

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

AVALIAÇÃO DO STATUS BIOLÓGICO DOS ESTOQUES
DO FARGO, Lutjanus purpureus POEY, SOB O
EFEITO DA PESCA, NO NORTE E NORDESTE DO
BRASIL.

Aldenor Nascimento Junior

Dissertação apresentada ao Departamento 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

Dé debatedro/90

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)

N193a Nascimento Junior, Aldenor.

Avaliação do status biológico dos estoques de pargo, *Lutjanus purpureus poey*, sob o efeito da pesca, no Norte e Nordeste do Brasil / Aldenor Nascimento Junior. – 1990.
30 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, 1990.

Orientação: Prof. Dr. Antonio Adatao Fonteles Filho.

1. Peixe - Criação. I. Título.

CDD 639.2

Prof. Titular ANTONIO ADAUTO FONTELES FILHO Ph.D.

- Orientador -

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Adj. CARLOS TASSITO CORREIA IVO M.Sc.

- Presidente -

Prof. Adj. PEDRO DE ALCÂNTARA FILHO Ds.C.

VISTO:

Prof. Adj. VERA LÚCIA MOTA KLEIN M.Sc.

Chefe do Departamento de Engenharia de Pesca

Prof. Adj. JOSÉ RAIMUNDO BASTOS M.Sc.

Coordenador do Curso de Engenharia de Pesca

AVALIAÇÃO DO STATUS BIOLÓGICO DOS ESTOQUES DO PARGO, *Lutjanus purpureus*
POEY, SOB O EFEITO DA PESCA, NO NORTE E NORDESTE DO BRASIL.

Aldenor Nascimento Junior

1- INTRODUÇÃO

Uma população natural encontra-se em equilíbrio biológico quando sua taxa de crescimento (recrutamento mais crescimento individual) equivale à taxa de mortalidade natural. Nesse estado, a biomassa da população, entre dois períodos consecutivos de recrutamento, é constante. Ao ser iniciada a atividade pesqueira, com a introdução de um fator exógeno de mortalidade (o esforço de pesca), o equilíbrio biológico inicial é rompido, estabelecendo-se ao longo do tempo um novo equilíbrio, com volume de biomassa inferior ao da população virgem.

Quando a pesca é exercida comercialmente e o retorno econômico é satisfatório, observa-se um constante aumento do esforço de pesca, o qual poderá levar a população a níveis elevados de depleção, trazendo como consequência imediata o decréscimo drástico da produção e da produtividade e um constante desequilíbrio biológico.

A dinâmica populacional de organismos marinhos caracteriza-se como um importante campo de estudo, com imediata aplicação a um sistema de exploração racional dos recursos pesqueiros, através da definição de parâmetros biológicos do estoque pelos quais o processo predatório da pesca pode ser avaliado e corrigido, se necessário. Por exemplo, se o estoque está sendo submetido a elevados níveis de esforço de pesca, pode-se facilmente prever que uma diminuição dos mesmos resultará num crescimento da produção de biomassa pelo estoque. O controle desejado para se manter a população em níveis ótimos de produção e estrutura deverá resultar na determinação de parâmetros da dinâmica populacional e do próprio esforço de pesca, ensinando que o equilíbrio populacional se matenha entre os estados de subex-

ploração, e sobreexploração, dependendo das ações administrativas da pesca e do interesse comercial pela captura do recurso.

O pargo, Lutjanus purpureus, por ser um dos principais recursos pesqueiros das regiões Norte e Nordeste, se enquadra na definição de recurso sobreexplorado, de modo que no estudo da evolução de suas pescarias pode-se facilmente identificar os estágios caracterizados como "fase de desenvolvimento", "fase de aceleração" e "fase de estabilização". Além disso, tendo em vista o período relativamente longo (27 anos) de exploração, a área total de pesca sofreu grande expansão e a concentração das pescarias também variou consideravelmente, desde os bancos oceânicos ao largo do Nordeste até a plataforma continental do Território do Amapá. Isto significa que, além das naturais modificações por que passa uma população explorada, deve-se contar com a possibilidade de existência de diferentes estoques nessa extensa área, cuja reação ao processo predatório da pesca poderia adquirir diferentes conotações.

Em decorrência da estratégia de exploração, a captura do pargo concentrou-se inicialmente em bancos oceânicos localizados ao largo da região Nordeste, expandindo-se em seguida à plataforma continental dos Estados do Ceará e Maranhão e, posteriormente, para a costa do Estado do Pará e Território do Amapá (Coelho, 1974; Brasil. SUDEPE/PDP, 1978; Ivo & Hanson, 1982). A expansão da área de pesca deveu-se, principalmente, à redução da captura por unidade de esforço (CPUE) nas áreas exploradas, como consequência da elevação do esforço de pesca. Ainda com o intuito de aumentar a produção, o pescador reduziu o tamanho do anzol, diminuindo, assim, a característica seletiva do aparelho, passando a capturar indivíduos cada vez menores. Desta forma, anzóis de diferentes tamanhos são utilizados na captura do pargo, sem que se conheça o efeito da seletividade dos mesmos na captura da espécie.

O presente trabalho tem por objetivo fazer um levantamento das informações existentes sobre a biologia pesqueira e a dinâmica populacional do pargo, que tenham relevância para explicar o atual status biológico

co da população (com seus respectivos estoques, se for o caso) do pargo, na sua tentativa, como entidade biológica, de se manter biologicamente estável sob o efeito de um poderoso predador, representado pelo sistema comercial de captura.

2- MATERIAL E MÉTODOS

O material aqui analisado consta de amostragens biológicas, realizadas em indústrias pesqueiras localizadas em Fortaleza-Ceará, para controle do comprimento e peso totais. Em cada amostra um número mínimo de 300 indivíduos foi considerado. Também fazem parte do material analisado os dados de controle estatístico dos desembarques fornecidos pela Superintendência do Desenvolvimento da Pesca (SUDEPE), hoje fazendo parte do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), com registro, por barco, da captura e do esforço de pesca. Tanto as amostragens biológicas como o controle estatístico da pesca abrangem o período de 1967 a 1987.

Na determinação da estrutura etária, as frequências de comprimento foram alocadas a intervalos correspondentes aos diversos grupos-de-idade, de III a XX anos, cujos limites foram calculados através das equações de crescimento obtidas por Menezes & Gesteira (1974), para o período 1967/78.

$$l_t = 98,9 (1 - e^{-0,090t})$$

e por Ximenes & Fonteles-Filho (1988), para o período 1979/89:

$$l_t = 92,9 (1 - e^{-0,103t})$$

Para se avaliar a influência do esforço sobre a estrutura etária os grupos-de-idade anuais foram agrupados em três estratos: idade jovem; constituída de indivíduos ainda incapazes de se reproduzir, com idade até 7,0 anos; idade madura, indivíduos capazes de se reproduzir e que tenham

atingido cerca de 65% do seu comprimento teórico máximo (L_{∞}); e idade avançada, indivíduos com comprimento acima de 65% do L_{∞} . A participação desses estratos no estoque capturável do pargo foi determinada para o período de 1967 a 1987, subdivididos em três etapas (1967/73 , 1974/78 e (1979/87), em que o esforço de pesca apresentou valores médios de $0,5 \cdot 10^6$ anzóis-dia, $2,0 \cdot 10^6$ anzóis-dia e $3,0 \cdot 10^6$ anzóis-dia, respectivamente.

A partir da distribuição de comprimento anual, foram obtidas estimativas do comprimento médio individual e da participação do estoque jovem na captura, considerando-se como tal indivíduos com comprimento total inferior a 43,0 cm, as quais foram correlacionados com os valores anuais do esforço de pesca para se avaliar a provável influência deste sobre esses parâmetros da Dinâmica Populacional.

