

Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências
Departamento de Oceanografia
Programa de Pós-Graduação em Oceanografia

**ORGANIZAÇÃO SOCIAL DE ELASMOBRÂNQUIOS
NA RESERVA BIOLÓGICA DO ATOL DAS ROCAS, BRASIL**

Gisele Agra

Recife
Fevereiro de 2009

MESTRADO EM OCEANOGRAPHIA

**ORGANIZAÇÃO SOCIAL DE ELASMOBRÂNQUIOS
NA RESERVA BIOLÓGICA DO ATOL DAS ROCAS, BRASIL**

Gisele Agra

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de mestre em Oceanografia.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Hissa Vieira Hazin

Recife
Fevereiro de 2009

A277o

Agra, Gisele.

Organização social de elasmobrânquios na Reserva Biológica do Atol das Rocas, Brasil / Gisele Agra. - Recife: O Autor, 2009.

xvi, 64 folhas, il. : tabs., grafs.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2009.

Inclui Referências Bibliográficas.

1. Oceanografia. 2. Elasmobrânquios. 3. Organização social. 4. Segregação espacial. 5. Segregação sexual. I. Título.

UFPE

551.46

CDD (22 ed.)

BCTG/ 2009-090

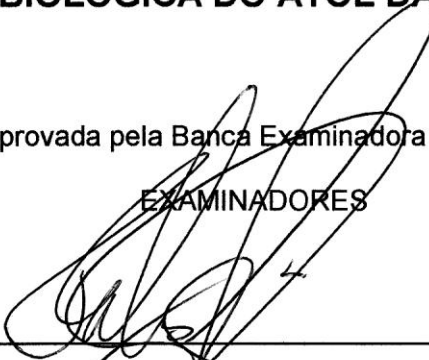
MESTRADO EM OCEANOGRAFIA

Gisele Agra

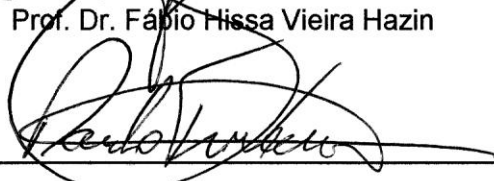
**ORGANIZAÇÃO SOCIAL DE ELASMOBRÂNQUIOS
NA RESERVA BIOLÓGICA DO ATOL DAS ROCAS, BRASIL**

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em 27 de fevereiro de 2009.

EXAMINADORES



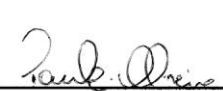
Prof. Dr. Fábio Hissa Vieira Hazin



Prof. Dr. Paulo Eurico Pires Ferreira Travassos

Prof. Dr. José Roberto Botelho de Souza

Profª. Drª. Sigrid Neumann Leitão



Prof. Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira

Recife

Fevereiro de 2009

"O que sabemos é uma gota, o que ignoramos é um oceano."

Isaac Newton

Dedico aos meus pais, Valnei e Leonilde,
que desde sempre, incentivaram-me aos
estudos e em tudo, me apoiaram.

E a querida amiga Naíma (*in memoriam*),
que está em paz agora.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pela bolsa de estudos.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Oceanografia/ UFPE por colaborar com minha formação como MSc. em Oceanografia.

À equipe da Reserva Biológica do Atol das Rocas/ ICMBio, pela licença de pesquisa cedida e pelo apoio ao projeto.

Ao meu orientador, Fábio Hazin, pelos ensinamentos, críticas e sugestões ao longo do projeto.

Ao professor Paulo Oliveira, pela minha iniciação no Atol e por estar sempre pronto para ouvir e ajudar.

À Ana Katarina de Araújo, do Setor de Periódicos da Biblioteca Central (COMUT), UFRPE, por todo auxílio em localizar muitas referências, por sua competência e excelência em seu trabalho.

À Chefia da ReBio, Zélia Brito, por cuidar do Atol como ninguém jamais cuidaria, pelos ensinamentos e pela amizade.

Ao meu companheiro de campo, Risonaldo Pereira Dantas, o Magão, por me ensinar sobre tudo no Atol, a observar o mar, a 'ler' as nuvens, prever o *swell* e andar no Atol; obrigada por sua ajuda incrível nos trabalhos de campo, e por todo o apoio.

A Risonaldo, também, pelos incríveis 52 gigabytes de fotos e vídeos, alguns dos quais constam neste trabalho.

Às companheiras e amigas, Mariana Coxey, Ângela Spengler, Luciana Ferreira, Simone Marques, pelas gravações do seriado *Desperate Scientists*. E especialmente à Mari, pelo início de tudo nesta cidade, pelos conselhos estatísticos, sugestões e preciosa ajuda, que certamente fizeram aumentar a qualidade deste trabalho.

Aos meus velhos amigos do sul, Viviane Carniel, Luciana Silvestrin, Camila Marchetto, Camila Trentin, Otávio Ruivo, Gabriel Simioni e Gustavo Siqueira, pelos anos inesquecíveis de graduação em biologia e amizade inestimável. E à Adriana Saccol, por sua saudosa estada por cá. E também, aos amigos daqui, especialmente Dráusio Veras e Mariana Travassos, pelo carinho e pela ajuda prestada nesses anos no nordeste.

Aos meus pais, Valnei e Leonilde, minhas irmãs Luciane e Camila, e ao meu irmão, Gustavo, pelo amor incondicional nesses anos de distância. E à pequena Maisinha, simplesmente por ela existir e adoçar nossas vidas.

Obrigada por investirem e confiarem em mim!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE TABELAS	XII
RESUMO	XV
ABSTRACT	XVI
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 ESPÉCIES ESTUDADAS.....	3
3 ÁREA DE ESTUDO.....	7
4 OBJETIVOS	8
4.1 GERAL	8
4.2 ESPECÍFICOS.....	8
5 METODOLOGIA.....	9
5.1 OBTENÇÃO DOS DADOS	9
5.2 ANÁLISE DOS DADOS	13
6 RESULTADOS	17
6.1 <i>DASYATIS AMERICANA</i>	21
6.2 <i>GINGLYMOSTOMA CIRRATUM</i>	22
6.3 <i>NEGAPRION BREVIROSTRIS</i>	22
6.4 SEGREGAÇÃO ESPACIAL	23
6.5 SEGREGAÇÃO POR TAMANHO	28
6.5.1 <i>Dasyatis americana</i>	28
6.5.2 <i>Ginglymostoma cirratum</i>	30
6.5.3 <i>Negaprion brevirostris</i>	31
6.6 SEGREGAÇÃO POR SEXO	35
6.7 COMPORTAMENTO	38
7 DISCUSSÃO.....	47
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
9 BIBLIOGRAFIA	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Desenho esquemático do tubarão-lixia <i>G. cirratum</i> . (A) dentes superiores e (B) dentes inferiores; (C) vista da região inferior da cabeça. <i>Adaptado de Compagno, 2001.</i>	3
Figura 2.	Desenho esquemático do tubarão-limão <i>N. brevirostris</i> . (A) dente superior e inferior; (B) vista da porção inferior da cabeça. <i>Adaptado de Compagno, 1984.</i>	4
Figura 3.	Desenho esquemático da raia-prego <i>D. americana</i> . (A) vista lateral da região mediana da cauda, em escala maior. <i>Adaptado de Bigelow and Schroeder, 1953.</i>	6
Figura 4.	Mapa do Atol das Rocas com destaque para os locais estudados (1) Barretinha, (2) piscina do Cemitério, (3) piscina Podes-Crer, (4) piscina do Salão, (5) piscina das Tartarugas, (6) piscina das Âncoras, (7) Laguna e (8) piscina do Farol.	11
Figura 5.	Abundância de elasmobrânquios no Atol das Rocas, em cada um dos oito locais de observação, durante as estações verão e inverno, e o tempo empregado, em horas de observação, na realização dos censos visuais subaquáticos.....	18
Figura 6.	Distribuição da abundância absoluta (n= 780) das três principais espécies de elasmobrânquios do Atol das Rocas, entre as estações do ano de 2008.....	19
Figura 7.	Distribuição da frequência de ocorrência encontrada para as três principais espécies de elasmobrânquios do Atol das Rocas, durante 68 censos visuais subaquáticos realizados entre as estações do ano de 2008.	20
Figura 8.	Indivíduos adultos de <i>Carcharhinus perezi</i> observado na Barreta de Nordeste, na Reserva Biológica do Atol das Rocas.	20
Figura 9.	Abundância absoluta de elasmobrânquios nos locais estudados na Reserva Biológica do Atol das Rocas durante o verão e o inverno.	25

Figura 10.	Abundância relativa (n= 185) de <i>D. americana</i> , nos oito locais de amostragem, na Reserva Biológica do Atol das Rocas, para cada classe de largura de disco definidas, ao longo dos meses de verão e inverno de 2008 (BAR= Barretinha, CEM= Cemitério, SAL= Salão, TAR= Tartarugas, ANC= Âncoras, e LAG= Laguna).....	29
Figura 11.	Abundância relativa (n= 415) de <i>G. cirratum</i> , nos oito locais de amostragem, na Reserva Biológica do Atol das Rocas, para cada uma das cinco classes de comprimento definidas, ao longo dos meses de verão e inverno de 2008 (BAR= Barretinha, CEM= Cemitério, POD= Podes-Crer, SAL= Salão, TAR= Tartarugas, ANC= Âncoras, e LAG= Laguna).	31
Figura 12.	Abundância relativa (n= 180) de <i>N. brevirostris</i> , nos oito locais de amostragem, na Reserva Biológica do Atol das Rocas, para cada classe de comprimento definidas, ao longo dos meses de verão e inverno de 2008.	32
Figura 13.	Dendrograma da análise de agrupamento das principais espécies de elasmobrânquios observadas na Reserva Biológica do Atol das Rocas, conforme as classes de tamanho.	33
Figura 14.	Escalonamento multidimensional (MDS) para as diferentes classes de tamanho das principais espécies de elasmobrânquios observadas na Reserva Biológica do Atol das Rocas. 2D – 5D: <i>D. americana</i> , classe II a IV; 1G – 5G: <i>G. cirratum</i> , classe I a V; 1N – 5N: <i>N. brevirostris</i> , classe I a V.....	34
Figura 15.	Abundância absoluta de adultos (n= 158) machos (colunas escuras) e fêmeas (colunas claras), em cada um dos seis locais de ocorrência da espécie <i>D. americana</i> , durante o verão e o inverno (BAR= Barretinha, CEM= Cemitério, SAL= Salão, TAR= Tartarugas, ANC= Âncoras, e LAG= Laguna).	36
Figura 16.	Abundância absoluta de adultos (n= 212) machos (colunas escuras) e fêmeas (colunas claras) em cada um dos sete locais de ocorrência da espécie <i>G. cirratum</i> , durante o verão e o inverno. (BAR= Barretinha, CEM= Cemitério, POD= Podes-Crer, SAL= Salão, TAR= Tartarugas, LAG= Laguna, ANC= Âncoras).....	37

- Figura 17. Frequência relativa de adultos (n= 71) machos (colunas escuras) e fêmeas (colunas claras) em cada um dos locais de ocorrência da espécie *N. brevirostris*, durante o verão e o inverno. BAR= Barretinha, CEM= Cemitério, TAR= Tartarugas, LAG= Laguna, FAR= Farol.38
- Figura 18. Exemplares de *D. americana*: (a) uma fêmea juvenil na piscina do Cemitério; (b) um macho adulto, com destaque para o clássper, também na piscina do Cemitério; (c) uma fêmea adulta em repouso na Laguna; e (d) uma fêmea adulta em busca de alimento na piscina das Tartarugas.40
- Figura 19. Fêmea adulta de *D. americana*, localizada na Barretinha, com marcas e escoriações, possivelmente provenientes de atividade de corte e/ou acasalamento.40
- Figura 20. Interações interespecíficas de *D. americana*, como *following behavior* de teleósteos, na piscina das Tartarugas, com: (a) *Carangoides bartholomaei*; (b) *Acanthurus coeruleus*; (c) *Abudefduf saxatilis*, *Lutjanus jocu*, *C. bartholomaei* e *A. coeruleus*; e compartilhamento de hábitat com (d) *G. cirratum*, na piscina das Tartarugas; (e) *Chelonia mydas*, na piscina das Tartarugas; e (f) *N. brevirostris*, na Barretinha.41
- Figura 21. Evidências de interações agonísticas, na Barretinha, relacionadas provavelmente a outros elasmobrânquios.42
- Figura 22. Indivíduos da espécie *G. cirratum*: (a) indivíduo adulto na Laguna; e (b) indivíduo juvenil, na piscina do Cemitério.42
- Figura 23. Compartilhamento do hábitat com outros indivíduos da mesma espécie: (a) um indivíduo adulto e um juvenil ambos em repouso na Laguna; e (b) dois indivíduos juvenis com cerca de 100 cm CT; e com teleósteos como: (c) *Sphyrna barracuda*, na Laguna; e (d) *Cephalopholis fulva*, na piscina das Âncoras.43
- Figura 24. Pequenas agregações de fêmeas de *G. cirratum* na (a) Podes-Crer; (b) Laguna e (c) observadas da praia, da ilha do Farol; e (d) uma das cápsulas embrionárias vazias que são freqüentemente encontradas durante o inverno, em diversas partes do Atol.44

