



## **Pesca industrial do camarão-rosa na plataforma continental Amazônica: aspectos da dinâmica da população, avaliação do estoque e influência dos parâmetros ambientais**

### **Industrial fishing of the brown shrimp in the Amazon continental shelf: dynamic population aspects, stock assessment and influence of environmental parameters**

José Augusto N. ARAGÃO<sup>1</sup>, Kátia Cristina de A. SILVA<sup>2</sup> & Israel Hidenburgo A. CINTRA<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

\*Email: israel.cintra@ufra.edu.br

Recebido em 24 de outubro de 2015

**Resumo** - O camarão-rosa (*Farfantepenaeus subtilis*) possui um ciclo de vida curto, mas complexo, habitando áreas oceânicas, mais ao norte da área de ocorrência, na fase adulta e larval, e áreas estuarinas e lagunares na fase de pós-larva e juvenil. O pico de reprodução se estende de maio a setembro e, logo após, as larvas eclodem e iniciam sua migração para áreas costeiras, onde se assentam e residem principalmente entre junho e outubro. A partir de setembro até janeiro do ano seguinte é maior a intensidade de recrutamento de juvenis às áreas oceânicas, onde passam a amadurecer e, a partir de dezembro, começam a ser alvo da pesca industrial. A maior abundância da população adulta em termos de biomassa vai de março a agosto quando também se verificam as maiores capturas. As fêmeas crescem mais que os machos e estão presentes sempre em maior proporção nas capturas (61%). Os comprimentos assintóticos foram estimados em 231 mm (machos) e 205 mm (fêmeas). A população apresenta taxa de mortalidade relativamente elevada com acentuadas flutuações de recrutamento e abundância, com evidências de que são fortemente governadas pelas condições ambientais. A vazão do rio Amazonas é o fator ambiental que governa com mais intensidade as condições do ambiente costeiro na região e verificou-se que suas flutuações influenciam a abundância populacional. Postula-se que o aporte e sobrevivência das larvas e pós-larvas no ambiente costeiro seja influenciada pela intensidade da vazão do rio. O período em que se assentam nos berçários na zona costeira coincide com a estação de vazante do rio, sendo a sobrevivência favorecida por vazões abaixo da média e vice-versa. Portanto, medidas de ordenamento voltadas para o uso sustentável do recurso devem estar associadas ao conhecimento das condições ambientais, bem como a estudos sobre a abundância de pós-larvas e juvenis na faixa costeira.

**Palavras-Chave:** camarões, administração pesqueira, modelos preditivos, costa Norte do Brasil.

**Abstract** - The brown shrimp (*Farfantepenaeus subtilis*) has a short but complex life cycle, inhabiting oceanic areas, at the north of its distribution during the adult and larval stages, and at estuarine areas and lagoons in post-larval and juvenile stages. Highest intensity of reproduction extends from May to September. Soon after the hatch, the larvae start their migration to coastal areas, passing throughout several stages, where they settle and remain resident between June and October. From September to January of the following year the intensity of recruitment to ocean areas is higher, where they start to mature and from December on they are captured by the industrial fishery. The highest abundance of the adult population in terms of biomass was observed from March to August when the largest catches also occur. Females grow larger than males and are always present in greater proportion in catches (61%). Asymptotic lengths were estimated at 231 mm and 205 mm, for females and males respectively. The population has a natural mortality rate relatively high, 2.53 year<sup>-1</sup> for females and 1.83 years<sup>-1</sup> for males, and pronounced fluctuations in recruitment and abundance are observed, with evidence of being strongly governed by environmental conditions. The flow of the Amazon River is the main environmental factor that determines the conditions of the coastal environment in the region and it was found that the fluctuations are correlated with the brown shrimp population abundance. It is postulated that the uptake and survival of larvae and post larvae in the coastal environment is influenced by the intensity of river flow. The settling period at the nurseries in the coastal zone coincides with the dry season and their survival is favored when the flow of the river is below the average, and vice versa. Therefore, management measures facing the sustainable use of the resource must be associated with the knowledge of environmental conditions during this period, as well as studies on the abundance of post-larvae and juveniles in the coastal zone.

**Keywords:** fisheries administration, environmental factors, predictive models.



## Introdução

Camarões são crustáceos que sustentam pescarias importantes nas regiões tropicais e subtropicais em todo o mundo. Na costa norte do Brasil, as espécies comercialmente importantes pertencem à família Penaeidae (Rafinesque, 1815) e a três gêneros distintos: *Farfantepenaeus* Burukovsky, 1997, cujos representantes são o *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez Farfante, 1967) e o *Farfantepenaeus brasiliensis* Latreille, 1817, conhecidos como camarão-rosa; *Litopenaeus* Pérez Farfante, 1969, destacando-se o *Litopenaeus schmitti* (Burkenroad, 1936) denominado camarão-branco e o *Xiphopenaeus* Smith, 1869, sendo o *Xiphopenaeus kroyeri* (C. Heller, 1862) o camarão-sete-barbas, a única espécie.

