

Quantificação de esforço de pesca através de dados de rastreamento de embarcações por satélite

RODRIGO CLAUDINO DOS SANTOS¹
CLAUDIA RAMOS ZAGAGLIA¹
MAICON GILSON BARBOSA¹
MAURÍCIO BRICHTA¹

¹ Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca - SEAP/PR
Diretoria de Ordenamento, Controle e Estatística da Aqüicultura e Pesca – DICAP
Núcleo do Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite –
PREPS
Esplanada dos Ministérios, Bloco "D", 2º andar, sala 238
CEP 70.043-900 - Brasília/DF
Tel: (55 61) 3218 3726 / Fax: (55 61) 3218 3886
{claudino, claudia, maicon, mauricio}@seap.gov.br

Abstract. During the period of closure of the pink-shrimp fishery in southeastern and southern Brazil, from 01/03/2008 to 31/05/2008, 110 vessels were provisionally licensed to operate at depths of between 100 and 250 meters. All fishing boats transmitted data through the Vessel Monitoring System – VMS during their fishing cruises. Additionally, in ten fishery cruises, fishing activity was monitored by scientific observers. The patterns of displacement speed of the vessels during the fishery activity obtained on board, were used to validate data obtained from satellite tracking. The fishing effort inferred through satellite tracking was represented in the area of fishing in quadrants of 7.5° X 7.5° (latitude by longitude). Seventy-seven vessels operated effectively, totaling 51,476 hours of trawling. It was found that 80% of fishing activity occurred in the permitted area, 17% outside the bathymetric of this area and 3% within the areas of fishing exclusion. All the infractions committed were identified and duly reported to IBAMA. It was evident that the fleet showed a behavior of concentration of effort on two distinct areas. The use of VMS data is a tool for assessing the dynamics of occupation of the fishing area in a short time range. The results and findings raised reinforce that the VMS data are a very useful tool for the management of fishing resources.

Palavras-chave: Vessel Monitoring System (VMS), trawling fleet, fishing on the edge of the continental shelf, fishing on the upper slope, fishing effort, sistema de monitoramento de embarcações, frota de arrasto, pesca na borda da plataforma continental, pesca no talude superior, esforço de pesca.

1. Introdução

A partir de 2007, o Governo brasileiro instituiu o Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite – PREPS que regulamenta o uso de rastreamento por satélite em embarcações pesqueiras como política de Estado, tendo como objetivos: i) Contribuir com a segurança da navegação e salvaguarda da vida humana no mar; ii) Permitir aos proprietários de embarcações pesqueiras acompanharem os cruzeiros de pesca das embarcações sob sua responsabilidade, além de permitir visualizar, com maior eficiência, as restrições geográficas à atividade de pesca estabelecida na legislação pesqueira e ambiental; iii) Subsidiar os mestres de pesca orientando-os nas operações realizadas; iv) Permitir aos órgãos coordenadores do Programa verificar o uso das Permissões de Pesca concedidas, bem como o controle sobre o uso de subvenções federais para a pesca; v) Dar apoio à fiscalização da atividade pesqueira; e vi) Permitir uma avaliação da efetividade das medidas de gestão pesqueira (SEAP/IBAMA/MD, 2006).

Em diversas partes do mundo, o rastreamento por satélite, é amplamente difundido e considerado fundamental para a gestão pesqueira, garantindo total controle das atividades de

diferentes frotas, aumento da segurança no mar e sendo utilizado para a avaliação de estoques (JOLL *et al.*, 1999; DENG, 2005; GEDAMKE, 2004; GEDAMKE 2005).

Estimar o esforço de pesca é uma das principais ferramentas para a avaliação de estoques pesqueiros. Estimativas baseadas nas tradicionais fontes de informação (*e.g.* Mapas de Bordo) são muitas vezes inconsistentes, devido ao baixo critério de disponibilização de informação, cultura dos pescadores, que não vêm utilidade no preenchimento de tais mapas, e principalmente da baixa cobertura das atividades de pesca por este instrumento.

Através do rastreamento por satélite é possível estimar com alto grau de confiabilidade e em micro-escala a distribuição geoespacial do esforço de pesca com relativa facilidade e em curto espaço de tempo (RIJNSDORP *et al.*, 1998; MILLS *et al.*, 2006).