Figura 25.	Fêmeas adultas de <i>G. cirratum</i> com abdome dilatado, típico de gravidez (a, b); e duas outras fêmeas adultas, sem esta característica (c, d), na mesma época do ano (inverno), e no mesmo local (Podes-Crer).	45
Figura 26.	<i>Negaprion brevirostris</i> : (a) uma fêmea adulta na Laguna; e (b) um indivíduo subadulto em repouso na piscina do Farol.	45
Figura 27.	Utilização da Baía da Lama por (a, b) juvenis, (c) subadultos e (d) adultos da espécie <i>N. brevirostris</i>	46
Figura 28.	Interação entre um subadulto de <i>N. brevirostris</i> e um recruta de <i>Caranx latus</i> , na baía da Lama.	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1.	Desenho amostral para os censos visuais realizados na Reserva Biológica do Atol das Rocas, no período de baixa-mar.....	10
Tabela 2.	Desenho amostral para os censos visuais realizados na Reserva Biológica do Atol das Rocas, no período de preamar.	10
Tabela 3.	Padronização do tempo (h) de cada censo visual em cada local amostrado (m ²).....	10
Tabela 4.	Classificação das possíveis atividades sociais e os diferentes estratos amostrados ao longo de 136 censos visuais realizados na Reserva Biológica do Atol das Rocas.	12
Tabela 5.	Relação entre o Comprimento Total (CT) e a Largura de Disco (LD), em centímetros, e a correspondente fase etária definida neste estudo.	14
Tabela 6.	Classes de tamanho para as espécies <i>D. americana</i> (largura de disco, em centímetros), <i>G. cirratum</i> e <i>N. brevirostris</i> (para ambas, comprimento total em centímetros).....	15
Tabela 7.	Número total de censos e número absoluto de elasmobrânquios registrados, em cada um dos oito locais de observação, durante a baixa-mar (n=765).....	18
Tabela 8.	Número total de censos e número absoluto de registros de elasmobrânquios, em cada um dos oito locais de observação, durante a preamar (n= 26).....	19
Tabela 9	Abundância absoluta e frequência de ocorrência, entre as estações do ano, para cada uma das espécies e para todos os elasmobrânquios. Dados estatisticamente significativos (qui-quadrado) destacados com asterisco (*).	19
Tabela 10.	Relação do tipo de registro para <i>D. americana</i> , observada na Reserva Biológica do Atol das Rocas, nos períodos de verão e inverno de 2008.	21

Tabela 11.	Relação do tipo de registro para <i>G. cirratum</i> , observado na Reserva Biológica do Atol das Rocas, nos períodos de verão e inverno de 2008.	22
Tabela 12.	Relação do tipo de registro para <i>N. brevirostris</i> , observado na Reserva Biológica do Atol das Rocas, nos períodos de verão e inverno de 2008.	23
Tabela 13.	Número total de indivíduos registrados (n= 780) em cada espécie em 136 censos visuais subaquáticos realizados ao longo dos meses de verão (março, abril e maio) e de inverno (agosto, setembro e outubro) de 2008, durante o período de baixa-mar e de preamar.	24
Tabela 14.	Resultados do teste de Kruskal-Wallis para as três espécies, em todos os locais e em ambas as estações do ano. Os resultados significativos estão marcados com (*).	26
Tabela 15.	Resultados do teste do qui-quadrado para a abundância absoluta entre as estações do ano para a espécie <i>D. americana</i> . Os resultados significativos estão marcados com (*).	27
Tabela 16.	Resultados do teste do qui-quadrado para a abundância absoluta entre as estações do ano para a espécie <i>G. cirratum</i> . Os resultados significativos estão marcados com (*).	27
Tabela 17.	Resultados do teste do qui-quadrado para a abundância absoluta entre as estações do ano para a espécie <i>N. brevirostris</i> . Os resultados significativos estão marcados com (*).	28
Tabela 18.	Abundância absoluta de <i>D. americana</i> , nos oito locais de amostragem, na Reserva Biológica do Atol das Rocas, para cada classe de largura de disco definidas, ao longo dos meses de verão e inverno de 2008 (n= 185).	29
Tabela 19.	Abundância absoluta de <i>G. cirratum</i> , nos oito locais de amostragem, na Reserva Biológica do Atol das Rocas, para cada classe de comprimento, ao longo dos meses de verão e inverno de 2008 (n= 415).	30

Tabela 20. Abundância absoluta de <i>N. brevirostris</i> , nos oito locais de amostragem, na Reserva Biológica do Atol das Rocas, para as classe de comprimento definidas, ao longo dos meses de verão e inverno de 2008 (n= 180).	32
Tabela 21. Abundância de indivíduos adultos e subadultos das principais espécies de elasmobrânquios observadas na Reserva Biológica do Atol das Rocas, nos meses de verão e inverno de 2008 (n= 441).	36
Tabela 22. Proporção sexual para <i>D. americana</i> , durante o verão e o inverno no Atol das Rocas.	36
Tabela 23. Proporção sexual para a espécie <i>G. cirratum</i> , durante o verão e o inverno no Atol das Rocas.	37
Tabela 24. Proporção sexual para a espécie <i>N. brevirostris</i> , durante o verão e inverno no Atol das Rocas.	37

RESUMO

Em muitos grupos de animais, indivíduos de diferentes classes como, por exemplo, machos e fêmeas, adultos e subadultos, ou espécimes grandes e pequenos, tendem a formar grupos sociais separados. Para compreender melhor o comportamento de elasmobrânquios, particularmente em ecossistemas insulares, a organização social do tubarão lixa, *Ginglymostoma cirratum*, (Bonnaterre, 1788), do tubarão limão, *Negaprion brevirostris* (Poey, 1868), e da raia prego, *Dasyatis americana* (Hildebrand & Schroeder, 1928), foi estudada ao longo de sete expedições científicas para a Reserva Biológica do Atol das Rocas, compreendendo os meses de verão (março, abril e maio) e de inverno (agosto, setembro e outubro). O estudo foi realizado em oito locais: Barretinha, Cemitério, Podes-Crer, Salão, Tartarugas, Âncoras, Laguna e Farol. Os censos visuais subaquáticos foram realizados através de mergulho livre, na preamar e baixa-mar, utilizando busca intensiva. Três espécies de elasmobrânquios foram registradas, com um total de 780 indivíduos. Verificou-se que a abundância absoluta das espécies é estatisticamente diferente entre o verão e o inverno, para *G. cirratum* e *N. brevirostris*, sendo que a maior abundância de elasmobrânquios ocorre durante o inverno. A abundância das três espécies de elasmobrânquios mostra uma segregação espacial, com uma preferência por determinados habitats conforme a espécie. Avaliando as espécies segundo classes de tamanho, verificou-se uma segregação por tamanho, entre indivíduos de pequeno e de grande porte em determinados locais. Foi também verificada segregação por sexo, com machos adultos de todas as três espécies distribuindo-se de forma mais restrita e menos abundantemente do que as fêmeas adultas, sendo que para a espécie mais abundante, *G. cirratum*, houve diferença significativa entre as estações do ano. A organização social de elasmobrânquios do Atol das Rocas parece estar diretamente relacionada com as preferências em relação ao habitat utilizado por cada espécie, com o comportamento de refúgio dos indivíduos menores, neonatos e juvenis, em locais de berçário virtualmente protegidos da agressão de adultos e com o período reprodutivo de *G. cirratum*. Adicionalmente foram observadas interações comportamentais inter- e intra-específicas para todas as espécies, tais como: “following behavior”, compartilhamento de hábitat e interações agonísticas.

Palavras-chave: elasmobrânquios, organização social, segregação espacial, segregação sexual.

ABSTRACT

Many animals tend to form social groups, segregating individuals from different classes, such as males and females, adults and subadults, and even large and small specimens of the same species. In order to better understand the behavior of elasmobranches in an insular environment, the social organization of the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*, (Bonnaterre, 1788), the lemon shark, *Negaprion brevirostris* (Poey, 1868), and the southern stingray, *Dasyatis americana* (Hildebrand & Schroeder, 1928), was studied during seven scientific expeditions to the Biological Reserve of the Atol das Rocas throughout summer (March, April and May) and winter (August, September and October) seasons. The survey was carried out in eight different sites: Barretinha, Cemitério, Podes-Crer, Salão, Tartarugas, Âncoras, Laguna e Farol. The underwater visual censuses were conducted with snorkeling, on both high and low tide, using intensive search. Three elasmobranch species were identified, with a total of 780 individuals. The results showed a significant difference on the total abundance of *G. cirratum* e *N. brevirostris* between summer and winter, with the largest number of elasmobranches occurring during winter. There was also a spatial segregation of the three species of elasmobranches, with a preference of specific habitats by each species. A segregation between small and large animals was found for some of the studied sites. A sexual segregation was also found, with adult males of all species showing a more restricted distribution and a lower abundance than adult females, particularly for *G. cirratum*, which showed significant differences of abundance between seasons. The social organization of the elasmobranches in Atol das Rocas seems to be related with habitat preferences of each species; with the refuge behavior of small individuals, especially newborns and juveniles, in nursery sites protected from the adult aggression/ predation; and the reproductive season of *G. cirratum*. Additionally, observations on the behavior, both inter- and intraspecific, of all studied species were made with the occurrence of following behavior, habitat partition and agonistic interactions.

Key Words: *elasmobranch, social organization, spatial segregation, sexual segregation.*

1 INTRODUÇÃO

As mais de 1.000 espécies de peixes cartilaginosos, entre os quais se incluem os tubarões (cerca de 400 espécies), as raias (cerca de 600 espécies) e as quimeras (pouco mais de 30 espécies) (Compagno *et al.*, 2005), ocupam diversos tipos de habitats, desde a água doce de rios e lagos, passando pelas águas salobras de ambientes estuarinos, até as águas costeiras, o mar aberto e o oceano profundo. Esses animais ocupam predominantemente o topo da teia alimentar marinha, embora alguns sejam predadores oportunistas ou filtradores de plâncton e pequenos peixes. Em razão disto, a sua abundância será sempre naturalmente limitada pela capacidade de carga do ecossistema, razão pela qual, em comparação com os teleósteos, os elasmobrânquios apresentam geralmente densidades populacionais relativamente baixas. A biologia dos condrictes está entre as menos conhecidas e compreendidas entre os diversos grupos zoológicos marinhos. Informações sobre a estratégia de vida, biologia reprodutiva e dinâmica populacional estão disponíveis para poucas espécies, a maioria das quais em função de apresentarem importância econômica para a indústria pesqueira (Camhi *et al.*, 1999).

Geralmente, os elasmobrânquios são caracterizados por terem baixa fecundidade, por atingirem grande tamanho corporal ainda na fase juvenil, por possuírem crescimento lento, maturidade sexual tardia, vida longa e alta sobrevivência em todas as etapas da vida. Essas características, intrínsecas do seu ciclo de vida, resultam em um baixo potencial reprodutivo e uma baixa capacidade para o aumento das suas populações (Pratt & Casey, 1990), tornando as mesmas particularmente suscetíveis à sobrepesca (Holden, 1974).

Apesar de sua elevada fragilidade e significação ecológica, poucos têm sido os estudos relativos ao comportamento dos condrictes, com a sua maioria tendo sido desenvolvida em locais de águas claras e abrigadas, onde observações contínuas podem ser realizadas em espécies relativamente sedentárias (Gruber *et al.*, 1988). Por essa razão, apesar de existir literatura científica sobre diversos aspectos da ecologia de raias e tubarões, particularmente sobre reprodução, alimentação e crescimento, ainda existem lacunas consideráveis em relação ao comportamento destes animais.

Em muitos grupos zoológicos, indivíduos de diferentes classes como, por exemplo, machos e fêmeas, adultos e subadultos, ou espécimes grandes e pequenos, tendem a formar grupos sociais separados (Conradt, 2005), fenômeno conhecido como 'segregação sexual', 'ontogênica' ou 'por tamanho', respectivamente (Bon & Campan, 1996). Além disso, classes distintas de animais muitas vezes diferem no uso do hábitat, caracterizando uma 'segregação de hábitat', ou no uso da área, configurando a 'segregação espacial' (Clutton-Brock *et al.*, 1982).

Segundo Sims (2005 a), os elasmobrânquios possuem o cérebro maior do que outros vertebrados ectotérmicos, com o tamanho relativo e a complexidade estrutural da massa cerebral dos tubarões, em relação a sua massa corporal, se sobrepondo à de aves e alguns mamíferos (Northcutt, 1977; Demski & Northcutt, 1996). Tal característica sugere que os tubarões podem ser capazes de comportamentos complexos, com sistemas sociais com dominância hierárquica e segregação por idade e sexo (Myrberg & Gruber, 1974; Klimley, 1987; Hoenig & Gruber, 1990). A segregação por idade parece ser uma característica quase universal nas populações de tubarões (Springer, 1967), possivelmente devido ao alto risco de canibalismo e predação que sofrem os juvenis e subadultos, por indivíduos adultos (Snelson *et al.*, 1984; Morrissey & Gruber, 1993; Ebert, 2002). Tal comportamento explica o fato das fêmeas grávidas de algumas espécies realizarem migrações de longa distância para terem os seus filhotes em locais seguros, que funcionam como berçários, longe dos indivíduos adultos (Feldheim *et al.*, 2002).

Segundo Oliveira (2001), a fauna de elasmobrânquios da ReBio Atol das Rocas é composta por tubarões das espécies *Ginglymostoma cirratum*, *Negaprion brevirostris*, *Carcharhinus perezi* e *Carcharhinus* sp., além de raias das espécies *Dasyatis americana*, *Aetobatus narinari* e *Manta birostris*. No entanto, apenas as espécies de tubarão *G. cirratum* e *N. brevirostris* e a espécie de raia *Dasyatis americana* são comuns e abundantes.

Para melhor compreender o comportamento de tubarões e raias, particularmente em ecossistemas insulares como o Atol das Rocas, a organização social do tubarão-lixia, *Ginglymostoma cirratum*, do tubarão-limão, *Negaprion brevirostris* e da raia-prego, *Dasyatis americana*, foi estudada através de mergulho livre, no período de agosto de 2007 a outubro de 2008.

