



Centro de Desenvolvimento de Pesca Sustentável do Brasil

## Avaliação do estoque da Lagosta Vermelha e Recomendações de Gestão

### Relatório Técnico Nº 3 – Abril 2016

Baseado na análise dos dados de exportação fornecidos pelo SINDFRIO

#### 1. Introdução

Ao longo do ano de 2015, a equipe técnica do CeDePesca-Brasil trabalhou junto às empresas do SINDFRIO pelo terceiro ano para coletar, digitalizar e sistematizar os dados de exportação classificados por peso como uma contribuição ao conhecimento do estado dos estoques pesqueiros. O objetivo principal é ter à disposição de pesquisadores uma base de dados representativa das populações de lagosta exploradas no Brasil. O objetivo secundário é oferecer uma avaliação baseada nesses dados.

Para a análise, algumas dificuldades foram abordadas da seguinte forma:

- a) Muitos dos dados não diferenciam a lagosta vermelha (*Panulirus argus*) da verde (*Panulirus laeviscauda*). Foi utilizada a informação diferenciada disponível para construir uma matriz e separar a produção nos anos que não se dispõe dessa informação. Foi observado que na média, a lagosta vermelha representa 82% e a lagosta verde 18% da produção em peso.
- b) Foi mudado o critério para a projeção dos dados observados da produção total. Nos anos anteriores foram utilizados dados da importação da NOAA, mas nesse ano foram utilizados os dados de exportação disponíveis no website Aliceweb, e multiplicados ainda por um fator de 10% para tomar em conta o consumo no mercado doméstico. Foi mudado também o critério para considerar as exportações/importações anuais, utilizando agora os dados de junho de um ano a maio do ano seguinte como representativos da temporada de pesca de junho a novembro do primeiro ano.
- c) A transformação e a distribuição das classes comerciais de lagosta inteira nas classes comerciais de cauda, que não são coincidentes, foi resolvida por meio de uma interpolação linearmente proporcional devido ao desconhecimento do desvio-padrão de uma distribuição normal.
- d) A transformação de comprimentos em idades foi baseada em equações determinadas por pesquisadores brasileiros que estão citados na Bibliografia. Também nesse caso foi feita uma distribuição linearmente proporcional para faixas de comprimentos que compreendiam mais de uma idade.
- e) Dada a impossibilidade de efetuar o retro cálculo, o recrutamento para o ano 2015 foi estimado como a média entre os anos 2008 e 2013, e a abundância da idade 2 para o ano 2015 como a média entre os anos 2011 e 2014. Essas estimativas serão validadas com os dados do ano seguinte.
- f) Para o retro cálculo do ano 2015, como dados de bordo para a análise sequencial, foi utilizado o critério de falsa coorte.
- g) A mortalidade natural foi mudada para alinhar a avaliação com as pesquisas prévias no Brasil.
- h) A mortalidade por pesca para a idade 2, não suficientemente representada nas exportações, foi novamente estimada tomando em conta a maior experiência com a pescaria e comentários verbais do professor Adauto Fonteles.
- i) Nas tabelas e textos, os milhares e decimais estão expressados no formato dos EUA, com as vírgulas para denotar milhares e os pontos para denotar decimais.

Queremos destacar nosso agradecimento aos comentários e críticas cordiais dos professores Carlos Tassito Ivo, José Augusto Aragão e Adauto Fonteles-Filho, que contribuíram decisivamente para o

## Centro de Desenvolvimento de Pesca Sustentável do Brasil

aprimoramento do trabalho realizado. Particularmente queremos prestar homenagem ao professor Adauto, recente e tristemente falecido.

### 2. Determinação da estrutura de idades das exportações

A base de dados, proveniente de 7 empresas, é a seguinte:

| Equivalente cauda em caixas de 40 lb |        |           |         |        |         |         |         |         |         |         |         |         |
|--------------------------------------|--------|-----------|---------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Classe                               | 2004   | 2005      | 2006    | 2007   | 2008    | 2009    | 2010    | 2011    | 2012    | 2013    | 2014    | 2015    |
| 2                                    | -      | 2         | -       | -      | 0       | 3       | 13      | 15      | 7       | 2       | 7       | -       |
| 3                                    | -      | 249       | 42      | 19     | 22      | 48      | 74      | 203     | 117     | 218     | 90      | 134     |
| 4                                    | 102    | 1,955     | 722     | 200    | 2,098   | 1,271   | 695     | 2,651   | 747     | 4,252   | 4,589   | 3,834   |
| 5                                    | 119    | 4,211     | 755     | 257    | 2,410   | 3,175   | 2,332   | 5,747   | 3,171   | 8,235   | 6,468   | 5,853   |
| 6                                    | 88     | 5,260     | 764     | 442    | 1,746   | 3,337   | 2,355   | 5,069   | 2,723   | 7,373   | 7,367   | 5,821   |
| 7                                    | 101    | 6,456     | 846     | 572    | 1,448   | 2,782   | 3,030   | 4,340   | 2,306   | 5,545   | 7,189   | 5,697   |
| 8                                    | 111    | 7,264     | 608     | 402    | 1,132   | 1,888   | 3,472   | 5,243   | 2,115   | 4,318   | 6,482   | 5,472   |
| 9                                    | 123    | 7,673     | 956     | 376    | 1,256   | 1,478   | 3,615   | 4,973   | 2,065   | 4,027   | 4,860   | 4,771   |
| 10/12                                | 265    | 17,597    | 2,218   | 705    | 2,284   | 2,636   | 7,153   | 8,821   | 2,055   | 2,731   | 10,174  | 10,963  |
| 12/14                                | 123    | 6,852     | 1,268   | 267    | 1,393   | 1,228   | 2,878   | 4,248   | 1,303   | 2,629   | 2,938   | 4,191   |
| 14/16                                | 90     | 4,983     | 690     | 177    | 738     | 546     | 1,460   | 2,369   | 460     | 926     | 2,140   | 3,051   |
| 16/20                                | 83     | 3,007     | 445     | 120    | 329     | 256     | 790     | 1,022   | 228     | 544     | 2,155   | 2,932   |
| 20/UP                                | 65     | 251       | 161     | 45     | 25      | 5       | 178     | 123     | 51      | 76      | 12      | 1       |
| TOTAL                                | 1,270  | 65,759    | 9,475   | 3,582  | 14,882  | 18,655  | 28,045  | 44,823  | 17,348  | 40,876  | 54,470  | 52,720  |
| Total em kg                          | 23,091 | 1,195,623 | 172,273 | 65,127 | 270,585 | 339,184 | 509,902 | 814,955 | 315,412 | 743,195 | 990,363 | 958,540 |

**Tabela 1: Base de dados fornecida pelas empresas do SINDFRIO**

Essa tabela apresenta a quantidade de lagostas exportadas em cada classe comercial, onde o peso total por classe foi dividido pelo peso médio dessa classe.