Nos últimos dois anos, a frota de arrasto duplo que pesca camarão-rosa no sudeste e sul do Brasil, representada pelos seus sindicatos, reivindicou junto a Secretaria Especial de Aquicultura de Pesca da Presidência da República- SEAP/PR, licenças de operação de pesca durante o período de defeso do camarão-rosa. Em 2008, o órgão concedeu licenças de pesca provisórias a 110 embarcações de arrasto duplo para operarem durante o período de defeso da pesca do camarão-rosa (*Farfantepenaeus brasiliensis* e *Farfantepenaeus paulensis*) no sudeste e sul do Brasil, entre 01 de março e 31 de maio de 2008, entre as profundidades de 100 a 250 metros. Como condicionante à operação de pesca, todas as embarcações foram monitoradas por rastreamento via satélite e 20% da frota acompanhada por observadores científicos, além de incluir duas áreas de restrição à pesca (BRASIL, 2008).

Este trabalho tem por finalidade demonstrar que o uso de métodos indiretos para a quantificação do esforço de pesca é uma eficaz ferramenta para auxiliar a gestão pesqueira, utilizando como exemplo a atuação das embarcações com licença provisória para operarem entre 100 e 250 metros.

2. Metodologia de Trabalho

A temporada de pesca prevista nas licenças provisórias teve duração de 92 dias, entre 01/03/2008 à 31/05/2008. Durante este período, 77 embarcações ingressaram na pescaria. Observadores científicos acompanharam 9 embarcações desta frota e realizaram 10 cruzeiros de pesca. Foram registrados 723 lances de pesca, gerando dados que possibilitaram representar toda a atividade de pesca destes cruzeiros, fornecendo para cada lançamento e recolhimento das redes dados de data e hora, latitude e longitude (Datum WGS84), velocidade de deslocamento durante os arrastos (nós), características das redes, além da captura. Todas as embarcações enviaram dados de rastreamento por satélite, com cobertura de 100% das operações de pesca, disponibilizando 216.129 registros de posicionamentos geográficos, sendo compostos por data e hora da geração do posicionamento, latitude e longitude (Datum WGS84), além da diferença de tempo, distância e velocidade média de deslocamento entre transmissões consecutivas. O deslocamento das embarcações, através do rastreamento por satélite, foi classificado em três categorias de atividade desenvolvida: “permanência no porto”, “deslocamento entre o porto e a área de pesca” e “navegação na área de pesca”. Os registros de “permanência no porto” e os “deslocamentos entre o porto e a área de pesca”, foram removidos da análise, procurando utilizar apenas os registros referentes à navegação na área de pesca, sendo que foram analisados 78.822 registros de posicionamentos classificados com “navegação na área de pesca” (Figura 1).

