



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**Estrutura de populações de lagostas de espinho
(Palinuridae) no Arquipélago dos Abrolhos, Bahia**

Juliana de Carvalho Gaeta



**Florianópolis
2011**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

Juliana de Carvalho Gaeta

**Estrutura de populações de lagostas de espinho
(Palinuridae) no Arquipélago dos Abrolhos, Bahia**

**Trabalho de Conclusão de
Curso apresentado ao
Centro de Ciências
Biológicas da Universidade
Federal de Santa Catarina
como requisito para a
obtenção do título de
Bacharel em Ciências
Biológicas.**

**Orientadora: Prof^a. Dr^a. Andrea Santarosa Freire
Departamento de Ecologia e Zoologia**

**Florianópolis
2011**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de começar pelos meus pais e meu irmão que sempre me apoiaram em tudo que decidi fazer sem se quer me repreenderem. Claro que houve momentos em que me fizeram refletir se realmente era isso que eu deveria escolher ou não, mas jamais houve repreensão em relação às minhas escolhas. E ao meu irmão pela parceria em diversos momentos da vida, desde pequenos, brincando e brigando até hoje na cumplicidade e irmandade.

Agradeço à minha orientadora Andrea, que me aceitou no laboratório no 3º semestre da universidade e me auxiliou durante toda a graduação. Pela paciência em reuniões para terminar resumos de congresso, artigos, trabalhos, em escrever cartas de recomendação, assinar mil papéis de burocracias da UFSC; Pelas oportunidades de projetos, dicas para meu crescimento pessoal, e abertura para poder escolher o que eu queria estudar. E claro pela companhia nos mergulhos.

Agora gostaria de agradecer meu irmão de vida, Chuck, que desde o início da faculdade já estávamos ligados para sempre. Começou nos bares à tarde depois de aulas entediadas. Depois, passou para companheiro de laboratório até que vieram os primeiros trabalhos juntos e o começo de um amor para vida toda, o mergulho. Com ele aprendi muitas coisas de biologia, vida, trabalho e lazer. Foram milhares de mergulhos sem uma palavra se quer, entretanto numa conexão inexplicável e incomparável. E claro, que houve viagens muito boas, como Cuba, Abrolhos, Gramado entre outras. Maninho, quero te deixar explicito aqui minha admiração e meu amor.

Quero agradecer imensamente à turma 06.2 que me acolheu após meu retorno de uma das melhores viagens de minha vida. Todos foram muito companheiros pra todos os momentos. Déco sempre pronto pra ir pro bar e em duplas de trabalho. Mary e Bob completando nosso trio perfeito de trabalhos, fazendo cartazes enlouquecidamente para diversas disciplinas. Abú na parceria das disciplinas de licenciatura e nos trabalhos de duas páginas e na correria das coisas para a Atlético. PV nos programas de índio ou não, sempre muito carinhoso e pronto para uma jogada de rugby. Bar nos jogos da copa UFSC, agarrando todas as bolas no gol e me auxiliando em diversos momentos. E todos os demais que sempre estiveram presentes de alguma forma.

Agora gostaria de agradecer pessoas que considero parte de mim. Minha família: Gabi, Mel, Mari, Lari, Kado, Chuck, Alê mineiro. Sempre dispostos a ajudar e me fazer rir nos momentos mais difíceis e angustiantes. Preparados a qualquer instante para ir pra

uma festa, um jantar, um jogo, um churrasco, ou qualquer outra coisa. Eu amo vocês de uma maneira que eu nem sei como explicar. Vocês fazem parte da minha pessoa e por vocês eu sou capaz de tudo. Um agradecimento especial à Gabi que tornou possível uma escrita tranqüila e me auxiliou de diversas formas nesse momento do TCC. Além de tornar meus dias mais alegres e agradáveis. Quero agradecer também, às “minhas mães da Mel” que foram carinhosas e amáveis em todos os momentos que estivemos juntas e sempre deram suporte para o que fosse preciso.

À equipe do laboratório de Crustáceos e Plâncton: Luis, Manu, Matheus, Babi, Lari, Mari A., Mari T., Jana e outros que estiveram por lá durante minha graduação. Todos sempre foram muito prestativos e preocupados em ajudar sempre que necessário. Em especial o Luis e a Manu que me auxiliaram no TCC na preparação de mapas e diversas outras coisas. E ao Chuck por fazer as figuras e estar sempre pronto pra ajudar no que fosse possível. Além disso, não posso esquecer-me das festinhas de final de ano ou aniversários no lab com muitos comes, bebes e conversas diversas.

Às meninas que moraram comigo durante minha graduação, Dani, Nati, Rafa e Rubís, por me suportar durante esses anos de estudos, festas, viagens e etc.

Ao time de futsal da UFSC (Ana, Bianca, Dani, Camila, Elis, Isis, Julinha, Lari, Lorena, Manu, Nati, Pri, Rafinha, Rafa Cast, Roberta e outras) e à equipe técnica (preparadores físicos – Cedric, Mary e Bruno e aos técnicos - PC e Pulga) que sempre foram muito parceiros pra tudo que fosse campeonato e festa. Esses momentos de treinamento sempre foram e continuarão sendo muito importantes na minha vida, funcionando como válvula de escape para a tensão do dia-a-dia. Além dos momentos de campeonatos alojados em hotéis cinco estrelas e desfrutando do bom e do melhor por dois dias.

Quero ainda agradecer em especial a dois professores que foram muito importantes para minha formação durante esse período. Eles sempre estiveram dispostos a nos ajudar com problemas universitários e pessoais além de incentivar nossa parte cultural (teatros, cinemas e outros). São eles, Paulo Hofmann e Jorge Nogared. Muito obrigada mesmo.

Ao Parque Nacional Marinho dos Abrolhos, pelo apoio no desenvolvimento desse trabalho, e pelos meus dois meses passados no Arquipélago, vivendo num lugar paradisíaco e me tornando ainda mais apaixonado pela profissão que escolhi. Em especial à Berna que foi uma mãezona, cozinhando para nós sempre que possível, ou indo nos levar e

buscar de bote nos pontos de coleta ou dando um apoio na logística em terra. Ao pessoal da Marinha: Cássio, Sandro Jorge, Priscila, Simplício e Raquel, pela amizade e momentos de diversão na Ilha Santa Bárbara. Agradeço também ao pessoal da empresa Horizonte Aberto pelo transporte de Caravelas até o Arquipélago sempre que estivemos por lá e pelos almoços que fizemos nesse barco após palestras sobre o PARNAbrolhos.

Um agradecimento à Reserva Biológica Marinha do Arvoredo, em especial aos analistas Leandro Zago e Hellen Rocha, pela grande disposição em apoiar novas iniciativas científicas e apoio logístico na execução de saídas de campo imprescindíveis na execução de outros trabalhos da minha graduação.

Obrigado a todos os meus amigos, colegas de curso que sem dúvida foram importantes em grandes momentos juntos: aulas, trabalhos, bares, horas felizes, peixadas, mostras de música, Interbio's, reuniões, congressos e outras atividades.

Aos meus amigos queridos que juntos levamos a Atlética entre trancos e barrancos fazendo o que fosse possível, festas, horas felizes, josebios, biopiratarías e pedágios para arrecadar dinheiro para manter essa associação com a finalidade de por o pessoal para se mexer um pouco através de atividades físicas diversas. Por que sabemos que as milhares de disciplinas que temos no curso nos impedem muitas vezes de nos exercitar.

Agradeço meus amigos de São Paulo (Má, Bea, Paula, Lu, Lys, Lívia, Larissa, Melina e diversos outros) por sempre que estive por lá terem sido pacientes e amigos de verdade, arrumando uma maneira de nos encontrarmos e matarmos aquela saudade que sentimos durante esse período de grande distância.

Por fim agradeço a todos aqueles que de alguma forma fazem ou fizeram parte da minha vida, e puderam me tornar a pessoa que sou hoje e continuar sonhando com meu futuro tão esperado.

Obrigada a todos do
fundo do meu
coração.

*Dedico à minha família e aos
meus amigos que fizeram de
mim o que sou hoje e
tornaram tudo possível.*

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	11
RESUMO	12
ABSTRACT	13
1. INTRODUÇÃO	14
Biologia das lagostas do gênero <i>Panulirus</i>	15
A pesca da lagosta de espinho no Brasil.....	18
2. OBJETIVOS	21
2.1 Objetivo geral	21
2.2 Objetivos específicos	21
3. METODOLOGIA	22
3.1 Local de Estudo	22
3.2 Amostragem.....	24
3.2.1 Atividades de campo	24
3.2.2 Processamento de dados	29
4. RESULTADOS	31
5. DISCUSSÃO.....	41
6. CONCLUSÃO	46
7. REFERÊNCIAS	47

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos (P.N.M.A.) na costa do Brasil, com isóbatas de 10 e 20 m. A) Recife de Timbebas; B) Arquipélago dos Abrolhos e Parcel dos Abrolhos. Ampliação do Arquipélago dos Abrolhos. C) Ilha Guarita; D) Ilha Santa Bárbara; E) Ilha Redonda; F) Ilha Siriba e G) Ilha Sueste (autoria de Edson Faria Júnior).	23
Figura 2: Metodologia utilizada: dois mergulhadores em paralelo percorrendo a mesma distância.	27
Figura 3: Amostragem ao longo do perímetro submerso das Ilhas no período diurno no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010.	28
Figura 4: Amostragem ao longo do perímetro submerso das Ilhas no período noturno no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010. .	28
Figura 5: Temperatura (°C) e salinidade (‰) (média e desvio padrão) para o período diurno e noturno no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010.	31
Figura 6: Porcentagem das espécies de lagostas encontradas para ambos os períodos (A), período diurno (B) e período noturno (C) no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010.	31
Figura 7: Porcentagem de lagostas encontradas nas topografias de substratos no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010.	33

- Figura 8: Porcentagem de lagostas encontradas nas fisionomias dos substratos no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010..... 34
- Figura 9: Abundância (ind./ha) de *Panulirus argus* no período diurno no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010..... 34
- Figura 10: Abundância (ind./ha) de *Panulirus laevicauda* no período diurno no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010. 35
- Figura 11: Abundância (ind./ha) de *Panulirus argus* no período noturno no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010..... 35
- Figura 12: Abundância (ind./ha) de *Panulirus laevicauda* no período noturno no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010. 36
- Figura 13: Abundância (ind./ha) de *Panulirus echinatus* no período noturno no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010. 36
- Figura 14: Abundância de macho e fêmea de lagostas de espinho no período diurno e noturno em cada uma das ilhas do Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010..... 37
- Figura 15: Porcentagem das classes de tamanho dos indivíduos de lagosta de espinho no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010. 38
- Figura 16: Distribuição das lagostas de espinhos por classes de tamanho no período diurno em cada uma das ilhas do Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010. C1 = até 30 mm, C2 = de 30 a 80 mm e C3 = maior que 80 mm de comprimento da carapaça. 39

Figura 17: Distribuição das lagostas de espinhos por classes de tamanho no período noturno em cada uma das ilhas do Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010. C1 = até 30 mm, C2 = de 30 a 80 mm e C3 = maior que 80 mm de comprimento da carapaça..... 39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Locais, datas, profundidade (m) média \pm desvio padrão, n° de mergulhos, área percorrida (ha) e tempo de fundo (h) dos censos visuais diurnos e noturnos no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010.	26
Tabela 2: Abundância (média e desvio padrão) das três espécies de lagostas de espinho encontradas no Arquipélago dos Abrolhos.....	32
Tabela 3: Abundância (ind./ha) e média com desvio padrão das lagostas encontradas em cada topografia de substrato em cada ponto de mergulho, em ambos os períodos.	32
Tabela 4: Abundância (ind./ha), média e desvio padrão das lagostas encontradas em cada tipo de caracterização da fisionomia do substrato em cada mergulho, em ambos os períodos.	33
Tabela 5: Abundância (ind./ha) por classes de tamanho de cada espécie de lagosta em cada um dos períodos.	38
Tabela 6: Abundância de diferentes espécies de lagostas de espinho em diferentes locais.....	42

RESUMO

As lagostas são crustáceos marinhos bentônicos que se refugiam em fendas, embaixo de rochas, corais ou esponjas. Possuem um grande interesse pesqueiro devido ao seu alto valor econômico para exportação. O objetivo deste estudo é caracterizar as populações de lagostas de espinho no Arquipélago dos Abrolhos quanto à abundância, proporção sexual, tamanho e distribuição em relação à topografia de substrato e fisionomia do mesmo. Os dados foram obtidos através de mergulhos autônomos (SCUBA) nos períodos diurnos e noturnos em fevereiro de 2010. Dois mergulhadores seguiram em linhas paralelas de mesma direção em transecções de quatro metros no período diurno e dois metros no noturno. Foram amostrados os perímetros das Ilhas Guarita, Redonda, Santa Bárbara, e Siriba. No Arquipélago de Abrolhos encontraram-se três espécies de lagostas de espinho: *Panulirus argus*, *P. laevicauda* e *P. echinatus*. Houve uma proporção de 1,9 machos para cada fêmea e observaram-se diferenças nictemerais significativas ($p < 0,05$), onde o período noturno apresentou maiores valores de densidade do que o diurno. Houve em média 10,49 ind./ha com desvio padrão de 8,98 ind./ha. As lagostas ocorreram preferencialmente nas topografias de transição (sedimento/recife de coral) e recife de coral, visto que esses substratos possuem maiores possibilidades de refúgio em fendas e cavernas de diferentes tamanhos. Sugere-se que as populações de lagostas espinhosas estejam estabelecidas no Arquipélago dos Abrolhos devido à presença de pós-larvas *puerulus*, formas juvenis e adultas com a presença de fêmeas ovígeras.

