

ILKA SIQUEIRA LIMA BRANCO NUNES

**ECOLOGIA DA RAIA, *Dasyatis americana* (Hildebrand & Schroeder, 1928), NA
REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE - PE E NA ReBio ATOL DAS
ROCAS - BRASIL**

**RECIFE,
2015**



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

**ECOLOGIA DA RAIÁ, *Dasyatis americana* (Hildebrand & Schroeder, 1928), NA
REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE - PE E NA ReBio ATOL DAS
ROCAS - BRASIL**

Ilka Siqueira Lima Branco Nunes

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como exigência para obtenção do título de Doutor.

Prof. Dr. Fábio H. V. Hazin
Orientador

Prof. Dr. Paulo G. V. de Oliveira
Co-orientador

Recife,
Maior/2015

Ficha catalográfica

Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central - UFRPE

N972 Nunes, Ilka Siqueira Lima Branco

Ecologia da raia, *Dasyatis americana* (Hildebrand & Schroeder, 1928), na região metropolitana do Recife - PE e na ReBio Atol das Rocas - Brasil/Ilka Siqueira Lima Branco Nunes. – Recife, 2015. 129f. : il.

Orientador: Fábio H. V. Hazin

Tese (Doutorado em Recursos Pesqueiros e Aquicultura) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Pesca e Aquicultura, Recife, 2015.

Referências.

1. Dasyatidae 2. Estrutura populacional 3. CPUE 4. Ilha oceânica I. Hazin, Fábio Hissa Vieira, orientador.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS PESQUEIROS E AQUICULTURA

Ecologia da raia, *Dasyatis americana* (Hildebrand & Schroeder, 1928), na região metropolitana do Recife - PE e na ReBio Atol das Rocas - Brasil

Ilka Siqueira Lima Branco Nunes

Tese julgada adequada para obtenção do título de doutor em Recursos Pesqueiros e Aquicultura. Defendida e aprovada em 29/05/2015 pela seguinte Banca Examinadora.

Prof. Dr. Fábio H. V. Hazin - Orientador
Departamento de Pesca e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. William Severi - Membro interno
Departamento de Pesca e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof(a). Dr(a). Flávia Lucena Frédou- Membro interno
Departamento de Pesca e Aquicultura
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof(a). Dr(a). Sigrid Neumann Leitão - Membro externo
Universidade Federal de Pernambuco
Departamento de Oceanografia

Prof(a). Dr(a). Patrícia Pinheiro Barros - Membro externo
Universidade do Estado da Bahia

Dedicatória

À luz da minha vida, minha amada filha Alice Branco Nunes, por ser a melhor parte de mim. E ao meu companheiro, Diogo Martins Nunes, por todo amor dedicado ao nosso docinho. Eu amo vocês!

Agradecimentos

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, ao Departamento de Pesca e Aquicultura e a Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, pelo acolhimento.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE), pela concessão da bolsa, permitindo que pudesse continuar estudando.

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO), pela concessão de licença de pesquisa e apoio nas atividades de campo.

A Maurizélia Brito, coordenadora da Reserva Biológica Atol das Rocas, em especial, por facilitar, conduzir e contribuir fortemente com as atividades de pesquisa realizadas no Atol dos Sonhos.

Ao Prof. Dr. Fábio Hazin, por todas as oportunidades de trabalho, confiança e incentivo ao longo de tantos anos de parceria. Muitíssimo obrigada Prof. Fábio!

Ao Prof. Dr. Paulo Oliveira (Paulinho), por permitir e incentivar meu trabalho de pesquisa no lugar mais especial que já conheci. Muitíssimo obrigada a você também, Prof. Paulinho, espero que nossa parceria continue por muitos anos.

Ao amigo Dráusio Veras, pelo auxílio nos trabalhos de campo. Eterna parceria!

A todos os pesquisadores que auxiliaram as atividades de campo, tanto no litoral de Recife como na ReBio Atol das Rocas, possibilitando a execução desta tese.

À minha mãe Lúcia de Fátima, pelo amor incondicional.

À irmã e amiga, Manu Creio, por ter dividido e compartilhado comigo os momentos mais íntimos, difíceis e alegres da vida. Irmandade total!

Às amigas da querida equipe canil (Camila, Carolina, Luisa, Mariana, Natália) por compartilhar pensamentos semelhantes e por tornar meus dias de alegria, ainda mais alegres!

Resumo

A raia prego é comumente capturada como fauna acompanhante em diferentes pescarias, não apenas no Brasil mas também em grande parte da América do Sul, e devido à deficiência dos dados disponíveis, existe hoje um considerável déficit de informações que permitam avaliar o status populacional da espécie. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo investigar aspectos relacionados à ecologia da *D. americana*, ao longo do litoral da região metropolitana do Recife, a partir de dados de captura e monitoramento acústico, e na Reserva Biológica do Atol das Rocas a partir de análises de avistagem e movimentação. No litoral de Recife a CPUE das raias prego foi maior em Boa viagem/Piedade (0,33) do que no Paiva (0,26). A CPUE média mensal na praia de Boa Viagem/Piedade foi maior no mês de maio, enquanto que na praia do Paiva o maior valor ocorreu em junho. As CPUEs anuais para as praias de forma combinada foram maiores no início da pesquisa, nos anos de 2004 e 2005. Dos 85 exemplares, foi possível a identificação do sexo em 17 animais, dos quais 16 eram fêmeas, com LD variando entre 79,00 e 152,00 cm ($124,63 \pm 20,86$), CD entre 94,00 e 142,00 cm ($113,08 \pm 14,14$), e CT entre 97,00 e 255,00 cm ($188,31 \pm 54,97$); e apenas um era macho, com LD de 87,00 cm. Ao longo da pesquisa foi registrada ainda a ocorrência de um item alimentar (*Dasyatis marianae*) não usual, jamais antes descrito para dieta da *D. americana*. A avaliação das detecções do monitoramento acústico no litoral de Recife, em relação ao ciclo de 24 horas indicou que a maior parte das detecções ocorreram ao longo do período noturno (96,4%) ($X^2 = 144,857$; $P < 0,0001$). Os valores de TAH foram maiores entre os anos de 2003 ($0,76 \pm 1,51$) e 2008 ($1,55 \pm 1,76$), observando-se, entre 2009 ($0,15 \pm 0,42$) e 2013 ($0,21 \pm 0,57$), valores consistentemente mais baixos. A diminuição significativa das avistagens da espécie no interior do Atol das Rocas suscita a possibilidade de estar existindo um declínio natural da população na região. O padrão de uso do habitat vertical para a *D. americana* mostrou uma forte preferência, para ambas as raias marcadas (91,4% e 86,3%, respectivamente), pelas águas quentes (acima dos 28°C) e rasas (profundidades de até 5m) do Atol das Rocas, ao longo do período do monitoramento. Os resultados evidenciaram que as áreas de baixa profundidade como um dos habitats essenciais para espécie no Atol das Rocas. Por fim, é imprescindível que maiores esforços sejam empregados em busca da continuação de um adequado monitoramento de suas populações em águas costeiras e insulares.

Palavras-chave: Dasyatidae, Estrutura populacional, CPUE, ilha oceânica.

Abstract

The south stingray is commonly captured as by-catch in different fisheries, not only in Brazil but also in some parts of South America, and due to the deficiency of available data, there is now a considerable deficit of information to evaluate the population status of the specie. In this context, the main goal of this study was to investigate aspects related to the ecology of the *D. americana* along the coast of the metropolitan area of Recife, from capture data and acoustic monitoring, and in the Biological Reserve of Atol das Rocas, from observation and movement analysis. On the coast of Recife CPUE'south stingray was higher in Boa Viagem / Piedade (0.33) than in Paiva (0.26). The average monthly CPUE on the beach of Boa Viagem / Piedade was higher in May, while on the beach of Paiva the highest value occurred in June. The annual CPUEs, to the beaches in combination, were higher at the research beginning in 2004 and 2005. Of the 85 specimens, it was possible to identify the sex in 17 animals, of which 16 were females, with DW ranging between 79.00 and 152.00 cm (124.63 ± 20.86), DL between 94.00 and 142.00 cm (113.08 ± 14.14), and TL between 97.00 and 255.00 cm (188.31 ± 54.97); and only one was male, with DW 87.00 cm. Throughout the research was also recorded the occurrence of a food item (*Dasyatis marianae*) unusual, never described before for *D. american* diet. The evaluation of the detection from the acoustic monitoring on the reef coastline, in relation to the 24 hour cycle indicated that the majority of the detections occurred over night (96.4%) ($X^2 = 144.857$; $P < 0.0001$). The TAH values were higher in the years 2003 (0.76 ± 1.51) and 2008 (1.55 ± 1.76), observing, between 2009 (0.15 ± 0.42) and 2013 (0.21 ± 0.57), values consistently lower. The significant decrease of species sightings within the Rocas Atoll raised the possibility of there being a natural population decline in the region. The vertical habitat use pattern for the *D. americana* showed a strong preference for both tagged stingrays (91.4% and 86.3%, respectively) by hot water (above 28 ° C) and shallow (depths up to 5m) of Rocas Atoll over the monitoring period. The results showed that low depth areas as one of the essential habitats for specie inside to Rocas Atoll. Finally, it is essential that greater efforts are seeking in employees the continuation of an adequate monitoring of their populations in coastal and island waters.

Key-words: Dasyatidae, Population structure, CPUE, oceanic island.

Lista de figuras

Página

Capítulo I

Artigo científico I

Figura 1. Localização da área de captura dos indivíduos da ordem Rajiformes pelo Programa de Monitoramento de Tubarões de Recife, Brasil (Adaptado de Ferreira, 2010).....38

Figura 2. Proporção dos indivíduos da ordem Rajiformes capturados na costa da região metropolitana de Recife, entre as praias de Boa Viagem/Piedade e Paiva, do estado Pernambuco39

Figura 3- Distribuição da frequência relativa dos indivíduos de *Dasyatis americana* capturados, ao longo dos anos de 2004 a 2014, na costa da região metropolitana de Recife, entre as praias de Boa Viagem/Piedade (BV) e Paiva (PV) do estado de Pernambuco.....40

Figura 4. Distribuição da CPUE mensal da *Dasyatis americana* capturada entre 2004 e 2014, na costa da região metropolitana de Recife, entre as praias de Boa Viagem/Piedade (BV) e Paiva (PV) do estado de Pernambuco.....41

Figura 5. Distribuição da CPUE anual da *Dasyatis americana* capturada entre 2004 e 2014, na costa da região metropolitana de Recife, entre as praias de Boa Viagem/Piedade (BV) e Paiva (PV) do estado de Pernambuco.....42

Figura 6. Distribuição da frequência relativa do comprimento da largura do disco (LD) de indivíduos de da *Dasyatis americana* capturada entre 2004 e 2014, na costa da região metropolitana de Recife, entre as praias de Boa Viagem/Piedade (BV) e Paiva (PV) do estado de Pernambuco.....43

Capítulo II

Nota científica I

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo na costa central do estado de Pernambuco (adaptado de Ferreira, 2012).....55

Figura 2. Vista dorsal (A) e ventral (B) da *Dasyatis marianae* encontrada no estômago da *Dasyatis americana* capturada na costa central do estado de Pernambuco.....56

Nota científica II

Figura 1. Mapa de localização das estações de coleta da matriz de monitoramento ao longo da costa da região metropolitana de Recife/ PE (adaptado de Ferreira et al., 2013).....68

Figura 2. Percentual de detecções da *Raia 1* monitorada ao longo da costa da região metropolitana de Recife/ PE, para todos os receptores da matriz de monitoramento.....69

Figura 3. Percentual de detecções da *Raia 1* monitorada ao longo da costa da região metropolitana de Recife/ PE, para todos os receptores da matriz de monitoramento.....69

Figura 4. Percentual de detecções da *Raia 1* monitorada ao longo da costa da região metropolitana de Recife/ PE, em cada hora do dia para todos os receptores da matriz de monitoramento.....70

Capítulo III

Artigo científico I

Figura 1. Mapa de localização do Atol das Rocas (Fonte: adaptado de Pereira et al., 2010; 2013).....93

Figura 2. Distribuição da frequência absoluta da largura do disco em diferentes classes de comprimento da raia *D. americana* (fêmea = 303 e macho =41) no Atol das Rocas, entre janeiro de 2003 e outubro de 2013.....94

Figura 3. Distribuição da frequência relativa de comprimento por fase do desenvolvimento para (a) fêmeas e (b) machos da raia *D. americana* no Atol das Rocas, entre janeiro de 2003 e outubro de 2013.....94

Figura 4. Frequência relativa da ocorrência de fêmeas e machos da raia *D. americana* no Atol das Rocas, entre as estações seca e inverno, de janeiro de 2003 a outubro de 2013.....95

Figura 5. Distribuição da frequência relativa de (a) fêmeas e (b) machos da raia *D. americana*, em diferentes fases do desenvolvimento, entre as estações de seca e inverno, no Atol das Rocas, entre janeiro de 2003 e outubro de 2013.....96

Figura 6. Distribuição anual da taxa de avistagem por hora de mergulho (TAH), da raia *D. americana* no Atol das Rocas, entre janeiro de 2003 e outubro de 2013.....97

Figura 7. Distribuição mensal da taxa de avistagem por hora de mergulho (TAH), da raia *D. americana* no Atol das Rocas, entre janeiro de 2003 e outubro de 2013.....97

Figura 8. Distribuição da taxa de avistagem por hora de mergulho (TAH), da raia *D. americana*, ao longo das estações de seca e inverno, no Atol das Rocas, entre janeiro de 2003 a outubro de 2013.....98

Capítulo IV

Artigo científico I

Figura 1. Mapa de localização das estações de coleta da matriz de monitoramento ao longo da costa da região metropolitana de Recife/ PE (adaptado de Ferreira et al., 2013). A estrela em vermelho representa o local de marcação dos dois indivíduos de *D. americana*122

Figura 2. Técnica utilizada para marcação em ambiente natural da raia bentônica, *Dasyatis americana*, com transmissor via satélite (MiniPat) na Reserva Biológica do Atol das Rocas. (a) Aproximação de um mergulhador com uma lança carregando a MiniPat por trás e lateralmente ao animal; (b) aplicação do transmissor na região lateral da nadadeira peitoral; (c) rápido movimento do espécime após o procedimento de marcação; (d) indivíduo nadando naturalmente carregando junto ao corpo o transmissor eletrônico fixado corretamente e com mínima invasão possível.....123

Figura 3. Perfis de profundidades e temperatura da água (a partir de dados sumarizados a cada 6 horas), experimentadas pela *raia I* e a *raia II*, monitoradas com transmissores eletrônicos (MiniPat) na Reserva Biológica do Atol das Rocas. As cores representam o gradiente de temperatura da água do mar.....124

Figura 4. Frequência relativa de tempo (%) em relação às profundidades e temperaturas experimentadas, durante a movimentação vertical, pela *Raia I* (direita) e a *Raia II* (esquerda) ao longo do dia e da noite, monitoradas com transmissores eletrônicos (MiniPat) na Reserva Biológica do Atol das Rocas.....125

Figura 5. Registros da distribuição de profundidades e temperaturas experimentadas, durante a movimentação vertical, pela *Raia I* e a *Raia II* ao longo do dia e da noite, monitoradas com transmissores eletrônicos (MiniPat) na Reserva Biológica do Atol das Rocas.....126

Figura 6. Distribuição da profundidade (a) e temperatura (b) máxima e mínima em relação ao ciclo de 24 horas para a *Raia I* monitoradas com transmissores eletrônicos (MiniPat) na Reserva Biológica do Atol das Rocas.....127

Figura 7. Distribuição da profundidade (a) e temperatura (b) máxima e mínima em relação ao ciclo de 24 horas para a *Raia II* monitoradas com transmissores eletrônicos (MiniPat) na Reserva Biológica do Atol das Rocas.....128

Lista de tabelas

Página

Capítulo I

Artigo científico I

Tabela 1. Captura total e Captura por Unidade de Esforço (CPUE) de raias capturadas pelo Programa de Monitoramento de Tubarões de Recife, a partir do espinhel pelágico, na costa da região metropolitana de Recife, entre as praias de Boa Viagem/Piedade (BV) e Paiva (PV).....37

Capítulo III

Artigo científico I

Tabela 1. Esforço de avistagem da raia *D. americana* e tempo médio de mergulho em 11 piscinas do Atol das Rocas, entre janeiro de 2003 e outubro de 2013.....91

Tabela 2. Esforço anual de avistagem de machos e fêmeas da raia *D. americana* no Atol das Rocas, entre janeiro de 2003 e outubro de 2013.....92

Capítulo IV

Artigo científico I

Tabela 1. Sumário dos *bins* de profundidade e temperatura usados na programação dos transmissores via satélite (MiniPat) na presente pesquisa.....119

Tabela 2. Resumo das informações referentes às raias monitoradas a partir de transmissores eletrônicos (MiniPat) no interior da Reserva Biológica do Atol das Rocas.....120

Tabela 3. Sumário estatístico (média, mínimo, máximo e desvio padrão) dos valores de leitura de temperatura e profundidade experimentadas pelas raias monitoradas com transmissores eletrônicos (MiniPat) na Reserva Biológica do Atol das Rocas.....121

Sumário

Página

Dedicatória

Agradecimentos

Resumo

Abstract

Lista de figuras

Lista de tabelas

1- Introdução Geral.....	14
2- Revisão de literatura.....	16
3- Referência bibliográfica.....	19
4- Capítulos.....	23
4.1 - Capítulo I.....	23
4.1.1.- Artigo científico I.....	24
4.2.- Capítulo II.....	44
4.2.1.- Nota científica I	45
4.2.2.- Nota científica II	58
4.3.- Capítulo III	71
4.3.1.- Artigo científico I	72
4.4.- Capítulo IV.....	99
4.4.1.- Artigo científico I	100
5. Considerações finais	129

1- Introdução Geral

Os tubarões e raias que são de reconhecida importância ecológica, como predadores de topo de cadeia (Ellis *et al.*, 1996; Demirhan *et al.*, 2005), em razão de suas características biológicas peculiares, são animais extremamente vulneráveis. Aspectos biológicos e ecológicos dos elasmobrânquios, como, por exemplo, a sua baixa fecundidade, maturação sexual tardia, fertilização interna e uma taxa de sobrevivência bastante elevada dos seus descendentes, quando comparados com os peixes ósseos (Last e Stevens, 1994), tornam o grupo altamente suscetível a sobrepesca (Holden, 1974). Nas últimas décadas, o número de pesquisas voltadas à investigação da história de vida de dezenas de espécies de tubarões (Gurshin, 2004; Garla *et al.*, 2005; Wetherbee *et al.*, 2007) e raias (Massuti & Moranta, 2003; Smith *et al.*, 2007; Silva-Júnior *et al.*, 2011; López-Garcia *et al.*, 2012) vem crescendo de forma significativa. Entretanto, tais esforços permanecem ainda concentrados, em sua maioria, nas espécies de tubarões, especialmente naquelas que apresentam alto valor comercial.

A deficiência de informações sobre as raias, especialmente as que compõem a família Dasyatidae, pode estar atrelada ao fato do grupo, em geral, não sofrer ameaça direta de exploração, com as suas capturas ocorrendo, normalmente, de forma incidental (Graham *et al.* 2009). No entanto, em vários locais do mundo, o valor comercial das raias da família Dasyatidae vem crescendo, a exemplo da Venezuela (Tagliafico *et al.*, 2013), onde a *Dasyatis americana* (Hildebrand & Schroeder, 1928) já possui um valor considerável, existindo inclusive pescarias específicas voltadas para a espécie.

No Brasil, a *D. americana* foi listada como “Vulnerável” para o município do Rio de Janeiro (Bizerril & Costa, 2001) e em “Risco de Declínio” para o norte e nordeste do país (SBEEL, 2005). O status da população da espécie mundialmente não é, entretanto, adequadamente conhecido, em razão da deficiência de dados disponíveis

(constam na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN como "Dados deficientes").

Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo investigar aspectos relacionados à ecologia da *D. americana*, incluindo informações sobre estrutura populacional, sazonalidade e os habitats essenciais frequentados pela espécie, ao longo do litoral da região metropolitana do Recife, uma região costeira fortemente impactada pela atividade humana, e na Reserva Biológica do Atol das Rocas, um ambiente remoto e praticamente isolado da influência humana direta. A expectativa, a partir dos resultados aqui demonstrados, é que estas informações possam contribuir não somente para melhor compreender a ecologia e o comportamento da espécie, aspecto essencial para a sua conservação, mas, também, esclarecer o seu papel em ecossistemas marinhos, submetidos a diferentes níveis de estresse.

2. Revisão de literatura

As raias que constituem a família Dasyatidae, a qual pertence à ordem Miliobatiformes, caracterizam-se por apresentarem extensa distribuição em águas costeiras e rasas do ambiente marinho (Bigelow & Schroder, 1953), com exceção da raia roxa, *Pteronplatytrygon violacea*, sendo a única representante da família a possuir hábitos totalmente pelágicos (Wilson & Beckett, 1970). Algumas espécies podem ainda ser observadas, eventualmente, em locais de baixa salinidade, como regiões estuarinas (McEachran & Carvalho, 2002).

As raias da família Dasyatidae são predadoras importantes de comunidades bentônicas, além de serem também presas potenciais para grandes peixes, sendo ocasionalmente encontradas no conteúdo estomacal de alguns tubarões, como, por exemplo, *Galeocerdo cuvier* (Lowe et al., 1996). A família (Dasyatidae), compreende cerca de 6 gêneros e 76 espécies descritas mundialmente (Last e Stevens, 1994). Segundo Compagno et al., (2005), o gênero *Dasyatis*, com 38 espécies atualmente descritas, é certamente o maior da família Dasyatidae, o qual possui como principal particularidade o habito comportamental estritamente bentônico, ocorrendo especialmente em águas rasas dos oceanos tropicais (Bigelow & Schroder, 1953; Compagno, 1999; McEachran & Carvalho, 2002). De acordo com os trabalhos disponíveis na literatura, o grupo alimenta-se de espécies epibentônicas, incluindo, sobretudo, crustáceos e pequenos teleósteos, além de moluscos e anelídeos, entre outros invertebrados (Gilliam & Sullivan, 1993; Carqueija et al., 1995; Silva et al., 2001; Ebert & Cowley, 2003).

De fato, estudos relacionados ao comportamento e às relações ecológicas de raias são consideravelmente escassos, não sendo a *D. americana*, neste sentido, uma exceção. O conhecimento disponível na literatura sobre a *D. americana* não é abundante, com a

maior parte das pesquisas restringindo-se à biologia básica e ecologia da espécie (Randall, 1967; Broockmann, 1975; Figueiredo, 1977; Snelson & Williams, 1981; Gilliam & Sullivan, 1993; Carqueija et al., 1995; Silva et al., 2001; Henningsen, 2000; Ebert & Cowley, 2003; Capapé et al., 2002; Chapman et al., 2003; Silva et al., 2007; Aguiar et al., 2009; Ramírez-Mosqueda et al., 2012; Corcoran et al., 2013; Tagliafico et al., 2013; Tilley et al., 2013; Tilley & Strindberg, 2013).

A *D. americana* (Figura 1) pode atingir uma largura de disco máxima de 1,5 m (Figueiredo, 1977), com os machos maturando a partir de 51,0 cm de largura de disco e as fêmeas a partir dos 75,0 cm (Bigelow e Schoeder, 1953).

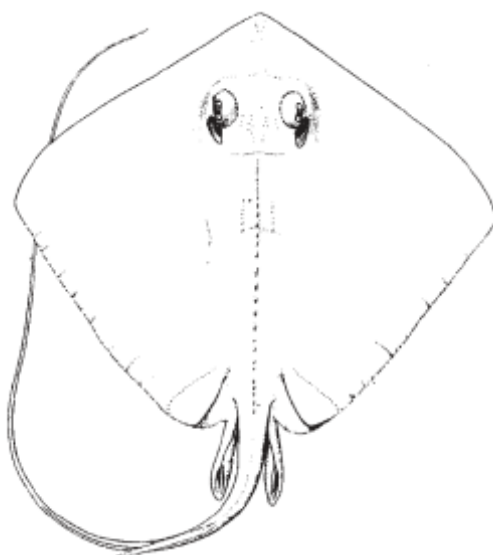


Figura 1. Desenho esquemático da *D. americana*. (Fonte: adaptado de Bigelow e Schoeder, 1953).

É uma espécie vivípara aplacentária, apresentando de um a dois ciclos reprodutivos por ano, com uma gestação de 4 a 11 meses e uma fecundidade de três a cinco embriões por gestação (Henningsen, 2000; McEachran & Carvalho, 2002; Ramírez-Mosqueda et al., 2012).

É uma espécie de hábitos bentônicos, alimentando-se principalmente de teleósteos e crustáceos, além de moluscos e anelídeos (Gilliam & Sullivan, 1993). Pode ainda ser observada sozinha, em pares e, menos frequentemente, em grupos, sendo normalmente encontrada em águas tropicais e subtropicais do Oceano Atlântico ocidental, incluindo o Golfo do México e o Mar do Caribe, além de ser particularmente abundante nas costas da Florida e das Bahamas (Bigelow & Schroeder, 1953). No Brasil, ocorre desde Santos, em São Paulo, até o Amapá, além de ser também freqüentemente observada no Arquipélago de Fernando de Noronha e na Reserva Biológica do Atol das Rocas (Oliveira, 2001; Aguiar et al., 2009).

Embora a espécie seja frequentemente capturada próximo a costa, a mesma pode também ser observada em regiões de estuários e rios (McEachran & Fechhelm, 1998). *D. americana* é consideravelmente abundante no fundo arenoso da plataforma do golfo do México. Sendo inclusive uma das espécies de elasmobrânquios com os maiores índices de captura do golfo do México (Castro-Aguirre & Espinoza-Pérez, 1996). A pesca de tubarões e raias, na costa do México, tem sido gerida desde 2007 pelo poder Executivo Federal. As informações disponíveis indicam que os desembarques de raias, de uma forma geral, têm diminuído desde o final de 1990, o que sugere um potencial de crescimento intrínseco da população de *D. americana*, o qual deve ser avaliado para determinar a sua vulnerabilidade à pressão de pesca.

Alimentação suplementar de raias marinhas tem se tornado, atualmente, uma atração ecoturística bastante comum em diversas partes do mundo (Newsome et al., 2004; Gaspar et al., 2008). Em função da considerável abundância da espécie em águas do mar do Caribe, associado ao seu hábito alimentar extremamente oportunista, a *D. americana* acaba a ser considerada uma das espécies de elasmobrânquios que tem mais sofrido com a pressão de atividades recreativas e turísticas. Embora a interação da *D.*

americana com a espécie humana, com finalidades de alimentação, pareça ser inoensivia e pouco envaziva para a espécie, estudos já indicam diferenças no padrão de movimentação de espécimes selvagens (que não seja alimentada artificialmente) e de espécimes que possuem uma alimentação suplementar (Corcoran et al., 2013). Nesse caso os indivíduos selvagens apresentaram um maior espaço de atividade em relação aos alimentado artificialmente, confirmando neste sentido uma alteração do comportamento natural da espécie em função deste tipo de prática.

3- Referência bibliográfica

AGUIAR, A., VALENTIN, J.I., ROSA, R. 2009. Habitat use by *Dasyatis americana* in a south-western Atlantic oceanic island. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 89: 1147-1152.

BIGELOW, H.B. & SCHROEDER, W.C. 1953. Fishes of the Western North Atlantic. Sawfishes, guitarfishes, skates and rays. Mem. Sears Found. Mar Res., 1(2) p.558.

BIZERRIL, C.R.S.F. & COSTA, P.A.S. 2001. Peixes marinhos do Estado do Rio de Janeiro. Fundação de Estudos do Mar. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. 234p.

BROCKMAN, F.W. 1975. An observation on mating behavior of the southern stingray, *Dasyatis americana*. Copeia 1975: 784–785.

CAPAPÉ, C. 1993. New data on the reproductive biology of the thomy stingray, *Dasyatis centroura* (Pisces: Dasyatidae) from off the Tunisian Coast. Environmental Biology of Fishes, v.38, 73-80.

CARQUEIJA, C.R.G., SOUZA-FILHO, J.J., GÔUVEA, E.P. QUEIROZ, E.L. 1995. Decápodos (Crustacea) utilizados na alimentação de *Dasyatisguttata* (Bloch & Schneider) (Elasmobranchii, Dasyatidae) na área de influência da estação ecológica Ilha do Medo, Baía de todos os Santos, Bahia, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, 12 (4): 833-838.

CASTRO-AGUIRRE, J.L. & H. ESPINOSA-PÉREZ. 1996. Listados faunísticos de México. VII. Catálogo sistemático de las rayas y especies afines de México (Chondrichthyes: Elasmobranchii: Rajiformes: Batoideiomorpha). Universidad Nacional Autónoma de México, México, 75 pp.

CHAPMAN D.D., CORCORAN M.J., HARVEY G.M., MALAN S., SHIVJI M.S. 2003. Mating behavior of southern stingrays, *Dasyatis americana* (Dasyatidae). *Environmental Biology of Fishes* 68, 241–245.

COMPAGNO, L. J. V. 1999. Systematics and body form. In: HAMLETT, W.C. (ed.) *Sharks, Skates, and rays: The biology of elasmobranch fishes*. Baltimore: The John Hopkins University Press. p. 1-42.

COMPAGNO, L.; DANDOO, M.; FOWLER, S. 2005. *Sharks of the world*. Princeton Field Guides. New Jersey: Princeton University Press. 368p.

CORCORAN, M.J., WETHERBEE, B.M., SHIVJI, M.S., POTENSKI, M.D. CHAPMAN, D.D., HARVEY, G.M. 2013. Supplemental Feeding for Ecotourism Reverses Diel Activity and Alters Movement Patterns and Spatial Distribution of the Southern Stingray, *Dasyatis americana*. *PLoS One*. 2013; 8(3): e 59235.

DEMIRHAN, S.A.; ENGIN, S.; SEYHAN, K.; AKAMCA, E. 2005. Some Biological Aspects of Thornback Ray (*Raja clavata* L., 1758) in the Southeastern Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, vol.5, p.75-83.

EBERT D.A. & COWLEY P.D. 2003. Diet, feeding and habitat utilization of the blue stingray *Dasyatis chrysonota* (Smith, 1828) in South African waters. *Marine and Freshwater Research* 54, 957–965.

ELLIS, J.R.; PAWSON, M.G.; SHACKLEY, S.E. 1996. The comparative feeding ecology of six species of shark and four species of ray (Elasmobranchii) in the North-East Atlantic. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, vol.76, p.89-106.

FIGUEIREDO, J.L. 1977. *Manual de Peixes Marinhos do Sudoeste do Brasil: Cações, raias e quimeras*. São Paulo: p.39.

GARLA, R.C.; CHAPMAN, D.D.; WETHERBEE, B.M.; SHIVJI, M. 2005. Movement patterns of young Caribbean reef sharks, *Carcharhinus perezi*, at Fernando de Noronha Archipelago, Brazil: the potential of marine protected areas for conservation of a nursery ground. *Marine Biology*.

GASPAR, C., CHATEAU, O., GALZIN, R. 2008. Feeding sites frequentation by the pink whipray *Himantura fai* in Moorea (French Polynesia) as determined by acoustic telemetry. *Cybio* 32: 153–164.

GILLIAM D. & SULLIVAN K.M. 1993. Diet and feeding habits of the southern stingray *Dasyatis americana* in the Central Bahamas. *Bulletin of Marine Science* 52, 1007–1013.

GRAHAM L.; MURPHY, B. & HATA, D. 2009. Using species composition data from a trawl survey to determine potential bycatch of the commercial trawl fishery for horseshoe crab *Limulus polyphemus* in the Middle Atlantic Bight. *North American Journal of Fisheries Management* 29: 478-487.

GURSHIN, C.W.D.; SZEDLMAYER, S.T. 2004. Short-term survival and movements of Atlantic sharpnose sharks captured by hook-and-line in the north-east Gulf of Mexico. *Journal of Fish Biology*, vol.65, p.973-986.

HENNINGSEN A.D. 2000. Notes on reproduction in the southern stingray, *Dasyatis americana* (Chondrichthyes; Dasyatidae). *Copeia* 3, 826–828.

HOLDEN, M.J. 1974. Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions. *Sea Fisheries Research*, vol.1, p.117-137.

LAST, P.R. & STEVENS J.D. 1994. Sharks and Rays of Australia. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO). p.1-397.

LOPÉZ-GARCÍA, J.; NAVIA, A. F.; MEJÍA-FALL, P. A.; RUBIO, E.A. 2012. Feeding habits and trophic ecology of *Dasyatis longa* (Elasmobranchii: Myliobatiformes): sexual, temporal and ontogenetic effects. *Journal of Fish Biology*, v 80, pages 1 pp 63–1579.

LOWE, C.G.; WETHERBEE, B. M.; CROW, G. L. & TESTER, A. L. (1996). Ontogenetic dietary shifts and feeding behavior of the tiger shark, *Galeocerdo cuvier*, in Hawaiian waters. *Environmental Biology of Fishes*, 47: 203-211.

MASSUTÍ E. & MORANTA J. 2003. Demersal assemblages and depth distribution of elasmobranchs from the continental shelf and slope off the Balearic Islands (western Mediterranean). *ICES Journal of Marine Science* 60: 753–766.

MCEACHRAN, J.D. & CARVALHO, M.R. de. 2002. Myliobatidae: Eagle rays. In: In: Carpenter, K. E. (ed.) (ed.), *The Living Marine Resources of the Western Central Atlantic*. Volume 1: Introduction, molluscs, crustaceans, hagfishes, sharks, batoid fishes and chimaeras,, pp. 578-582. FAO, Rome.

MCEACHRAN, J.D. & J.D. FECHHELM. 1998. *Fishes of the gulf of Mexico*. Vol. 1: Myxiniiformes to Gasterosteiformes. University of Texas Press, Austin, 1112 pp.

NEWSOME, D., LEWIS, A., MONCRIEFF, D. 2004. Impacts and risks associated with developing, but unsupervised, stingray tourism at Hamelin Bay, Western Australia. *International Journal of Tourism Research* 6: 305–323.