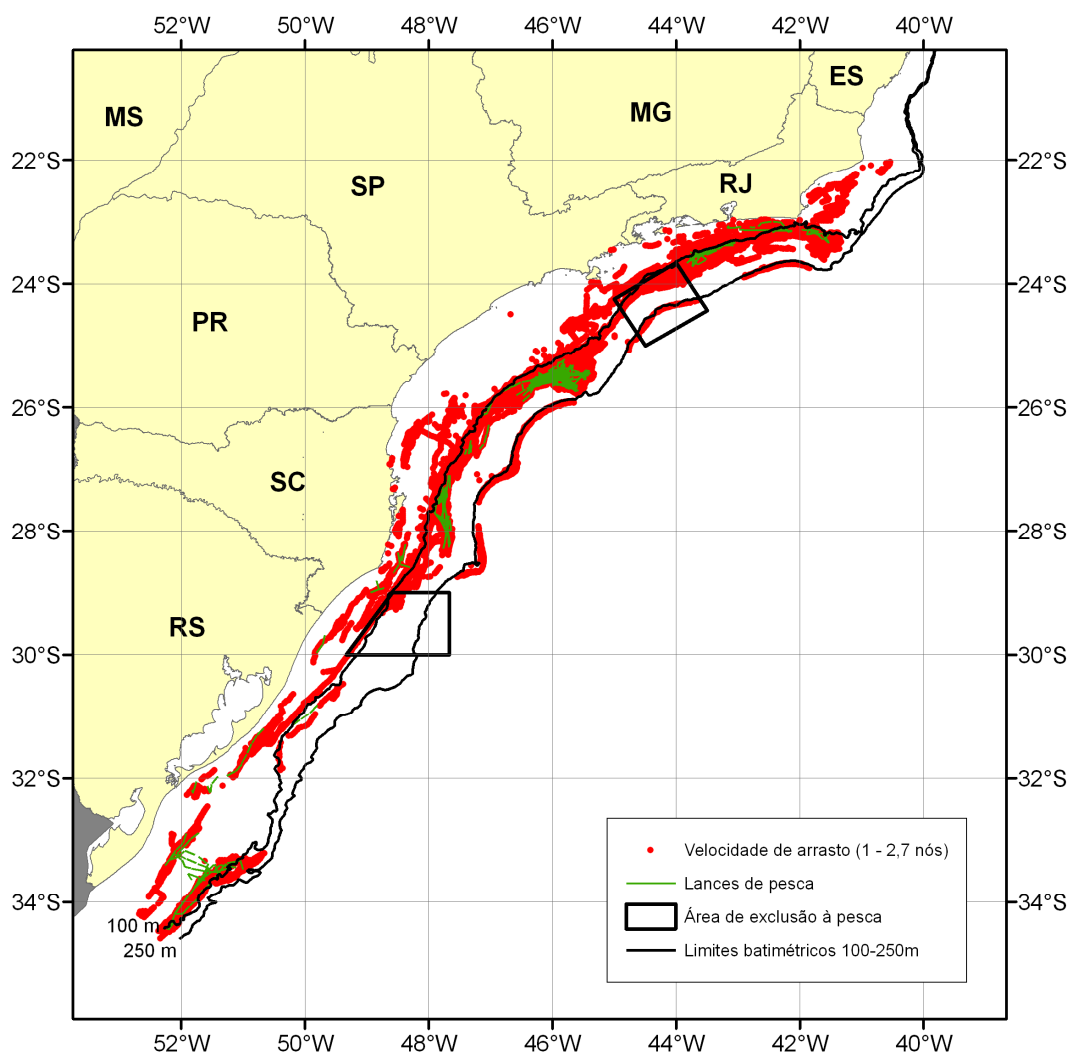


Figura 1 – Mapa da área de pesca destinada às embarcações da frota do camarão-rosa do sudeste e sul, com permissão provisória para operarem durante o período de defeso de 2008 (entre 01/03/2008 e 31/05/2008). Os pontos vermelhos são referentes ao rastreamento por satélite e indicam velocidades de pesca. As linhas verdes correspondem à extensão dos arrastos.

A estimativa do esforço de pesca realizado pelas 77 embarcações foi baseada na validação dos dados do rastreamento por satélite através dos dados obtidos pelos observadores científicos. Partiu-se do pressuposto de que as velocidades desenvolvidas pelas embarcações são similares para ambas as fontes de informação (dados coletados a bordo e rastreamento por satélite), assim, as distribuições dos valores de velocidade de deslocamento, estimadas pelas duas fontes, foram comparadas a partir de um teste de Kolmogorov-Smirnov (ZAR, 1996).

A seguir, para cada viagem acompanhada por observadores científicos, o tempo total em velocidade de pesca ($T_{arr.ras}$) (variável dependente), estimada com os dados do rastreamento via satélite, foi comparado ao tempo total de duração dos arrastos ($T_{arr.obs}$) (variável independente), registrado a bordo, através de uma regressão linear, sendo a hipótese nula (H_0) que a declividade dessa regressão seja aproximadamente 1, para $\alpha=0,005$ (ZAR, 1996).

A representação da distribuição da intensidade de arrasto foi realizada através do somatório do tempo de arrasto contido em quadrantes de $7,5^\circ \times 7,5^\circ$ (latitude por longitude).

Foram utilizados os programas: Microsoft Excel 2003 para organizar as informações em planilhas eletrônicas; R versão 2.7.2 para as análises estatísticas e ArcInfo 9.2 para a compilação dos mapas de esforço.