2 ESPÉCIES ESTUDADAS

O tubarão-lixo, *Ginglymostoma cirratum* (Bonnaterre, 1788), é caracterizado por possuir barbilhões nasais, boca pequena, as duas nadadeiras dorsais próximas uma da outra, com ambas situadas bem atrás do corpo, nadadeira caudal com apenas lóbulo superior e nadadeiras peitorais e pélvicas arredondadas (Figura 1). Sua coloração pode variar do marrom amarelado ao marrom esverdeado, com a região ventral do corpo em tons mais claros. Quando jovens, os filhotes exibem manchas circulares escuras, que desaparecem gradualmente com o crescimento do animal (Compagno, 1984).

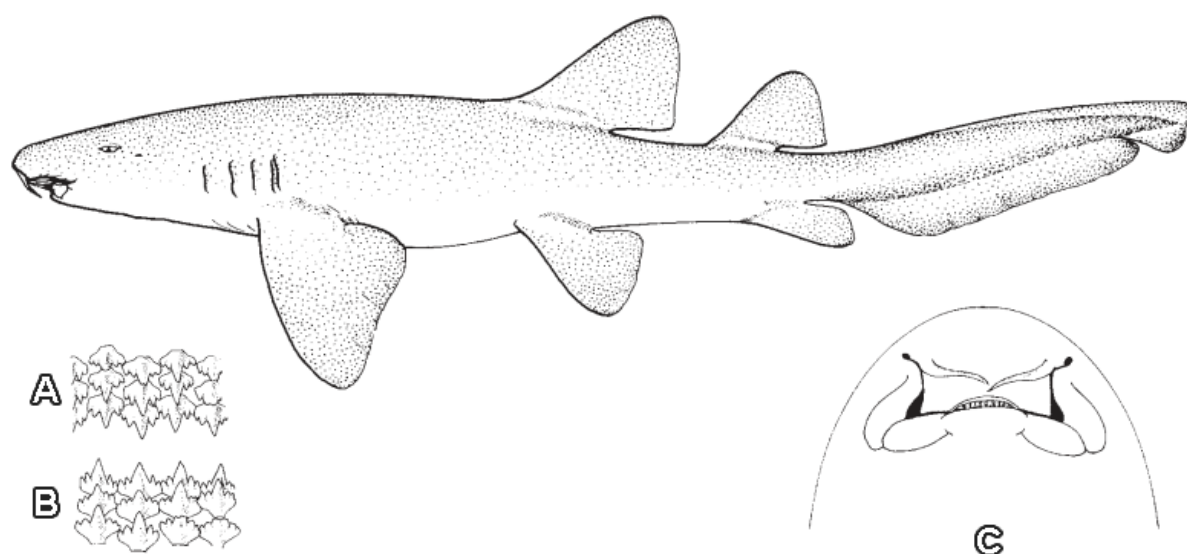


Figura 1. Desenho esquemático do tubarão-lixo *G. cirratum*. (A) dentes superiores e (B) dentes inferiores; (C) vista da região inferior da cabeça. Adaptado de Compagno, 2001.

A espécie ocorre no oeste do Oceano Atlântico, desde *Rhode Island* até o sul do costa brasileira, distribuindo-se em toda a região norte, nordeste e sudeste (Compagno, op. cit.), além das ilhas oceânicas do Atol das Rocas e Arquipélago de Fernando de Noronha (Soto, 2001).

A estratégia reprodutiva do tubarão-lixo é de oviparidade retida ou múltipla (Hamlett & Koob, 1999), com a nutrição dos embriões, durante o seu desenvolvimento intra-uterino, sendo assegurada primariamente por um grande suprimento de vitelo, armazenado no interior de um saco vitelínico.

O comprimento total máximo registrado é de 430 cm, embora a maioria dos adultos atinja entre 280 e 304 cm. Os adultos machos amadurecem sexualmente com aproximadamente 257 cm de comprimento total (CT), enquanto as fêmeas atingem a maturação sexual com um tamanho entre 230 e 259 cm, embora já tenha sido relatado o caso de uma fêmea sexualmente madura com 152 cm. Os neonatos nascem com aproximadamente 27 a 30 cm (Compagno, 1984).

Segundo dados da IUCN/ SSG (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources/ Sharks Specialist Group*), o tubarão-lixo não é considerado uma espécie em risco de extinção, embora a sua abundância nas águas litorâneas da Flórida tenha diminuído nas últimas décadas. Segundo as avaliações realizadas pela IUCN, o tubarão-lixo é classificado como “espécie com dados deficientes”, devido a informações inadequadas para a avaliação do seu risco de extinção (IUCN, 2006). No Brasil, a espécie é considerada “ameaçada de extinção” (IBAMA, 2004).

O tubarão-limão, *Negaprion brevirostris* (Poey, 1868), é uma espécie da família Carcharhinidae, facilmente identificada por apresentar coloração cinza-esverdeada e as duas nadadeiras dorsais quase do mesmo tamanho (Figura 2).

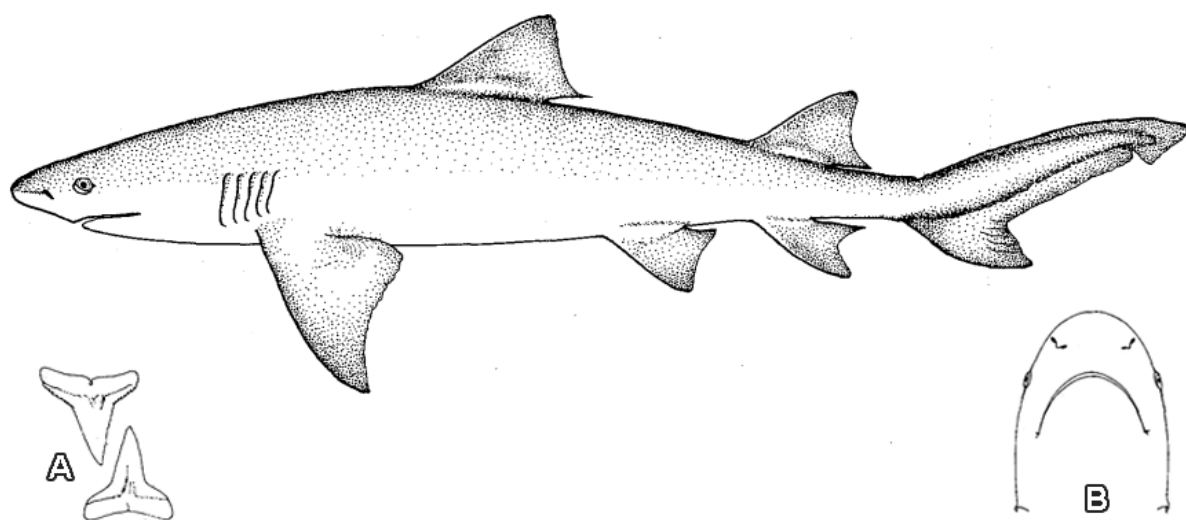


Figura 2. Desenho esquemático do tubarão-limão *N. brevirostris*. (A) dente superior e inferior; (B) vista da porção inferior da cabeça. Adaptado de Compagno, 1984.

Habita áreas tropicais costeiras e litorâneas, nas plataformas continentais e insulares, ocasionalmente ocorrendo no oceano aberto, próximo a superfície, aparentemente quando realiza migração. É muito comum a presença da espécie em torno de recifes de corais, em substrato lamoso, arenoso ou coralíneo, em locais rasos e protegidos (como baías) e em ambientes estuarinos. Ainda, é capaz de habitar as águas doces dos rios tropicais, embora não seja capaz de penetrar longamente nestes ambientes como o faz o *Carcharhinus leucas*. Sua distribuição geográfica compreende o Atlântico oeste, desde Nova Jersey até o sul do Brasil, incluindo o Golfo do México, Bahamas e Caribe; o nordeste do Atlântico, onde a sua distribuição provavelmente se estende ao longo de toda costa oeste da África, incluindo o Senegal e Costa do Marfim, além da costa leste do Pacífico, onde ocorre desde o Golfo da Califórnia até o Equador (Compagno, 1984). No Brasil, a espécie é comum na Reserva Biológica do Atol das Rocas (Hazin & Oliveira, 1996) e no Arquipélago de Fernando de Noronha (Soto, 2001).

A estratégia reprodutiva do tubarão-limão é de viviparidade matrotrofica com placenta (Hamlett & Koob, 1999), com os embriões desenvolvendo-se dentro do útero materno e a sua nutrição ocorrendo através do cordão umbilical. A gestação dura cerca de 10 a 12 meses, com a geração de 4 a 17 filhotes. As fêmeas grávidas costumam se abrigar em áreas rasas, de berçário, para parir seus filhotes, que ali costumam permanecer por períodos longos de tempo.

O tamanho máximo registrado para o tubarão-limão é de aproximadamente 340 cm de comprimento total, sendo que os machos amadurecem sexualmente entre 224 e 279 cm, enquanto as fêmeas tornam-se sexualmente maduras entre 239 e 285 cm. Os filhotes nascem com cerca de 60 a 65 cm (Compagno, 1984).

Segundo a avaliação da IUCN/ SSG, o tubarão-limão é considerado em “baixo risco”, mas “perto de ameaçado” (IUCN, 2006).

A raia-prego, *Dasyatis americana* (Hildebrand & Schroeder, 1928), diferencia-se das demais espécies do gênero por apresentar membrana caudal somente na superfície ventral da cauda, além de uma linha longitudinal central de tubérculos e duas linhas de tubérculos escapulares na superfície dorsal do disco (Figura 3).

Possui uma coloração variável na superfície dorsal, que pode ser cinza clara ou escura, marrom ou olivácea. É uma espécie de hábitos bentônicos, normalmente

encontrada em águas costeiras e rasas. Indivíduos machos e fêmeas maturam respectivamente com 510 mm e 750-800 mm de largura de disco (Bigelow & Schroeder, 1953). Henningsen (2000), a partir de um estudo em cativeiro, relatou que nascem de três a cinco embriões por gestação, com largura de disco de 200 mm a 340 mm, e que o ciclo reprodutivo é de duas gestações por ano (bianual), cada uma com duração média de 176 dias.

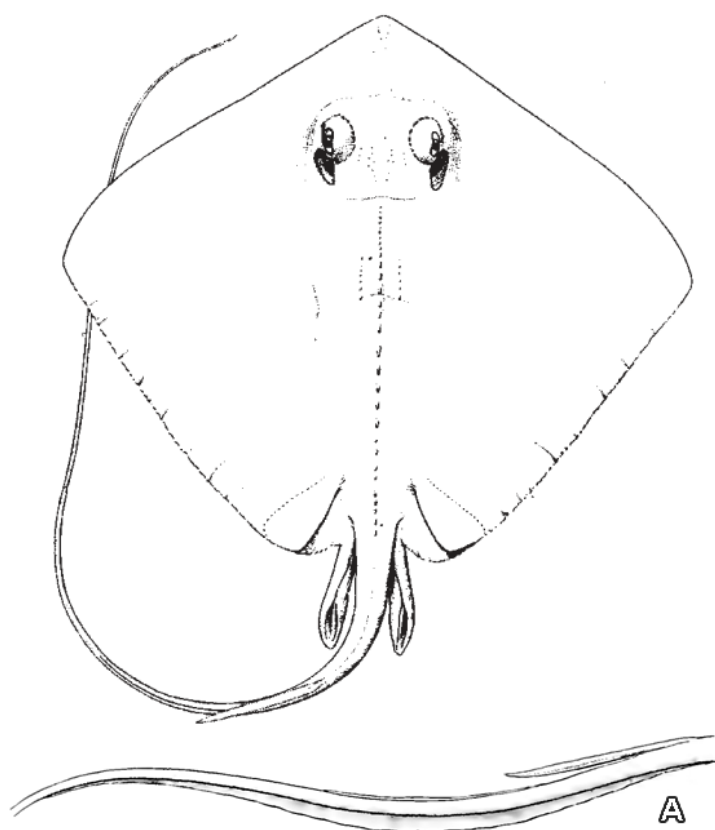


Figura 3. Desenho esquemático da raia-prego *D. americana*. (A) vista lateral da região mediana da cauda, em escala maior. Adaptado de Bigelow and Schroeder, 1953.

Segundo Bigelow & Schroeder (1953), *D. americana* é uma espécie comum em águas tropicais e subtropicais do Atlântico Oeste, com a sua distribuição geográfica se estendendo desde Nova Jersey (EUA) até o Rio de Janeiro (Brasil). Menni & Stehmann (2000) afirmam que a espécie ocorre ao longo de toda a costa brasileira, sendo inclusive, freqüentemente observada no Arquipélago de Fernando de Noronha, onde ocorre abundantemente, dentro e fora dos limites do Parque

Nacional Marinho (Aguiar, 2005), e também na Reserva Biológica do Atol das Rocas (Oliveira, 2001).

Segundo dados da IUCN (2006), apesar da espécie habitar zonas neríticas costeiras, preferencialmente em ambientes rasos e protegidos, recifes de coral e zonas estuarinas, ainda são poucas as informações disponíveis sobre a sua biologia e condição das suas populações, incluindo os impactos infligidos às mesmas pela pesca. Por isso, o status de *D. americana* na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da IUCN encontra-se classificado como “dados deficientes”. A crescente pressão da pesca artesanal em algumas regiões do Brasil, assim como em outros países da América do Sul, além dos impactos no ambiente costeiro (incluindo recifes de coral), podem no entanto, representar uma importante ameaça para a espécie (IUCN, 2006).

3 ÁREA DE ESTUDO

O Atol das Rocas, único atol no Atlântico Sul, está localizado a 266 km a nordeste da costa do Brasil, situando-se no topo de uma montanha submarina de 26 km de comprimento por 8 km de largura. Com recife de formação anelar de cerca de 3,7 km no sentido leste-oeste e 2,5 km no eixo norte-sul (Kikuchi & Leão, 1997), apresenta coordenadas geográficas no farol ali instalado de 03°51'30"S e 033°49'29"W.