OLIVEIRA P.G.V. 2001. Levantamento da fauna de elasmobrânquios e estudos da biologia comportamental do tubarão-limão, *Negaprion brevirostris* (Poey, 1868) e tubarão-lixo *Ginglymostoma cirratum* (Bonnaparte, 1788) na Reserva Biológica do Atol das Rocas – RN – Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brasil 114p.

RAMÍREZ-MOSQUEDA, E.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.C.; MENDOZA-CARRANZA, M. 2012. Reproductive parameters of the southern stingray *Dasyatis americana* in southern gulf of Mexico. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40 (2): 355-344.

RANDALL J. 1967. Food Habits of Reef Fishes of the West Indies. *Studies in Tropical Oceanography*: Miami 5: 665–847.

SBEEL (2005) Plano Nacional de Ação para a Conservação e o Manejo dos Estoques de Peixes Elasmobrânquios no Brasil. Recife: Sociedade Brasileira para o Estudo de Elasmobrânquios.

SILVA, G. B.; BASÍLIO, T. H.; NASCIMENTO, F. C. P.; FONTELES-FILHO, A. A. 2007. Tamanho na primeira maturidade sexual das raia *Dasyatis guttata* e *Dasyatis americana*, no litoral do estado do Ceará. Arquivos de Ciências do Mar, 40(2): 14-18.

SILVA, G.B., VIANA, M. S. R. FURTADO-NETO, M.A.A. 2001. Morfologia e Alimentação da raia *Dasyatis guttata* (Chondrichthyes: Dasyatidae) na Enseada do Mucuripe, Fortaleza, Ceará. Arquivos de Ciência do Mar. v.34, PP. 67-75.

SILVA-JUNIOR, L.C., ANDRADE, A.C., VIANNA, M. Technical contribution. 2011. Length-weight relationships for elasmobranchs from southeastern Brazil. Journal of Applied Ichthyology, 27: 1408–1410.

SMITH, W. D., CAILLIET, G. M., MARIANO, E. 2007. Maturity and growth characteristics of a commercially exploited stingray, *Dasyatis dipterura*. Marine and Freshwater Research, 58: 54-66.

SNELSON, F. F., JR., & WILLIAMS, S. E. 1981. Notes on the occurrence, distribution, and biology of elasmobranch fishes in the Indian River Lagoon System, Florida. Estuaries, 4: 110–120.

TAGLIAFICO, A., RAGO, N., RANGEL, M.S. 2013. Biological aspects of rays *Dasyatis guttata* and *Dasyatis americana* (Myliobatiformes: Dasyatidae) caught by the artisanal fishery in Margarita Island, Venezuela. Revista de Biología Marina y Oceanografía Vol. 48, N°2: 365-373.

TILLEY A. & STRINDBERG S. 2013. Population density estimation of southern stingrays *Dasyatis americana* on a Caribbean atoll using distance sampling. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. Vol. 23(2): 202–209.

TILLEY, A., LÓPEZ-ANGARITA, J., TURNER, J.R. 2013. Effects of scale and habitat distribution on the movement of the southern stingray *Dasyatis americana* on a Caribbean atoll. MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES, Vol. 482: 169–179.

WETHERBEE, B.M., GRUBER, S.H. ROSA, R.S. 2007. Movement patterns of juvenile lemon sharks *Negaprion brevirostris* within Atol das Rocas, Brazil: a nursery characterized by tidal extremes. Marine Ecology Progress Series, vol.343, p.283-293.

WILSON, P.C. & BECKETT, J.S. 1970. Atlantic Ocean Distribution of the Pelagic Stingray, *Dasyatis violacea*. Copeia 4:696-707.

4. - Capítulos

4.1. - Capítulo I

4.1.1. - Artigo I

Artigo científico a ser encaminhado a Revista Journal of Fish
and Biology.

Estrutura das capturas da raia prego, *Dasyatis americana* (Hildebrand & Schroeder, 1928) no litoral metropolitano do Recife, Pernambuco, Brasil.

Ilka Branco-Nunes¹ & Outros

¹ Laboratório de Oceanografia Pesqueira (LOP), Departamento de Pesca e Aquicultura (DEPAq) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Av. Dom Manuel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171- 900, Recife, PE, Brasil.

*Autor para contato: iilkabranco@hotmail.com

Resumo

Levando-se em consideração a fragilidade das populações de raias em razão de suas características biológicas intrínsecas, agravada pela inexistência de dados acerca das suas capturas na estatística pesqueira nacional, é de extrema importância o desenvolvimento de trabalhos que contribuam para identificar a condição atual dos seus estoques. Com esse intuito, no presente trabalho a estrutura da população de *D. americana* em frente ao Recife, Pernambuco, foi avaliada por meio das capturas incidentais de espécimes realizadas pelo Programa de Pesquisa e Monitoramento de Tubarões no Litoral do Recife- PROTUBA, entre os anos de 2004 e 2014. Nesse período, 121 indivíduos da ordem Rajiformes foram capturados com espinhel e linhas de espera, 71,1% dos quais foram *D. americana*, 16,5% da família Mobulidae, 6,6% de *Aetobatus narinari* e 5,8% de *Dasyatis sp.* De uma forma geral, as capturas totais das raias se mostraram mais frequentes nas praias de Boa Viagem/Piedade (60,0%) do que na praia do Paiva (40,0%). Os maiores valores de CPUE ocorreram entre os anos de 2004 e 2005. Os resultados parecem indicar que a população observada na região de estudo é pouco numerosa, a julgar pelos baixos índices de captura observados.

Palavras-chave: frequência relativa, CPUE, estrutura populacional.

1. INTRODUÇÃO

Tubarões e raias são considerados como predadores de topo de cadeia, atuando sobre diversas populações de peixes ósseos e invertebrados (Ellis et al., 1996; Demirhan et al., 2005). Apesar de sua grande relevância ecológica, entretanto, os peixes cartilaginosos, em razão de suas características biológicas de K estrategistas (Last e Stevens, 1994; Stevens et al., 2000), são animais extremamente vulneráveis, aspecto que consequentemente os tornam mais suscetíveis à sobrepesca (Holden, 1974). Nas últimas décadas, mundialmente, tem havido uma crescente preocupação com relação às capturas incidentais de elasmobrânquios por diversas pescarias, a qual tem suscitado diversos esforços no sentido de redução das mesmas (Baeta et al., 2010). No ano de 2007, por exemplo, as capturas globais reportadas de tubarões, raias e quimeras foram de aproximadamente 780.000 toneladas (t) (FAO, 2010). A julgar que uma expressiva parcela das capturas incidentais dessas espécies, no entanto, não são informadas, é provável que esse número seja ainda bem maior (Bonfil, 1994).

No Brasil, segundo o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis- IBAMA (2007), as capturas totais de elasmobrânquios situam-se em torno de 17.000 t. embora as espécies se encontrem, em sua grande maioria, simplesmente agrupadas como tubarões e raias, não sendo possível, portanto, se estimar, por exemplo, os desembarques da raia prego no país. Entretanto, apesar da deficiência de dados oficiais da estatística pesqueira brasileira a respeito dos desembarques da raia prego, existem relatos de sua captura, em diferentes estados do Brasil, a exemplo do Paraná, Santa Catarina, Rio de Janeiro, Bahia, Sergipe, Alagoas, Rio Grande do Norte, e Ceará (Yokota e Lessa, 2006; Costa e Chaves, 2006; Torres et al., 2007; Meneses et al., 2006; Buckup, et al. 2000; Gadig et al., 2000), confirmando, portanto, a pesca da espécie ao longo de toda a costa do país, ainda que de forma não dirigida.

O aumento da pressão da pesca artesanal sobre as populações de elasmobrânquios costeiros, especialmente na região do nordeste do Brasil, tem sido motivo de uma crescente preocupação com a sustentabilidade desse grupo, tornando o monitoramento das suas capturas e o estudo da sua biologia uma prioridade. Em geral, dados de capturas de raias são comumente relatados e incluídos em grandes categorias (Dulvy et al., 2000), dificultando a identificação específica das espécies. Um segundo fator agravante é que em muitas pescarias os descartes de raias capturadas não são sequer registradas, particularmente no caso da pesca de arrasto em regiões costeiras (Tamini et al., 2006). Esse tipo de atividade pode aumentar significativamente o risco de extinções locais de diversas espécies de raias, como já registrado pela literatura, a exemplo do desaparecimento da *Dipturus batis*, do Mar da Irlanda, espécie bastante comum na região, antes de ser praticamente extinta pela pesca de arrasto (Brander, 1981), e da *Raja laevis*, que já se encontra próxima da extinção no noroeste do Oceano Atlântico (Casey e Myers, 1998).

Apesar da raia prego ser comumente capturada como fauna acompanhante em diferentes pescarias, não apenas no Brasil mas também em grande parte da América do Sul (Tagliafico et al., 2013), devido à deficiência dos dados disponíveis, existe um considerável déficit de informações que permitam avaliar as reais ameaças e os impactos infligidos pela pesca sobre estas populações. Tal situação impossibilita uma avaliação adequada da condição de seus estoques, permanecendo a mesma atualmente na condição de “dados deficientes”, de acordo com a IUCN- União Internacional para a Conservação da Natureza (2015). Em função da ausência de informações populacionais da raia prego no Brasil, o presente trabalho teve como objetivo investigar a abundância relativa e a sazonalidade de ocorrência das raias capturadas pelo Programa de Pesquisa e Monitoramento de Tubarões no Litoral do Recife, Pernambuco- PROTUBA.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

A presente pesquisa foi realizada em um trecho de 20 km do litoral do Recife, Pernambuco, no qual a plataforma continental se apresenta relativamente plana e estreita, com a sua quebra ocorrendo entre 60 e 80 m de profundidade (Kempff, 1970; Araújo et al., 2004). O clima caracteriza-se por apresentar duas estações bem definidas: uma chuvosa, de março a agosto, com temperatura média da água do mar em torno de 24°C, e uma estação seca, de setembro a fevereiro, com temperatura média de 30°C.

2.2. Capturas

Durante os anos de 2004 a 2014 foram realizadas 351 expedições científicas semanais, com duração média de 5 dias, a bordo do barco de pesquisa Sinuelo, no âmbito do Programa de Pesquisa e Monitoramento de Tubarões no Litoral do Recife-PROTUBA. Como aparelho de pesca foram utilizados o espinhel de fundo e linhas de espera. Cada espinhel consistia de uma linha principal de poliamida multifilamento (com 8 mm para os primeiros três anos, sendo posteriormente modificada para uma linha de 6 mm), com 4 km de comprimento, subdivididos em quatro seções, cada uma com 25 anzóis, totalizando 100 anzóis em cada espinhel. Após setembro de 2005, todos os anzóis foram suspensos para meia água, através de bóias, a fim de reduzir as capturas de fauna acompanhante. O esforço amostral total foi dividido em dois locais de pesca, abrangendo as praias de Boa Viagem/ Piedade (BV) e Paiva (PV) (Figura 1), onde ocorreu grande parte dos incidentes com tubarões (Hazin et al., 2008). O espinhel foi lançado, nas duas localidades, em profundidades médias de 13 m. As linhas de espera foram equipadas com dois anzóis, igualmente mantidos a meia água por meio de bóias, nos dois locais de amostragem e em profundidades mais rasas em relação ao espinhel.

A isca utilizada nos dois aparelhos de pesca foram *Gymnothorax sp.* e *Ruvettus pretiosus*, embora *Scomber japonicus* também tenha sido utilizada eventualmente. No intuito de manter o mesmo tempo de imersão durante o período de amostragem, ambos os aparelhos foram lançados ao anoitecer e recolhidos ao amanhecer, nos dois locais de pesca.

Sempre que possível, os espécimes de *D. americana* capturados foram embarcados, mensurados (cm) quanto à largura do disco (LD), comprimento do disco (CD) e comprimento total (CT), sexados e avaliados quanto ao grau de maturidade sexual, segundo Bigelow e Schoeder (1953), antes de serem liberados de volta ao mar.

Como índice de abundância relativa foi utilizada a CPUE (captura por unidade de esforço) em termos do número de raias capturadas por 1.000 anzóis. O índice foi aplicado para os dois locais de pesca, separadamente, ao longo dos meses e dos anos.

3. RESULTADOS

Um total de 121 indivíduos da ordem Rajiformes foram capturados pelo espinhel e linhas de espera, em conjunto, dos quais 71,1% foram de raia prego, 16,5% de espécimes da família Mobulidae, 6,6% de *Aetobatus narinari* e 5,8% de *Dasyatis sp.* De uma forma geral, as capturas de raias se mostraram mais frequentes nas praias de Boa Viagem/Piedade (60,0%) do que na praia do Paiva (40,0%) (Figura 2).

A grande maioria (97,7%) dos espécimes de *D. americana* foram capturados pelo espinhel, em uma proporção superior ao nível do esforço de pesca empregado com o mesmo (espinhel: 97,0% dos anzóis; linhas de espera 3,0% dos anzóis). Grande parte das capturas concentraram-se no início do monitoramento, nos anos de 2004 (32,6%) e 2005 (14,0%) (Figura 3).

A CPUE para as raia em geral no espinhel foi igual a 0,42, sendo maior na praia de Boa Viagem/Piedade (0,50) do que na praia do Paiva (0,34). A CPUE somente das raia prego foi igual a 0,30, tendo sido igualmente maior em Boa viagem/Piedade (0,33) do que no Paiva (0,26). A mesma tendência foi observada para as outras espécies de raia capturadas durante a pesquisa. Não houve captura de raia nas linhas de espera durante o desenvolvimento da pesquisa, com exceção de dois indivíduos de raia prego (CPUE= 0,15).

A CPUE média mensal da raia prego na praia de Boa Viagem/Piedade foi maior no mês de maio, enquanto que na praia do Paiva o maior valor ocorreu em junho (Figura 5). As CPUEs anuais da raia prego para as praias de Boa Viagem/Piedade e Paiva combinadas foram maiores no início da pesquisa, nos anos de 2004 e 2005, resultado semelhante ao encontrado para a praia de Boa Viagem/Piedade isoladamente. Já no caso da Praia do Paiva, CPUEs anuais mais elevadas foram observadas até 2006 (Figura 5).

Dos 85 exemplares de raia prego capturados, foi possível a identificação do sexo em 17 animais, dos quais 16 eram fêmeas, com LD variando entre 79,00 e 152,00 cm ($124,63 \pm 20,86$), CD entre 94,00 e 142,00 cm ($113,08 \pm 14,14$), e CT entre 97,00 e 255,00 cm ($188,31 \pm 54,97$); e apenas um era macho, com LD de 87,00 cm; CD de 75,00 e CT de 135,00 cm. A distribuição da frequência relativa da largura do disco (LD) apresentou maiores frequências nas classes entre 105,00 e 120,00 cm e entre 135,00 e 150,00 cm (Figura 6).

Do total de fêmeas capturadas, 25% não resistiram ao procedimento de captura e foram a óbito, tendo sido, portanto, levadas a laboratório para análise biológica. Todos os espécimes eram adultos, apresentando LD variando entre 111,00 e 152,00 cm ($124,32 \pm 17,79$), peso da glândula oviducal entre 10,05 e 16,17g ($13,21 \pm 3,06$), peso

do ovário entre 10,36 e 230,25g ($115,04 \pm 110,32$) e largura do útero entre 4,50 e 13,00 cm ($8,52 \pm 3,81$).

Uma fêmea capturada no dia 30/11/2013 com LD de 122,30 cm apresentou no interior do útero a presença de um único embrião com o LD de 5,90 cm, CD de 5,70 cm e CT de 16,00 cm. Em função de o embrião encontrar-se ainda em desenvolvimento não foi possível a identificação do sexo.

4. DISCUSSÃO

A maior participação da raia prego, *D. americana*, em relação às outras espécies raias capturadas, evidencia o seu hábito mais costeiro, diferentemente das espécies da família Mobulidae, por exemplo, que apresentam preferência por águas mais oceânicas, embora também possam ocorrer junto à costa (Gadig et al., 2003). Em águas continentais, ao longo do Programa de Avaliação do Potencial Sustentável dos Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva-REVIZEE, a raia prego foi igualmente a espécie de raia mais abundante nas amostragens (Nobrega et al., 2009).

A tendência de maiores valores de CPUE para os Rajiformes, em conjunto, e para a raia prego especificamente, na praia de Boa Viagem/Piedade, em relação à praia do Paiva, é semelhante à encontrada para o tubarão lixa, *Ginglymostoma cirratum*, e contrária à exibida pela maior parte dos teleósteos, que apresentaram maiores valores de CPUE na praia do Paiva (Ferreira, 2011). A presença concomitante da raia prego e do tubarão lixa já foi reportada por diversas pesquisas (Agra, 2009; O'Connell et al., 2010) e está certamente associada ao comportamento residente e bentônico compartilhado por ambas as espécies.

Embora a distribuição da CPUE média mensal não tenha evidenciado um padrão de variação sazonal muito claro para a espécie, os maiores valores observados nos

meses de maio e junho parecem estar relacionados com a maior intensidade pluviométrica e consequente aumento na descarga do Rio Jaboatão nesses mesmos meses (Rollnic et al., 2011). Padrões claros de variações sazonais de abundância já foram relatados em diversos estudos com raias (Snelson & Williams, 1981; Smith & Merriner, 1987; Snelson et al, 1988; Gray et al, 1997; Hoisington e Lowe, 2005). Para a *D. brevicaudata*, por exemplo, uma variação sazonal das avistagens também foi relatada, com os maiores valores de abundância ocorrendo no período do verão, provavelmente em razão do aumento de temperatura no local e época reprodutiva (Le Port et al., 2012).

Os maiores valores de CPUE da raia prego observados no início do monitoramento, entre os anos de 2004 e 2005, estão provavelmente associados ao fato da metade dos anzóis do espinhel utilizado nas capturas até agosto de 2005 terem sido mantidos muito próximos ao fundo marinho, facilitando, assim, a captura da espécie em razão dos seus hábitos naturalmente bentônicos e oportunistas (Gilliam & Sullivan, 1993; Ebert & Cowley, 2003). A partir de setembro de 2005, a suspensão de todos os anzóis para o meio da coluna d'água pode ter contribuído fortemente, portanto, para a diminuição das capturas, explicando desta forma essa queda acentuada nos valores de CPUE a partir de então. Esses resultados indicam que alteração no aparelho de pesca se mostrou eficiente para reduzir a captura de espécies integrantes da fauna acompanhante, como as raias, aumentando, ao mesmo tempo, as capturas das espécies de tubarões diretamente envolvidos no problema dos ataques em Pernambuco e que constituem, portanto, o principal alvo do Programa de Pesquisa e Monitoramento (Ferreira, 2011; Afonso, 2013).

Os poucos espécimes que foram a óbito já eram provavelmente adultos, uma vez que os machos maturam a partir de 51,0 cm e as fêmeas a partir dos 75,0 cm de LD

(Bigelow e Schoeder, 1953). O elevado tamanho dos espécimes capturados pode sugerir uma possível segregação espacial entre jovens e adultos, já observada em diversas espécies de *Dasyatis* (Ebert & Cowley, 2003; Snelson et al., 1989; Thorson, 1983). É igualmente possível, contudo, que essa distribuição de tamanho apenas reflita a seletividade do aparelho de pesca utilizado.

A deficiência de dados sobre as capturas totais de raias no mundo e no Brasil (IBAMA, 2007; IUCN, 2015) dificultam a realização de uma adequada avaliação do tamanho real e condição das suas populações. Apesar dessa deficiência, há diversos registros na estatística pesqueira nacional comprovando a ocorrência de capturas importantes da *D. americana* em águas brasileiras, mesmo que de forma não dirigida, em diversas regiões (Yokota e Lessa, 2006; Costa e Chaves, 2006; Torrões *et al.*, 2007; Meneses *et al.*, 2006; Buckup, 2000; Gadid *et al.*, 2000). Embora não seja possível se avaliar exatamente como essas capturas podem afetar diretamente as populações de raia prego na costa nordeste do Brasil, é necessário um monitoramento mais eficiente de sua pesca, e dos elasmobrânquios de uma forma geral, uma vez que os mesmos, especialmente as raias da família Dasyatidae, apresentam características biológicas intrínsecas que as tornam altamente vulneráveis a qualquer atividade pesqueira (Holden, 1974).

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pelo Governo do Estado de Pernambuco, o qual possibilitou a execução das atividades de pesquisa. Os autores gostariam de agradecer ainda ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO) pela concessão de licença de pesquisa para atividades científicas. Além de sinceros agradecimentos à tripulação do Barco de Pesca Sinuelo e Pedrinho e a todos os estagiários do Laboratório de Tecnologia Pesqueira (LATEP-UFRPE) pela valiosa contribuição nos trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, A. S. 2013. Bioecology and Movement Patterns of Sharks off Recife, Brazil: Applications in the Mitigation of Shark Attack Hazard. Tese de Doutorado, UNIVERSIDADE do ALGARVE, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Portugal, 295p.
- AGRA, G. 2009. Organização social de elasmobrânquios na Reserva Biológica do Atol das Rocas, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brasil 64p.
- AGUIAR, A., VALENTIN, J.I., ROSA, R.. 2009. Habitat use by *Dasyatis americana* in a south-western Atlantic oceanic island. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 89: 1147-1152.
- ARAÚJO, T. C. M., SEOANE, J. C. S., COUTINHO, P. N. 2004. Geomorfologia da plataforma continental de Pernambuco. In: Oceanografia: Um cenário tropical. E. Eskinazi-Leça, S. Neumann-Leitão, M. F. Costa (Eds.). Bargaço, Recife, 39-57.
- BAETA, F., BATISTA, M., MAIA, A., COSTA, M.J., CABRAL, H. 2010. Elasmobranch bycatch in a trammel net fishery in the Portuguese west coast. Fisheries Research, vol.102, p.123-129.
- BIGELOW, H.B. & SCHROEDER, W.C. 1953. Fishes of the Western North Atlantic. Sawfishes, guitarfishes, skates and rays. Mem. Sears Found. Mar Res., 1(2): p.558.
- BONFIL, R. 1994. Overview of World Elasmobranch Fisheries. FAO Fisheries Technical Paper, vol.341, p.119.
- BUCKUP, P.A., NUNAN, G.W., GOMES, U.L., COSTA, W.J.E.M., GADIG, O.B.F. 2000. Espécies ameaçadas de extinção no Município do Rio de Janeiro: flora e fauna. p.52-60. Secretaria Municipal de Meio Ambiente: Rio de Janeiro.
- CASEY, J.M., MYERS, R.A. 1998. Near extinction of a large, widely distributed. Fish. Science 281, 690–692.
- COSTA, L., CHAVES, P.T.C. 2006. Elasmobrânquios capturados pela pesca artesanal na costa sul do Paraná e norte de Santa Catarina, Brasil. Biota Neotropica, vol.6, n.3.
- DEMIRHAN, S.A., ENGIN, S., SEYHAN, K., AKAMCA, E. 2005. Some Biological Aspects of Thornback Ray (*Raja clavata* L., 1758) in the Southeastern Black Sea. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, vol.5, p.75-83.
- DULVY, N.K., METCALFE, J.D., GLANVILLE, J., PAWSON, M.G., REYNOLDS, J.D. 2000. Fishery stability, local extinctions and shifts in community structure in skates. Conserv. Biol, vol.14, p.283–293.

EBERT D.A. & COWLEY P.D. 2003. Diet, feeding and habitat utilization of the blue stingray *Dasyatis chrysonota* (Smith, 1828) in South African waters. *Marine and Freshwater Research* 54, 957–965.

ELLIS, J.R., PAWSON, M.G., SHACKLEY, S.E. 1996. The comparative feeding ecology of six species of shark and four species of ray (Elasmobranchii) in the North-East Atlantic. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, vol.76, p.89-106.

FERREIRA, L. 2011. Distribuição, sazonalidade das capturas, utilização do habitat e movimentação do tubarão lixa *Ginglymostoma cirratum* (Bonnaterre 1778) na costa do Recife, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, 55p.

GADIG, O. B. F., COMIN, E. J., AUGUSTOWSKI, M. 2003. Observações Suaquáticas de Manta birostris (Chondrichthyes, Mobulidae) no Parque Estadual Marinho da Laje de Santos (PEMLS), Santos-SP. In: VVIII Simpósio de Biologia Marinha, Universidade de São Paulo, CEBIMAR 2003, São Sebastião- SP. Resumos do XVIII Simpósio de Biologia Marinha, CEBIMAR – USP.

GADIG, O.B.F., BEZERRA, M.A., FEITOSA, R.D. FURTADO-NETO, M.A. 2000. Ictiofauna marinha do Estado do Ceará, Brasil: I. Elasmobranchii. *Arquivos de Ciências do Mar, Fortaleza*, vol.33, p.51-56.

GILLIAM D. AND SULLIVAN K.M. 1993. Diet and feeding habits of the southern stingray *Dasyatis americana* in the Central Bahamas. *Bulletin of Marine Science* 52, 1007–1013.

GRAY, A. E., MULLIGAN, T. J., HANNAH, R. W. 1997. Food habits, occurrence, and population structure of the bat ray, *Myliobatis californica*, in Humboldt Bay, California. *Environmental Biology of Fishes*, 49: 227–238.

HAZIN, F. H. V., BURGESS, G., CARVALHO, F. C. 2008. A shark attack outbreak off Recife, Pernambuco, Brazil: 1992-2006. *Bull. Mar. Sci.*, 82(2): 199-212.

HOISINGTON, G. I., & LOWE, C. G. 2005. Abundance and distribution of the round stingray, *Urobatis halleri*, near a heated effluent outfall. *Marine Environmental Research*, 60: 437–453.

HOLDEN, M.J. 1974. Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions. *Sea Fisheries Research*, vol.1, p.117-137.

KEMPF, M. 1970. A plataforma continental de Pernambuco (Brasil): nota preliminar sobre a natureza do fundo. *Trab. Oceanog. UFPE*, 9(11): 111-124.

LAST, P.R. & STEVENS J.D. 1994. Sharks and Rays of Australia. *Common wealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO)*. p.1-397.

LE PORT, A., LAVERY, S., MONTGOMERY, J.C. 2012. Conservation of coastal stingrays: seasonal abundance and population structure of the short-tailed stingray *Dasyatis brevicaudata* at a Marine Protected Area. *ICES J. Mar.Sci.* (2012) 69 (8):1427-1435.

MENDONÇA, S.A. 2011. Abundância relativa, sazonalidade e comportamento de *Mobula tarapacana* (PHILIPPI, 1892) (Condruchothyes: Mobulidae) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo – Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil, 52p.

MENESES, T.S., SANTOS, F.N., PEREIRA, C.W. 2006. Pesca de elasmobrânquios com espinhel de fundo no litoral de Sergipe, durante os anos de 2003 e 2004. Bol. Téc. Cient. CEPENE, vol.14, n.1, p.93-100.

O'CONNELL, C.P., ABEL, D.C., RICE, P.H., STROUD, S.M., SIMURO, N.C. 2010. Responses of the southern stingray (*Dasyatis americana*) and the nurse shark (*Ginglymostoma cirratum*) to permanent magnets. Marine and Freshwater Behaviour and Physiology. Vol. 43, No. 1, 63–73.

ROLLNIC, M. MEDEIROS C., FREITAS I. 2011. Coastal circulation along the southern metropolitan region of Recife, Northeastern Brazil. Journal of Coastal Research, SI 64 (Proceedings of the 11th International Coastal Symposium, Szczecin, Poland, pp. 135-138

SMITH, J. W. & MERRINER, J. V. 1987. Age and growth, movements and distribution of the cownose ray, *Rhinoptera bonasus*, in Chesapeake Bay. Estuaries, 10(2): 153-164.

SNELSON, F. F., JR., & WILLIAMS, S. E. 1981. Notes on the occurrence, distribution, and biology of elasmobranch fishes in the Indian River Lagoon System, Florida. Estuaries, 4: 110–120.

SNELSON, F. F., JR., WILLIAMS-HOOPER, S. E., AND SCHMID, T. H. 1988. Reproduction and ecology of the Atlantic stingray, *Dasyatis sabina*, in Florida coastal lagoons. Copeia, 1988: 729–739.

SNELSON, F. F., WILLIAMS-HOOPER, S. E. & SCHMID, T. H. 1989. Biology of the bluntnose stingray, *Dasyatis sayi*, in Florida Coastal Lagoons. *Bulletin of Marine Science*, 45(1): 15-25.

STEVENS, J.D., BONFIL, R., DULVY, K N., WALKER, P.A. The effects of fishing on sharks, rays and chimaeras (Chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *Journal of Marine Science*, vol.57, p.476-494, 2000.

TAGLIAFICO, A., RAGO, N., RANGEL1, M.S. 2013. Aspectos biológicos de las rayas *Dasyatis guttata* y *Dasyatis americana* (Myliobatiformes: Dasyatidae) capturadas por la pesquería artesanal de la Isla de Margarita, Venezuela. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* Vol. 48, N°2: 365-373.

TAMINI, L.L., CHIARAMONTE, G.E., PEREZ, J.E., CAPPOZZO, H.L. 2006. Batoids in a coastal trawl fishery of Argentina. *Fisheries Research*, vol.77, p.326-332.

TORRES, C.M., TRAVASSOS, P., FIGUEIREDO, M.B., HAZIN, F., CAMPOS, D.F., ANDRADE, F. 2007. Caracterização da pesca de tainhas no município de Porto de Pedras, Estado de Alagoas, Brasil. *Rev. Bras. Eng. Pesca*, vol.2, p.6-17.

THORSON, T. B. 1983. Observations on the morphology, ecology and life history of the euryhaline stingray, *Dasyatis guttata* (Bloch and Schneider) 1801. Acta Biologica Venezuelana, 11 (4): 95 – 125.

YOKOTA, L. & LESSA, R.P. 2006. A nursery area for sharks and rays in Northeastern Brazil. Environmental Biology of Fishes, vol.75, p.349-360.

Tabela 1. Captura total e Captura por Unidade de Esforço (CPUE) de raias capturadas pelo Programa de Monitoramento de Tubarões de Recife, a partir do espinhel pelágico, na costa da região metropolitana de Recife, entre as praias de Boa Viagem/Piedade (BV) e Paiva (PV).

	Frequência absoluta			CPUE		
	BV	PV	Total (BV/PV)	BV	PV	Total (BV/PV)
<i>Dasyatis sp.</i>	1	4	5	0.01	0.03	0.02
<i>D. americana</i>	48	37	85	0.34	0.26	0.30
<i>Mobulídeos</i>	17	3	20	0.12	0.02	0.07
<i>A. narinari</i>	5	3	8	0.04	0.02	0.03
Total	71	47	118	0.50	0.34	0.42

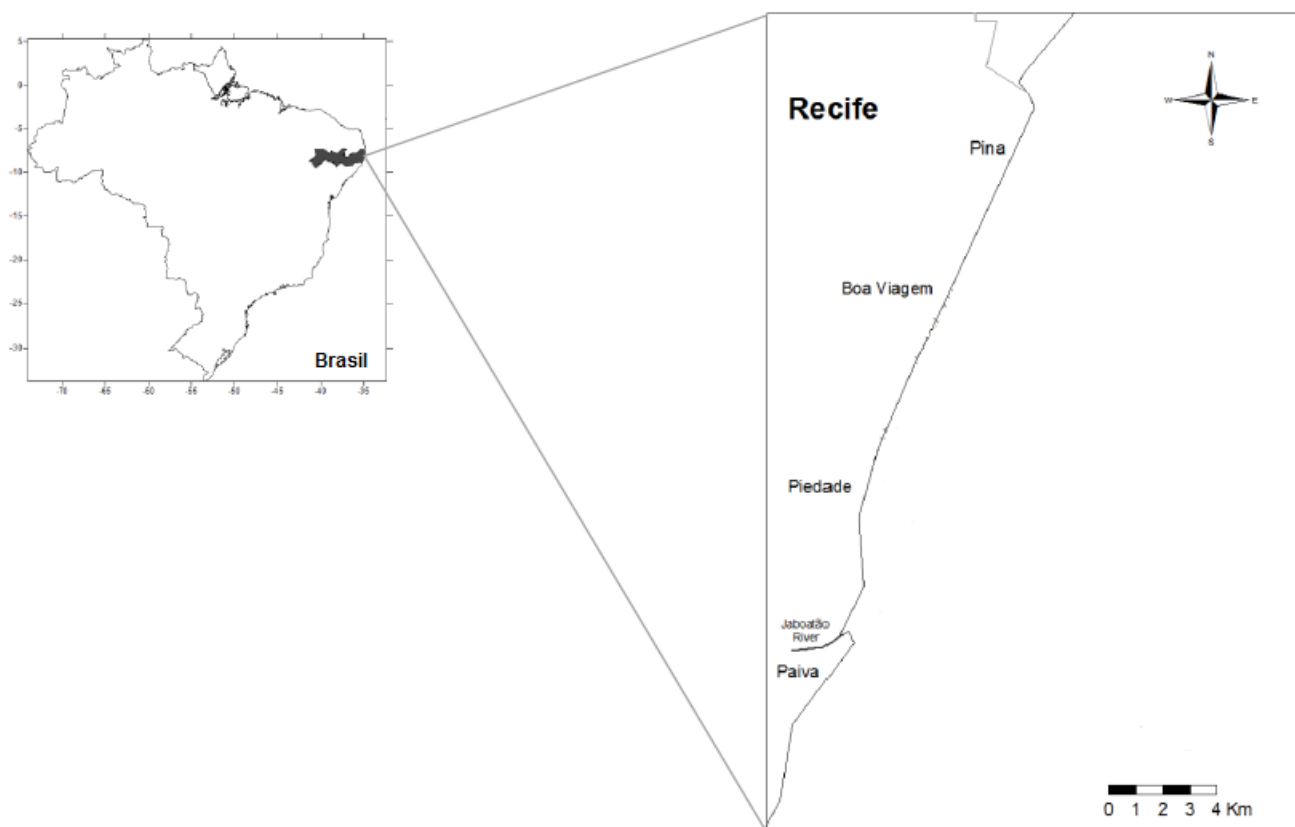


Figura 1. Localização da área de captura dos indivíduos da ordem Rajiformes pelo Programa de Monitoramento de Tubarões de Recife, Brasil (Adaptado de Ferreira, 2010).