Para transformar essas quantidades por classe comercial em quantidades por idade, primeiro se transformou o peso médio das caudas em comprimento médio total, por meio da equação:

$$CT = EXP(3,4556 + 0,386 * LN(Pc))^{1}$$

Onde,

CT: comprimento total, e

Pc: Peso da cauda

Em seguida, o comprimento médio foi transformado em idade média usando a equação:

$$T = -4,31 * LN(1 - (\frac{CT}{430}))^{2}$$

Onde,

T: idade, e

CT: comprimento total

<sup>1</sup> Sobreira Rocha, C. e Fontenele Sampaio, A. Relações biométricas das lagostas espinhosas *Panulirus argus* (Latreille) e *Panulirus laeicauda* (Latreille) do nordeste do Brasil. A fórmula original da média para machos e fêmeas é:  $LN(Pc) = -8,95 + 2,59 * LN(CT)$

<sup>2</sup> Ivo, C.T e Pereira J.A. Sinopse das principais observações sobre as lagostas *Panulirus argus* (Latreille) e *Panulirus laeicauda* (Latreille), capturadas em águas costeiras do Brasil, entre os estados do Amapá e do Espírito Santo. A fórmula original é:  $Lt = 430 * (1 - EXP(-0,232 t))$ .

**Centro de Desenvolvimento de Pesca Sustentável do Brasil**

Posteriormente, se redistribuiu a quantidade proporcionalmente entre as idades de 1 a 8+ anos. Por exemplo, se uma faixa de comprimento correspondia as idades de 2,56 a 3,12 anos, se distribuía proporcionalmente de 2,56 até 2,99 em idade 2, e de 3 a 3,12 em idade 3.

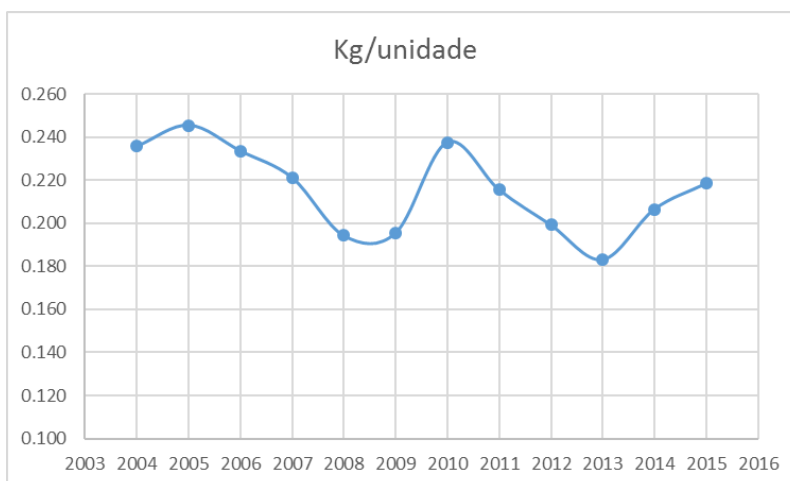
Dessa forma, com os dados da Alice web, se obteve a tabela seguinte:

| Idade | 2004       | 2005      | 2006      | 2007      | 2008       | 2009      | 2010      | 2011      | 2012      | 2013      | 2014      | 2015      |
|-------|------------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 1     | -          |           |           |           |            |           |           |           |           |           |           |           |
| 2     | 2,540,967  | 1,134,402 | 1,951,996 | 1,634,757 | 3,768,662  | 2,285,851 | 1,245,349 | 2,154,986 | 1,567,638 | 3,036,521 | 2,005,490 | 1,873,763 |
| 3     | 4,466,897  | 4,349,862 | 3,527,326 | 5,258,933 | 4,748,090  | 5,539,044 | 5,155,682 | 5,086,595 | 4,308,474 | 5,628,906 | 4,477,808 | 4,042,370 |
| 4     | 1,593,645  | 1,763,961 | 1,423,911 | 1,244,074 | 986,258    | 807,263   | 1,788,857 | 1,275,197 | 513,684   | 371,469   | 986,826   | 1,140,133 |
| 5     | 710,455    | 659,220   | 758,003   | 447,473   | 558,767    | 344,182   | 666,008   | 573,117   | 293,471   | 322,244   | 273,541   | 418,365   |
| 6     | 373,837    | 325,402   | 290,828   | 206,338   | 201,432    | 106,138   | 234,970   | 215,816   | 73,395    | 81,783    | 145,527   | 220,663   |
| 7     | 313,822    | 151,598   | 157,972   | 117,598   | 71,314     | 38,522    | 104,395   | 75,306    | 30,071    | 37,948    | 102,205   | 148,791   |
| 8+    | 125,165    | 8,057     | 33,096    | 25,427    | 3,457      | 490       | 14,253    | 5,681     | 4,080     | 3,323     | 359       | 44        |
| TOTAL | 10,124,789 | 8,392,502 | 8,143,132 | 8,934,599 | 10,337,980 | 9,121,491 | 9,209,513 | 9,386,698 | 6,790,812 | 9,482,193 | 7,991,756 | 7,844,129 |

**Tabela 2: Produção por idade nos anos de 2004 a 2015**

Isto significa que a cada ano se exportam ou produzem entre 6,8 e 10 milhões de lagostas vermelhas de diferentes idades ou comprimentos.

Com esta informação pode-se estimar o peso médio por cauda de lagosta. Podemos observar que houve um claro declínio até o ano 2008, seguido de uma breve recuperação quando o defeso foi expandido no ano de 2009, e um novo processo de redução no peso médio das caudas até o ano 2013 com um novo processo de recuperação nos últimos três anos, possivelmente devido as pressões do mercado importador:



**Gráfico 1: Peso médio por cauda produzida 2004-2015**

**3. Análise sequencial para reconstruir a população total entre 2004 e 2015**

De acordo com o modelo de análise proposto por Aubone<sup>3</sup>, baseado na equação de Baranov, o procedimento é o seguinte:

<sup>3</sup> Aubone, A. Modelos discretos de dinâmica de poblaciones de peces explotadas. En Serie de Lecturas en Biomatemática; 305p, 1ra Ed., Noviembre 2010.