Para se determinar a verdadeira distribuição de comprimento do estoque disponível, $N(1)$ e estimar taxas de exploração dos estoques jovem e adulto, livres de vícios decorrentes da seletividade, foram obtidas as distribuições de comprimento do estoque disponível, a partir das curvas de seleção de 6 diferentes tamanhos de anzol: da marca Mustad, com nº 618, 617, 616, 614 e 613, em ordem crescente de tamanho, segundo Ivo & Rocha (1988):

$$618 : P(1) = e^{-\frac{(1 - 36,4)^2}{359,0}}$$

$$617 : P(1) = e^{-\frac{(1 - 41,1)^2}{180,4}}$$

$$616 : P(1) = e^{-\frac{(1 - 45,9)^2}{317,5}}$$

$$615 : P(1) = e^{-\frac{(1 - 53,4)^2}{714,4}}$$

$$614 : P(1) = e^{-\frac{(1 - 61,0)^2}{312,5}}$$

$$613 : P(1) = e^{-\frac{(1 - 69,7)^2}{353,8}}$$

onde, $P(1)$ é a probabilidade de captura de indivíduos com comprimento 1 , l_c é o comprimento médio de seleção, e é a base dos logaritmos neperianos e s^2 é a variância da distribuição de comprimento total, e considerando - se que $N(1) = C(1)/P(1)$.

Com base na teoria de Schaefer (1954), posteriormente adaptada para uma relação curvilínea entre CPUE e esforço (Gulland, 1961; Fox, 1970), foram feitas estimativas da produção máxima sustentável (Y_s), esforço de pesca ótimo (f_s) e CPUE máxima sustentável ($CPUE_s$), a partir de uma equação de forma:

$$Y = Af e^{-bf} \quad (1)$$

cujos parâmetros A (índice de abundância no " estado virgem ") e b (taxa de decréscimo da produção em função do esforço, f) foram obtidos por regressão da equação:

$$\ln \frac{Y}{f} = \ln A - bf \quad (2)$$

onde $\ln A = a$.

Derivando-se a equação 1, obtém-se:

$$\frac{dY}{df} = (A e^{-bf}) (1 - bf)$$

e, para $dY/df = 0$, no ponto de máxima produção:

$$(1 - bf) = 0 \quad (3)$$

de modo que

$$f_s = \frac{1}{b} \quad (4)$$

Substituindo-se (4) em (1), fica:

$$Y_s = \frac{A}{be} = \frac{e^{a-1}}{b} \quad (5)$$

e, dividindo-se (5) por (4), obtém-se:

$$CPUE_s = \frac{A}{e} = e^{a-1} \quad (6)$$

sendo $e = 2,718$.

No intuito de se avaliar o comportamento dos valores anuais da produção, esforço de pesca e CPUE, estes são calculados como proporção dos respectivos valores ótimos (produção máxima sustentável, esforço de pesca ótimo e CPUE máxima sustentável), considerando-se também as médias destas proporções nos períodos 1967/73, 1974/78 e 1979/87.

Deve-se ainda, ressaltar que o período de análise dos dados vai de 1967 a 1989, o qual é reduzido em dois anos, para 1987/87, quando se utilizam dados sobre o esforço de pesca total, já que em 1988 e 1989 não foi possível, ainda, estimar-se este parâmetro.

3- RESULTADOS

No período de 1967 a 1989, a pesca comercial atingiu indivíduos do estoque capturável do pargo pertencentes aos grupos-de-idade de III anos (28,1cm de comprimento total) a XX anos (81,6cm de comprimento total), cuja estratificação (idade jovem, idade madura e idade avançada) indica ao longo desse período uma modificação estrutural certamente determinada pelo aumento da intensidade de exploração.

A série histórica dos valores de captura por unidade de esforço (corrigidos pelo poder de pesca) e esforço de pesca (tabela I), a qual foi ajustada uma regressão segundo a equação 1, permitiu a estimativa dos valores de $a = 2,052$ e $b = - 0,484$, com elevada correlação medida por

$r = -0,951$, resultando na expressão da curva de produção:

$$Y = 7,783 e^{-0,484 X}$$

Com base nos parâmetros de regressão CPUE/esforço de pesca, que são substituídos nas equações 4, 5 e 6, estima-se que o esforço de pesca ótimo para a população do pargo no Norte e Nordeste do Brasil deve ser de $2,067 \times 10^6$ anzóis-dia, que resultará na captura máxima sustentável (Y_s) de 5.914 toneladas, determinando uma CPUE máxima sustentável equivalente a 2,9 kg/anzol-dia (figura 1).

O esforço de pesca aplicado a população do pargo apresentou tendência crescente até 1985, quando atingiu o valor de 4.772×10^3 anzol - dia, superando em 131% o valor ótimo, para em seguida decrescer atingindo 2.648×10^3 anzol-dia em 1987 (28,1% acima do ótimo). Com relação à captura anual, apesar da leve redução observada em 1970, pode-se afirmar / que a mesma acompanhou o incremento do esforço de pesca até 1977, para em seguida decrescer consideravelmente, atingindo 3.442 toneladas em 1987 , cerca de 42% inferior ao valor máximo sustentável. A captura máxima sustentável foi superada apenas nos anos de 1975, 1977 e 1978. A CPUE anual, apesar de se apresentar inferior à CPUEs (2,9 kg/anzol-dia) desde 1979, mostra certa estabilidade a partir de 1983, com média anual de 1,3 kg/anzol-dia (tabela I; figura 1).

A participação de indivíduos jovens na captura tem sido determinada em grande parte, pela utilização de anzóis de pequeno porte, principalmente dos números 616 e 618, cujas aberturas correspondem a 1,75cm e 1,39cm, respectivamente. Deste modo, de acordo com a teoria da seletividade do anzol, anzóis pequenos capturam peixes grandes em menor proporção, e anzóis grandes capturam peixes pequenos em menor proporção. Isto pode ser observado claramente na figura 2, que representa a variação da probabilidade de captura do pargo em função do número do anzol (excluindo-se o de nº 617, devido a dificuldades de estimação correta da variância da

distribuição de comprimento por ela gerada), verificando-se que o anzol de nº 615 (abertura de 2,04 cm) determina uma distribuição normal simétrica, com comprimento de seleção igual a 53,4 cm, enquanto todos os outros determinam distribuições normais assimétricas.

Verifica-se a existência de correlação positiva, com significância estatística ($r = 0,799$), entre as variáveis proporção de jovens na captura (Y) e esforço de pesca (X), cuja interdependência preditiva com caráter de causa e efeito, pode ser expressa através da seguinte relação curvilínea e respectiva equação de regressão (tabelas II e III; figura 2):

$$Y = 15,1 X^{0,840}$$

$$\ln Y = 2,715 + 0,840 \ln X$$

$$(r = 0,799 ; P < 0,05)$$

A análise desta curva (figura 2) enseja as seguintes observações: (1) o esforço de pesca determina um aumento da proporção de jovens na captura, com tendência assintótica; (2) o aumento da proporção de jovens é mais rápidos em níveis mais baixos de esforço, atingindo um valor de 43,2% em torno de 3,5 milhões de anzóis-dia e, passando em seguida a sofrer apenas pequenos acréscimos até sua estabilização; (3) a partir desse nível de esforço, a população do pargo provavelmente torna-se mais precoce, determinando uma redução relativa do estoque jovem e consequente aumento do estoque reprodutor.

Verifica-se a existência de correlação inversa, com elevada significância estatística ($r = - 0,958$), entre as variáveis comprimento médio individual (Y) e esforço de pesca (X), cuja interdependência preditiva com caráter de causa e efeito, pode ser expressa através da seguinte relação curvilínea e respectiva equação da regressão (tabela II e III; figura 3):

$$Y = 52,2 e^{-0,047 X}$$

$$\ln Y = 3,955 - 0,047 X$$

$$(r = - 0,958; P < 0,01)$$

A análise desta curva (figura 3) enseja as seguintes observações: (1) o esforço de pesca determina um decréscimo do comprimento médio individual; (2) a redução do comprimento médio é mais rápida em baixos níveis de esforço, atingindo um valor de 44,3 cm em torno de 3,5 milhões de anzóis - dia, tendendo em seguida para uma estabilização; (3) a partir desse tamanho, a população do pargo provavelmente estará com abundância bastante reduzida, de modo que os indivíduos passarão a crescer mais rápido, podendo atingir um determinado tamanho num menor espaço de tempo.