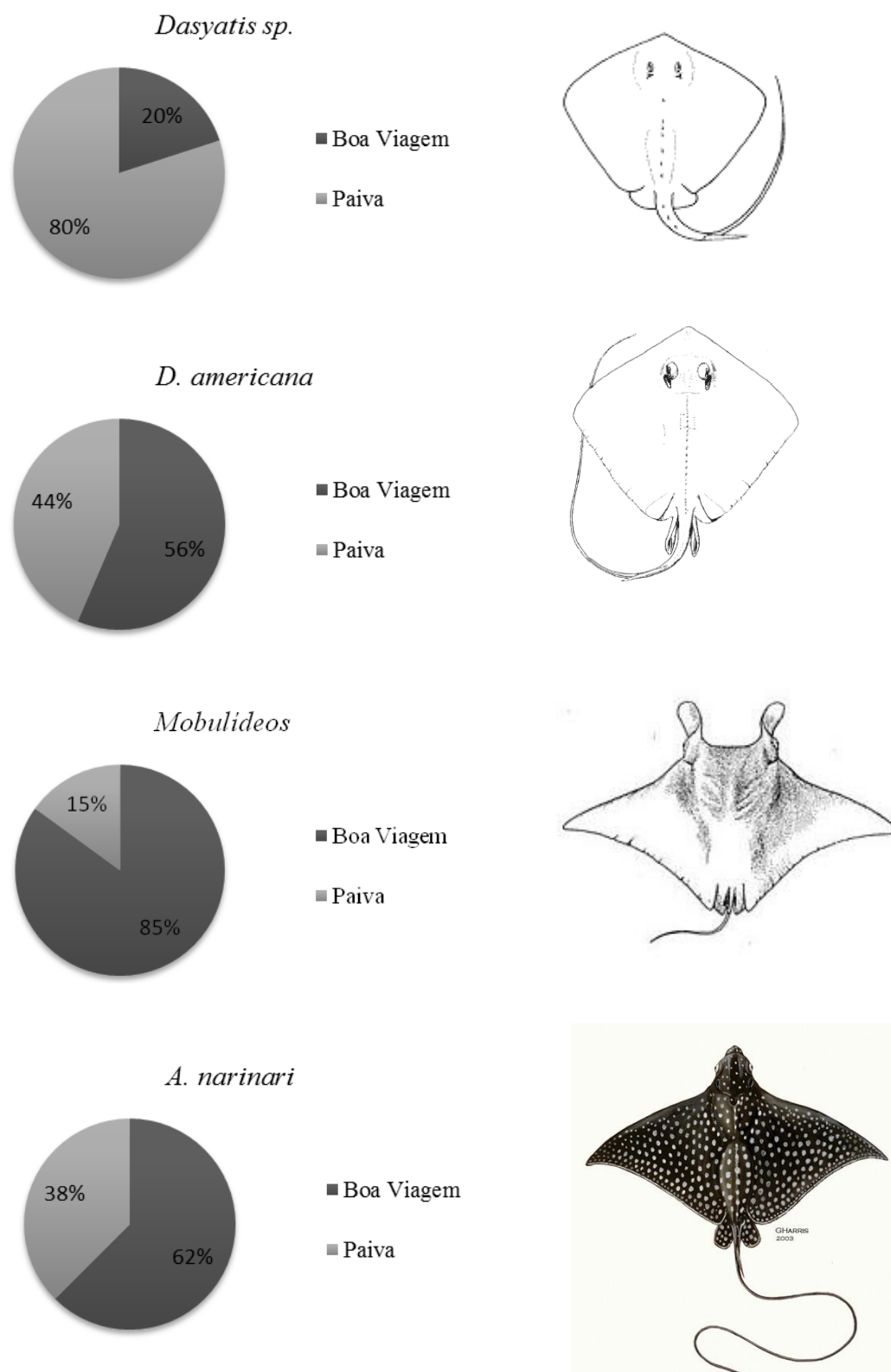


Figura 2. Proporção dos indivíduos da ordem Rajiformes capturados na costa da região metropolitana de Recife, entre as praias de Boa Viagem/Piedade e Paiva, do estado Pernambuco.

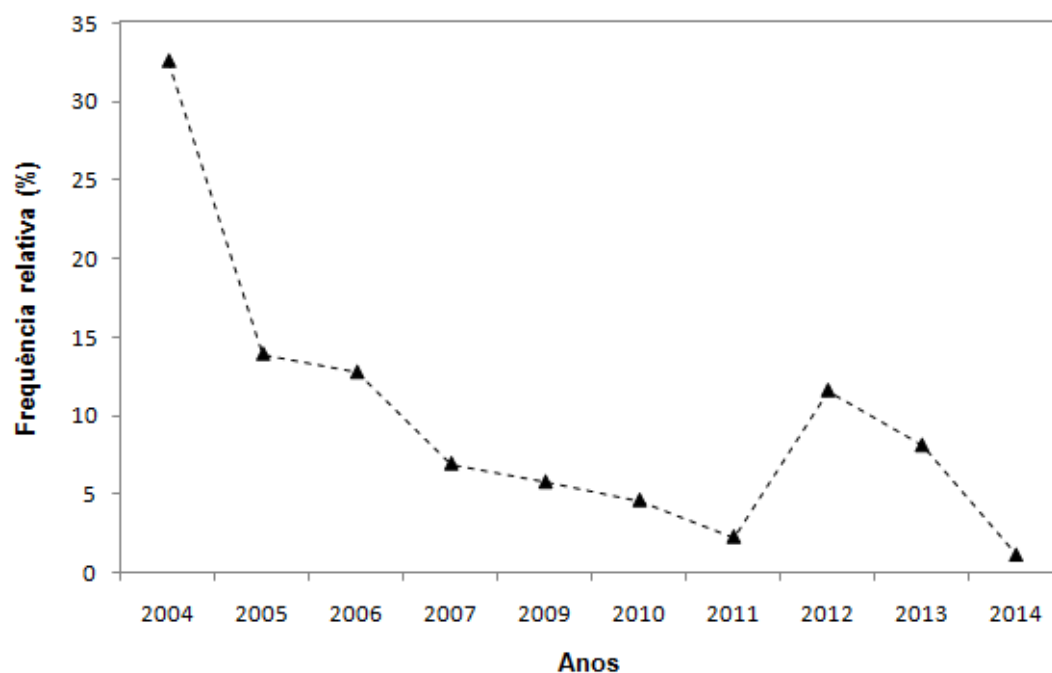


Figura 3. Distribuição da frequência relativa dos indivíduos de *D. americana* capturados, ao longo dos anos de 2004 a 2014, na costa da região metropolitana de Recife, entre as praias de Boa Viagem/Piedade (BV) e Paiva (PV) do estado de Pernambuco.

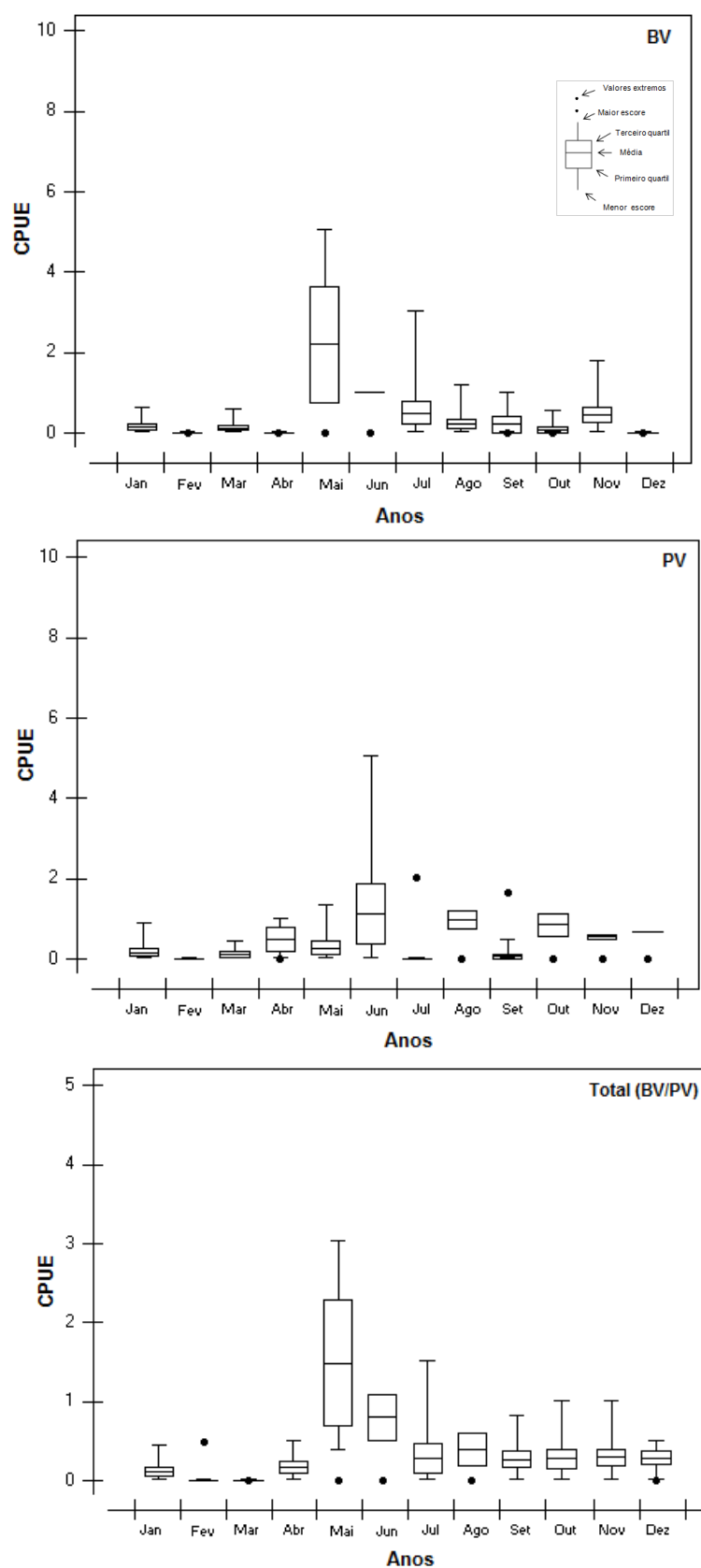


Figura 4. Distribuição da CPUE mensal da *D. americana* capturada entre 2004 e 2014, na costa da região metropolitana de Recife, entre as praias de Boa Viagem/Piedade (BV) e Paiva (PV) do estado de Pernambuco.

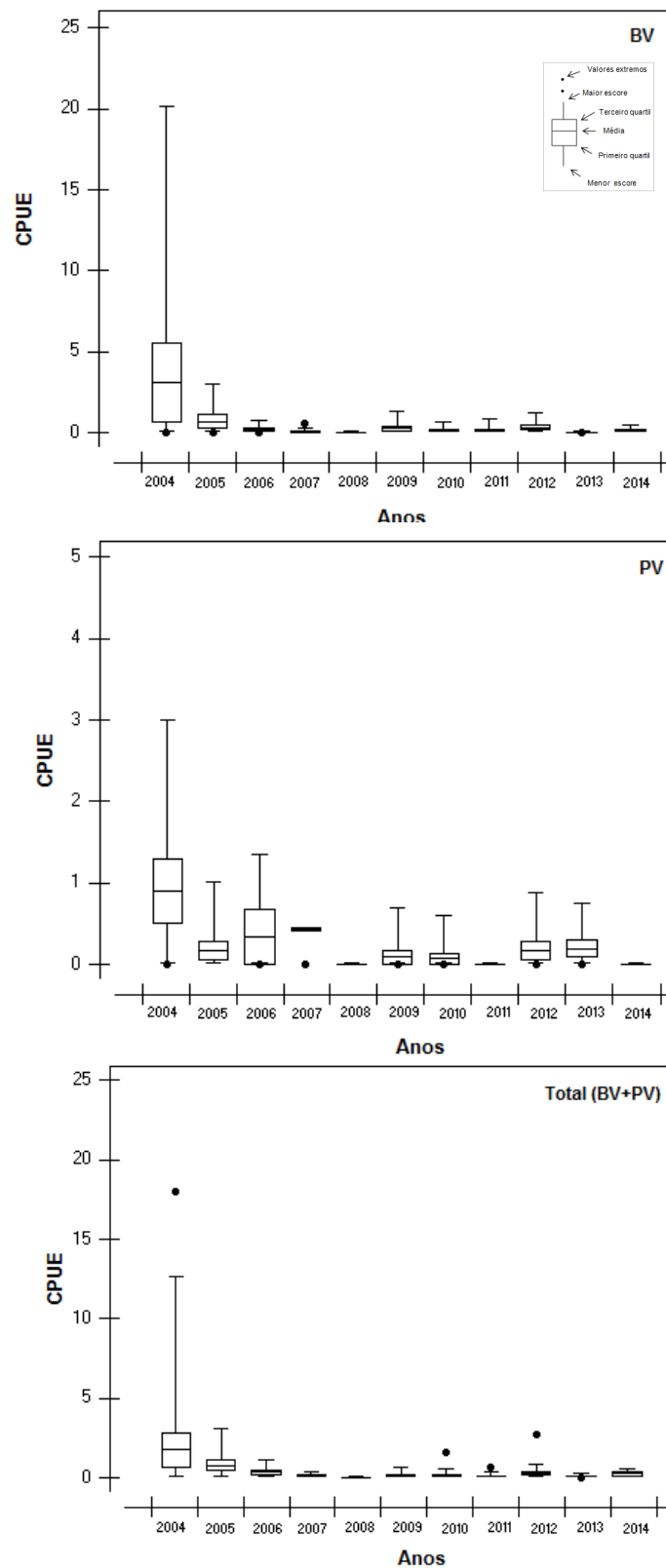


Figura 5. Distribuição da CPUE anual da *D. americana* capturada entre 2004 e 2014, na costa da região metropolitana de Recife, entre as praias de Boa Viagem/Piedade (BV) e Paiva (PV) do estado de Pernambuco.

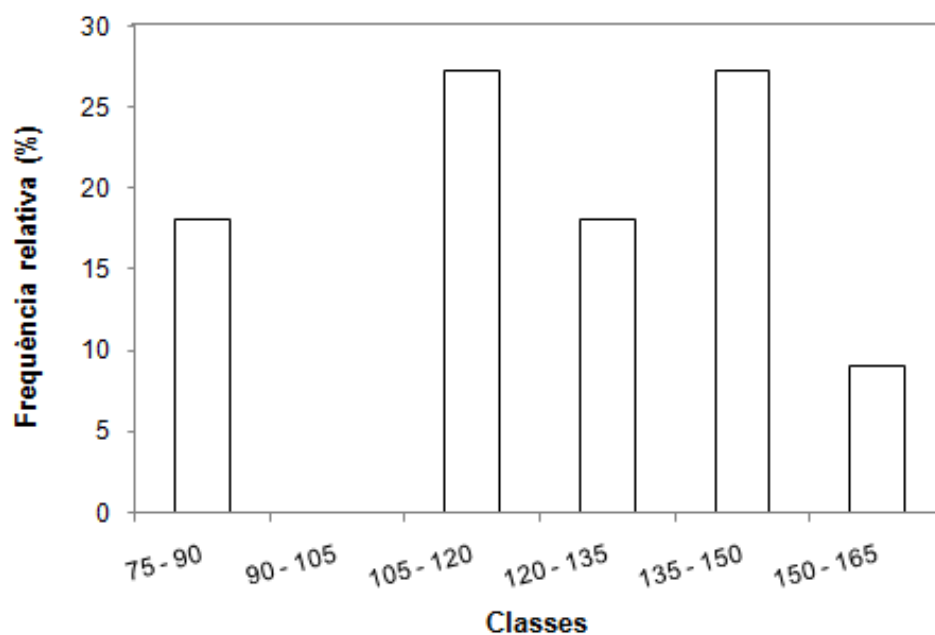


Figura 6. Distribuição da frequência relativa do comprimento da largura do disco (LD) de indivíduos de *D. americana* capturada entre 2004 e 2014, na costa da região metropolitana de Recife, entre as praias de Boa Viagem/Piedade (BV) e Paiva (PV) do estado de Pernambuco.

4.2. - Capítulo II

4.2.1. – Nota científica I

Artigo científico a ser encaminhado a Revista **Journal of Fish
Biology**.

Primeiro registro de predação entre Dasyatideos na costa do estado de Pernambuco, Brasil

Ilka Branco Nunes¹ & Outros

¹ Laboratório de Oceanografia Pesqueira (LOP), Departamento de Pesca e Aquicultura (DEPAq) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Av. Dom Manuel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171- 900, Recife, PE, Brasil.

*Autor para contato: iilkabranco@hotmail.com

Trabalhos relacionados com o hábito alimentar de raias sugerem que o grupo exerce grande influência na dinâmica e na composição de comunidades bentônicas, contribuindo de forma relevante para o fluxo de energia na rede trófica, entre o compartimento bentônico e o pelágico. A presente nota relata a ocorrência de um item alimentar (*Dasyatis marianae*) não usual, jamais antes descrito para dieta da *Dasyatis americana*, constituindo-se no primeiro registro de predação entre Dasyatídeos.

Palavras-chave: dieta, comportamento, rede trófica, Dasyatidae.

1. INTRODUÇÃO

Os peixes cartilaginosos são um dos grupos mais bem sucedidos entre os vertebrados marinhos. A história evolutiva dos elasmobrânquios estende-se por centenas (400-450) de milhões de anos, quando eles divergiram dos actinopterygios (Nelson, 2006). O seu sucesso evolutivo se deve especialmente à sua diversidade reprodutiva e a sua habilidade de captura de presas, permitindo que grupo irradiasse para inúmeros nichos (Moss, 1977; Motta, 2004).

Muitos ecossistemas têm sofrido importantes alterações em sua estrutura e função devido à perda de predadores (Terborgh et al., 2001, Ripple & Beschta 2006), as quais são normalmente mediadas por mesopredadores, predadores de níveis tróficos

intermediários, que fornecem uma ligação crucial entre os níveis tróficos superiores e inferiores (Ritchie & Johnson 2009). Apesar da importância dos mesopredadores nos ecossistemas marinhos, estudos relacionados à biologia e ecologia de raias e tubarões de pequeno porte são muitas vezes negligenciados, com a maior parte das pesquisas permanecendo restritas a predadores de topo de cadeia (Heithaus et al. 2010). Particularmente em regiões costeiras, as raias têm recebido pouca atenção, embora possam influenciar fortemente a estrutura da comunidade por meio da predação (VanBlaricom, 1982; Thrush et al., 1994; Peterson et al., 2001).

As raias da família Dasyatidae são predadoras importantes de comunidades bentônicas, além de serem também presas potenciais para grandes peixes, sendo ocasionalmente encontradas no conteúdo estomacal de alguns tubarões, como, por exemplo, o *Galeocerdo cuvier* (Lowe et al., 1996). Segundo Compagno (2005), o gênero *Dasyatis*, com 38 espécies atualmente descritas, é certamente o maior da família Dasyatidae. No entanto, apesar do elevado número de espécies identificadas, estudos que abordem aspectos relacionados à sua dieta e ao forrageamento são ainda bastante escassos. De acordo com os trabalhos disponíveis na literatura, o grupo alimenta-se de espécies epibentônicas, incluindo, sobretudo, crustáceos e pequenos teleósteos, além de moluscos e anelídeos, entre outros invertebrados (Gilliam & Sullivan, 1993; Carqueija et al., 1995; Silva et al., 2001; Ebert & Cowley, 2003). Nesse contexto, a presente nota teve como objetivo relatar o conteúdo estomacal da *Dasyatis americana* (Hildebrand & Schroeder, 1928), na costa do estado de Pernambuco (nordeste do Brasil), com destaque para o primeiro registro de predação entre dasyatídeos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em um trecho de 20 km do litoral da região central do estado de Pernambuco, incluindo quatro praias (Fig. 1) ao norte do rio Jaboatão (Pina, Boa Viagem, Piedade e Candeias) e outra ao sul (Paiva). Entre novembro de 2011 e dezembro de 2013, foram realizadas expedições científicas semanais, a bordo do barco de pesquisa Sinuelo, no âmbito do Programa de Monitoramento de Tubarões no Estado de Pernambuco. Como aparelhos de pesca foram utilizados o espinhel de fundo e linhas de espera. Os espécimes de *D. americana* que chegaram a óbito durante o procedimento de captura foram embarcados e levados ao laboratório, onde foram sexados e mensurados quanto à largura do disco (LD), comprimento do disco (CD) e comprimento total (CT), em centímetros. Os estômagos foram removidos e as presas identificadas ao menor táxon possível.

3. RESULTADOS

Duas fêmeas adultas de *D. americana* capturadas ao longo do desenvolvimento da pesquisa apresentavam em seu conteúdo estomacal exemplares da mesma família. O primeiro animal, capturado em novembro de 2012, apresentou LD de 120,0 cm, CD de 101,2 cm e CT de 200,0 cm. Além de um Stomatopoda, seu estômago continha um indivíduo jovem de raia do sexo feminino, da espécie *Dasyatis marianae* (Figura 2), apresentando LD de 13,6 cm, CD de 12,6 cm, CT de 23,7 cm e peso total (PT) de 100,76 g. Foram ainda observadas duas caudas de outras raias e partes de seus discos, com PT de 27,21g.

Em novembro de 2013, um segundo indivíduo, apresentando LD de 147,0 cm, CD de 113,5 cm e CT de 212,0 cm, apresentou em seu conteúdo estomacal camarões da

ordem Stomatopoda, com PT de 7,05g, um verme marinho, com PT de 24,37, além de duas caudas de Dasyatideos e partes do disco de uma raia jovem, com PT de 83,38g.

4. DISCUSSÃO

Diversos estudos relacionados com a alimentação de tubarões e raias relatam que os elasmobrânquios, especialmente os tubarões, são responsáveis por regular as populações de suas presas. Como predadores de topo de cadeia, o grupo desempenha um papel essencial no ecossistema marinho (Heithaus, 2004), atuando sobre diversas populações de peixes ósseos e invertebrados (Ellis *et al.*, 1996; Demirhan *et al.*, 2005). Segundo Wetherbee & Cortés (2004), os elasmobrânquios, que são, na sua quase totalidade, carnívoros, consomem uma variedade bem mais limitada de presas em relação aos teleósteos, uma vez que uma grande parcela dos peixes ósseos são classificados como onívoros e herbívoros, aumentando desta forma o seu espectro de itens alimentares. Paralelamente considera-se, ainda, que os elasmobrânquios alimentam-se de uma ampla variedade de diferente presas, com diversos tamanhos, indo desde organismos planctônicos até mamíferos marinhos (Gudger, 1941; Compagno, 1990; Sims & Merret, 1997; Sims & Quayle, 1998; Dudley *et al.*, 2000; Falows *et al.*, 2013). Contudo, os peixes ósseos são certamente considerados um dos principais itens na dieta da maior parte dos tubarões e raias (Stevens & McLoughlin, 1991; Saline *et al.*, 1992; Castro, 1993; Simpfendorfer & Milward, 1993; Wetherbee & Cortés, 2004).

Além dos diferentes grupos de animais que podem ser predados por tubarões e raias, diversos elasmobrânquios são também presas de muitos tubarões, podendo compor uma grande porção da dieta de varias espécies (Ebert, 1991; Wetherbee *et al.*, 1996; Lowe *et al.*, 1996; Gelsleichter *et al.*, 1999). Segundo Snelson (1984) e Heithaus (2004), o canibalismo entre os peixes cartilaginosos tem sido reportado para um grande

número de espécies. Em algumas áreas, indivíduos adultos podem atuar, na verdade, como os predadores mais importantes de neonatos e juvenis da mesma espécie. Entretanto, até a presente nota, ainda não existia relato na literatura deste tipo de prática entre raias.

A despeito da grande escassez de informações relacionadas à alimentação e forrageamento de raias (Ebert & Bizzarro, 2007), acredita-se que o grupo realize uma ligação direta entre as comunidades que coexistem nos sedimentos bentônicos e as comunidades de níveis tróficos mais elevados (Wetherbee & Cortés, 2004). Trabalhos relacionados com o hábito alimentar de raias sugerem que o grupo influencia diretamente na dinâmica e na composição de comunidades bentônicas, não apenas em razão da predação de seus organismos, mas pelos distúrbios físicos ao substrato durante o comportamento de alimentação (Reidenauer & Thistle, 1981; Gray et al., 1997; Ebert & Cowley, 2003).

Pesquisas indicam que alterações na composição da dieta, ao longo da ontogenia de tubarões e raias, é um comportamento que pode estar relacionado com possíveis modificações no habitat ocupado pelo grupo, mudanças no padrão de movimentação animal, além do aumento na habilidade de captura das espécies (Lowe et al., 1996; Gray et al., 1997; Ebert & Cowley, 2003; Wetherbee & Cortés, 2004; Ebert & Bizzarro, 2007). As espécies do gênero *Dasyatis* caracterizam-se por apresentarem hábitos bentônicos e por se alimentarem de espécies epibentônicas, incluindo principalmente teleósteos e crustáceos (Bigelow & Schroeder, 1953). A presença de outra espécie de raia (*D. mariana*) no conteúdo estomacal da *D. americana*, constatada no presente trabalho, contudo, indica que a predação entre *Dasyatidae*s também ocorre.

Esse comportamento alimentar pode se tratar de uma prática eventual da espécie ou de uma possível mudança local no seu hábito alimentar. Segundo Gilliam e Sullivan

(1993), a *D. americana* alimenta-se de presas que estejam disponíveis em maior abundância no ambiente, ao invés de preda-seletivamente algum grupo zoológico. Caso a presença de dasyatídeos no conteúdo estomacal da *D. americana* represente uma mudança do seu hábito alimentar, tal alteração poderia resultar tanto de uma escassez de suas presas mais comuns, como de uma maior disponibilidade de espécimes congêneres, em tamanho compatível com o espectro alimentar da espécie. Esforços complementares de pesquisa são, portanto, necessários para se compreender a exata significação ecológica desse registro, até então inédito nos estudos sobre o comportamento alimentar de raias.

Apesar da ausência de dados oficiais da estatística pesqueira brasileira e mundial a respeito dos desembarques da espécie, existem diversas pesquisas que relatam sua captura, em diferentes pontos da costa brasileira (Yokota e Lessa, 2006; Costa e Chaves, 2006; Torrões *et al.*, 2007; Meneses *et al.*, 2006; Buckup, 2000; Gadid *et al.*, 2000). Levando-se em consideração a fragilidade das populações das espécies da família Dasyatidae, em razão das suas características biológicas intrínsecas, agravada pela inexistência de dados acerca das suas capturas, é possível que as suas populações estejam declinando em águas brasileiras, de forma silenciosa e despercebida, já que não constituem a espécie-alvo de nenhuma pescaria. Nesse contexto, os dados apresentados nesta pesquisa contribuem para uma melhor compreensão acerca da dinâmica populacional da *D. americana* e, consequentemente, para a sua conservação.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pelo Governo do Estado de Pernambuco, o qual possibilitou a execução das atividades de pesquisa. Os autores gostariam de agradecer ainda ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO) pela

concessão de licença de pesquisa para atividades científicas. Além de sinceros agradecimentos à tripulação do Barco de Pesca Sinuelo e Pedrinho e a todos os estagiários do Laboratório de Tecnologia Pesqueira (LATEP-UFRPE) pela valiosa contribuição nos trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS

- BIGELOW, H.B. & SCHROEDER, W.C. 1953. Fishes of the Western North Atlantic. Sawfishes, guitarfishes, skates and rays. Mem. Sears Found. Mar Res., vol. 1, n. 2, p.558.
- BUCKUP, P.A., NUNAN, G.W., GOMES, U.L., COSTA, W.J.E.M., GADIG, O.B.F. 2000. Espécies ameaçadas de extinção no Município do Rio de Janeiro: flora e fauna. p.52-60. Secretaria Municipal de Meio Ambiente: Rio de Janeiro.
- CARQUEIJA, C.R.G., SOUZA-FILHO, J.J., GOUVÊA, E.P., QUEIROZ, E.L. 1995. Decápodos (Crustacea) utilizados na alimentação de *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider) (Elasmobranchii, Dasyatidae) na área de influência da Estação Ecológica Ilha do Medo, Baía de Todos os Santos, Bahia, Brasil. Rev. Bras. Zool.,v.12, n.4, p.833-838.
- CASTRO, J.L. 1993. The shark nursery of Bull Bays, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the southeastern coast of the United States. Environmental Biology of Fishes, 38:37-48.
- COLIN A. SIMPFENDORFER, C. A., MILWARD, N. E. 1993. Utilisation of a tropical bay as a nursery area by sharks of the families Carcharhinidae and Sphyrnidae. Environmental Biology of Fishes, 37: (4): 337-345.
- COMPAGNO, L.J.V., 1990. Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space. Environmental Biology of Fishes, 28:33-75.
- COMPAGNO, L.J.V. Checklist of living Chondrichthyes, p. 503-548, in Hamlett, W.C. (ed.), *Reproductive biology and phylogeny of Chondrichthyes: sharks, batoids and chimaeras*. Science Publishers, Enfield. 2005.
- CORTÉS, E., & PARSON, G.R. 1996. Comparative demography of two populations of the bonnethead shark. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 53: 709-718.
- COSTA, L. & CHAVES, P.T.C. 2006. Elasmobrânquios capturados pela pesca artesanal na costa sul do Paraná e norte de Santa Catarina, Brasil. Biota Neotropica, 6 (3).
- DEMIRHAN, S.A., ENGIN, S., SEYHAN, K., AKAMCA, E. 2005. Some Biological Aspects of Thornback Ray (*Raja clavata* L., 1758) in the Southeastern Black Sea. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 5:75-83.

EBERT, D.A. & BIZZARRO, J.J. 2007, Standardized diet compositions and trophic levels os skates (Chondrichthyes: Rajiformes: Rajoidei). *Enviromental Biology of Fishes*. V. 80, pp. 221-237.

EBERT, D. A. & COWLEY, P.D., 2003. Diet, feeding and habitat utilization of the blue stingray *Dasyatis Chrysonota* (Smith, 1828) in South African waters. *Marine Freshwater Research*, v. 54, pp. 957-965.

EBERT, D.A. 1991. Diet of the seven gill shark *Notorynchus cepedianus* in the temperate coastal waters of southern Africa. *South African Journal of Marine Science*. 11:565–572.

ELLIS, J.R., PAWSON, M.G., SHACKLEY, S.E. 1996. The comparative feeding ecology of six species of shark and four species of ray (Elasmobranchii) in the North-East Atlantic. *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.*, 76: 89-106.

FERREIRA, L.C., AFONSO, A. S., CASTILHO, P.C., HAZIN, F. H. V. 2013. Habitat use of the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*, off Recife, Northeast Brazil: a combined survey with longline and acoustic telemetry. *Environ Biol Fish*. 96:735–745.

GADIG, O.B.F., BEZERRA, M.A., FEITOSA, R.D. FURTADO-NETO, M.A. 2000. Ictiofauna marinha do Estado do Ceará, Brasil: I. Elasmobranchii. *Arquivos de Ciências do Mar, Fortaleza*, 33: 51-56.

GELSLEICHTER, J., MUSICK, J.A., & NICHOLS, S. 1999. Food habits of the smooth dogfish, *Mustelus canis*, dusky shark, *Carcharhinus obscurus*, Atlantic sharpnose shark, *Rhizoprionodon terraenovae*, and the sand tiger, *Carcharias taurus*, from the northwest Atlantic Ocean. *Environmental Biology of Fishes*, 54: 205-217.

GILLIAM, D. & SULLIVAN, K.M. 1993. Diet and feeding habits of the southern stingray *Dasyatis americana* in the Central Bahamas. *Bull Mar Sci* 52:1007–1013.

GRAY, A.E., MULLIGAN, T.J., HANNAH, W. 1997. Food habits, occurrence, and population structure of the bat ray, *Myliobatis californica*, in Humboldt Bay, California. *Environmental Biology of Fishes*, 49 (2): 227-238.

GUDGER, E.W. 1941. The food and feeding habits of the whale shark, *Rhineodon typus*. *J Elisha Mitchell Sci Soc* 57:57–72.

HEITHAUS, M. R., 2004. Predator-Prey Interactions. In: Carrier, J.C., Musick, J.A., Heithaus, M. R. (eds). *Biology of Sharks and Their Relatives*, Boca Raton, USA, CRC Press LLC.

HEITHAUS MR, FRID A, VAUDO JJ, WORM B, WIRSING AJ. 2010. Unraveling the ecological importance of elasmobranchs. In: Carrier JC, Musick JA, Heithaus MR (eds) *Sharks and their relatives II: biodiversity, adaptive physiology, and conservation*. CRC Press, Boca Raton, FL, p 607-633

LOWE, C.G., WETHERBEE, B.M., CROW, G.L., TESTER, A.L., 1996. Ontogenetic dietary shifts and feeding behavior of the tiger shark, *Galeocerdo cuvier*, in Hawaiian waters. *Environmental Biology of Fishes*, 47: 203-211.

MENESES, T.S., SANTOS, F.N., PEREIRA, C.W. Pesca de elasmobrânquios com espinhel de fundo no litoral de Sergipe, durante os anos de 2003 e 2004. *Bol. Téc. Cient. CEPENE*, vol.14, n.1, p.93-100, 2006.

NELSON JS. 2006. *Fishes of the World*. 4th ed. New York: John Wiley & Sons. p 601.

MOSS, A. 1977. Feeding mechanisms in sharks. *Am Zool*, 17: 355-64.

MOTTA PJ. 2004. Prey capture behavior and feeding mechanics of elasmobranchs. In: Carrier JC, Musick JA, Heithaus MR, editors. *Biology of sharks and their relatives*. Boca Raton, FL: CRC Press. p 596.

