de pesca ( $10^2$ .anzol-dia), CPUE (kg/ $10^2$ .anzol-dia) e ln CPUE, relativos agulhão branco (Tetrapturus albidus), nas áreas de pesca ao largo do Brasil, no período 1956/71.

	BRASIL I				BRASIL II				BRASIL III				BRASIL IV			
	PROD	ESF	CPUE	lnCPUE	PROD	ESF	CPUE	lnCPUE	PROD	ESF	CPUE	lnCPUE	PROD	ESF	CPUE	lnCPUE
56	-	260	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57	17	5.281	3,219	1,169	14	3.930	3,562	1,270	-	-	-	-	-	-	-	-
58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
59	29	20.584	1,409	0,343	147	58.128	2,529	0,928	185	22.012	8,405	2,129	3	160	18,160	2,931
60	92	31.278	2,941	1,079	91	49.266	1,847	0,614	402	37.685	10,667	2,367	-	-	-	-
61	19	8.279	2,295	0,831	94	45.227	2,078	0,732	541	38.139	14,185	2,652	-	-	-	-
62	151	67.251	2,245	0,809	492	99.858	4,927	1,595	1.142	88.835	12,855	2,554	61	8.132	7,501	2,015
63	141	60.592	2,327	0,845	339	106.273	3,190	1,160	596	51.617	11,547	2,446	93	19.560	4,755	1,559
64	446	125.271	3,560	1,270	415	143.853	2,885	1,059	976	92.028	10,605	2,361	903	44.352	20,360	3,014
65	553	122.513	4,514	1,507	385	159.097	2,420	0,884	542	49.236	11,008	2,399	490	35.987	13,616	2,611
66	2.763	388.837	7,106	1,961	209	80.518	1,596	0,954	682	77.936	8,751	2,169	251	22.717	11,049	2,402
67	223	70.774	3,151	1,148	514	235.923	2,179	0,779	405	55.310	7,322	1,991	1.642	54.753	29,989	3,401
68	112	49.603	2,258	0,814	182	84.254	2,160	0,770	294	25.929	11,339	2,428	1.102	71.869	15,333	2,730
69	342	135.271	2,528	0,928	467	186.141	2,509	0,920	162	16.786	9,770	2,279	1.468	178.881	8,207	2,105
70	101	69.324	1,457	0,376	169	123.656	1,367	0,312	191	24.609	7,761	2,049	583	68.110	8,560	2,147
71	362	278.897	1,298	0,261	258	335.182	0,770	-0,262	35	6.153	5,688	1,738	107	18.029	5,935	1,781
DIA	357	95.601	2,687		270	153.908	2,501		473	45.098	9,992		609	47.505	11,081	

T A B E L A - V

os sobre a produção (t), esforço de pesca ( $10^2$ .anzol-dia), CPUE (kg/ $10^2$ .anzol-dia) e ln CPUE, relativos agulhão preto (Makaira nigricans), nas áreas de pesca ao largo do Brasil, no período 1956/71.

BRASIL I				BRASIL II				BRASIL III				BRASIL IV			
PROD	ESF	CPUE	lnCPUE	PROD	ESF	CPUE	lnCPUE	PROD	ESF	CPUE	lnCPUE	PROD	ESF	CPUE	lnCPUE
36	1.089	33,058	3,498	3	198	15,152	2,718	22	-	-	-	-	-	-	-
213	6.787	31,384	3,446	145	5,529	26,225	3,267	14	398	35,176	3,560	-	-	-	-
365	26.762	13,639	2,613	208	18,299	11,367	2,431	262	3,521	74,411	4,310	-	-	-	-
725	50.023	14,493	2,674	980	73,025	13,420	2,597	1.211	28,637	42,288	3,745	22	268	82,090	4,408
542	38.373	14,125	2,648	652	55,920	11,660	2,456	1,268	41,434	30,603	3,421	-	-	-	-
169	11.320	14,929	2,703	407	46,649	8,725	2,166	1,966	39,846	49,340	3,899	17	922	18,438	2,914
743	68.277	10,882	2,387	1,092	97,773	11,169	2,413	3,154	89,109	35,395	3,567	202	8,132	24,840	3,212
493	60.635	8,131	2,096	835	106,536	7,838	2,059	1,123	51,446	21,829	3,083	94	19,635	4,787	1,566
1.013	127.648	7,936	2,071	751	144,506	5,197	1,648	1,114	92,282	12,072	2,491	571	44,300	12,889	2,556
614	122.932	4,995	1,608	545	158,996	3,428	1,232	494	49,111	10,059	2,308	206	35,847	5,747	1,749
195	38.929	5,009	1,611	255	81,183	3,141	1,145	539	78,066	6,904	1,932	258	20,923	12,331	2,512
280	73.220	3,824	1,341	900	235,528	3,821	1,341	344	55,177	6,234	1,830	286	57,756	4,952	1,600
254	49.743	5,106	1,630	283	84,853	3,335	1,205	191	23,489	7,493	2,014	218	73,850	2,953	1,083
637	135.404	4,704	1,549	839	186,177	4,506	1,506	152	16,786	9,055	2,203	282	185,551	1,520	0,419
288	69.976	4,116	1,415	486	123,904	3,922	1,367	108	24,426	4,422	1,486	122	60,994	2,000	0,693
861	283.375	3,038	1,111	789	335,518	2,352	0,855	18	5,614	3,206	1,165	26	3,510	7,407	2,002
A	464	27.781	11,211	573	109.662	8,454		747	37.585	21,780		192	42.639	14,996	

T A B E L A - VI

valores dos coeficientes da regressão linear e exponencial e do coeficiente de correlação entre CPUE e esforço de pesca; para espécies de atuns e afins capturados nas áreas de pesca ao largo do Brasil, no período de 1956/71.