A probabilidade de captura, $P(1)$ pode também ser considerada como uma estimativa da taxa de exploração (que mede a razão entre os coeficientes de mortalidade por pesca e total, $E = F/Z$), já que $P(1) = C(1)/N(1)$. Deste modo, a partir dos dados constantes da tabela IV, pode-se verificar que a maior taxa de exploração do estoque capturável é determinada pelo anzol de nº 615, com tendência de decréscimo desta tanto para anzóis grandes (614 e 613) como pequenos (618 e 616). Tomando-se os estoques jovem e adulto, verifica-se que há uma tendência de decréscimo / da taxa de exploração de indivíduos imaturos à medida que aumenta o tamanho do anzol, e que a taxa de exploração de indivíduos adultos aumenta até o anzol de Nº 615, decrescendo ligeiramente para os anzóis de nº 614 e 613.

Tendo em vista a variação observada na probabilidade de captura em função do tamanho do anzol, o número de indivíduos no estoque disponível, $N(1)$, calculando pela fórmula $N(1) = C(1)/P(1)$, apresenta distribuições variáveis, de acordo com o seguinte esquema: (1) os valores modais do comprimento ocorrem nas classes de 37 - 40 cm (anzóis 613 e 614), 46 - 49 cm (anzóis 615, 616 e 618) - figura 4. Esses dados mostram que a diminuição do tamanho do anzol determina um aumento da proporção de indivíduos antes da ocorrência do comprimento modal, significando que ainda

ocorre um vício considerável no cálculo do número de indivíduos no estoque disponível, o qual deveria refletir o verdadeiro número de indivíduos disponíveis para captura, cuja frequência no estoque capturável é subestimada devido ao efeito da seletividade do anzol. Assim, a proporcionalidade entre os estoques jovem e adulto disponíveis para captura varia de acordo com o tamanho do anzol, apresentando os seguintes valores percentuais: $\frac{618}{616} = 66,2\%$ e $33,8\%$; $\frac{616}{615} = 56,5\%$ e $43,5\%$; $\frac{615}{614} = 34,0\%$ e $66,0\%$; $\frac{614}{613} = 25,7\%$ e $74,3\%$; $\frac{613}{612} = 12,1\%$ e $87,9\%$ (tabela V) .

As curvas de sobrevivência do estoque disponível do pargo, obtidas para os diversos tamanhos de anzol (figura 4), indicam que a máxima vulnerabilidade dos indivíduos a este aparelho ocorre em valores do comprimento individual com tendência inversa de aumento em função do tamanho do anzol, como se segue: na classe 37 - 40 cm, para os anzóis 613 e 614 , e na classe 46 - 49 cm de comprimento total, para os anzóis 615 616 e 618. Estas curvas evidenciam que continua a existir um vício na estimação da abundância relativa do estoque devido à seletividade do anzol, provavelmente devido à influência do próprio tamanho do anzol sobre o valor do comprimento médio de seleção (l_c), em função do qual varia a probabilidade de captura, $P(l)$. Estas informações, no entanto, podem ser utilizadas sob um outro enfoque, para estimação de coeficientes de mortalidade para diferentes faixas de comprimento e idade. (figura 5).

A evolução histórica das pescarias do pargo pode ser determinada em termos da variação temporal dos três parâmetros que mantêm uma relação com o recurso e com a atividade pesqueira (produção, esforço de pesca e CPUE), a saber, as fases de desenvolvimento, aceleração e estabilização, dentro das quais podem ser identificados, também, alguns aspectos que caracterizam as modificações dinâmicas da população sob o efeito da pesca. Deve-se ressaltar que o período de evolução a que nos referimos se inicia em 1967, portanto 5 anos após o real começo da atividade pesqueira cuja área de concentração se localizava apenas nos bancos oceânicos ao largo da região Nordeste e tendo como base de apoio o

porto de Recife. No período analisado neste trabalho (1967/89), as pescarias do pargo foram realizadas na plataforma continental das regiões Norte e Nordeste do Brasil, desde o Estado do Ceará até o Estado do Amapá.

(1) Fase de desenvolvimento

Esta fase corresponde aos anos de 1967 a 1973 e se caracteriza como um período de transferência das pescarias nos bancos oceânicos para a plataforma continental, passando a operar como base de operações o porto de Fortaleza.

Como a população ainda se encontra com tamanho e estrutura próximos daqueles característicos do estoque virgem, esta tende a diminuir sua biomassa devido à perda de energia acumulada nos indivíduos grandes e velhos, acelerando-se ciclo de renovação através do aumento do número de indivíduos. Os seguintes aspectos passam, então, a caracterizar a fase de desenvolvimento:

(a) Os valores médios da produção, esforço de pesca e CPUE, no período 1967/73, correspondem, respectivamente, a 53,7%, 24,3% e 224,1% de Y_s , f_s e $CPUE_s$ (tabela VI), observando-se a ocorrência de tendência suave de crescimento da produção e esforço, enquanto a CPUE tende a decrescer rapidamente, apesar de manter ainda valores bem acima da $CPUE_a$ (figura 1) .

(b) A participação relativa dos estratos de idade jovem, madura e avançada apresenta, respectivamente, os seguintes valores médios: 21,7%, 75,6%, e 2,7% com pequena variação anual no período 1967/73 (tabela VII) .

(2) Fase de aceleração

Esta fase corresponde aos anos de 1974 a 1978 e se caracteriza / como um período de consolidação das pescarias na plataforma continental / dos Estados do Ceará, Piauí e Maranhão, com o aumento do tamanho dos barcos e mudanças no sistema de captura, com a implementação do método de pesca com " bicicleta ", um sistema de roldanas que permite maior eficiência no lançamento e recolhimento da linha pargueira, portanto, concedendo

a este aparelho um maior poder de pesca, que se evidencia através de um aumento na captura por unidade de esforço.

A população agora passa a apresentar uma estrutura etária em que predominam os indivíduos de porte médio, pois a energia liberada pelos indivíduos grandes, que foram capturados em grande proporção na fase de desenvolvimento, agora se instala num grande contingente de indivíduos das idades de V a X anos, resultado direto do aumento no recrutamento para o estoque capturável. Os seguintes aspectos passam, então, a caracterizar a fase de aceleração:

(a) Os valores médios da produção, esforço de pesca e CPUE, no período 1974/78, correspondem, respectivamente, a 106,5%, 93,0% e 122,1% de Y_s , f_s e $CPUE_s$ (tabela VI), observando-se que, em termos médios, verifica-se uma estabilização desses parâmetros em torno dos valores ótimos. No entanto, quando se analisa os valores anuais, verifica-se que ocorreu uma aceleração na taxa de acréscimo da produção e do esforço de pesca, bem como na taxa de decréscimo da CPUE (figura 1).

(b) A participação relativa dos estratos de idade jovem, madura e avançada apresenta, respectivamente, os seguintes valores médios: 40,6%, 58,8% e 0,6%, observando-se uma tendência geral de estabilização nos valores anuais para os três estratos etários (tabela VII).

(3) Fase de estabilização

Esta fase corresponde aos anos de 1979 a 1989 e se caracteriza como um período em que ocorreu uma expansão da área de pesca, com a inclusão da plataforma continental dos Estados do Pará e Amapá, de tal modo que atualmente o porto-base da frota pesqueira se localiza em Bragança (Estado do Pará) e as pescarias se concentram numa região que se inicia na metade ocidental do Maranhão e se estende até o Estado do Amapá. A metodologia de pesca com caiques, que havia sido bastante empregada no início dos anos 60, nos bancos oceânicos, voltou a ser implementada, com o argumento de que a área efetiva de pesca era bastante ampliada em função da maior /

dispersão dos pescadores e dos aparelhos-de-pesca.