## Centro de Desenvolvimento de Pesca Sustentável do Brasil

### a) Cálculo do número de lagostas no último período avaliado (2015)

Primeiramente se introduz um vetor inicial de mortalidades por pesca por idade ( $F_{i,tm}$ ), que junto a uma estimativa da mortalidade natural conformam os parâmetros do modelo a serem ajustados posteriormente. Para construir esse vetor se trabalhou com o conceito de falsa coorte para os dados de 2015.

Para definir a mortalidade natural, segundo Ivo<sup>4</sup>, foi considerado um valor  $M=0,313$  constante para todas as idades.

O número de lagostas para cada idade no ano 2015 pode ser calculado:

$$N_{i,tm} = C_{i,tm} \frac{(F_{i,tm} + M)}{F_{i,tm} \cdot (1 - e^{(-F_{i,tm}-M)})}$$

### b) Determinação das mortalidades por pesca por ano e idade do período de 2004 a 2015

Com a estimativa do número de lagostas no ano 2015 e com os dados das exportações de 2004 a 2015, podemos estimar a mortalidade por pesca para todo o período, assumindo que a partir da idade 3 até a idade 8 toda lagosta que se captura é exportada. Isso introduz um erro aproximadamente igual para todo o procedimento, validando os valores relativos.

Para fazer essa estimativa usamos a ferramenta Solver do Excel e a equação:

$$C_{i,t} = \frac{F_{i,t}}{(F_{i,t} + M)} (e^{(F_{i,t}+M)} - 1) N_{i+1,t+1}$$

### c) Determinação do número de lagostas por idade por ano do período de 2004 a 2014

Com as mortalidades por pesca já obtidas, e com a equação de dinâmica de populações, retrocalculamos para as idades 3 a 7:

$$N_{i,t} = N_{i+1,t+1} \cdot e^{(F_{i,t}+M)}$$

Como a idade 2 aparece insuficientemente representada nas exportações, assumimos uma dados de captura iguais aos da idade 3, e calculamos usando a equação precedente.

Para a idade 1 assumimos que não é capturado nenhum exemplar, atuando apenas a mortalidade natural, e calculamos:

$$N_{1,t} = N_{2,t+1} \cdot e^M$$

---

<sup>4</sup> Ivo, C.T.C., 1996. *Biologia, pesca e dinâmica populacional das lagostas Panulirus argus e Panulirus laeviscauda (Laterille) (Crustacea; Palinuridae), capturados ao longo da plataforma continental do Brasil, entre os Estados do Amapá e Espírito Santo*. Tese de Doutorado apresentado ao programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de São Carlos, 279 p., São Carlos.

### Centro de Desenvolvimento de Pesca Sustentável do Brasil

Para as idades 8 e maiores (que chamamos de 8+) assumimos que serão somadas todas as lagostas de idade maior do que 7, e o número de lagostas pode ser determinado pela fórmula:

$$N_{8+t} = (C_{8+t,t-1} \cdot C_{7,t-1}) \cdot e^{(-F_{8,t-1}-M)} \cdot \frac{(F_{8,t-1} + M)}{F_{8,t-1} \cdot (1 - e^{(-F_{8,t-1}-M)})}$$

#### d) Resultados da Análise Sequencial

#### Número de lagostas vermelhas por idade por ano (em milhares)

| Idade | 2004     | 2005     | 2006     | 2007     | 2008     | 2009     | 2010     | 2011     | 2012     | 2013     | 2014     | 2015     |
|-------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1     | 21,646.8 | 22,858.8 | 24,797.8 | 27,399.8 | 25,693.6 | 23,594.5 | 21,389.9 | 24,766.4 | 24,062.0 | 23,300.5 | 23,379.7 | 23,801.1 |
| 2     | 17,396.8 | 15,829.2 | 16,715.5 | 18,133.4 | 20,036.1 | 18,788.5 | 17,253.5 | 15,641.3 | 18,110.4 | 17,595.3 | 17,038.5 | 17,096.4 |
| 3     | 10,343.0 | 8,951.7  | 7,906.9  | 9,240.9  | 8,828.2  | 10,641.1 | 9,072.1  | 8,273.5  | 7,157.9  | 9,604.4  | 8,129.3  | 8,681.4  |
| 4     | 3,808.4  | 3,825.1  | 2,917.2  | 2,832.4  | 2,395.0  | 2,508.1  | 3,170.8  | 2,357.0  | 1,845.8  | 1,669.4  | 2,359.9  | 2,225.2  |
| 5     | 1,710.0  | 1,450.3  | 1,323.4  | 945.5    | 1,030.5  | 925.1    | 1,154.7  | 834.2    | 663.6    | 916.6    | 906.8    | 899.3    |
| 6     | 736.5    | 655.3    | 509.5    | 339.1    | 317.8    | 289.2    | 387.5    | 292.3    | 139.5    | 239.8    | 399.5    | 432.7    |
| 7     | 351.4    | 227.1    | 207.9    | 131.4    | 77.4     | 66.2     | 122.3    | 89.0     | 37.6     | 41.0     | 106.6    | 169.9    |
| 8+    | 140.1    | 12.1     | 43.6     | 28.4     | 3.8      | 0.8      | 16.7     | 6.7      | 5.1      | 3.6      | 0.4      | 0.1      |
| Total | 56,132.9 | 53,809.6 | 54,421.9 | 59,051.0 | 58,382.4 | 56,813.5 | 52,567.6 | 52,260.4 | 52,021.8 | 53,370.5 | 52,320.6 | 53,306.0 |

Tabela 3: Estrutura etária da população de lagosta vermelha de 2004 a 2015. Fundo azul, as estimações de borda. Fundo laranja, estimativa baseada em médias. Fundo bege, análise sequencial.

Entre os anos de 2004 a 2015, a população total de lagostas teria oscilado entre 52 e 59 milhões de indivíduos.