ÁREA	ALBACORA BRANCA			ALBACORA LAGE			AGULHÃO PRETO			AGULHÃO BRANCO		
	a	b	r	a	b	r	a	b	r	a	b	r
MODELO LINEAR												
ASIL I	24,338	-0,0000610	-0,563	191,105	-0,000886	-0,558	16,840	-0,0000734	-0,585	2,061	0,00000799	0,576
ASIL II	23,546	-0,0000842	-0,584	191,457	-0,000652	-0,577	13,738	-0,0000482	-0,676	3,134	-0,00000517	-0,458
ASIL III	103,145	-0,0003406	-0,186	54,442	-0,000608	-0,410	24,897	-0,0000829	-0,120	8,523	0,0000326	0,881
ASIL IV	74,826	-0,0001359	-0,294	11,833	-0,000077	+0,284	22,818	-0,0001834	-0,424	13,367	0,00000572	-0,037
MODELO EXPONENCIAL												
ASIL I	3,183	-0,00000369	-0,607	5,062	-0,00000755	-0,639	2,673	-0,00000719	-0,682	0,789	0,00000168	0,376
ASIL II	3,086	-0,00000695	-0,723	5,093	-0,00000583	-0,664	2,559	-0,00000601	-0,758	1,196	-0,00000294	-0,581
ASIL III	4,448	-0,00000196	-0,119	3,198	-0,00000831	-0,257	2,802	-0,00000169	-0,051	2,105	0,00000374	0,410
ASIL IV	4,244	-0,00000195	-0,260	2,267	-0,00000696	-0,332	2,737	-0,00001589	-0,724	2,429	5,396x10 <sup>-8</sup>	-0,004

T A B E L A - VII

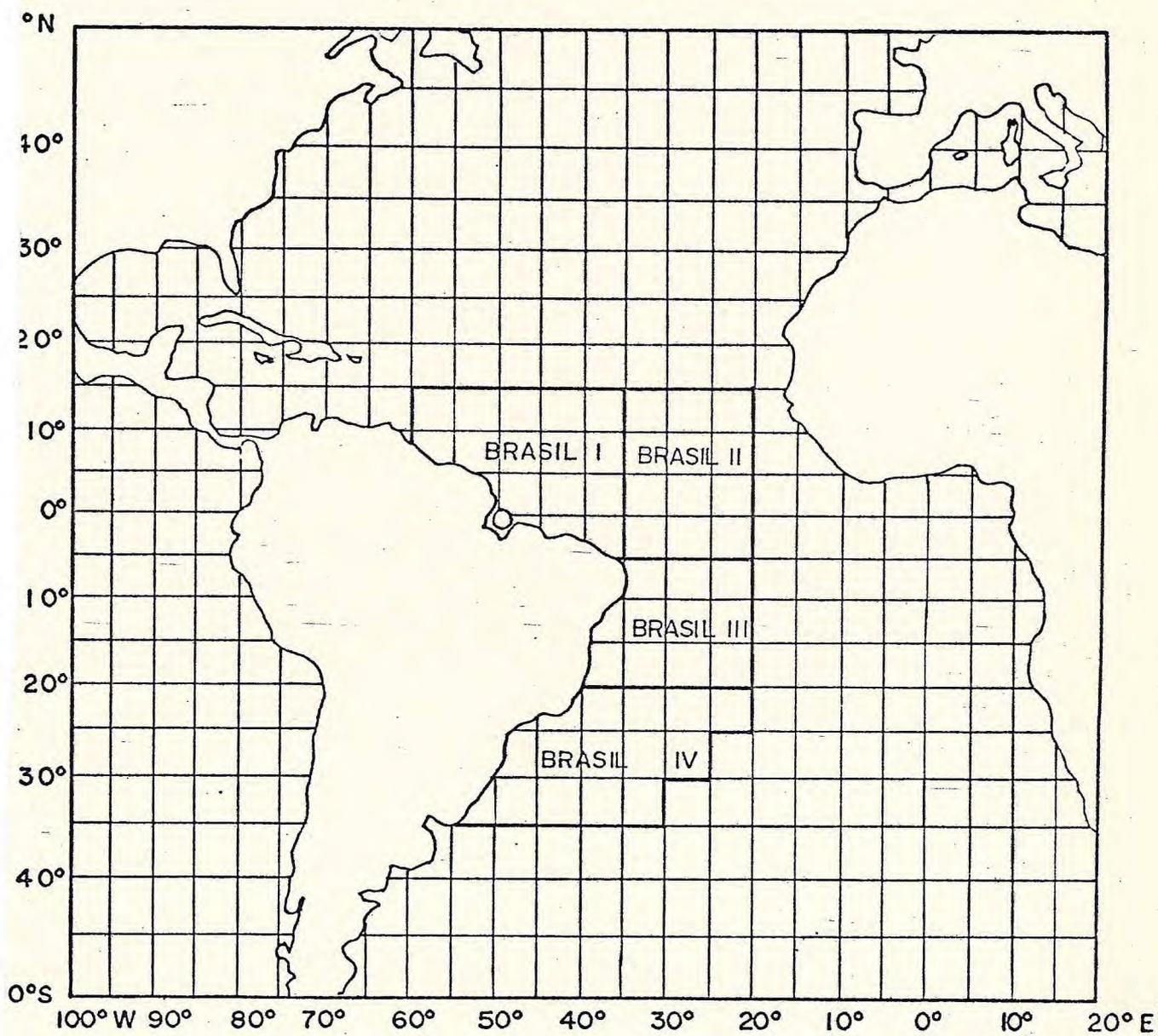
estimativas da captura máxima sustentável, esforço ótimo de pesca e CPUE máxima sustentável, para espécies atuns e afins capturados nas áreas de pesca ao largo do Brasil, no período 1956/71.