Camarões peneídeos estão geralmente associados a fundos lamosos e possuem hábitos noturnos, se enterram no substrato durante o dia e emergem à noite para se alimentar. As fêmeas depositam ovos demersais que após a eclosão geram um estágio larvar inicial que passa a ser planctônico. Dando continuidade ao ciclo de vida, a larva passa por diversas fases até atingir a forma de pós-larva, quando então migra para a zona costeira, em geral para lagoas e estuários. Quando atingem o comprimento de cerca de 90 mm retornam ao oceano, onde se concentram, amadurecem, acasalam e se reproduzem. Os diferentes gêneros penetram no oceano e no estuário até distancias que variam de espécie para espécie (Garcia & Le Rest, 1981). São espécies de ciclo de vida curto, de crescimento rápido e sujeitas a elevadas taxas de mortalidade natural. Estima-se que camarões peneídeos tenham uma longevidade máxima de 18 a 24 meses (Gillett, 2008).

Na região norte os juvenis das três espécies são encontrados na extensa faixa de mangue que domina as costas dos estados do Piauí, Maranhão, Pará e Amapá, enquanto os adultos se concentram, maturam, acasalam e desovam no mar, onde são capturados. O camarão-rosa atinge, na fase adulta, profundidades que chegam a mais de 100 m. Já o camarão-branco é uma espécie que se encontra numa faixa de distribuição mais costeira, podendo chegar às áreas oceânicas, mas em menores profundidades que o camarão-rosa. Em algum momento da fase de vida as espécies habitam faixas de profundidade comuns (Aragão, 2012).

A plataforma costeira amazônica brasileira está situada entre a foz do rio Oiapoque (05°N, 051°W), fronteira do Brasil com a Guiana Francesa, e a Baía de São Marcos (02°S, 044°W), no Maranhão. Suas características meteorológicas e oceanográficas são bastante peculiares quando comparadas a outras regiões costeiras do país, apresentando, entre outros, elevada precipitação anual (até 3.300 mm), altas temperaturas (>20 °C) com baixa variação térmica anual, ampla plataforma continental (~330 km), regime de macro marés (com valores máximos de 8 m no Maranhão, 6 m no Pará e 12 m no Amapá), descarga de dezenas de estuários e do maior rio do mundo, o rio Amazonas (Pereira, Alveirinho Dias, Carmo & Pollete, 2009).



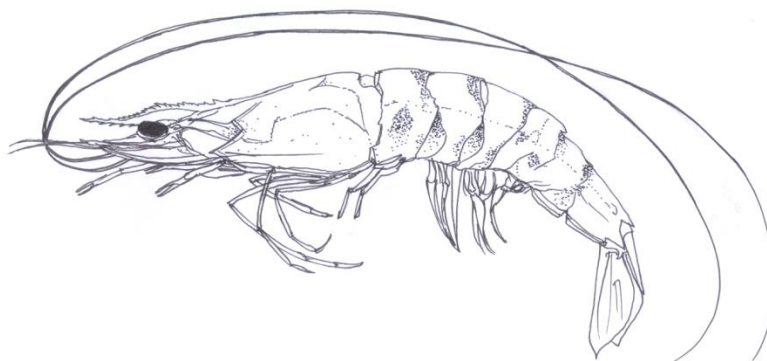
Em sua ampla zona costeira, se encontra elevado número de rios de drenagem estando sujeita a ativo processo de erosão e sedimentação. Nela estão inseridos diversos ambientes como praias, planícies de marés, pântanos salinos e doces, estuários, manguezais, floresta de várzea, florestas tropicais, lagoas, lagunas, ilhas, rias, deltas, dunas, etc. Abrange a maior extensão contínua de manguezais do planeta, com uma área total de 7,591 km<sup>2</sup>, entre a Baía de Marajó (PA) até a ponta do Tubarão, Baía de São José (MA), além de cerca de 1,800 km<sup>2</sup> na costa do estado do Amapá (Souza Filho, 2005). A faixa de manguezais inundados chega a 30 km de largura e os estuários estendem-se por mais de 80 km continente adentro.

O clima quente e úmido está sob influência direta do ciclo hidrológico da região, com dois períodos típicos: "seca" entre outubro e novembro, e "cheias", entre maio-junho (Filizola, Silva, Santos & Oliveira, 2006). Este claro padrão sazonal da climatologia da região há muito tem sido indicado como o principal fator governando o ciclo biológico das espécies aquáticas (Bates, 1869).

Muitos autores reconhecem que o fenômeno El Niño/Oscilação Sul (ENOS) é um dos principais estímulos à variabilidade ambiental nos trópicos e seu impacto é generalizado, com forte influência na temperatura e regime de chuvas em todo o planeta. Considera-se que as fases El Niño e La Niña do ciclo de ENOS governam, pelo menos em parte, o ciclo das "cheias" e das "secas" na região amazônica. De modo geral, os períodos dominados pelo "El Niño" são mais secos e quentes que o normal na Amazônia, enquanto que sob a influência da "La Niña" são mais úmidos e frios (Poveda & Mesa, 1997; Foley, Botta, Coe & Costa, 2002).