PETERSON, C.H., FODRIE F.J., SUMMERSON, H.C., POWERS, S.P. 2001. Site-specific and density dependent extinction of prey by schooling rays: generation of a population sink in top-quality habitat for bay scallops. *Oecologia* 129:349-356

REIDENAUER, J.A. & D. THISTLE. 1981. Response of a soft-bottom harpacticoid copepod community to sting ray (*Dasyatis sabina*) disturbance. *Marine Biology* 65: 261-267.

RIPPLE, W.J. & BESCHTA, R.L. 2006. Linking a cougar decline, trophic cascade, and catastrophic regime shift in Zion National Park. *Biol Conserv* 133:397-408.

RITCHIE, E.G. & JOHNSON C.N. 2009. Predator interactions, mesopredator release and biodiversity conservation. *Ecol Lett* 12:982-998.

SALINI, J.P., BLABER, S.J.M., BREWER, D.T. 1992. Diets of sharks from estuaries and adjacent waters of the North-eastern Gulf of Carpentaria, Australia. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 43(1): 87 – 96.

SILVA, G.B., VIANA, M.S.V., FURTADO-NETO, M.A.A. 2001. Morfologia e alimentação da raia *Dasyatis guttata* (Chondrichthyes: Dasyatidae) na enseada do Mucuripe, Fortaleza, Ceará. *Arq. Ciên. Mar.*, 34:67-75.

SIMS, D. W. & MERRETT D. A. 1997. Determination of zooplankton characteristics in the presence of surface feeding basking sharks *Cetorhinus maximus*. *MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES*, 158: 297-302.

SIMS, D.W. & QUAYLE, V.A. 1998. Selective foraging behaviour of basking sharks on zooplankton in a small-scale front. *Nature* 393, 460-464.

SNELSON, F.F., MULLIGAN, JR.T.J., WILLIAMS, S.E. 1984. Food habits, occurrence, and population structure of the bull shark, *Carcharhinus leucas*, in florida coastal lagoons. *BULLETIN OF MARINE SCIENCE*, 34(1): 71-80.

SHIBUYA, A., ROSA, R.S., GADIG, O.B.F. 2005. Stomach contents of *Galeocerdo cuvier* and *Carcharhinus plumbeus* (Elasmobranchii: Carcharhinidae) caught off Paraíba State, Brazil. Arq. Ciên. Mar., 38:105-107.

STEVENS, J.D. & MCLOUGHLIN, K.J. 1991. Distribution, size and sex composition, reproductive biology and diet of sharks from Northern Australia. Australian Journal of Marine and Freshwater Research 42(2) 151 – 199.

TERBORGH, J., LOPEZ, L., NUNEZ, P., RAO, M., SHAHABUDDIN, G., ORIHUELA, G., RIVEROS, M., ASCANIO, R., ADLER, G.H., LAMBERT, T.D., BALBAS, L. 2001. Ecological meltdown in predator-free forest fragments. Science, 294:1923-1926.

TORRES, C.M., TRAVASSOS, P., FIGUEIREDO, M.B., HAZIN, F., CAMPOS, D.F., ANDRADE, F. 2007. Caracterização da pesca de tainhas no município de Porto de Pedras, Estado de Alagoas, Brasil. Rev. Bras. Eng. Pesca, 2:6-17.

THRUSH, S.F., PRIDMORE, R.D., HEWITT, J.E., CUMMINGS, V.J. 1994. The importance of predators on a sandflat: interplay between seasonal changes in prey densities and predator effects. Mar Ecol Prog Ser, 107:211-222

WETHERBEE, B. M., GRUBER, S. H., CORTÉS, E., 2004. Diet, Feeding Habits, Digestion, and Consumption in Sharks, with Special Reference to the Lemon Shark, *Negaprion brevirostris*. In: Carrier, J.C., Musick, J.A., Heithaus, M. R. (eds). Biology of Sharks and Their Relatives, Boca Raton, USA, CRC Press LLC.

WETHERBEE, B.M., CROW, G.L., LOWE, C.G. 1996. Biology of the Galapagos shark, *Carcharhinus galapagensis*, in Hawai'i. Environ Biol Fish 45: 299–310.

YOKOTA, L. & LESSA, R.P. A nursery area for sharks and rays in Northeastern Brazil. Environmental Biology of Fishes, 75:349-360, 2006.

VANBLARICOM, G.R. 1982. Experimental analyses of structural regulation in a marine sand community exposed to oceanic swell. Ecol Monogr 52:283-305.

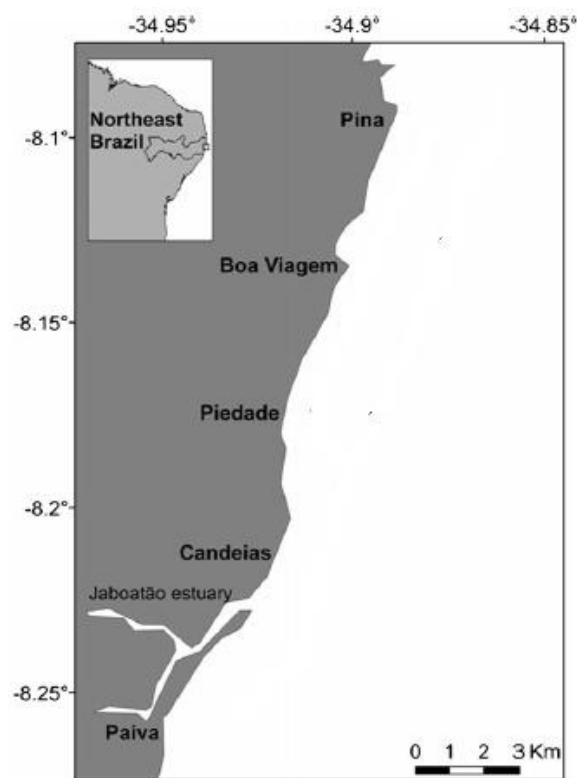


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo na costa central do estado de Pernambuco (adaptado de Ferreira, 2013).



Figura 2. Vista dorsal (A) e ventral (B) da *D. marianae* encontrada no estômago da *D. americana* capturada na consta central do estado de Pernambuco

4.2.1. – Nota científica II

Artigo científico a ser encaminhado a Revista **Journal of Fish
Biology**.

Nota do uso do habitat pela raia prego, *Dasyatis americana* (Hildebrand & Schroeder, 1928), no litoral metropolitano de Recife, Pernambuco Brasil.

Ilka Branco Nunes¹ & Outros

¹ Laboratório de Oceanografia Pesqueira (LOP), Departamento de Pesca e Aquicultura (DEPAq) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Av. Dom Manuel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, 52171- 900, Recife, PE, Brasil.

*Autor para contato: iilkabranco@hotmail.com

A despeito do desenvolvimento de pesquisas que visem à investigação do padrão de movimentação dos elasmobrânquios estarem evoluindo, ainda são extremamente incipientes estudos, dessa natureza, que visem à compreensão do uso do habitat para os indivíduos da ordem Rajiformes. A nota, aqui apresentada, observou que o padrão de movimentação para a *Raia 1*, rastreada no âmbito do monitoramento acústico, evidenciou que o espécime parece ser consideravelmente ativo no decorrer do período noturno.

Palavras-chave: movimentação, monitoramento acústico, Dasyatidae.

1. INTRODUÇÃO

A escolha de determinados habitats dentro de um mesmo ecossistema para diferentes finalidades é um elemento crucial na estratégia de sobrevivência e no sucesso reprodutivo de qualquer espécie, em particular no ambiente marinho, onde as variáveis ambientais frequentemente atingem níveis capazes de colocar em risco o desenvolvimento das diversas espécies que nele habitam (Heithaus e Delius, 2009; Hasler *et al.*, 2009; Farrugia *et al.*, 2011). No intuito de se identificar e caracterizar os habitats essenciais, bem como compreender de que forma e quando ocorre à movimentação dos espécimes ao longo dos diferentes micro-habitats em um determinado ecossistema, a biotelemetria vem demonstrando ser, na últimas décadas,

uma ferramenta de grande. Baseada na utilização de transmissores eletrônicos aplicados aos animais, os quais emitem sinais periodicamente, seja por ondas de rádio, por ultrassom (Stasko e Pincock, 1977) ou via satélite (Reine, 2005), as técnicas de biotelemetria revolucionaram a pesquisa sobre os padrões de deslocamento e utilização de habitats por animais marinhos.

Diversos estudos já foram realizados para se compreender o padrão de movimentação de alguns elasmobrânquios, por meio da telemetria (Holland et al., 1993; Gunn et al., 1999; Ackerman et al., 2000; Matern et al., 2000; Sims, 2001; Gurshin, 2004; Garla et al., 2005; Wetherbee et al., 2007; Ferreira et al., 2013). Contudo, apesar do desenvolvimento de pesquisas que visem à investigação do padrão de movimentação dos elasmobrânquios estarem evoluindo, ainda são extremamente incipientes estudos, dessa natureza, que visem à compreensão do uso do habitat para os indivíduos da ordem Rajiformes (Le Port et al., 2008; Corcoran et al., 2013; Tilley et al., 2013), embora seja clara a necessidade de maiores esforços na tentativa de aprofundar o conhecimento a respeito dos habitats essenciais escolhidos e freqüentados por este grupo. Neste contexto, a presente pesquisa teve como objetivo a investigação do uso do habitat pela *D. americana* em parte do litoral de Pernambuco, a partir do monitoramento de um espécime marcado com transmissor acústico.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para o monitoramento, foram instalados receptores acústicos em pontos estratégicos de um trecho de 20km do litoral da região central do estado de Pernambuco, ao longo de cinco praias da região metropolitana de Recife (Pina, Boa Viagem, Piedade, Candeia e Paiva). Os receptores utilizados foram do modelo VR2W (69 kHz), os quais medem 30,8 cm de comprimento por 7,3 cm de diâmetro, pesam

cerca de 1190g no ar e 50g na água, possuem bateria com duração de aproximadamente 15 meses, e memória com capacidade de armazenar aproximadamente 1 milhão de detecções. No momento em que um indivíduo carregando um transmissor codificado aproximou-se no raio de alcance do receptor, próximo a 250m, foram registrados o horário, a data e o número de identificação (ID) do transmissor que se encontrava no animal.

Após um estudo prévio da área, os receptores foram instalados em regiões com profundidades que variaram entre 15 e 20m, com os equipamentos sendo instalados suspensos (a meia água), entre 10 e 15 m de profundidade. Para o posicionamento dos receptores na vertical, foram utilizados cabos amarrados em uma extremidade a uma poita com peso suficiente para impedir a sua deriva e na outra a uma bóia.

Uma vez instalados os receptores em suas respectivas 25 estações de coleta os espécimes da raia prego foram capturados pelo arco de pesquisa Sinuelo da UFRPE, utilizando como aparelho de pesca o espinhel de fundo, através do Programa de Monitoramento de Tubarões de Recife, sendo posteriormente marcados com transmissores codificados do modelo V16 (16 mm de diâmetro, 54 a 98 mm de comprimento e com peso de 9 a 16 g).

Em função das raias apresentarem uma cavidade abdominal com espaço extremamente reduzido, os transmissores acústicos foram presos externamente por meio de alças, afixadas na margem anterior da cauda. Os espécimes foram ainda mensurados quanto a Largura do Disco (LD); Comprimento do Disco (CD) e Comprimento Total (CT); foram sexados e identificado o estágio maturacional segundo a literatura (Bigelow e Schoeder, 1953; Henningsen, 2000; Ramírez-Mosqueda et al., 2012). Por fim, os indivíduos marcados foram devolvidos ao mar, iniciando-se o processo de monitoramento animal.

A cada 4 meses os receptores foram retirados da coluna d'água para manutenção e transferências dos dados armazenados em sua memória. Para o *download* dos dados (ID do transmissor, data e hora) foi utilizado um sistema de comunicação de *bluetooth wireless* entre o WR2W e um *laptop*, no qual foi instalado o *software* VUE (*VEMCO User Environment*). Este *software* permite não apenas que o usuário descarregue os dados de cada receptor, mas que o mesmo possa combinar os dados de várias detecções, de diferentes transmissores, em diferentes estações de detenção em um único banco de dados integrado.

A partir das detecções obtidas pela telemetria acústica foi possível calcular o tempo de permanência de um indivíduo dentro da área de alcance de um determinado receptor, considerado que os registros (frequência) ocorreram em média, a cada 60 segundos. O número de registros, portanto, foi interpretado como o número de minutos que o animal permaneceu em cada local (Garla, 2003). A residência e o grau de fidelidade ao local foram avaliados a partir do número de detecções dos receptores em relação ao período de monitoramento.

O número de detenções de cada WR2W foi determinado para cada animal marcado, como uma porcentagem do número total de detecções. No intuito de verificar se cada indivíduo monitorado usou preferencialmente determinadas áreas em detrimento de outras, foram comparadas as proporções de detecções entre as estações localizadas ao norte do Rio Jaboatão, compreendendo a praias do Pina, Boa Viagem e Piedade (Boa Viagem/Piedade) e ao Sul do Rio Jaboatão (Paiva). Diferenças no número de detecções entre o período diurno e noturno foram avaliadas a partir do teste não paramétrico Qui-Quadrado. As análises estatísticas foram realizada no software livre BioEstat 5.

3. RESULTADOS

Ao longo do desenvolvimento da presente pesquisa foi possível a realização da marcação com transmissores acústicos em duas raias adultas do sexo feminino. O primeiro animal, com 140,0 cm de LD, 142,0 cm de CD e 255,0 cm de CT, foi marcado na praia de Boa Viagem (8° 09' 556 S 34° 53' 155 W). O segundo espécime foi marcado na praia do Paiva (8° 13' 077 S 34° 54' 177 W) e apresentou 122,0 cm de LD, 110,0 cm de CD e 245,0 cm de CT. Apesar de o monitoramento acústico ter sido realizado para os dois espécimes de *D. americana*, apenas a *Raia 1* apresentou registros de detecção.

O período de monitoramento, dos dois indivíduos marcados, pela rede de receptores ocorreu ao longo de 483 dias, dos quais tivemos registros de detecção da *Raia 1* em apenas 1,4% dos dias monitorados, indicando que os espécime apresentou uma baixa fidelidade ao local de monitoramento. Foram armazenadas nos receptores acústicos um total de 168 detecções que se distribuíram durante os meses de setembro a dezembro de 2012 (Figura 2), em 28% das 25 estações de coleta disponíveis da matriz total de receptores do estudo (Figura 3).

O tempo total de permanência da *Raia 1* na área de monitoramento da pesquisa foi de 168 minutos. Ao serem avaliadas a distribuição das detecções em relação à localização das estações de coleta, foi possível observamos que 100% das detecções concentraram-se ao norte do Rio Jaboatão.

A avaliação das detecções em relação ao ciclo de 24 horas indicou que a maior parte das detecções ocorreram ao longo do período noturno (96,4%), especialmente entre as 19 e às 03 horas. Enquanto que as poucas detecções que foram registradas ao longo do dia (3,6%) se concentraram entre as 06 e às 10 horas da manhã ($X^2 = 144,857$; $P < 0,0001$) (Figura 4). O padrão de movimentação para a *Raia 1* rastreada no âmbito do

monitoramento evidenciou que o espécime parece ser consideravelmente ativo no decorrer do período noturno.

4. DISCUSSÃO

Os dados apresentados na presente nota foram pioneiros na tentativa de investigar maiores informações a respeito do uso do habitat da *D. americana* no litoral da região metropolitana de Recife. O baixo número de indivíduos monitorados está atrelado aos reduzidos valores de índices de captura (CPUE) que foram observados para espécie na mesma região (Branco-Nunes et al., 2015).

A despeito do prolongado período de monitoramento realizado pela matriz de receptores instaladas na região, o número total de detecções observado para a *Raia 1* foi consideravelmente reduzido. Os resultados encontrados parecem indicar que o espécime marcado apresentou uma baixa fidelidade ao local de estudo. Contudo tendência oposta foi relatada em pesquisas que tiveram como objetivo a investigação do padrão de movimentação da *D. americana* e regiões insulares (Corcoran et al., 2013; Tilley et al., 2013). Nestes locais a alta fidelidade foi uma característica bastante marcante para a espécie, a qual é explicada pela ecologia comportamental da raia prego. A espécie possui uma íntima relação com o ambiente bentônico, alimentando-se de forma oportunista nas proximidades do assoalho marinho (Gilliam & Sullivan, 1993; Bigelow e Schoeder, 1953; Figueiredo, 1977; Menni & Stehmann, 2000).

Contudo, o baixo número de detecções observados ao longo da pesquisa pode estar associado, ainda, a configuração da matriz de receptores instalados para o monitoramento. A faixa de alcance dos receptores, na presente pesquisa, foi consideravelmente baixa (250m) quando comparado com a variação do alcance informado pelo fabricante dos equipamentos (500-600m). Segundo Heupel et al (2006)

o raio de alcance dos receptores pode ser alterado a partir de distúrbios físicos e ruídos na região em que os receptores encontram-se instalados. A turbidez da água na costa de Recife, por exemplo, é alterada pelo grande aporte de água proveniente do estuário de Barra de Jangada, fato que associado a não sobreposição dos receptores, pode ter atenuado a faixa de alcance das detecções e consequentemente reduzido a área de monitoramento acústico no local do estudo, interferido, desta forma, no número de detecções observado para a *D. americana*.

Não foram observados padrões sazonais muito claros na movimentação da *Raia 1* ao longo do estudo, entretanto a preferência pela a região ao norte do Rio Jaboatão foi bastante evidente. Tendência semelhante foi relatada por Ferreira et al (2013) em pesquisa realizado com o *Ginglymostoma cirratum* na mesma área de estudo, onde a detecção de da espécie ao sul do Rio Jaboatão foi consideravelmente rara.

A predominância das detecções durante o período noturno indica que o espécime apresentou uma maior atividade ao longo da noite, na matriz de receptores. O resultados encontrados na presente pesquisa corroboram aos relado por Corcoran et al (2013), em estudo realizado com a *D. americana* nas Ilhas Cayman, onde foi avaliado o espaço de atividade diurno e noturno utilizado por indivíduos selvagens e indivíduos alimentados artificialmente. Para ambos os grupos foram registrados um maior espaço de atividade ao longo da noite. Estes resultados podem ser justificados em função da raia pego ser uma espécie considerada noturna, utilizando o período para forragear suas presas (Gilliam & Sullivan, 1993).

Os dados aqui apresentados, a partir do monitoramento de uma fêmea adulta de *D. americana*, parecem sugerir que o espécime aproximou-se da praia durante o período noturno, provavelmente em busca de alimento, e se afastou da região durante o dia buscando regiões mais tranquilas e profundas para repouso. Contudo, embora os

resultados da presente pesquisa sejam inéditos para a espécie na costa do Brasil, maiores esforços de pesquisa são necessários no intuito de buscar informações a respeito de como ocorre utilização dos ambientes essenciais para machos e fêmeas em diferentes estágios de desenvolvimento na região do estudo.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pelo Governo do Estado de Pernambuco, o qual possibilitou a execução das atividades de pesquisa. Os autores gostariam de agradecer ainda ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO) pela concessão de licença de pesquisa para atividades científicas. Além de sinceros agradecimentos à tripulação do Barco de Pesca Sinuelo e Pedrinho e a todos os estagiários do Laboratório de Tecnologia Pesqueira (LATEP-UFRPE) pela valiosa contribuição nos trabalhos de campo.

REFERÊNCIAS

- ACKERMAN, J.T., KONDRATIEFF, M.C., MATERN, S.A., CECH-JR, J.J. 2000. Tidal influence on spatial dynamics of leopard sharks, *Triakis semifasciata*, in Tomales Bay, California. *Environmental Biology of Fishes*, 58:33-43.
- BIGELOW, H.B. & SCHROEDER, W.C. 1953. Fishes of the Western North Atlantic. Sawfishes, guitarfishes, skates and rays. *Mem. Sears Found. Mar Res.*, 1(2): 558.
- BRANCO-NUNES, I.S.L. 2015. Ecologia da *Dasyatis americana* (Hildebrand & Schroeder, 1928), na região metropolitana do Recife - PE e na ReBio Atol das Rocas - Brasil: uma abordagem comparativa. Tese de doutorado da Universidade Federal Rural de Pernambuco (dados não publicados).
- CORCORAN, M.J., WETHERBEE, B.M., SHIVJI, M.S., POTENSKI, M.D. CHAPMAN, D.D., HARVEY, G.M. 2013. Supplemental Feeding for Ecotourism Reverses Diel Activity and Alters Movement Patterns and Spatial Distribution of the Southern Stingray, *Dasyatis Americana*. *PLoS One*, 8(3): 59235.

FARRUGIA, T.J., ESPINOZA, M., LOWE, C.G. 2011. Abundance, habitat use and movement patterns of the shovelnose guitarfish (*Rhinobatos productus*) in a restored southern California estuary. *Marine and Freshwater Research*, 62: 648–657.

FERREIRA, L.C., AFONSO, A. S., CASTILHO, P.C., HAZIN, F. H. V. 2013. Habitat use of the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*, off Recife, Northeast Brazil: a combined survey with longline and acoustic telemetry. *Environ Biol Fish.* 96:735–745.

FIGUEREIDO, J.L. 1977. Manual de Peixes Marinhos do Sudoeste do Brasil: Cações, raias e quimeras. São Paulo: p.39.

GARLA, R.C. 2003. Ecologia e Conservação dos tubarões do Arquipélago de Fernando de Noronha, com ênfase no tubarão cabeça de cesto *Carcharhinus perezi* (Poey, 1876) (Carcharhiniformes, Carcharhinidae). Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Unesp, Brasil, 170p.

GARLA, R.C., CHAPMAN, D.D., WETHERBEE, B.M., SHIVJI, M. 2005. Movement patterns of young Caribbean reef sharks, *Carcharhinus perezi*, at Fernando de Noronha Archipelago, Brazil: the potential of marine protected areas for conservation of a nursery ground. *Marine Biology*, DOI 10.1007/s00227-005-0201-4.

GILLIAM D. & SULLIVAN K.M. 1993. Diet and feeding habits of the southern stingray *Dasyatis americana* in the Central Bahamas. *Bulletin of Marine Science*, 52: 1007–1013.

GUNN, J.S., STEVENS, J.D., DAVIS, T.L.O., NORMAN, B.M. 1999. Observations on the short-term movements and behaviour of whale sharks (*Rhincodon typus*) at ningaloo Reef, Western Australia. *Marine Biology*, 135:553-559.

GURSHIN, C.W.D. & SZEDLMAYER, S.T. 2004. Short-term survival and movements of Atlantic sharpnose sharks captured by hook-and-line in the north-east Gulf of Mexico. *Journal of Fish Biology*, 65:973-986.

HASLER, C.T., SUSKI, C.D., HANSON, K.C., COOKE, S.J., TUFTS, B.L. 2009. The Influence of dissolved oxygen on winter habitat selection by Largemouth Bass: An Integration of Field Biotelemetry Studies and Laboratory Experiments. *Physiological and Biochemical Zoology*, 82(2):143–152.

HEITHAUS, M.R. & DELIUS, B.K. 2009. Physical factors influencing the distribution of a top predator in a subtropical oligotrophic estuary. *Limnol. Oceanogr.*, 54(2): 472–482.

HENNINGSSEN A.D. 2000. Notes on reproduction in the southern stingray, *Dasyatis americana* (Chondrichthyes, Dasyatidae). *Copeia* 3: 826–828.

HEUPEL, M.R., SEMMENS, J.M., HOBDAV, A.J., 2006. Automated acoustic tracking of aquatic animals: scales, design and deployment of listening station arrays. *Mar. Freshw. Res.* 57, 1–13.

HOLLAND, K.N., WETHERBEE, B.M., PETERSON, J.D., LOWE, C.G. 1993. Movements and Distribution of Hammerhead Shark Pups on Their Natal Grounds. *Copeia*, 2: 495-502.

LE PORT, A., SIPPEL, T., MONTGOMERY, J.C. 2008. Observations of mesoscale movements in the short-tailed stingray, *Dasyatis brevicaudata*, from New Zealand using a novel PSAT tag attachment method. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 359(2): 110-117.

MATERN, S.A., CECHE-JR, J.J., HOPKINS, T.E. 2000. Diel movements of bat rays, *Myliobatis californica*, in Tomales Bay, California: evidence for behavioral thermoregulation. *Environmental Biology of Fishes*, 8:173-182.

RAMÍREZ-MOSQUEDA, E., PÉREZ-JIMÉNEZ, J.C., MENDOZA-CARRANZA, M. 2012. Reproductive parameters of the southern stingray *Dasyatis americana* in southern gulf of Mexico. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40 (2): 355-344.

REINE, K. 2005. An overview of tagging and tracking technologies for freshwater and marine fishes. E. T.-D.-E. DOER Technical Notes Collection, U.S. Army Engineer Research and Development Center, Vicksburg, MS. 16 pp.

SIMS, D.W., NASH, N.P., MORRITT, D. 2001. Movements and activity of male and female dogfish in a tidal sea lough: alternative behavioural strategies and apparent sexual segregation. *Marine Biology*, 139:1165-1175.

STASKO, A.B. & PINCOCK, D.G. 1977. Review of underwater biotelemetry, with emphasis on ultrasonic techniques. *J. Fish. Res. Board Can.*, 34: 1261-85.

TILLEY, A., LÓPEZ-ANGARITA, J., TURNER, J.R. 2013. Effects of scale and habitat distribution on the movement of the southern stingray *Dasyatis americana* on a Caribbean atoll. *MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES*, 482: 169–179.

WETHERBEE, B.M., GRUBER, S.H. ROSA, R.S. 2007. Movement patterns of juvenile lemon sharks *Negaprion brevirostris* within Atol das Rocas, Brazil: a nursery characterized by tidal extremes. *Marine Ecology Progress Series*, 343: 283-293.

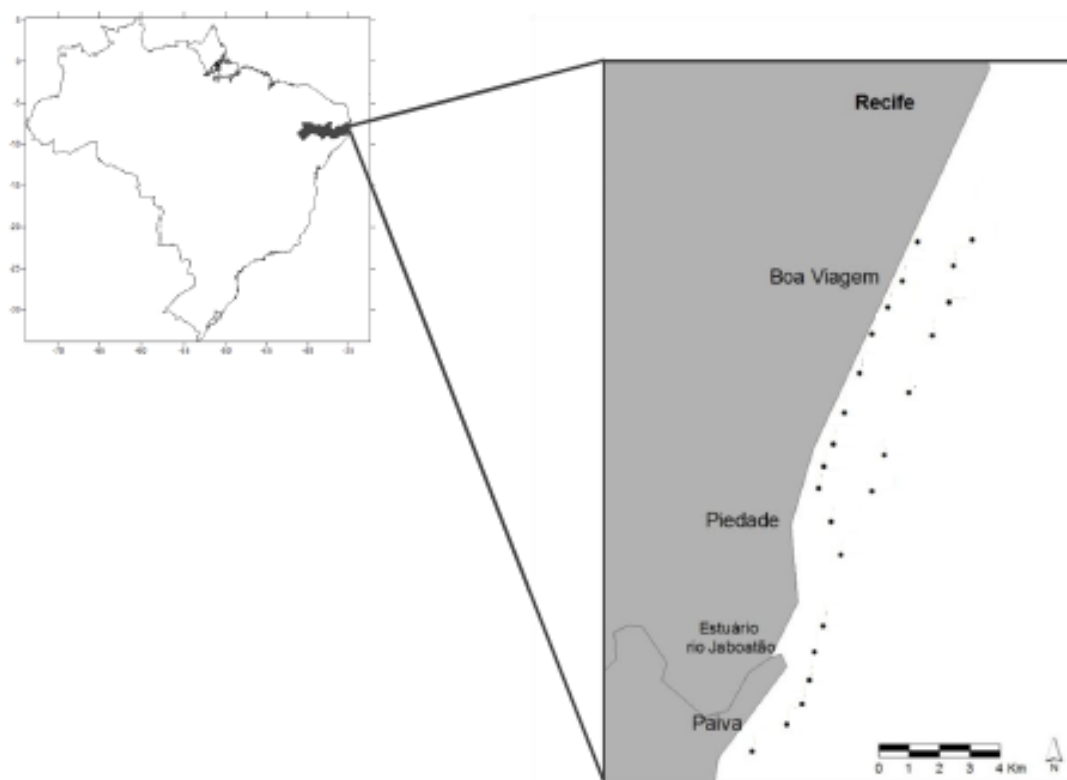


Figura 1. Mapa de localização das estações de coleta da matriz de monitoramento ao longo da costa da região metropolitana de Recife/ PE (adaptado de Ferreira et al., 2011).

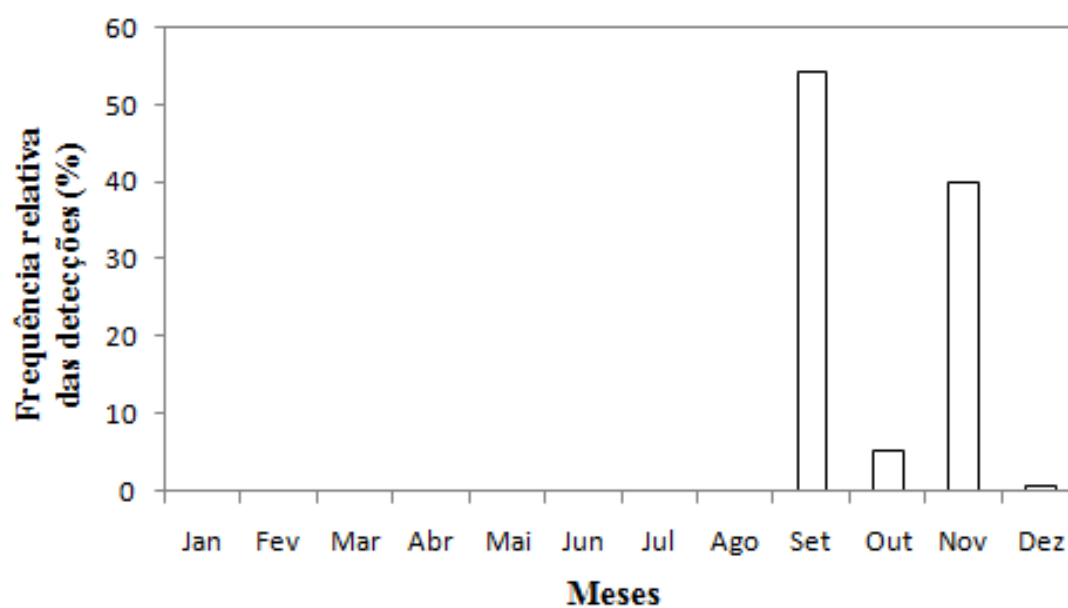


Figura 2. Percentual de detecções da *Raia 1* monitorada ao longo da costa da região metropolitana de Recife/ PE, para todos os receptores da matriz de monitoramento.

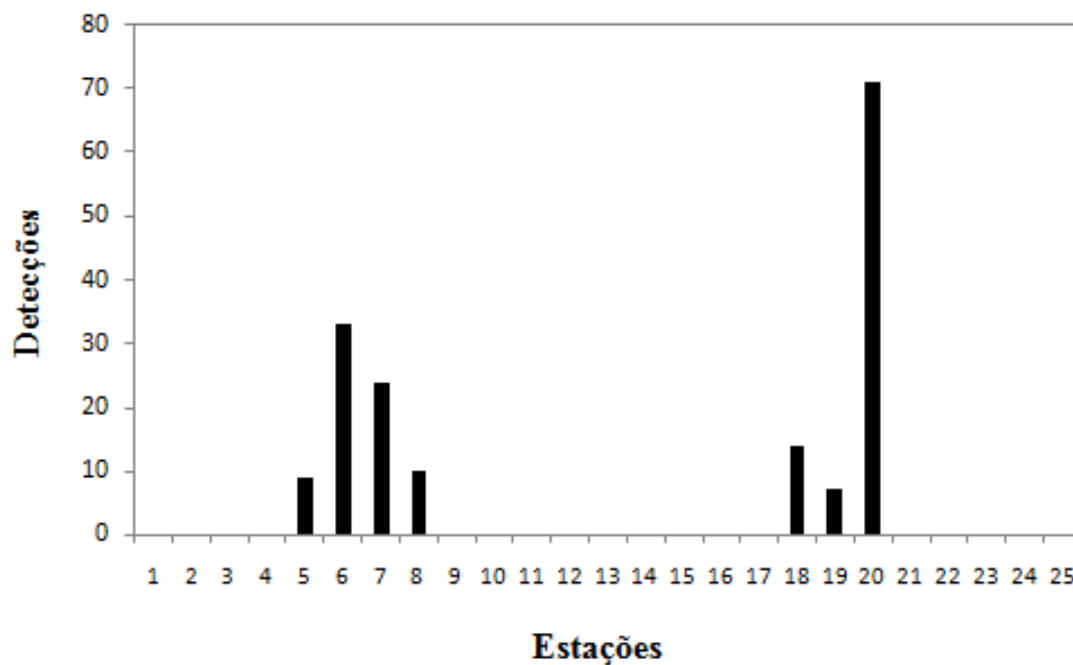


Figura 3. Percentual de detecções da *Raia 1* monitorada ao longo da costa da região metropolitana de Recife/ PE, para todos os receptores da matriz de monitoramento.