MODELO LINEAR

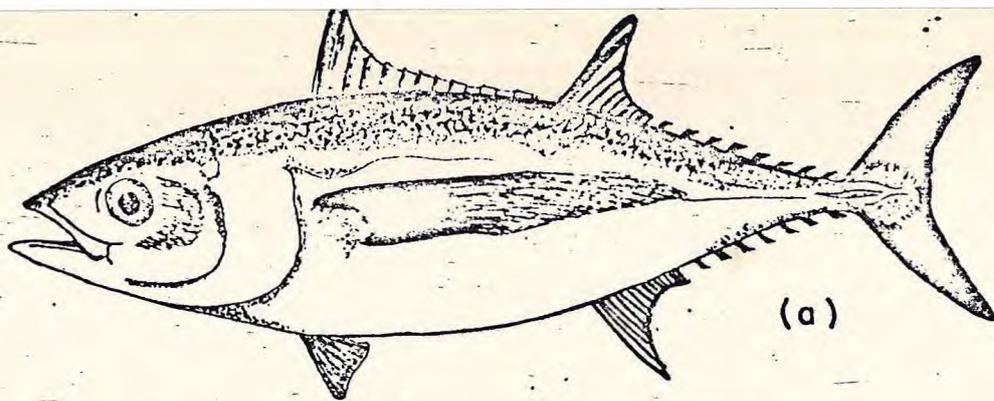
ESTIMATIVA	ALBACORA BRANCA		ALBACORA LAGE		AGULHÃO PRETO	
	BRASIL I	BRASIL II	BRASIL I	BRASIL II	BRASIL I	BRASIL II
MS (kg)	2.427.616	1.646.123	10.305.057	14.055.133	965.891	978.904
ot. (anzol.dia.10 <sup>2</sup> )	199.492	139.822	107.847	146.823	114.714	142.510
PUE <sub>ms</sub> . (kg/anzol.dia.10 <sup>2</sup> )	12,169	11,773	95,553	95,728	8,420	6,869

MODELO EXPONENCIAL

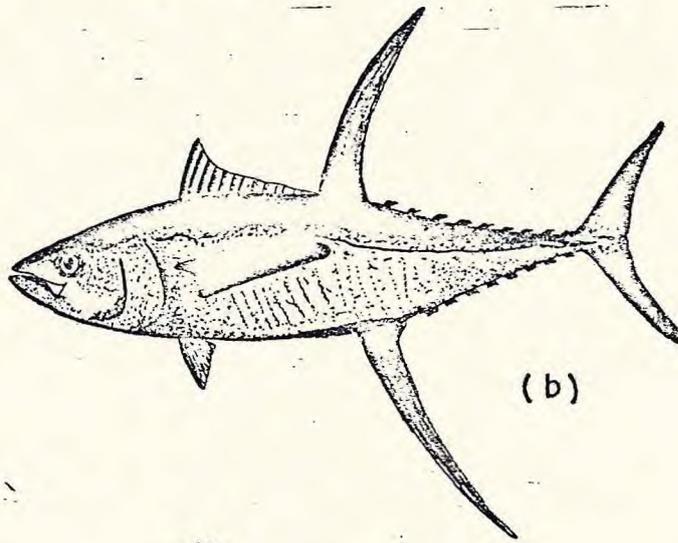
ESTIMATIVA	ALBACORA BRANCA		ALBACORA LAGE		AGULHÃO PRETO		AGULHÃO BRANCO
	BRASIL I	BRASIL II	BRASIL I	BRASIL II	BRASIL I	BRASIL II	BRASIL II
MS (kg)	2.404.825	1.158.773	7.694.887	10.278.833	741.124	791.108	413.828
ot. (anzol.dia.10 <sup>2</sup> )	271.003	143.885	132.450	171.527	139.082	166.389	340.136
PUE <sub>ms</sub> . (kg/anzol.dia.10 <sup>2</sup> )	8,874	8,053	58,097	59,925	5,329	4,755	1,217



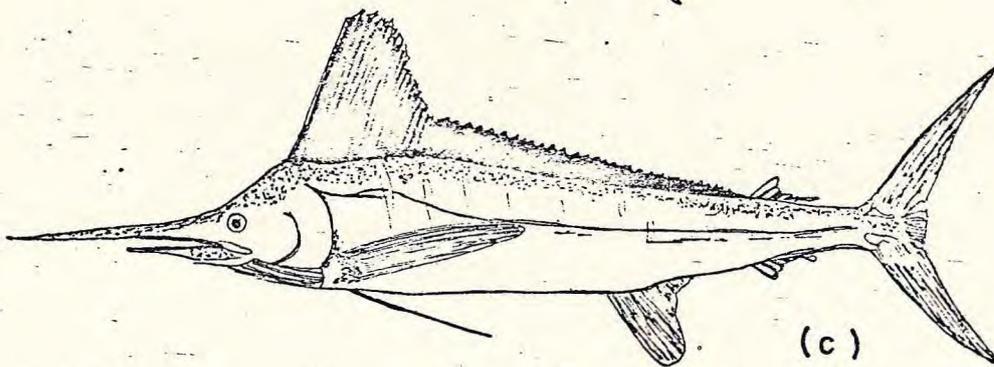
1 - Áreas de captura de atuns e afins com espinhel ao largo da costa do Brasil.