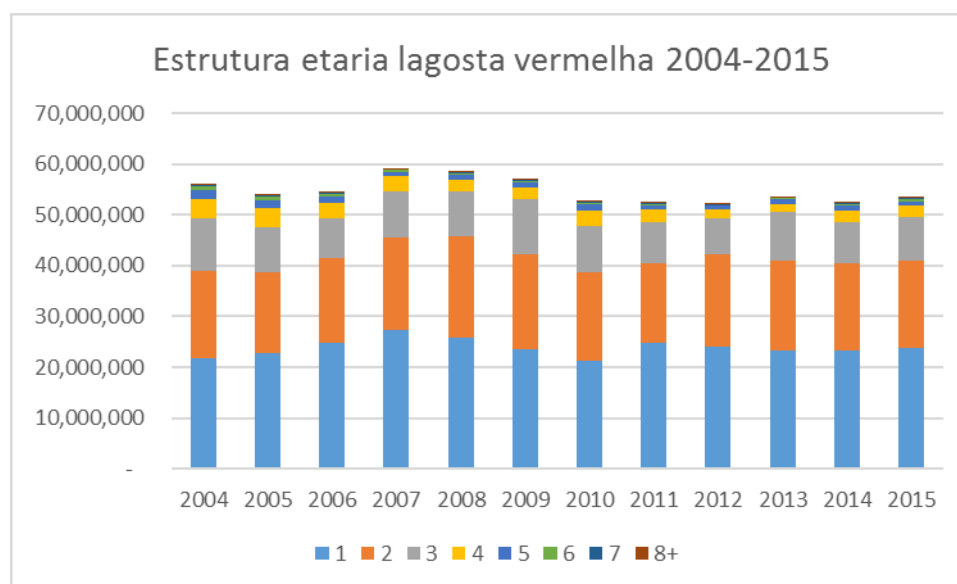


Gráfico 2: Composição da população de lagosta vermelha por idade, do ano de 2004 a 2015. Podem-se observar os recrutamentos (colunas azuis).

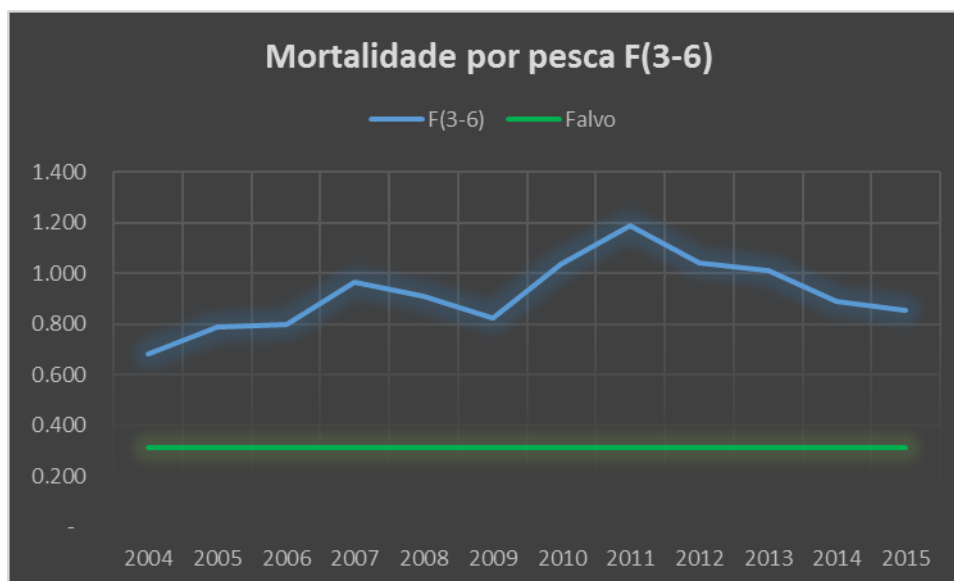
**Centro de Desenvolvimento de Pesca Sustentável do Brasil**

**Mortalidades por pesca por idade e média entre as idades 3 a 6 ( $F_{3-6}$ ) por ano**

| Idade         | 2004         | 2005         | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         | 2013         | 2014         | 2015         |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 3             | 0.682        | 0.808        | 0.714        | 1.037        | 0.945        | 0.898        | 1.035        | 1.187        | 1.143        | 1.091        | 0.983        | 0.921        |
| 4             | 0.652        | 0.748        | 0.814        | 0.698        | 0.638        | 0.463        | 1.022        | 0.954        | 0.387        | 0.297        | 0.652        | 0.723        |
| 5             | 0.646        | 0.733        | 1.049        | 0.777        | 0.958        | 0.557        | 1.061        | 1.475        | 0.705        | 0.518        | 0.427        | 0.594        |
| 6             | 0.863        | 0.835        | 1.042        | 1.165        | 1.256        | 0.547        | 1.158        | 1.738        | 0.913        | 0.498        | 0.542        | 0.735        |
| <b>F(3-6)</b> | <b>0.681</b> | <b>0.788</b> | <b>0.796</b> | <b>0.966</b> | <b>0.909</b> | <b>0.823</b> | <b>1.038</b> | <b>1.185</b> | <b>1.040</b> | <b>1.008</b> | <b>0.890</b> | <b>0.851</b> |

**Tabela 4: Mortalidade por pesca para as idades 3-6 e sua média ponderada**

As mortalidades por pesca são muito altas, comparando com a mortalidade natural  $M=0.313$ . Interessante notar a redução no ano 2009, quando a temporada do defeso foi aumentada, com um incremento muito significativo nos anos seguintes, seguido de uma redução nos últimos quatro anos ainda insuficiente para alcançar níveis sustentáveis.



**Gráfico 3: Evolução da Mortalidade por Pesca Ponderada para as idades 3 a 6. A linha verde representa a Mortalidade Natural.**

**e) Estimativa da população sem pesca**

Entende-se por “população sem pesca” aquela que seria alcançada caso a pesca hipoteticamente fosse suspensa de forma indefinida. Se partirmos da estimativa populacional do último ano, assumindo que o recrutamento será constante e igual a média do período de 2008 a 2015, podemos avaliar até que nível aumentaria a população atuando apenas a mortalidade natural. Se concordarmos que os recrutamentos do último período têm sido relativamente baixos, essa projeção será conservadora, sendo o resultado:

**Centro de Desenvolvimento de Pesca Sustentável do Brasil**

| Idade        | População estável |
|--------------|-------------------|
| 1            | 23,801,145        |
| 2            | 17,404,585        |
| 3            | 12,727,101        |
| 4            | 9,306,692         |
| 5            | 6,805,517         |
| 6            | 4,976,534         |
| 7            | 3,639,090         |
| 8+           | 9,901,612         |
| <b>Total</b> | <b>88,562,276</b> |

**Tabela 5: Estrutura da população estável potencial da lagosta vermelha**

Essa tabela é muito importante para definir os pontos de referência biológicos da pescaria (ver Cap. 4).