#### CAMARÕES CAPTURADOS

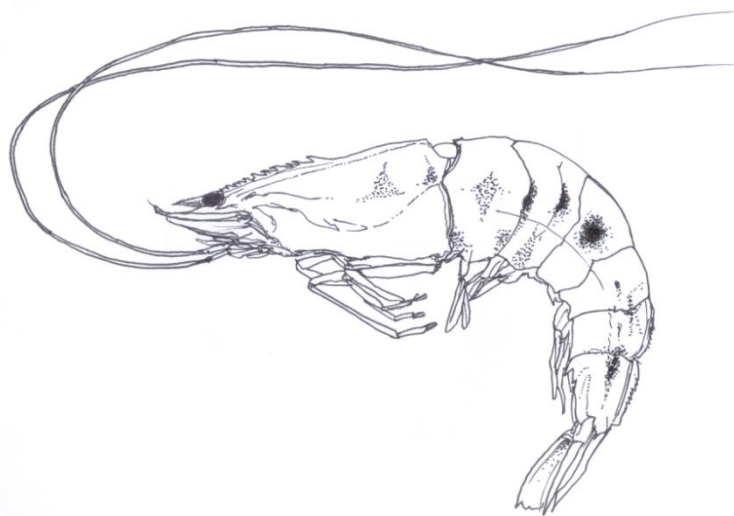
As principais espécies capturadas pela frota industrial camaroneira, comercialmente denominadas camarão-rosa, são o *F. subtilis* (Figura 1) e o *F. brasiliensis* (Figura 2), com absoluta predominância da primeira. Outras espécies como o camarão-sete-barbas *X. kroyeri* (Figura 3), bem como grande diversidade de peixes e outros organismos aquáticos compõe a fauna acompanhante destas pescarias (Cintra, Aragão & Silva, 2004).



**Figura 1.** Camarão-rosa *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez Farfante, 1967).



O camarão-rosa *F. subtilis* se distribui na faixa de águas tropicais do Atlântico Leste que se estende de Cuba até o estado do Rio de Janeiro, Brasil (Pérez Farfante, 1969). Na costa norte, os juvenis são encontrados nas áreas de mangue ao longo de toda faixa costeira e, à medida que vão se desenvolvendo, realizam a migração para águas mais profundas, no sentido Noroeste, com maior intensidade a partir de novembro. Este ciclo fica evidenciado pelas capturas de indivíduos jovens na região mais costeira do Pará, principalmente no período e outubro a janeiro, enquanto indivíduos de maior porte são capturados nas águas oceânicas do Amapá, principalmente no período de julho a setembro (Aragão, 2012).



**Figura 2.** Camarão-rosa *Farfantepenaeus brasiliensis* Latreille, 1817.

O camarão-rosa *F. brasiliensis* está distribuído no Atlântico Ocidental da Carolina do Norte, USA até o Rio Grande do Sul, Lagoa dos Patos, Brasil. Ocorrem em profundidades que variam de 3 a 335 m, mais comuns entre 45 e 65 m, em fundo lamoso e de areia e lama (Takeda, 1983). Os juvenis são estuarinos e os adultos, marinhos (Pérez Farfante, 1978).



**Figura 3.** Camarão-sete-barbas *Xiphopenaeus kroyeri* (C. Heller, 1862).



Distribui-se na costa americana do Pacífico (México ao Peru) e tem ampla distribuição no Atlântico ocidental, desde a Carolina do Norte, Estados Unidos, ao Rio Grande do Sul, Brasil, incluindo Caribe e América Central (Pérez Farfante, 1969). No Brasil tem ocorrência registrada em todos os estados desde o Amapá até o Rio Grande do Sul.

Na pesca industrial do camarão-rosa, grande proporção de outros organismos aquáticos vivos também é capturada, incluindo considerável diversidade de moluscos, crustáceos e peixes (Figura 4). Parte destas capturas é composta por espécies de valor comercial, mas apenas uma proporção relativamente pequena é aproveitada, sendo a maioria descartada. Estas capturas, denominadas fauna acompanhante pela literatura, se constituem um dos grandes impactos gerados por esta pescaria. Nas pescarias de pequena e média escala o problema também existe e possui o agravante de ser grande a parcela de exemplares jovens nas capturas.



**Figura 4.** Camarão-rosa e fauna acompanhante da pesca industrial na costa Norte do Brasil.

#### DINÂMICA DA POPULAÇÃO

As informações a seguir se referem, basicamente, ao camarão-rosa (*F. subtilis*), espécie que, por sua absoluta predominância nas capturas industriais, tem sido estudada com mais frequência na costa norte do Brasil. Dentre os principais estudos realizados sobre a biologia, dinâmica da população e avaliação do estoque da espécie na região destacam-se: SUDEPE (1985); SUDEPE (1986); Isaac, Dias Neto & Damasceno (1992); Vieira, Studart Gomes, Cintra & Rodrigues (1997); Ehrhardt, Aragão & Silva (1999); Aragão, Cintra, Silva & Vieira (2001); Aragão, Cintra & Silva (2004); Cintra, Aragão & Silva (2004); Aragão, Silva & Cintra (2005). Recentemente um exaustivo e detalhado estudo foi realizado por Aragão (2012) e os principais resultados deste e dos trabalhos anteriores são apresentados de forma resumida e discutidos a seguir:



