

Análise da distribuição de larvas de lagostas (CRUSTACEA: DECAPODA: PALINURIDAE) na costa do Nordeste do Brasil utilizando Sistema de Informações Geográficas.

Camila Aguirre Góes¹
Melissa Carvalho¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Av. dos Astronautas, nº 1758. cep: 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil
{camila, melissa}@ltid.inpe.br

Abstract. The Palinuridae, also known as spiny lobster, are important commercially establishing the principal source of revenue of the fishery municipal districts from Northeast of Brazil. The larval phase is poorly studied, even though it is very important for the stocks maintenance. To analyze the density dependency of lobster larvae at different deeps and temperatures, we utilize the Analytical Hierarchical Process (AHP). According to the results, we can infer that the great density of lobster larvae near the coast and the islands can be associated with the sources of nutrients that are available in those areas, because of an upwelling that occurs in those areas. For further conclusions we need to associate other physic-chemical variables that affect this phenomenon such as direction and velocity of the ocean currents. There is also a need for more studies in a temporal scale and sampling areas far from coast.

Palavras-chave: AHP, larva de lagosta, SIG. AHP, lobster larvae, GIS.

1. Introdução

As três espécies de lagostas espinhosas (*Panulirus argus*, *P. echinatus* e *P. laevicauda*) que ocorrem na costa nordeste do Brasil, constituem a principal fonte de renda dos municípios pesqueiros daquela região, sendo que *P. argus* (lagosta vermelha) e *P. laevicauda* (lagosta verde) são as duas principais espécies capturadas, participando em 75% e 20% das capturas, respectivamente.

Estes crustáceos, assim como a maioria dos demais decápodes, apresentam duas fases distintas no seu ciclo de vida: a primeira é caracterizada por hábitos planctônicos, permitindo que os organismos percorram grandes distâncias, uma vez que não apresentam capacidade natatória bastante desenvolvida, ficando à mercê das correntes durante 4 a 22 meses. Após este período no plâncton as larvas de lagostas (fílossomas) sofrem uma metamorfose e se transformam em pós-larvas (*puerulus*), indivíduos morfologicamente semelhantes aos adultos, porém de tamanho reduzido. Após 2 ou 3 meses ocorre o assentamento dos organismos no substrato, os indivíduos assumem hábitos bentônicos e os juvenis irão recompor o estoque adulto. A partir deste momento tem início a segunda fase do ciclo de vida, que é bastante estudada, devido à sua importância econômica, enquanto que os estudos sobre a fase planctônica ainda são fragmentados, apesar desta constituir uma importante fase no ciclo de vida e história natural deste recurso vivo, uma vez que é determinante para a manutenção dos estoques pesqueiros (Phillips & Sastry, 1980; Kanciruk, 1980).

De acordo com Phillips & Sastry (1980), a abundância e distribuição das larvas de lagostas são determinadas por parâmetros como temperatura; salinidade; luz; pressão hidrostática; taxas de mortalidade em cada estágio; distribuição das fêmeas ovígeras e velocidade e direção das correntes, sendo que o sistema de correntes superficiais revela-se como o de maior influência na dispersão de várias espécies de lagostas em todo o mundo.

Para se realizar estudos sobre a distribuição de larvas de lagostas faz-se necessária uma análise em grande escala, desta forma as técnicas de sensoriamento remoto apresentam grande potencialidade devido à obtenção de informações sinópticas em meso e grande escalas de

forma repetitiva, auxiliando a obtenção de parâmetros oceanográficos que possam vir a influenciar a biologia populacional e a distribuição de espécies. Assim como o Sensoriamento Remoto, os Sistemas de Informações Geográficas se mostram como uma importante ferramenta para a compreensão e modelagem de fenômenos naturais, fornecendo não apenas ferramentas de visualização espacial, mas também a possibilidade de determinar associação entre as variáveis envolvidas no fenômeno e suas evoluções espaciais e temporais.

Dentro deste contexto, este estudo testou uma técnica de inferência geográfica (AHP) para analisar a distribuição de larvas de lagostas de acordo com a variação de temperatura e profundidade estabelecendo as áreas de maior favorabilidade para ocorrência das três espécies de lagostas espinhosas de valor comercial que ocorrem na costa do Brasil.