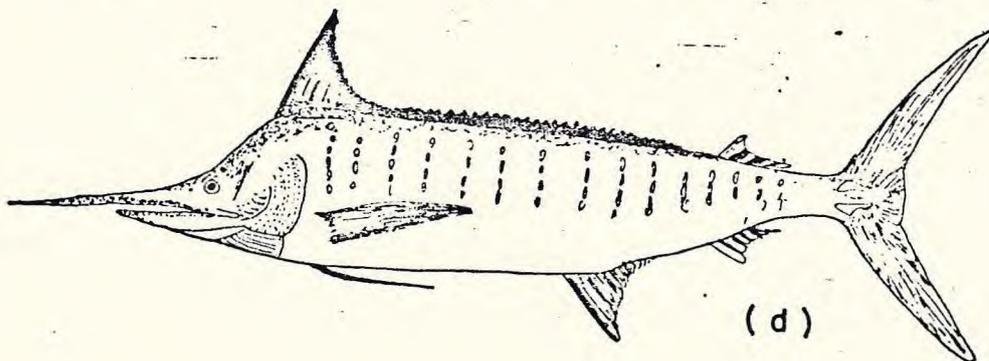
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 2 - Espécies de atuns e afins estudados no presente trabalho:  
a - Albacora branca (Thunnus alalunga); b - Albacora lage (Thunnus albacares); c - Agulhão branco (Tetrapturus albidus); d - Agulhão preto (Makaina nigricans).

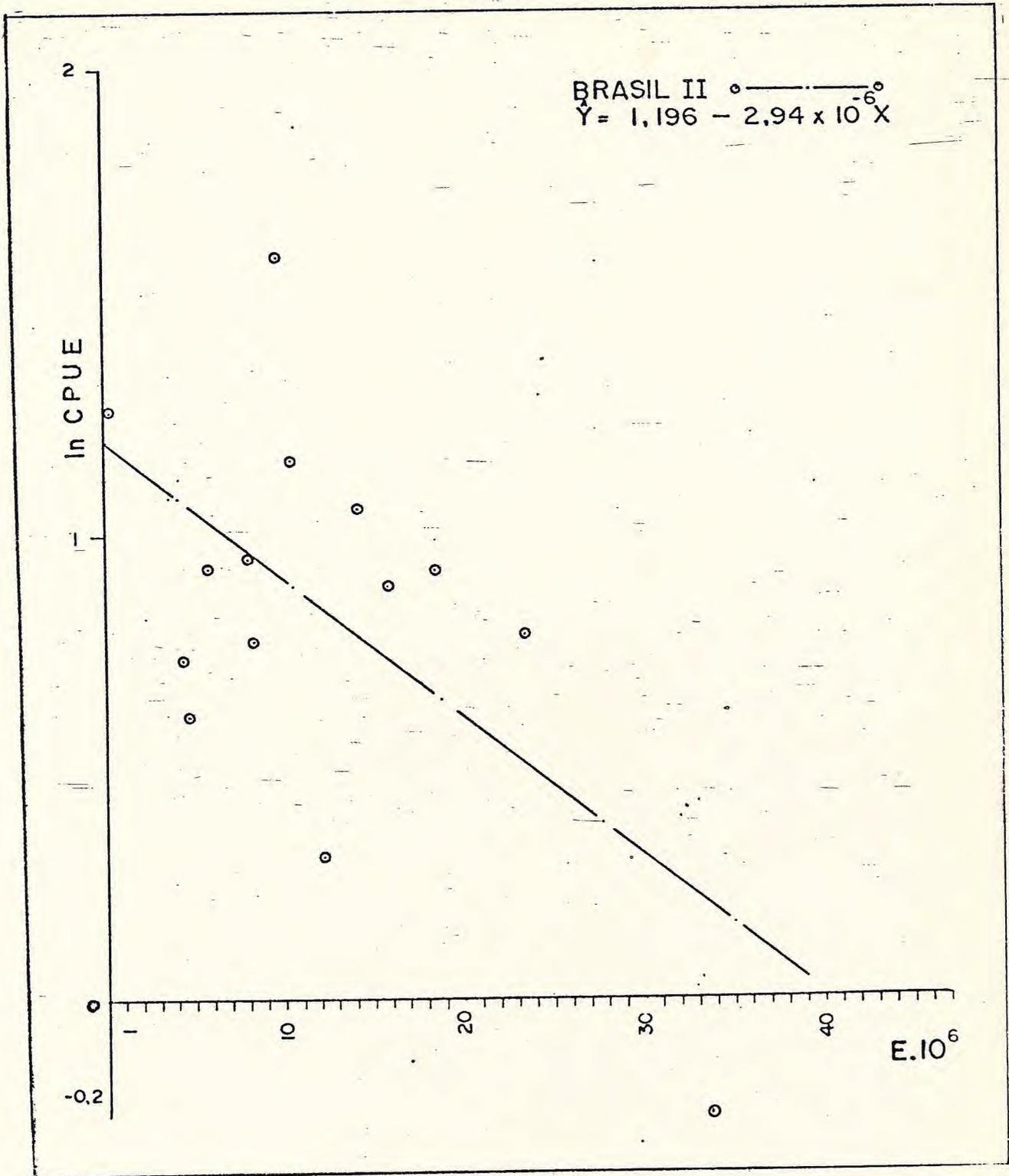


Figura 7 - Reta de regressão exponencial da CPUE sobre o esforço de pesca e respectiva equação, relativa ao agulhão branco (Tetrapturus albidus), na área Brasil II, no período 1956/71.