Palavras chave: Lagostas de espinho, Palinuridae, estrutura populacional, Abrolhos, SCUBA.

ABSTRACT

Lobsters are benthic marine crustaceans that seek shelter in crevices beneath rocks, corals or sponges. This group is one of the most valuable fisheries commercially, due to your high economic value to exportation .The aim of this study is to characterize the populations of spiny lobsters in the Abrolhos Archipelago in relation to the abundance, sex ratio, size, topography and characterization of the substrate face distribution. The data were obtained by scuba diving (SCUBA) in daytime and nighttime periods in February 2010. Two divers went in the same direction in parallel lines distant four meters away from each other during daytime and two meters in the evening. We sampled the whole coast of the Guarita, Redonda, Santa Barbara, and Siriba Islands. Three species of spiny lobsters were found, *Panulirus argus*, *P. laevicauda* and *P. echinatus* in the Abrolhos Archipelago. There was a ratio of 1.9 males for every female and significantly higher abundance during the evening ($p < 0.05$) than during the day was observed. There was an average of 10.49 individuals / ha with a standard deviation of 8.98 ind./ha. Lobsters occurred preferentially in transition (sediment/coral reef) and coral reef topographies, since these substrates are more likely to provide shelter in crevices and caves of different sizes. It is suggested that spiny lobsters populations are established in the Abrolhos Archipelago, due to the presence of puerulus post-larvae, juveniles and adults including ovigerous females.

Key words: Spiny lobsters, Palinuridae, population structure, Abrolhos, SCUBA.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, as pesquisas sobre a biologia dos adultos referentes às lagostas de espinho, Família Palinuridae, são relacionadas a espécimes capturados pela pesca e disponíveis para comercialização (COELHO *et al.*, 1996; FONTELES-FILHO 1997, 2005 e 2007), análise de animais amostrados em barcos de pesca (PINHEIRO & LINS-OLIVEIRA, 2006; GÓES & LINS-OLIVEIRA, 2009) e cultivo (CARVALHO & OGAWA, 2001). Esses estudos destacam o estado atual de sobrepesca das lagostas de espinho. Não existe literatura publicada sobre aspectos ecológicos, como para lagostas sapateiras (OLIVEIRA *et al.*, 2008) e especialmente sobre estudos populacionais realizados através de métodos não destrutivos (EGGLESTON *et al.*, 2003; SHEARS *et al.* 2006; EGGLESTON *et al.* 2008).

Métodos destrutivos e não destrutivos permitem monitorar a dinâmica das comunidades e registrar as variações ao longo do tempo enquanto os métodos não destrutivos são mais adequados para estudos sobre a efetividade de áreas de proteção marinhas (SHEARS *et al.*, 2006). Além disso, permitem conhecer melhor a forma de ocupação do habitat pelo animal e inferir as variações de deslocamento individuais. Dentre as metodologias não destrutivas destacam-se os censos visuais realizados por mergulhadores autônomos ou em apnéia e a utilização de veículos de operação remota com câmeras de filmagem acoplada.

Mergulhadores exploram ambientes (frestas e tocas) de forma mais intensa e quantificam animais que eventualmente não seriam amostrados por covos ou armadilhas. Essa metodologia é utilizada por diversos pesquisadores do mundo, especialmente no Caribe, Austrália e Nova Zelândia, que trabalham em áreas marinhas com diferentes graus de proteção (EGGLESTON *et al.*, 2003; SHEARS *et al.* 2006; EGGLESTON *et al.* 2008).

Em áreas abertas à pesca recreativa no Golfo do México, houve um declínio da densidade de *Panulirus argus* com o aumento do esforço de pesca (EGGLESTON *et al.*, 2003 e 2008). Na Nova Zelândia, a abundância e biomassa de lagostas aumentaram ao longo do tempo em uma área marinha protegida com total restrição à pesca e em relação às áreas com liberação da pesca. (SHEARS *et al.*, 2006).

As áreas marinhas protegidas são consideradas ferramentas primordiais para a manutenção dos recursos pesqueiros e a conservação da biodiversidade (LUBCHENCO *et al.*, 2003). A região de Abrolhos é um dos mais importantes ecossistemas marinhos do Brasil, abrangendo

a maior biodiversidade e os mais ricos e extensos recifes de coral do Atlântico Sul (LEÃO, 1999), sendo classificado como “Área de Extrema Importância Biológica” pelo Ministério do Meio Ambiente.

O litoral brasileiro como um todo, assim como Abrolhos têm sofrido sérios danos ambientais devido à problemática da sobrepesca realizada nessas localidades. A produção e pesca de peixes demersais, de lagostas (*Panulirus argus* e *P. laevicauda*) e de camarões (*Litopenaeus schmitti*, *Xiphopenaeus kroyeri*) são relativamente altas sobre esse ecossistema (HAIMOVICI & KLIPPEL, 1999).

A região de Abrolhos representa um mosaico de habitats que incluem as algas calcáreas e os recifes de coral (DUTRA *et al.*, 2006), sendo registradas a presença de 14 espécies de camarões, 4 espécies de lagostas (*Panulirus argus* (Latreille, 1804); *Panulirus echinatus* Smith, 1869; *Scyllarides brasiliensis* Rathbun, 1906 e *Scyllarus chacei* Holthuis, 1960) e 169 de caranguejos braquiúros do total de 511 espécies de crustáceos relatadas para o banco de Abrolhos (DUTRA *et al.*, 2006). Nesta área, a pesca é predominantemente artesanal, e a região é considerada a mais produtiva do litoral baiano (CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL, 2005).

O monitoramento dos recifes de coral realizado em 2002 na região de Abrolhos registrou a ocorrência de lagostas (*Panulirus argus*) apenas no Recife dos Itacolomis e Parcel das Paredes, estando ausentes no Parcel dos Abrolhos e Arquipélago de Abrolhos (FERREIRA & MAIDA, 2006). Esse mesmo estudo mostrou que a abundância de lagostas foi significativamente superior em unidades de conservação de proteção integral do que em áreas de conservação de uso sustentável na costa nordeste/ leste do Brasil.

No Arquipélago dos Abrolhos, o método não destrutivo que utiliza um Veículo de Operação Remota (VOR), associado à câmera de vídeo relatou a presença de lagostas de espinho esparsas na região (Paulo Sumida, com. pess.).

A seguir será apresentado o estado atual do conhecimento da biologia das lagostas de espinho e um resumo sobre a sua atividade pesqueira no Brasil.

Biologia das lagostas do gênero *Panulirus*

As lagostas e lagostins do litoral brasileiro pertencem a seis grandes famílias: Palinuridae Latreille, 1802 (5 espécies de lagostas espinhosas), Synaxidae Bate, 1881 (1 espécie de lagosta de coral), Scyllaridae Gill, 1898 (8 espécies de lagostas sapateira ou cavaquinho),

Polychelidae Wood-Mason, 1875 (4 espécies), Enoplometopidae Saint Laurent, 1988 (1 espécie), Nephropidae Dana, 1852 (6 espécies de lagostins com quelas) (DALL' OCCO, 2005). As lagostas sem quela são um grupo monofilético, constituído por Palinuridae/Sinaxidae e Scyllaridae (PALERO *et al.*, 2009), separadas filogeneticamente das lagostas com quela que são: Polychelidae, Enoplometopidae e Nephropidae (PHILLIPS, 2006). As espécies de Palinuridae, Scyllaridae e Nephropidae são capturadas pela frota pesqueira ao longo de toda a costa brasileira.

Existem 49 espécies de lagostas espinhosas que se encontram distribuídas ao longo dos oceanos, desde áreas litorâneas até profundidades superiores a 400 metros, em águas tropicais, subtropicais e temperadas. A extensa distribuição geográfica reflete a grande flexibilidade e sucesso adaptativo destes organismos (GÓES, 2006).

No Brasil, as lagostas de espinho são agrupadas taxonomicamente dentro da família Palinuridae Latreille, 1802: *Justitia longimana* (H. Milne Edwards, 1837), *Palinustus truncatus* A. Milne-Edwards, 1880, *Panulirus argus* (Latreille, 1804), *Panulirus laevicauda* (Latreille, 1817) e *Panulirus echinatus* Smith, 1869.

As lagostas espinhosas são crustáceos bentônicos que ocorrem em todos os oceanos, principalmente na plataforma continental, habitando águas tropicais, subtropicais e temperadas. Existe uma preferência por substratos duros como o fundo de algas calcáreas (DALL' OCCO, 2005). As espécies *Panulirus argus* e *Panulirus laevicauda*, estão distribuídas em áreas mais próximas dos trópicos, portanto em águas mais quentes quando comparadas às águas frias onde são capturadas as espécies dos outros gêneros (IBAMA, 2008). Ocupam desde pequenas profundidades até cerca de 2.000 metros, com predomínio em regiões menos profundas, estando esse fato associado ao seu, relativamente, grande tamanho e grande abundância (LIPCIUS & COBB, 1994 Apud IBAMA, 2008).

As lagostas habitam substrato constituído por algas calcárias bentônicas, as algas vermelhas da família Rhodophyceae, principalmente do gênero *Lithothamnium*. As algas calcáreas ocupam grande parte da plataforma entre um limite inferior, variável em função das condições ambientais, e o início do talude continental que é o ambiente onde as lagostas estão distribuídas. Estes ambientes favorecem o refúgio das lagostas em fendas no leito rochoso do mar e nos recifes de coral. Devido à presença da lagosta nesses bancos de algas calcárias, eles são definidos como “bancos lagosteiros” (IBAMA, 2008).

As lagostas de espinho são espécies ovulíparas, com fecundação e desenvolvimento embrionário externos, uma vez que a deposição do espermatóforo é feita no tólico das fêmeas (RUPPERT *et al.*, 2005). As lagostas têm ciclo de vida com período de incubação (4-6 semanas) seguido da eclosão do ovo na larva filossoma, que passa por 11 estágios (10 meses) e se transforma em puerulus, que já possui forma definitiva (12 meses). Após, ela passa pelo estágio pós-puerulus com hábito bentônico e, assim, se torna juvenil (24-36 meses) nas zonas de criação e daí se dispersa para as zonas de alimentação, onde adquire coloração típica da espécie e definem-se características sexuais. Torna-se adulto após atingir maturidade sexual (a partir de 36 meses) e por fim reprodutor (a partir de 48 meses). Migra para zonas ainda mais afastadas da costa para realizar a cópula e desova, dando início a um novo ciclo, com a liberação dos ovos para o meio ambiente (FONTELES-FILHO, 2007). No Ceará, observou-se que os indivíduos jovens habitam recifes costeiros (IBAMA, 2008).

Apresentam dispersão não somente no estágio larval onde são transportadas por correntes, como também efetuam migrações horizontais por grandes distâncias, envolvendo uma quantidade elevada de indivíduos adultos enfileirados andando sobre o substrato, fato único entre os decápodos (DALL'OCCHO, 2005). Os juvenis costumam ser solitários e posteriormente se tornam sociais, visto que, o comportamento social auxilia no crescimento (PHILLIPS, 2006).

Esses animais possuem hábito alimentar noturno, com caráter essencialmente carnívoro de predação ativa e oportunista (IBAMA, 2008). Crustáceos são um importante componente alimentar na dieta de lagostas, mas essa dieta pode ser composta também de invertebrados bentônicos sedentários ou de movimentos lentos de fácil captura como gastrópodes, bivalves, quítons, pepinos-do-mar, poliquetas e ocasionalmente peixes (PHILLIPS, 2006). As lagostas tendem a forragear no período noturno e uma contínua iluminação pode inibir sua alimentação e crescimento (CREAR *et al.*, 2003).