**4. Estimativa de biomassa**

Multiplicando o peso médio de cada idade pelo número de lagostas estimadas para cada idade, é possível calcular a biomassa anual entre 2004 e 2015.

| Idade        | 2004          | 2005          | 2006          | 2007          | 2008          | 2009          | 2010          | 2011          | 2012          | 2013          | 2014          | 2015          |
|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1            | 3,396         | 3,587         | 3,891         | 4,299         | 4,031         | 3,702         | 3,356         | 3,886         | 3,775         | 3,656         | 3,668         | 3,734         |
| 2            | 6,215         | 5,655         | 5,972         | 6,478         | 7,158         | 6,712         | 6,164         | 5,588         | 6,470         | 6,286         | 6,087         | 6,108         |
| 3            | 5,809         | 5,028         | 4,441         | 5,190         | 4,958         | 5,977         | 5,095         | 4,647         | 4,020         | 5,394         | 4,566         | 4,876         |
| 4            | 3,321         | 3,335         | 2,544         | 2,470         | 2,088         | 2,187         | 2,765         | 2,055         | 1,609         | 1,456         | 2,058         | 1,940         |
| 5            | 1,932         | 1,639         | 1,495         | 1,068         | 1,164         | 1,045         | 1,305         | 943           | 750           | 1,036         | 1,025         | 1,016         |
| 6            | 1,001         | 891           | 692           | 461           | 432           | 393           | 527           | 397           | 190           | 326           | 543           | 588           |
| 7            | 557           | 360           | 329           | 208           | 123           | 105           | 194           | 141           | 60            | 65            | 169           | 269           |
| 8+           | 254           | 22            | 79            | 52            | 7             | 2             | 30            | 12            | 9             | 7             | 1             | 0             |
| <b>Total</b> | <b>22,486</b> | <b>20,516</b> | <b>19,444</b> | <b>20,226</b> | <b>19,962</b> | <b>20,123</b> | <b>19,436</b> | <b>17,669</b> | <b>16,883</b> | <b>18,225</b> | <b>18,116</b> | <b>18,532</b> |

**Tabela 6: Biomassa Total de lagosta vermelha, em toneladas, dos anos de 2004 a 2015**

Da mesma forma, usando a tabela do Capítulo 3.e), foi calculada a biomassa potencial a longo prazo se a pescaria fechasse definitivamente. Pôde-se observar que essa biomassa atingiria quase 63 mil toneladas, atualmente suprimida em torno de 18.5 mil toneladas em 2015.

Como referência é importante saber qual seria a biomassa reprodutiva sem pesca e qual é a atual. De acordo com Fonteles-Filho (2000), o comprimento médio de maturidade sexual é de 201 mm, correspondente a uma idade de 2,65 anos. De acordo com Ivo (1996), o comprimento mínimo de fêmeas com ovos é 47 mm, correspondente a uma idade de 1,82 anos. Com esses dados de valor médio e desvio, e assumindo uma distribuição normal para a idade de primeira maturidade sexual, foi construída a seguinte tabela.

**Centro de Desenvolvimento de Pesca Sustentável do Brasil**

| Idade | Maturidade<br>0/1 |
|-------|-------------------|
| 1     | 0.05              |
| 2     | 0.39              |
| 3     | 0.83              |
| 4     | 0.99              |
| 5     | 1.00              |
| 6     | 1.00              |
| 7     | 1.00              |
| 8+    | 1.00              |

**Tabela 7: Maturidade sexual**

Então, multiplicando o número de lagostas de cada idade pela proporção de exemplares sexualmente maduros e pelo peso médio da idade e somando-se estes valores, obtemos a Biomassa Reprodutiva para cada ano:

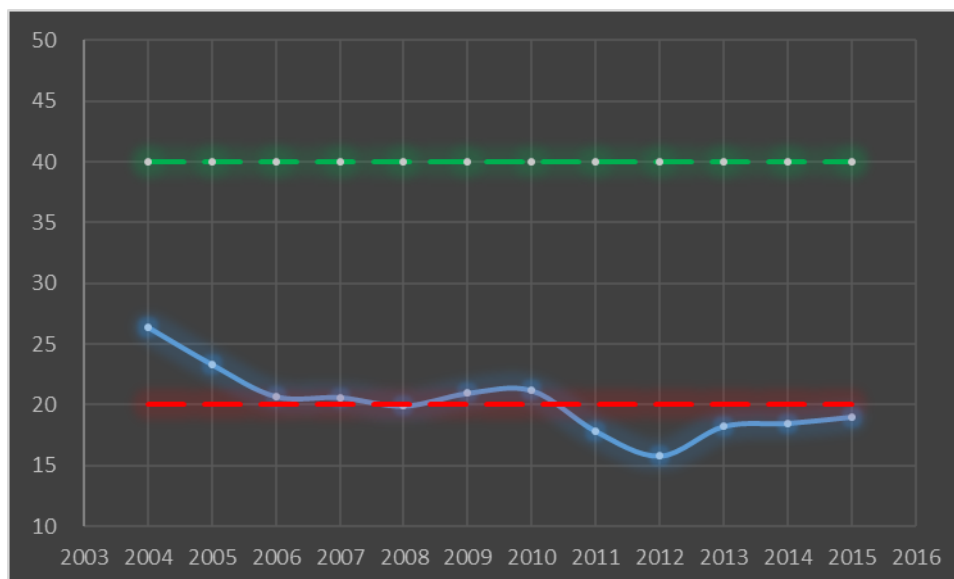
| Idade        | 2004          | 2005          | 2006          | 2007          | 2008          | 2009          | 2010          | 2011         | 2012         | 2013         | 2014          | 2015          | Longo<br>prazo | Sem<br>pesca  |
|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|----------------|---------------|
| 1            | 170           | 179           | 195           | 215           | 202           | 185           | 168           | 194          | 189          | 183          | 183           | 187           | 187            | 187           |
| 2            | 2,424         | 2,205         | 2,329         | 2,527         | 2,792         | 2,618         | 2,404         | 2,179        | 2,523        | 2,452        | 2,374         | 2,382         | 2,425          | 2,425         |
| 3            | 4,822         | 4,173         | 3,686         | 4,308         | 4,115         | 4,961         | 4,229         | 3,857        | 3,337        | 4,477        | 3,790         | 4,047         | 4,259          | 5,933         |
| 4            | 3,288         | 3,302         | 2,518         | 2,445         | 2,068         | 2,165         | 2,737         | 2,035        | 1,593        | 1,441        | 2,037         | 1,921         | 2,296          | 8,034         |
| 5            | 1,932         | 1,639         | 1,495         | 1,068         | 1,164         | 1,045         | 1,305         | 943          | 750          | 1,036        | 1,025         | 1,016         | 1,067          | 7,690         |
| 6            | 1,001         | 891           | 692           | 461           | 432           | 393           | 527           | 397          | 190          | 326          | 543           | 588           | 518            | 6,763         |
| 7            | 557           | 360           | 329           | 208           | 123           | 105           | 194           | 141          | 60           | 65           | 169           | 269           | 212            | 5,764         |
| 8            | 254           | 22            | 79            | 52            | 7             | 2             | 30            | 12           | 9            | 7            | 1             | 0             | 8              | 17,971        |
| <b>BR</b>    | <b>14,447</b> | <b>12,771</b> | <b>11,324</b> | <b>11,283</b> | <b>10,902</b> | <b>11,473</b> | <b>11,594</b> | <b>9,758</b> | <b>8,651</b> | <b>9,986</b> | <b>10,121</b> | <b>10,410</b> | <b>10,972</b>  | <b>54,767</b> |
| <b>% Bro</b> | <b>26</b>     | <b>23</b>     | <b>21</b>     | <b>21</b>     | <b>20</b>     | <b>21</b>     | <b>21</b>     | <b>18</b>    | <b>16</b>    | <b>18</b>    | <b>18</b>     | <b>19</b>     | <b>20</b>      | <b>100</b>    |