A estrutura etária do estoque capturável apresenta, agora, características de uma população sobrexplorada, em que o aumento da taxa de mortalidade determinado pelo elevado nível de esforço de pesca, reduz a expectativa de vida e também a quantidade relativa de jovens que efetivamente se tornarão reprodutores e, em última análise, repositores da biomassa retirada pela atividade pesqueira. Os seguintes aspectos passa, então, a caracterizar a fase de estabilização:

(a) Os valores médios da produção, esforço de pesca e CPUE, no período 1979 / 87, correspondem, respectivamente, a 82,4%, 144,8% e 59,4% de Y_s , f_s e $CPUE_s$ (tabela VI), observando-se tendência de decréscimo tanto para a produção como para a CPUE (mais acentuada nesta), enquanto o esforço continua em sua tendência crescente, iniciada na fase de desenvolvimento, embora se verifique uma mudança de tendência, para decrescente, em 1986 e 1987.

(b) A participação relativa dos estratos de idade jovem, madura e avançada apresenta, respectivamente, os seguintes valores médios: 69,5%, 29,9% e 0,6%, com tendência geral de estabilização nos três estratos, embora com valores anuais bastante elevados (tabela VII). Deve-se ressaltar o aumento substancial verificando no estrato de idade jovem, e a consequente redução dos estratos de idade madura e avançada, que colaboram efetivamente a instalação de um estado de sobrepesca da população do pargo.

4 - DISCUSSÃO

A análise conjunta dos parâmetros biológico-pesqueiros que fundamentam um diagnóstico do status biológico do estoque capturável do pargo, devidamente apresentados e discutidos nos Resultados, revela a situação de desequilíbrio estrutural, biomassa reduzida e produtividade decrescente a que foi levado este importante recurso, em decorrência da elevação exagerada do esforço de pesca.

Considerando-se que o principal fator de desestabilização estrutural de uma população biológica é o esforço de pesca, estado sob o qual esta passa a viver menos e produzir menos, torna-se evidente que esta forma de predação exógena, não diretamente controlável pelos fatores do ecossistema deve ser efetivamente controlada tanto em termos de sua intensidade como / da distribuição espacial e temporal, no sentido de proteger partes do estoque que se tornem eventualmente mais vulneráveis e que sejam, na ocasião, mais importantes para a manutenção do status biológico. O estoque do pargo tem perdido ao longo desses anos, principalmente na fase de estabilização, a capacidade competitiva com outras espécies do mesmo nível trófico, ao mesmo tempo em que deve ter passado a sofrer predação por um maior número de espécies predadoras devido à redução de sua biomassa (com transferência de energia para espécies competidoras) e à redução de seu tamanho médio em 19,3%, entre 1967 e 1989.

Ximenes & Fonteles-Filho (1988) mostram que a partir de 1979 o pargo modificou bastante sua estrutura etária, passando a crescer mais rapidamente, como evidenciado pelo aumento de 14,4% no coeficiente de crescimento (K), e atingindo um menor comprimento máximo teórico (L_{∞}), com um decréscimo de 6,1%, em relação aos valores estimados por Menezes & Gesteira (1974), para o período 1967/69. Estes mecanismos de auto-regulação teriam sido postos em ação para que a população pudesse suportar níveis muito elevados de predação, como mostra o aumento de 162% do esforço em relação a $f_s = 2,067$ milhões de anzóis-dia, sem ser levada à extinção biológica. Obviamente, com esse nível de esforço, que determinou uma CPUE de 1,1 kg/anzol-dia, teria passado a existir um real perigo de extinção econômica com a provável retração da atividade pesqueira industrial e consequente redução do esforço e da mortalidade por pesca.

Na implantação de um programa de conservação, em que tanto o recurso como a indústria fossem contemplados, o esforço de pesca deveria estabilizar-se nos níveis obtidos durante a fase de aceleração, o que rara-

mente ocorre. Na verdade, o que se observa é uma sequência de eventos que se inicia na fase de desenvolvimento, quando o recurso ainda se encontra subexplorado, o mercado está em expansão e as margens de lucros são elevadas. No caso do pargo, por exemplo, a elevada produção no período 1974/78 (6,5% acima de Y_s) teria sido responsável pelo elevado nível de esforço no período 1980/85 (53,6% acima de f_s) e, por via de consequência, pela drástica redução na CPUE, 53,8% abaixo da $CPUE_s$ (tabela I).

Dentro desse contexto, pode-se então lançar o conceito de " produção mínima sustentável ", que ocorreria durante a fase de estabilização e que na realidade é muito mais plausível do que a " produção máxima sustentável ", pois este não tem a menor condição de se " sustentar " nesse ponto máximo. Desse modo, talvez seja este o motivo por que se denomina / de fase de estabilização o estágio para o qual fatalmente tendem todos os recursos explorados industrialmente, embora sua permanência nesta situação possa ser em parte revertida através de medidas regulatórias adequadas. Assim, como já verificado para as relações " proporção de jovens/ esforço de pesca " e " comprimento médio/esforço de pesca ", uma quantidade de ordem de 3,5 milhões de anzóis-dia pode ser considerado um valor limite além do qual a população tem chances limitadas de recuperação. Portanto, de acordo com a equação de produção, esse nível de esforço geraria / uma produção mínima sustentável de 5.000 toneladas, com uma respectiva CPUE mínima sustentável de 1,43 kg/anzol-dia. Mantendo-se o estoque sob esses níveis de exploração, poder-se-ia esperar, conseqüentemente, uma estabilização da proporção de jovens na captura e do comprimento médio individual em valores compatíveis com as necessidades de equilíbrio populacional e manutenção do status biológico do pargo nas regiões Norte e Nordeste do Brasil.

5 - CONCLUSÕES

1 - As regressões entre três variáveis (proporção de jovens na captura,

comprimento médio individual e captura por unidade de esforço) e o esforço de pesca, relativos ao estoque capturável do pargo, estão representadas pelas seguintes equações, respectivamente:

$$\ln Y = 2,715 - 0,840 \ln X \quad (r = 0,799; P < 0,05)$$

$$\ln Y = 3,955 - 0,047 X \quad (r = - 0,958; P < 0,01)$$

$$\ln Y = 2,052 - 0,484 X \quad (r = - 0,951; P < 0,01)$$

- 2 - As variáveis proporções de jovens na captura, comprimento médio individual e captura por unidade de esforço apresentam tendência assintótica de variação em relação ao esforço de pesca, estabilizando-se a um nível de 3,5 milhões de anzóis-dia, com valores de 43,3%, 44,3cm e 1,43 kg/anzol-dia.
- 3 - A maior taxa de exploração do estoque é determinada com anzol de nº 615, com tendência de decréscimo desta tanto para anzóis pequenos (618 e 616) como grandes (613 e 614).
- 4 - Verifica-se uma tendência de decréscimo da taxa de exploração de indivíduos jovens em função do aumento no tamanho do anzol, enquanto para indivíduos adultos esta taxa aumenta até o anzol de nº 615, decrescendo para os anzóis 613 e 614.
- 5 - A máxima vulnerabilidade do estoque disponível ao anzol ocorre numa tendência inversa do comprimento individual com o tamanho do anzol, medido por sua abertura.
- 6 - A exploração pesqueira do pargo apresenta uma evolução histórica, em termos da variação da produção, esforço de pesca e CPUE, de acordo com as fases de desenvolvimento, aceleração e estabilização, dentro das quais se verifica uma correspondência com as modificações dinâmicas sofridas pelo estoque como forma de adaptação à predação pela pesca.
- 7 - A exploração do pargo se encontra atualmente na fase de estabilização, caracterizada por produção e CPUE decrescentes e esforço de pesca crescente, com tendência à estabilização devido a uma retração da atividade industrial, apresentando a população sinais de equilíbrio instável, que pode ser mantido e até revertido para equilíbrio estável, se a a

meaça de extinção econômica da atividade atuar como fator de redução do esforço de pesca, ao lado da implementação de medidas regulatórias.

6 - BIBLIOGRAFIA

BRASIL. SUDEPE/PDP, 1978. Relatório da Reunião Técnica sobre a Pesca do Pargo no Norte e Nordeste do Brasil, 16 pp., Brasília (mimeo.)

COELHO, R.R., 1974. Efeitos da pesca sobre o pargo (Lutjanus purpureus POEY), na costa do Nordeste do Brasil. Bol. Rec. Nat., Recife, 12 (2): 47 - 67.