A Reserva Biológica do Atol das Rocas, criada pelo Decreto Lei nº 83.549 de 5 de julho de 1979, foi a primeira reserva biológica marinha a ser estabelecida no Brasil. No Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), uma reserva biológica é a categoria de proteção aplicada à conservação integral da biodiversidade, sem que nenhuma atividade recreativa ou exploração dos seus recursos seja permitida dentro dessas áreas. Contudo, visitas destinadas à pesquisa científica e objetivos educativos podem ser permitidas, em casos especiais, com autorização do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio).

Dados climáticos dos anos de 1991 e 1992, provenientes do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), indicam que a precipitação é distribuída irregularmente ao longo do ano, com uma média mensal de 860 mm, variando de 183 mm (abril de 1992) a 2.663 mm (agosto de 1992). No mesmo período, a temperatura atmosférica variou de 17,5°C (abril) a 35,8°C (fevereiro) (Kikuchi, 1999).

As marés são semi-diurnas, com amplitude de sizígia de 2,8 m. A temperatura anual média da água na parte externa do atol é de 27°C, enquanto que na região interna do recife, no interior das piscinas, a água pode chegar a 39°C. Os dados de salinidade disponíveis indicam um valor médio de 37. A visibilidade da água, em condições de tempo bom, é geralmente superior a 20 m (Kikuchi, 1999).

A viagem até a Reserva é de responsabilidade do ICMBio, sendo atualmente realizada pelo catamarã *Borandá*, contratado pelo referido Instituto. As viagens partem de Natal (RN) e a expedição tem duração de cerca de quatro semanas, período no qual a comunicação com o continente é realizada através de internet via satélite.

4 OBJETIVOS

4.1 Geral

Descrever o comportamento e a organização social em elasmobrânquios da Reserva Biológica do Atol das Rocas.

4.2 Específicos

- i. Inventariar a população de elasmobrânquios na Reserva Biológica do Atol das Rocas.
- ii. Descrever a população de elasmobrânquios, suas relações ecológicas e comportamentais.
- iii. Avaliar a segregação por tamanho, por sexo e espacial, da população de elasmobrânquios presente no Atol das Rocas.

5 METODOLOGIA

5.1 *Obtenção dos Dados*

Com o objetivo de estudar a organização social dos elasmobrânquios no Atol das Rocas, foram realizadas sete expedições científicas. O período de amostragem se estendeu ao longo do ano de 2008, compreendendo os meses de verão (março, abril e maio), e os meses de inverno (agosto, setembro e outubro). O estudo piloto foi realizado em agosto do ano de 2007, durante o qual foram selecionados os oito locais de amostragem: as piscinas fechadas Cemitério, Tartarugas, Âncoras e Farol; e as piscinas abertas Barretinha, Podes-Crer, Salão e Laguna (Figura 4).

As observações foram realizadas através de mergulho livre, durante a preamar e baixa-mar. A tábua de maré utilizada foi disponibilizada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), do Ministério da Marinha, para a região da ilha de Fernando de Noronha, Baía de Santo Antônio (PE). Nos períodos de baixa-mar (Tabela 1), em cada uma das oito estações de amostragem, foi realizado um censo visual subaquático, mais uma réplica por fase lunar (nova, crescente, cheia e minguante), o que totalizou 64 censos na baixa-mar, durante o verão, mais 64 censos na baixa-mar, durante o inverno. O período de amostragem na preamar (Tabela 2) esteve centrado em uma única fase lunar no verão, e a mesma fase lunar no inverno, em dois locais (Tartarugas e Laguna). O período de amostragem em preamar foi reduzido devido às dificuldades de acesso e às condições adversas do estado do mar nessa fase da maré na área estudada. Foram realizados, assim, dois censos mais duas réplicas na preamar no verão e dois censos mais duas réplicas na preamar no inverno. Ao todo, portanto, considerando-se os censos realizados na baixa-mar e na preamar foram realizados 68 censos no verão (março, abril e maio) e 68 censos no inverno (agosto, setembro e outubro) do ano de 2008.

Considerando-se que em cada dia existem seis horas de uma determinada maré (baixa-mar ou preamar), multiplicadas por cinco dias de amostragem em cada fase lunar (nova, crescente, cheia ou minguante), estariam disponíveis para a realização dos mergulhos de observação, trinta horas em cada fase lunar. Dividindo-

se este montante pelos oito locais de mergulho, haveria uma disponibilidade, para cada local, de 3,75 horas, valor que se reduz à metade, ou seja, 1,87 horas, quando se consideram as réplicas. Considerando-se, porém, que as áreas de observação (piscinas) possuem diferentes tamanhos, além de estarem situadas em locais de difícil acesso, o esforço de observação a ser realizado em cada um dos oito locais foi padronizado, segundo a relação tempo disponível (h)/ área (m²) (Tabela 3).

Tabela 1. Desenho amostral para os censos visuais realizados na Reserva Biológica do Atol das Rocas, no período de baixa-mar.

Estação do ano	Fase da Lua	Local (amostra + 1 réplica)
Verão (março, abril e maio)	Nova	Barretinha, Cemitério, Podes-Crer, Salão, Tartarugas, Âncoras, Farol, Laguna.
	Crescente	Barretinha, Cemitério, Podes-Crer, Salão, Tartarugas, Âncoras, Farol, Laguna.
	Cheia	Barretinha, Cemitério, Podes-Crer, Salão, Tartarugas, Âncoras, Farol, Laguna.
	Minguante	Barretinha, Cemitério, Podes-Crer, Salão, Tartarugas, Âncoras, Farol, Laguna.
Inverno (agosto, setembro e outubro)	Nova	Barretinha, Cemitério, Podes-Crer, Salão, Tartarugas, Âncoras, Farol, Laguna.
	Crescente	Barretinha, Cemitério, Podes-Crer, Salão, Tartarugas, Âncoras, Farol, Laguna.
	Cheia	Barretinha, Cemitério, Podes-Crer, Salão, Tartarugas, Âncoras, Farol, Laguna.
	Minguante	Barretinha, Cemitério, Podes-Crer, Salão, Tartarugas, Âncoras, Farol, Laguna.

Tabela 2. Desenho amostral para os censos visuais realizados no na Reserva Biológica do Atol das Rocas, no período de preamar.

Estação do ano	Fase da Lua	Local (amostra + 1 réplica)
Verão	Nova	Tartarugas, Laguna.
Inverno	Nova	Tartarugas, Laguna.

Tabela 3. Padronização do tempo (h) de cada censo visual em cada local amostrado (m²).

Local	Local (área em m ²)	Tempo de mergulho (horas de censo)
Laguna	97.753,63	03:38
Cemitério	94.909,03	03:29
Tartarugas	61.281,45	02:26
Podes-Crer	30.473,76	01:32
Salão	27.983,81	01:25
Barretinha	7.888,58	00:24
Âncoras	7.665,61	00:23
Farol	4.547,11	00:13
Σ	332.502,97	13:30

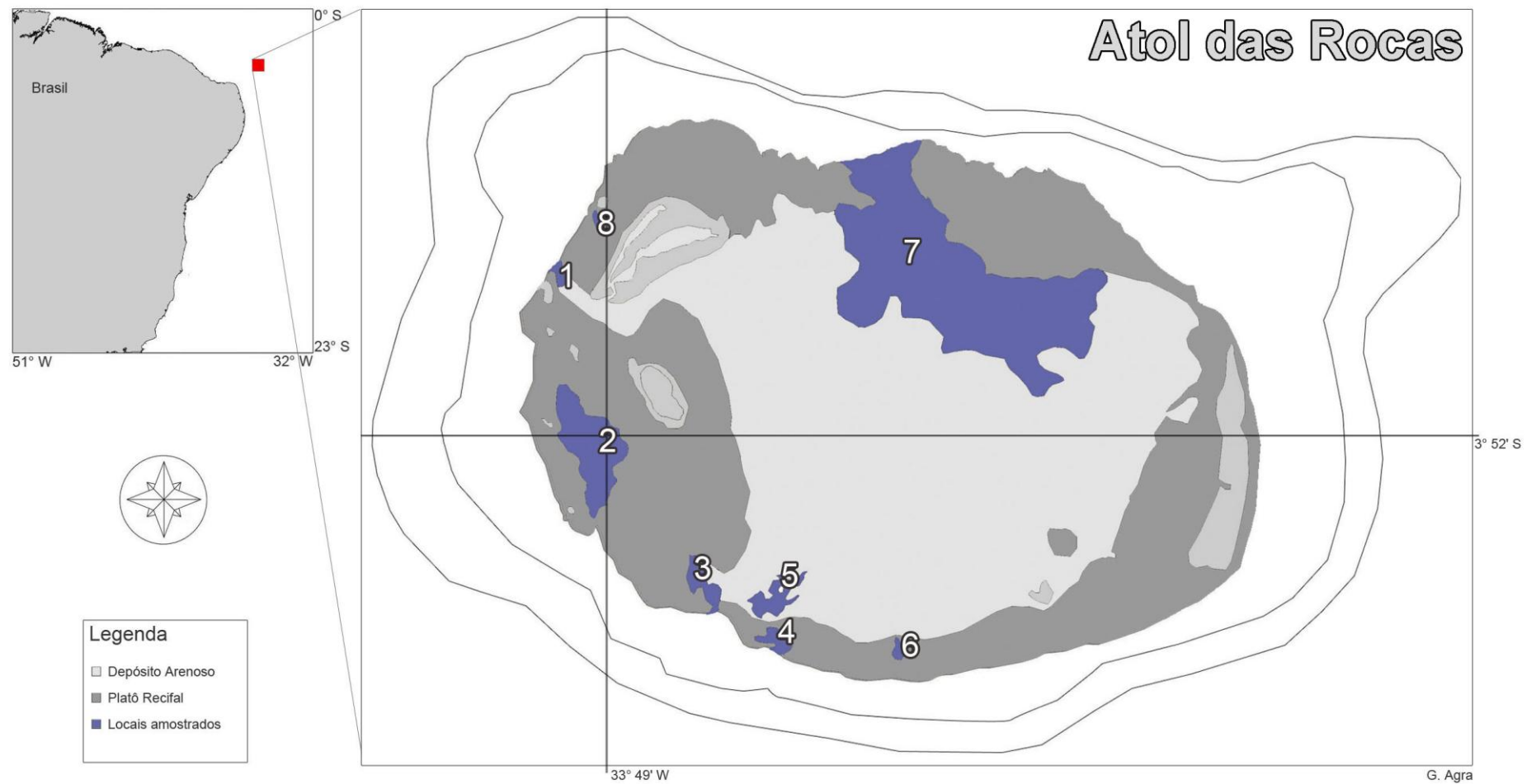


Figura 4. Mapa do Atol das Rocas com destaque para os locais estudados (1) Barretinha, (2) piscina do Cemitério, (3) piscina Podes-Crer, (4) piscina do Salão, (5) piscina das Tartarugas, (6) piscina das Âncoras, (7) Laguna e (8) piscina do Farol.

Os censos visuais subaquáticos foram realizados através de busca intensiva por estrato, em itinerários fixos de observação. A técnica de amostragem por estrato é importante para a otimização do tempo de mergulho e separação de diferentes habitats. Em cada censo foi registrado o tempo total de mergulho, o número de elasmobrânquios avistados, a identificação da espécie, o sexo, a estimativa do comprimento total (para tubarões) e da largura de disco (para raias), e a atividade social em diferentes estratos (Tabela 4). Na medida do possível, cada um dos indivíduos avistados foi fotografado com uma câmera digital subaquática, para identificação individual e principalmente para evitar a pseudo-replicação de um mesmo indivíduo. Dessa forma, diversos indivíduos foram identificados e distinguidos por foto-identificação das marcas naturais. Todas as espécies avistadas foram identificadas com base em chaves de identificação de Bigelow & Schroeder (1953) e Compagno (1984).

De um total de 791 elasmobrânquios avistados não foi possível identificar o sexo ou o tamanho em 11 deles, de forma que os dados relativos a tamanho e sexo referem-se a 780 indivíduos. A impossibilidade de se identificar o sexo ocorreu, geralmente, quando o espécime apresentava um tamanho reduzido, encontrando-se, portanto, sexualmente imaturo, com comprimento total, no caso dos tubarões, inferior a 150 cm, ou, no caso das raias, com largura de disco menor que 30 cm. Já a estimativa do comprimento total ou da largura do disco, foi, em alguns casos, prejudicada em razão de alguns animais avistados se encontrarem em natação rápida, ou quando exibiam comportamento furtivo na presença de outro predador.

Tabela 4. Classificação das possíveis atividades sociais e os diferentes estratos amostrados ao longo de 136 censos visuais realizados na Reserva Biológica do Atol das Rocas.

Atividade Social	Estrato
01 – repouso	01 – planície arenosa afastada de recifes
02 – natação	02 – caverna
03 – alimentação	03 – substrato consolidado
04 – corte e acasalamento	04 – substrato não consolidado
	05 – coluna d'água

Dados sobre a temperatura da superfície do mar foram retirados do World Ocean Atlas, de 2005, o mais recente disponível. Estes dados são gerados pelo NOAA Satellite and Information Service, sendo disponibilizados na internet através do National Oceanographic Data Center. Os dados climáticos referentes à pluviosidade e à temperatura atmosférica são provenientes do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e são referentes a uma série temporal de nove meses de duração, coletados entre 1991 e 1992. De acordo com esses dados, a precipitação é distribuída irregularmente ao longo do ano, com uma média mensal de 860 mm, variando de 183 mm (abril de 1992) a 2663 mm (agosto de 1992). No mesmo período, a temperatura atmosférica variou entre 17,5°C em abril a 35,8°C em fevereiro (Kikuchi, 1994). Com base nesses dados climáticos, aliados aos dados de temperatura superficial do mar, foram definidos os limites das duas estações do ano consideradas neste trabalho: verão e inverno. Nas proximidades do Atol das Rocas, nas coordenadas 03°51'30"S e 033°49'29"W, ocorre uma pequena variação da temperatura superficial do mar ao longo do ano. Durante os meses de janeiro, fevereiro, março, abril, maio e junho, a temperatura varia entre 27°C e 28°C, sendo este período considerado, neste estudo, como verão. Neste mesmo local, durante os meses de julho, agosto, setembro, outubro, novembro e dezembro, a temperatura da superfície do mar situa-se entre 26°C e 27°, sendo este período considerado, neste estudo, como inverno.