2. Material e Métodos

As coletas foram realizadas em estações oceanográficas pelo NOc. Antares, realizadas durante as campanhas do Programa REVIZEE NE – II. As larvas de lagostas foram coletadas utilizando-se redes do tipo Bongo, com abertura de malha de 300 e 500 μm que eram arrastadas obliquamente em profundidades de 200 m. A biomassa coletada foi acondicionada em recipientes com formol a 5%, posteriormente triada em laboratório e somente as larvas de lagostas foram enviadas para o Laboratório de Biologia Pesqueira (UFRN), onde foram identificadas de acordo com a espécie e o estágio de desenvolvimento e conservados em álcool a 10%.

A área amostrada encontra-se situada entre as longitudes $40^{\circ}00'00''\text{W}$ e $28^{\circ}00'00''\text{W}$ e latitudes $11^{\circ}00'00''\text{S}$ e $01^{\circ}00'00''\text{N}$, na costa Nordeste do Brasil, abrangendo a Zona Econômica Exclusiva (ZEE), incluindo Arquipélago de Fernando de Noronha, Atol das Rocas, Arquipélago de São Pedro e São Paulo, a cadeia Norte Brasileira e áreas adjacentes, durante o período de agosto e setembro de 1995 (**Figura 1**).

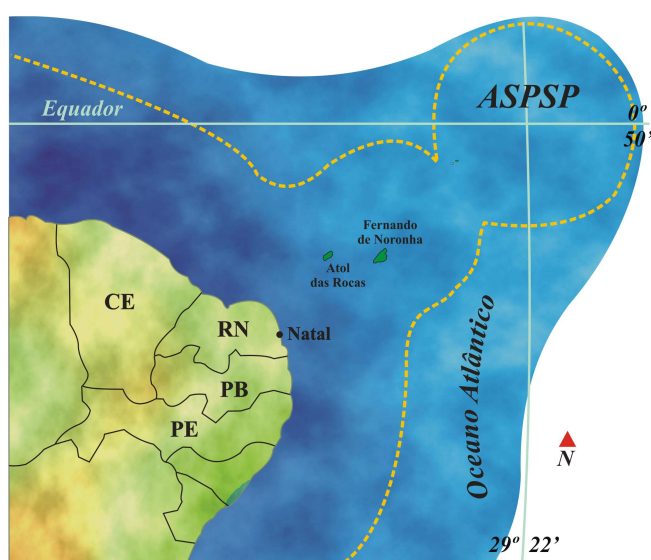


Figura 1: Localização da área de estudo (limite da ZEE).

As ilhas e bancos oceânicos presentes na área de estudo são consideradas regiões de ressurgência topográfica, sendo a primeira localizada na Cadeia Norte Brasileira (1°S – 3°S e 37°W – 39°W), ao norte do estado do Ceará, a segunda pertencente à Cadeia de Fernando de

Noronha (3°S-5°S e 32°W-38°W) e, por fim o Arquipélago de São Pedro e São Paulo (0°55'10''N, 29°20'33''W).

Inicialmente foi realizada a modelagem do Banco de Dados Geográficos denominado OMT-G, proposto por Borges (1997), onde foram definidos a origem e as categorias dos dados utilizados. A partir do OMT-G foi criado um BDG no Sistema de Informações Geográficas (SIG) SPRING (Câmara *et al*, 1996).

As variáveis utilizadas na determinação das áreas favoráveis para maior ocorrência de larvas foram a profundidade e temperatura. Os dados de profundidade foram obtidos a partir da digitalização da batimetria de uma carta náutica (número 10. título: Costa Nordeste da América do Sul, Escala 1: 3 500 000 Projeção: Mercator, Datum Planimétrico: WGS89 confeccionada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação), gerando-se um Plano de Informação (MNT). A partir do MNT de batimetria foi gerada uma grade regular com interpolador por média ponderada, cota, quadrante, para só então ser realizado o fatiamento, gerando um modelo temático. A ponderação da batimetria foi implementada a partir da programação em linguagem LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) do SPRING, gerando novamente um modelo MNT ponderado. O seguinte programa foi editado e executado:

```
//Início
{

//Declaração das variáveis
Tematico prof ("Profundidade");
Numerico profN ("Batimetria");
Tabela profpondera (Ponderacao);

//Instanciação das variáveis
prof = Recuperar (Nome = "Profundidade-9000");
profN = Novo (Nome = "Pondere", ResX = 9000, ResY = 9000, Escala=592000,
Min=0, Max=1);

//Tabela
profpondera = Novo(CategoriaIni = "Profundidade",
"0-50" : 0,
"50-200" : 0.7,
"200-1000" : 1,
">1000" : 0.5);

//Operação
profN = (Pondere(prof,profpondera));
}
```