FOX, W.W., 1970. An exponential surplus yield model for optimizing exploited fish populations. Trans. Amer. Fish. Soc., Lawrence, 99 (1):80-88.

GULLAND, J.A., 1961. Fishing and the stocks of fish at Iceland. Fish. Invest., London, 2 (4): 1 - 52.

IVO, C.T.C. & A.J. HANSON, 1982. Aspectos da biologia e dinâmica populacional do pargo, Lutjanus purpureus POEY, no Norte e Nordeste do Brasil. Arq. Ciên. Mar, 22 (1/2): 1 - 41.

IVO, C.T.C. & C.A.S. ROCHA, 1988. Estudo da seletividade do anzol na captura do pargo, Lutjanus purpureus POEY, no Norte e Nordeste do Brasil. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, 27: 67 - 73.

MENEZES, M.F. & T.C.V. GESTEIRA, 1974. Idade e crescimento do pargo, Lutjanus purpureus Poey, do Norte e Nordeste do Brasil. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza 14 (2): 81 - 85.

SCHAEFFER, M.B., 1954. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of commercial fisheries. Bull. Inter-Am. Trop. / Tuna Comm., La Jolla, 1 (2): 26 - 56.

XIMENES, M.O.C. & A.A. FONTELES-FILHO, 1988. Estudo da Idade e crescimento do pargo, Lutjanus purpureus Poey, no Norte e Nordeste do Brasil. Arq. Ciên. Mar, Fortaleza, 27: 53 - 72.

TABELA I- Dados sobre a produção total, esforço de pesca e captura por unidade de esforço (CPUE), relativos ao pargo, Lutjanus purpureus, no Norte e Nordeste do Brasil.

Ano	Produção (10 ⁶ Kg)	Esforço de pesca (10 ⁶ anzol-dia)	CPUE (kg/anzol-dia)
1967	4,863	0,695	7,0
1968	3,440	0,390	8,8
1969	3,042	0,454	6,7
1970	2,058	0,317	6,4
1971	2,170	0,387	5,6
1972	2,414	0,439	5,5
1973	4,261	0,775	5,5
1974	5,252	1,050	5,0
1975	6,037	1,404	4,3
1976	5,899	1,843	3,1
1977	7,547	2,903	2,5
1978	6,746	2,409	2,8
1979	4,617	2,007	2,3
1980	5,912	2,687	2,2
1981	5,705	3,003	1,9
1982	4,957	2,005	2,4
1983	4,681	3,120	1,5
1984	4,751	3,394	1,4
1985	5,249	4,772	1,1
1986	4,526	3,233	1,4
1987	3,442	2,648	1,3

TABELA II- Dados sobre a proporção do estoque jovem na captura, comprimento médio individual e esforço de pesca, relativos ao pargo, Lutjanus purpurus, no Norte e Nordeste do Brasil.

Ano	Proporção do estoque jovem (%)	Comprimento médio individual(cm)	Esforço de pesca (10 ⁵ anzol-dia)
1967	7,7	52,3	0,695
1968	16,8	50,5	0,390
1969	9,0	52,1	0,454
1970	10,5	51,4	0,317
1971	10,0	53,1	0,387
1972	2,9	52,5	0,439
1973	2,5	51,5	0,775
Média	8,5	51,9	0,494
1974	18,0	48,9	1,050
1975	16,8	48,0	1,404
1976	16,6	49,2	1,843
1977	31,2	46,6	2,903
1978	24,1	48,9	2,409
Média	21,3	48,3	1,922
1979	40,7	44,9	2,001
1980	48,0	43,5	2,687
1981	35,8	46,7	3,003
1982	45,5	44,4	3,005
1983	43,4	44,6	3,120
1984	45,2	44,9	3,394
1985	43,9	44,7	4,772
1986	51,8	44,0	3,233
1987	53,2	42,9	2,648
Média	45,3	44,5	2,985
MÉDIA GERAL	27,3	47,9	1,902

TABELA III-Valores observados e calculados do esforço de pesca e da proporção de jovens e comprimento, utilizados no cálculo de regressão entre estas variáveis.

Esforço de pesca / % de jovens			Esforço de pesca / comp. médio		
X'	Y'	\hat{Y}'	X	Y'	\hat{Y}'
-0,364	2,041	2,409	0,695	3,957	3,923
-0,942	2,821	1,924	0,390	3,922	3,937
-0,790	2,197	2,051	0,454	3,953	3,934
-1,149	2,351	1,750	0,317	3,939	3,940
-0,949	2,302	1,918	0,387	3,972	3,937
-0,823	1,065	2,024	0,439	3,961	3,934
-0,255	0,916	2,501	0,775	3,941	3,910
0,049	2,890	2,756	1,050	3,890	3,900
0,339	2,821	3,000	1,404	3,871	3,889
0,611	2,809	3,228	1,843	3,896	3,869
1,066	3,440	3,610	2,903	3,842	3,818
0,879	3,182	3,453	2,409	3,890	3,842
0,697	3,706	3,300	2,007	3,804	3,861
0,988	3,871	3,545	2,687	3,772	3,829
1,100	3,578	3,639	3,003	3,843	3,814
0,696	3,817	3,300	2,005	3,793	3,861
1,138	3,770	3,637	3,120	3,797	3,808
1,222	3,811	3,741	3,394	3,804	3,795
1,563	3,782	4,028	4,772	3,800	3,731
1,173	3,947	3,700	3,233	3,784	3,803
0,974	3,974	3,533	2,648	3,759	3,830
$\Sigma X = 7,223$	$\Sigma Y^2 = 206,412$	$\Sigma X = 39,935$	$\Sigma Y^2 = 206,412$		
$\Sigma Y = 63,096$	$\Sigma XY = 34,506$	$\Sigma Y = 63,096$	$\Sigma XY = 138,347$		
$\Sigma X^2 = 17,719$	$n = 21$	$\Sigma X^2 = 108,354$	$n = 21$		

Convenções: X = esforço de pesca; X' = ln X; Y = % de jovens e comprimento médio; Y' = ln Y; \hat{Y}' = valor calculado de Y'.

TABELA IV- Variação da probabilidade de captura, $P(1)$ do estoque capturável do pargo, Lutjanus purpureus, em função do comprimento individual e do tamanho do anzol.

Comprimento total (cm)	C(1)	Probabilidade de captura, P(1)				
		618	616	615	614	613
31 → 34	162	0,9569	0,5682	0,5427	0,0750	0,0203
34 → 37	372	0,9958	0,7108	0,6385	0,1257	0,0370
37 → 40	775	0,9800	0,8404	0,7226	0,1988	0,0643
40 → 43	1.142	0,9286	0,9391	0,8197	0,2971	0,1063
43 → 46	1.374	0,8320	0,9918	0,8944	0,4191	0,1669
46 → 49	1.510	0,7091	0,9899	0,9576	0,5581	0,2491
49 → 52	1.130	0,5749	0,9338	0,9874	0,7023	0,3535
52 → 55	760	0,4434	0,8326	0,9990	0,8341	0,4767
55 → 58	532	0,3253	0,7015	0,9857	0,9355	0,6111
58 → 61	354	0,2270	0,5587	0,9484	0,9907	0,7440
61 → 64	192	0,1507	0,4204	0,8899	0,9886	0,8625
64 → 67	101	0,0952	0,2991	0,8142	0,9355	0,9498
67 → 70	60	0,0572	0,2010	0,7265	0,8341	0,9938
70 → 73	28	0,0327	0,1276	0,6321	0,7023	0,9891
73 → 76	16	0,0177	0,0767	0,5364	0,5583	0,9354
76 → 79	12	0,0092	0,0436	0,4438	0,4191	0,8409
79 → 82	8	0,0045	0,0233	0,3581	0,2971	0,7187
MÉDIAS						
31 → 43	(jovens)	0,9663	0,7646	0,6809	0,1742	0,0570
43 → 82	(adultos)	0,2676	0,4769	0,7325	0,7058	0,6840
31 → 82	(estoque)	0,4318	0,5446	0,7587	0,5807	0,5365

TABELA V- Variação do número de indivíduos no estoque disponível N(1) do pargo, Lutjanus purpureus, em função do comprimento individual e do tamanho do anzol.