## REPRODUÇÃO

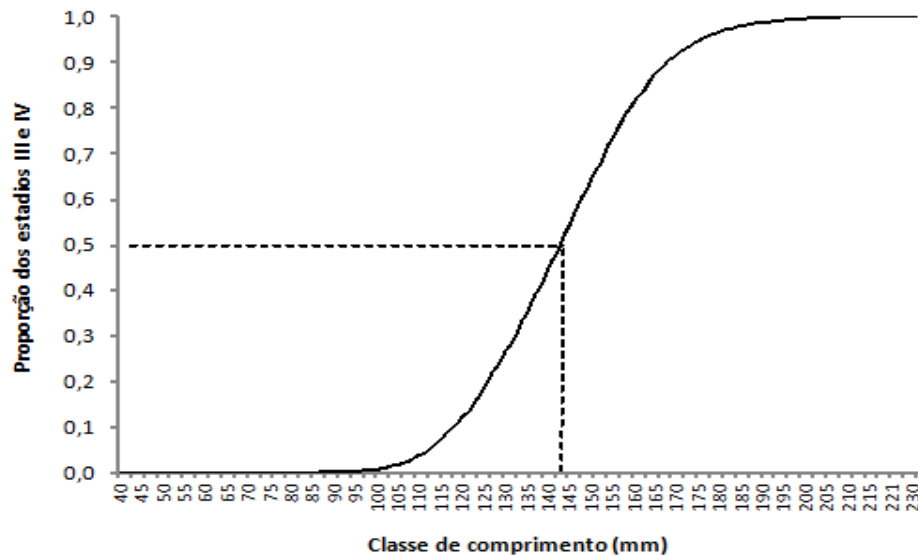
Embora a desova da maioria dos peneídeos tropicais seja realizada ao longo de todo o ano, têm sido indicados períodos de maior intensidade (Garcia & Le Reste, 1981). Na costa norte do Brasil, Isaac, Dias Neto & Damasceno (1992) sugerem a existência de dois períodos mais intensos de desova do camarão-rosa. Um que vai de março a julho e outro de setembro a outubro. SUDEPE (1986) observa que a maior participação de indivíduos imaturos ocorre no mês de março e a maior proporção de indivíduos no estágio de maturação IV ocorre de julho a setembro, concluindo que este último é o período de maior intensidade de desova. Cintra, Aragão & Silva (2004) indicam os meses de fevereiro/abril e julho/agosto como aqueles de maior intensidade de ocorrência de fêmeas maduras. No entanto, Aragão (2012) faz uma análise detalhada dos aspectos reprodutivos do *F. subtilis* e apresenta evidências que demonstram que o período de maior intensidade de reprodução vai de maio a setembro.

O tamanho médio (comprimento total) a partir do qual os indivíduos começam a maturar pela primeira vez foi estimado por Isaac, Dias Neto & Damasceno (1992) em 110 mm e o comprimento a partir do qual 50% dos indivíduos começam a desovar ( $L_{50\%}$ ) em 140 mm. Porto & Santos (1996) estimaram em 117,5 mm o tamanho de primeira maturação para fêmeas e 91,25 mm para machos. Cintra, Aragão & Silva (2004) estimaram em 126,5 mm o tamanho médio a partir do qual 50% das fêmeas do camarão-rosa iniciam a maturação sexual (estádio II) e em 135,5 mm o tamanho médio de primeira maturação sexual do camarão-rosa. Aragão (2012) utilizando dados mensais de estágio de maturação gonadal, obtidos à bordo de barcos comerciais, no período de 2000 a 2004, estimou o tamanho médio de primeira maturação do *F. subtilis* na plataforma amazônica em 142,6 mm enquanto o tamanho de início de maturação foi estimado em 89,8 mm (Figura 5). No caso do camarão-branco (*L. schmitti*), a maior intensidade de desova, na área do Maranhão, ocorre de maio a outubro, em profundidades de 8 a 15 m. Fêmeas em primeiro estágio de maturação foram encontradas a partir de 120mm (Sudam/Ufma, 1981). Não se dispõe de informações sobre a reprodução do camarão-sete-barbas (*X. kroyeri*) na costa norte do Brasil.

## RECRUTAMENTO

Segundo Isaac, Dias Neto & Damasceno (1992), o recrutamento do *F. subtilis* às áreas de mar aberto ocorre com mais intensidade no período de dezembro a maio, com indícios de um segundo período entre julho e agosto. Sugerem, porém, que o primeiro período é acentuadamente mais evidente, considerando as altas taxas de captura de camarões pequenos registradas durante o mesmo, e estimam em dois a três meses o tempo de partida dos estuários e chegada dos recrutas às áreas de crescimento.





**Figura 5.** Proporção de ovários nos estádios III e IV por classe de comprimento nas amostras da pesca industrial na plataforma continental amazônica, de 2000 a 2004, com indicação do tamanho de primeira maturação sexual (Fonte: Aragão, 2012).