Os dados de temperatura da superfície do mar (TSM) foram gerados a partir das informações coletadas pelo sensor Advanced High Resolution Radiometer (AVHRR) a bordo dos satélites da série NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). Foram adquiridos dados de Temperatura da Superfície do Mar (TSM), com resolução espacial de 9 km², referentes aos meses de agosto e setembro, no formato ASCII (http://podaac.jpl.nasa.gov/db/podaac/avhrr_subset.html). Neste estudo foi utilizada a média entre os dois meses citados. De posse dos dados de TSM foi efetuado procedimento semelhante ao realizado para batimetria, descrito sucintamente no modelo OMT-G (**Figura 2**).

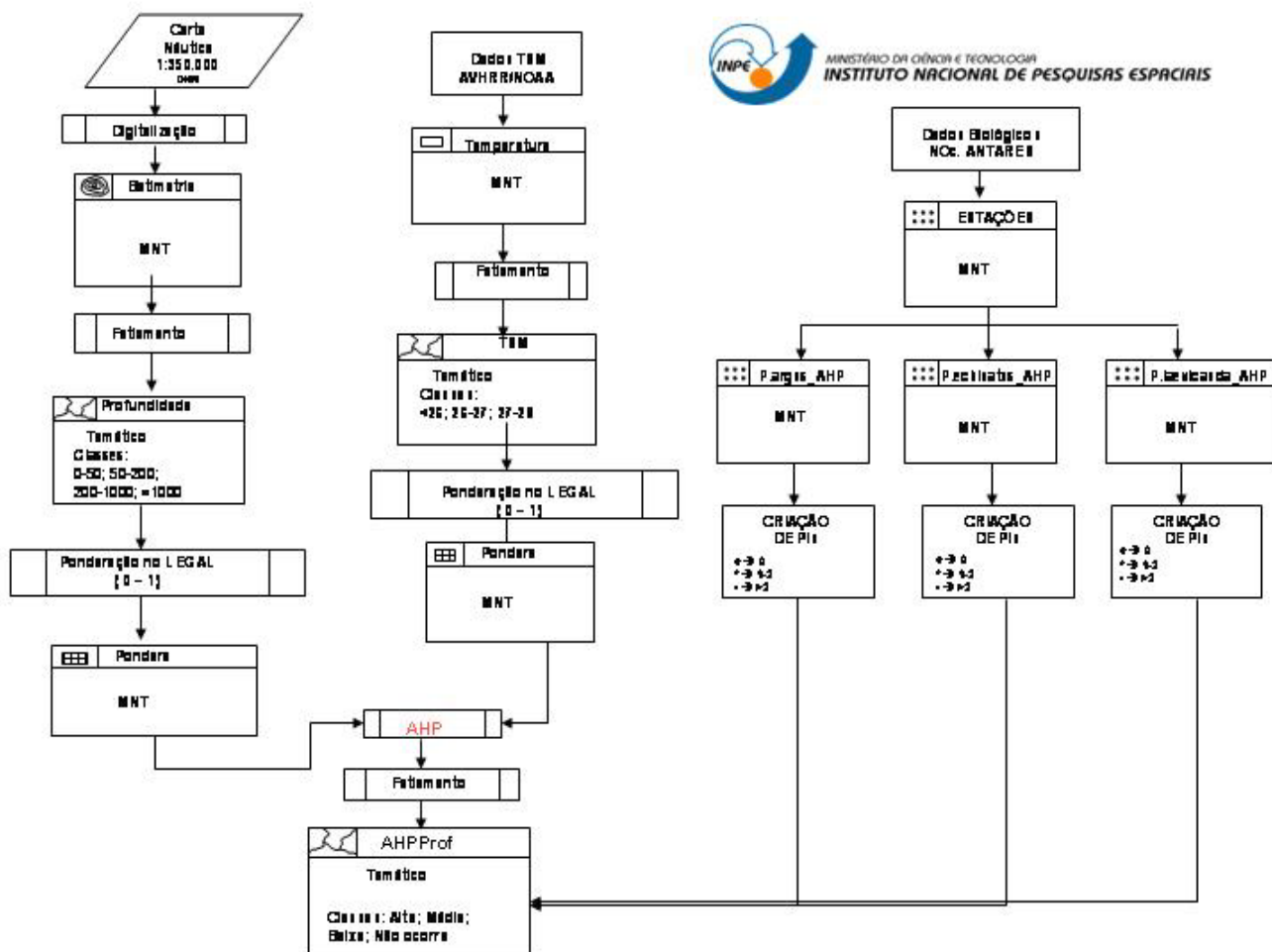


Figura 2: Modelo de trabalho OMT-G.