Comprimento total (cm)	C(1)	Número de indivíduos, N(1)				
		618	616	615	614	613
31 → 34	162	8.026	2.167	300	286	170
34 → 37	372	10.055	2.960	583	523	374
37 → 40	775	12.054	3.898	1.072	922	786
40 → 43	1.142	10.735	3.841	1.392	1.215	1.229
43 → 46	1.374	8.231	3.278	1.536	1.385	1.651
46 → 49	1.510	6.062	2.705	1.587	1.525	2.130
49 → 52	1.130	3.197	1.609	1.145	1.210	1.966
52 → 55	760	1.595	912	761	913	1.715
55 → 58	532	871	569	540	759	1.637
58 → 61	354	476	357	373	634	1.560
61 → 64	192	223	194	216	457	1.274
64 → 67	101	106	108	124	338	1.062
67 → 70	60	60	71	82	296	1.041
70 → 73	28	29	40	45	223	869
73 → 76	16	17	29	30	210	911
76 → 79	12	14	28	26	266	1.259
79 → 82	8	9	22	19	288	1.491
TOTALS						
31 → 43	(jovens)	40.870	12.866	3.347	2.946	2.559
43 → 48	(adultos)	20.890	9.922	6.484	8.504	18.566
31 → 82	(total)	61.760	22.788	9.831	11.450	21.125

TABELA VI - Variação dos valores anuais da produção (P), esforço de pesca (f) e CPUE em relação a seus valores ótimos " produção máxima sustentável " (Y_s), "esforço ótimo " (f_s) e " CPUE máxima sustentável " ($CPUE_s$) do pargo, Lutjanus purpureus.

ANO	$\frac{P}{Y_s} \times 100$	$\frac{f}{f_s} \times 100$	$\frac{CPUE}{CPUE_s} \times 100$
1967	82,2	33,6	241,4
1968	58,2	18,9	303,4
1969	51,4	22,0	231,0
1970	34,8	15,3	220,7
1971	36,7	18,7	193,1
1972	40,8	21,2	189,6
1973	72,0	37,5	189,6
Média	53,7	24,3	224,1
1974	88,8	50,8	172,4
1975	102,1	67,9	148,3
1976	99,7	89,2	106,9
1977	127,6	140,4	86,2
1978	114,1	116,5	96,6
Média	106,5	93,0	122,1
1979	78,1	97,1	79,3
1980	100,0	130,0	75,9
1981	96,5	145,3	65,5
1982	83,8	99,9	82,7
1983	79,2	150,9	51,7
1984	80,3	164,2	48,3
1985	88,7	230,9	37,9
1986	76,5	156,4	48,3
1987	58,2	128,1	44,8
Média	82,4	144,8	59,4

TABELA VII-Participação relativa dos estratos de idade jovem (III-VI anos), madura (VII-XII anos) e avançada (XIII-XX anos) do pargo, Lutjanus purpureus, no Norte e Nordeste do Brasil.

Ano	Participação relativa (%)		
	III - VI anos	VII - XII anos	XIII - XX anos
1967	18,4	80,4	1,2
1968	32,5	65,1	2,4
1969	25,2	75,4	3,4
1970	27,3	70,3	2,4
1971	22,2	71,3	6,5
1972	22,8	85,2	2,0
1973	13,3	85,8	0,9
Média	27,7	75,6	2,7
1974	35,4	62,8	0,8
1975	39,9	59,4	0,7
1976	34,8	64,2	1,0
1977	50,0	48,6	0,5
1978	40,4	58,9	0,7
Média	40,6	58,8	0,6
1979	69,7	30,3	0,0
1980	71,1	28,7	0,2
1981	57,7	40,3	2,0
1982	70,0	30,0	0,0
1983	69,0	31,0	0,0
1984	66,1	33,7	0,2
1985	69,6	30,0	0,4
1986	71,8	25,7	2,5
1987	73,7	26,1	0,2
1988	77,4	22,5	0,4
1989	68,9	30,8	0,3
Média	69,5	29,9	0,6
MÉDIA GERAL	48,7	50,1	1,2

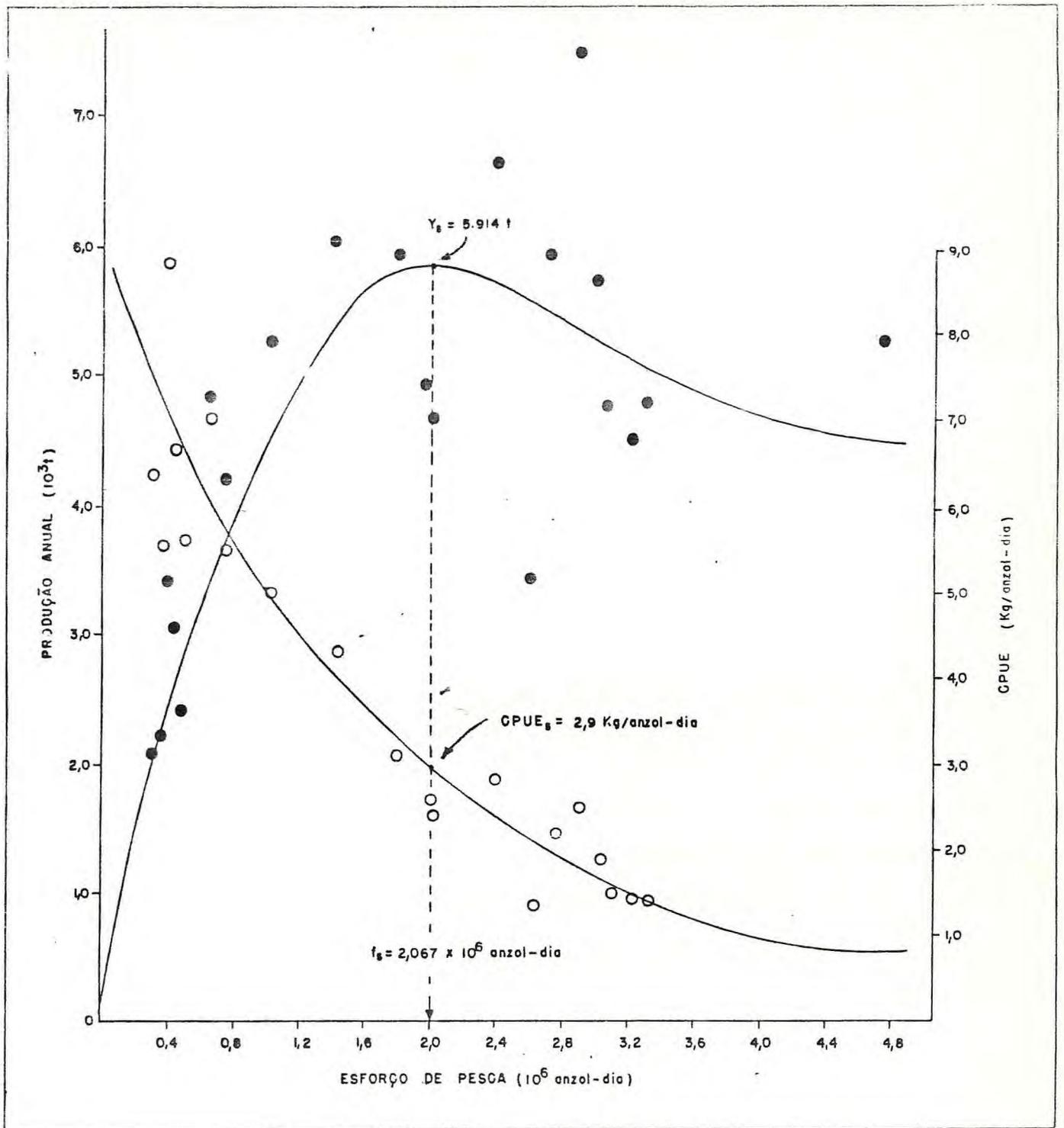


Figura 1 - Curvas de produção e produtividade do pargo (CPUE), Lutjanus purpureus, no período de 1967 a 1987.