Ehrhardt, Aragão & Silva (1999) sugerem que o recrutamento, definido como aqueles indivíduos que entram na fase de exploração entre 53 e 71 mm de comprimento de cauda, apresenta um padrão diferenciado para fêmeas e machos. As fêmeas apresentam um pico evidente que corresponde ao período de maior intensidade de chuvas na região, entre dezembro e maio, enquanto os machos mostram certa estabilidade com um incremento discreto nos últimos meses do ano. O recrutamento das fêmeas é geralmente 2 a 3 vezes mais intenso que aquele observado para os machos e o comportamento do recrutamento para os dois sexos agrupados é claramente modulado pelo ciclo e intensidade das chuvas.

Mais recentemente, os resultados obtidos por Aragão (2012) evidenciam com clareza que o período de maior intensidade de recrutamento do *F. subtilis* às áreas de pesca vai de setembro a janeiro, mostrando coerência com o período de maior intensidade de reprodução já indicado. O ciclo de vida proposto pelo referido autor é apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Períodos de maior intensidade das etapas do ciclo de vida do *F. subtilis* na plataforma continental amazônica (Fonte: Aragão, 2012).

| Período |                        |                        |                      |                            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                     |     |     | Idade (meses) |        |         |
|---------|------------------------|------------------------|----------------------|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------------|-----|-----|---------------|--------|---------|
| Abr     | Mai                    | Jun                    | Jul                  | Ago                        | Set | Out | Nov | Dez | Jan | Fev | Mar | Abr | Mai | Jun                 | Jul | Ago | Set           | Início | Término |
|         | Mat. Sexual/Reprodução |                        |                      |                            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                     |     |     |               | 12     | 16      |
|         |                        | Residência no estuário |                      |                            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                     |     |     | 1             | 3      |         |
|         |                        |                        | Recrutamento a pesca |                            |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                     |     | 4   | 5             |        |         |
|         |                        |                        |                      | Crescimento/Amadurecimento |     |     |     |     |     |     |     |     |     |                     | 6   | 11  |               |        |         |
|         |                        |                        |                      |                            |     |     |     |     |     |     |     |     |     | Mat. Sexual/Reprod. |     |     |               | 12     | 16      |



## PARÂMETROS DE MORTALIDADE E CRESCIMENTO

Os parâmetros de mortalidade natural e crescimento do camarão-rosa (*F. subtilis*) foram estimados por Isaac, Dias Neto & Damasceno (1992) e por Aragão (2012) e são apresentados na Tabela 2.

Verifica-se que os valores estimados para os parâmetros por Aragão (2012) estão dentro da faixa dos valores apresentados por outros autores, mas os comprimentos assintóticos para machos e fêmeas são superiores aqueles encontrados por Isaac, Dias Neto & Damasceno (1992). Os valores para mortalidade natural e constante de crescimento são também bem mais elevados para as fêmeas.

**Tabela 2.** Parâmetros estimados de crescimento e mortalidade natural para o *F. subtilis* na plataforma continental amazônica brasileira.

| Autor                               | Machos                 |                        |                        | Fêmeas                 |                        |                        |
|-------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|                                     | M (ano <sup>-1</sup> ) | L <sub>∞</sub> (total) | K (ano <sup>-1</sup> ) | M (ano <sup>-1</sup> ) | L <sub>∞</sub> (total) | K (ano <sup>-1</sup> ) |
| Isaac, Dias Neto & Damasceno (1992) | 1,92                   | 187,0                  | 1,08                   | 2,11                   | 225,0                  | 1,00                   |
| Aragão (2012)                       | 1,83                   | 215,3                  | 0,94                   | 2,5                    | 236,3                  | 1,60                   |

Ainda é necessário encontrar as razões para as diferenças verificadas, porém deve-se ressaltar que no último estudo foi analisado um grande número de amostras mensais representativas das duas áreas principais de captura, obtidas a bordo de barcos comerciais, no período de 2000 a 2004. O número de indivíduos amostrados totalizou quase 300 mil e as faixas de comprimento destas amostras são bem mais amplas que aquelas analisadas anteriormente.

## AValiação DO ESTOQUE

Estimativas do rendimento máximo sustentável do estoque do camarão-rosa foram obtidas no passado com a aplicação de modelos de produção. Em todos os casos, a CPUE padrão utilizada foi calculada dividindo-se a captura total pelo esforço de pesca de uma frota padrão de referência. A estimativa de Rendimento Máximo Sustentável (MSY) varia de 7.300 a 9.016 t de peso inteiro e o esforço máximo anual de 32.000 a 72.298 dias de mar. Estas variações implicam também em uma correspondente variação na CPUE esperada, para cada estimativa. Os resultados em todas as avaliações parecem superestimados, ressaltando-se que foram obtidos com a utilização de modelos que consideram o equilíbrio da população, pressuposto simplesmente irreal.