**Tabela 8: Biomassa Reprodutiva da lagosta vermelha, em toneladas, dos anos de 2004 a 2015, Biomassa Reprodutiva de longo prazo sob as condições atuais de mortalidade por pesca, Biomassa Reprodutiva potencial sem pesca.**

A biomassa reprodutiva estimada em 2015 corresponde a 19% da “população sem pesca”. Considerando que a biomassa reprodutiva deva oscilar em torno de 40% da biomassa reprodutiva “sem pesca”, conforme preconizado internacionalmente, o nível atual está bem abaixo do considerado sustentável; uma projeção com os níveis atuais de mortalidade por pesca demonstra que a biomassa reprodutiva do estoque poderia aumentar apenas até 20% da biomassa reprodutiva “sem pesca”, por isso é necessário estabelecer um plano de recuperação do estoque.

O gráfico seguinte permite observar claramente a situação:



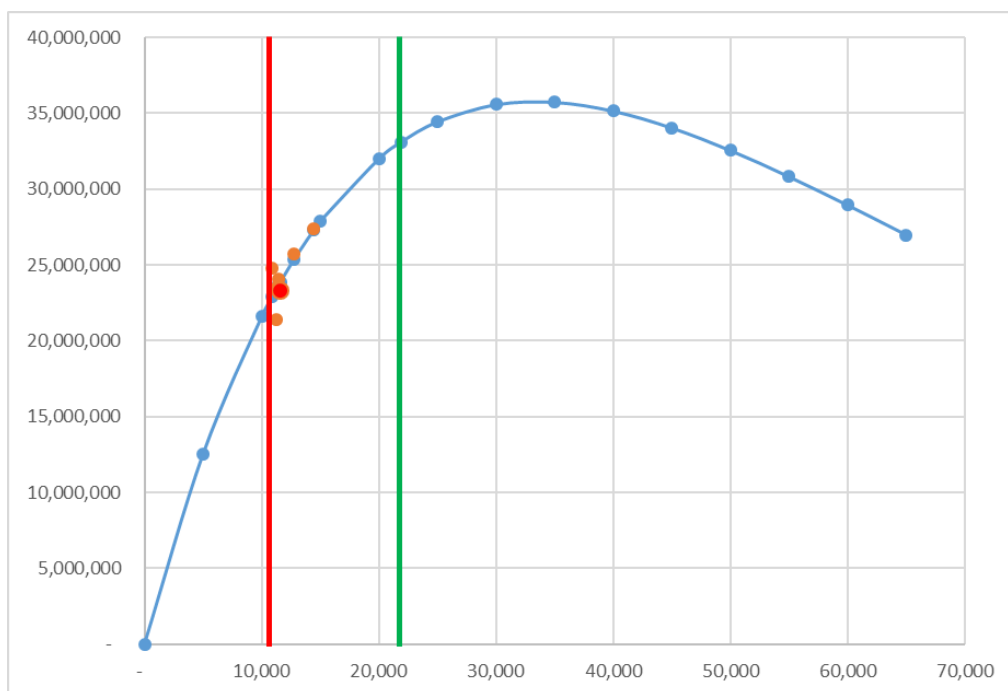


**Gráfico 4: Biomassa Reprodutiva do estoque de lagosta (linha contínua) e limites de referência mínimo (linha tracejada vermelha) e alvo (linha tracejada verde).**

O nível da biomassa reprodutiva atual, ainda que venha sofrendo aumentos nos últimos 4 anos, está abaixo da linha vermelha há cinco anos, e com a mortalidade por pesca atual é impossível atingir os 40%.