Panulirus argus é uma espécie de distribuição ampla ocorrendo no Atlântico Ocidental desde a Carolina do Norte até o Brasil (Ceará até São Paulo e Santa Catarina), incluindo o mar do Caribe, Bermudas, Antilhas e o Golfo do México (MELO, 1999). Ocorre do entre-maré até 90 m de profundidade (MELO, 1999). Atualmente, questiona-se a taxonomia e status da espécie e através de dados moleculares sugere-se que as populações de *P. argus* do Rio Grande do Norte no Brasil, são geneticamente diferentes das populações do Caribe e que o nível de divergência é equivalente aos níveis de divergência observados entre

espécies reconhecidas de *Panulirus*. Assim, recomendou-se provisória subdivisão em subespécies: *P. argus argus* para o Caribe e *P. argus westonii* para o Brasil (SARVER *et al.*, 2000). Estudos moleculares sobre *P. argus* realizados com espécimes do Estado do Pará e do Espírito Santo apontam para uma subdivisão da espécie no Brasil em duas linhagens distintas, sugerindo um limite de distribuição das subespécies de lagostas entre esses locais. A formação de populações distintas entre a costa norte e leste pode ser explicada pela influência das correntes marinhas, saídas de rios e da geomorfologia da costa, favorecendo o isolamento geográfico dessa espécie (DINIZ *et al.* 2005).

A espécie *Panulirus laeviscauda* tem distribuição sobreposta com *P. argus*, entretanto, sua ocorrência é do entre-maré até 50 m de profundidade (MELO, 1999). Já *Panulirus echinatus* ocorre no Atlântico Central (Ilhas Ascensão e Santa Helena), Atlântico Oriental (Ilhas Canárias e Cabo verde) e no Atlântico Ocidental (Brasil - do Ceará ao Rio de Janeiro e Santa Catarina e nas Ilhas oceânicas como o Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Atol das Rocas, Fernando de Noronha e Trindade) com ocorrência, preferencial, em profundidades menores que 25 m (MELO, 1999).

A espécie *Justitia longimanus* tem distribuição no Atlântico Ocidental desde Bermuda até o norte da América do Sul e no Brasil (Fernando de Noronha, Rio Grande do Norte e Espírito Santo), ocorrendo em profundidades de 50 a 100 m. E *Palinustus truncatus* tem distribuição nas Antilhas, Venezuela, Suriname e da Ilha Carriacou ao Brasil (Amapá, Pará e Espírito Santo), ocorrendo em profundidades de 120 a 300 m.

O crescimento da lagosta-vermelha (*P. argus*) é mais lento, entretanto atinge maior comprimento máximo que a lagosta-verde (*P. laeviscauda*), apresentando as seguintes taxas anuais de crescimento, em termos absolutos e relativos: 2,6 cm/ano e 24,4 %/ano (lagosta-vermelha), e 2,4 cm/ano e 25,7 %/ano (lagosta-verde) (IBAMA, 2008). Os valores da longevidade no estoque capturável e no ciclo vital são os seguintes: 13,9 anos e 37,3 anos (*P. argus*), e 12,5 anos e 34,7 anos (*P. laeviscauda*) (IBAMA, 2008).

A pesca da lagosta de espinho no Brasil

Apenas três espécies são capturadas comercialmente: *Panulirus argus* (lagosta vermelha), *Panulirus laeviscauda* (lagosta verde) e *Panulirus echinatus* (lagosta pintada). *P. argus* e *P. laeviscauda* correspondem respectivamente a 75 % e 20 % (BUYS, 2007) da

produção total, sendo a lagosta vermelha (*P. argus*) a espécie predominante em tamanho, número de indivíduos (57 %) e biomassa (71%), tendo distribuição mais ampla e atingindo maior profundidade que a lagosta verde, que se concentra na plataforma interna (FONTELES-FILHO, 2000). Em 2007 as duas espécies juntas totalizaram 7.170 toneladas de lagostas (MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA, 2009). *Panulirus echinatus* encontra-se distribuída principalmente em ilhas e bancos oceânicos (GÓES & LINS-OLIVEIRA, 2009) tendo pouca representatividade na produção lagosteira.

A pesca comercial da lagosta no Brasil teve seu início na década de 50, contando exclusivamente com a produção artesanal em embarcações de pequeno porte (botes e jangadas). A construção de embarcações motorizadas só foi iniciada a partir de 1963, promovendo o aumento das áreas de pesca e melhores índices de rendimento com capturas em pesqueiros mais afastados da costa (PROZEE/SEAP/IBAMA, 2008). A partir de 1965 constatou-se a viabilidade exploratória que resultou no crescimento e modernização da frota (DALL'OCCHO, 2005). Com isso a atividade se estendeu até a Bahia e hoje é praticada desde o Pará até o Espírito Santo. (PROZEE/SEAP/IBAMA, 2008).

A pesca é realizada em fundos de algas calcáreas distribuídos sobre a plataforma continental, até o início do talude, em profundidades que variam de 20 a 70 m. Tem-se observado, também, nos últimos anos, uma atividade pesqueira nas ilhas que se encontram na costa nordestina (Atol das Rocas, Arquipélagos de Fernando de Noronha e de São Pedro e São Paulo) (PROZEE/SEAP/IBAMA, 2008), onde a espécie predominante é a lagosta pintada, *Panulirus echinatus*. As artes de pesca regulamentadas consistem em armadilhas como cangalha e covo, sendo proibida a pesca com rede de arrasto e por meio de mergulho de qualquer natureza que capturam animais menores que o permitido e ainda colocam em risco os pescadores (DALL'OCCHO, 2005).

O auge da pesca de lagostas foi em 1979 com mais de 11.000 toneladas e a partir disso, houve um declínio significativo, especialmente a partir de 1995. Entre 1998 e 2003 a produção se manteve numa média de seis mil a sete mil toneladas, com uma elevação repentina em 2004 para 8.700 toneladas de lagostas e crescendo 5,2% ao ano, a partir de 2007 (MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA, 2009). Ao longo do tempo o aumento da produção foi resultado do aumento do esforço de pesca, mas os índices de captura não respondem

proporcionalmente a este incremento, caracterizando a sobrepesca do recurso (GÓES, 2006).

O maior volume de capturas se verifica no Nordeste Ocidental (delta do rio Parnaíba e o Cabo de São Roque) de onde são provenientes 80% da produção total, e os 20% restantes vem do Nordeste Oriental (Rio Grande do Norte ao sul do Cabo de S. Roque, Paraíba e Pernambuco). Estes resultados estão provavelmente associados às diferenças existentes na plataforma continental, principalmente no que se refere a sua largura e declive (PROZEE/SEAP/IBAMA, 2008) e ao predomínio do substrato rochoso, com destaque para os recifes coralíneos incluindo o Arquipélago dos Abrolhos (FONTELES-FILHO, 2005).

Na tentativa de recuperar o estoque pesqueiro foi instituído o período de Defeso, chamado de “paradeiro” pelos pescadores, que proíbe o exercício da pesca da lagosta vermelha (*P. argus*) e da lagosta verde (*P. laevicauda*). Não há legislação referente à *P. echinatus* (PINHEIRO & LINS-OLIVEIRA, 2006). No período de defeso a pesca fica suspensa por seis meses, do dia 1º de Dezembro a 31 de Maio. Ocorre ainda restrição dos tamanhos mínimos de captura que são 7,5 cm e 6,5 cm de comprimento de cefalotórax para a lagosta vermelha e lagosta verde, respectivamente (DALL’OCCO, 2005). Isto garante que a lagosta atingiu a idade adulta e se reproduziu pelo menos uma vez.

No mercado mundial de lagostas (Palinuridae, Scyllaridae e Nephropidae) destacam-se por ordem de importância: Canadá, Estados Unidos, Reino Unido, Austrália, Cuba, Brasil, Bahamas, França e Irlanda, que no ano de 2003 produziram juntos um total de 80,9 mil toneladas de lagostas. O volume da produção mundial de lagostas teve um grande crescimento nas últimas décadas, passando de 93.198 toneladas, em 1953, para mais de 224 mil toneladas no ano de 2003 (MELO & BARROS, 2006). As lagostas espinhosas representam uma das pescarias mais rentáveis de todo o mundo, na qual o Brasil destaca-se como terceiro maior produtor mundial ficando atrás apenas da Austrália e de Cuba (FONTELES-FILHO, 2005).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Descrever a estrutura de populações de lagostas de espinho (Palinuridae) no Arquipélago dos Abrolhos, localizado no Parque Nacional Marinho dos Abrolhos (BA).

2.2 Objetivos específicos

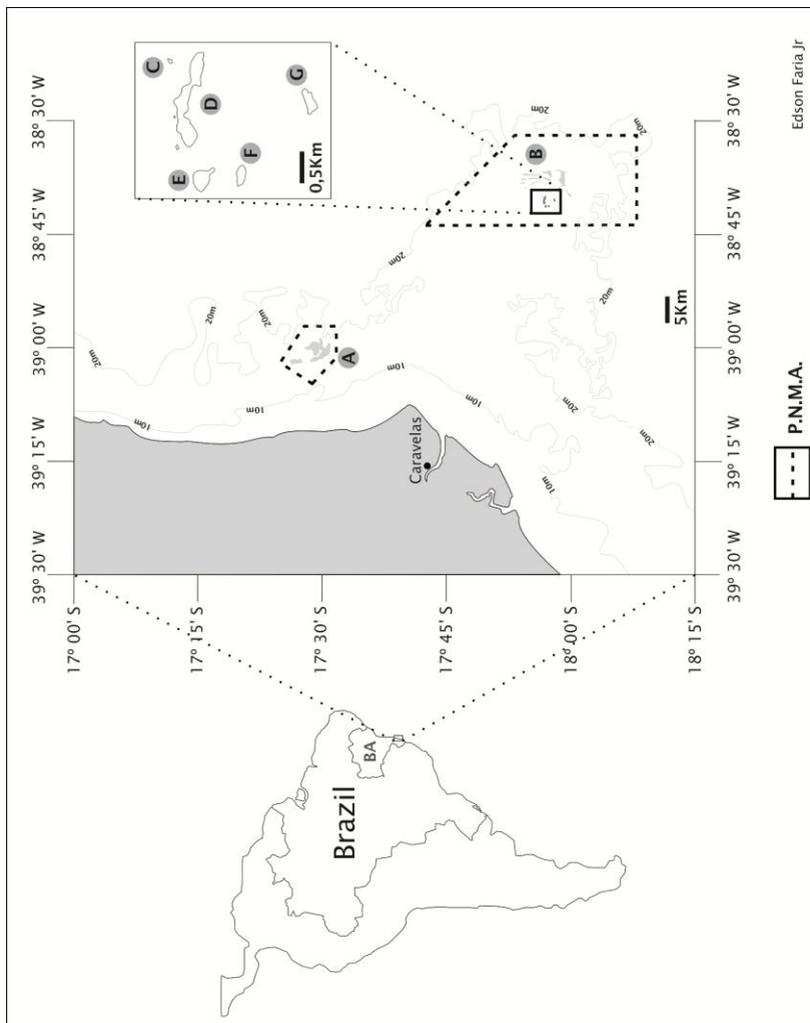
- Identificar e quantificar as espécies de lagostas do Arquipélago dos Abrolhos;
- Analisar a distribuição espacial das lagostas no Arquipélago dos Abrolhos;
- Descrever a variação nictemeral das lagostas;
- Associar a ocorrência das lagostas a diferentes substratos;
- Descrever a proporção sexual e classes de tamanho das lagostas;
- Aplicar metodologia não destrutiva de estudo de lagostas.

3. METODOLOGIA

3.1 Local de Estudo

O Banco de Abrolhos consiste em um alargamento da plataforma continental com cerca de 46.000 km². Há extensos manguezais, fundos de gramas marinhas e algas, recifes de coral submersos e emergentes e um grupo de ilhas vulcânicas que compreende o Arquipélago dos Abrolhos (DUTRA, 2006). O Parque Nacional Marinho dos Abrolhos (17°56'S 38°56'W) (Fig. 1) localiza-se no Oceano Atlântico Sul, mais precisamente, no sul do litoral do estado da Bahia, Brasil. É dividido em duas áreas distintas: a maior seção (771 km²), incluindo o Arquipélago de Abrolhos e recifes adjacentes externos, e os recifes de Timbebas (111 km²), mais perto da costa (DUTRA, 2006).