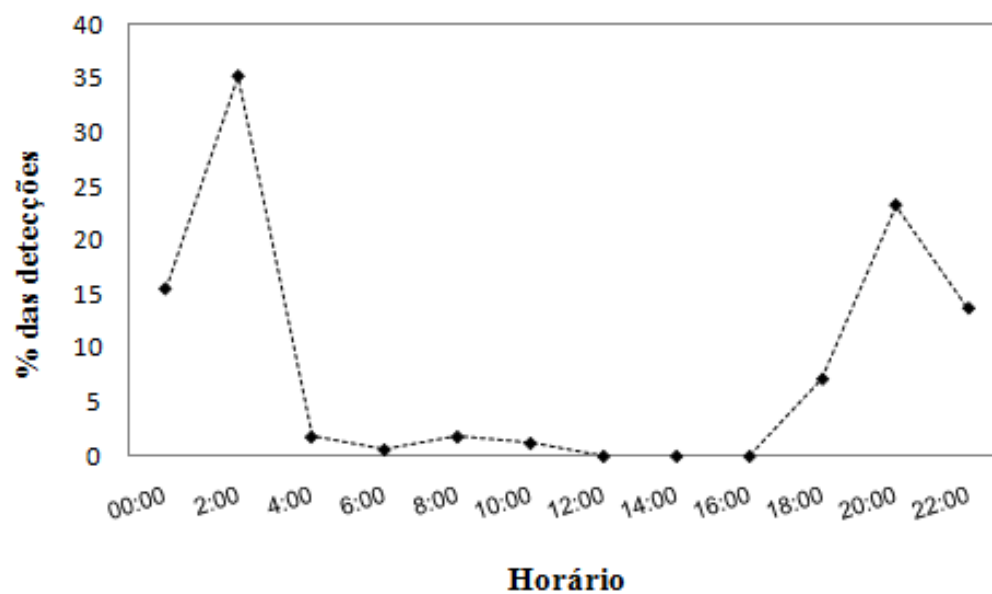


Figura 4. Percentual de detecções da *Raia 1* monitorada ao longo da costa da região metropolitana de Recife/ PE, em cada hora do dia para todos os receptores da matriz de monitoramento.

4.3. - Capítulo III

4.3.1. – Artigo I

Artigo científico a ser encaminhado a Revista **Journal of Fish
Biology**.

Sazonalidade e estrutura populacional da *Dasyatis americana* (Hildebrand & Schroeder, 1928), na Reserva Biológica do Atol das Rocas, em nove anos de monitoramento: subsídios para a conservação

Ilka Branco-Nunes¹ & Outros

¹ Laboratório de Oceanografia Pesqueira, Departamento de Pesca e Aquicultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Av. Dom Manuel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, CEP:52171- 900, Recife-PE, Brasil.

*Autor para contato: iilkabranco@hotmail.com

RESUMO

No nordeste do Brasil, a Reserva Biológica do Atol das Rocas se destaca como uma importante APA Marinha, que se caracteriza pelo seu isolamento geográfico e pela maior taxa de endemismo entre as ilhas oceânicas brasileiras. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi ampliar o conhecimento a respeito da estrutura populacional e sazonalidade de ocorrência da *Dasyatis americana*, no intuito esclarecer como a espécie utiliza o interior da reserva, ao longo do seu ciclo de vida. As observações foram realizadas ao longo de expedições científicas à Reserva Biológica do Atol das Rocas, com duração em média de 25 dias, entre janeiro de 2003 a outubro de 2013. O número total de raias avistadas foi de 411 ($45,66 \pm 63,67$), entre as quais foi possível a identificação do sexo em 355 (86,4%), sendo 312 fêmeas (87,9%) e 43 machos (12,1%). A proporção sexual, portanto, foi significativamente dominada por fêmeas (1:0,14). A diferença dos resultados entre os anos de amostragem se mostrou estatisticamente significativa. As taxas de avistagem da *D. americana* por hora de mergulho da espécie indicam uma maior frequência entre os anos de 2003 e 2008, havendo um considerável decréscimo das ocorrências a partir do ano de 2009.

Palavras-chave: Dasyatidae, declínio populacional, área de proteção ambiental.

1. INTRODUÇÃO

Pertencente à família Dasyatidae, a qual compreende cerca de 6 gêneros e 76 espécies descritas mundialmente (Last e Stevens, 1994), a *Dasyatis americana* (Hildebrand & Schroeder) é comumente encontrada em águas tropicais e subtropicais, costeiras e rasas, do Oceano Atlântico ocidental. A espécie pode atingir uma largura de disco máxima de 1,5 m (Figueiredo, 1977), com os machos maturando a partir de 51,0 cm de largura de disco e as fêmeas a partir dos 75,0 cm (Bigelow e Schoeder, 1953).

De fato, o conhecimento disponível na literatura sobre *D. americana* não é abundante, com a maior parte das pesquisas restringindo-se à biologia básica da espécie (Randall, 1967; Figueiredo, 1977; Broockmann, 1975; Snelson & Williams, 1981; Gilliam & Sullivan, 1993; Carqueija et al., 1995; Silva et al., 2001; Ebert & Cowley, 2003; Henningsen, 2000; Chapman et al., 2003; Ramírez-Mosqueda et al., 2012). Estudos que levem em consideração a estrutura e o status das populações, contudo, ainda são consideravelmente escassos, especialmente em regiões insulares ou áreas de proteção ambiental (Le Port et al., 2012; Corcoran et al., 2013).

Áreas de Proteção Ambiental Marinha (APAs Marinha), em sua maioria, possuem o potencial de elevar significativamente a biodiversidade local, a abundância das espécies e o comprimento máximo atingido por elas (Russ et al., 2004; Lamb & Johnson, 2010; Le Port et al., 2012), além de oferecerem benefícios para pescarias em áreas adjacentes, uma vez que as APAs contribuem para o recrutamento de diversas espécies (Jones et al., 2009). No nordeste do Brasil, a Reserva Biológica do Atol das Rocas é uma das mais antigas Unidades de Conservação no País, possuindo uma grande relevância ecológica. Em função do seu isolamento geográfico, apresenta, por exemplo, a maior taxa de endemismo entre todas as ilhas oceânicas brasileiras (Serafini et al., 2010). Por ser uma reserva biológica, a categoria de Unidade de Conservação mais

restritiva da legislação brasileira, a exploração de recursos naturais não é permitida no local, o que caracteriza a região como um santuário ecológico. Segundo Oliveira (2001), a fauna de elasmobrânquios no Atol das Rocas é composta por *Ginglymostoma cirratum*, *Negaprion brevirostris*, *Carcharhinus perezi*, *D. americana*, *Aetobatus narinari*, e *Manta birostris*, já tendo sido identificada por alguns autores como área de berçário para *Negaprion brevirostris* (Freitas et al., 2006; Wetherbee et al., 2007) e *Ginglymostoma cirratum* (Castro e Rosa, 2005; Agra, 2009).

Considerando-se a importância da Reserva Biológica do Atol das Rocas para as populações de elasmobrânquios que nela habitam, além do seu caráter remoto e protegido da influência antrópica direta, a presente pesquisa teve como objetivo ampliar o conhecimento a respeito da estrutura populacional e sazonalidade da *D. americana* em um ecossistema insular pouco impactado, buscando esclarecer como a espécie utiliza o interior da reserva, ao longo do seu ciclo de vida.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O Atol das Rocas (03°51'30"S e 33°49'29"W), além de ser o único atol do Atlântico Sul, foi a primeira reserva biológica a ser estabelecida no Brasil, em 1978. Constituído por um anel recifal que se estende por uma área de aproximadamente 7,5 km², situa-se a cerca de 260 km a leste da cidade de Natal, no nordeste do Brasil, e a 145 km a oeste do Arquipélago de Fernando de Noronha (Figura 1). A região encontra-se sobre um monte vulcânico que integra a cadeia de Fernando de Noronha, a qual é composta de um segmento de montes submarinos com direção Leste-Oeste (Gorini & Bryan, 1976).

O local é considerado um santuário ecológico, por abrigar um grande número de aves marinhas, tanto migratórias como residentes, tartarugas, que utilizam o local para desova e alimentação, além de diversas espécies de peixes, moluscos e crustáceos, algumas das quais são endêmicas desse ecossistema insular. No platô recifal são observadas piscinas naturais, as quais podem ter comunicação ou não com o oceano profundo adjacente. A profundidade das piscinas é de cerca de 3 m nas marés baixas, com dimensões que podem atingir até 400 m de comprimento, como é o caso da Piscina das Tartarugas (Kikuchi, 2002). O atol das Rocas é banhado pela corrente Sul Equatorial, com direção constante de E para W (Pereira et al., 2010). A temperatura da água do mar possui média de 27°C, podendo chegar a 42°C nas piscinas, com salinidade na superfície variando, em geral, entre 36 e 37. O regime de mesomarés é semi diurno, com altura máxima de 3,8 m (Gherardi & Bosence, 1999).

2.2. Amostragem

As amostragens foram realizadas ao longo de 37 expedições científicas para a Reserva Biológica do Atol das Rocas, com duração média de 25 dias, entre janeiro de 2003 e outubro de 2013. A pesquisa foi conduzida por meio de censo visual, em mergulho livre, durante o dia, no qual um pesquisador permaneceu por um período de tempo determinado (média de 1 hora por mergulho) em busca intensiva para observação da *D. americana*. Foram realizados esforços de avistagens em onze piscinas no interior do anel recifal: Âncoras- ÂNC, Barretinha- BAR, Barretão- BAT, Cemitério- CEM, Dos Nove- DOS, Laguna- LAG, Podes Crer- POD, Rocas- ROC, Salão dos Tubarões- SAL, Tartarugas- TAR, e Zulu- ZUL, das quais quatro apresentam comunicação com o mar de fora e sete são fechadas. Durante as avistagens tentou-se sempre identificar o

sexo dos espécimes, a partir da presença de um par de cláspers nos machos, e se estimar a largura do disco (LD) através da utilização de trenas adaptadas.

Com base no LD estimado, a partir das informações disponíveis na literatura (Bigelow e Schoeder, 1953; Henningsen, 2000; Ramírez-Mosqueda et al., 2012), os espécimes foram classificados em 3 categorias de desenvolvimento: juvenis $\leq 40,0$ cm de LD (fêmeas e machos); subadultos 40,0 a 75,0 cm de LD (fêmea) e 40,0 a 50,0 cm de LD (macho); e adultos $>50,0$ cm (machos) e $> 75,0$ cm de LD (fêmeas).

2.3. Análise de dados

A estação seca foi considerada como o período compreendido entre os meses de setembro e fevereiro, e a chuvosa entre os meses de março e agosto. Diferenças significativas na proporção sexual de machos e fêmeas, na abundância relativa dos indivíduos pela estação do ano (seca e chuvosa) e por fase etária foram avaliadas a partir do teste não-paramétrico do Qui-Quadrado. Diferenças nas fases de desenvolvimento (jovem, subadulto e adulto), de machos e fêmeas, entre os trimestres do ano foram avaliadas pelo teste não-paramétrico de Friedman.

No intuito de padronizar a matriz de dados relacionada às observações, os números referentes à frequência absoluta de ocorrência, foram também transformados em taxas de avistagem de *D. americana* por hora de mergulho (TAH). Após os dados de frequência absoluta terem sido padronizados em termo de taxas de avistagem, a existência de diferenças significativas nas ocorrências em relação aos anos, meses, estação do ano (seca e chuvosa) e piscina foram testadas estatisticamente. Em razão dos valores não terem atendido à premissa da normalidade em sua distribuição, optou-se pela realização do teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, utilizado também para

testar as diferenças relacionadas ao tamanho do LD de machos e fêmeas. As análises estatísticas foram realizada no software livre BioEstat 5.

3. RESULTADOS

3.1. Esforço de avistagem

Um total de 571 mergulhos foram conduzidos em 11 piscinas na Reserva Biológica do Atol das Rocas, entre janeiro de 2003 e outubro de 2013, resultando em um esforço de 595 horas. Em 183 (32,0%) mergulhos foi possível registrar a presença da *D. americana* no local. O tempo médio de cada mergulho foi de 62,53 minutos (d.p.= 20,29), variando de 34,93 minutos (d.p.= 27,77), na piscina do Salão, a 103,00 minutos (d.p.= 34,01), na piscina das Rocas (Tabela 1). Em todas as piscinas onde houve esforço de busca foi possível registrar a presença de raias, com exceção apenas da piscina Podes Crer, onde nenhum espécime foi observado durante todo o período do estudo.

O número médio de mergulhos por ano foi de $63,44 \pm 28,60$. No entanto, devido a limitações logísticas e climáticas, o número total e a periodicidade dos mergulhos variaram consideravelmente entre os anos, com o menor esforço de amostragem tendo ocorrido no ano de 2011, período em que houve a realização de 18 mergulhos, e o maior no ano de 2004, quando foram realizados 111 mergulhos (Tabela 2).

3.2. Proporção sexual

Considerando-se todos os anos de amostragem em conjunto, o número total de raias avistadas foi de 411 ($45,66 \pm 63,67$), variando de 2 indivíduos no ano de 2011 a 205 em 2008. Em 86,4% (355) das avistagens foi possível a identificação do sexo dos animais, dos quais 87,9% (312) eram fêmeas e 12,1% (43) eram machos. Não foi possível a identificação do sexo de 13,6% (56) dos espécimes avistados. A proporção

sexual (1:0,14) total da *D. americana* foi dominada por fêmeas, tendo sido observada uma diferença estatisticamente significativa entre os sexos ($X^2=203,834$; $p<0,0001$).

Diferentemente do que foi notado para a proporção sexual total da *D. americana*, a proporção de machos no estágio juvenil do desenvolvimento foi superior à de fêmeas (1:0,38), embora as diferenças encontradas não tenham sido estatisticamente significantes ($X^2=2,273$; $p=0,1317$). Já para os estágios subadulto (1:0,15) e adulto (1:0,1), a proporção sexual se mostrou superior para as fêmeas, tendo sido constatadas diferenças estatísticas significantes em ambos os estágios (subadulto: $X^2=36,765$; $p<0,0001$ e adulto: $X^2=183,502$; $p<0,0001$).

3.3. Distribuição da Largura do Disco (LD) e abundância sazonal

A largura do disco das raias avistadas apresentou uma amplitude de 15,0 a 150,0 cm, variando entre 20,0 e 150,0 cm ($94,61 \pm 23,31$) de LD para as fêmeas e entre 15,0 e 75,0 cm ($52,65 \pm 13,38$) de LD para os machos. Os comprimentos das fêmeas avistadas foram significativamente maiores que o dos machos ($H=76,0155$; $gl=1$; $p<0,0001$) (Figura 2). Houve, ainda, uma predominância de espécimes na fase adulta de desenvolvimento (Figura 3), tanto entre as fêmeas (79,8%) quanto entre os machos (58,5%).

A frequência relativa de ocorrência da espécie se mostrou maior na estação chuvosa (60,6%) em relação à estação seca (39,4%). Tendência semelhante também foi observada para machos e fêmeas, com 61,5% das avistagens de fêmeas e 53,5% de machos tendo ocorrido no período chuvoso (Figura 4).

As frequências relativas de ocorrência de indivíduos juvenis, subadultos e adultos, de ambos os sexos, em relação às estações de seca e chuvosa apresentaram diferenças significativas para todas as fases do desenvolvimento (fêmea juvenil: $X^2=$

11,156, $p = 0,0008$; fêmea adulta: $X^2 = 8,644$, $p = 0,0033$; macho juvenil: $X^2 = 25,0$, $p < 0,0001$; macho subadulto: $X^2 = 30,914$, $p < 0,0001$), exceto para fêmeas subadultas ($X^2 = 0,026$; $p = 0,8729$) e machos adultos ($X^2 = 6,25$; $p = 0,0124$) (Figura 5).

Houve uma leve tendência de diminuição da frequência de fêmeas adultas entre o segundo e o terceiro trimestre do ano e de subadultas entre o primeiro e o segundo trimestre. Já os machos adultos exibiram um declínio bastante marcado na sua frequência de ocorrência entre o terceiro e o quarto trimestre do ano. As diferenças observadas, entretanto, não foram estatisticamente significantes (fêmeas: $Fr = 8,0000$, $gl = 2$, $p = 0,0183$; macho: $Fr = 3,5000$; $gl = 2$; $p = 0,1738$).

3.4. Avaliação da Taxa de Avistagem por Hora

As taxas de avistagem da *D. americana* por hora de mergulho variaram de 0 a 12,27 ($0,78 \pm 1,51$). Os maiores valores médios ocorreram entre os anos de 2003 ($0,76 \pm 1,51$) e 2008 ($1,55 \pm 1,76$), observando-se, entre 2009 ($0,15 \pm 0,42$) e 2013 ($0,21 \pm 0,57$), valores consistentemente mais baixos (Figura 6). A diferença dos resultados entre os anos se mostrou estatisticamente significativa ($H = 41,9095$; $gl = 8$; $p < 0,0001$).

A distribuição das taxas de avistagem ao longo dos meses (Figura 7), levando em consideração todos os anos de forma combinada, não exibiu diferenças significativas ($H = 19,0172$; $gl = 11$; $p = 0,0608$). Quando avaliadas em relação às estações de seca e chuvosa (Figura 8) os valores também não diferiram significativamente ($H = 0,8576$; $gl = 1$; $p = 0,3544$).

A distribuição espacial da *D. americana* (Tabela 1) no interior do Atol das Rocas evidenciou uma preferência significativa da espécie pelas piscinas das Tartarugas ($1,65 \pm 1,5$) e do Salão ($1,66 \pm 1,8$), com uma menor frequência de avistagens nas piscinas Zulu ($0,19 \pm 0,4$) e das Rocas ($0,27 \pm 0,4$) ($H = 20,1029$; $gl = 9$; $p = 0,0173$).

4. DISCUSSÃO

O número total de avistagens (411) na Reserva Biológica do Atol das Rocas foi relativamente baixo quando comparado com o resultado de pesquisas que investigaram a ecologia da *D. americana* em outras ilhas oceânicas (Port et al., 2012). Trabalhos realizados no Atol de Glovers Reef, em Belize (254 km²), por exemplo, no intuito de estimar a abundância sazonal da *D. americana* no local, registrou 846 avistagens em um intervalo de apenas um ano (Tilley & Strindberg, 2013). As reduzidas dimensões do Atol das Rocas, no entanto, com apenas 7,5 km² (Kikuchi, 1994), sendo um dos menores atóis de todos os oceanos (Soares et al., 2009), provavelmente respondam por esta diferença.

A forte predominância de fêmeas (87,9%) encontrada no Atol das Rocas parece ser semelhante ao observado para outras espécies da família Dasyatidae. Corcoran et al. (2013), por exemplo, em estudos sobre a espécie nas Ilhas Cayman, também encontraram uma predominância de fêmeas. Tilley et al. (2013), entretanto, seguindo a mesma linha de estudo que o anterior, não observou diferenças na proporção sexual para a espécie no Atol de Glovers Reef, em Belize, assim como Gaspar et al., (2008) para *Himantura fai*, na ilha de Moorea. Entre os Dasyatideos já foi registrada também a prevalência de machos em relação às fêmeas, a exemplo da pesquisa realizada por Costa et al. (2015), sobre as características populacionais da *Dasyatis marianae* no complexo recifal de Maracajaú, no estado do Rio Grande do Norte sendo a mesma tendência relatada para a raia pelágica *Pteroplatytrygon violacea* (Véras et al, 2014). Tais variações estão provavelmente associadas a diferenças na distribuição de indivíduos em diferentes fases de desenvolvimento nos diferentes locais, já que a segregação sexual e ontogênica é uma característica bastante marcante em diversos elasmobrânquios (Springer, 1967).

A amplitude da largura do disco observada para *D. americana* na presente pesquisa (15,00 e 150,00 cm) se mostrou próxima, porém um pouco maior do que a relatada por Aguiar et al. (2009) (15,00 e 120,00 cm), em estudo realizado no Arquipélago de Fernando de Noronha, no qual foi avaliado o uso do habitat pela mesma espécie. Os autores registraram, ainda, que existiu uma maior abundância dos espécimes avistados na classe 25,0 cm de LD, correspondendo a indivíduos juvenis (Bigelow e Schoeder, 1953), diferentemente da Reserva Biológica do Atol das Rocas, onde a maioria dos espécimes, independentemente do sexo, já eram adultos.

A exemplo do presente trabalho, várias pesquisas com diferentes espécies de raia têm indicado uma prevalência de fêmeas com largura de disco maior do que a dos machos (Thorson, 1983; Snelson et al, 1988; Snelson et al, 1989; Garayzar et al, 1994; Ismen, 2002), embora a razão para essa diferença não seja clara.

A predominância de fêmeas, no estágio adulto de desenvolvimento, avistadas no interior da Reserva Biológica do Atol das Rocas, foi um resultado bastante marcante ao longo do período do estudo. A segregação espacial entre jovens e adultos é destacado na literatura como uma característica consideravelmente comum para as populações de peixes ósseos e cartilaginosos (Castro, 1993; Simpfendorfer & Milward, 1993; Jones & McCormick, 2002). Esse tipo de comportamento também já foi observado para diversas espécies de *Dasyatis*, a exemplo da *D. crysonota*, *D. sayi* e *D. guttata* (Thorson, 1983; Snelson et al., 1989; Ebert & Cowley, 2003;). Embora o Atol das Rocas já tenha sido identificado por alguns pesquisadores como área de berçário para algumas espécies de elasmobrânquios, a exemplo do *Negaprion brevirostris* (Freitas et al., 2006, 2009; Wetherbee et al., 2007) e *Ginglymostoma cirratum* (Castro & Rosa, 2005; Agra, 2009), dificilmente, a região se trata de uma zona de berçário para *D. americana*, em função da

escassez de indivíduos juvenis nas águas rasas e protegidas da reserva, o que descaracteriza o conceito de berçário (Castro, 1993).

O Atol das Rocas encontra-se a apenas 150 km do Arquipélago de Fernando de Noronha, estando ambas as localidades no topo de uma cadeia de montanhas submarinas (Kikuchi & Leão 1997, Gherardi & Bosence 2005). Em razão desta considerável proximidade, algumas espécies de peixes, por exemplo, são identificadas como endêmicas do conjunto Atol das Rocas-Fernando de Noronha (Soto, 2001). A predominância de fêmeas adultas de *D. americana* no interior do Atol das Rocas, associada à maior abundância de indivíduos jovens da espécie no Arquipélago de Fernando de Noronha (Aguilar et al., 2009), suscita a possibilidade de uma provável conexão entre as populações dessas duas ilhas oceânicas. No entanto, pesquisas que tiveram como objetivo investigar o padrão de movimentação de espécimes de *D. americana* em ilhas oceânicas relataram que, de maneira geral, a média do espaço de atividade ($<0,5 \text{ km}^2$) utilizado pela espécie é consideravelmente pequeno, além dos espécimes apresentarem uma alta fidelidade local (Corcoran et al., 2013; Tilley et al., 2013). Em razão disso, a hipótese de uma conexão entre as populações de *D. americana* do Atol das Rocas e da Ilha de Fernando de Noronha torna-se pouco provável, aumentando a probabilidade de que haja uma segregação por tamanho e sexo entre diferentes nichos do próprio ecossistema do Atol (e.g. dentro e fora do anel).

A carência de indivíduos do sexo masculino no Atol das Rocas parece não estar relacionada com o tamanho da área de movimentação do gênero, uma vez que ainda não foram observadas diferenças significativas no tamanho da área de atividade de fêmeas e machos da espécie, a partir do uso da telemetria ultrassônica (Tilley et al., 2013). Segundo Corcoran et al. (2013), uma teoria plausível para o reduzido número de

machos pode ser o maior tamanho das fêmeas que, ao competirem com os machos por alimento, terminariam por forçá-los a cobrir maiores áreas de distribuição.

É provável que a maior ocorrência da *D. americana* na piscina das Tartarugas esteja relacionada ao substrato arenoso encontrado no local, o qual permite a espécie exercer o comportamento de camuflagem, além de ser um ambiente rico em diversas possibilidades de presas, uma vez que a espécie apresenta uma estratégia alimentar do tipo oportunista (Gilliam & Sullivan, 1993). Tilley & Strindberg (2013) também registraram diferenças significativas na abundância relativa da *D. americana* entre os locais de ocorrência no Atol de Glovers Reef, em Belize. Diferentemente dos resultados observados para a *D. americana* no Atol das Rocas, Costa et al., (2005) relataram uma preferência por áreas de fundo coberto por algas, para *D. marianae*.

As taxas de avistagem da *D. americana* por hora de mergulho ao longo dos nove anos de monitoramento da espécie no interior da reserva indicam uma maior frequência entre os anos de 2003 e 2008, havendo um considerável decréscimo das ocorrências a partir do ano de 2009. Apesar de um leve aumento na taxa de avistagem por hora de mergulho no ano de 2013, esses números sugerem que a espécie pode estar sofrendo um declínio populacional natural na região, cujas causas, entretanto, não são totalmente claras. Contudo é importante se levar em consideração que este possível declínio possa resultar do fato do Atol das Rocas abrigar uma população de raias constituída quase que exclusivamente por fêmeas adultas (87,88%), bem como pelo baixo número de juvenis no interior da reserva, um local de águas rasas e protegidas, típicas para abrigar neonatos e espécimes jovens (Feldheim et al., 2002; Reyier et al., 2008; Duncan & Holland, 2006; Chapman et al., 2009; Henderson et al., 2010; Dale et al., 2011).

O Atol das rocas está situado em uma região oceânica, no topo de um monte submarino, com base em profundidades próximas a 4.000 m (Pereira et al., 2010), sendo

o isolamento geográfico, portanto, uma característica marcante do local. Levando em consideração o fato da *D. americana* ocupar normalmente águas costeiras e rasas e ter um hábito estritamente bentônico, a probabilidade da espécie realizar grandes migrações parece remota. Neste contexto, o isolamento geográfico acaba por constituir um fator que dificulta o fluxo gênico e a variabilidade genética, aspecto imprescindível para manter a saúde de populações selvagens. Por outro lado, em razão do Atol das Rocas estar localizado no interior de uma Reserva Biológica, a exploração de recursos naturais não é permitida no local, eliminando-se, assim, a hipótese de uma interferência antrópica sobre a população, como a atividade pesqueira.

5. AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO) pela concessão de licença de pesquisa (número 31672-2) e apoio nas atividades de campo, especialmente a Maurizélia Brito, coordenadora da Reserva Biológica Atol das Rocas. Ao Zeca, capitão do catamarã *Borandá*, por propiciar viagens seguras e tranquilas rumo ao Atol das Rocas.

REFÊRENCIAS

- AGRA, G. 2009. Organização social de elasmobrânquios na Reserva Biológica do Atol das Rocas, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brasil 64p.
- AGUIAR, A., VALENTIN, J.I., ROSA, R. 2009. Habitat use by *Dasyatis americana* in a south-western Atlantic oceanic island. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 89: 1147-1152.
- BIGELOW, H.B. & SCHROEDER, W.C. 1953. Fishes of the Western North Atlantic. Sawfishes, guitarfishes, skates and rays. Mem. Sears Found. Mar Res., 1(2): p.558.

BIZERRIL, C.R.S.F., COSTA, P.A.S. 2001. Peixes marinhos do Estado do Rio de Janeiro. Fundação de Estudos do Mar. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. 234p.

BROCKMAN, F.W. 1975. An observation on mating behavior of the southern stingray, *Dasyatis americana*. Copeia 1975: 784–785.

CARQUEIJA, C.R.G., SOUZA-FILHO, J.J., GÔUVEA, E.P., QUEIROZ, E.L. 1995. Decápodos (Crustacea) utilizados na alimentação de *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider) (Elasmobranchii, Dasyatidae) na área de influência da estação ecológica Ilha do Medo, Baía de todos os Santos, Bahia, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, 12 (4): 833-838.

CASTRO A.L.F. & ROSA R.S. 2005. Use of natural marks on population estimates of the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*, at Atol das Rocas Biological Reserve, Brazil. Environmental Biology of Fishes 72, 213–221.

CASTRO, J.I. 1993. The shark nursery of Bulls Bay, South California, with a review of the shark nurseries of the southeastern United States. Environmental Biology of Fishes. 38: 37–48.

CHAPMAN, D.D., CORCORAN, M.J., HARVEY, G.M., MALAN, S., SHIVJI, M.S. 2003. Mating behavior of southern stingrays, *Dasyatis americana* (Dasyatidae). Environmental Biology of Fishes 68, 241–245.

CHAPMAN, D.D., BABCOCK, E.A., GRUBER, S.H., DIBATTISTA, J.D., FRANKS, B., KESSEL, S., GUTTRIDGE, T.L., PIKITCH, E.K., FELDHEIM, K.A. 2009. Long term natal site-fidelity by immature lemon sharks (*Negaprion brevirostris*) at a subtropical island. Molecular Ecology, 18 (16): 3500-3507.

CORCORAN, M.J., WETHERBEE, B.M., SHIVJI, M.S., POTENSKI, M.D. CHAPMAN, D.D., HARVEY, G.M. 2013. Supplemental Feeding for Ecotourism Reverses Diel Activity and Alters Movement Patterns and Spatial Distribution of the Southern Stingray, *Dasyatis americana*. PLoS One, 8(3): e 59235.

COSTA, T.L.A., THAYER, J.A., MENDES, L.F. 2015. Population characteristics, habitat and diet of a recently discovered stingray *Dasyatis marianae*: implications for conservation. Journal of Fish Biology, 1-17.

DALE, J. J., WALLSGROVE, N.J., POPP, B.N., HOLLAND, K.N. 2011. Nursery habitat use and foraging ecology of the brown stingray *Dasyatis lata* determined from stomach contents, bulk and amino acid stable isotopes. Marine Ecology Progress Series. 433: 221–236.

DEMIRHAN, S.A., ENGIN, S., SEYHAN, K., AKAMCA, E. 2005. Some Biological Aspects of Thornback Ray (*Raja clavata* L., 1758) in the Southeastern Black Sea. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 5:75-83.

DUNCAN, K.M. & HOLLAND, K.M. 2006. Habitat use, growth rates and dispersal patterns of juvenile scalloped hammerhead sharks *Sphyrna lewini* in a nursery habitat. Marine Ecology Progress Series, 312: 211–221.

EBERT D.A. & COWLEY P.D. 2003. Diet, feeding and habitat utilization of the blue stingray *Dasyatis chrysonota* (Smith, 1828) in South African waters. Marine and Freshwater Research 54, 957–965.

ELLIS, J.R., PAWSON, M.G., SHACKLEY, S.E. 1996. The comparative feeding ecology of six species of shark and four species of ray (Elasmobranchii) in the North-East Atlantic. J. Mar. Biol. Assoc. U.K., 76:89-106.

FELDHEIM, K.A., GRUBER, S.H., ASHLEY, M.V. 2002. The breeding biology of lemon sharks at a tropical nursery lagoon. Proceedings of the Royal Society of London Series B, 269: 1655–1661.

FIGUEIREDO, J.L. 1977. Manual de Peixes Marinhos do Sudoeste do Brasil: Cações, raías e quimeras. São Paulo: p.39.

FREITAS, R.H.A., ROSA, R.S., GRUBER, S.H., WETHERBEE, B.M. 2006. Early growth and juvenile population structure of lemon sharks *Negaprion brevirostris* in the Atol das Rocas Biological Reserve, off north-east Brazil. Journal of Fish Biology, 68: 1319–1332.

GARAYAZAR, C. J. V., HOFFMAN, C. D., MELENDEZ, E. M. 1994. Tamaño y reproducción de la raya *D. longus* (Pisces: Dasyatidae), en Bahía Almejas, Baja California Sur, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 42 (1/2): 375 - 377.

GARLA, R.C., CHAPMAN, D.D., WETHERBEE, B.M., SHIVJI, M. 2006. Movement patterns of young Caribbean reef sharks, *Carcharhinus perezi*, at Fernando de Noronha Archipelago, Brazil: the potential of marine protected areas for conservation of a nursery ground. Marine Biology, 149: 189-199.

GASPAR, C., CHATEAU, O., GALZIN, R. 2008. Feeding sites frequentation by the pink whipray *Himantura fai* in Moorea (French Polynesia) as determined by acoustic telemetry. *Cybiurn*, 32(2): 153-164.

GHERARDI, D. F. M. & BOSENCE, D. W. J. 1999. Modeling of the ecological succession of encrusting organisms in recent coralline-algal frameworks from Atol das Rocas, Brazil. *Palaios*. 14(2):145-158.

GHERARDI, D.F.M. & BOSENCE D.W.J. 2005. Late Holocene reef growth and relative sea level changes in Atol das Rocas, equatorial South Atlantic. *Coral Reefs* 24: 264- 272.

GILLIAM, D. & SULLIVAN, K.M. 1993. Diet and feeding habits of the southern stingray *Dasyatis americana* in the Central Bahamas. *Bulletin of Marine Science* 52: 1007–1013.

GORINI, M.A. & BRYAN, G.M. 1976. The tectonic fabric of the equatorial Atlantic and adjoining continental margins: Gulf of Guinea to northeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 48: 101-119, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

GRAHAM, L., MURPHY, B., HATA, D. 2009. Using species composition data from a trawl survey to determine potential bycatch of the commercial trawl fishery for horseshoe crab *Limulus polyphemus* in the Middle Atlantic Bight. *North American Journal of Fisheries Management* 29: 478-487.

GRAY, A. E., MULLIGAN, T. J., HANNAH, R. W. 1997. Food habits, occurrence, and population structure of the bat ray, *Myliobatis californica*, in Humboldt Bay, California. *Environmental Biology of Fishes*, 49: 227-238.

GURSHIN, C.W.D., SZEDLMAYER, S.T. 2004. Short-term survival and movements of Atlantic sharpnose sharks captured by hook-and-line in the north-east Gulf of Mexico. *Journal of Fish Biology*, 65: 973-986.

HENDERSON, A.C., MCCLELLAN, K., CALOSSO, M. 2010. Preliminary assessment of a possible lemon shark nursery in the Turks & Caicos Islands, British West Indies. *Caribbean Journal of Science* 46: 29-38.

HENNINGSSEN A.D. 2000. Notes on reproduction in the southern stingray, *Dasyatis americana* (Chondrichthyes, Dasyatidae). *Copeia* 3: 826-828.

HOISINGTON, G. I., & LOWE, C. G. 2005. Abundance and distribution of the round stingray, *Urolophus halleri*, near a heated effluent outfall. *Marine Environmental Research*, 60: 437-453.

HOLDEN, M.J. 1974. Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions. *Sea Fisheries Research*, 1:117-137.

ISMEN, A. 2002. Age, growth, reproduction and food of common stingray (*D. pastinaca* L., 1758) in Iskenderun Bay, the eastern Mediterranean. *Fisheries Research*, 1403: 1 - 8.

JONES, G. P. & McCORMICK, M. I. 2002. Numerical and Energetic Processes in the Ecology of Coral Reef Fishes. In: Sale (ed). *Coral Reef Fishes*. Academic Press, San Diego, CA.