5.2 Análise dos Dados

As fases etárias, para cada espécie, foram estimadas com base no comprimento dos indivíduos avistados. Segundo Bigelow & Schroeder (1953), os machos de *Dasyatis americana* atingem a maturidade sexual aos 51 cm de LD e as fêmeas entre 75 e 80 cm de LD, enquanto os neonatos apresentam LD entre 20 e 34 cm. Compagno (1984) reportou que os machos de *Ginglymostoma cirratum* atingem a maturação sexual entre 225 e 257 cm de CT, enquanto que as fêmeas maturam entre 230 e 240 cm de CT, com um tamanho ao nascer se situando entre 27 e 30 cm de CT. O mesmo autor observa, ainda, que foram registradas fêmeas de *G. cirratum* imaturas com CT medindo entre 225 e 235 cm. Já os machos da espécie

Negaprion brevirostris, ainda segundo o mesmo autor, atingem a idade adulta com CT entre 224 e 279 cm e as fêmeas com CT entre 239 e 285 cm, enquanto os neonatos medem entre 60 e 65 cm de CT. Com base nesses dados, foram definidos os termos “juvenil”, “subadulto” e “adulto” para cada uma das três espécies citadas (Tabela 5).

Tabela 5. Relação entre o Comprimento Total (CT) e a Largura de Disco (LD), em centímetros, e a correspondente fase etária definida neste estudo.

Fase Etária	<i>D. americana</i>		<i>G. cirratum</i>		<i>N. brevirostris</i>	
	♂	♀	♂	♀	♂	♀
Juvenil	≤ 40	≤ 40	≤ 100	≤ 100	≤ 100	≤ 100
Subadulto	41-50	41-74	101-224	101-229	101-223	101-238
Adulto	> 51	> 75	> 225	> 230	> 224	> 239

Castro (1993) define quatro períodos, ou fases etárias, para os tubarões: embriões (totalmente desenvolvidos, mas ainda não nascidos), neonatos (recém-nascidos), juvenis (fase anterior a maturação sexual) e adultos (indivíduos sexualmente maduros). O autor considera a necessidade de existir uma terminologia mais específica do que “pequenos juvenis” e “grandes juvenis”, tendo em vista que em alguns tubarões o período “juvenil” pode durar duas décadas, ou mais, e que provavelmente este período possa ser dividido em fases baseadas na idade, tamanho, taxa de crescimento, hábitat ou padrões migratórios. Neste estudo foi utilizada uma classificação subjetiva em relação às fases etárias, visto que tais períodos foram definidos segundo a estimativa do comprimento total ou a largura de disco dos indivíduos.

Com o objetivo de estudar a segregação por tamanho, portanto, para cada uma das espécies estudadas foram estabelecidas cinco classes de comprimento, com a primeira classe incluindo os menores indivíduos registrados e a última, os maiores (Tabela 6). A largura de disco estimada das raias *D. americana* variou desde 15 até 150 cm, enquanto que o comprimento total estimado dos tubarões *G. cirratum* e *N. brevirostris* variou, respectivamente, de 80 a 300 cm, e de 60 a 300 cm.

Tabela 6. Classes de tamanho para as espécies *D. americana* (largura de disco, em centímetros), *G. cirratum* e *N. brevirostris* (para ambas, comprimento total em centímetros).

Espécie	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe V
<i>D. americana</i>	0 — 30	30 — 60	60 — 90	90 — 120	120 — 150
<i>G. cirratum</i>	0 — 100	100 — 150	150 — 200	200 — 250	250 — 300
<i>N. brevirostris</i>	0 — 100	100 — 150	150 — 200	200 — 250	250 — 300

Em todos os testes e análises estatísticas foram utilizados os dados não transformados; com um nível de significância adotado para a rejeição da hipótese nula H_0 , igual a 5% ($\alpha = 0,05$). A normalidade dos dados foi verificada através do teste de Kolmogorov-Smirnov.

Para verificar se houve ocorrência de segregação espacial, por sexo ou por tamanho, os dados obtidos foram analisados e testados através de rotinas e programas estatísticos (SPSS 16.0 e Primer 6).

Um pré-requisito para a avaliação da organização social é o conhecimento da estrutura da população (segregação por sexo ou tamanho) e da densidade populacional (segregação espacial) nos locais estudados. Para identificar diferenças na distribuição espacial das espécies, optou-se por utilizar o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, em razão da não normalidade dos dados, utilizando-se, posteriormente, para identificar as diferenças entre as amostras, o teste do Qui-quadrado. A existência da segregação por tamanho e o padrão de distribuição de cada classe de tamanho contendo os valores de abundância absoluta para cada espécie, foram avaliados utilizando-se rotinas do pacote estatístico PRIMER (Clarke & Goreley, 2001), tal como, *One-way ANOSIM* (*ANalysis Of SIMilarities*, ou Análise univariada de Similaridade), Análise de Agrupamento de ligação completa (*Cluster Analysis, Complete Linkage*) e MDS (*MultiDimensional Scaling*, ou Escalonamento Multidimensional). Para determinar se a razão sexual entre machos e fêmeas foi significativamente diferente de 1:1, foi utilizado o teste do Qui-quadrado.

Com o objetivo de padronizar a matriz de dados, os valores de abundância inferiores a 0,5% do total da abundância de cada espécie foram excluídos para estas análises. Isto ocasionou uma redução de 28 indivíduos no total (seis para a espécie

D. americana, dezessete para a espécie *G. cirratum* e cinco para *N. brevirostris*), e a exclusão de uma classe de tamanho para a espécie *D. americana* (foi excluída a classe I, que após a exclusão da ocorrência única de um indivíduo, passou a apresentar apenas valores de ausência). Finalmente, obteve-se uma matriz com dezesseis colunas (oito locais multiplicados por duas estações: verão e inverno) e catorze linhas (cinco classes de tamanho, multiplicadas por três espécies, menos uma classe que foi excluída), a partir da qual foi gerada uma matriz de similaridade das variáveis (classes de tamanho) com o coeficiente de associação de Whittaker. O índice de associação de Whittaker (1952) foi utilizado por ser bem adaptado aos dados de abundância de espécies, sendo que a diferença é zero para uma espécie quando suas proporções são idênticas em dois locais (Legendre & Legendre, 1998). A análise univariada de similaridade foi utilizada para testar os grupos formados pela análise de agrupamento e verificar se a hipótese nula (as classes de tamanho das diferentes espécies são um único grupo) seria válida. O escalonamento multidimensional foi utilizado para complementar a análise de agrupamento e verificar os resultados obtidos.

Para o estudo da segregação sexual, foram contabilizados apenas os indivíduos subadultos e adultos. Os juvenis não foram incluídos devido ao erro relativamente elevado, associado à identificação do sexo, conforme indicado acima. Sendo assim, apenas as classes III, IV e V foram incluídas nas análises.

Para descrever e comparar a fauna de elasmobrânquios ao longo do verão e do inverno foi utilizada a abundância absoluta, descrita pelo número total de indivíduos avistados em cada censo; e a frequência de ocorrência, determinada pelo número de vezes em que cada uma das três espécies foi registrada em um total de 136 censos visuais subaquáticos.

A descrição do comportamento dos elasmobrânquios, e as relações ecológicas existentes entre eles, e com outras espécies, foram registradas com uma câmera fotográfica Olympus 1030 SW. Os dados, imagens e vídeos foram catalogados e selecionados segundo os critérios de melhor representação do tema em questão e melhor qualidade de imagem.

6 RESULTADOS

Foi registrada a ocorrência de 359 elasmobrânquios em 41h29min de censo, durante o verão; e 432 elasmobrânquios em 37h57min de censo, durante o inverno (Figura 4), totalizando 791 avistagens de elasmobrânquios ao longo do ano de 2008, entre as quais 765 ocorreram na baixa-mar (Tabela 7) e 26 na preamar (Tabela 8). Dos 780 elasmobrânquios para os quais foi possível registrar o tamanho e o sexo, 350 foram observados no verão e 430 no inverno.

No decorrer dos 136 censos visuais subaquáticos realizados no ano de 2008, foram identificadas quatro espécies de elasmobrânquios na parte interna do Atol das Rocas, entre as quais o tubarão lixa, *Ginglymostoma cirratum*, foi a mais abundante, tendo sido registrados 415 espécimes. A segunda espécie mais abundante, a raia prego, *Dasyatis americana*, foi registrada em 185 avistagens. A terceira espécie mais abundante foi o tubarão limão, *Negaprion brevirostris*, tendo sido avistado em 180 ocasiões. A espécie menos abundante, *Carcharhinus perezi*, foi registrada esporadicamente em um local fora das áreas de observação deste trabalho (Figura 5, na Barreta de Nordeste), não tendo sido, por isso, incluída nas análises.

A população de elasmobrânquios apresentou variações significativas na abundância absoluta entre o verão e o inverno de 2008 (respectivamente, $n=350$ e $n=430$; $\chi^2=8,205$; $p=0,004$; Tabela 9), embora a frequência de ocorrência de todas as espécies agrupadas não tenha diferido significativamente entre as estações (97 para o verão e 93 para o inverno; $\chi^2=0,084$; $p=0,772$; Tabela 9).

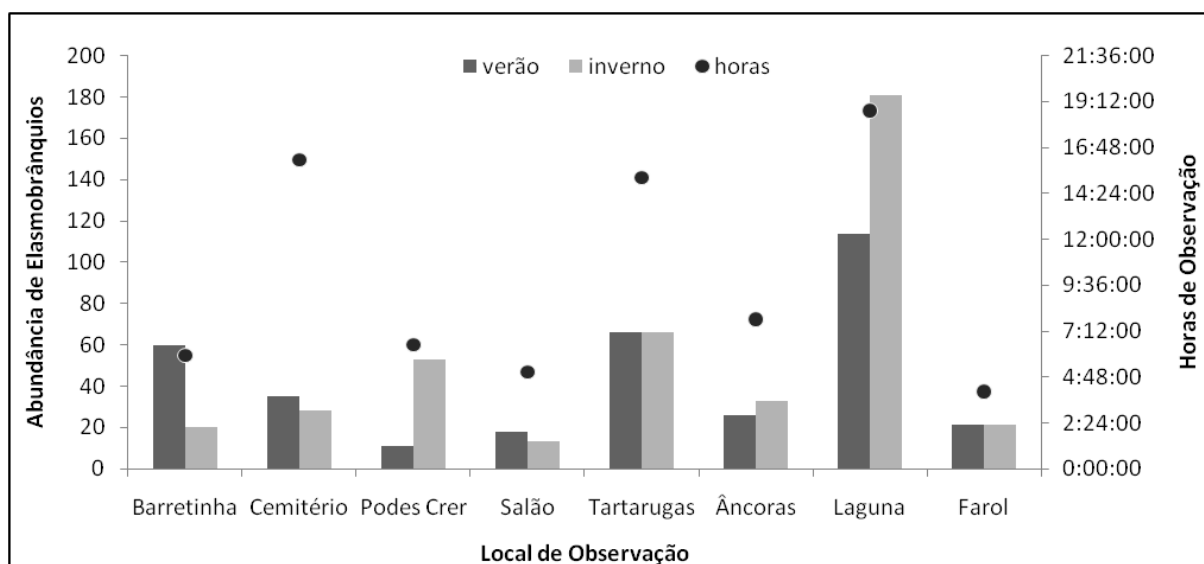


Figura 5. Abundância de elasmobrânquios no Atol das Rocas, em cada um dos oito locais de observação, durante as estações verão e inverno, e o tempo empregado, em horas de observação, na realização dos censos visuais subaquáticos.

Tabela 7. Número total de censos e número absoluto de elasmobrânquios registrados, em cada um dos oito locais de observação, durante a baixa-mar (n=765).