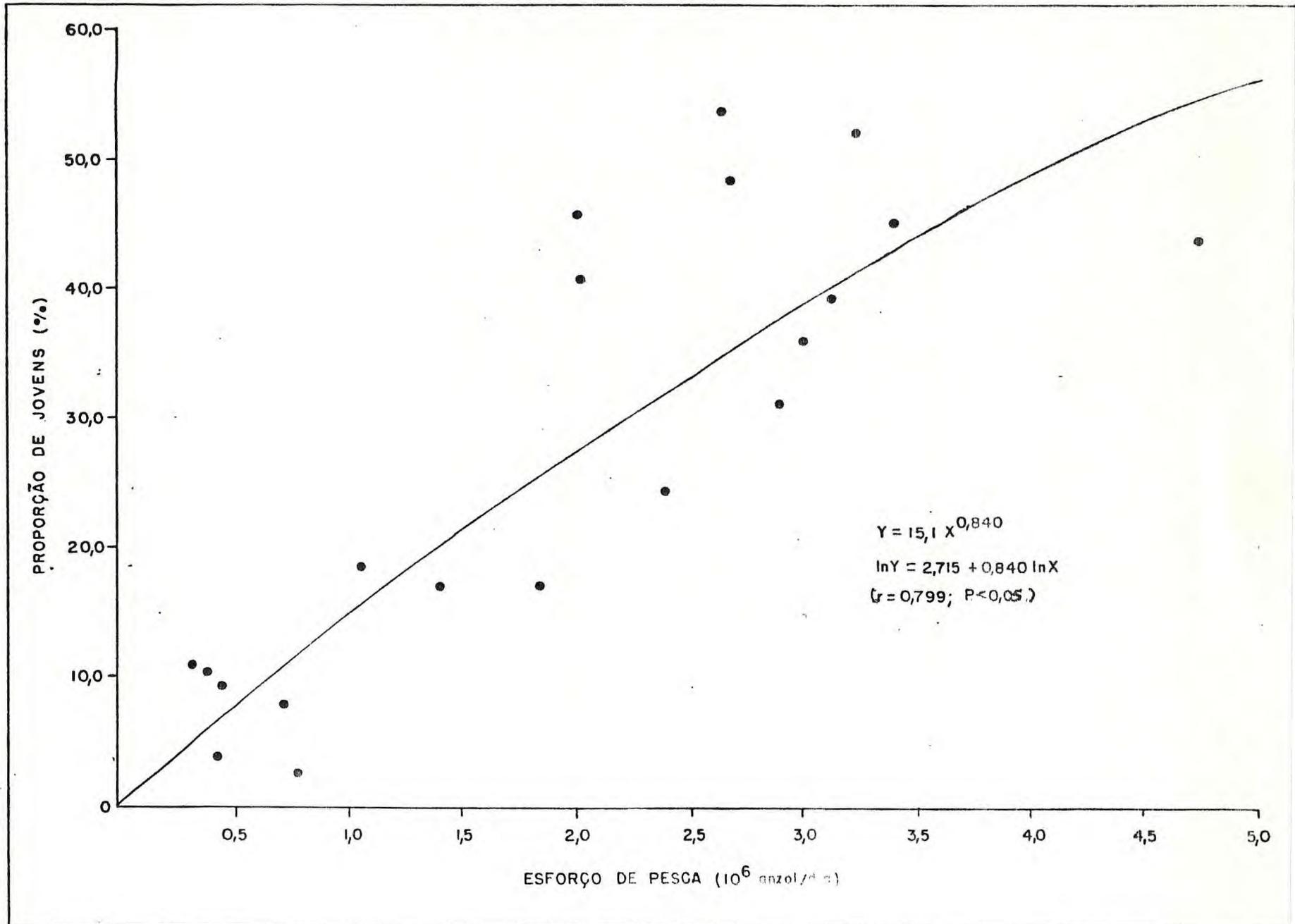


Fig. 2 - Gráfico de regressão entre proporção de juvenis na captura e esforço de pesca.

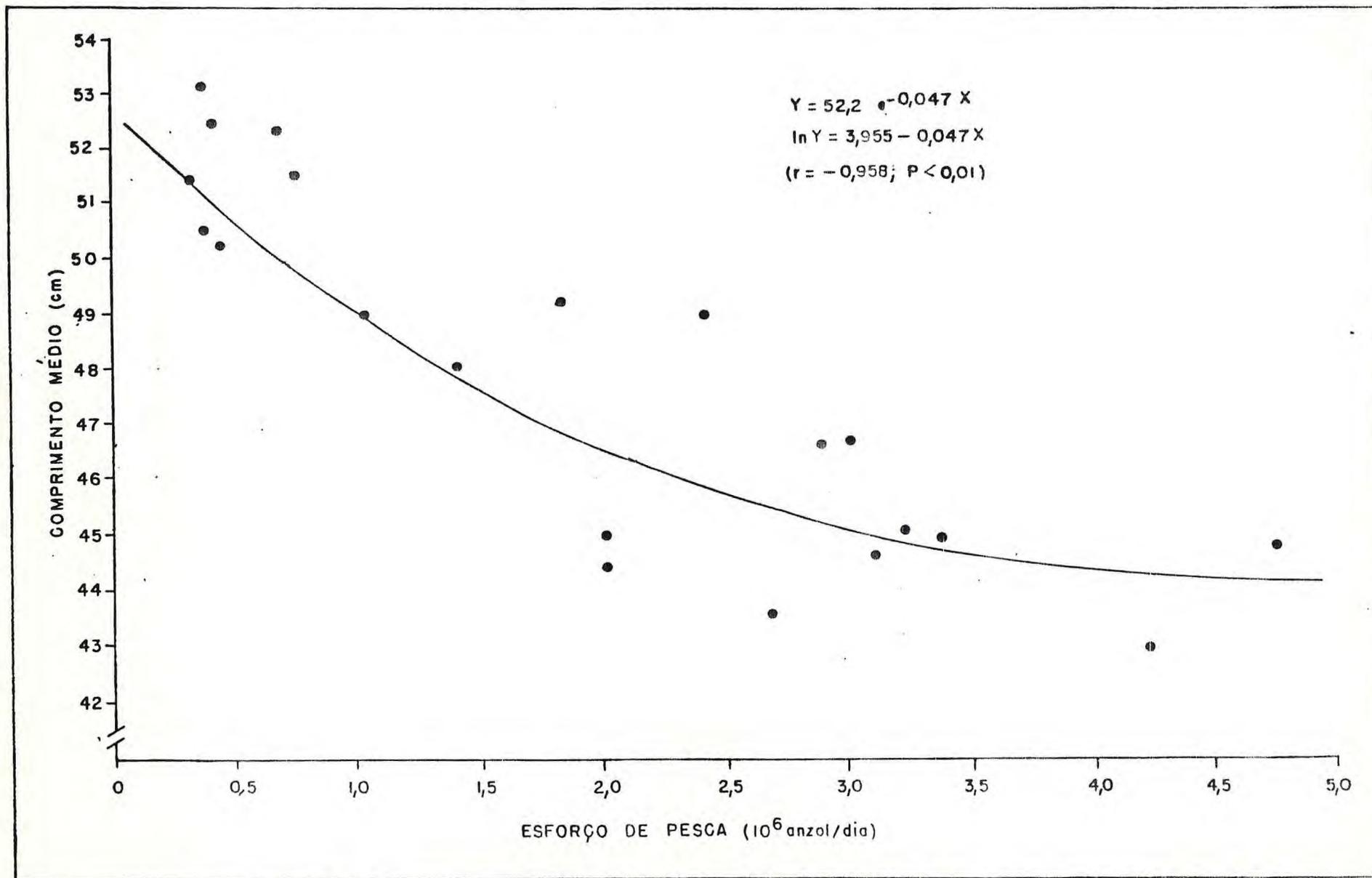


Figura 3 - Representação gráfica da regressão entre comprimento médio individual e esforço de pesca, relativa ao estoque capturável do pargo, Lutjanus purpurus.