JONES, G. P., ALMANY, G. R., RUSS, G. R., SALE, P. F., STENECK, R. S., VAN OPPEN, M. J. H., WILLIS, B. L. 2009. Larval retention and connectivity among populations of corals and reef fishes: history, advances and challenges. *Coral Reefs*, 28: 307-325.

KIKUCHI, R.K.P. 1994. Geomorfologia, Estratigrafia e Sedimentologia do Atol das Rocas (Rebio-IBAMA/RN). Dissertação de Mestrado, 144 p., Universidade Federal da Bahia. Salvador, BA, Brasil. (não publicado).

KIKUCHI RKP AND LEÃO ZMAN. 1997. Rocas (Southwestern Equatorial Atlantic, Brazil): an atoll built primarily by coralline algae. in: INT. CORAL REEF SYM, 8th, Panama 1: 731-736.

LAMB, R. W., & JOHNSON, D. W. 2010. Trophic restructuring of coral reef fish communities in a large Marine reserve. Marine Ecology Progress Series, 408: 169–180.

LAST, P.R. & STEVENS J.D. 1994. Sharks and Rays of Australia. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), p.1-397.

LE PORT, A., & LAVERY, S. D. 2012. Population structure and phylogeography of the short-tailed stingray, *Dasyatis brevicaudata* (Hutton, 1875) in the Southern Hemisphere. Journal of Heredity, 103: 174–185.

LE PORT, A., LAVERY, S., MONTGOMERY, J.C. 2012. Conservation of coastal stingrays: seasonal abundance and population structure of the short-tailed stingray *Dasyatis brevicaudata* at a Marine Protected Area. ICES J. Mar.Sci., 69 (8):1427-1435.

MACENA, B.C.L. 2010. Estudo da sazonalidade, distribuição, abundância e comportamento migratório do tubarão-baleia (*Rhincodon typus*, Smith 1828) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil, 109p.

MCEACHRAN, J.D., CARVALHO, M.R. 2012. Mobulidae. In: CARPENTER, K.E. (Org). The Living Marine Resourcer of the Western Central Atlantic. Volume 1: Introduction, Molluscs, Crustaceans, Hagfishes, Sharks, Batoid fishes and Chimaeras. Roma: FAO. 1: 586-589.

MENDONÇA, S.A. 2011. Abundância relative, sazonalidade e comportamento de *Mobula tarapacana* (PHILIPPI, 1892) (Condruchothyes: Mobulidae) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo – Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil, 52p.

OLIVEIRA P.G.V. 2001. Levantamento da fauna de elasmobrânquios e estudos da biologia comportamental do tubarão-limão, *Negaprion brevirostris* (Poey, 1868) e tubarão-lixia *Ginglymostoma cirratum* (Bonnparte, 1788) na Reserva Biológica do Atol das Rocas – RN – Brasil. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brasil 114p.

PEREIRA, N.S., MANSO, V.A.V., SILVA, A.M.C., SILVA, M.B. 2010. Mapeamento Geomorfológico e Morfodinâmica do Atol das Rocas, Atlântico Sul. Revista da Gestão Costeira Integrada 10(3):331-345.

RAMÍREZ-MOSQUEDA, E., PÉREZ-JIMÉNEZ, J.C., MENDOZA-CARRANZA, M. 2012. Reproductive parameters of the southern stingray *Dasyatis americana* in southern gulf of Mexico. Latin American Journal of Aquatic Research, 40 (2): 355-344.

RANDALL J. 1967. Food Habits of Reef Fishes of the West Indies. Studies in Tropical Oceanography: Miami 5: 665–847.

REYIER, E.A., ADAMS, D.H., LOWERS, R.H. 2008. First evidence for a high-density nursery ground for the lemon shark (*Negaprion brevirostris*) off Cape Canaveral, Florida. *Florida Scientist*, 71: 134–148.

RUSS, G. R., ALCALA, A. C., MAYPA, A. P., CALUMPONG, H. P., WHITE, A. T. 2004. Marine reserve benefits local fisheries. *Ecological Applications*, 14: 597–606.

SBEEL (2005) Plano Nacional de Ação para a Conservação e o Manejo dos Estoques de Peixes Elasmobrânquios no Brasil. Recife: Sociedade Brasileira para o Estudo de Elasmobrânquios.

SERAFINI, T.Z., FRANÇA, G.B., ANDRIGUETTO-FILHO, J.M. 2010. Ilhas oceânicas brasileiras: biodiversidade conhecida e sua relação com o histórico de uso e ocupação humana. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 10: 281-301.

SILVA, G.B., VIANA, M. S. R., FURTADO-NETO, M.A.A. 2001. Morfologia e Alimentação da raia *Dasyatis guttata* (Chondrichthyes: Dasyatidae) na Enseada do Mucuri, Fortaleza, Ceará. *Arquivos de Ciência do Mar.*, 34: 67-75.

SILVA-JUNIOR, L.C., ANDRADE, A.C., VIANNA, M. Technical contribution. 2011. Length-weight relationships for elasmobranchs from southeastern Brazil. *Journal of Applied Ichthyology*, 27: 1408–1410.

SIMPFENDORFER, C.A. & MILWARD, N.E. 1993. Utilization of a tropical bay as a nursery area by sharks of the families Carcharhinidae and Sphyrnidae. *Environmental Biology of Fishes* 37: 337-345.

SMITH, J. W. & MERRINER, J. V. 1987. Age and growth, movements and distribution of the cownose ray, *Rhinoptera bonasus*, in Chesapeake Bay. *Estuaries*, 10(2): 153-164.

SMITH, W. D., CAILLIET, G. M., MARIANO, E. 2007. Maturity and growth characteristics of a commercially exploited stingray, *Dasyatis dipterura*. *Marine and Freshwater Research*, 58: 54-66.

SNELSON, F. F., JR., & WILLIAMS, S. E. 1981. Notes on the occurrence, distribution, and biology of elasmobranch fishes in the Indian River Lagoon System, Florida. *Estuaries*, 4: 110–120.

SNELSON, F. F., JR., WILLIAMS-HOOPER, S. E., SCHMID, T. H. 1988. Reproduction and ecology of the Atlantic stingray, *Dasyatis sabina*, in Florida coastal lagoons. *Copeia*, 1988: 729–739.

SNELSON, F. F., WILLIAMS-HOOPER, S. E., SCHMID, T. H. 1989. Biology of the bluntnose stingray, *Dasyatis sayi*, in Florida Coastal Lagoons. *Bulletin of Marine Science*, 45(1): 15-25.

SOARES, M. DE O., LEMOS, V. B., KIKUCHI, R.K.P. 2009. Atol das Rocas, Atlântico Sul Equatorial: considerações sobre a classificação do recife biológico. *Revista Brasileira de Geociências*. 39(2): 238-243.

SOTO, J.M.R. 2001. “Peixes do Arquipélago de Fernando de Noronha”. *Mare Magnum*, 1: 147-169.

SPRINGER, S. 1967. Social Organization of shark populations. pp. 149-174. *In*: P.W. Gilbert, R.F. Matheson & D.P. Rall (ed.) *Sharks, Skates, and Rays*, John Hopkins Press, Baltimore.

TAGLIAFICO, A., RAGO, N., RANGEL, M.S. 2013. Biological aspects of rays *Dasyatis guttata* and *Dasyatis americana* (Myliobatiformes: Dasyatidae) caught by the artisanal fishery in Margarita Island, Venezuela. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* 48(2): 365-373.

THORSON, T. B. 1983. Observations on the morphology, ecology and life history of the euryhaline stingray, *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider, 1801). *Acta Biologica Venezuelana*, 11 (4): 95 – 125.

TILLEY A, STRINDBERG S. 2013. Population density estimation of southern stingrays *Dasyatis americana* on a Caribbean atoll using distance sampling. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 23(2): 202–209.

TILLEY, A., LÓPEZ-ANGARITA, J., TURNER, J.R. 2013. Effects of scale and habitat distribution on the movement of the southern stingray *Dasyatis americana* on a Caribbean atoll. *Marine Ecology Progress Series*, 482: 169–179.

VERAS, D. P., HAZIN, F. H. V., BRANCO, I. S. L., TOLOTTI, M. T., BURGESS, G. H. 2014. Reproductive biology of the pelagic stingray, *Pteroplatytrygon violacea* (Bonaparte, 1832), in the equatorial and south-western Atlantic Ocean. *Marine and Freshwater Research*, 65: 1035-1044.

WETHERBEE, B.M., GRUBER, S.H. ROSA, R.S. 2007. Movement patterns of juvenile lemon sharks *Negaprion brevirostris* within Atol das Rocas, Brazil: a nursery characterized by tidal extremes. *Marine Ecology Progress Series*, 343: 283-293.

Tabela 1. Esforço de avistagem da raia *D. americana* e tempo médio de mergulho em onze piscinas do Atol das Rocas, entre janeiro de 2003 e outubro de 2013. (TAH: Taxa de mergulho por hora de avistagem).

Piscinas	Tipo de Piscina	Total de mergulhos	Tempo médio de mergulho (min)	Mergulhos com avistagem (%)	Média da TAH
Âncoras	F	98	59,04 ± 20,54	25,51	0,46 ± 1,54
Barretinha	A	21	64,33 ± 27,98	19,05	0,29 ± 1,9
Barretão	A	10	78,00 ± 33,08	40,00	0,35 ± 0,4
Cemitério	F	113	67,91 ± 20,18	33,63	0,74 ± 1,5
Dos nove	F	77	61,36 ± 18,59	24,68	0,34 ± 1,6
Laguna	F	73	61,30 ± 20,57	36,99	0,79 ± 1,5
Podes crer	A	10	53,50 ± 31,85	-	-
Rocas	F	15	103,00 ± 34,01	40,00	0,27 ± 0,4
Salão	F	16	34,93 ± 27,77	50,00	1,66 ± 1,8
Tartarugas	F	114	62,23 ± 20,14	42,98	1,65 ± 1,5
Zulu	A	24	49,16 ± 31,84	12,50	0,19 ± 0,4

Tabela 2. Esforço anual de avistagem de machos e fêmeas da raia *D. americana* no Atol das Rocas, entre janeiro de 2003 e outubro de 2013.

Anos	Total de mergulhos	Total de avistagens	♀	♂	Sexo desconhecido	Proporção sexual (♀ : ♂)	X ²	<i>p</i>
2003	94	70	46	6	17	1 : 0,13	36,618	< 0,0001
2004	111	50	35	9	6	1 : 0,26	15,364	< 0,0001
2005	66	31	23	8	-	1 : 0,35	7,258	0,0071
2006	45	25	21	4	-	1 : 0,19	11,56	0,0007
2008	82	205	172	16	17	1 : 0,09	129,447	< 0,0001
2009	61	12		-	12	-	-	-
2010	42	4	1	-	3	-	-	-
2011	18	2	2	-	-	-	-	-
2013	52	13	12	-	1	-	-	-
Total	571	411	312	43	56	1 : 0,14	203,834	< 0,0001

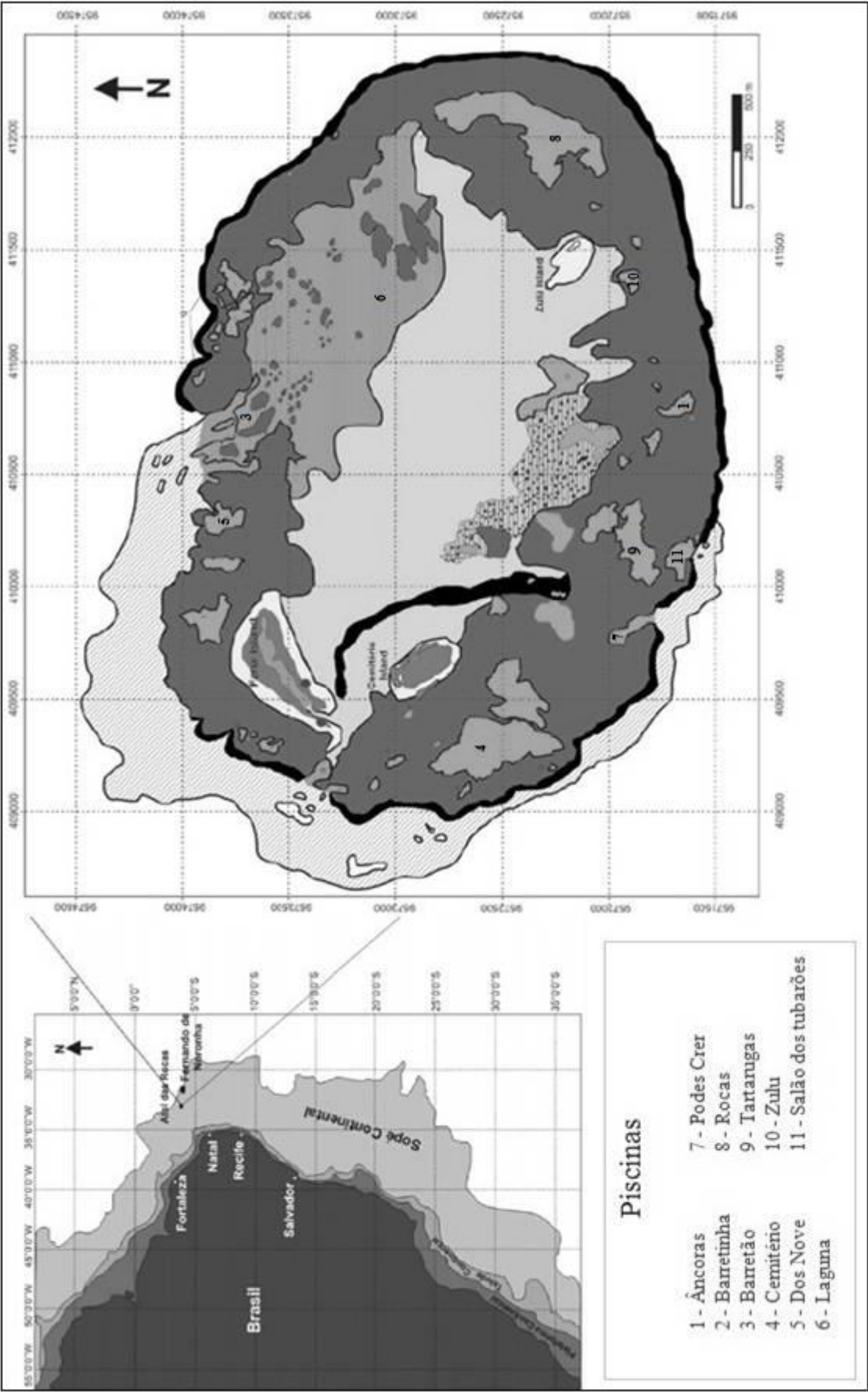


Figura 1. Mapa de localização do Atol das Rocas (Fonte: adaptado de Pereira et al., 2010; 2013).

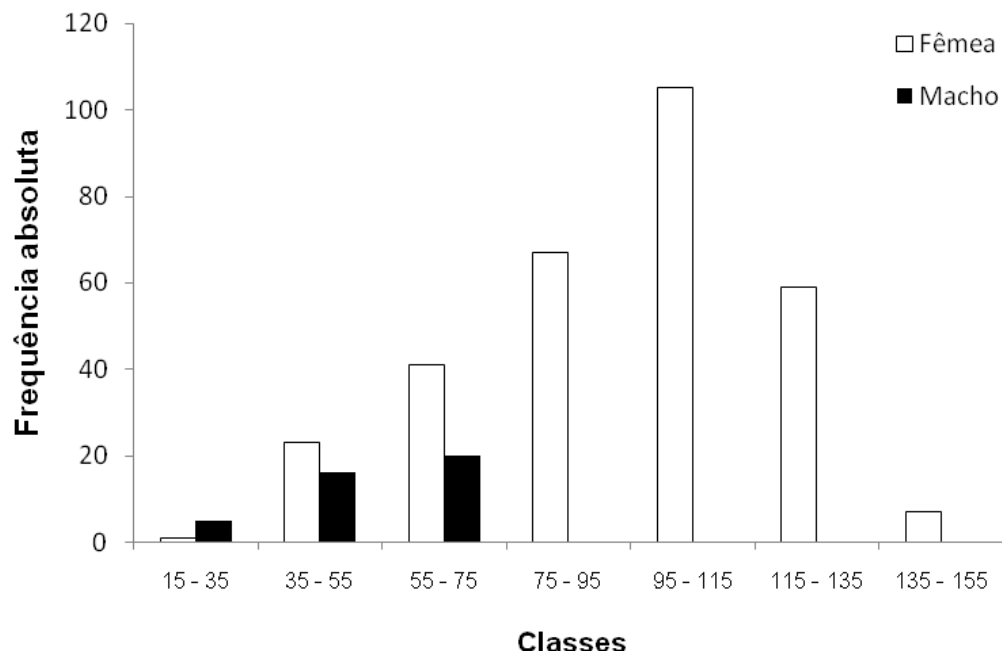


Figura 2. Distribuição da frequência absoluta da largura do disco em diferentes classes de comprimento da raia *D. americana* (fêmea = 303 e macho = 41) no Atol das Rocas, entre janeiro de 2003 e outubro de 2013.

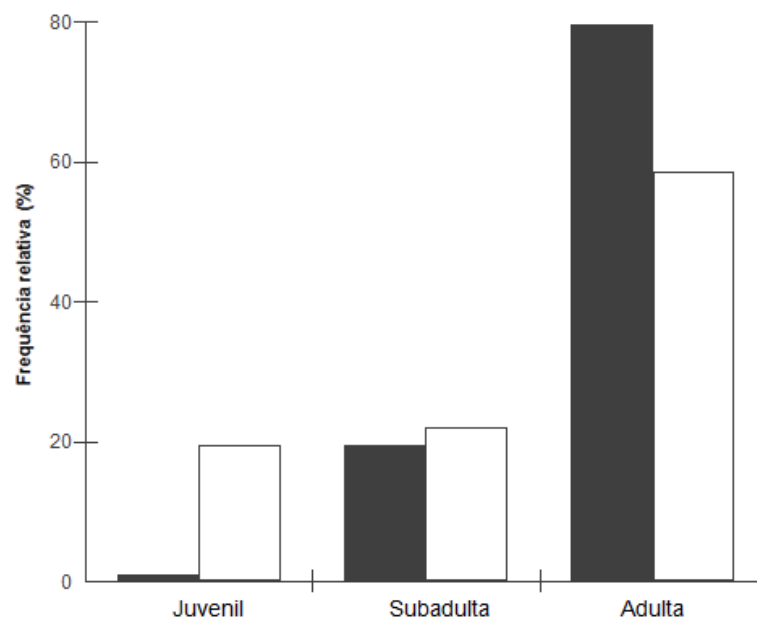


Figura 3. Distribuição da frequência relativa por fase do desenvolvimento para fêmeas (barra preta) e machos (barra vazada) da raia *D. americana* no Atol das Rocas, entre janeiro de 2003 e outubro de 2013.

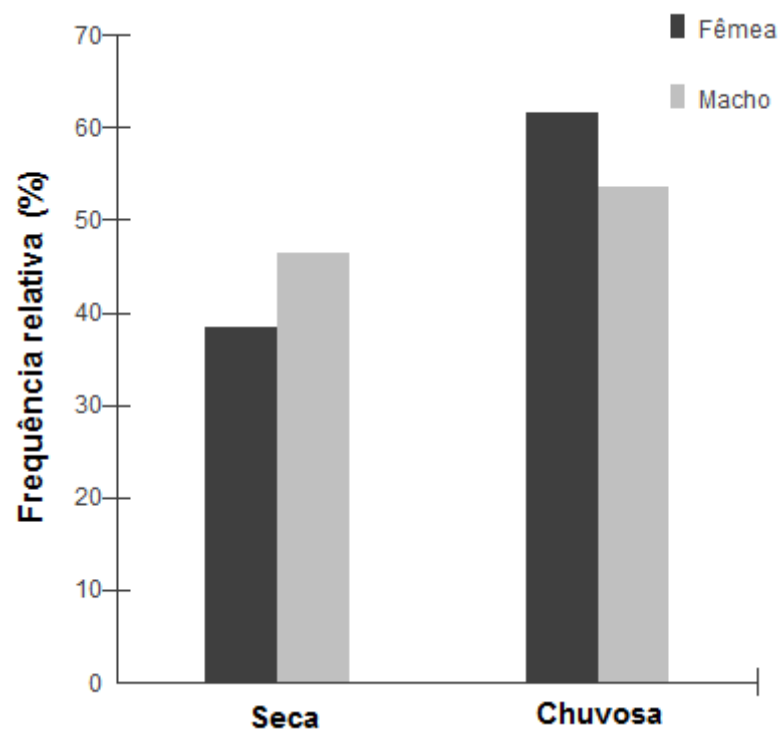


Figura 4. Frequência relativa da ocorrência de fêmeas e machos da raia *D. americana* no Atol das Rocas, entre as estações seca e chuvosa, de janeiro de 2003 a outubro de 2013.

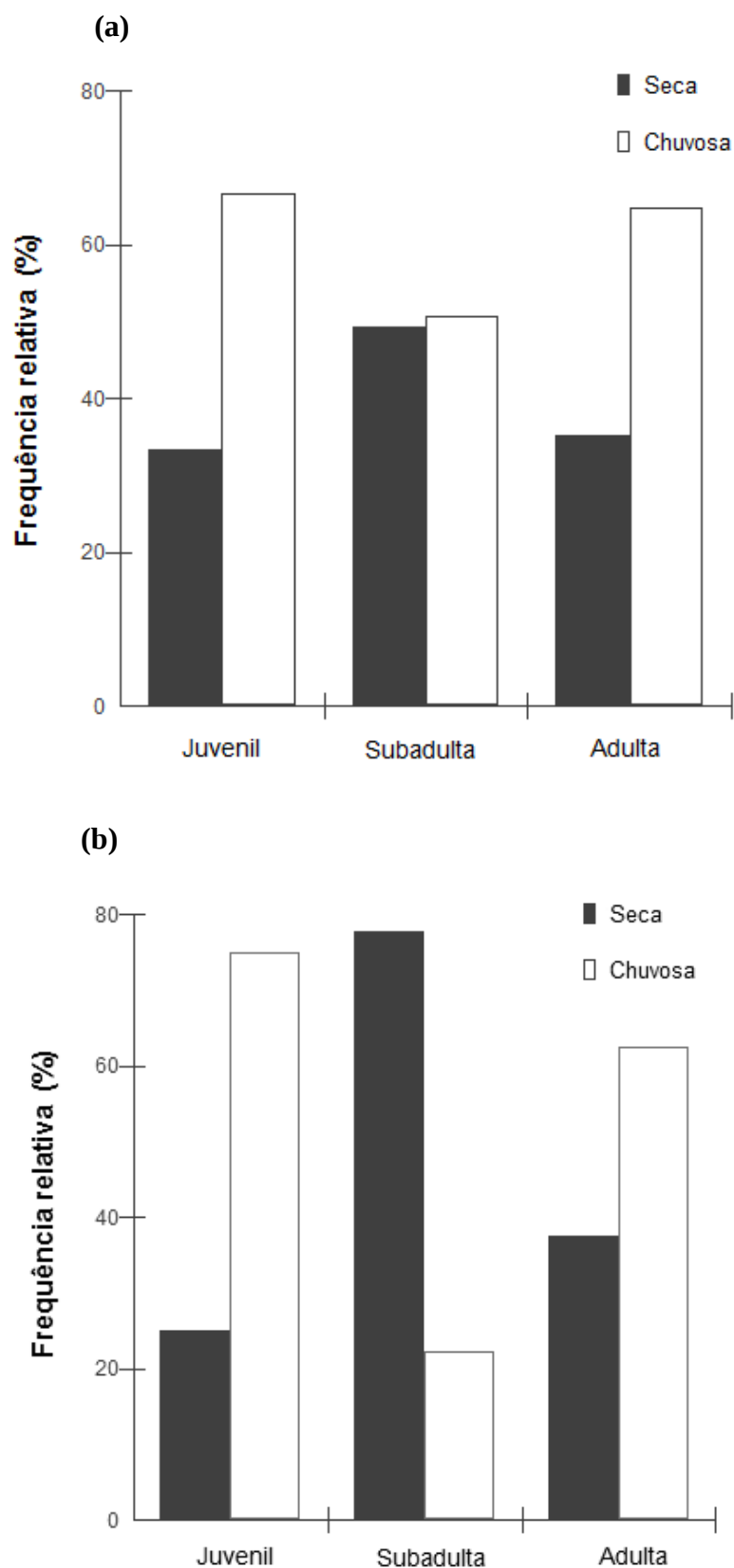


Figura 5. Distribuição da frequência relativa de (a) fêmeas e (b) machos da raia *D. americana*, em diferentes fases do desenvolvimento, entre as estações de seca e chuvosa, no Atol das Rocas, entre janeiro de 2003 e outubro de 2013.

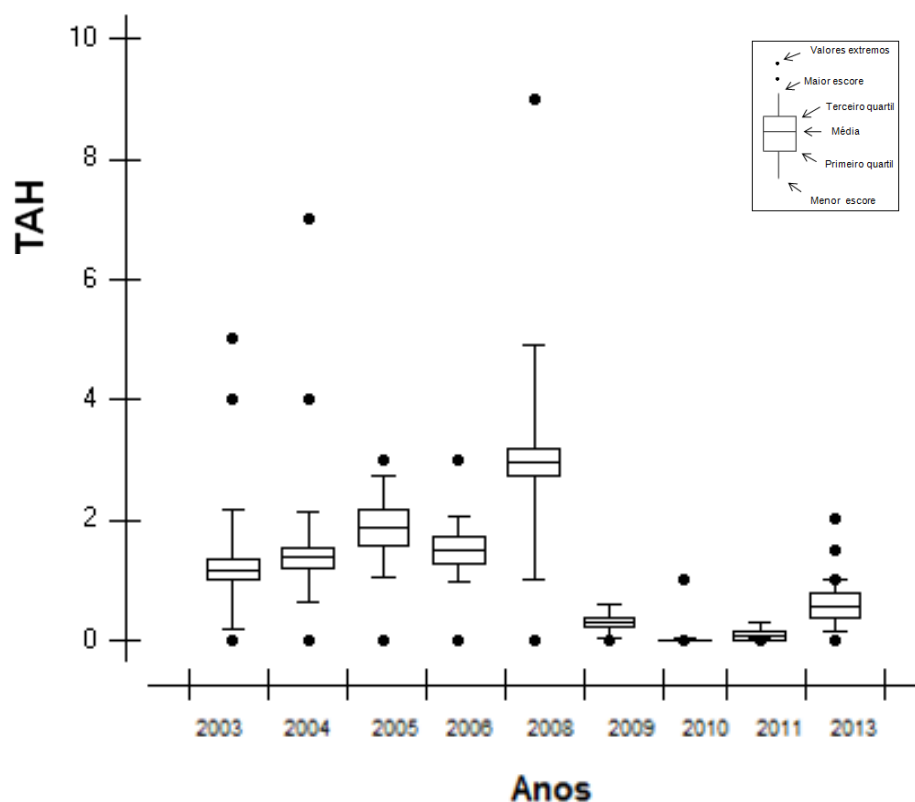


Figura 6. Distribuição anual da taxa de avistagem por hora de mergulho (TAH), da raia *D. americana* no Atol das Rocas, entre janeiro de 2003 e outubro de 2013.

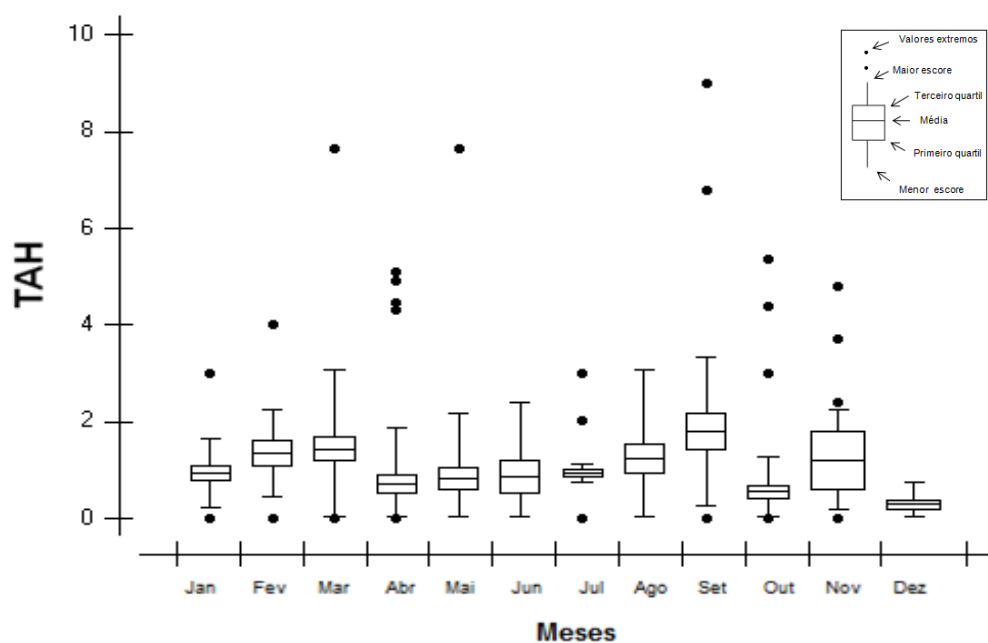


Figura 7. Distribuição mensal da taxa de avistagem por hora de mergulho (TAH), da raia *D. americana* no Atol das Rocas, entre janeiro de 2003 e outubro de 2013.

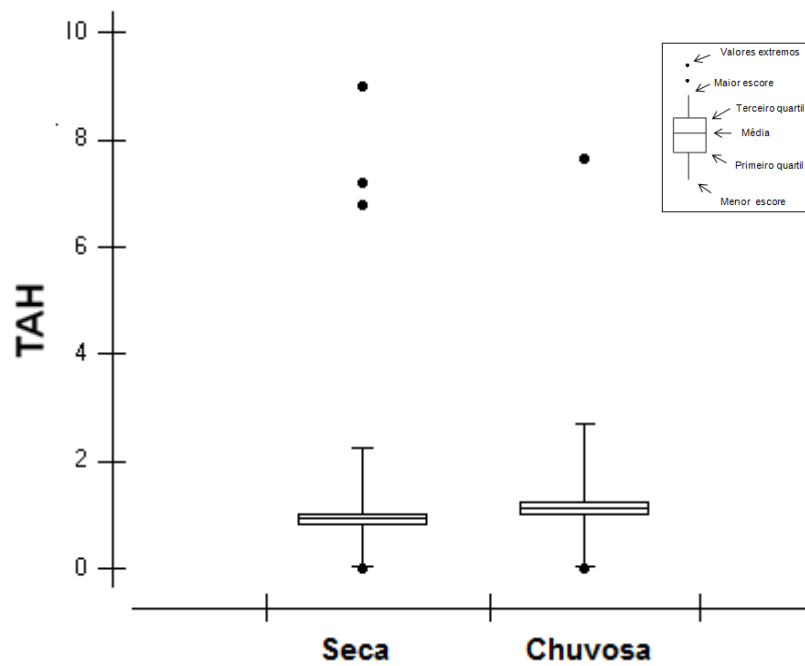


Figura 8. Distribuição da taxa de avistagem por hora de mergulho (TAH), da raia *D. americana*, ao longo das estações de seca e chuvosa, no Atol das Rocas, entre janeiro de 2003 a outubro de 2013.

4.4. - Capítulo IV

4.4.1. – Artigo I

Artigo científico a ser encaminhado a Revista **Journal of Fish
Biology**.

Deslocamento vertical da raia prego, *Dasyatis americana* (Hildebrand & Schroeder, 1928) na Reserva Biológica do Atol das Rocas – Brasil

Ilka Branco-Nunes¹ & Outros

¹ UFRPE, Departamento de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal Rural de Pernambuco. Av. Dom Manuel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, CEP:52171- 900, Recife-PE, Brasil. *Autor para contato: iilkabranco@hotmail.com

Resumo

A raia *Dasyatis americana* é uma das espécies mais comuns da família Dasyatidae, se distribui em águas tropicais e subtropicais do Oceano Atlântico ocidental. No Brasil, ocorre especialmente na costa do nordeste, sendo habitualmente avistada no Arquipélago de Fernando de Noronha e na Reserva Biológica do Atol das Rocas. A presente pesquisa, buscou elucidar o padrão de movimentação vertical da *D. americana* no interior e nas circunvizinhanças do Atol das Rocas, por meio da utilização de transmissores eletrônicos via satélite (PSAT), bem como compreender o papel da Reserva Biológica do Atol das Rocas na conservação da espécie. O padrão vertical de profundidade e temperatura foram obtidos de duas raia fêmeas adultas, com um tamanho estimado de 108,0 e 95,0 cm de largura de disco. Os resultados indicaram uma forte preferência, para ambas as raia, pelas águas quentes e rasas do Atol das Rocas. A *Raia I* e a *Raia II* permaneceram 91,4% e 86,3% do período do monitoramento, respectivamente, em águas aquecidas com temperaturas acima dos 28°C e em profundidades de até 5 m. Os resultados obtidos evidenciam que as áreas de baixa profundidade constituem um dos habitats essenciais para a espécie no Atol das Rocas, além de indicarem uma provável fidelidade ao local.

Palavra-chave: Dasyatidae, habitats essenciais, comportamento animal, movimentação.

1. INTRODUÇÃO

A raia *Dasyatis americana* (Hildebrand & Schroeder 1928) é um dos membros mais comuns da família Dasyatidae (Last e Stevens, 1994). A espécie pode atingir até 150,0 cm de largura de disco (Figueiredo, 1977) e, assim como grande parte dos elasmobrânquios, apresenta um desenvolvimento sexual tardio: as fêmeas maturam a partir dos 75,0 cm de LD e os machos a partir de 51,0 cm de LD (Henningsen, 2000; Ramírez-Mosqueda et al., 2012). A *D. americana* é freqüentemente encontrada em águas tropicais e subtropicais do Oceano Atlântico ocidental, incluindo o Golfo do México e o Mar do Caribe, sendo particularmente abundante nas costas da Florida e das Bahamas (Bigelow e Schroeder, 1953). No Brasil, ocorre especialmente na costa do nordeste, sendo habitualmente avistada no Arquipélago de Fernando de Noronha e na Reserva Biológica do Atol das Rocas (Aguiar et al. 2009). Apresentando hábito demersal, a espécie é identificada como um mesopredador oportunista, alimentando-se, sobretudo, de pequenos invertebrados bentônicos (Gilliam & Sullivan, 1993; Ebert & Cowley, 2003).