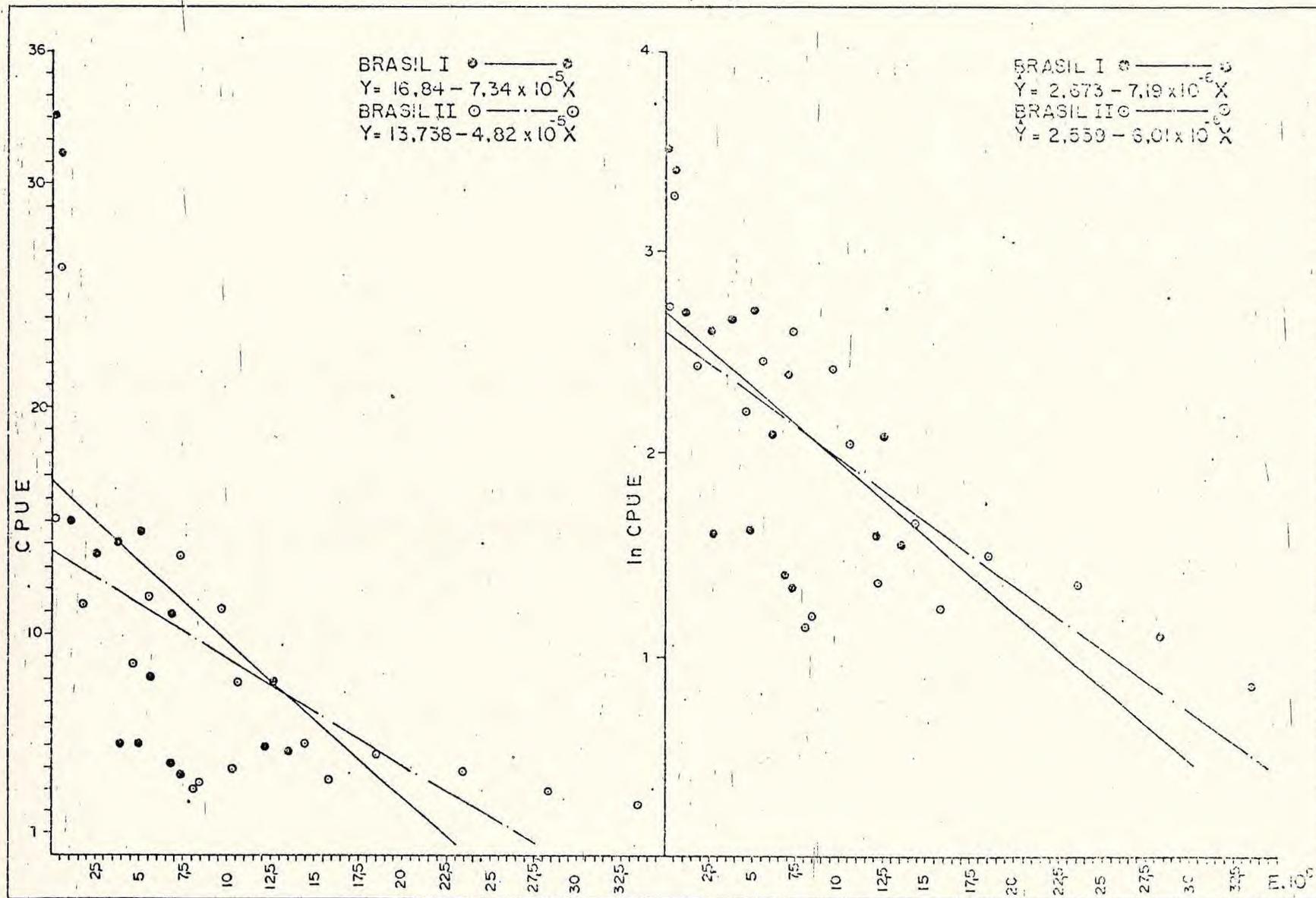


Figura 8 - Retos de regressão linear e exponencial da CPUE sobre o esforço de pesca e respectivas equações, relativas ao agulhão preto (Makaina nigricans), nas áreas Brasil I e Brasil II, no período 1956/71.