Aragão (2012) obteve resultados mais consistentes e coerentes das pescarias, utilizando modelo de dinâmica de biomassa (Hilborn & Walters, 1992). As principais conclusões deste estudo são apresentadas a seguir:

- ✓ A recuperação dos níveis de CPUE nos últimos anos coincide com a considerável





redução do esforço de pesca e, provavelmente, condições ambientais favoráveis, no período de 2003 a 2006, e a trajetória da biomassa do *F. subtilis* ao longo do período do estudo acompanha a trajetória da cpue com reversão da tendência de declínio e recuperação a partir de 2002;

✓ O valor estimado para o rendimento máximo sustentável ( $MSY=4.032$  t de cauda) foi compatível com os rendimentos que vêm sendo obtidos pela pescaria, embora o esforço máximo sustentável ( $MSY=19.370$  dias de mar) tenha estado abaixo dos níveis aplicados historicamente ao recurso. Em alguns anos, o nível de esforço foi muito superior ao recomendado e somente nos últimos anos flutuou em torno do esforço ótimo estimado e até um pouco abaixo dele.

✓ As alterações no poder de pesca, expresso pelo coeficiente de capturabilidade ( $q$ ), mostram um incremento anual que pode ser atribuído, em grande parte, à contínua diminuição do esforço de pesca, a partir de 1988/89, permitindo que os barcos remanescentes passassem a operar com maior intensidade em áreas de maior concentração de biomassa;

✓ A projeção do estoque para os próximos anos, considerando os parâmetros ótimos estimados pelo modelo, para o padrão de pesca atual, evidencia a recuperação da biomassa a níveis compatíveis com o rendimento máximo sustentável;

✓ Quando o esforço de pesca ultrapassa o esforço máximo sustentável, na faixa de 19 a 20 mil dias de mar, a frequência com que o nível de biomassa passa a ser menor que o nível de 2005 aumenta. Portanto a limitação do esforço de pesca tendo como ponto de reverência o nível estimado como máximo sustentável pode garantir a sustentabilidade do estoque e a produtividade pesqueira.

Outros dois compreensivos estudos sobre o nível de exploração dos estoques de camarão-rosa foram desenvolvidos por Ehrhardt, Aragão & Silva (1999) e Aragão (2012) utilizando estimativas de captura e amostras mensais de comprimento. No primeiro estudo foi aplicado o método de análise de corte (Jones, 1981), utilizando o processo de “calibração”. O estudo mais recente utilizou um método de análise sequencial de população baseado em comprimento, que incorpora uma função de crescimento estocástico (Sullivan, Lai & Gallucci, 1990). Algumas das principais conclusões deste estudo são apresentadas a seguir:

✓ A análise utilizou uma ampla base composta de diferentes tipos de dados e aplicou um método de avaliação de estoques com um algoritmo cujos pressupostos parecem mais realistas, considerando o comportamento que se espera observar nas populações naturais;

✓ O padrão de variação intra-anual da abundância, para ambos os sexos, é bastante claro, sendo elevada no início da temporada, e declinando continuamente ao longo do ano, sendo a abundância das fêmeas maior que a dos machos;

✓ A abundância apresenta elevada variabilidade inter-anual, para ambos os sexos, que pode está relacionada, à intensidade do esforço de pesca e, principalmente, a fatores ambientais;



- ✓ O recrutamento à pesca também apresenta padrão intra-anual bem definido, com um pico entre o último e primeiro trimestre do ano. Juntamente com a mortalidade, é o principal fator responsável pelo padrão de comportamento da abundância;
- ✓ A CPUE e o coeficiente de capturabilidade ( $q$ ) apresentam variações intra-anuais bem como inter-anuais, sendo estas últimas determinadas pela combinação de variação na abundância e no padrão de distribuição do esforço de pesca;
- ✓ As capturas nestas pescarias parecem ser fundamentalmente governadas pelo nível de abundância sazonal que, geralmente, determina o nível de intensidade de esforço de pesca. Resulta que a captura por unidade de esforço de pesca (CPUE) não reflete inteiramente uma relação de proporcionalidade com a abundância do estoque;
- ✓ O coeficiente de capturabilidade apresenta tendência de crescimento devido a dois fatores: a) aumento gradativo da eficiência da frota na fase de desenvolvimento das pescarias, quando a abundância era elevada; b) concentração da atividade da frota em áreas mais produtivas no período de declínio da intensidade do esforço de pesca e recuperação da abundância;
- ✓ O estoque encontra-se em um nível de exploração de certa forma moderado, durante o período analisado, com uma taxa de exploração de 0,557, um pouco superior ao valor da taxa de exploração considerada ótima ( $F/Z=0,5$ ). Deve-se ressaltar que a diminuição do esforço de pesca nos anos recentes aponta para uma diminuição da taxa de exploração depois de 2006.

#### INFLUÊNCIA DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS

No litoral norte do Brasil, o principal fator de influência ambiental é a pluma do Rio Amazonas, a qual pode chegar a 300 km de distância da foz sendo responsável pela extensa cobertura do substrato com sedimentos de lama e areia na zona costeira. Como em outros estuários, a força da pluma depende diretamente do aporte fluvial que, nessas subáreas, varia em função da pluviometria em toda a bacia hidrográfica amazônica, caracterizada por dois períodos climáticos marcadamente peculiares. O período de “cheia”, que vai de dezembro a maio, quando se observa maior intensidade de chuvas, e o período de “seca”, entre julho e novembro, quando as chuvas diminuem acentuadamente e ocorre a vazão dos rios e lagos da região (Filizola, Silva, Santos & Oliveira, 2006).