Utilizando os cálculos da abundância para a idade 1, estimada com dados observados até o ano 2013, e as biomassas reprodutivas calculadas para o ano 2011, foi possível modelar de acordo com a equação de Ricker uma relação estoque-recrutamento provisória, assumindo que o recrutamento acontece dois anos depois do processo reprodutivo, dado pela fórmula:

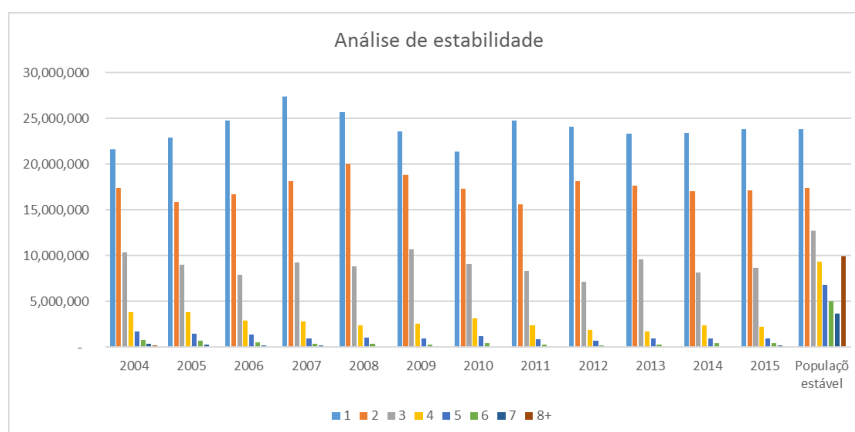
$$R = 2916.019.BR.e^{-0.000030.BR}$$



**Gráfico 5: Modelo de Ricker. Relação entre a Biomassa Reprodutiva e o Recrutamento. A linha vermelha mostra o limite dos 20% e a verde o alvo dos 40%. O cenário do ano 2015 não pode ser refletido no gráfico por carecer de dados confiáveis de Recrutamento para os últimos dois anos, mas estaria a esquerda da linha vermelha.**

### 5. Análise da estabilidade da população

Uma análise muito interessante é da estabilidade da população. Se calcularmos a composição por idade da população de lagosta, deixando operar somente a mortalidade natural, podemos observar que a mesma possui uma estabilidade, um equilíbrio populacional. Comparando essa estrutura demográfica com a atual podemos visualizar o grau de estabilidade ou instabilidade da população. No gráfico seguinte se ilustra a situação da lagosta:



**Gráfico 6: Composição demográfica da população de lagosta vermelha nos anos 2004-2015 e comparação com uma população demograficamente estável**

## Centro de Desenvolvimento de Pesca Sustentável do Brasil

Pode-se observar facilmente que no ano de 2015 a população encontra-se longe da estrutura estável, sendo fortemente dependente do bom sucesso dos recrutamentos (idade 1), já que a população está predominantemente conformada pelas idades 1 e 2 (78% da população total). Por comparação, pode-se observar que na estrutura estável, uma falha de recrutamento de um ano, por causas naturais, não teria tanta influência na população, podendo ser absorvida facilmente já que as idades 1 e 2 representariam cerca de metade da população total. A pescaria no cenário atual se torna mais imprevisível e o risco de colapso é muito maior.

### 6. Recomendações para a recuperação da pescaria

Fazendo uma projeção da evolução da população de lagosta nas condições de mortalidade por pesca atual (*status quo*), pode-se observar que a pescaria poderia seguir indefinidamente nesse nível baixo de equilíbrio, sempre e quando os recrutamentos não oscilem muito. Porém, no ponto atual, qualquer mudança climática ou ambiental que afetasse severamente o recrutamento poderia traduzir-se em inviabilidade econômica da pescaria e, portanto, seu colapso.

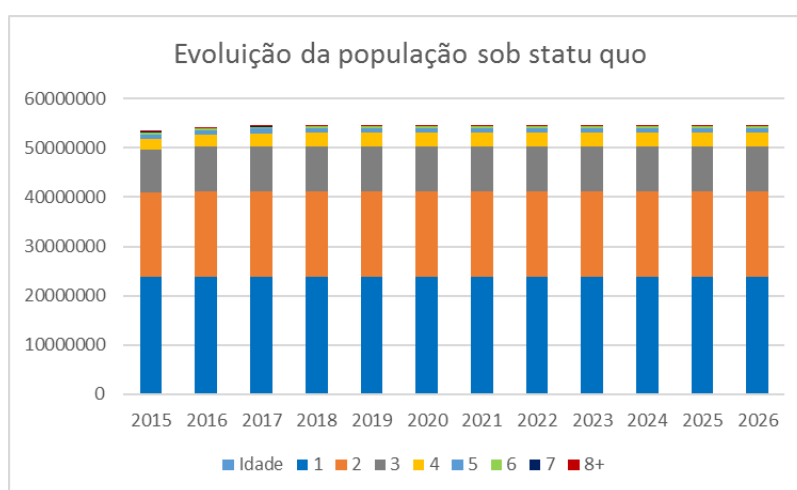


Gráfico 7: Projeção da população com os níveis atuais de mortalidade por pesca

Para obter uma recuperação dos estoques ao nível seguro de 40% da biomassa reprodutiva “sem pesca” de forma rápida, seria necessário diminuir as capturas atuais em proporções socialmente impraticáveis.

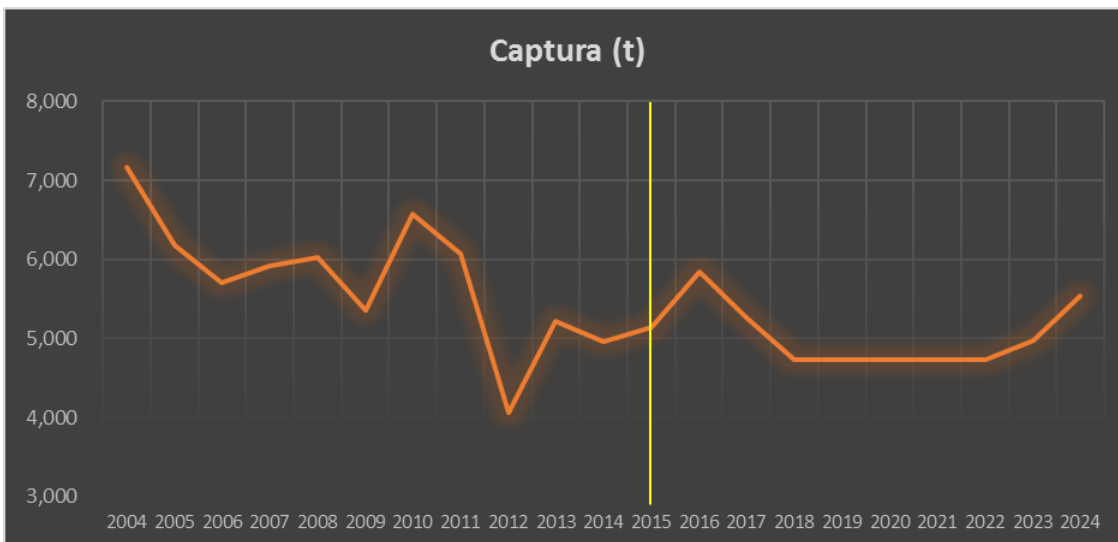
Uma estratégia alternativa, de longo prazo, que poderia funcionar, deveria basear-se em três objetivos:

1. Reduzir significativamente (50%) as capturas de lagosta de idade 2 ou menor no primeiro ano.
2. A partir do ano 2, reduzir em torno de 10% as capturas de lagosta e manter esse nível reduzidos por 5 anos. Desse modo a população terá a oportunidade de crescer, reduzindo a mortalidade por pesca até nível similar a da mortalidade natural (Estratégia de Captura Constante).