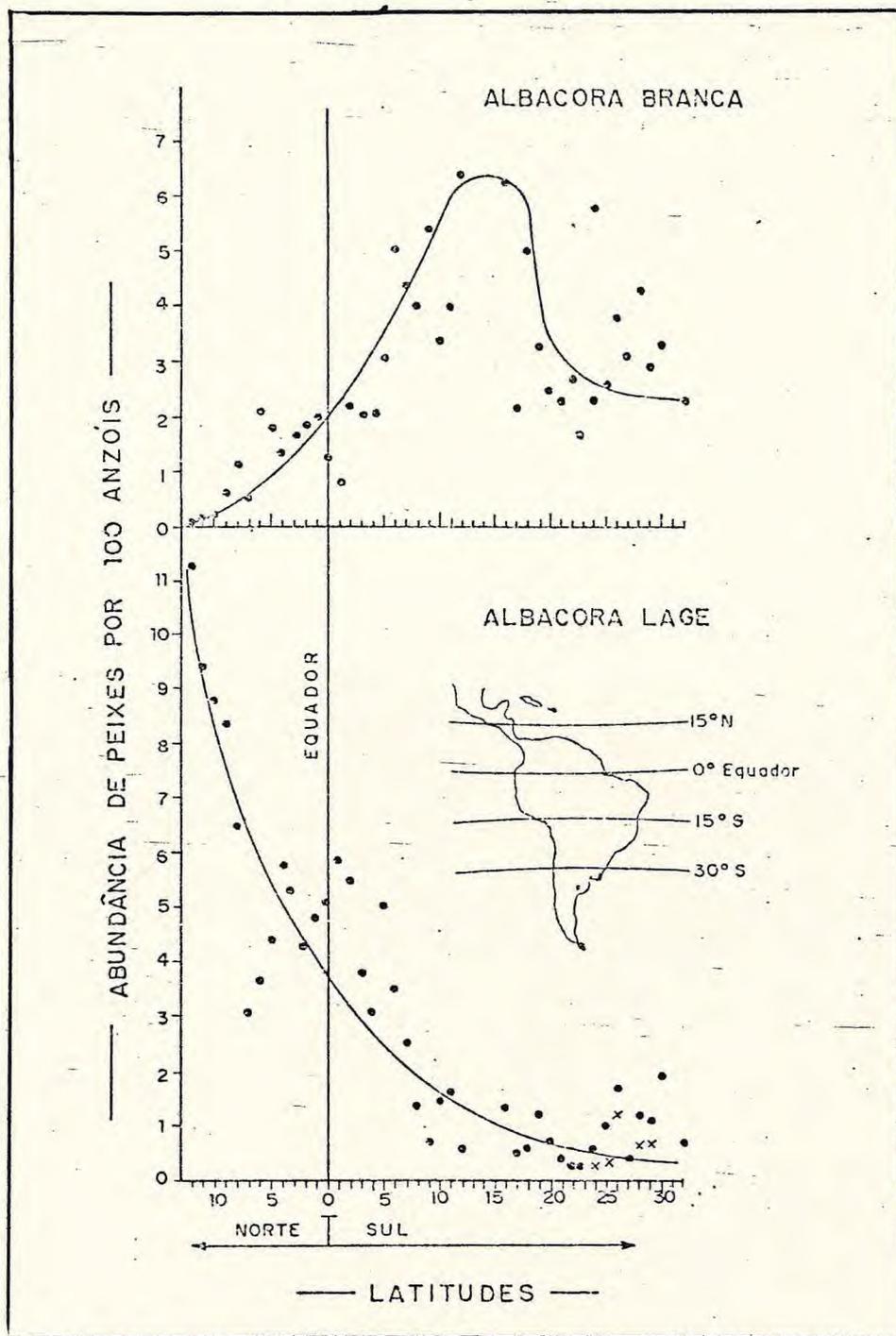


Figura 9 - Distribuição das albacoras branca e albacora lage. O "X" representa os valores médios de captura nestas latitudes (segundo Lima & Wise, 1962).

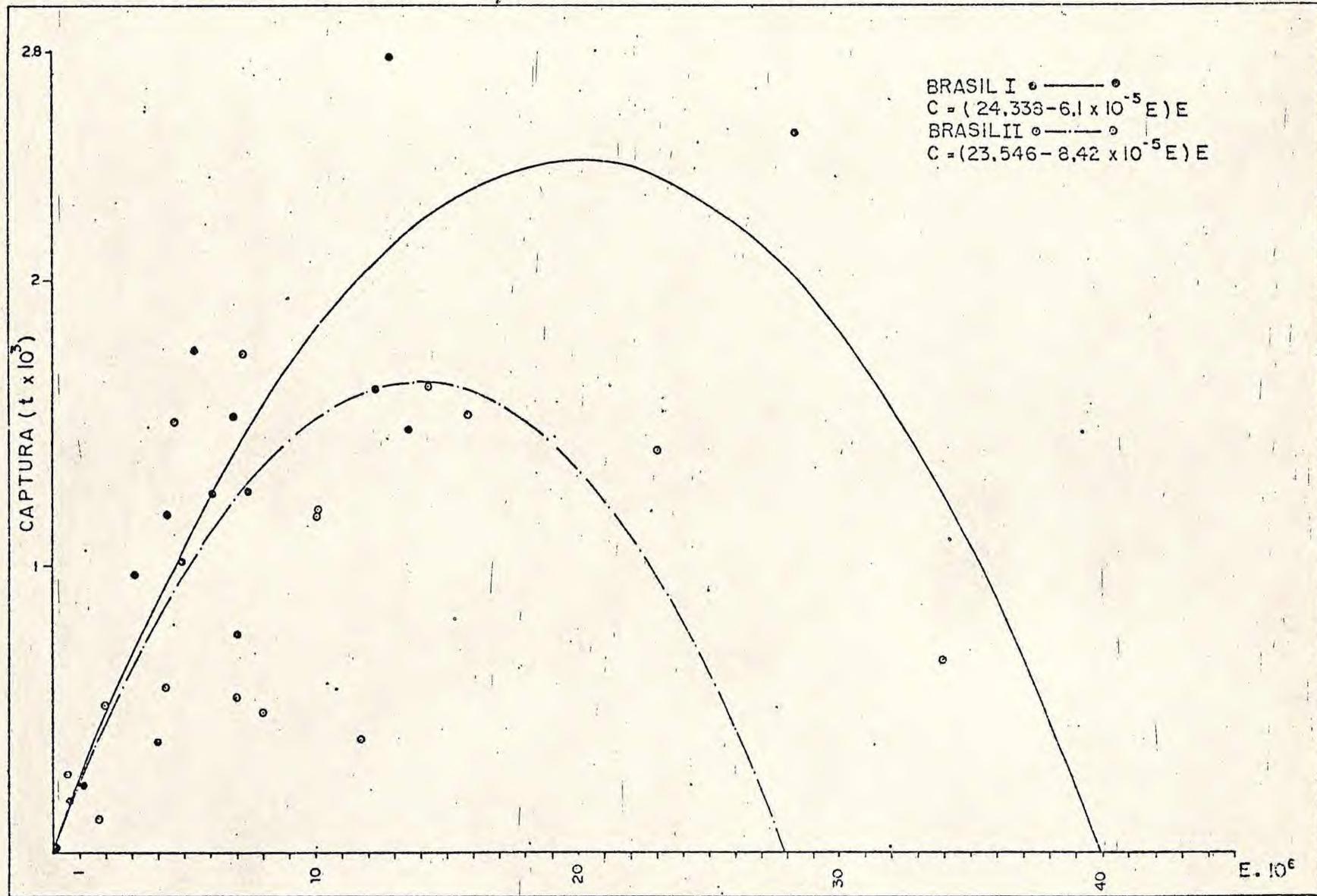


Figura 11 - Curvas de produção da albacora branca (Thunnus alaluuga), nas áreas Brasil I e Brasil II, no período 1956/71.