3. Resultados e Discussão

Das 110 embarcações permissionadas, 94 enviaram dados de rastreamento via satélite, e 77 realizaram operações de pesca, totalizando 2.960 dias de mar (média 32,89 dias – desvio padrão 16,2 dias, para cada viagem de pesca).

Não foi constatada falha de transmissão de dados de rastreamento. O intervalo de tempo do envio de posicionamentos foi de cerca de uma hora (média 0,994 horas, desvio padrão 0,5893 horas).

As velocidades de arrasto registradas a bordo das embarcações estiveram contidas no intervalo de 1 a 2,7 nós.

As distribuições de frequência das duas fontes de informação não diferiram significativamente de acordo com o teste de Kolmogorov-Smirnov ($p \ll 0,005$) (Figura 2).

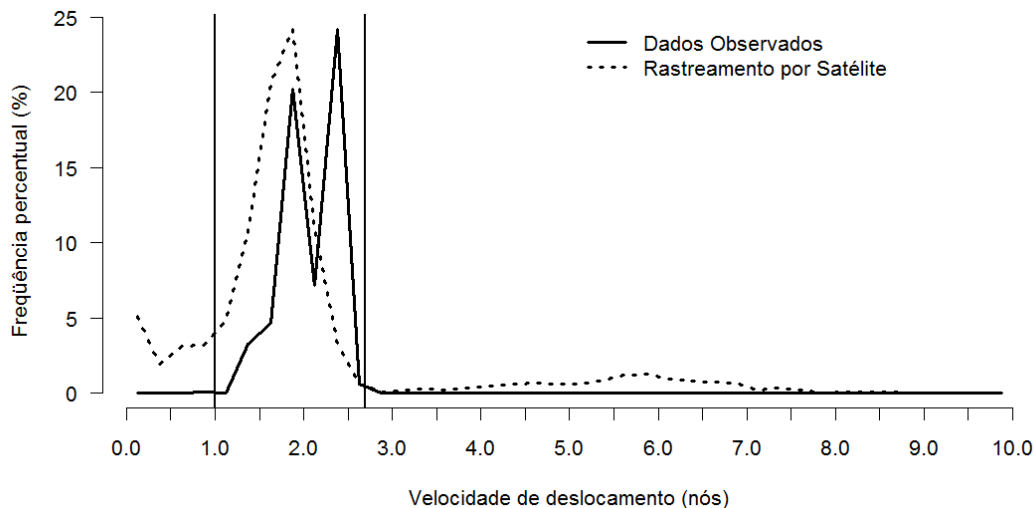


Figura 2 – Distribuição de frequência percentual dos valores de velocidade de deslocamento obtidos através de registros realizados a bordo das embarcações (linha contínua) e estimados através do rastreamento por satélite (linha pontilhada). As linhas verticais indicam o intervalo de velocidades assumido como operação de pesca.

O tempo total de arrasto em uma viagem de pesca, variável independente (registrado a bordo), foi comparado ao tempo total em que a embarcação permaneceu desenvolvendo velocidade de pesca, variável independente (estimado pelo rastreamento por satélite) através de uma regressão linear, o modelo ajustado é apresentado na Equação 1:

$$T_{arr.ras} = 1,002T_{arr.obs} - 1,691 \quad (1)$$

$T_{arr.obs}$ explicou 98% da variabilidade de $T_{arr.ras}$ ($R^2=0,9806$, $GL=8$) e a declividade foi significativamente próxima a 1 ($p= 0,4814879$), indicando que as duas medidas de velocidade são equivalentes (Figura 3).

A partir da constatação da equivalência dos dados, foi assumido que o tempo entre transmissões consecutivas de dados de rastreamento via satélite com velocidades compreendidas entre 1 e 2,7 nós são correspondentes ao esforço de pesca real.