**Centro de Desenvolvimento de Pesca Sustentável do Brasil**

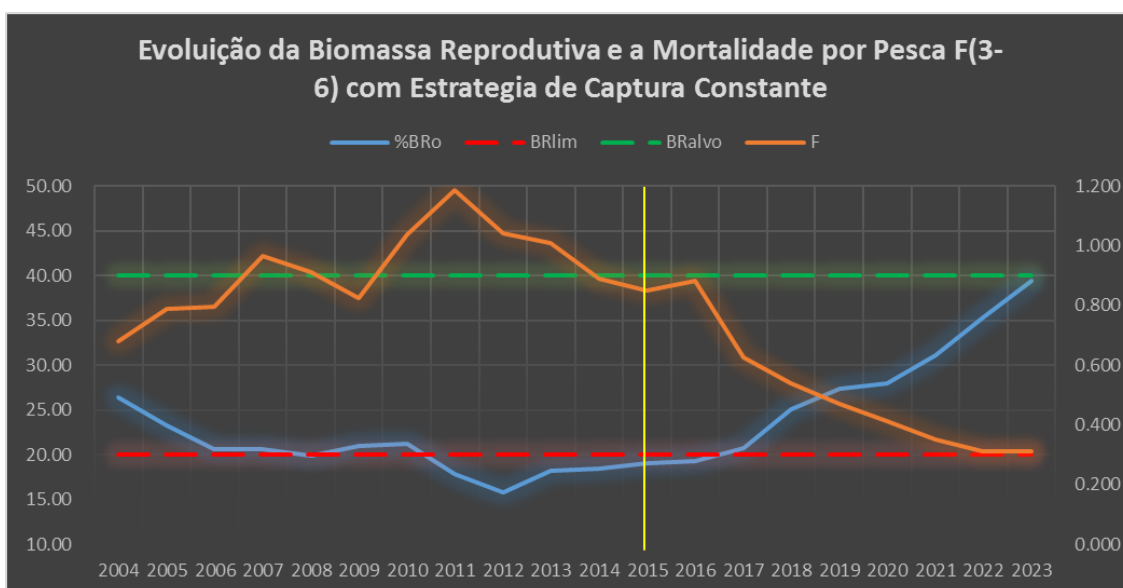
3. A partir do quinto ano, manter constante a mortalidade por pesca em 0.313 (Estratégia de Mortalidade por Pesca Constante), permitindo o aumento das capturas proporcional ao aumento da biomassa reprodutiva.

Essa estratégia é ilustrada nos gráficos seguintes:



**Gráfico 8: Estratégia de Captura Constante desde o ano 2017 para a recuperação do estoque**

A projeção mostra que com essas medidas pode ser atingido o objetivo de uma biomassa reprodutiva de 40% com relação a biomassa reprodutiva “sem pesca” em um prazo de 7 anos se os recrutamentos corresponderem a estimativa do modelo utilizado (Ricker).



**Gráfico 9: Evolução da Biomassa Reprodutiva e Mortalidade por Pesca para os anos de 2016 a 2023 implementando a Estratégia de Captura Constante nos anos de 2018 a 2022 e Mortalidade por Pesca Constante de 2022 a 2023.**



## Centro de Desenvolvimento de Pesca Sustentável do Brasil

O grande debate envolve como esses objetivos podem ser atingidos.

Em geral, o mais importante é assegurar o cumprimento do defeso. Para isso, considerando o período de defeso de 1º de dezembro a 31 de maio, deveria ser proibido, de 1º de fevereiro até 2 de junho toda forma de posse, transporte e comercialização de lagosta no mercado brasileiro. Tal medida também deveria ser adaptada caso haja mudança nas datas do defeso.

Também deve haver uma sensibilização da população consumidora por meio de campanhas na televisão e compromissos com associações de restaurantes, peixarias e supermercados.

Todas as propostas de controle de esforço visando reduzir as capturas de lagosta cujo comprimento está em desacordo com a legislação em vigor têm fracassado. As grandes dificuldades para exercer a fiscalização no mar previsivelmente vão continuar. Por essa razão, sugerimos um enfoque diferente para reduzir a mortalidade por pesca:

- a) A lagosta deve ser admitida somente inteira e viva nas plantas de beneficiamento, com um limite de tolerância de sobrevivência não inferior a 95%, sob fiscalizações do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, agora investido de autoridade pesqueira. Se a sobrevivência for menor que 95%, o produto deve ser rejeitado. Desse modo se espera que a pesca vise **menor quantidade mas mais qualidade e preço** do produto. Essa situação também poderia incentivar o abandono das artes de pesca não regulamentadas.
- b) Dever-se-ia estabelecer um limite captura total de 4.700 toneladas de lagosta vermelha inteira ou equivalente em cauda por cinco anos. Idealmente esse limite poderia ser distribuído por embarcação, proporcionado ao número de covos já alocado com as licenças. Até que a avaliação para lagosta verde seja finalizada, é recomendável limitar a produção dessa espécie a 1.000 toneladas (18% do total).
- c) Para evitar desembarques além do limite de captura, a proposta é a implantação de pontos de controle/desembarque obrigatórios onde os dados de captura sejam coletados por funcionários autorizados num sistema centralizado de rastreabilidade.
- d) Para o controle da produção, as plantas de beneficiamento deveriam reportar as quantidades recebidas em tempo real ao sistema centralizado. Quando a produção atingisse 80% do valor máximo permitido, seria emitido um alerta para as empresas se prepararem para o fechamento da temporada.

Por meio da continuidade do fornecimento dos dados das empresas e complementando esse esforço com monitoramento nas praias e portos, é possível verificar a cada ano a evolução da população de lagosta e ajustar as medidas sugeridas. A redução do defeso seria possível se a eficácia das outras medidas sugeridas compensar e permitir o incremento gradual dos estoques.