No período da “seca”, quando as temperaturas também são mais altas e o índice de evaporação se eleva, ocorre um aumento da salinidade na zona costeira e, assim como em outras regiões do mundo, é provável que tenha grande influência na variação da intensidade de aporte e sobrevivência de pós-larvas de *F. subtilis* à zona costeira e estuarina, bem como no desenvolvimento dos juvenis, e conseqüentemente, nas variações na abundância da biomassa adulta nos meses subsequentes (Aragão, 2012). De fato, oscilações na biomassa total anual do camarão-



rosa da costa norte são frequentemente observadas, com reflexos na captura total e na Captura Por Unidade de Esforço de Pesca (CPUE), considerada um índice de abundância relativa, que apresentam grandes flutuações sazonais e interanuais.

Nos anos recentes, após um período com de baixos níveis de abundância, verifica-se extraordinária recuperação das taxas de captura, com indícios de recuperação da abundância da população. Embora esta recuperação tenha ocorrido ao tempo em que a intensidade de pesca sofreu acentuada redução, podendo sugerir que este tenha sido o fato gerador da mesma, deve-se salientar que marcadas oscilações na abundância deste recurso já haviam sido detectadas em períodos anteriores. Ehrhardt, Aragão & Silva (1999) apresentam evidências de uma relação negativa entre o índice de abundância relativa e a intensidade do esforço pesca nas pescarias de camarão-rosa norte, mas, também, ressaltam evidências da influência do ambiente na determinação das oscilações da biomassa do recurso.

Assim, considerando que as condições ambientais na costa Norte são governadas, em grande parte, por variações na intensidade do aporte da grande quantidade de águas fornecida pela vazão do rio Amazonas, Aragão (2012) procurou estabelecer relações entre esta vazão e as flutuações na abundância do camarão-rosa. Os principais resultados destas análises são apresentados a seguir:

✓ Os elevados desembarques observados em 2006 e as oscilações na CPUE em torno de um patamar mais elevado nos anos seguintes pode ser uma evidência da recuperação da abundância da população como consequência dos baixos níveis de esforço de pesca e condições ambientais favoráveis, fortemente influenciadas pela vazão do Amazonas, mas refletem também alterações no comportamento da frota nestas circunstâncias, que concentra suas atividades nas áreas mais produtivas;

✓ A diminuição da vazão do rio Amazonas coincide com o início do período maior intensidade de migração das larvas, assentamento das pós-larvas nos estuários e desenvolvimento dos juvenis na faixa costeira, podendo-se dizer que, de uma forma geral, os primeiros estágios de vida e os juvenis de *F. subtilis*, na plataforma continental amazônica brasileira, estão associados às fases de diminuição e vazão mínima do rio Amazonas, enquanto a população de sub-adultos e adultos está relacionada, principalmente, às fases de aumento e pico da vazão do rio;

✓ Há uma boa correlação entre a intensidade da vazão mensal do rio Amazonas, com um retardo de quatro meses, e a CPUE. As anomalias negativas da vazão média do rio Amazonas, no período de junho a novembro, em geral relacionadas a episódios de El Niño, estão associadas a anomalias positivas da CPUE e a melhores rendimentos das pescarias nos anos seguintes;

✓ Os modelos estatísticos utilizados na análise confirmaram boa correlação entre o rendimento das pescarias com o esforço de pesca e intensidade da vazão do rio Amazonas no



período de junho a novembro do ano anterior, que corresponde ao período de migração e desenvolvimento das fases iniciais de vida nos estuários;

✓ O nível do esforço de pesca na pescaria deve ser regulado de acordo com a abundância esperada da população, procurando-se evitar que forte intensidade de pesca venha a reduzir o tamanho da população a níveis muito baixos, resultando na obtenção de menores rendimentos nos anos seguintes.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao Chefe do CEPNOR/ICMBio Engenheiro de Pesca Ítalo José Araruna Vieira (*in memoriam*) pelo incentivo e apoio na coleta dos dados para este trabalho.