O Arquipélago dos Abrolhos (Fig. 1) é constituído por cinco ilhas vulcânicas circundadas por recifes de franja (Ilha de Santa Bárbara, Ilha Siriba, Ilha Redonda, Ilha Sueste e Ilha Guarita) estando a aproximadamente 72 quilômetros (36 milhas náuticas) da costa de Caravelas, cidade do continente mais próxima (FERREIRA & MAIDA, 2006).



Edson Faria Jr

Figura 1: Localização do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos (P.N.M.A.) na costa do Brasil, com isóbatas de 10 e 20 m. A) Recife de Timbebas; B) Arquipélago dos Abrolhos e Parcel dos Abrolhos. Ampliação do Arquipélago dos Abrolhos. C) Ilha Guarita; D) Ilha Santa Bárbara; E) Ilha Redonda; F) Ilha Siriba e G) Ilha Sueste (autoria de Edson Faria Júnior).

As ilhas estão dispersas numa área total de aproximadamente 91.300 hectares (266 milhas náuticas quadradas), dentro do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos, sob o controle do Instituto Chico Mendes de Biodiversidade (ICMBio), com exceção da Ilha Santa Bárbara que está sob cuidados da Marinha do Brasil (BRASIL, 1983).

A média da profundidade de 7,3 metros semelhante ao descrito no Plano de Manejo, que aponta batimetria em média de oito metros no Arquipélago dos Abrolhos e em média 15 a 20 metros em todo o Parque, podendo atingir 30 metros em alguns locais mais profundos (IBAMA/FUNATURA, 1991).

O Arquipélago dos Abrolhos foi a primeira região do Brasil a receber o título de Parque Nacional Marinho, pelo decreto nº 88.218, de 6 de abril de 1983. E de acordo com o plano de manejo, esta Unidade de Conservação visa conservar amostras de ecossistema marinho excepcionalmente rico em recifes, algas e ictiofauna e proteger espécies ameaçadas de extinção, principalmente as tartarugas marinhas, as baleias-jubarte, as lagostas e o coral cérebro, conciliando a proteção integral da flora, da fauna e das belezas naturais com a utilização para objetivos educacionais, recreativos e científicos.

3.2 Amostragem

3.2.1 Atividades de campo

Primeiramente, realizamos uma amostragem piloto no mês de Julho de 2009 com a finalidade de adequar a metodologia ao ambiente local, para treinamento da equipe de campo e calibração visual dos pesquisadores em relação às classes de tamanho das lagostas de espinho. O treinamento foi realizado através de sete mergulhos no Arquipélago dos Abrolhos, sendo que cinco foram diurnos e dois noturnos. Foram estabelecidas as classes de tamanho do comprimento da carapaça (CC), em C1 - até 30 mm (indicando indivíduos jovens), C2 - 30 a 80 mm (indivíduos intermediários entre as duas outras classes de tamanho) e C3 - maior que 80 mm (indivíduos adultos e reprodutivos). O intervalo de tamanho escolhido para caracterizar as classes garante que não há possibilidade de confundir adultos reprodutivos e juvenis em um censo visual em que se evita a manipulação das lagostas.

A diferenciação de sexo foi feita através da visualização nas fêmeas do 5º par de pereiópodo que possui um espinho de projeção lateral no dátilo. Caso não fosse possível visualizar essa projeção,

capturávamos a lagosta e observávamos em qual pereiópodo estava o poro genital se for no 3º é fêmea e no 5º é macho.

Foram avistados três indivíduos: um macho da classe 2 da espécie *Panulirus argus* e um macho e uma fêmea de classe 3 de da espécie *P. laevicauda*. Encontrou-se um agregado de aproximadamente 15 indivíduos embaixo de um pedaço de veleiro naufragado entre as ilhas Siriba e Redonda, com indivíduos de todas as classes de tamanho e ambos os sexos da espécie *P. argus*. Além disso, encontraram-se alguns indivíduos (dois a cinco) em uma poita da Marinha na Ilha Santa Bárbara, os quais foram utilizados para padronização da metodologia.

Nesse período do mês de julho, a temperatura variou de 25 a 27°C com temperatura média de 25,3°C e desvio padrão 0,71°C e a profundidade de 1,8 a 9,8 m com profundidade média de 5,5 m e desvio padrão de 2,45 m. Nesta amostragem piloto, percebeu-se a necessidade de modificar a metodologia prevista de transectos de 30 metros para uma varredura completa das ilhas, pois através de transectos, não se percorria uma área suficiente para encontrar um número de indivíduos que permitisse um trabalho de estrutura populacional.

A amostragem foi realizada no mês de fevereiro de 2010. Foram amostrados diferentes sítios do Arquipélago: Ilha de Santa Bárbara, Ilha Guarita, Ilha Redonda e Ilha Siriba. A profundidade dos mergulhos variou de 2,8 a 11,9 metros (Tab. 1). Sendo que a média total foi de 7,3 m com desvio padrão de 2,2 m para ambos os períodos. O tempo de fundo de dia e de noite foram aproximadamente iguais, apesar da área amostrada de dia ter sido maior que a do período noturno (Tab.1). A área total amostrada foi de 6,3 ha no período diurno e 2,69 ha no período noturno, contabilizando um total de 8,99 ha de área percorrida pelos dois mergulhadores (Tab. 1). Na tabela 1 estão discriminadas as áreas percorridas em cada uma das ilhas para ambos os períodos e o número de mergulhos realizados em cada uma das ilhas.

Tabela 1: Locais, datas, profundidade (m) média \pm desvio padrão, n° de mergulhos, área percorrida (ha) e tempo de fundo (h) dos censos visuais diurnos e noturnos no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010.

Ilhas	Datas		Profundidade (m) média \pm desvio padrão		N° de mergulhos		Área percorrida (ha)		Tempo de fundo (h)	
	dia	noite	dia	noite	dia	noite	dia	noite	dia	noite
Santa Bárbara	10 a 14	10 a 15, 17 e 19	6,9 \pm 1,59	6,86 \pm 1,94	10	8	3,2	1,61	11,9	8,63
Siriiba	16 e 17	24 e 26	9,1 \pm 1,58	9,3 \pm 1,62	3	3	1,4	0,7	3,12	3,35
Redonda	18 e 19	26	5,4 \pm 1,70	3,8 \pm 1,41	3	1	1,3	0,2	3,35	1,15
Guarita	16	21	10,0 \pm 1,41	9,9 \pm 1,41	1	1	0,3	0,17	0,67	0,78
Total					17	13	6,3	2,69	19,1	13,9

Utilizaram-se censos visuais, através de mergulho autônomo, para quantificar as lagostas e anotar os tipos de substrato e sua fisionomia onde foram encontradas as lagostas nos diferentes sítios de amostragem do Arquipélago dos Abrolhos.

Em cada sítio de amostragem foram realizados censos visuais por dois pesquisadores, que percorreram a mesma direção, simultaneamente, em caminhos paralelos. Uma linha de busca foi realizada na interface sedimento e recife e a outra paralela a esta sobre o fundo recifal (Fig. 2). O total percorrido foi o correspondente ao perímetro de cada uma das ilhas. Essa metodologia foi baseada na metodologia de Eggleston *et al.* (2003) que amostraram alguns quadrados de 2 km² onde quatro mergulhadores partem do centro do quadrado e nadam para quatro direções diferentes e anotam dados em relação às lagostas de espinho.

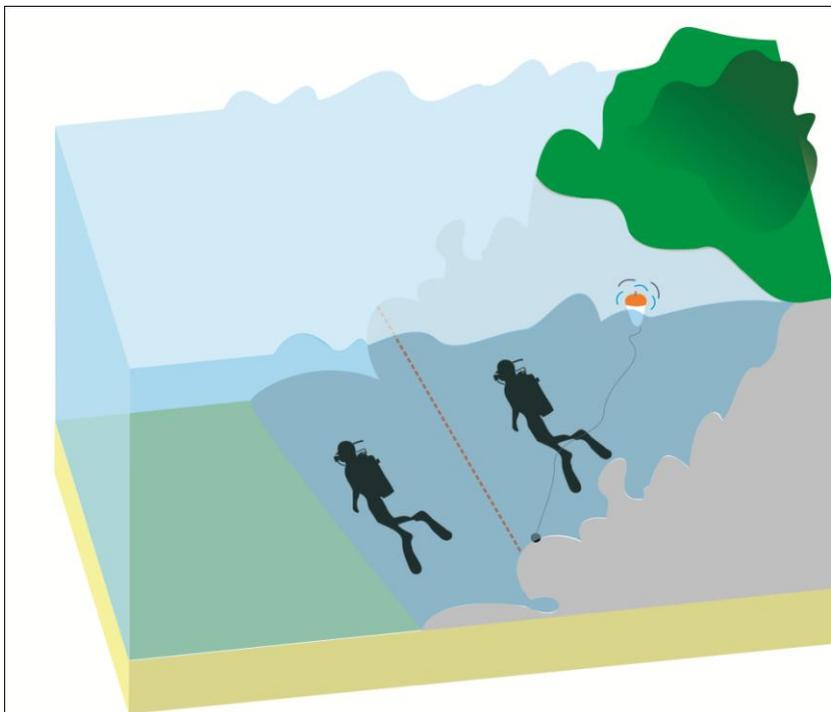


Figura 2: Metodologia utilizada: dois mergulhadores em paralelo percorrendo a mesma distância.

Foram realizados no total 30 mergulhos, sendo que 10 mergulhos diurnos e oito noturnos na Ilha Santa Bárbara, três diurnos e três noturnos na Ilha Siriba, três diurnos e um noturno na Ilha Redonda e um diurno e um noturno na Ilha Guarita (Fig. 3 e 4). Na Ilha Guarita foi feito um único mergulho para ambos os períodos e nesse realizou-se o perímetro completo da Ilha. Na Ilha Redonda no período noturno apenas foi realizado um mergulho iniciado no ponto 1 dessa mesma ilha e finalizado no ponto +. Cada mergulho iniciou-se no ponto 1 e terminou no ponto com o número que o sucedia até completar o perímetro da Ilha.

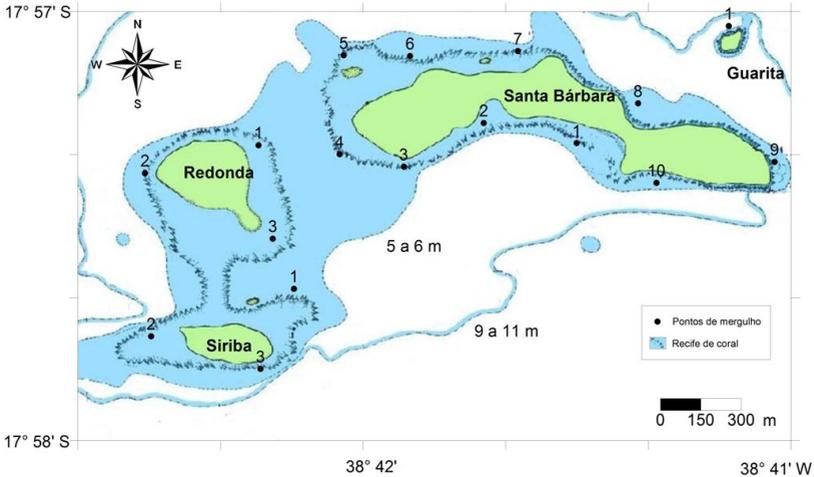


Figura 3: Amostragem ao longo do perímetro submerso das Ilhas no período diurno no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010.

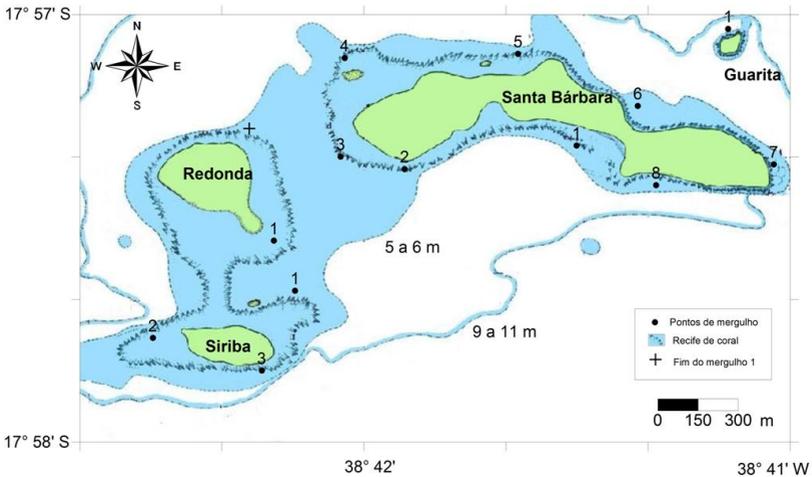


Figura 4: Amostragem ao longo do perímetro submerso das Ilhas no período noturno no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010.