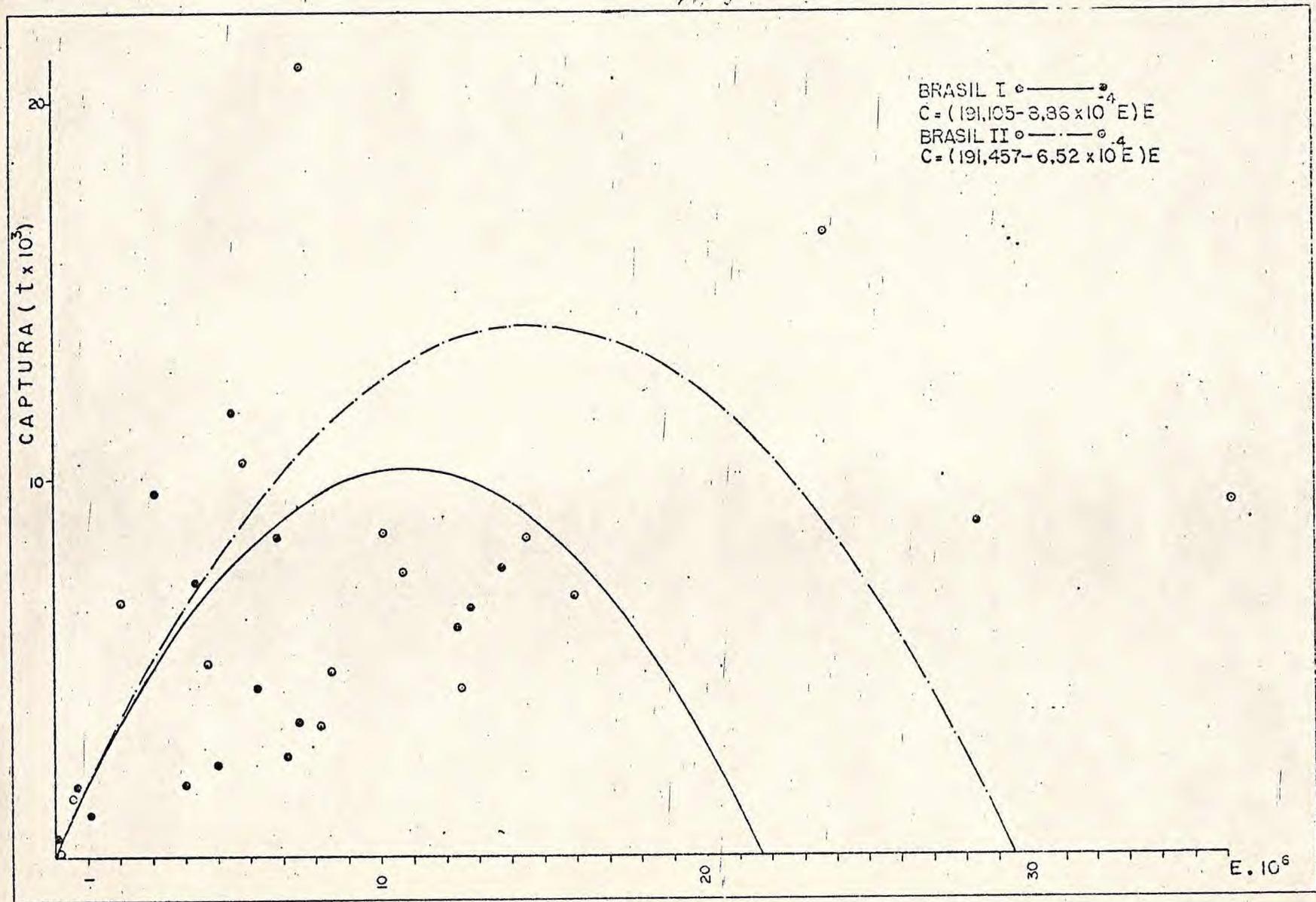


Figura 12 - Curvas de produção da albacora lage (Thunnus albacares), nas áreas Brasil I e Brasil II, no período 1956/71.