Assim como para a maior parte das espécies de raias, os membros que compõem o gênero *Dasyatis* também sofrem com a escassez de informações relacionadas à sua história de vida. Estudos que abordem aspectos relacionados à sua movimentação horizontal e vertical são particularmente raros, especialmente para *D. americana* (Corcoran et al., 2013; Tilley et al., 2013).

Uma ferramenta de considerável relevância para o estudo dos movimentos de peixes marinhos, que vem sendo amplamente utilizada em todo o mundo, é a telemetria via satélite. Os transmissores via satélite do tipo PSAT (*Pop-up Satellite Archival Tags*) foram desenvolvidos para suprir a necessidade de coleta de dados em longo prazo. Esse tipo de tecnologia já tem sido utilizada em pesquisas com diversas espécies, incluindo

principalmente atuns (Block et al., 1998; Lutcavage et al., 1999; Sibert et al., 2003; Teo et al., 2007; Whitlock et al., 2012), agulhões (Horodysky et al., 2005; Kerstetter et al., 2003; Graves et al., 2002), tartarugas (Swimmer et al., 2002), lulas (Bazzino et al., 2010), e outros teleósteos (Sims et al., 2009; Loher 2008), além de tubarões (Hammerschlag et al., 2010; Bonfil et al., 2005; Stokesbury et al., 2005; Weng et al., 2004; Sims et al., 2003;) e raias (Le Port et al., 2008; Wearmouth & Sims, 2009). Esta inovação tecnológica, juntamente com a utilização de ferramentas já existentes, tem permitido a identificação de movimentos migratórios associados a comportamentos alimentares e reprodutivos, além daqueles decorrentes da influência dos fatores ambientais, em várias das espécies estudadas (Arnold e Dewar, 2001; Boustany et al., 2002). Mais recentemente, esse tipo de tecnologia vem sendo largamente utilizada no estudo do deslocamento vertical e horizontal de várias espécies de elasmobrânquios em Áreas de Proteção Ambiental no Brasil (APA), como é o caso do Arquipélago de São Pedro e São Paulo (Macena, 2010; Bezerra, 2013).

Pesquisas que avaliam os benefícios das APAs Marinhas na conservação dos elasmobrânquios sugerem que, atualmente, essas áreas apresentam diferentes níveis de proteção sobre populações de espécies normalmente exploradas (Bonfil, 1999; Chapman et al., 2005; Carraro e Gladstone, 2006; Robbins et al., 2006; Heupel et al., 2010; Knip et al., 2012). No entanto, se a dinâmica espacial e temporal da história de vida das espécies forem consideradas durante o desenvolvimento e a projeção dessas áreas, é possível que elas possam representar uma ferramenta de gestão eficaz na conservação de elasmobrânquios (Port et al., 2012).

No nordeste do Brasil, o Atol das Rocas é oficialmente classificado como uma Reserva Biológica, sendo, portanto, considerada a categoria mais restritiva na legislação brasileira dentre as Unidades de Conservação. Dentro da área do Atoll, a exploração

dos recursos naturais, actividades recreativas e de visitação, não são permitidas no local exceto aquelas com fins científicos e educacionais, o que caracteriza a região como santuário ecológico, possuindo, em função do seu isolamento geográfico, a maior taxa de endemismo entre as ilhas oceânicas brasileiras (Serafini et al., 2010).

A despeito da sua reconhecida relevância ecológica, as taxas de avistagem da *D. americana* ao longo de nove anos de monitoramento da espécie no interior da Reserva Biológica do Atol das Rocas evidenciou claramente a existência de uma predominância das avistagens entre os anos de 2003 a 2008, havendo um considerável decréscimo das ocorrências a partir do ano de 2009. Em razão do Atol das Rocas abrigar uma população de raias constituída quase que exclusivamente por indivíduos adultos do sexo feminino, atrelada à carência de espécimes do sexo masculino e de representantes juvenis no interior da reserva, é possível que a espécie esteja sofrendo um declínio populacional natural na região (Branco-Nunes, 2015). Nesse sentido, a presente pesquisa empregou esforços no intuito de elucidar questões relacionadas ao padrão de movimentação vertical da *D. americana* no interior e nas circunvizinhanças do Atol das Rocas, bem como compreender o papel da Reserva Biológica do Atol das Rocas na sua conservação.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O Atol das Rocas (03°51'30"S e 033°49'29"W), foi a primeira reserva biológica a ser estabelecida no Brasil, em 1978, além de ser o único atol do Atlântico Sul. Constituído por um anel recifal que se estende por uma área de aproximadamente

7,5 km², está situado a cerca de 260 km a leste da cidade de Natal, no nordeste do Brasil, e a 145 km a oeste do Arquipélago de Fernando de Noronha. A região encontra-se sobre um monte vulcânico que integra a cadeia de montanhas submarinas de Fernando de Noronha, a qual é composta de um segmento de montes submarinos com direção Leste-Oeste (Gorini & Bryan, 1976).

O local é considerado um santuário ecológico, por abrigar um grande número de aves marinhas, tanto migratórias como residentes, tartarugas, que utilizam o local para desova e alimentação, além de diversas espécies de peixes, moluscos e crustáceos, algumas das quais são endêmicas desse ecossistema insular. A região é banhada pela corrente Sul Equatorial, com direção de leste para oeste (Ekau & Knoppers, 1996; Pereira et al., 2010), e apresenta um regime de mesomarés semidiurno, com altura máxima de 3,8 m (Gherardi & Bosence, 1999). No platô recifal são observadas piscinas naturais, as quais podem ter comunicação ou não com o oceano profundo adjacente. A profundidade das piscinas é de cerca de 3 m nas marés baixas, com dimensões que podem atingir até 400 m de comprimento, como é o caso da Piscina das Tartarugas (Kikuchi, 2002).

2.2. Programação dos transmissores eletrônicos (MiniPATs)

Os transmissores via satélite do tipo PSAT (*Pop-up Satellite Archival Tags*), modelo MiniPAT, foram programados para coletar dados em intervalos de 60 segundos, durante todo o período de monitoramento, sumarizados em variações de 12 *bins* de profundidade e temperatura (Tabela 1), produzindo histogramas a cada 6 horas. Os transmissores eletrônicos foram pré-programados por um período de tempo de 60 dias. Em função das características ecológicas da *D. americana*, os transmissores foram programados para serem automaticamente liberados dos espécimes após um período de

96 horas de profundidade e temperaturas constantes. Os dados transmitidos ao sistema de satélite ARGOS foram baixados e decodificados pelo *software* WC-DAP (*Data Analysis Programs*).

O perfil de deslocamento vertical de profundidade e temperatura, em suas diferentes faixas, foram analisados em relação aos diferentes períodos do dia afim de investigar possíveis preferências e diferenças nos padrões diários de movimentação vertical. Neste intuito, os dados de porcentagem de tempo dos diferentes extratos de profundidade e temperatura para o dia (05:00-17:59) e para a noite (18:00-04:59) foram testados por meio de uma ANOVA (Análise de Variância). As análises estatísticas foram realizada no *software* BioEstat 5.

2.3. Implantação dos transmissores

As raias da espécie *D. americana* foram marcadas com transmissores eletrônicos (MiniPATs) durante uma expedição científica para a Reserva Biológica do Atol das Rocas, que ocorreu em março de 2013 com duração de 25 dias. No intuito de se evitar a manipulação dos animais, o procedimento de marcação dos espécimes foi realizado por meio de mergulho livre (Figura 2). Os equipamentos foram fixados a uma ponteira de aço inoxidável e através do auxílio de uma lança foram aplicados, por um mergulhador, na região posterior da nadadeira peitoral das raias, fora da cavidade celomática (adaptado de Speed et al., 2013).

3. RESULTADOS

3.1. Implantação e performance do transmissor

O padrão de distribuição vertical e temperatura foi obtido para duas raias fêmeas adultas, com um tamanho estimado de 108,0 e 95,0 cm de LD. Ambas as raias foram

marcadas na piscina Zulu, no interior da Reserva Biológica do Atol das Rocas. A *Raia I* foi marcada no dia 10/03/2013 (0352.375N 3347.888W) e a *Raia II* no dia 11/03/2013 (0352.366N 3347.898W) (Figura 1).

Durante o procedimento de implantação dos transmissores, ambos os espécimes apresentavam boas condições vitais. Apesar disso, a MiniPat da *Raia II* foi liberada prematuramente, permanecendo no animal por apenas 8 dias, embora tenha sido previamente programada para coletar dados sumarizados durante 60 dias consecutivos. A *Raia I*, no entanto, permaneceu com o transmissor durante todo o período pré-programado (Tabela 2). O percentual total dos dados decodificados e transmitidos com êxito através do sistema de satélites ARGOS foi de 67% para o transmissor da *Raia I* e 64% para o da *Raia II*. Devido a problemas técnicos, não foi possível a obtenção da posição geográfica dos animais durante o período de monitoramento.

3.2. Uso do habitat vertical e preferências de temperatura

Os resultados indicam um claro padrão vertical de uso do habitat para a *D. americana*, com uma forte preferência, para ambas as raia, pelas águas quentes e rasas do Atol das Rocas. A *Raia I* e a *Raia II* permaneceram 91,4% e 86,3% do período do monitoramento, respectivamente, em águas aquecidas, com temperaturas acima dos 28°C e em profundidades de até 5 m (Figura 3).

Ao longo do tempo de monitoramento, a *Raia I* se manteve 93,0% do período diurno e 94,0% do noturno, em profundidades de até 5 m. A faixa de profundidade de maior preferência foi entre 1 e 2 m, onde ela permaneceu 52,1% do dia e 54,8% da noite (Figura 4), enquanto que em apenas 7,0% do dia e 6,0% da noite, foram registradas profundidades maiores que 10,0 m. A faixa de temperatura frequentada pela *Raia I* se mostrou bastante semelhante entre os períodos diurno e noturno, com 89,2% do dia e

91,4% da noite tendo sido dispendidos em temperaturas de 27,0 a 31,0°C, e 53,0% do dia e 75,2% da noite entre 27,0 e 29,0°C. A *Raia I* manteve-se ainda em águas com temperaturas mais amenas (21,0 a 27,0°C) em apenas 8,9% do dia e 8,2% da noite. A similaridade das proporções do tempo de permanência entre o período diurno e noturno, nas diferentes faixas de profundidade e temperatura freqüentadas pela *Raia I*, foram confirmadas estatisticamente (Profundidade: $F=0,0175$, $p=0,8919$; Temperatura: $F=0,0118$, $p=0,9117$).

De forma semelhante à *Raia I*, a *Raia II* manteve-se a maior parte do tempo em profundidades de até 5 m, com a sua presença em águas superficiais tendo sido observada em 70,7% e 72,4% do tempo ao longo do dia e da noite, respectivamente. Contudo, ao contrario da *Raia I*, as faixas de preferência de profundidade para a *Raia II* se mostraram diferentes entre o período diurno e noturno, com o animal tendo permanecido 27,9% do dia em águas com profundidades entre 10 e 20 m; e 34,3% da noite em águas mais superficiais (0-1 m) (Figura 4). O padrão geral de variação de temperatura, porém, manteve-se próximo ao da *Raia I*, com o animal tendo permanecido 88,7% do dia e 91,4% da noite em temperaturas entre 27,0 e 31,0°C, e 78,7% do dia e 85,6% da noite em temperaturas entre 27,0 e 29,0°C. Temperaturas menores (24,0 a 27,0°C) foram registradas em apenas 6,6% do dia e 6,0% da noite. As diferenças entre as proporções do tempo utilizado pela *Raia II* nos diversos extratos de profundidade e temperatura, ao longo do dia e da noite, entretanto, não foram estatisticamente significativas (Profundidade: $F=0,1210$, $p=0,7322$; Temperatura: $F=0,0250$, $p=0,8709$).

A despeito da clara preferência dos animais por águas superficiais e mais aquecidas do Atol das Rocas, ambas as raias executaram movimentos verticais em águas mais profundas e com menores valores de temperatura. A *Raia I* realizou um

número maior de mergulhos em relação à *Raia II*, os quais ocorreram nos últimos dias do monitoramento. No dia 09/05/2013, foi registrado o maior mergulho realizado pela *Raia I*, a qual alcançou 77,5 m de profundidade a uma temperatura de 25,3°C. A *Raia II*, que perdeu o transmissor prematuramente, exibiu um menor número de mergulhos, atingindo 24,0 m de profundidade no dia 15/03/2013, em águas com temperatura de 28,1°C.

Os dados obtidos a cada 5 minutos, por meio da função *Time Series* dos transmissores, indicaram frequências acumuladas de profundidade e temperatura (Tabela 3) parecidas para ambos os indivíduos. A *Raia I* experimentou temperaturas que variaram entre 23,8 e 33,3°C (média $\pm$ desvio padrão) ($28,1 \pm 1,0$) e profundidades de 0 a 77,5 m ($3,0 \pm 8,5$), enquanto que a *Raia II* registrou temperaturas que variaram entre 25,7 e 34,4°C ($28,3 \pm 1,0$) e profundidades de 0 a 24m ($4,8 \pm 5,8$) (Figura 5).

O padrão de movimentação vertical diário da *Raia I* evidenciou claramente que o espécime preferiu águas mais rasas, com profundidades acima dos 5 m, entre 13:00 e 23:00 h, com os maiores valores de temperatura também ocorrendo nesse mesmo período, enquanto que a movimentação em águas mais profundas, abaixo dos 10 m, ocorreu principalmente entre 00:00 e 12:00 horas (Figura 6). Já a utilização do habitat vertical para a *Raia II* não mostrou um padrão tão evidente, no ciclo de 24 h (Figura 7).

4. DISCUSSÃO

4.1. Implantação e performance do transmissor

Nas últimas décadas, uma série de métodos de fixação de transmissores eletrônicos, via satélite ou acústicos, para o monitoramento da movimentação de raias, têm sido testados sem efeitos negativos importantes em relação ao bem estar do animal (Blaylock 1990; Collins et al., 2007; Le Port et al., 2008). Contudo, na maior parte dos

casos, as técnicas de fixação exigem captura e contenção dos animais a bordo, existindo riscos inerentes para o pesquisador durante o manuseio com o espécime, bem como eventuais traumas aos animais (Speed et al., 2013). A utilização de técnicas de marcação sem a captura do animal, dentro do seu ambiente natural, reduz consideravelmente os riscos para o pesquisador e para os espécimes marcados (Sundstrom et al., 2001). O emprego de armas de mergulho e lanças para a implantação externa de transmissores em grandes elasmobrânquios já foi relatado em pesquisas com o tubarão lixa (*Ginglymostoma cirratum*), com as raias manta (*Manta birostris*) e com o tubarão baleia (*Rhincodon typus*) (Pratt e Carrier 2001; Wilson et al., 2006; Dewar et al., 2008; Macena, 2010), sendo este tipo de ferramenta normalmente utilizada em situações em que a contenção do animal não é possível devido a questões práticas ou éticas.

Embora as dificuldades técnicas relacionadas com a marcação e acompanhamento de elasmobrânquios em ambientes de recifes tropicais sejam bastante conhecidas (Nelson, 1977; Bres 1993; Simpfendorfer & Heupel, 2004), a escolha de lanças para a aplicação das MiniPats na *D. americana*, a partir do mergulho livre, se mostrou eficiente na presente pesquisa. A observação in situ da *Raia I* dias após a marcação permitiu constatar que o comportamento natural do espécime, mesmo carregando consigo o transmissor, parecia normal, sem qualquer prejuízo aparente de suas atividades habituais no interior do Atol.

4.2. Uso do habitat vertical e preferências de temperatura

Ambas as raias marcadas exibiram perfis de deslocamento vertical comparáveis, permanecendo a maior parte do monitoramento em águas de baixa profundidade (acima dos 5 m). Os dois espécimes permaneceram menos de 10% do tempo em águas com

profundidades maiores que 10 m. Tendência semelhante também foi observada em estudo realizado com outras espécies da família Dasyatidae, *Pastinachus atrus* e *Urogymnus asperrimus*, na lagoa do Recife de Ningaloo, no oeste da Austrália (Speed et al., 2013). Segundo os autores, as raias marcadas com transmissores acústicos apresentaram um comportamento altamente sedentário, permanecendo nas águas rasas do local (1-10 m de profundidade) na maior parte do monitoramento, com alguns indivíduos chegando a se estabelecerem por cerca de 8 h seguidas no mesmo local, apresentando comportamentos normais de alimentação e repouso.

O forte comportamento de fidelidade local às águas rasas do interior da Reserva Biológica do Atol das Rocas, observados na presente pesquisa para ambos os espécimes monitorados, é semelhante ao descrito em estudos que avaliaram o padrão de movimentação da *D. americana* nas Ilhas Cayman e no Atol de Glovers Reef, em Belize (Corcoran et al., 2013; Tilley et al., 2013). Os autores citados observaram, também, que além da alta fidelidade ao local de estudo, de maneira geral, a média do espaço de atividade ($<0,5 \text{ km}^2$) utilizado pela espécie foi consideravelmente reduzido.

A preferência por águas de baixa profundidade parece estar intimamente relacionada às características biológicas da espécie, além de estarem também associadas ao local do estudo. Segundo Bigelow e Schoeder (1953), as espécies que compõem o gênero *Dasyatis* caracterizam-se por apresentar hábitos estritamente bentônicos e por se alimentarem especialmente de espécies epibentônicas, incluindo, sobretudo, crustáceos e pequenos teleósteos, entre outros invertebrados (Gilliam & Sullivan, 1993; Carqueija et al., 1995; Silva et al., 2001; Ebert & Cowley, 2003). Portanto, o fato da *D. americana* ocupar primordialmente águas costeiras e rasas e apresentar uma alimentação altamente associada ao fundo arenoso (Bigelow e Schoeder, 1953; Figueiredo, 1977; Menni &

Stehmann, 2000) parece explicar a elevada porcentagem de tempo que os dois espécimes permaneceram em águas rasas, no interior da reserva.

O padrão diário de movimentação vertical da *Raia I*, a qual permaneceu com o transmissor durante todo o período de programação, mostra que o espécime preferiu águas mais rasas na maior parte do dia, ao passo que frequentou águas mais profundas em grande parte do período noturno. De forma semelhante, outros estudos que monitoraram a movimentação da *D. americana* ressaltaram um maior espaço de atividade da espécie no período noturno, permanecendo em maior repouso ao longo do dia (Corcoran et al., 2013). Esse padrão de comportamento pode estar intimamente associado ao fato da *D. americana* ser uma espécie com hábitos naturalmente noturnos, forrageando especialmente durante este período (Gilliam & Sullivan, 1993). Este tipo de comportamento também foi relatado para diversas outras espécies de elasmobrânquios costeiros de águas rasas (McKibben & Nelson, 1986; Wiens, 1989; Holland et al., 1993; Cartamil et al., 2003; Vaudo & Lowe, 2006; Chapman et al., 2007; Collins et al., 2007).

É importante ressaltar, por outro lado, que a ausência de uma clara distinção das atividades realizadas entre os períodos do dia, como a observada para a *Raia II* na presente pesquisa, pode estar associada ao comportamento oportunista de forrageamento da espécie (Bigelow & Schroeder 1953, Randall 1967, Gilliam & Sullivan 1993), com os indivíduos apresentando alterações dos períodos de pico de atividade como resposta a fatores ambientais locais, como, por exemplo, o risco de predação (Tilley et al., 2013).

O extrato de maior preferência de temperaturas (27 a 29°C) experimentadas pela *D. americana* no Atol das Rocas se mostrou coerente com os valores de variação de temperatura já observados nas águas rasas do local, os quais possuem média de 27°C, podendo chegar a até 42°C nas piscinas fechadas (Gherardi & Bosence, 1999; Pereira et al., 2010). A permanência da espécie em temperaturas mais elevadas, durante o período

do monitoramento, parece estar profundamente associada à elevada frequência da mesma por locais de baixa profundidade. A temperatura mínima experimentada pela *Raia I* (25,3°C), no maior mergulho que o espécime realizou corroborou com os valores do perfil de temperatura descrito para o tubarão galha-branca, *Carcharhinus longimanus*, no Atlântico Oeste Tropical (Tolotti, 2011). Se mostrou, contudo, um pouco superior aos valores observados para outras espécies de elasmobrânquios em estudos que também avaliaram o deslocamento vertical, a exemplo do tubarão-baleia *Rhincodon typus* e da raia-pelágica *Pteroplatytrygo violacea* (Macena, 2010; Vêras, 2012).

Embora esporádicos, o registro da ocorrência de mergulhos acima dos 70 m de profundidade na presente pesquisa sugere uma indicação de que a espécie realiza eventualmente incursões para fora do atol recifal, permanecendo por determinados períodos na circunvizinhança do Atol das Rocas. Apesar de não ter sido possível a obtenção das localizações geográficas dos espécimes monitorados com os transmissores via satélite, o perfil do uso do habitat vertical parece indicar que a *D. americana* não realiza grandes migrações para além da Reserva Biológica do Atol das Rocas. Os dados de movimentação vertical avaliados na pesquisa nos levam a concluir que a probabilidade da espécie ser encontrada em águas oceânicas de elevada profundidade é relativamente reduzida, uma vez que o registro máximo de profundidade encontrado para a espécie é de 53m (IUCN, 2015). Os resultados do monitoramento de dois espécimes de *D. americana* com transmissores eletrônicos, portanto, evidenciaram as áreas de baixa profundidade como um dos habitats essenciais para a espécie no Atol das Rocas. Apesar da relevância dos dados e da compreensão de que a espécie parece realmente apresentar um comportamento de residência ao Atol, maiores esforços

precisam ser realizados para que seja possível investigar detalhadamente o padrão de deslocamento horizontal realizado pela espécie.

AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO) pela concessão de licença de pesquisa (número 31672-2) e pelo apoio nas atividades de campo, especialmente a Maurizélia Brito, coordenadora da Reserva Biológica Atol das Rocas. Ao Zeca, capitão do catamarã *Borandá*, por propiciar viagens seguras e tranquilas rumo ao Atol das Rocas.

REFÊRENCIAS

- AGUIAR, A., VALENTIN, J.I., ROSA, R. 2009. Habitat use by *Dasyatis americana* in a south-western Atlantic oceanic island. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 89: 1147-1152.
- ARNOLD, G. & DEWAR, H. 2001. Electronic tags in marine fisheries research: a 30-year perspective. In: Sibert JR, Nielsen JL (eds) *Electronic tagging and tracking in marine fisheries*. Kluwer, Dordrecht, pp 7–64.
- BAZZINO, G., GILLY, W.F., MARKAIDA, U., SALINAS-ZAVALA, C.A., RAMOS-CASTILLEJOS, J. 2010. Horizontal movements, vertical-habitat utilization and diet of the jumbo squid (*Dosidicus gigas*) in the Pacific Ocean off Baja California Sur, Mexico. *Progress in Oceanography*, 86: 59-71.
- BEZERRA, N. P.A. 2013. Deslocamentos verticais e horizontais do tubarão martelo (*Sphyrna lewini*, Griffith & Smith, 1834) monitorados a partir do Arquipélago de São Pedro e São Paulo, Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil, 68p.
- BIGELOW, H.B. & SCHROEDER, W.C. 1953. Fishes of the Western North Atlantic. Sawfishes, guitarfishes, skates and rays. *Mem. Sears Found. Mar Res.*, 1(2):558.
- BLAYLOCK, R.A. 1990. Effects of external biotelemetry transmitters on behavior of the cownose ray *Rhinoptera bonasus* (Mitchill 1815). *J Exp Mar Biol Ecol*, 141:213-220.

BLOCK, B.A., DEWAR, H., FARWELL, C., PRINCE, E.D. 1998. A new satellite technology for tracking the movements of atlantic bluefin tuna. Proc. Natl. Acad. Sci., USA, 95: 9384-9389.

BONFIL, R. 1999. Marine protected areas as a shark fisheries management tool. In Proceedings of the 5th Indo-Pacific Fish Conference, Noumea, 1997, pp. 217–230. Ed. by B. Seret, and J. Y. Sire Societe Francaise d'Ichtyologie, Paris and Institut de Recherche pour le Development, Paris.

BONFIL, R., MEYER, M., SCHOLL, M.C., JOHNSON, R., O'BRIEN, S., OOSTHUIZEN, H., SWANSON, S., KOTZE, D., PATERSON, M. 2005. Transoceanic migration, spatial dynamics, and population linkages of white sharks. Science, 310(5745): 100–103.

BOUSTANY, A., DAVIS, S., PYLE, P., ANDERSON, S., LE BOEUF, B., BLOCK, B. 2002. Satellite tagging expanded niche for White sharks. Nature, 415: 35–36

BRES, M. 1993. The behaviour of sharks. Rev Fish Biol Fish 3: 133–159.

CARRARO, R. & GLADSTONE, W. 2006. Habitat preferences and site fidelity of the ornate wobbegong shark (*Orectolobus ornatus*) on rocky reefs of New South Wales. Pacific Science, 60: 207–223.

CARQUEIJA, C.R.G., SOUZA-FILHO, J.J., GÔUVEA, E.P. QUEIROZ, E.L. 1995. Decápodos (Crustacea) utilizados na alimentação de *Dasyatis guttata* (Bloch & Schneider) (Elasmobranchii, Dasyatidae) na área de influência da estação ecológica Ilha do Medo, Baía de todos os Santos, Bahia, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, 12 (4): 833-838.

CHAPMAN, D., PIKITCH, E. K., BABCOCK, E., SHIVJI, M. S. 2005. Marine reserve design and evaluation using automated acoustic telemetry: a case-study involving coral reef-associated sharks in the mesoamerican caribbean. Marine Technology Society Journal, 39: 42–55.

CHAPMAN, D.D., BABCOCK, E.A., GRUBER, S.H., DIBATTISTA, J.D., FRANKS, B., KESSEL, S., GUTTRIDGE, T.L., PIKITCH, E.K., FELDHEIM, K.A. 2009. Long term natal site-fidelity by immature lemon sharks (*Negaprion brevirostris*) at a subtropical island. Molecular Ecology, 18 (16): 3500-3507.

COLLINS, A.B., HEUPEL, M.R., MOTTA, P.J. 2007. Residence and movement patterns of cownose rays *Rhinoptera bonasus* within a south-west Florida estuary. Journal of Fish Biology, 71: 1159–1178.

CORCORAN, M.J., WETTERBEE, B.M., SHIVJI, M.S., POTENSKI, M.D. CHAPMAN, D.D., HARVEY, G.M. 2013. Supplemental Feeding for Ecotourism Reverses Diel Activity and Alters Movement Patterns and Spatial Distribution of the Southern Stingray, *Dasyatis Americana*. PLoS One, 8(3): e59235.

DEWAR, H., MOUS, P., DOMEIER, M., MULJADI, A., PET, J., WHITTY, J. 2008. Movements and site fidelity of the giant manta ray, *Manta birostris*, in the Komodo Marine Park, Indonesia. Mar. Biol., 155:121–133.

EBERT D.A. & COWLEY P.D. 2003. Diet, feeding and habitat utilization of the blue stingray *Dasyatis chrysonota* (Smith, 1828) in South African waters. Marine and Freshwater Research 54, 957–965.

EKAU, W. & KNOPPERS, B.A. 1996. Sedimentation processes and productivity in the continental shelf waters off east and Northeast Brazil. Cruise Report and first results of the Brazilian German project JOPS-II (Joint Oceanographic Projects), pp.139-147, Center for Tropical Marine Ecology, Bremen, Alemanha.

FIGUEREIDO, J.L. 1977. Manual de Peixes Marinhos do Sudoeste do Brasil: Cações, raias e quimeras. São Paulo: 1977, p.39.

GILLIAM D. & SULLIVAN K.M. 1993. Diet and feeding habits of the southern stingray *Dasyatis americana* in the Central Bahamas. Bulletin of Marine Science 52, 1007–1013.

GRAVES, J.E., LUCKHURST, B.E, PRINCE, E.D. 2002. An evaluation of pop-up satellite tags for estimating postrelease survival of blue marlin (*Makaira nigricans*) from a recreational fishery. Fish. Bull., 100: 134-142.

HAMMERSCHLAG, N., GALLAGHER, A.J., LAZARRE, D.M. 2010. A review of shark satellite tagging studies. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 398(1): 1-8.

HENNINGSEN A.D. 2000. Notes on reproduction in the southern stingray, *Dasyatis americana* (Chondrichthyes, Dasyatidae). Copeia 3, 826–828.

HEUPEL, M. R., SIMPFENDORFER, C. A., AND FITZPATRICK, R. 2010. Large-scale movement and reef fidelity of grey reef sharks. PLoS ONE, 5: pe9650.

HORODYSKY, A.Z. & GRAVES, J.E. 2005. Application of pop-up satellite archival tag technology to estimate postrelease survival of white marlin (*Tetrapturus albidus*) caught on circle and straight-shank (“J”) hooks in the western north atlantic recreational fishery. Fish. Bull., 103: 84-96.

KERSTETTER, D.W., LUCKHURST, B.E, PRINCE, E.D., GRAVES, J.E. 2003. Use of pop-up satellite archival tag to demonstrate survival of blue marlin (*Makaira nigricans*) released from pelagic longline gear. Fish. Bull., 101: 939-948.

KNIP, D. M., HEUPEL, M. R., SIMPFENDORFER, C. A. 2012. Evaluating marine protected areas for the conservation of tropical coastal sharks. Biological Conservation, 148: 200–209.

LAST, P.R. & STEVENS J.D. 1994. Sharks and Rays of Australia. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (CSIRO), p.1-397.

LE PORT, A., SIPPEL, T., MONTGOMERY, J.C. 2008. Observations of mesoscale movements in the short-tailed stingray, *Dasyatis brevicaudata*, from New Zealand using a novel PSAT tag attachment method. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 359(2): 110-117.

LUTCAVAGE, M.E., BRILL, R.W., SKOMAL, G.B., CHASE, B.C., HOWEY, P.W. 1999. Results of pop-up satellite tagging of spawning size class fish in the Gulf of Maine: do North Atlantic bluefin tuna spawn in the Mid-Atlantic? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 56:173-177.

MACENA, B.C.L. 2010. Estudo da sazonalidade, distribuição, abundância e comportamento migratório do tubarão-baleia (*Rhincodon typus*, Smith 1828) no Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil, 109p.

NELSON, D.R. 1977. On the field study of shark behavior. *Am. Zool.*, 17:501–507.

PEREIRA, N.S., MANSO, V.A.V., SILVA, A.M.C., SILVA, M.B. 2010. Mapeamento Geomorfológico e Morfodinâmica do Atol das Rocas, Atlântico Sul. *Revista da Gestão Costeira Integrada*, 10(3):331-345.

RAMÍREZ-MOSQUEDA, E., PÉREZ-JIMÉNEZ, J.C., MENDOZA-CARRANZA, M. 2012. Reproductive parameters of the southern stingray *Dasyatis americana* in southern gulf of Mexico. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 40 (2): 355-344.

ROBBINS, W. D., HISANO, M., CONNOLLY, S. R., CHOAT, J. H. 2006. Ongoing collapse of coral-reef shark populations. *Current Biology*, 16: 2314–2319.

SERAFINI, T.Z., FRANÇA, G.B., ANDRIGUETTO-FILHO, J.M. 2010. Ilhas oceânicas brasileiras: biodiversidade conhecida e sua relação com o histórico de uso e ocupação humana. *Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 10: 281-301.

SIBERT, J.R., MUSYL, M.K., BRILL, R.W. 2003. Horizontal movements of bigeye tuna (*Thunnus obesus*) near Hawaii determined by Kalman filter analysis of archival tagging data. *Fish. Oceanogr.*, 12(3): 141-151.

SILVA, G.B., VIANA, M. S. R. FURTADO-NETO, M.A.A. 2001. Morfologia e Alimentação da raia *Dasyatis guttata* (Chondrichthyes: Dasyatidae) na Enseada do Mucuripe, Fortaleza, Ceará. *Arquivos de Ciência do Mar.*, 34: 67-75.

SIMPFENDORFER, C.A., HEUPEL, M.R. 2004. Assessing habitat use and movement. In: Carrier JC, Musick JA, Heithaus MR (eds) *Biology of sharks and their relatives*. CRC Press, London, pp 553–572.

SIMS, D.W., QUEIROZ, N., HUMPHRIES, N.E., LIMA, F.P., HAYS, G.C. 2009. Long-term GPS tracking of ocean sunfish *Mola mola* offers a new direction in fish monitoring. *PLoS ONE*, 4:7351, DOI:10.1371/journal.pone.0007351.

SPEED, C. W., O'SHEA, O.R., MEEKAN, M.G. 2013. Transmitter attachment and release methods for short-term shark and stingray tracking on coral reefs Mar Biol. DOI 10.1007/s00227-012-2151-y

STOKESBURY, M.J.W., HARVEY-CLARK, C., GALLANT, J., BLOCK, B.A., MYERS, R.A. 2005. Movements and environmental preferences of Greenland sharks (*Somniosus microcephalus*) electronically tagged in the St. Laurence Estuary-Canada. Mar. Biol., 148: 159-165.

SUNDSTROM, L.F., GRUBER, S.H., CLERMONT, S.M., CORREIA, J.P.S., DE MARIGNAC, J.R.C., MORRISSEY, J.F., LOWRANCE, C.R., THOMASSEN, L., OLIVEIRA, M.T. 2001. Review of elasmobranch behavioral studies using ultrasonic telemetry with special reference to the lemon shark.

SWIMMER, Y., BRILL, R., MUSYL, M. 2002. Quantifying sea turtle mortality with PSATs. Pelagic Fisheries Research Program Newsletter, 7(2): 1-5.