Utilizou-se o método de inferência denominado Processo Analítico Hierárquico (AHP), este método possui uma base matemática que permite organizar e avaliar a importância relativa entre critérios e medir a consistência dos julgamentos. Com base na comparação, a AHP pondera todos os critérios e calcula um valor de razão de consistência entre [0,1], com 0 (zero) indicando uma ótima consistência (Morsello, 2001).

Analisando-se especialmente as estações de coleta, pôde-se observar que as amostragens foram realizadas em áreas de temperatura pouco variável, desta forma foi atribuído maior importância à variável profundidade, uma vez que, segundo Phillips & Sastry (1980) os estágios iniciais da fase planctônica geralmente apresentam as maiores densidades ao longo da costa e próximo à ilhas, em áreas habitadas por populações adultas e os estágios finais ocorrem em locais de maior distância da costa.

Após a estruturação do Banco de Dados foi possível realizar a análise AHP, cruzando-se os dois Planos de Informações (PI's) ponderados (profundidade e temperatura) através de uma programação em linguagem LEGAL, obtendo-se um valor de "razão de consistência" igual a zero, indicando a completa consistência do processo de julgamento. O programa utilizado encontra-se descrito a seguir.

```

{
// Pesos a ser aplicados
// Batimetria = 0.833
// Temperatura = 0.167

// Razao de consistencia
// CR = 0.000

// Programa em LEGAL
// Este programa deve ser completado
// pelo usuario para incluir os dados
// apresentados entre os sinais de <>

// Definicao dos dados de entrada

Numerico var1 ("Batimetria");
Numerico var2 ("Temperatura");

// Definicao do dado de saida

Numerico var3 ("Batimetria");

// Recuperacao dos dados de entrada

var1 = Recupere (Nome="Pondere");
var2 = Recupere (Nome="Pondere");

// Criacao do dado de saida

var3 = Novo (Nome="AHPProf2", ResX=9000, ResY=9000, Escala=592000,
            Min=0, Max=1);

// Geracao da media ponderada

var3 = 0.833*var1 + 0.167*var2;
}

```

Posteriormente foi realizado um fatiamento gerando-se um Modelo Temático final com as classes: Alto, Médio, Baixo, Não ocorre. Este PI foi utilizado para as comprovações de influência da profundidade e temperatura na densidade das três espécies analisadas obtidos *in situ*, para isto os PI's com os valores de densidade de larvas foram sobrepostos ao PI favorabilidade.

3. Resultados e Discussão

A operação de inferência geográfica resultou em um mapa temático revelando as áreas favoráveis para ocorrência das espécies, considerando a temperatura e profundidade. Apesar das larvas de lagostas possuírem um comportamento natatório pouco eficiente nos estágios iniciais, estes organismos são capazes de realizar migrações verticais que auxiliam sua permanência em locais mais apropriados para o seu desenvolvimento. Porém esta mobilidade é restrita e sofre grande influência das correntes oceânicas (Heydorn, 1969).

Os valores de densidade de larvas variou de 0 a 3 indivíduos por estação de coleta, este pequeno número de indivíduos é confirmado por Tampi (1973), que registra a insignificância

quantitativa dos filossomas nas atividades rotineiras de coleta de plâncton ao longo dos oceanos.

A **figura 3** apresenta os PI's de favorabilidade para as três espécies da família Palinuridae, revelando a maior densidade de larvas próximo à costa e no entorno de bancos e ilhas oceânicas, este fato pode estar relacionado com a disponibilidade de nutrientes, uma vez que estas regiões são consideradas por Zagaglia (1998) como locais onde existe um mecanismo de reposição dos nutrientes para a camada eufótica, denominada de ressurgência topográfica, causada pela interação entre correntes oceânicas e bancos e ilhas oceânicas. Situação semelhante pode ocorrer ainda, em função da interação das correntes oceânicas com o talude e plataforma continental, em regiões próximas ao litoral, podendo neste caso resultar em uma ressurgência de quebra de plataforma. Estes fatores favorecem um enriquecimento de nutrientes nestas áreas, aumentando a produção primária e conseqüentemente um aumento dos níveis tróficos secundários, formando regiões de grande abundância de biomassa.