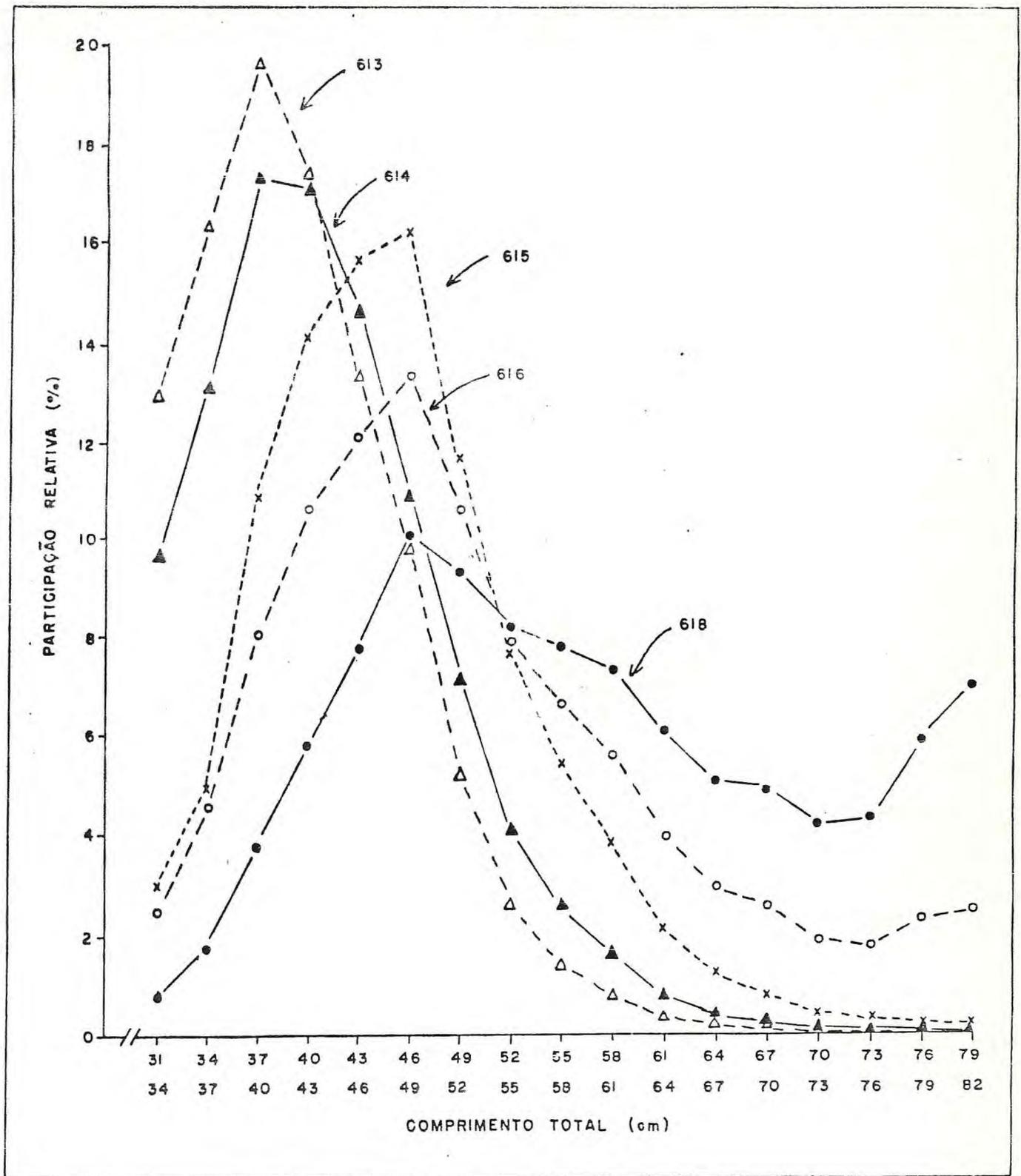


Figura 4 - Distribuição de frequência relativa do estoque disponível do nargo, Lutjanus purpureus, em função do comprimento individual e para diferentes tamanhos de anzol.

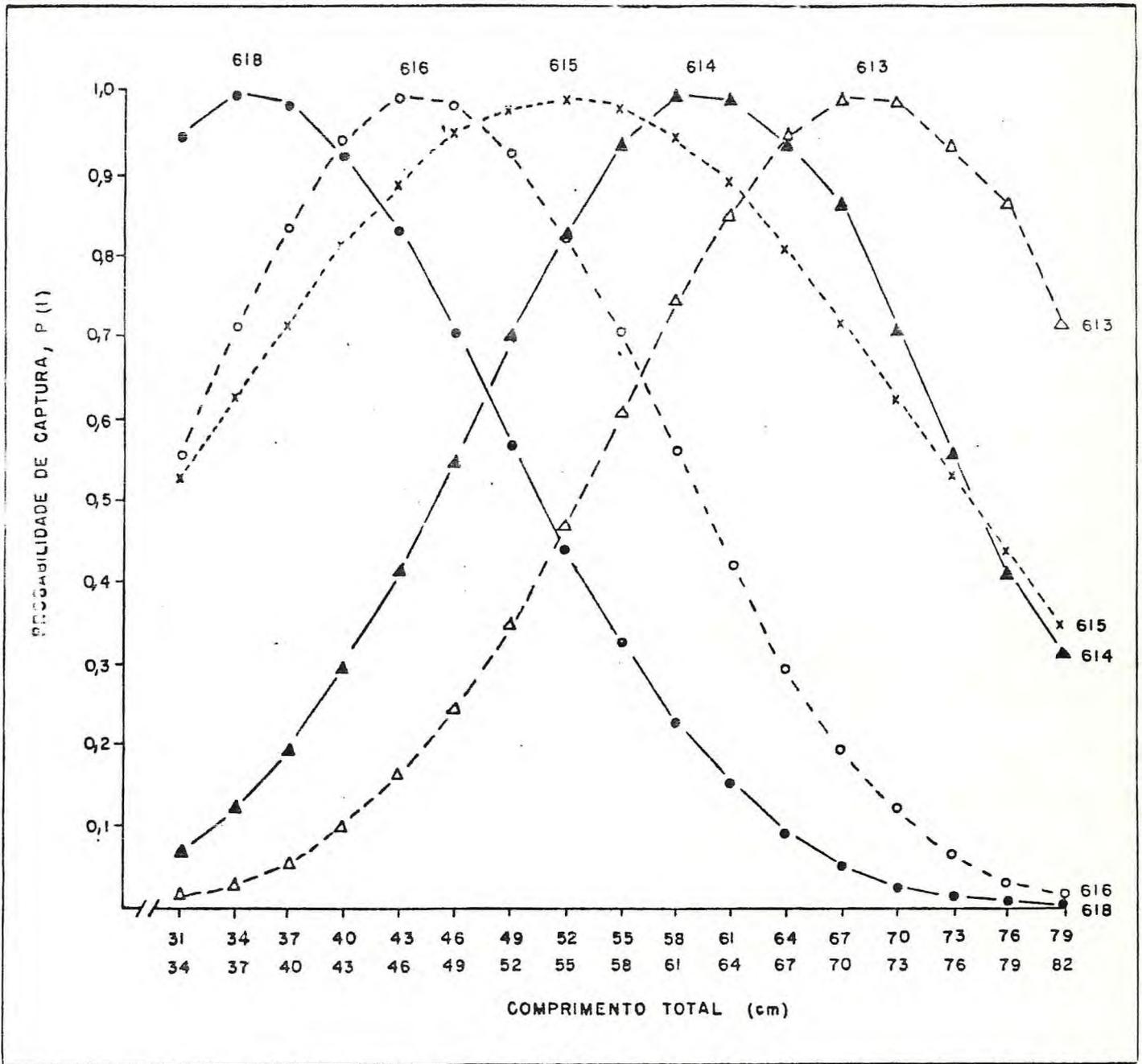


Figura 5 - Curvas de seleção do comprimento para diferentes tamanhos de anzol utilizados na captura do pargo, *Lutjanus purpureus*, no Norte e Nordeste do Brasil.