### Referências

- Aragão, J. A. N. (2012). *Dinâmica populacional e avaliação do estoque do camarão-rosa (Farfantepenaeus subtilis Pérez Farfante, 1967) na plataforma continental amazônica brasileira*. [Tese de Doutorado]. São Carlos (SP): Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- Aragão, J. A. N., Cintra, I. H. A. & Silva, K. C. A. (2004). Revisão dos dados de esforço de pesca e captura das pescarias industriais de camarão-rosa, *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez Farfante, 1967) (Crustacea, Decapoda, Penaeidae) na região Norte do Brasil. *Bol. Téc. Cient. Cepnor*, 4(1): 31-44.
- Aragão, J. A. N., Cintra, I. H. A., Silva, K. C. A. & Vieira, I. J. A. (2001). A exploração camaroeira na costa norte do Brasil. *Bol. Téc. Cient. Cepnor*, 1(1): 7-40.
- Aragão, J. A. N., Silva, K. C. A. & Cintra, I. H. A. (2005). *A pesca industrial do camarão na costa norte*. In: G. M. Oliveira (Org.). *Pesca e aquicultura no Brasil, 1991-2000: produção e balança comercial*. (260 p.). Brasília: Ed. IBAMA.
- Bates, H. B. (1979). *Um naturalista no rio Amazonas*. São Paulo: Itatiaia.
- Cintra, I. H. A., Aragão, J. A. N. & Silva, K. C. A. (2004). Maturação gonadal do camarão-rosa, *Farfantepenaeus subtilis* (Pérez Farfante, 1967), na região norte do Brasil. *Bol. Téc. Cient. Cepnor*, 4(1): 21-29.
- Ehrhardt, N. M., Aragão, J. A. N. & Silva, K. C. A. (1999). *Stock assessment of the industrial pink shrimp (Penaeus subtilis) fishery in Northern Brazil*. CFRAMP/FAO/DANIDA Stock Assessment Workshop on the Shrimp and Groundfish on the Guyana-Brasil Shelf, Port of Spain, Trinidad and Tobago, 7-18 April 1996. pp. 99-111.
- Filizola, N., Silva, A. V., Santos, A. M. C & Oliveira, M. A. (2006). Cheias e secas na Amazônia:



- breve abordagem de um contraste na maior bacia hidrográfica do mundo. *T & C Amazônia*, 9:42-40.
- Foley, J. A., Botta, A., Coe, M. T. & Costa, M. H. (2002). *El Niño-Southern oscillation and the climate, ecosystems and rivers of Amazonia Global biogeochemical cycles*. American Geophysical Union, Washington, DC, ETATS-UNIS, 16(4): 79.1-79.20.
- Garcia, S. M. & Le Rest, L. (1981). *Life cycles, dynamics, exploitation and management of coastal penaeid shrimp stocks*. FAO Fisheries Technical Paper N<sup>o</sup> 203.215.
- Gillett, R. (2008). *Global study of shrimp fisheries*. FAO Fisheries Technical Paper. N<sup>o</sup> 475. Rome: FAO.
- Hilborn, R. & Walters, C. J. (1992). *Quantitative fisheries stock assessment*. Choice, dynamics and uncertainty. Chapman and Hall.
- Isaac, V. J., Dias Neto, J. & Damasceno, F. G. (1992). *Camarão-rosa da costa norte. Biologia, dinâmica e administração pesqueira*. IBAMA, Série Estudos de Pesca, Brasília, 1: 1-187.
- Jones, R. (1981). *The use of length composition data in fish stock assessment (with notes on VPA and cohort analysis)*. FAO Fish. Circ., 734: 1-55.
- Pereira, L. C. C., Alveirinho-Dias, J., Carmo, J. A. & Polette, M. (2009). A zona costeira amazônica brasileira. *Rev. Gest. Cost. Integ.*, 9(2): 3-7.
- Pérez Farfante, I. (1969). Western Atlantic shrimps of the genus *Penaeus*. *Fish. Bull.*, 67(3): 461-590.
- Pérez Farfante, I. (1978). *FAO species identification sheets for fishery purposes*. FAO, Roma, 6: 2-21.
- Porto, H. L. R. & Santos, A. B. L. (1996). Contribuição ao conhecimento da ecologia e biologia do camarão vermelho *Penaeus (Farfantepenaeus) subtilis*, Perez-Farfante, 1967, na Ilha de São Luís, estado do Maranhão, Brasil, no período de junho de 1986 a junho de 1987. *Bol. Lab. Hidrob.*, 9: 55-71.
- Poveda, G. & Mesa, O. J. (1997). Feedbacks between hydrological processes in tropical South America and large-scale ocean-atmospheric phenomena. *J. Climate*, 10: 2690-2702.
- Souza Filho, P. W. M. (2005). Costa de manguezais e macromarés da Amazônia: cenários morfológicos, mapeamento e quantificação de áreas usando dados de sensores remotos. *Rev. Bras. Geof.*, 23(4): 427-435.
- SUDAM/UFMA. (1981). O camarão na área de Tutóia - Maranhão. Superintendência do



Desenvolvimento da Amazônia - SUDAM/Universidade Federal do Maranhão - UFMA. Belém.

SUDEPE (1985). *Relatório da segunda reunião do Grupo de Trabalho e Treinamento (GTT) sobre Avaliação de Estoques, realizada em Tamandaré/PE, de 29 de junho a 24 de julho de 1981*. PDP/SUDEPE, Ser. Doc. Téc., Brasília, (34): 1-439.

SUDEPE. (1986). *Exploração do camarão na região norte do Brasil*. Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Pesqueiro.

Sullivan, P. J., LAI, H. & Gallucci, V. F. (1990). A catch-at-length analysis that incorporates a stochastic model of growth. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 47: 184-198.

Takeda, M. (1983). *Crustaceans and mollusks trawled off Suriname and French Guiana*. Tóquio: Japan Marine Fishery Resoure Research Center.

Vieira, I. J. A., Studart Gomes, P. R., Cintra, I. H. A. & Rodrigues, M. J. J. (1997). *Análise bio-econômica dos defesos do camarão-rosa (Penaeus subtilis) na costa norte do Brasil*. Belém: Editora FCAP.