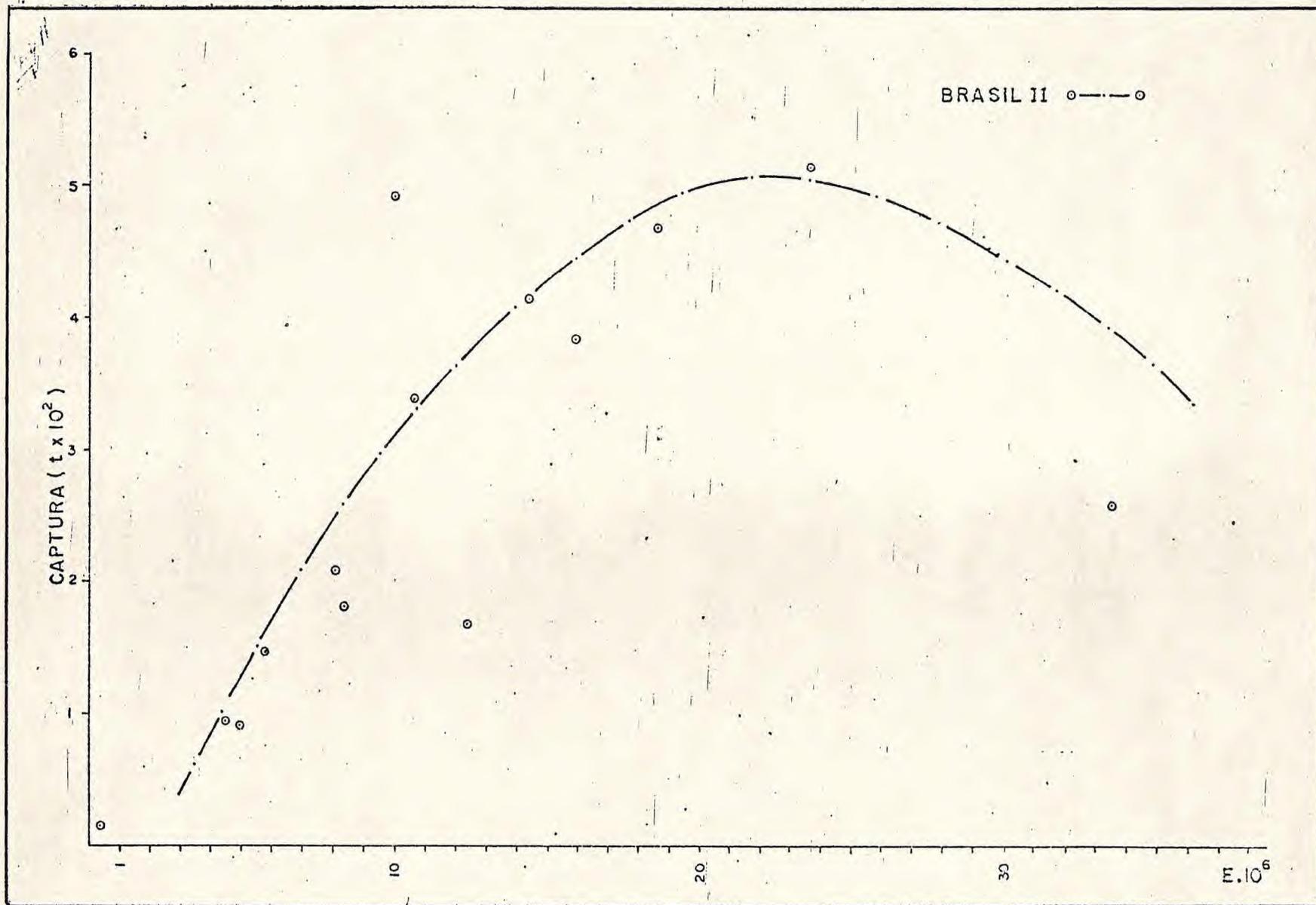


Figura 13 - Curva empírica de produção em função do esforço de pesca, relativas ao agulhão branco (Tetrapturus albidus), na área Brasil II, no período 1956/71.

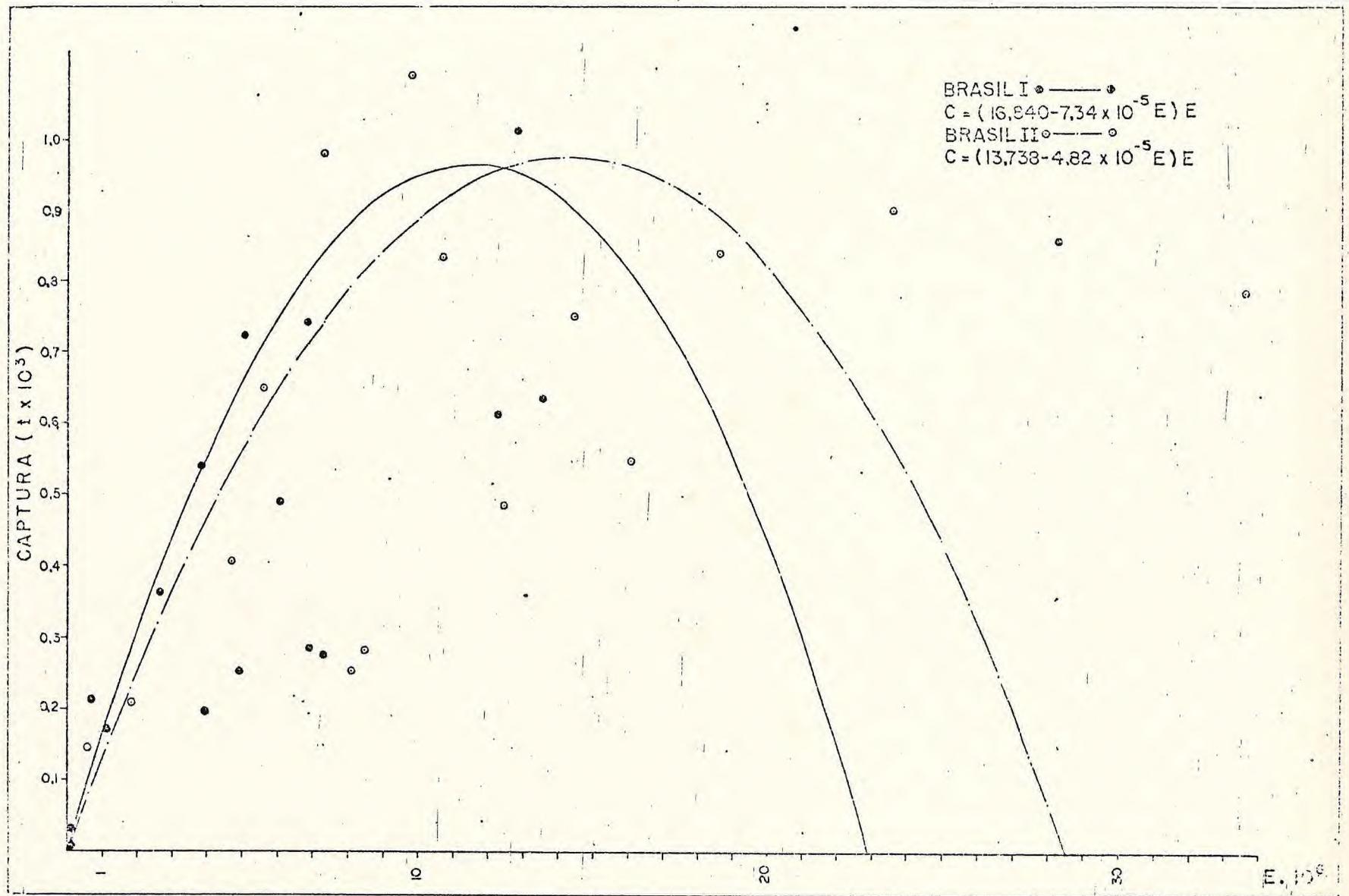


Figura 14 - Curvas de produção do agulhão preto (Makaina nigricans), nas áreas Brasil I e Brasil II, no período 1956/71.