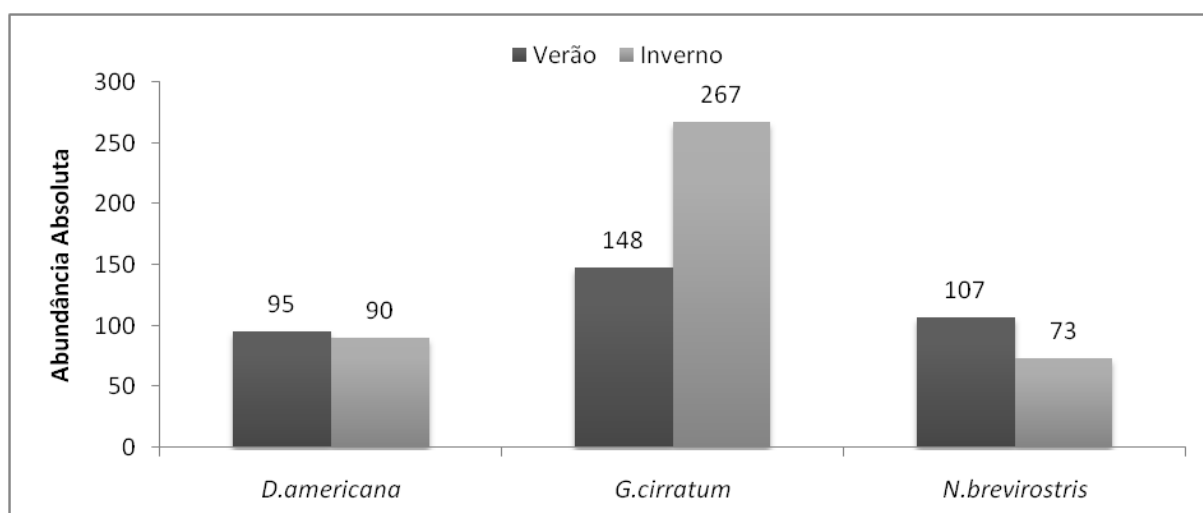
Local	Censos realizados						Elasmobrânquios registrados					
	MAR	ABR	MAI	AGO	SET	OUT	MAR	ABR	MAI	AGO	SET	OUT
Barretinha	3	4	1	4	3	1	21	32	7	10	5	2
Cemitério	3	3	2	2	3	3	11	17	7	13	10	12
Podes-Crer	2	2	4	2	2	4	3	6	2	16	9	28
Salão	3	3	2	2	2	4	5	11	2	4	3	5
Tartarugas	3	3	2	2	2	4	28	23	15	18	16	32
Âncoras	3	2	3	2	2	4	6	13	7	11	10	12
Laguna	3	4	1	0	4	4	45	49	20	0	90	91
Farol	3	4	1	4	2	2	13	6	2	4	10	3
Σ	23	25	16	18	20	26	132	157	62	76	153	185

Tabela 8. Número total de censos e número absoluto de registros de elasmobrânquios, em cada um dos oito locais de observação, durante a preamar (n= 26).

Local	Censos realizados		Elasmobrânquios registrados	
	VERÃO	INVERNO	VERÃO	INVERNO
Tartarugas	2	2	5	6
Laguna	2	2	3	12
Σ	4	4	8	18

Tabela 9 Abundância absoluta e freqüência de ocorrência, entre as estações do ano, para cada uma das espécies e para todos os elasmobrânquios. Dados estatisticamente significativos (qui-quadrado) destacados com asterisco (*).

	Abundância Absoluta		Abundância Absoluta Verão x Inverno		Freqüência de Ocorrência		Freq. de Ocorrência Verão x Inverno	
	verão	inverno	χ^2	p	verão	inverno	χ^2	p
<i>D. americana</i>	95	90	0,135	0,713	28	30	0,069	0,793
<i>G. cirratum</i>	148	267	34,123	<0,001 *	43	46	0,101	0,750
<i>N. brevirostris</i>	107	73	6,422	0,011 *	26	17	1,884	0,170 *
Total	350	430	8,205	0,004 *	97	93	0,084	0,772

**Figura 6.** Distribuição da abundância absoluta (n= 780) das três principais espécies de elasmobrânquios do Atol das Rocas, entre as estações do ano de 2008.

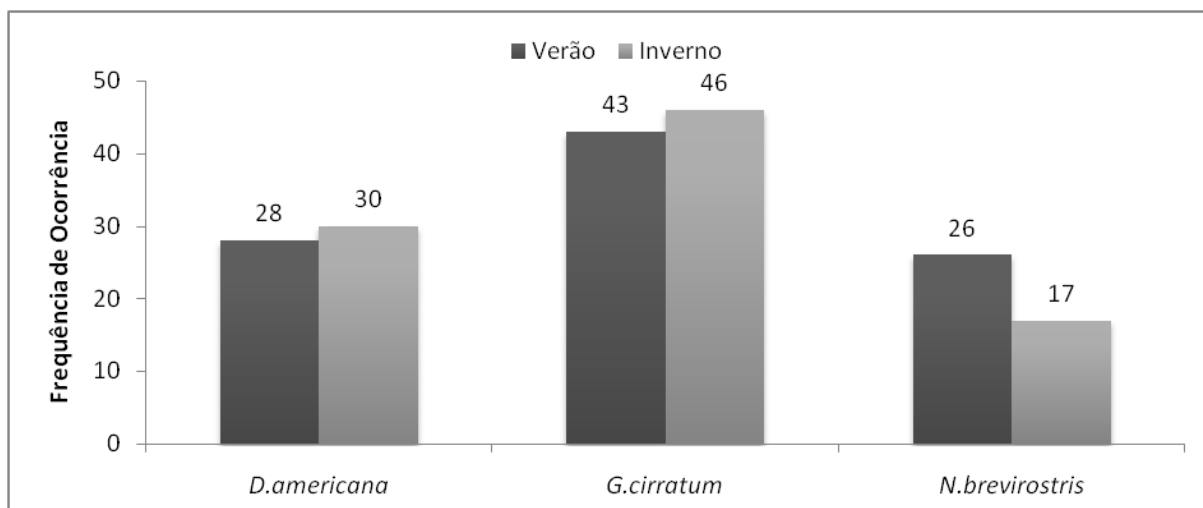


Figura 7. Distribuição da frequência de ocorrência encontrada para as três principais espécies de elasmobrânquios do Atol das Rocas, durante 68 censos visuais subaquáticos realizados entre as estações do ano de 2008.

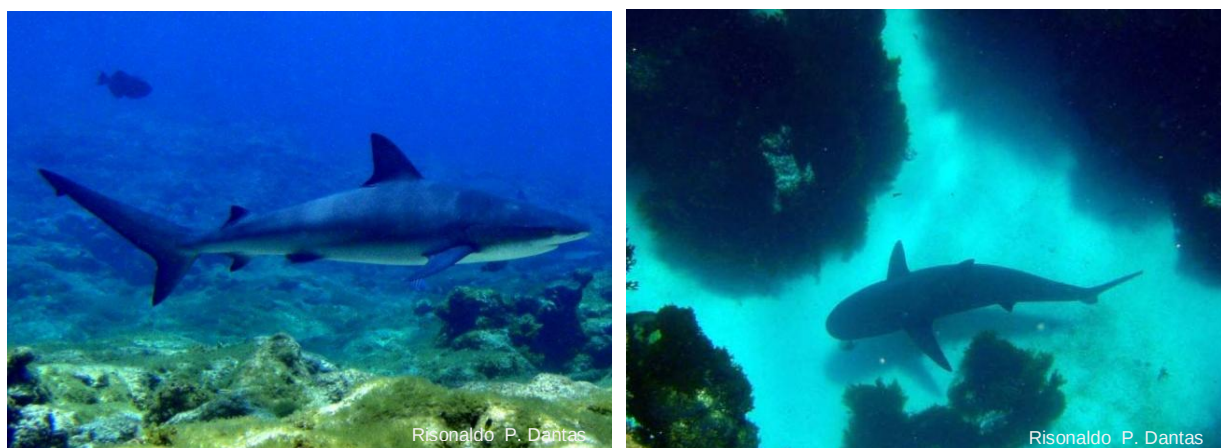


Figura 8. Indivíduos adultos de *Carcharhinus perezii* observado na Barreta de Nordeste, na Reserva Biológica do Atol das Rocas.

6.1 *Dasyatis americana*

Durante os censos visuais subaquáticos realizados nos meses de verão (março, abril e maio) de 2008, foram registradas 99 ocorrências para a espécie *Dasyatis americana*, entre as quais em apenas um indivíduo não foi possível estimar a largura de disco enquanto que em três não foi possível identificar o sexo (Tabela 10). Durante os meses de inverno (agosto, setembro e outubro) de 2008, foram registradas 92 ocorrências para esta mesma espécie, sendo que em duas delas não foi possível estimar a largura de disco (Tabela 10). Apenas os registros completos (com largura do disco e sexo) foram utilizados para as análises.

A abundância absoluta de indivíduos da espécie *D. americana* não diferiu significativamente entre o verão (n= 95) e o inverno (n= 90) ($\chi^2= 0,135$; p= 0,713, Tabela 9). Os dados referentes à frequência de ocorrência para a espécie também foram estatisticamente semelhantes entre as estações do ano ($\chi^2= 0,069$; p= 0,793, Tabela 9).

Tabela 10. Relação do tipo de registro para *D. americana*, observada na Reserva Biológica do Atol das Rocas, nos períodos de verão e inverno de 2008.

Tipo de registro	VERÃO	INVERNO	TOTAL ANUAL
Completo (inclui estimativa de LD e identificação do sexo)	95	90	185
Incompleto (sem estimativa de LD)	1	3	4
Incompleto (sem identificação do sexo)	2	0	2
<i>Total de Registros</i>	99	92	191

6.2 *Ginglymostoma cirratum*

Um total de 150 ocorrências foram registradas para a espécie *G. cirratum* durante os censos visuais subaquáticos realizados nos meses de verão (março, abril e maio), entre as quais não foi possível identificar o sexo de dois indivíduos (Tabela 11).

Embora a abundância absoluta de indivíduos da espécie tenha sido significativamente diferente entre o verão ($n = 148$) e o inverno ($n = 267$) ($\chi^2 = 34,123$; $p < 0,001$), a frequência de ocorrência foi estatisticamente semelhante entre as estações do ano ($\chi^2 = 0,101$; $p = 0,750$, Tabela 9). Apenas os registros completos (com largura do disco e sexo) foram utilizados para as análises.

Tabela 11. Relação do tipo de registro para *G. cirratum*, observado na Reserva Biológica do Atol das Rocas, nos períodos de verão e inverno de 2008.

Tipo de registro	VERÃO	INVERNO	TOTAL ANUAL
Completo (inclui estimativa de CT e identificação do sexo)	148	267	415
Incompleto (sem estimativa de CT e sem identificação do sexo)	0	0	0
Incompleto (sem identificação do sexo)	2	0	2
<i>Total de Registros</i>	<i>150</i>	<i>267</i>	<i>417</i>

6.3 *Negaprion brevirostris*

A espécie *N. brevirostris* foi registrada em 110 ocorrências no verão e 73 no inverno, não tendo sido possível identificar o sexo em dois indivíduos e o tamanho em um exemplar, todos durante o verão (Tabela 12). Apenas os registros completos (com largura do disco e sexo) foram utilizados para as análises.

A abundância absoluta de indivíduos da espécie também foi significativamente diferente entre o verão (n= 107) e o inverno (n= 73) ($\chi^2= 6,422$; p= 0,011), assim como a frequência de ocorrência para a espécie ($\chi^2= 1,884$; p= 0,170, Tabela 9).

Tabela 12. Relação do tipo de registro para *N. brevirostris*, observado na Reserva Biológica do Atol das Rocas, nos períodos de verão e inverno de 2008.

Tipo de registro	VERÃO	INVERNO	TOTAL ANUAL
Completo (inclui estimativa de CT e identificação do sexo)	107	73	180
Incompleto (sem estimativa de CT e sem identificação do sexo)	1	0	1
Incompleto (sem identificação do sexo)	2	0	2
<i>Total de Registros</i>	<i>110</i>	<i>73</i>	<i>183</i>

6.4 Segregação Espacial

Ao longo dos 136 censos visuais realizados em 2008 no Atol das Rocas, a distribuição espacial das três espécies de elasmobrânquios mais comuns mostrou-se diferenciada (Tabela 13).

Entre os oito locais amostrados, a espécie *Dasyatis americana* ocorreu em seis deles (Barretinha, Cemitério, Salão, Tartarugas, Âncoras e Laguna), estando ausente em dois outros (Podes-Crer e Farol), tanto no verão como no inverno de 2008 (Figura 9).

A espécie *G. cirratum*, por sua vez, foi registrada em sete dos oito locais amostrados: Barretinha, Cemitério, Podes-Crer, Salão, Tartarugas, Âncoras e Laguna; estando ausente apenas na piscina do Farol (Figura 9).

Já a espécie *N. brevirostris* esteve presente em cinco locais ao longo do ano. Durante o verão, a espécie distribuiu-se entre a Barretinha, Cemitério, Laguna e Farol e durante o inverno, entre a Barretinha, Tartarugas, Laguna e Farol. Durante o período de amostragem, a espécie não foi registrada nas piscinas Podes-Crer, Salão e Âncoras (Figura 9).

Tabela 13. Número total de indivíduos registrados (n= 780) em cada espécie em 136 censos visuais subaquáticos realizados ao longo dos meses de verão (março, abril e maio) e de inverno (agosto, setembro e outubro) de 2008, durante o período de baixa-mar e de preamar.

	VERÃO			INVERNO		
	<i>D.americana</i>	<i>G.cirratum</i>	<i>N.brevirostris</i>	<i>D.americana</i>	<i>G.cirratum</i>	<i>N.brevirostris</i>
BAR	1	29	30	1	10	6
CEM	23	4	6	29	5	0
POD	0	11	0	0	53	0
SAL	5	12	0	4	8	0
TAR	49	16	0	44	26	1
ÂNC	1	25	0	6	27	0
LAG	16	51	50	6	138	49
FAR	0	0	21	0	0	17
Σ	95	148	107	90	267	73

BAR= Barretinha, CEM= Cemitério, POD= Podes-Crer, SAL= Salão, TAR= Tartarugas, ANC= Âncoras, LAG= Laguna, e FAR= Farol.