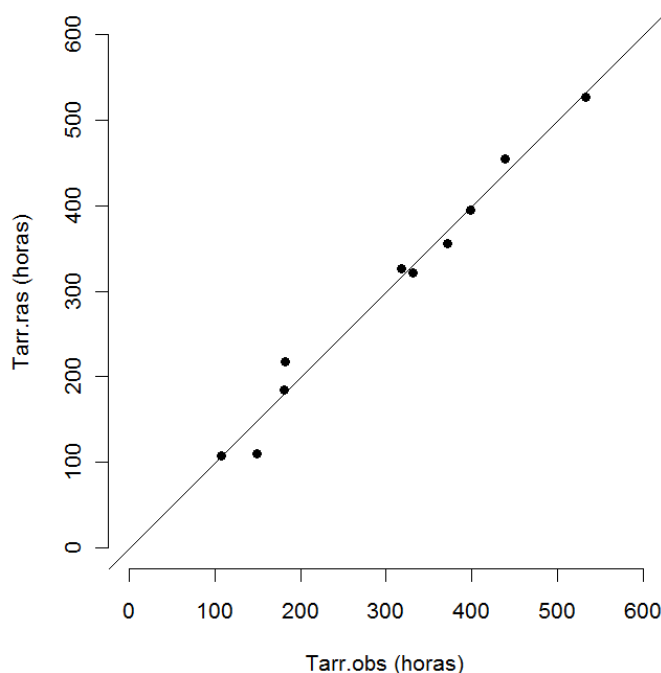


Figura 3 – Regressão linear entre a duração total dos arrastos de pesca ($T_{arr.obs}$) e a soma do tempo em velocidade de pesca ($T_{arr.ras}$) das viagens monitoradas por observadores científicos durante 10 cruzeiros de pesca de embarcações com licença provisória de pesca durante o período de defeso da pesca do camarão-rosa, entre 01/03/2008 e 31/05/2008.

Os dados foram agregados em quadrantes de 7,5 minutos de latitude por 7,5 graus de longitude (Figura 4).

Cerca de 80% da atividade de pesca foi realizada dentro da área permissionada (entre 100 e 250 metros, fora das áreas de exclusão), 12% em profundidades acima dos 100 metros e 4,5% em profundidades maiores que 250 metros, e 3% do tempo de arrasto ocorreu dentro das áreas de exclusão (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 – Permanência de tempo, em horas, com atividade de pesca das embarcações da frota com licença provisória para operar entre 100 e 250 metros de profundidade, durante o período de defeso do camarão-rosa do sudeste e sul, entre 01/03/2008 e 31/05/2008.

	<100m	100m-250m	>250m	Total
Fora das áreas de exclusão	6.527,95	41.055,55	2.263,71	49.847,22
Dentro da área de exclusão norte	39,03	1.294,84	111,03	1.444,90
Dentro da área de exclusão sul	34,05	149,88	0,00	183,92
Tempo total (horas)	6.601,03	42.500,27	2.374,74	51.476,04

Tabela 2 – Permanência de tempo, em porcentagem do tempo total, com atividade de pesca das embarcações da frota com licença provisória para operar entre 100 e 250 metros de profundidade, durante o período de defeso do camarão-rosa do sudeste e sul, entre 01/03/2008 e 31/05/2008.

	<100m	100m-250m	>250m	Total
Fora das áreas de exclusão	12,68	79,76	4,40	96,84
Dentro da área de exclusão norte	0,08	2,52	0,22	2,81
Dentro da área de exclusão sul	0,07	0,29	0,00	0,36
Tempo total (%)	12,82	82,56	4,61	100,00