Quando analisadas as espécies separadamente, podemos verificar que cada espécie possui um padrão de distribuição diferente.

Das 170 estações prospectadas, a espécie *Panulirus argus* esteve presente em 23, sendo sua densidade maior que dois indivíduos (>2) em apenas duas estações de coleta. As larvas foram representativas não só no entorno das ilhas e próximo à costa como em áreas mais distantes.

Para a espécie *P. echinatus* foi encontrado um padrão de distribuição diferente do encontrado para *P. argus*, estando as larvas desta espécie intimamente associadas às ilhas oceânicas, não estando presente em distâncias maiores que 400 km da costa.

Dentre todas as estações de coleta, as larvas da espécie *P. laevicauda* foram coletadas somente nas proximidades do Arquipélago São Pedro e São Paulo, revelando uma distribuição bastante diferente do padrão encontrado para as duas outras espécies.

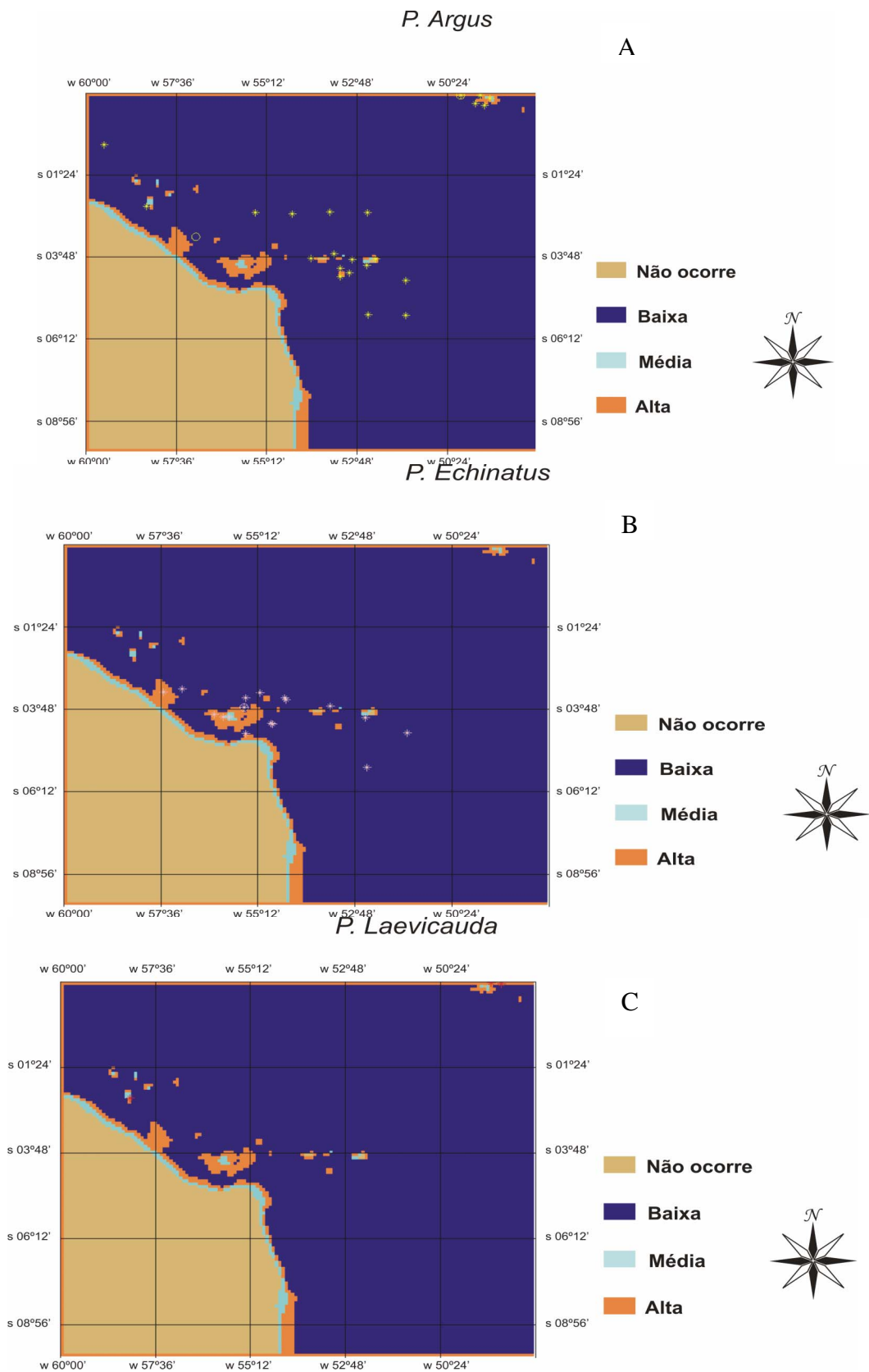


Figura 3: Distribuição das larvas de lagostas de acordo com as classes de favorabilidade. A) *Panulirus argus*, B) *P. echinatus*, C) *P. laevicauda*.

4. Conclusões

De acordo com os resultados obtidos pôde-se verificar a potencialidade de um SIG em aplicações nas áreas biológica e oceanográfica, uma vez que este tipo de programa se mostrou eficiente tanto na espacialização das amostras biológicas como na verificação de áreas de maior densidade de larvas de lagostas. As técnicas utilizadas neste estudo podem ser de grande valia para outros estudos biológicos, uma vez que os procedimentos utilizados agregam dados multifonte e é notório que a distribuição das espécies é dependente de parâmetros físicos e químicos que devem ser levados em consideração numa análise biológica e podem ser facilmente modelados nos Sistemas de Informações Geográficas como geocampos.

A partir dos resultados obtidos podemos inferir que o fato das larvas ocorrerem em maior abundância em áreas próximas à costa pode estar relacionado com a disponibilidade de alimento, uma vez que nestas áreas a produtividade primária é maior, devido à ressurgência topográfica identificada nesta região.

Apesar de encontrarmos um padrão para a distribuição da família, podemos observar que as espécies apresentam padrões de distribuição diferentes entre si, que pode estar relacionada com as necessidades ecológicas de cada espécie.