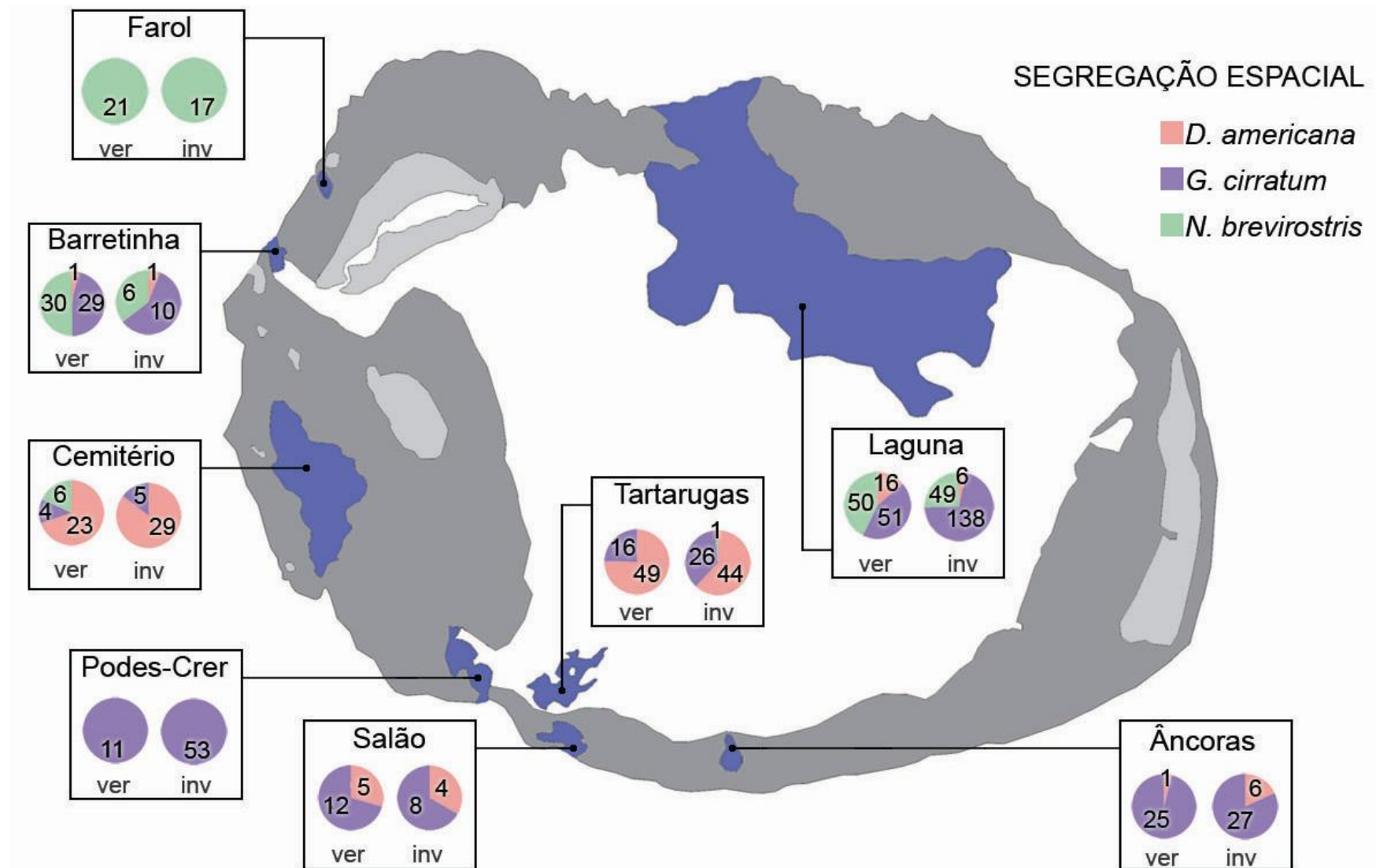


Figura 9. Abundância absoluta de elasmobrânquios nos locais estudados na Reserva Biológica do Atol das Rocas durante o verão e o inverno.

A abundância de elasmobrânquios mostrou-se significativamente diferente entre os locais ao longo do verão e do inverno (Kruskal- Wallis) (*Dasyatis americana*, $H=162,258$, $gl=5$; $p<0,001$; *Ginglymostoma cirratum*, $H=309,359$, $gl=6$; $p<0,001$ e; *Negaprion brevirostris*, $H=148,615$, $gl=4$; $p<0,001$; Tabela 14).

Já a abundância da espécie *D. americana* foi significativamente diferente, entre o verão e o inverno, apenas na Laguna (Qui-quadrado; Tabela 15). Três locais não foram incluídos no teste do qui-quadrado: a Barretinha, por apresentar apenas um indivíduo no verão e um no inverno; e as piscinas Podes-Crer e Farol, nas quais não foi registrada nenhuma ocorrência para a espécie, em nenhuma estação do ano.

Para a espécie *G. cirratum*, as abundâncias diferiram significativamente entre as estações do ano em três locais: Barretinha, Podes-Crer e Laguna (Tabela 16). A piscina do Farol não foi incluída na análise, pois não houve nenhuma ocorrência para esta espécie ao longo das estações do ano.

Por fim, para a espécie *N. brevirostris* a abundância de indivíduos ao longo do ano variou significativamente apenas na Barretinha, sendo menor no inverno (Tabela 17). O teste do qui-quadrado não foi realizado em cinco locais (Cemitério, Podes-Crer, Salão, Tartarugas e Âncoras), devido à ausência de indivíduos da espécie, em uma ou ambas as estações do ano.

Tabela 14. Resultados do teste de Kruskal-Wallis para as três espécies, em todos os locais e em ambas as estações do ano. Os resultados significativos estão marcados com (*).

com ().																			
Abundância Absoluta														Teste Kruskal-Wallis					
	BAR		CEM		POD		SAL		TAR		ANC		LAG		FAR		H	gl	p
	v	i	v	i	v	i	v	i	v	i	v	i	v	i	v	i			
Dam	1	1	23	29	0	0	5	4	49	44	1	6	16	6	0	0	162,258	5	0,001 *
Gcir	29	10	4	5	11	53	12	8	16	26	25	27	51	138	0	0	309,359	6	0,001 *
Nbre	30	6	6	0	0	0	0	0	0	1	0	0	50	49	21	17	148,615	5	0,001 *

Dam= *Dasyatis americana*; Gcir= *Ginglymostoma cirratum*; Nbre= *Negaprion brevirostris*. BAR= Barretinha; CEM= Cemitério; POD= Podes Crer; SAL= Salão; TAR= Tartarugas; ANC= Âncoras; LAG= Laguna; FAR= Farol. Valor do teste (H); graus de liberdade (gl); valor p (p).

Tabela 15. Resultados do teste do qui-quadrado para a abundância absoluta entre as estações do ano para a espécie *D. americana*. Os resultados significativos estão marcados com (*).

Local	Estação	Abundância Absoluta	χ^2	gl	p
CEM	Verão	23	0,692	1	0,405
	Inverno	29			
SAL	Verão	5	0,111	1	0,739
	Inverno	4			
TAR	Verão	49	0,269	1	0,604
	Inverno	44			
ANC	Verão	1	3,571	1	0,059
	Inverno	6			
LAG	Verão	16	4,545	1	0,033 *
	Inverno	6			

CEM= Cemitério, SAL= Salão, TAR= Tartarugas, ANC= Âncoras, e LAG= Laguna.

Tabela 16. Resultados do teste do qui-quadrado para a abundância absoluta entre as estações do ano para a espécie *G. cirratum*. Os resultados significativos estão marcados com (*).

Local	Estação	Abundância Absoluta	χ^2	gl	p
BAR	Verão	29	9,256	1	0,002 *
	Inverno	10			
CEM	Verão	4	0,111	1	0,739
	Inverno	5			
POD	Verão	11	27,562	1	0,000 *
	Inverno	53			
SAL	Verão	12	0,800	1	0,371
	Inverno	8			
TAR	Verão	16	2,381	1	0,123
	Inverno	26			
ANC	Verão	25	0,077	1	0,782
	Inverno	27			
LAG	Verão	51	40,048	1	< 0,001 *
	Inverno	138			

BAR= Barretinha, CEM= Cemitério, POD= Podes-Crer, SAL= Salão, TAR= Tartarugas, ANC= Âncoras, e LAG= Laguna.

Tabela 17. Resultados do teste do qui-quadrado para a abundância absoluta entre as estações do ano para a espécie *N. brevirostris*. Os resultados significativos estão marcados com (*).

Local	Estação	Abundância Absoluta	χ^2	gl	P
BAR	Verão	30	16,000	1	< 0,001 *
	Inverno	6			
LAG	Verão	50	0,010	1	0,920
	Inverno	49			
FAR	Verão	21	0,421	1	0,516
	Inverno	17			

BAR= Barretinha, LAG= Laguna, e FAR= Farol.

6.5 Segregação por Tamanho

6.5.1 *Dasyatis americana*

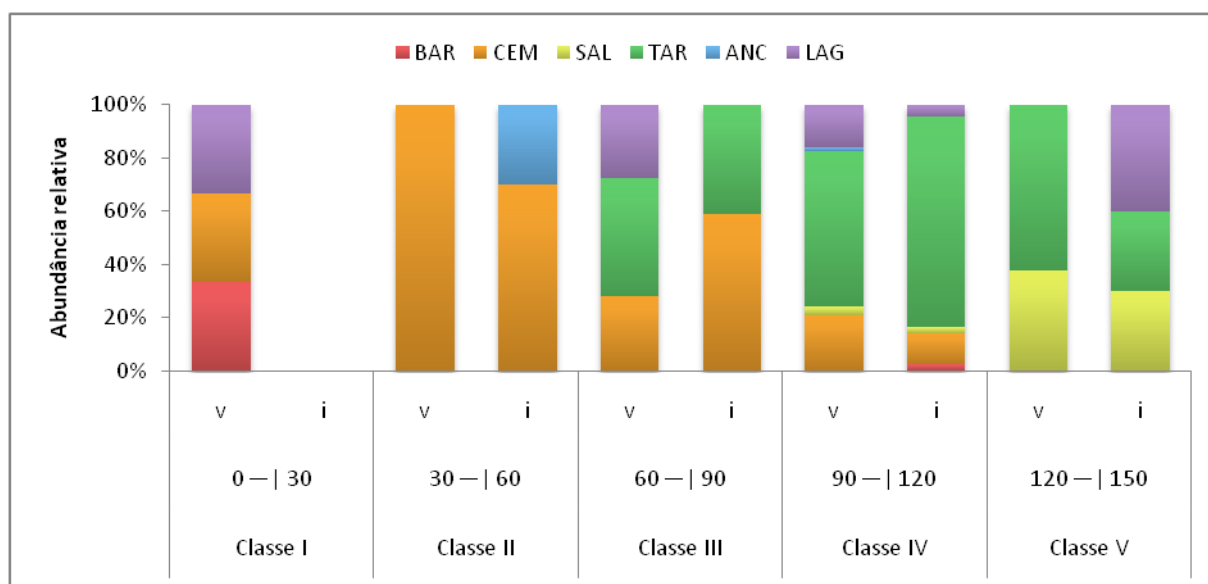
Um total de 185 indivíduos da espécie *D. americana* tiveram o seu tamanho estimado e foram classificados em cinco classes de tamanho, entre as quais a Classe I respondeu por 2% da abundância total anual; a Classe II, por 13%; a Classe III, por 19%; a Classe IV, por 57%; e a Classe V, por 9% (Tabela 18).

Os indivíduos de menor porte, com largura de disco menor do que 60 cm (correspondente às classes I e II) se distribuíram entre as piscinas Barretinha, Cemitério, Âncoras e na Laguna (Figura 10). Já os indivíduos com largura de disco superior a 61 cm, pertencentes às classes III, IV e V, foram encontrados também nas piscinas Cemitério, Âncoras e Laguna, além das piscinas do Salão e das Tartarugas (Figura 10). Na Barretinha, apenas a Classe I esteve representada. Na piscina do Cemitério, estiveram presentes as classes I, II, III e IV. No Salão, ocorreram somente as classes IV e V, enquanto na piscina das Tartarugas, além dessas duas, ocorreu também a classe III. Na piscina das Âncoras, por sua vez, apenas as classes II e III estiveram presentes, enquanto na Laguna, por fim, foi constatada a presença das classes I, III, IV e V (Figura 10).

Tabela 18. Abundância absoluta de *D. americana*, nos oito locais de amostragem, na Reserva Biológica do Atol das Rocas, para cada classe de largura de disco definidas, ao longo dos meses de verão e inverno de 2008 (n= 185).

	Classe I		Classe II		Classe III		Classe IV		Classe V		Σ
	0 — 30		30 — 60		60 — 90		90 — 120		120 — 150		Σ
	v	i	v	i	v	i	v	i	v	i	Σ
BAR	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	2
CEM	1	-	4	14	5	10	13	5	-	-	52
SAL	-	-	-	-	-	-	2	1	3	3	9
TAR	-	-	-	-	8	7	36	34	5	3	93
ANC	-	-	-	6	-	-	1	-	-	-	7
LAG	1	-	-	-	5	-	10	2	-	4	22
Σ	3	0	4	20	18	17	62	43	8	10	185

BAR= Barretinha; CEM= Cemitério; SAL= Salão; TAR= Tartarugas; ANC= Âncoras; LAG= Laguna; verão= v; inverno= i.

**Figura 10.** Abundância relativa (n= 185) de *D. americana*, nos oito locais de amostragem, na Reserva Biológica do Atol das Rocas, para cada classe de largura de disco definidas, ao longo dos meses de verão e inverno de 2008 (BAR= Barretinha, CEM= Cemitério, SAL= Salão, TAR= Tartarugas, ANC= Âncoras, e LAG= Laguna).