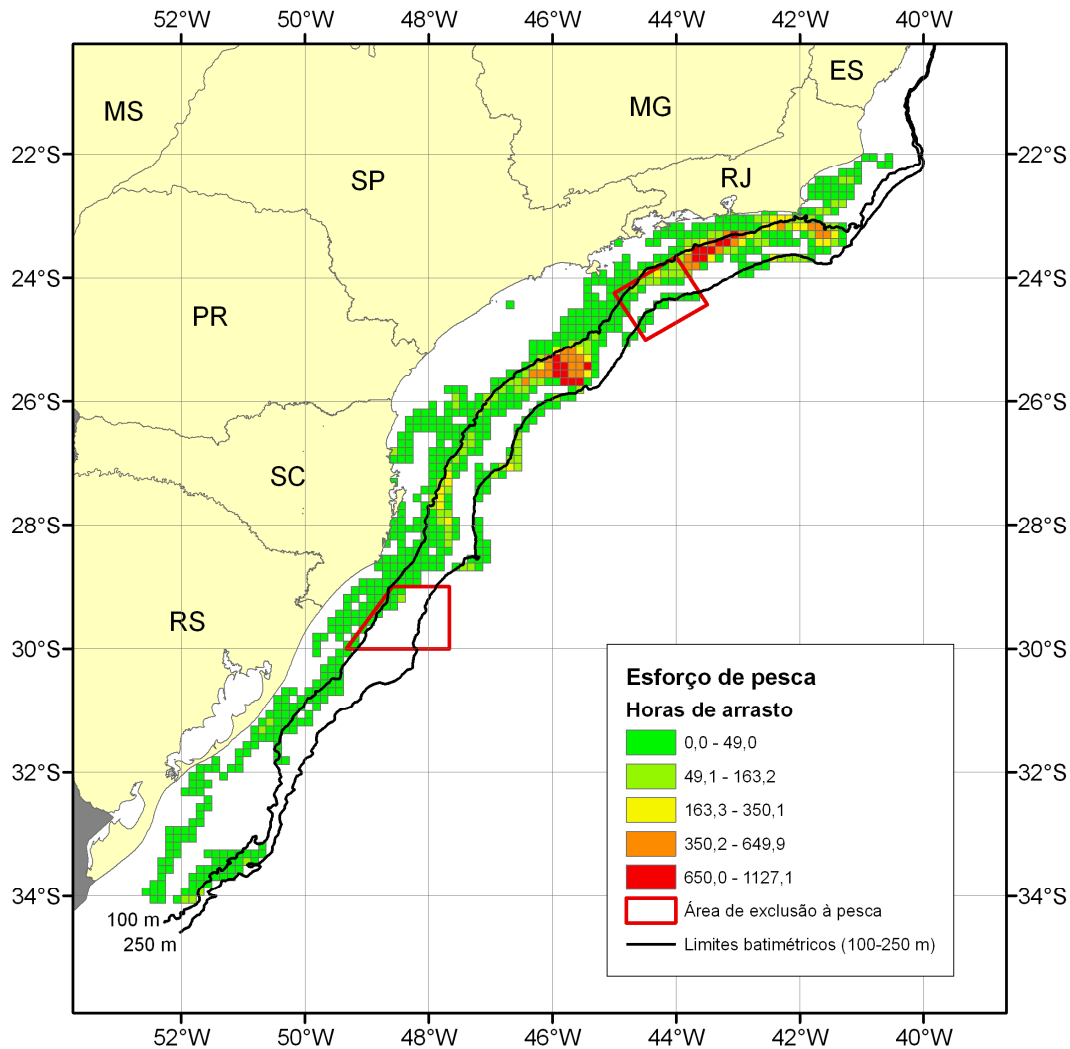


Figura 4 – Distribuição do esforço de pesca (horas de arrasto) das embarcações da frota do camarão-rosa do sudeste sul com licença provisória para operarem entre os 100 e 250 metros de profundidades durante o período de defeso, entre 01/03/2008 a 31/05/2008.

Apesar da grande maioria da atividade ocorrer dentro da área pré-estabelecida, podemos observar um comportamento de direcionamento do esforço de pesca em duas áreas distintas, uma ao largo de São Paulo e outra ao largo do Rio de Janeiro. Este comportamento é descrito por diversos autores (GILLS *et al.*, 1995; HOLLAND & SUTINEN, 2000), que afirmam que o esforço será direcionado, inicialmente, em áreas com maior abundância de recursos ou retorno monetário, a partir do momento em que o retorno obtido nas áreas com elevada concentração do esforço passa a se igualar às áreas adjacentes, o esforço tende a se espalhar ao longo da área de pesca.

A exploração dos recursos da borda da plataforma continental e talude superior deve ser conduzida de maneira diferenciada à da plataforma continental. Os ecossistemas dessas regiões, assim como os recursos pesqueiros que habitam áreas mais profundas tendem a ser mais vulneráveis a exploração pesqueira devido às suas características do ciclo de vida e requerem maiores níveis de proteção (KOSLOW *et al.*, 2000; LARGE *et al.*, 2003).

Cenários de concentração de esforço em áreas com recursos frágeis podem ser identificados e controlados em tempo real através do rastreamento via satélite.