Os censos foram realizados no período diurno (10h às 12h e/ou 15h às 17h) e noturno (21h às 23h). Sendo que no período diurno a busca de cada mergulhador foi referente a dois metros para cada lado por mergulhador totalizando oito metros de largura em cada mergulho e no período noturno foi amostrado um metro para cada lado por

mergulhador, totalizando quatro metros de largura em cada mergulho. Obtiveram-se, através de computador de mergulho, dados de temperatura e profundidade e coletou-se água para leitura da salinidade através de refratômetro para cada ponto de mergulho.

Os animais avistados foram classificados de acordo com o tamanho do comprimento da carapaça (CC = maior distância entre a extremidade da projeção anterior e a margem posterior da carapaça em milímetros) definido na amostragem piloto.

Em todos os indivíduos foram observados: o sexo, a presença de ovos e, se possível, o estágio de desenvolvimento dos ovos (coloração). No caso de dúvidas em relação a alguma dessas características, alguns indivíduos foram capturados (preferencialmente animais solitários para não perturbar os agregados) e depois liberados.

Foram anotados dados sobre a topografia do substrato e a caracterização da fisionomia do mesmo, onde as lagostas foram avistadas. Quanto à topografia, classificou-se em: recife de coral, transição ou parcel de coral. Sendo que a transição é a região de sedimento (areia, cascalho, etc.) até o início dos recifes de corais e o parcel são estruturas de coral isoladas do restante do recife de coral. Em relação à fisionomia do substrato, separamos em: alga calcárea, alga folhosa, coral duro (Ordem Scleractinia e Família Milleporidae), coral mole (Família Zoanthidae), esponjas e substrato nu, baseados no método Reef Check Brasil (FERREIRA & MAIDA, 2006).

3.2.2 Processamento de dados

A distância percorrida foi estimada através da plotagem dos pontos de início dos mergulhos no programa GPS TrackMaker e assim foi estimado o comprimento de cada mergulho realizado, com base na carta náutica nº 1311 da Marinha do Brasil (FUNDEADOUROS DE ABROLHOS, 2008). Posteriormente, adquirimos o total do perímetro das ilhas. Em seguida, calculamos a área amostrada em cada mergulho, multiplicando o comprimento de cada mergulho pela largura amostrada nos períodos: diurno (8 metros de largura) e noturno (4 metros de largura). Os mapas de distribuição de abundância e pontos de mergulho foram feitos no programa Surfer 8.0, com base na mesma carta náutica. A distribuição de abundância de lagostas foi representada inicialmente no ponto 1 e diz respeito aos dados coletados na área entre o ponto 1 e 2 e assim por diante.

Os dados obtidos foram planilhados por local e data no Microsoft® Office Excel, para a análise de abundância, distribuição de

classes de tamanho, proporção sexual, frequência das espécies em cada local, topografia e fisionomia dos substratos.

Através de regra de três simples, o número de indivíduos obtidos no perímetro das ilhas foi transformado em indivíduos/hectares (ind./ha). Sendo que um hectare (ha) corresponde a 10.000 m². Para efeito de transformação para hectares, caso tivéssemos uma lagosta em 1.200 m², teríamos aproximadamente oito lagostas em um hectare (10.000 m²). Foi escolhida a medida de hectares para obtenção de valores de indivíduos inteiros e não o fracionamento dos mesmos.

Para verificar as diferenças de topografia de substrato e de fisionomia do substrato obtida para cada área realizou-se uma Análise de Variância de Fator Único (ANOVA) para cada um deles. Os dados biológicos foram transformados em $\log(x+1)$ para atender as premissas da ANOVA. Posteriormente, nos casos significativos o Teste Tukey foi realizado para identificar as diferenças. Os dados foram analisados através de um teste “t” para verificar se houve diferença nictemeral (ZAR, 1996). As análises realizadas foram feitas através do programa Statistica 7.0.

Os outros parâmetros populacionais (proporção sexual, classes de tamanho, proporção de fêmeas reprodutivas, tipos de substratos) foram expressos através de histogramas de frequência e gráficos de setor.

4. RESULTADOS

Os dados abióticos de temperatura e salinidade (Fig. 5): médias de 27,3°C e 38,1 para período diurno e médias de 27,3°C e 38,5 para o noturno.

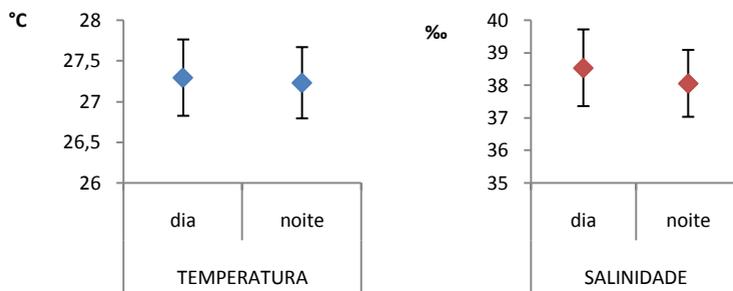


Figura 5: Temperatura (°C) e salinidade (‰) (média e desvio padrão) para o período diurno e noturno no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010.

Foram encontradas representantes de três espécies: *Panulirus argus* (Latreille, 1804), *Panulirus laevicauda* (Latreille, 1817) e *Panulirus echinatus* Smith, 1869. Houve em média 10,49 ind./ha com desvio padrão de 8,98 ind./ha.

Panulirus argus foi a espécie dominante (71%) em ambos os períodos, seguida por *P. laevicauda* (23%) e *P. echinatus* (6%) (Fig. 6). Esta dominância foi mais evidente no período noturno, visto que, *P. echinatus* apenas foi amostrada durante este período. Além disso, esta foi a espécie de menor abundância com ocorrência restrita às Ilhas Santa Bárbara e Siriba.

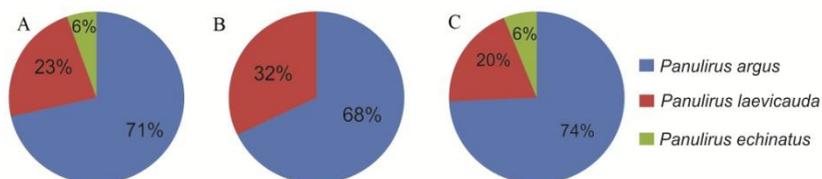


Figura 6: Porcentagem das espécies de lagostas encontradas para ambos os períodos (A), período diurno (B) e período noturno (C) no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010.

Nota-se que de noite *P. argus* apresenta abundância aproximadamente 20 vezes maior que de dia e *P. laevicauda* uma abundância aproximadamente 10 vezes maior (Tab. 2).

Tabela 2: Abundância (média e desvio padrão) das três espécies de lagostas de espinho encontradas no Arquipélago dos Abrolhos.

	<i>Panulirus argus</i>	<i>Panulirus laevicauda</i>	<i>Panulirus echinatus</i>
Ambos os períodos	8,95 ± 9,67	2,89 ± 3,38	0,69 ± 1,51
Dia	1,94 ± 1,88	0,96 ± 0,88	-
Noite	23,21 ± 9,37	9,04 ± 10,9	1,38 ± 2,01

O teste “t” ($p < 0,05$) mostrou que existe diferença significativa entre a abundância no período diurno e noturno para *Panulirus argus* e *Panulirus echinatus* e que a abundância de *Panulirus laevicauda* é igual nos dois períodos, devido ao grande desvio padrão (Tab. 2).

Os maiores valores de abundância foram obtidos na topografia de transição de substratos (Tab. 3), sendo obtidos na Ilha Redonda 1, Santa Bárbara 3 e Siriba 2.

Tabela 3: Abundância (ind./ha) e média com desvio padrão das lagostas encontradas em cada topografia de substrato em cada ponto de mergulho, em ambos os períodos.

Ilha e nº mergulho	Recife de coral (ind./ha)	Transição (ind./ha)	Parcel (ind./ha)
Santa Bárbara 1	4,05	8,12	0
Santa Bárbara 2	5,42	7,22	7,22
Santa Bárbara 3	18,15	40,83	4,53
Santa Bárbara 4	16,77	7,69	0
Santa Bárbara 5	16,38	16,37	5,46
Santa Bárbara 6	5,34	5,34	0
Santa Bárbara 7	0	23,97	0
Santa Bárbara 8	10,37	17,17	0
Santa Bárbara 9	3,43	8,58	0
Santa Bárbara 10	3,35	0	0
Siriba 1	20,95	20,95	0
Siriba 2	21,93	36,03	3,13
Siriba 3	0	0	0
Redonda 1	0	58,82	0
Redonda 2	0	0	0
Redonda 3	0	4,9	0
Guarita 1	2,95	11,82	0
Média ± Desvio Padrão	7,59 ± 8,03	15,76 ± 16,25	1,20 ± 2,35

A ANOVA indicou que houve diferença significativa ($p < 0,01$) na abundância em relação à topografia e o Teste Tukey apontou que a abundância na topografia topografias de transição e de recife de parcel são semelhantes entre si e superiores à topografia de parcel. Em relação à preferência por topografia dos substratos, obtivemos as seguintes proporções: predomínio de transição, seguido por recife de coral e parcel (Fig. 7).

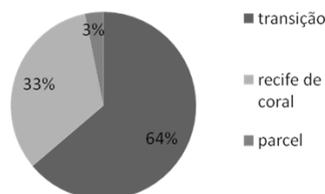


Figura 7: Porcentagem de lagostas encontradas nas topografias de substratos no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010.

Os maiores valores de abundância foram obtidos na fisionomia de alga folhosa, alga calcárea e coral duro, sendo os máximos registrados na Ilha Siriba 2 e Santa Bárbara 3 e 8, respectivamente (Tab. 4).

Tabela 4: Abundância (ind./ha), média e desvio padrão das lagostas encontradas em cada tipo de caracterização da fisionomia do substrato em cada mergulho, em ambos os períodos.

Ilha e nº de mergulho	Alga calcárea (ind./ha)	Alga folhosa (ind./ha)	Coral mole (ind./ha)	Coral duro (ind./ha)	Esponja (ind./ha)	Substrato nu (ind./ha)
Santa Bárbara 1	12,17	0	0	4,06	0	0
Santa Bárbara 2	19,87	7,22	0	0	0	0
Santa Bárbara 3	27,22	36,3	0	4,54	0	0
Santa Bárbara 4	9,96	14,5	2,27	0	0	0
Santa Bárbara 5	10,91	5,46	0	10,92	5,46	16,37
Santa Bárbara 6	0	5,07	0	5,07	0	0
Santa Bárbara 7	13,7	17,12	0	0	0	0
Santa Bárbara 8	3,5	6,87	0	24,04	0	0
Santa Bárbara 9	0	3,43	0	0	0	8,58
Santa Bárbara 10	0	0	0	0	0	3,35
Siriba 1	18,62	4,65	0	11,64	16,29	2,33
Siriba 2	3,13	51,7	6,26	3,13	0	3,13
Siriba 3	0	5,95	0	0	0	0
Redonda 1	9,8	44,12	0	14,7	0	0
Redonda 2	0	0	0	0	0	0
Redonda 3	0	2,45	2,45	0	0	0
Guarita 1	0	2,95	8,86	5,91	0	0
Média ± Desvio Padrão	7,58 ± 8,58	12,22 ± 16,08	1,17 ± 2,57	4,94 ± 6,81	1,28 ± 4,09	1,99 ± 4,34

A ANOVA indicou diferença significativa ($p < 0,01$) na abundância em relação à caracterização da fisionomia do substrato e o Teste Tukey apontou a abundância na fisionomia de alga calcárea, alga folhosa e coral duro são semelhantes entre si e superiores aos valores das fisionomias de coral mole, esponjas e substrato nu.

Existe uma tendência a ocorrência das lagostas em alga folhosa (42%) seguida de alga calcárea (26%) e coral duro (17%) com obtenção dos demais tipos de fisionomias com porcentagens abaixo de 8% (Fig. 8).

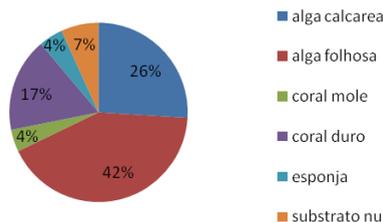


Figura 8: Porcentagem de lagostas encontradas nas fisionomias dos substratos no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010

Durante o dia, apenas no ponto 2 da Ilha Santa Bárbara encontrou-se entre 5,01 e 15 ind./ha de *P. argus* e *P. laevicauda* (Fig. 9 e 10).