TEO, S.L.H., BOUSTANY, A., DEWAR, H., STOKESBURY, M.J.W., WENG, K., BEEMER, S., SEITZ, A.C., FARWELL, C.J., PRINCE, E.D., BLOCK, B.A. 2007. Annual migrations, diving behavior, and thermal biology of atlantic bluefin tuna, *Thunnus thynnus*, on their Gulf of Mexico breeding grounds. Mar. Biol., 151: 1-18.

TILLEY, A., LÓPEZ-ANGARITA, J., TURNER, J.R. 2013. Effects of scale and habitat distribution on the movement of the southern stingray *Dasyatis americana* on a Caribbean atoll. Marine Ecology Progress Series, 482: 169–179.

TOLLOTI, M.T. 2011. Pesca e ecologia do tubarão galha-branca oceanic (*Carcharhinus longimanus*, Poey 1861) no Atlântico oeste tropical. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil, 47p.

VAUDO, J.J. & LOWE, C.G. 2006. Movement patterns of the round stingray *Urobatis halleri* (Cooper) near a thermal outfall. Journal of Fish Biology, 68: 1756–1766.

VERÁS, D.P. 2012. Pesca e história natural da raia-roxa, *Pteroplatytrygon violacea* (BONAPARTE, 1832), no Atlântico ocidental. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil, 83p.

WEARMOUTH, V.J. & SIMS, D.W. 2009. Movement and behaviour patterns of the critically endangered common skate *Dipturus batis* revealed by electronic tagging. J. Exp. Mar. Biol. Ecol., 380: 77–87.

WENG, K. & BLOCK, B.A. 2004. Diel vertical migration of the bigeye thresher shark, *Alopias superciliosus*, a species possessing orbital. Fish. Bull., 102(2): 221-229.

WHITLOCK, R.E., MCALLISTER, M.K., BLOCK, B.A. 2012. Estimating fishing and natural mortality rates for Pacific bluefin tuna (*Thunnus orientalis*) using electronic tagging data. Fisheries Research, 119: 115-127.

WILSON, S.G, POLOVINA, J.J., STEWART, B.S., MEEKAN, M.G. 2006. Movement of whale sharks (*Rhincodon typus*) tagged at Ningaloo Reef, Western Australia. Mar. Biol., 148:1157–1166.

Tabela 1. Sumário dos *bins* de profundidade e temperatura usados na programação dos transmissores via satélite (MiniPat) na presente pesquisa.

Profundidade (m)	Temperatura (°C)
0-1	10-13
1-2	13-16
2-5	16-19
5-10	19-21
10-20	21-24
20-40	24-27
40-60	27-29
60-80	29-31
80-100	31-33
100-150	33-35
150-200	35-45
>200	>45

Tabela 2. Resumo das informações referentes às raias monitoradas a partir de transmissores eletrônicos (MiniPat) no interior da Reserva Biológica do Atol das Rocas.

Raia	LD (cm)	Sex	Data tagging	Tagging location		Período de programação (dias)	Período de retenção (dias)
				Lat.	Long.		
<i>Ray I</i>	108,0	F	10/03/2013	0352.375N 3347.888W		60	60
<i>Ray II</i>	95,0	F	11/03/2013	0352.366N 3347.898W		60	8

Tabela 3. Sumário estatístico (média, mínimo, máximo e desvio padrão) dos valores de leitura de temperatura e profundidade experimentadas pelas raia monitoradas com transmissores eletrônicos (MiniPat) na Reserva Biológica do Atol das Rocas.

Período	Raia	Temperatura	Temperatura	Temperatura	Desvio
		Média	Mínima	Máxima	Padrão
Dia	<i>Raia I</i>	28,11	23,80	33,30	1,06
Noite	<i>Raia I</i>	28,13	25,30	31,10	1,04
Dia	<i>Raia II</i>	28,38	25,70	34,40	1,18
Noite	<i>Raia II</i>	28,09	25,90	34,40	1,16

Período	Raia	Profundidade	Profundidade	Profundidade	Desvio
		Média	Mínima	Máxima	Padrão
Dia	<i>Raia I</i>	2,40	0	59,00	6,17
Noite	<i>Raia I</i>	3,82	0	77,50	11,14
Dia	<i>Raia II</i>	4,91	0	24,00	5,61
Noite	<i>Raia II</i>	4,60	0	17,00	6,04

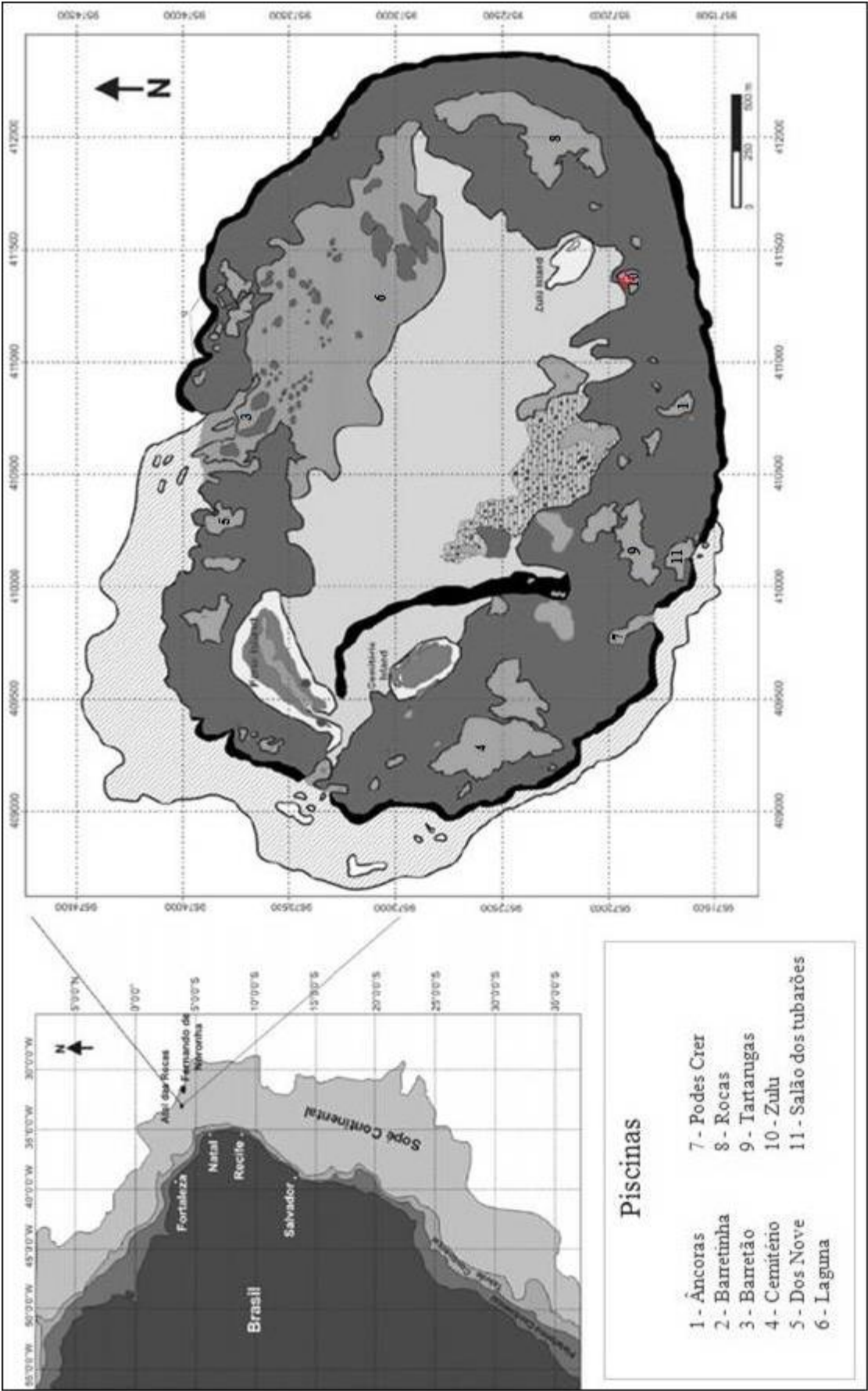


Figura 1. Mapa de localização do Atol das Rocas (Fonte: adaptado de Pereira et al., 2010, 2013). A estrela em vermelho representa o local de marcação dos dois indivíduos de *D. americana*.

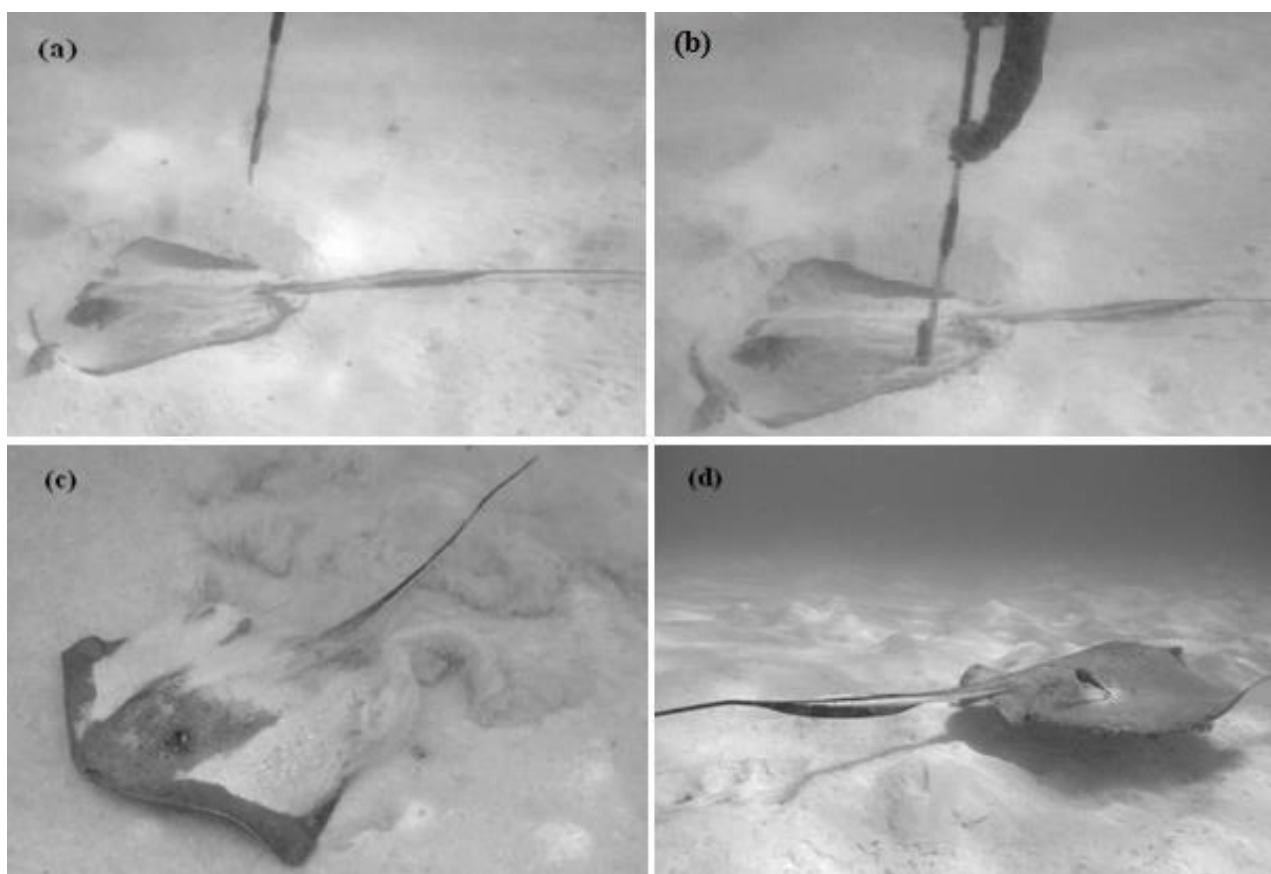


Figura 2. Técnica utilizada para marcação em ambiente natural da raia bentônica, *Dasyatis americana*, com transmissor via satélite (MiniPat) na Reserva Biológica do Atol das Rocas. (a) Aproximação de um mergulhador com uma lança carregando a MiniPat por trás e lateralmente ao animal; (b) aplicação do transmissor na região lateral da nadadeira peitoral; (c) rápido movimento do espécime após o procedimento de marcação; (d) indivíduo nadando naturalmente carregando junto ao corpo o transmissor eletrônico fixado corretamente e com mínima invasão possível.

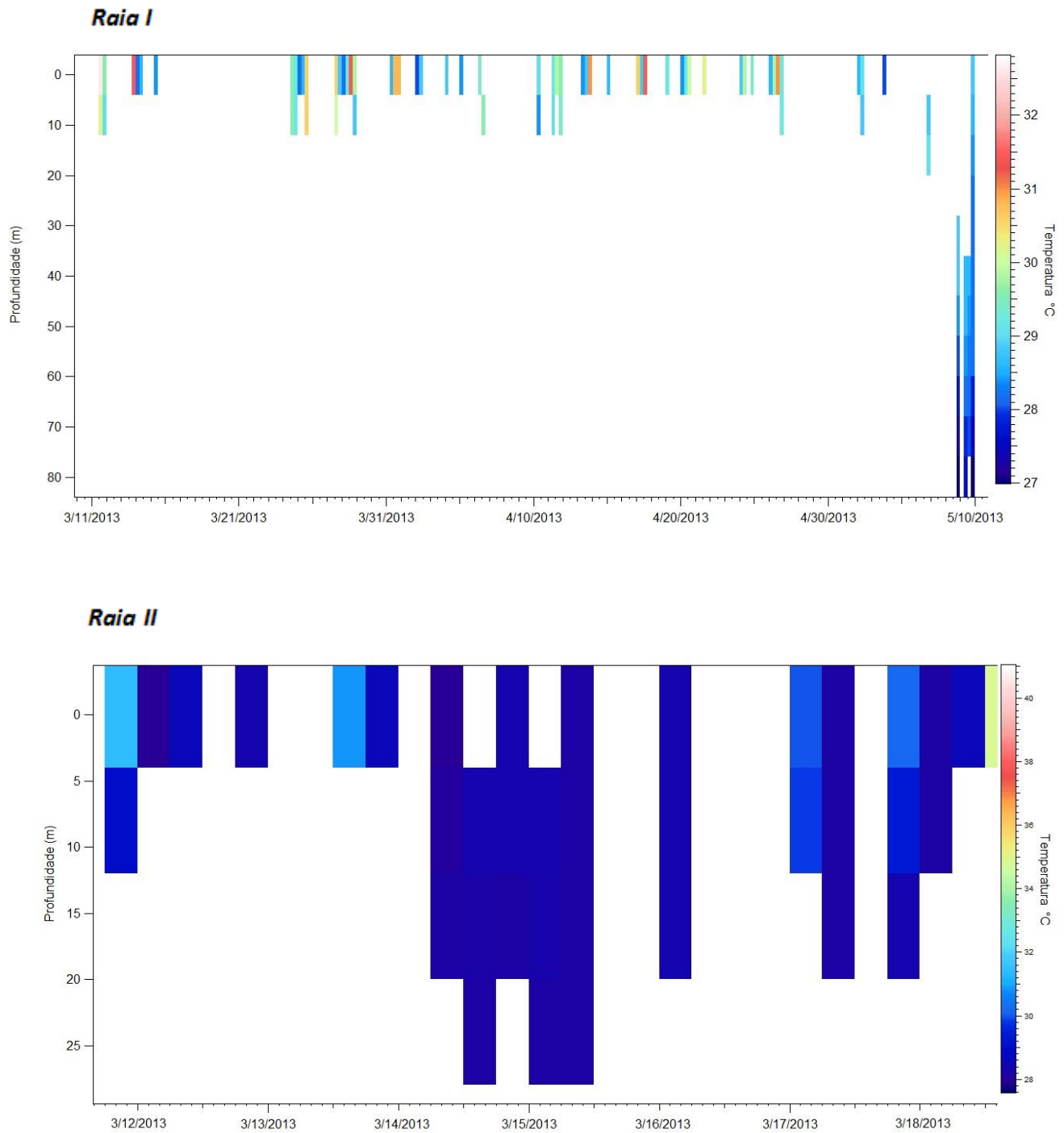


Figura 3. Perfis de profundidades e temperatura da água (a partir de dados sumarizados a cada 6 horas), experimentadas pela *raia I* e a *raia II*, monitoradas com transmissores eletrônicos (MiniPat) na Reserva Biológica do Atol das Rocas. As cores representam o gradiente de temperatura da água do mar.

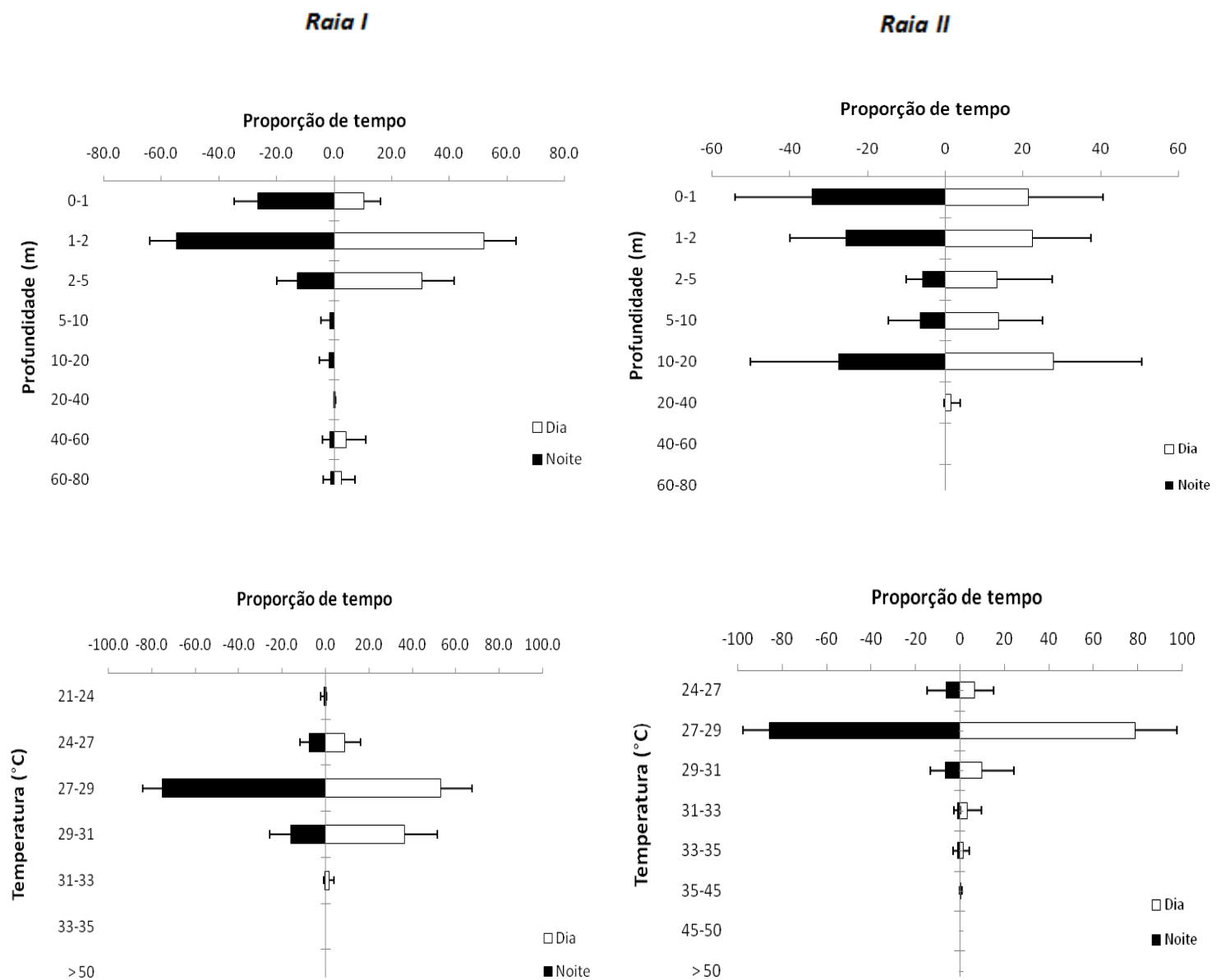


Figura 4. Frequência relativa de tempo (%) em relação às profundidades e temperaturas experimentadas, durante a movimentação vertical, pela *Raia I* (direita) e a *Raia II* (esquerda) ao longo do dia e da noite, monitoradas com transmissores eletrônicos (MiniPat) na Reserva Biológica do Atol das Rocas.

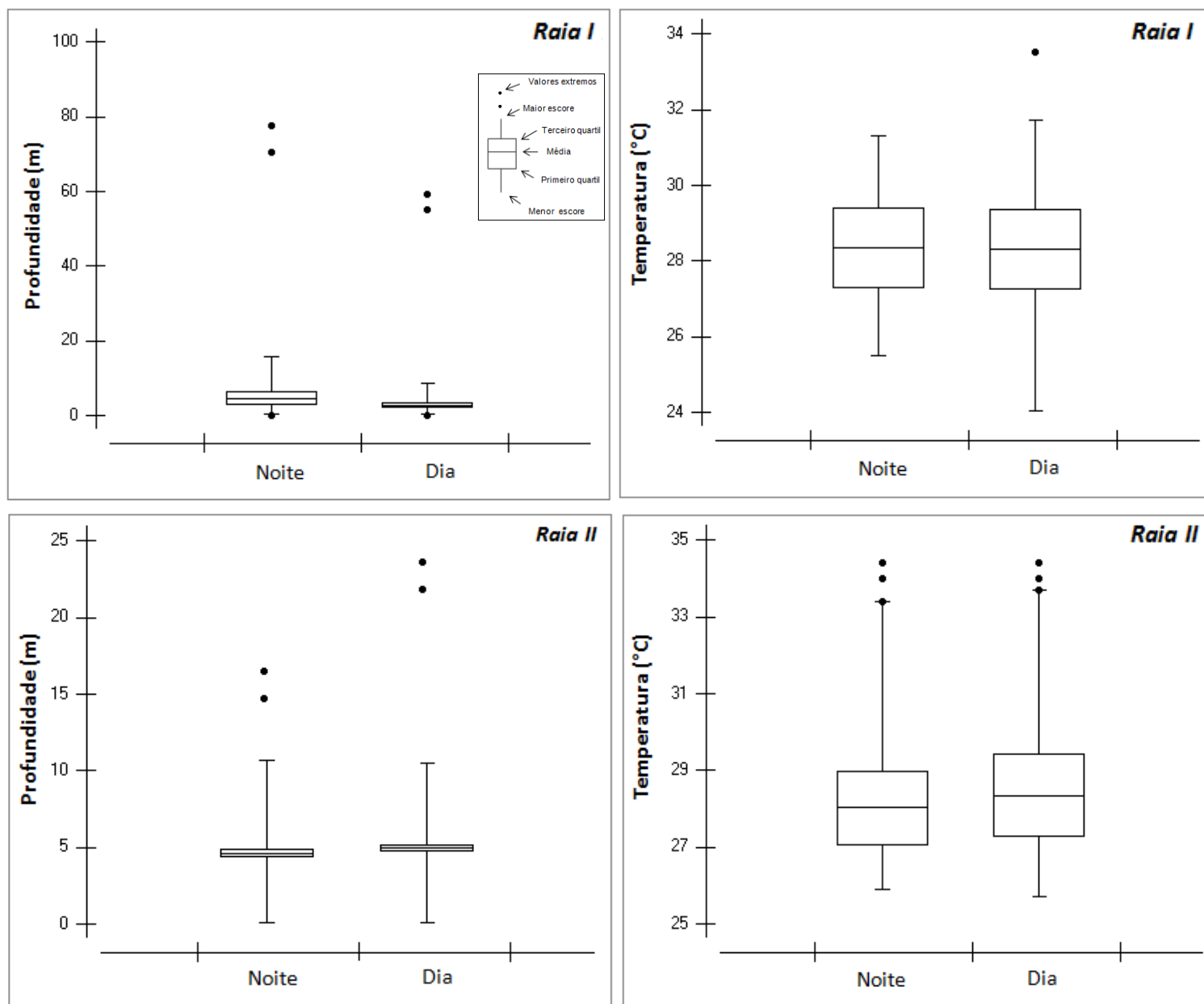


Figura 5. Registros da distribuição de profundidades e temperaturas experimentadas, durante a movimentação vertical, pela *raia I* e a *raia II* ao longo do dia e da noite, monitoradas com transmissores eletrônicos (MiniPat) na Reserva Biológica do Atol das Rocas.

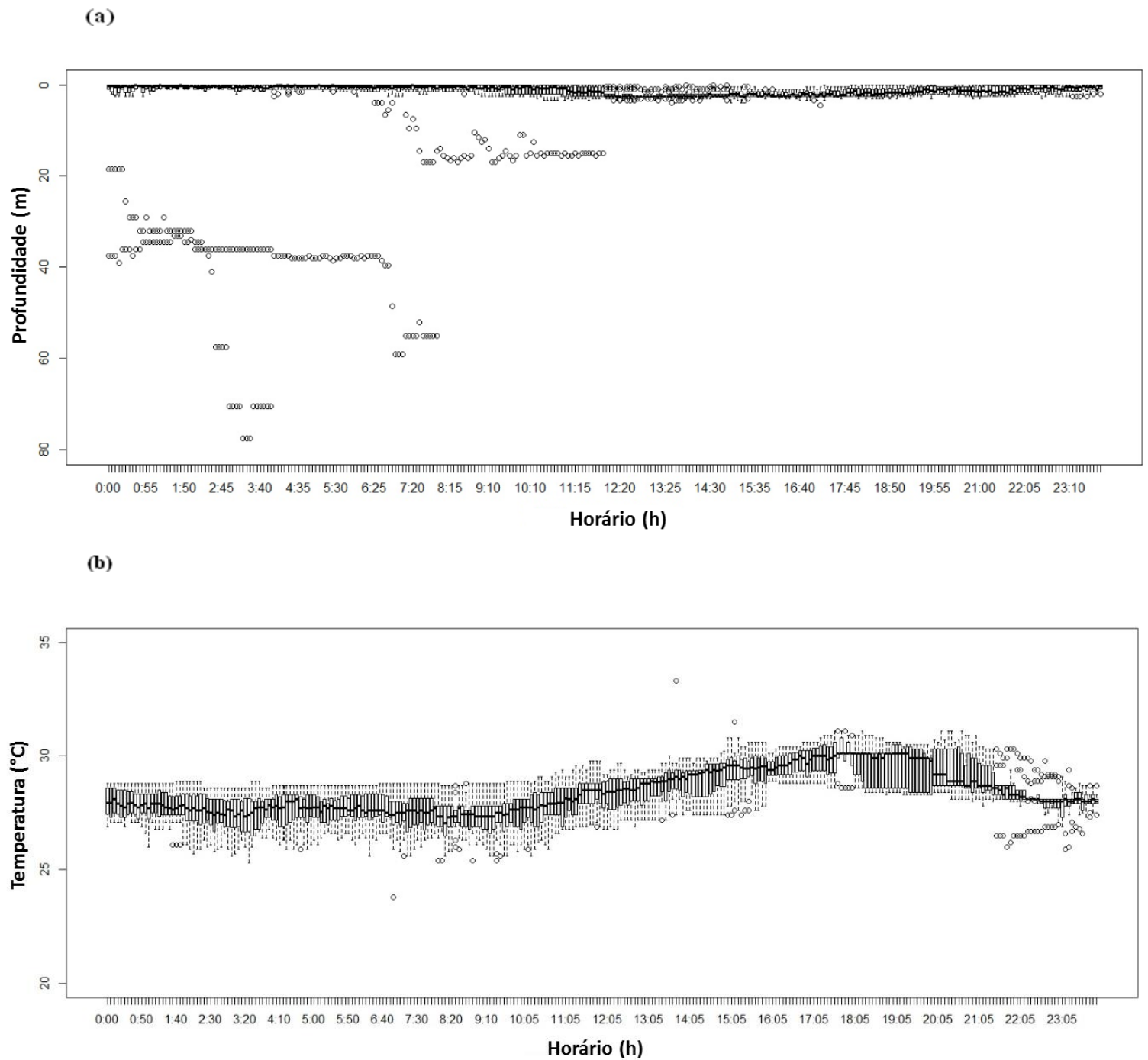


Figura 6. Box Plots mostrando a distribuição da profundidade (a) e temperatura (b) máxima e mínima em relação ao ciclo de 24 horas para a *Raia I* monitoradas com transmissores eletrônicos (MiniPat) na Reserva Biológica do Atol das Rocas.

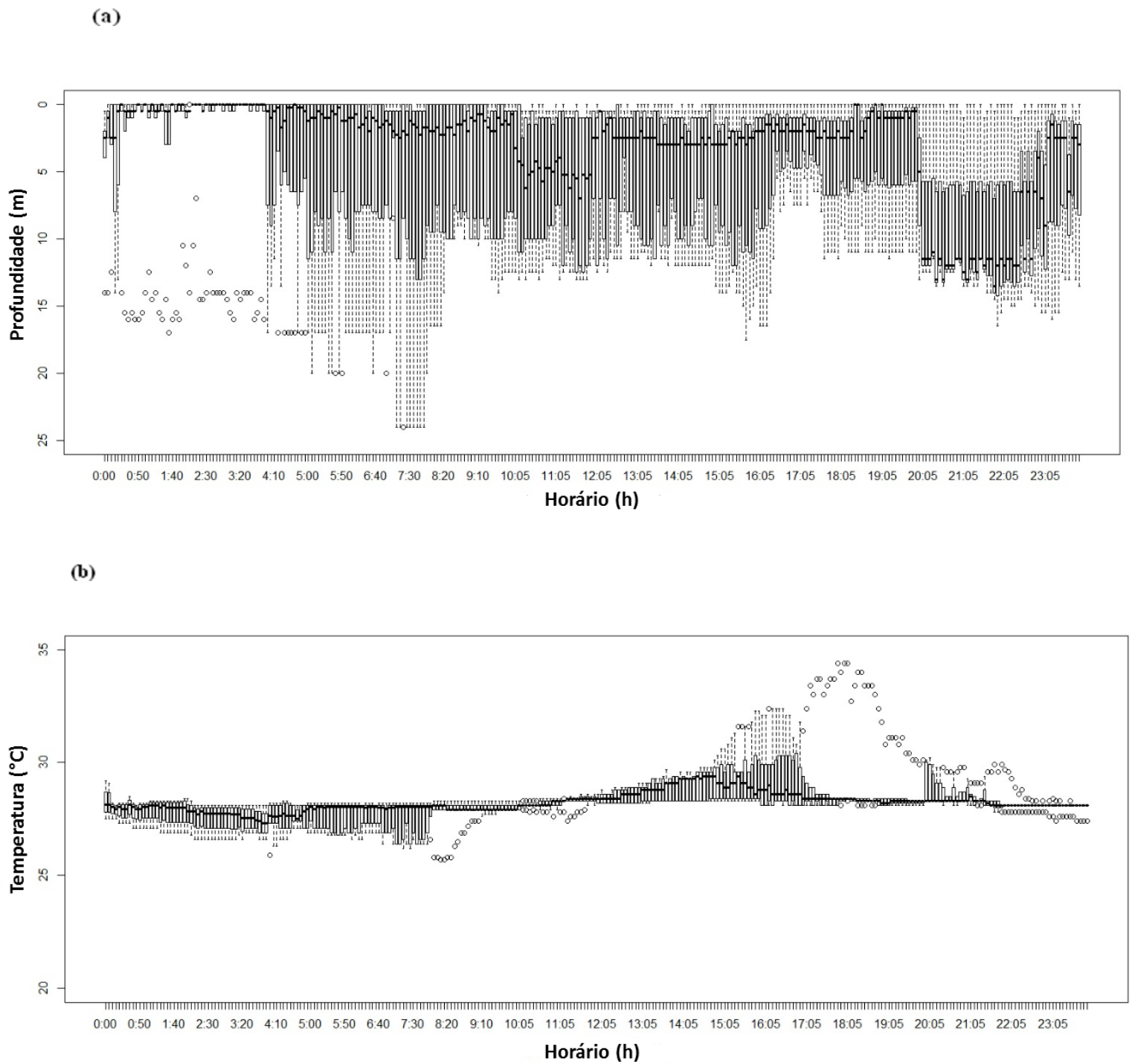


Figura 7. Box Plots mostrando a distribuição da profundidade (a) e temperatura (b) máxima e mínima em relação ao ciclo de 24 horas para a *Raia II* monitoradas com transmissores eletrônicos (MiniPat) na Reserva Biológica do Atol das Rocas.

5. Considerações Finais

Os dados apresentados neste estudo contribuíram com informações inéditas a respeito da ecologia e comportamento da *D. americana* em locais com características extremas. A partir das observações encontradas, na primeira parte da pesquisa, foi possível concluirmos que no litoral de Recife, local de grande influencia antropica, a espécie não evidenciou altos índices de captura. Este resultado é fortalecido pela baixa fidelidade local e residência da espécie à região do estudo. A despeito da população local ser considerada aparentemente pouco numerosa, na região, observações relacionadas a uma possível alteração e ou variação do comportamento alimentar natural da espécie nos leva a acreditar que a atual condição ambiental do litoral de Recife possa estar influenciando o comportamento natural da espécie.

A forte fidelidade local e residência apresentada pela espécie, na segunda etapa da pesquisa, a partir da utilização de transmissores eletrônicos, ao Atol das Rocas foram opostas a observada no litoral de Recife. Entretanto a diminuição significativa das avistagens da espécie no interior do Atol das Rocas suscita a possibilidade de estar existindo um declínio natural da população na região, uma vez que o local trata-se de uma Reserva Biológica, área em que não é permitido qualquer tipo exploração dos recursos naturais, excluindo nesse sentido a influencia antroipoica direta sobre as populações de *D. americana*.

Por fim, os resultados observados, em dois locais de diferentes níveis de stress, nos leva a acreditar que as populações da *D. americana* possam estar declinando em águas brasileiras, de forma silenciosa e despercebida, sendo, portanto, imprescindível que maiores esforços sejam empregados em busca da continuação de um adequado monitoramento de suas populações em águas costeiras e insulares.