Este estudo teve caráter experimental, verificando a potencialidade das técnicas de inferência geográfica para modelar o padrão de distribuição de organismos, levando em consideração alguns componentes físicos do meio, porém são necessários estudos mais completos que modelem os parâmetros químicos da água além de outros parâmetros físicos que influenciam este fenômeno como direção e velocidade das correntes oceânicas. Também devem ser realizadas amostragens sazonais e em áreas mais distantes da costa.

5. Referências

- Borges, K.A. de V. **Modelagem de dados geográficos: Uma extensão do modelo OMT para aplicações geográficas**. Belo Horizonte. 128p. Dissertação (Mestrado em Administração Pública. Área de concentração: Tecnologias da Informação) - Escola de Governo - Fundação João Pinheiro, 1997.
- Câmara, G.; Souza, R.C.M.; Freitas, U.M.; Garrido, J. SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v. 20, p. 395-403, 1996.
- Heydorn, A. E. F. The rock lobster of the South African west coast *Jasus lalandii* (H. Milne-Edwards). Population studies, behavior, reproduction, moulting, growth and migration. **Oceanogr. Res. Inst. (Durban), Invest. Rep.** P. 71, 1969.
- Kanciruk, P. Ecology of juvenile and adult Palinuridae (spiny lobsters). In: Cobb, J. S., Phillips, B. F. (ed). **The biology and management of lobster**. V2. New York: Academic Press. P. 59 – 95. 1980.
- Morsello, C. **Áreas protegidas públicas e privadas: seleção e manejo**. São Paulo: Annablume, 2001.
- Phillips, B.F. Sastry, A.N. Larval ecology. In: Cobb, J. S.; Phillips, B. F. (ed). **The Biology and management of lobster**. V. 2. New York: Academic Press. p. 15 - 57. 1980.
- Physical Oceanography Distributed Active Archive Center – PODAAC
http://podaac.jpl.nasa.gov/db/podaac/avhrr_subset.html.
- Tampi, P. R. S. The phyllosoma larvae of Indian Ocean. **J. Mar. Biol. Ass. India, Cochin**, v. 15, n. 2, p. 560 - 565, 1973.
- Zagaglia, J. R. **Caracterização da Estrutura Termohalina da Zona Econômica Exclusiva do Nordeste Brasileiro**. 1998. p. 16-21. Monografia de curso – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 1998.