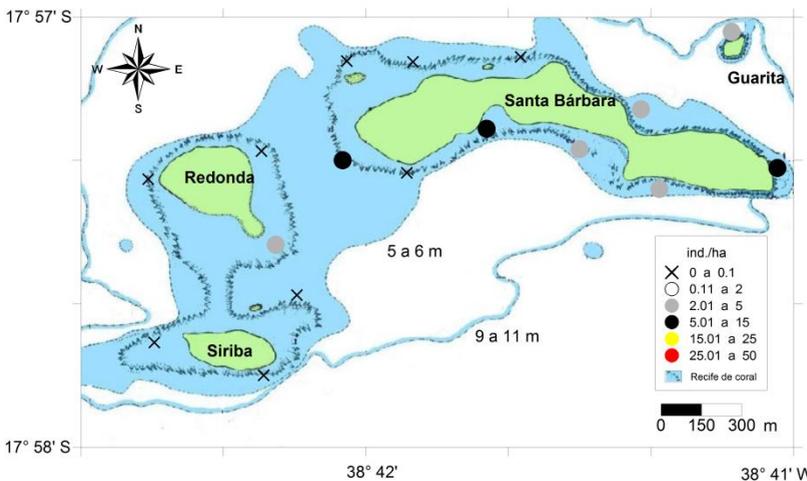


Figura 9: Abundância (ind./ha) de *Panulirus argus* no período diurno no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010.

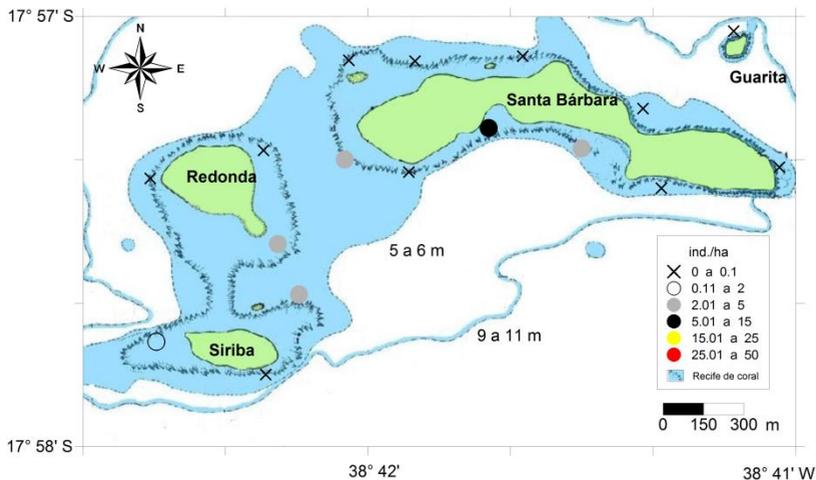


Figura 10: Abundância (ind./ha) de *Panulirus laevicauda* no período diurno no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010.

No período noturno foram obtidos os maiores dados de abundância (25,01 a 50 ind./ha) para *P. argus*. (Fig. 11). Destaca-se ainda neste período a presença da espécie *Panulirus echinatus* em duas ilhas, Santa Bárbara e Siriba, com abundância nas categorias de 2,01 a 5 e de 5,01 a 15 ind./ha (Fig. 13).

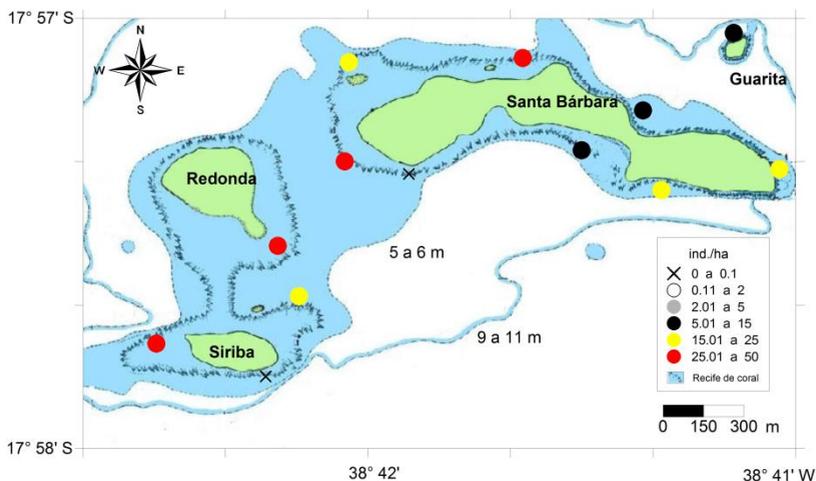


Figura 11: Abundância (ind./ha) de *Panulirus argus* no período noturno no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010.

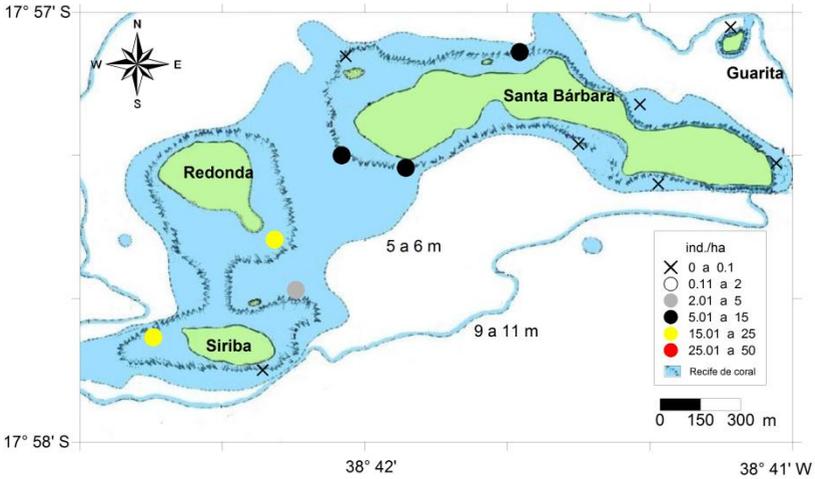


Figura 12: Abundância (ind./ha) de *Panulirus laevicauda* no período noturno no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010.

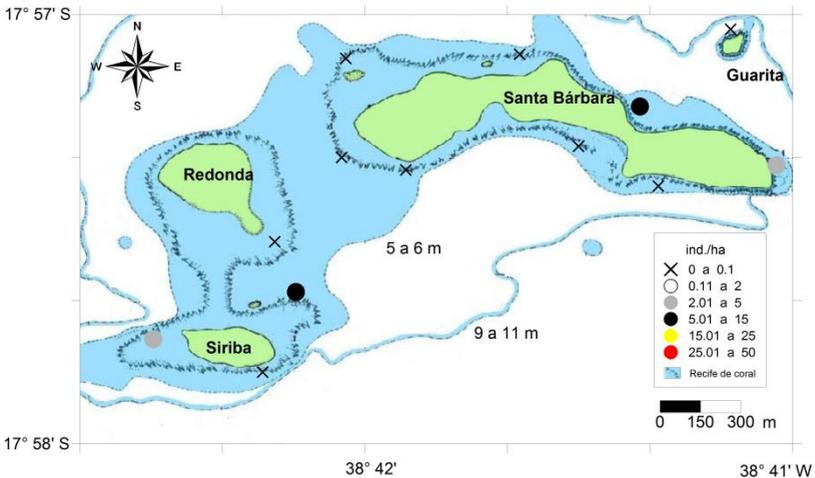


Figura 13: Abundância (ind./ha) de *Panulirus echinatus* no período noturno no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010.

Observou-se em relação à proporção sexual 65,4% de macho e 34,6% fêmeas ao todo (1,9:1). No período diurno foram encontradas 22 lagostas de espinho sendo que 13 eram machos e nove eram fêmeas (1,44:1) e no período noturno 82 lagostas sendo 55 machos e 27 fêmeas (2,04:1).

A Ilha Guarita apresentou apenas machos e todos da espécie *Panulirus argus*, em ambos os períodos. Pode-se notar também a predominância dos machos no período diurno em todas as ilhas, exceto na Ilha Redonda, onde a proporção foi igual (1:1). Já, no período noturno, notou-se que na Ilha Redonda a proporção de fêmeas é maior que a de machos, enquanto que nas demais ilhas os machos predominam (Fig. 14).

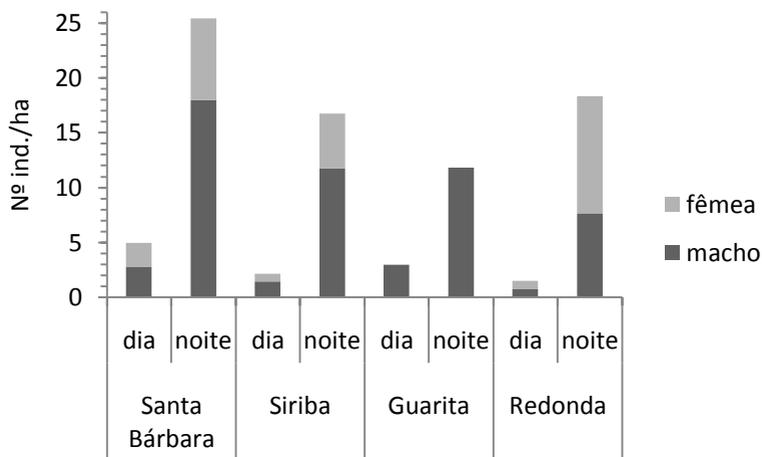


Figura 14: Abundância de macho e fêmea de lagostas de espinho no período diurno e noturno em cada uma das ilhas do Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010.

A classe de tamanho C3 foi a classe com maior abundância de indivíduos de lagostas (Fig. 15).

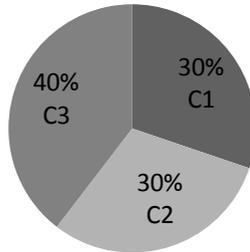


Figura 15: Porcentagem das classes de tamanho dos indivíduos de lagosta de espinho no Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010.

Em relação à distribuição das classes de tamanho pode-se notar que *P. argus* de tamanho C1 foi predominante com 42,88 ind./ha seguida de *P. argus* de tamanho C2 com 35,92 ind./ha e de *P. laevicauda* de tamanho C3 com 34,11 ind./ha, todas encontradas no período noturno (Tab. 5). As lagostas de espinho distribuíram-se em todas as classes de tamanho, sendo que machos e fêmeas estiveram igualmente presentes em todas as classes de tamanho.

Tabela 5: Abundância (ind./ha) por classes de tamanho de cada espécie de lagosta em cada um dos períodos.

	Dia			Noite		
	C1	C2	C3	C1	C2	C3
<i>P. argus</i>	0,31	4,82	2,63	42,88	35,92	14,08
<i>P. laevicauda</i>	0,31	0	3,52	0,62	1,42	34,11
<i>P. echinatus</i>	0	0	0	0	2,05	3,47

C1= até 30 mm, C2= de 30 a 80 mm e C3= acima de 80 mm de comprimento da carapaça.

Pode-se perceber ainda que todas as classes de tamanho foram encontradas em todas as ilhas do Arquipélago em pelo menos um dos período amostrados, exceto na Ilha Guarita, onde não se encontrou indivíduos da classe 3 (C3) (Fig. 16 e 17).

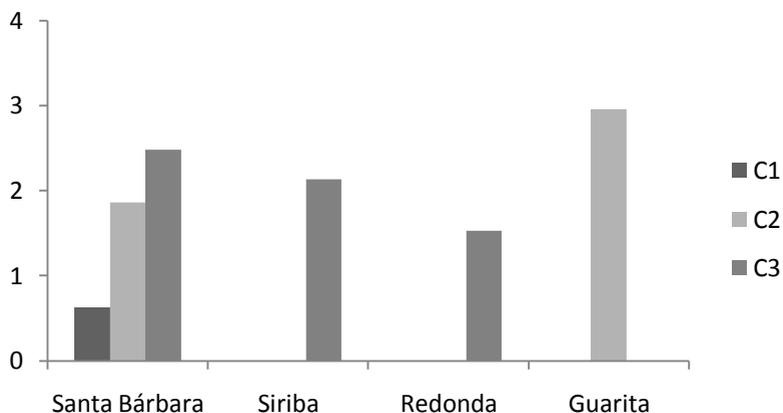


Figura 16: Distribuição das lagostas de espinhos por classes de tamanho no período diurno em cada uma das ilhas do Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010. C1 = até 30 mm, C2 = de 30 a 80 mm e C3 = maior que 80 mm de comprimento da carapaça.