4. Conclusões

A estimativa de esforço de pesca através do rastreamento por satélite se mostrou consistente e coerente, futuros planejamentos de dimensionamento de frota e avaliação de estoques deverão ser realizados com base nesta tecnologia. Contudo, é indispensável à coleta de dados por observadores científicos para identificar o intervalo de velocidade em que ocorre a atividade de pesca.

5. Agradecimentos

Agradecemos os observadores científicos que participaram das viagens de pesca, o Sindicato dos Armadores de Pesca do Estado de Rio de Janeiro – SAPERJ, o Sindicato dos Armadores de Pesca do Estado de São Paulo – SAPESP e o Sindicato das Indústrias de Pesca de Itajaí – SINDIPI.

6. Referências Bibliográficas

Brasil. SECRETARIA ESPECIAL DE AQUICULTURA DE PESCA. **PORTARIA Nº 9, DE 17 DE MARÇO DE 2008**. Autorizar a concessão de Permissão Provisória de Pesca para embarcações devidamente permissionadas para a pesca de arrasto de camarão-rosa, no litoral Sudeste/Sul. 2008.

Deng, R.; Dichmont, C.; Milton, D.; Haywood, M.; Vance, D.; Hall, N. & Die, D. Can vessel monitoring system data also be used to study trawling intensity and population depletion? The example of Australia's northern prawn fishery. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, 62:3 611-622, 2005.

Joll, L.; Casey, R. & Towers, I. VMS as an effort tool in the Pilbara fish-trawl fishery. **Proceedings of the International Conference on Integrated Fishery Monitoring** – Sydney – Australia. C.P. Nolan (Ed.). pp. 317-324, 1999.

Gedamke, T.; Dupaul, W.D. & Hoeing, J.M. A spatially open-ocean delury analysis to estimate gear efficiency in the dredge fishery for Sea Scallop *Plactopecten magellanicus*. **North American Journal of Fisheries Management**, 24: 355-351, 2004.,

Gedamke, T.; Dupaul, W.D. & Hoeing, J.M. Index-removal estimates of dredge efficiency for Sea Scallops on George Banks. **North American Journal of Fisheries Management**, 24: 355-351, 2004.

Gills, D.M. & Peterman, R.M. Dynamic discarding decisions: foraging theory for high-grading in a trawl fishery. **Behaviour ecology**, 6:2 146-154, 1995.

Holland, D.S & Sutinen, J.G. Location choice in a New England trawl fisheries: old habits die hard. **Land Economics**, 76: 1 133-149, 2000.

Koslow, J.A.; Boehlert, G.; Gordon, J.D.M.; Haedrich, R.L.; Lorange, P. & Parin, N. Continental slope and deep-sea fisheries: implications for a fragile ecosystem. **ICES Journal of Marine Science**, 57:3 548-557, 2000.

Large, P.A.; Hammer, C.; Bergstad, O.A.; Gordon, J.D.M. & Lorange, P. Deep-water fisheries of the Northeast Atlantic: II assessment and management approaches. **Journal of North Atlantic Fisheries and Science**, 31: 151-163, 2003.

Mills, M.C.; Townsend, E.; Jennings, S.; Eastwood, P.D. & Houghton, C.A. Estimating high resolution trawl fishing effort from satellite-based vessel monitoring system data. **ICES Journal of marine Science Advance Access**, 64:2 248-255, 2006.

Rijnsdorp, A.D.; Buys, A.M; Storbeck, F. & Visser E.G. Micro-scale distribution of beam trawl effort in the southern North Sea between 1993 e 1996 in relation to the trawling frequency of the sea bed and the impact on benthic organisms. **ICES Journal of Marine Science**, 55: 403-419, 1998.

SEAP/IBAMA/MD, 2006. **INSTRUÇÃO NORMATIVA INTERMINISTERIAL N°2, de 04 de setembro de 2006**. Institui o Programa Nacional de Rastreamento de Embarcações Pesqueiras por Satélite – PREPS. Publicado no Diário Oficial da União em 15 de setembro de 2006.

Zar, J.H. **Biostatistical Analysis**. Prentice Hall (3ª Edição). pp. 179- 186, 1996.