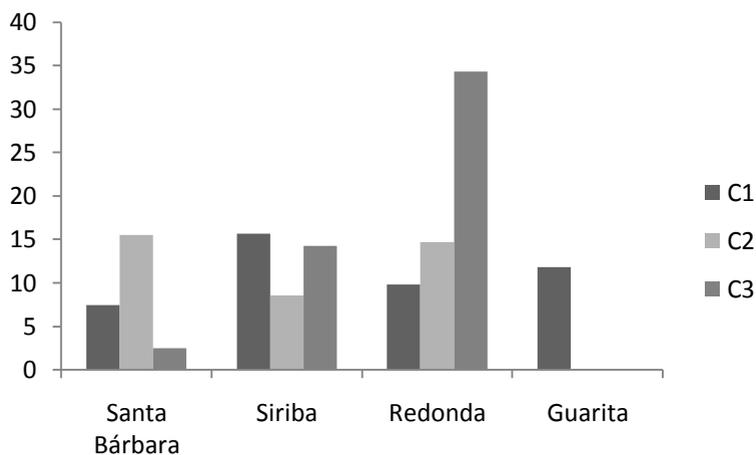


Figura 17: Distribuição das lagostas de espinhos por classes de tamanho no período noturno em cada uma das ilhas do Arquipélago dos Abrolhos em fevereiro de 2010. C1 = até 30 mm, C2 = de 30 a 80 mm e C3 = maior que 80 mm de comprimento da carapaça.

Através de uma análise visual em campo observamos cinco agregações de *Panulirus argus*, nas Ilhas Siriba (embaixo de um pedaço de veleiro naufragado, amostragem piloto), Redonda (durante a amostragem de 2010) e Santa Bárbara (poita da Marinha, amostragem piloto), sendo que a maior delas tinha aproximadamente 15 indivíduos de várias classes de tamanhos. Observamos também uma *Panulirus laevicauda* fêmea ovígera (C3), com ovos maduros de coloração vermelha. Uma pós-larva *puerulus* foi observada nos pontos 3 e 5 da Ilha Santa Bárbara e no ponto 3 da Ilha Siriba, sendo todas as observações no período noturno

Além disso, obtivemos a informação, através de comunicação pessoal com a guarda-parque Maria Bernadete Silva Barbosa (com. pess.), do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos, que no verão (dezembro a fevereiro) é possível observar mais indivíduos de lagostas e de tamanho maior que no inverno (junho a agosto).

5. DISCUSSÃO

A salinidade e temperatura altas nas águas do Parque são decorrentes da presença da Corrente do Brasil que atua na região dos Abrolhos durante o ano todo. Os dados obtidos de temperatura (média de 27,3° C) encontram-se dentro do citado anteriormente no Plano de Manejo do Parque, com a temperatura da água de superfície, variando entre 23°C, em agosto, e 27°C em janeiro (IBAMA/FUNATURA, 1991). A salinidade é alta nos meses de setembro e outubro, cerca de 36,7, caindo para o valor mínimo de 36,5 na época das calmarias, em janeiro e fevereiro (LEÃO, 1982 Apud IBAMA/FUNATURA, 1991). Em relação à salinidade pode-se observar certa diferença com nossos dados, média de 38,2, e isto pode ocorrer devido à imprecisão do refratômetro na leitura da salinidade.

O monitoramento dos recifes de coral realizado em 2002 na região de Abrolhos registrou apenas a ocorrência de *Panulirus argus*, sendo a ocorrência restrita ao Recife dos Itacolomis e Parcel das Paredes e indicou a ausência de lagostas no Parcel dos Abrolhos e Arquipélago de Abrolhos (FERREIRA & MAIDA, 2006). No entanto, foram encontradas as três espécies do gênero *Panulirus* no Brasil, sendo elas *Panulirus argus*, *Panulirus laevicauda* e *Panulirus echinatus*, o que demonstra a alta riqueza no Arquipélago Marinho dos Abrolhos com relação às lagostas de espinho. As outras lagostas de espinho *Justitia longimanus* e *Palinustus truncatus* ocorrem em profundidades de 50 a 100 m e superior a 120 m e por isso não foram encontradas no Arquipélago dos Abrolhos.

Os dados de abundância não diferem dos obtidos em outros estudos realizados com metodologia semelhante uma vez que a abundância de lagosta foi em média 0,012 ind./m² para o Arquipélago dos Abrolhos (Tab. 6).

Tabela 6: Abundância de diferentes espécies de lagostas de espinho em diferentes locais.

Local	Densidade (ind./m ²)	Espécie	Autor
Bahamas	0,015	<i>Paullirus argus</i>	LIPCIUS <i>et al.</i> , 1997
Nova Zelândia	0,015	<i>Jasus edwardsii</i>	DAVIDSON <i>et al.</i> , 2001
Flórida	0,04	<i>Paullirus argus</i>	EGGLESTON <i>et al.</i> , 2003
Brasil	0,0025	<i>Paullirus argus</i>	FERREIRA & MAIDA, 2006
Nova Zelândia	0,04	<i>Jasus edwardsii</i>	HAGGITT & MEAD, 2007
Flórida	0,005 a 0,8	<i>Paullirus argus</i>	EGGLESTON <i>et al.</i> , 2008
Brasil	0,012	<i>Paullirus argus</i>	Atual estudo, 2011

Nota-se então que a média do Brasil se assemelha com a média de outros locais do mundo, apesar das diferenças metodológicas. Entretanto, é importante ressaltar que foram realizados em áreas com diferentes categorias de conservação e a maior parte deles apenas disponibiliza a média da abundância de lagostas incluindo todas as áreas amostradas (áreas de reserva com proibição da pesca, área de pesca recreativa ou ainda áreas onde não há restrição à pesca), o que de certa forma dificulta a comparação entre esses trabalhos.

Se compararmos os dados, a atual metodologia permitiu amostrar as lagostas do Arquipélago dos Abrolhos de melhor maneira do que o método Reef Check que utiliza 4 transectos de 20 m para cada área amostrada. Essa metodologia objetiva um diagnóstico da saúde recifal a partir de estimativas de abundância de alguns organismos sésseis, mas se mostra inadequada ao monitoramento de lagostas.

As lagostas foram encontradas esparsas pelo Arquipélago dos Abrolhos, assim como relatado através de comunicação pessoal com Paulo Sumida. Também foi possível observar uma distribuição semelhante em todas as ilhas no Arquipélago dos Abrolhos.

Phillips (2006) indica que as lagostas em fases juvenis tendem a ser solitárias e as fases sub-adultas e adultas gregárias. Essas agregações auxiliam o grupo na defesa contra predadores e estaria cooperando para que houvesse interação entre diferentes indivíduos (PHILLIPS, 2006). A observação no Arquipélago dos Abrolhos de agregados com indivíduos de todas as classes de tamanho foi diferente do sugerido por Phillips (2006).

P. argus foi a espécie dominante, assim como nos dados relatados por estudos através da pesca (COELHO *et al.* 1996, FONTELES FILHO, 1997, 2005 e 2007). A baixa ocorrência de *P.*

echinatus coincide com o fato da espécie ocorrer, principalmente, nas ilhas oceânicas (MELO, 1999).

As três espécies foram observadas preferencialmente à noite, confirmando a sua maior visibilidade neste período, pois são considerados animais de hábito noturno, saindo neste período para alimentar-se e reproduzir-se, enquanto durante o dia se refugiam em fendas, tocas e cavernas para proteger-se de predadores (MELO, 1999; DALL'OCCHO, 2005; PHILLIPS, 2006). A abundância de lagostas parece estar ligada com o tamanho da área habitada e densidade biológica da mesma. Já a distribuição espacial reflete uma relação bioecológica dos indivíduos com o substrato (FONTELES-FILHOS 2007).

As lagostas de espinho ocorreram principalmente nas topografias de transição e recife de coral, já que esses substratos possuem maiores possibilidades de refúgio para lagostas em fendas e cavernas de diferentes tamanhos e com diferentes fisionomias de substrato, como algas, corais, esponjas e outros organismos. Esse dado confirma a preferência das lagostas por substratos duros indicada por Dall'Occo (2005). Além disso, as lagostas ocorreram preferencialmente em alga folhosa, alga calcárea e coral duro, corroborando com a hipótese de Dall'Occo (2005) e Fonteles-Filho (2007) que existe uma preferência por substratos de algas calcáreas que fornecem carbonato de cálcio para o meio ambiente, matéria-prima essencial para a formação do exoesqueleto das lagostas durante a série de mudas que sofrem ao longo de suas vidas.

As amostragens posteriores devem considerar o fato que a topografia de parcel ocorre em menor área que as outras topografias, podendo ter influenciado esse resultado.

Uma vez que observamos indivíduos de todos os tamanhos em quase todas as ilhas amostradas, podemos sugerir que existem populações estabelecidas no Arquipélago. Deve-se ainda levar em conta que as populações se distribuem de acordo com a disponibilidade de locais de refúgio, sendo que lagostas recém assentadas preferem cavernas, fendas ou tocas de tamanho pequeno, enquanto cavernas maiores são para animais maiores ou agregados.

Góes & Lins-Oliveira (2009) confirmaram que os machos são maiores e mais pesados que as fêmeas, entretanto essa diferença não foi observada. De acordo com Phillips (2006), o crescimento das fêmeas é consideravelmente menor que nos machos. A tendência observada de ocorrer tamanhos grandes (C3) foi semelhante ao observado por Davidson *et al.* (2001), onde encontrou-se a maioria dos indivíduos com

comprimento da carapaça médio maior que 80 milímetros. Isso pode indicar que as populações de lagostas de espinho estão estabelecidas no Arquipélago e ali se reproduzem.

Sobre abundância de machos e fêmeas, podemos citar que Lozano-Alvarez *et al.* (1993) usando dados da pesca encontrou uma proporção de 1,31:1 no verão e 1,04:1 no inverno, com o predomínio dos machos em relação às fêmeas, entretanto não foi uma proporção tão acentuada quanto a que encontramos (1,9:1).

Várias hipóteses podem explicar a predominância de um sexo, sendo elas: a diferença na taxa de crescimento e migrações diferenciadas das fases juvenis, as diferenças naturais de mortalidade e a reversão sexual acima de um determinado comprimento (LINS-OLIVEIRA, 1996). Mousseau & Fox (1998) destacam que pode ter influência dos fatores bióticos e/ou abióticos, uma vez que em várias espécies, as mães podem manipular ou responder ao ambiente de alguma forma, sugerindo um ajuste adaptativo do sexo da progênie. A pesca também pode ser considerada um agente modificador das proporções sexuais e dimorfismos sexuais de acordo com Phillips (2006), mas desconhece-se qual a influência que a pesca exerce nas populações de lagostas de espinho do Arquipélago dos Abrolhos.

Existe a probabilidade das fêmeas no período reprodutivo ficarem menos ativas e serem, portanto, menos observadas. Acredita-se ainda que devido à necessidade de vários acasalamentos para assegurar a fecundação da fêmea, os machos são predominantes numericamente no estoque capturável e, provavelmente, nas populações (FONTELES-FILHO, 2007).

Metodologias não destrutivas mostram-se eficazes para a quantificação e monitoramento das espécies com menor dificuldade de visualização, como lagostas, sem alterar o hábitat desses indivíduos. Entretanto, dependem de treinamento em campo da equipe executora, não somente para identificação das espécies, mas também para a localização dos indivíduos. É importante ressaltar ainda a necessidade de uma padronização do esforço amostral bem conservadora, onde a amostragem de todas as áreas deve ser feita pelos mesmos pesquisadores.

Como os dados de abundância noturnos foram significativamente maiores que os dados diurnos, nota-se a necessidade de amostragens noturnas. Apesar da dificuldade de campo ser maior, resultando em uma área amostrada menor, foi encontrada uma maior abundância de lagostas, através de uma procura bem minuciosa. Sugere-se então fazer as amostragens que seriam diurnas, durante a noite,

realizando réplicas, se possível da área amostrada, ou ainda aumentando o número de áreas amostradas.

Observou-se a presença de uma fêmea ovígera de *P. laevicauda* com ovos maduros de coloração avermelhada e de três pós-larvas puerulus, no mês de fevereiro, o que coincide com a época reprodutiva de maior intensidade de fevereiro-março para esta espécie (FONTELES-FILHO, 2007). Pode-se citar a existência de indivíduos em reprodução durante todo o ano devido a desovas parceladas individuais e populacionais (FONTELES-FILHO, 2007), entretanto não foi possível observar tal acontecimento durante esse estudo.

Em relação à variação sazonal, é necessária uma pesquisa com tal finalidade para verificar a afirmativa de ocorrência dessa sazonalidade indicada pela guarda-parque Maria Bernadete Silva Barbosa (com. pess.), do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos.

6. CONCLUSÃO

1. As três espécies de lagostas de espinho, *Panulirus argus*, *P. laevicauda* e *P. echinatus*, existentes no Brasil foram encontradas no Arquipélago dos Abrolhos, demonstrando a sua alta riqueza, reforçando a importância biológica do local.
2. As populações de lagostas de espinho do Arquipélago Marinho dos Abrolhos apresentaram variação nictemeral, sendo o período noturno mais representativo que o período diurno, portanto, esse seria um período preferencial para a procura de lagostas em caso de monitoramento.
3. As lagostas de espinho apresentaram distribuição semelhante em todas as Ilhas do Arquipélago. A abundância média encontrada se assemelha à existente em outros locais. Observou-se a presença de pós-larva *puerulus*, indivíduos juvenis, indivíduos adultos de lagostas que, associado a presença de fêmeas ovígeras, sugere a existência de populações estabelecidas no Arquipélago.
4. As topografias de substratos de transição (sedimento/recife) e recife de coral foram os locais com maiores abundâncias de lagostas, pois possuem maiores possibilidades de refúgio para lagostas em fendas e cavernas de diferentes tamanhos e com diferentes fisionomias de substrato. Nas quais, as lagostas ocorreram preferencialmente em alga folhosa, alga calcárea e coral duro, o que ressalta a interação das mesmas com o substrato biogênico.
5. Esta metodologia pode ser uma alternativa viável para estudos dentro de unidades de conservação de proteção integral, uma vez que causa poucos distúrbios nas populações.

7. REFERÊNCIAS

- BRASIL, (1983). DECRETO Nº 88.218, DE 06 DE ABRIL DE 1983. Cria o Parque Nacional Marinho dos Abrolhos. Brasília. Publicado na Internet no endereço http://www4.icmbio.gov.br/parna_abrolhos/index.php?id_menu=108, acesso em 08 de junho de 2011.
- BUYS, B. (2007). Sustentabilidade da pesca. Mar brasileiro é rico em diversidade de espécies, mas os estoques são escassos. **Inovação Uniemp**, 3(2): 12-15.
- CARVALHO, R. C. A. & OGAWA, M. (2001). Viabilidade econômica de engorda de lagosta em viveiro no mar na comunidade de Ponta Grossa, Município de Icapui, Ceará. Revista Econômica do Nordeste, Fortaleza, v. 32, n. 2, p. 176-183, 2001.
- COELHO, A. M. G.; DIAS, A. F.; FERREIRA, C. R. C.; VASCONCELOS, J. A.; RAPOSO, L. L.; OLIVEIRA, M. Y. S. (1996). Caracterização sócio-cultural dos produtores de lagostas no Nordeste brasileiro. Boletim Técnico Científico do CEPENE, 4(1).
- CONSERVAÇÃO INTERNACIONAL, BRASIL. (2005). Avaliação dos impactos da exploração e produção de hidrocarbonetos no Banco de abrolhos e adjacências. 1(2): 310 p.
- CREAR, B. J.; HART, P. R. & THOMAS C. W. (2003). The effect of photoperiod on growth, survival, colour and activity of juvenile southern rock lobster, *Jasus edwardsii*. Aquaculture Research, 34: 439-444.
- DALL' OCCO, P. L. (2005). Lagostas e lagostins (Crustacea: Decapoda: Palinua, Astacidea) do litoral brasileiro. Dissertação de Mestrado, Ciências Biológicas (Zoologia), UNESP, Rio Claro, SP. 326 p.
- DAVIDSON, R. J.; BARRIER, R.; PANDE, A. (2001). Pohatu Marine Reserve Baseline Survey. Biological Monitoring of Pohatu Marine Reserve, April 2001, 37p.
- DINIZ, F. M.; MACLEAN, N.; OGAWA, M.; CINTRA, I. H. A.; BENTZEN, P. (2005). The hypervariable domain of the mitochondrial control region in Atlantic spiny lobsters and its potencial as a marker for investigating phylogeographic structuring. Marine Biotechnology: 462-473.
- DUTRA, G.; ALLEN, G. R.; WERNER, T.; MC KENNA S. A. (2006). A Rapid Marine Biodiversity Assessment of the Abrolhos Bank,

- Bahia, Brazil. RAP Bulletin of Biological Assessment 38. Conservation International, Washington, DC, USA 160 p.
- EGGLESTON, D.; JOHNSON, E.; KELLISON, G.; NADEAU, D. (2003). Intense removal and non-saturating functional responses by recreational divers on spiny lobster *Panulirus argus*. Marine Ecology Progress Series, Vol. 257: 197-207
- EGGLESTON, D.; PARSONS, D.; KELLISON, G.; PLAYA, G. & JOHNSON, E. (2008). Functional response of sport divers to lobsters with application to fisheries management. **Ecol. Appl.**, 18(1), 258-272 p.
- FERREIRA, B. P. & MAIDA, M. (2006). Monitoramento dos recifes de coral do Brasil: Situação Atual e Perspectivas. Série Biodiversidade 18 MMA, IBAMA 120 p.
- FONTELES-FILHO, A. A. (1997). Spatial distribution of the lobster species *Panulirus argus* and *P. laevicauda* in northern and northeastern Brazil in relation to the distribution of fishing effort. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 49 (3): 172-176.
- FONTELES-FILHO, A. A. (2000). The state of the lobster fishery in North-east Brazil. In: Bruce F. Phillips; Jiro Kittaka. (Org.). Spiny lobsters - fisheries and culture. 2 ed. Oxford: Fishing News Books, 121-134.
- FONTELES-FILHO, A. A. (2005). Síntese sobre distribuição, abundância, potencial pesqueiro e biologia da Lagosta vermelha *Panulirus argus* (Latreille) e a Lagosta verde *Panulirus laevicauda* (Latreille) do Nordeste do Brasil.
- FONTELES-FILHO, A. A. (2007). Síntese sobre a lagosta-vermelha (*Panulirus argus*) e a lagosta-verde (*Panulirus laevicauda*) do Nordeste do Brasil. In: HAIMOVICI, M. A prospecção pesqueira e abundância de estoques marinhos no Brasil nas décadas de 1960 a 1990: levantamento de dados e avaliação crítica.
- FUNDEADOUROS DE ABROLHOS (2008). Carta náutica nº 1311. Disponível em: <https://www.mar.mil.br/dhn/chm/images/cartas/1311.html>, acesso em 13 de fevereiro de 2009.
- GÓES, C. A. (2006). Análise da dispersão de larvas de lagostas no atlântico tropical a partir de correntes geostróficas superficiais derivadas por satélites. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 93 p.
- GÓES, C. A. & LINS-OLIVEIRA, J. E. (2009). Natural diet of the spiny lobster, *Panulirus echinatus* Smith, 1869 (Crustacea:

- Decapoda: Palinuridae), from São Pedro and São Paulo Archipelago, Brazil. *Braz. J. Biol.*, 69(1): 143-148.
- HAGGITT, T. & MEAD, S. (2007). Te Whanganui-a-Hei Marine Reserve Benthic and Lobster Monitoring Programme: May-June 2007 Survey. Coastal and Aquatic Systems Limited. *Report to the Department of Conservation*. 51p.
- HAIMOVICI, M. & KLIPPEL, S. (1999). Diagnóstico da biodiversidade dos peixes teleósteos demersais marinhos e estuarinos do Brasil. In: Workshop “Avaliação e Ações Prioritárias para a conservação da Biodiversidade da Zona Costeira e Marinha”, Ilhéus. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/brnd/round5/round5/guias/perfuracao/5round/refere/peixesdemersais.pdf>. Acesso em 30 de junho de 2010.
- IBAMA / FUNATURA (1991). Plano de manejo do Parque Nacional Marinho dos Abrolhos. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis / Fundação Pró-Natureza, Brasília. Aracruz Celulose S.A., 124p.
- IBAMA. (2008). Plano de Gestão para o uso sustentável das lagostas no Brasil – *Panulirus argus* (Latreille, 1804) e *Panulirus laevicauda* (Latreille, 1817). Ministério do Meio Ambiente – MMA, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Brasília / DF, 123 p.
- LEÃO, Z. M; A.N. (1999). Abrolhos - O complexo recifal mais extenso do Oceano Atlântico Sul. In: Schobbenhaus,C.; Campos,D.A.; Queiroz,E.T.; Winge,M.; Berbert-Born,M. (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Publicado na Internet no endereço <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio090/sitio090.htm> acesso em: 08 de junho de 2011.
- LINS OLIVEIRA, J. E. (1996). Estudo do sex-ratio entre Penaeidae através da utilização de um modelo de regressão linear adaptado. *Boletim DOL/CB/UFRN. EDUFRN*, 9: 67-74.
- LIPCIUS, R.; STOCKHAUSEN, W.; EGGLESTON, D.; HICKEY, B. (1997). Hydrodynamic decoupling of spawning stock, habitat quality and recruitment in the Caribbean spiny lobster: source-sink dynamics? **Journal of Marine and Freshwater Research** 48:807-815.
- LOZANO-ALVAREZ, E.; BRIONES-FOURZILN, P.; NEGRETE-SOTO, F. (1993). Occurrence and seasonal variations of spiny lobsters, *Panulirus argus* (Latreille), on the shelf outside Bahia de la Ascension, Mexico. *Fishery Bulletin. U.S.* 91: 808-815.

- LUBCHENCO, J.; PALUMBI, S. R.; GAINES, S. D.; ANDELMAN, S. (2003). Plugging a hole in the ocean: the emerging science of marine reserves. **Ecol. Appl.** 13(1): 8-25.
- MELO, A. & BARROS, A. (2006). **A pesca predatória da lagosta no Brasil: um modelo insustentável**. XLIV Congresso da Sober, Disponível em: www.sober.org.br/palestra/5/1162.pdf Acesso em: 10/06/2011.
- MELO, G. A. S. (1999). Manual de Identificação dos Crustacea Decapoda do Litoral Brasileiro: Anomura, Thalassinidea, Palinuridea, Astacidea. São Paulo, Ed. Plêiade/FAPESP, 551p.
- MINISTÉRIO DA PESCA E AQUICULTURA, 2009. Produção pesqueira e aquícola, estatística 2008 e 2009.
- MOUSSEAU, T. A. & FOX, C. W. (1998). The adaptative significance of maternal effects. **Trends in Ecology and Evolution**, 13(10): 403-407.
- OLIVEIRA, G.; FREIRE, A. S. & BERTUOL, P. R. K. (2008). Reproductive biology of the slipper lobster *Scyllarides deceptor* (Decapoda: Scyllaridae) along the southern Brazilian coast. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 88: 1433.
- PALERO, F.; Crandall, K. A.; ABELLÓ, P.; MACPHERSON, E.; PASCUAL, M. (2009). Phylogenetic relationships between spiny, slipper and coral lobsters (Crustacea, Decapoda, Achelata). Molecular Phylogenetics and Evolution, 50: 152-162.
- PHILLIPS, B. F. (2006). **Lobsters: biology, management, aquaculture and fisheries**. Blackwell Publishing, 506p.
- PINHEIRO, A. P. & LINS-OLIVEIRA, J. E. (2006). Reproductive Biology of *Panulirus echinatus* (Crustacea: Palinuridae) from São Pedro and São Paulo Archipelago, Brazil. **Nauplius** 14(2): 89-97.
- PROZEE/SEAP/IBAMA. (2008). **Monitoramento da atividade pesqueira no litoral Nordeste - Boletim da Estatística da Pesca Marítima e Estuarina do Nordeste do Brasil – 2006**. Projeto ESTATPESCA. Convênio Fundação de Amparo à Pesquisa de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva – Fundação PROZEE, Secretaria Especial de Pesca e Aquicultura de Presidência da República – SEAP/PR, Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Tamandaré, 384 p.

- RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. (2005). **Zoologia dos invertebrados: uma abordagem funcional evolutiva**. 7.ediçao - São Paulo: Roca. 1145p.
- SARVER, S. K.; FRESHWATER, D. W.; WALSH, P. J. (2000). The occurrence of the provisional Brazilian subspecies of spiny lobster (*Panulirus argus westonii*) in Florida waters. *Fish. Bull.* 98:870-873.
- SHEARS, N.; GRACE, R.; USMAR, N.; KERR, V.; BADCOCK, R. (2006). Long-term trends in lobster populations in a partially protected vs. No-take Marine Park. **Biological Conservation**, 132: 222-231.
- ZAR, J. H. (1996) **Biostatistical Analysis**. 3 rd. Upper Saddle River. New Jersey: Ed. Prentice Hall, 662p.