6.5.2 *Ginglymostoma cirratum*

Um total de 415 indivíduos da espécie *G. cirratum* foram classificados, quanto ao comprimento total estimado, em cinco classes de tamanho (Tabela 19), entre as quais a Classe I respondeu por 20% da abundância total anual; a Classe II, por 29%; a Classe III, por 27%; a Classe IV, por 19%; e a Classe V, por 5%. Os indivíduos enquadrados na classe I foram encontrados em todos os locais de amostragem, exceto na piscina do Salão (Figura 11). Os tubarões em classes intermediárias (II e III), com o comprimento total estimado entre 101 e 200 cm, foram encontrados em todos os locais amostrados neste estudo (Figura 11). Indivíduos com o comprimento total superior a 201 cm (classe IV e V) foram encontrados apenas nas piscinas Podes-Crer, Salão, Tartarugas (apenas a classe IV) e Laguna (Figura 11). A Barretinha, Cemitério e Âncoras apresentaram apenas as classes I, II e III. No Salão estiveram representadas todas as classes, exceto a menor (I), enquanto nas Tartarugas também estiveram representadas todas as classes, exceto a maior (V). Na Laguna e na Podes-Crer, todas as classes estiveram representadas, sem exceções (Figura 11).

Tabela 19. Abundância absoluta de *G. cirratum*, nos oito locais de amostragem, na Reserva Biológica do Atol das Rocas, para cada classe de comprimento, ao longo dos meses de verão e inverno de 2008 (n= 415).

	Classe I 0 — 100		Classe II 100 — 150		Classe III 150 — 200		Classe IV 200 — 250		Classe V 250 — 300		
	v	i	v	i	v	i	v	i	v	i	Σ
BAR	11	1	14	6	4	3	-	-	-	-	39
CEM	3	2	1	2	-	1	-	-	-	-	9
POD	3	3	2	15	3	15	-	16	3	4	64
SAL	-	-	4	2	5	3	1	3	2	-	20
TAR	6	11	7	11	2	4	1	-	-	-	42
ANC	14	19	8	8	3	-	-	-	-	-	52
LAG	5	6	16	23	14	57	9	47	7	5	189
Σ	42	42	52	67	31	83	11	66	12	9	415

BAR= Barretinha; CEM= Cemitério; POD= Podes-Crer; SAL= Salão; TAR= Tartarugas; ANC= Âncoras; LAG= Laguna. Verão= v. Inverno= i.

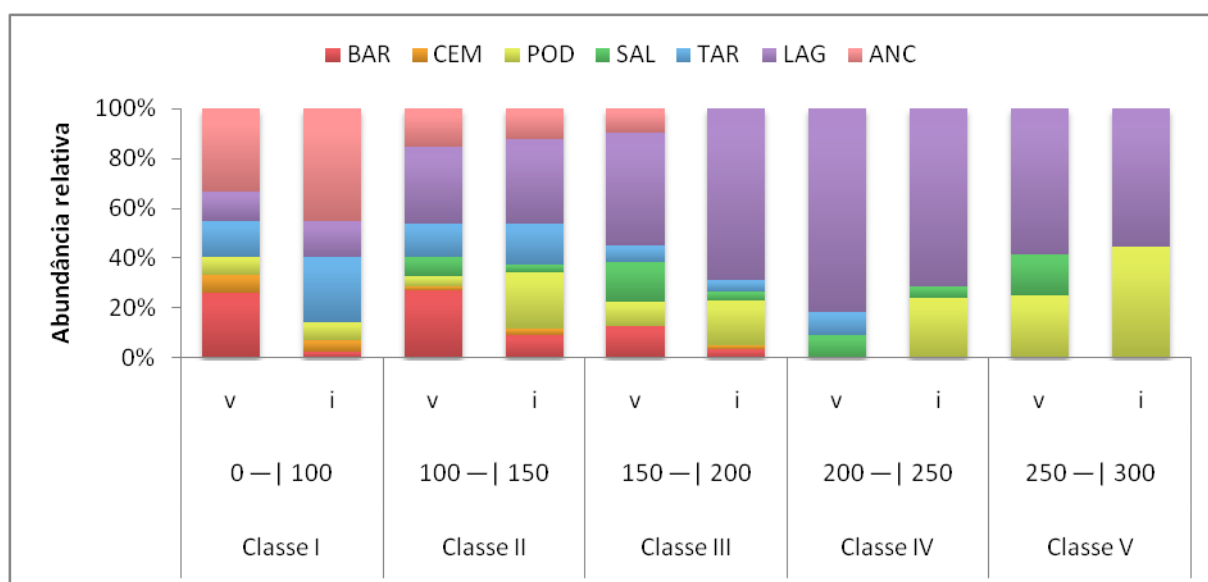


Figura 11. Abundância relativa (n= 415) de *G. cirratum*, nos oito locais de amostragem, na Reserva Biológica do Atol das Rocas, para cada uma das cinco classes de comprimento definidas, ao longo dos meses de verão e inverno de 2008 (BAR= Barretinha, CEM= Cemitério, POD= Podes-Crer, SAL= Salão, TAR= Tartarugas, ANC= Âncoras, e LAG= Laguna).

6.5.3 *Negaprion brevirostris*

Foram avaliados e classificados 180 indivíduos da espécie *N. brevirostris* em cinco classes de tamanho, entre as quais a Classe I respondeu por 39% da abundância total anual; a Classe II, por 22%; a Classe III, por 13%; a Classe IV, por 14%; e a Classe V, por 12% (Tabela 20).

Os indivíduos que compõem a classe I foram encontrados na Barretinha, Cemitério, Tartarugas e Farol. A classe II foi registrada também na Barretinha, Cemitério, e Farol e adicionalmente na Laguna, mas não na piscina das Tartarugas. Os indivíduos de maior porte (classes III, IV e V) ocorreram apenas na Laguna (Figura 12). A Barretinha, Cemitério e Farol apresentaram, assim, apenas as classes I e II. Na piscina das Tartarugas, apenas a classe I foi registrada no período de amostragem, enquanto que na Laguna, todas as classes, exceto a I, estiveram presentes (Figura 12).

Tabela 20. Abundância absoluta de *N. brevirostris*, nos oito locais de amostragem, na Reserva Biológica do Atol das Rocas, para as classe de comprimento definidas, ao longo dos meses de verão e inverno de 2008 (n= 180).

	Classe I 0 — 100		Classe II 100 — 150		Classe III 150 — 200		Classe IV 200 — 250		Classe V 250 — 300		
	v	i	V	I	v	i	v	i	v	i	Σ
BAR	24	5	6	1	-	-	-	-	-	-	36
CEM	3	-	4	-	-	-	-	-	-	-	7
TAR	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
LAG	1	-	12	14	17	8	10	15	9	12	98
FAR	20	16	1	1	-	-	-	-	-	-	38
Σ	48	22	23	16	17	8	10	15	9	12	180

BAR= Barretinha; CEM= Cemitério; TAR= Tartarugas; ANC= Âncoras; LAG= Laguna; FAR= Farol; verão= v; inverno= i.

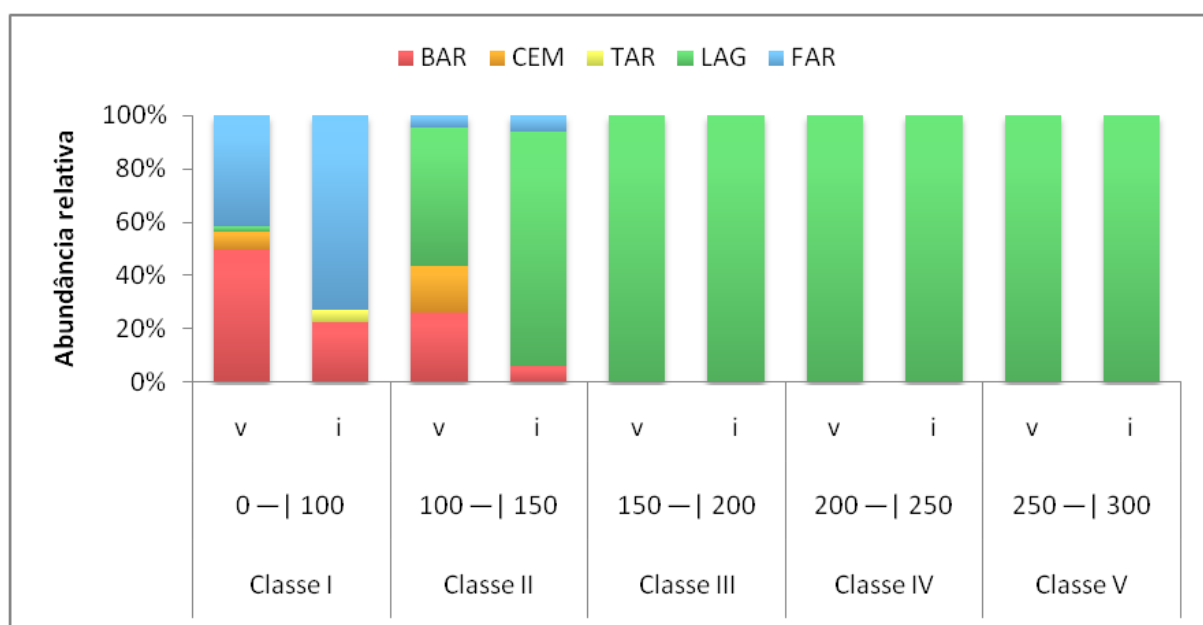


Figura 12. Abundância relativa (n= 180) de *N. brevirostris*, nos oito locais de amostragem, na Reserva Biológica do Atol das Rocas, para cada classe de comprimento definidas, ao longo dos meses de verão e inverno de 2008.

Os valores obtidos pela análise univariada de similaridade (*One-way ANOSIM*) (Global $R = 0,311$; $p = 0,028$) demonstram que os grupos definidos na análise de agrupamento são significativamente diferentes entre si. O dendrograma da análise de agrupamento (Figura 13) mostra dois grupos principais que se formam segundo os tamanhos dos indivíduos e as espécies.

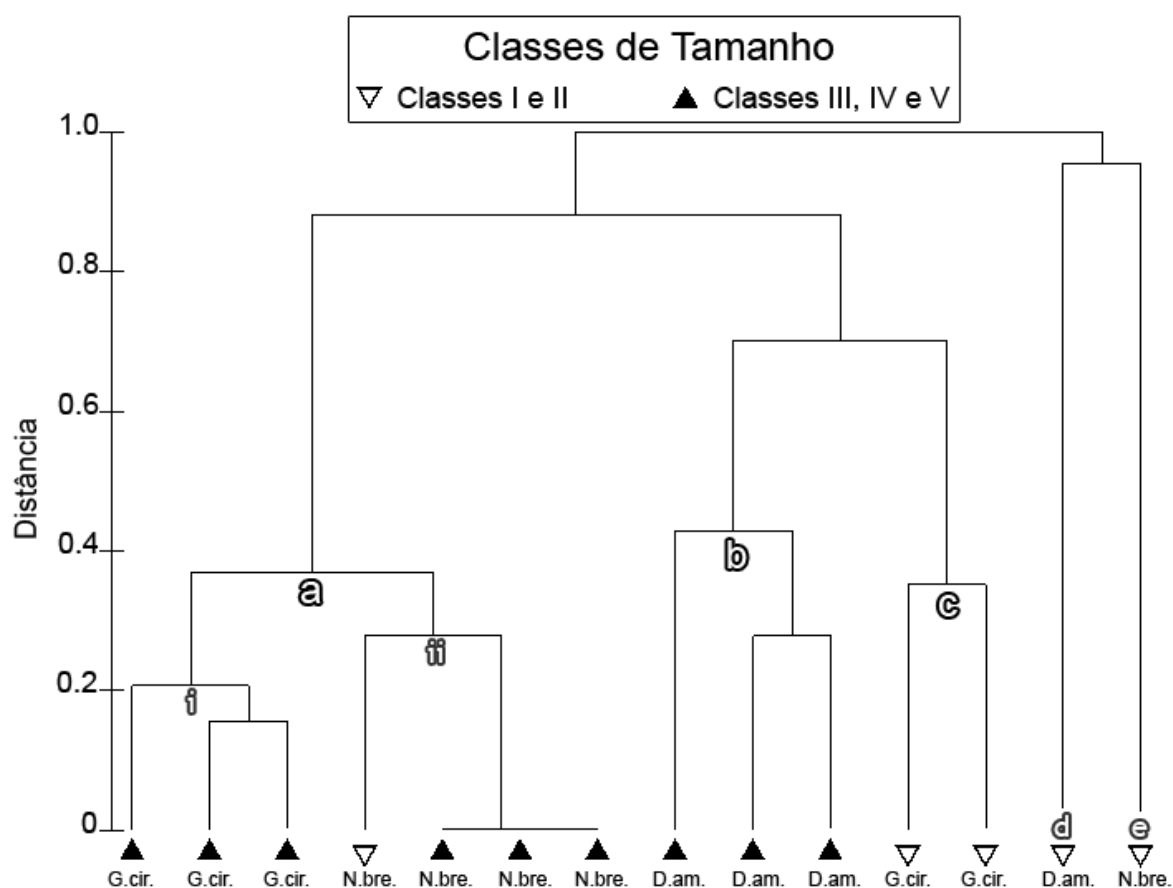


Figura 13. Dendrograma da análise de agrupamento das principais espécies de elasmobrânquios observadas na Reserva Biológica do Atol das Rocas, conforme as classes de tamanho.

O primeiro grupo (a) apresentou uma semelhança máxima de 63% (distância = 0.37) sendo composto por dois grupos principais: (i) formado por indivíduos de grande porte (classes III, IV e V) da espécie *G. cirratum*, os quais juntos atingem uma semelhança de 79%; e (ii) formado por indivíduos de grande porte (classes III, IV e V) da espécie *N. brevirostris*, que possuem 100% de semelhança entre si, mais

a classe II para a mesma espécie. Essas quatro classes de tamanho (II, III, IV e V) formaram um grupo específico para *N. brevirostris*, com uma semelhança de 72%. Os grupos (b) e (c) apresentaram semelhança máxima de 30% (distância= 0.70), com indivíduos de grande porte (classes III, IV e V) da espécie *D. americana* no grupo (b) que se assemelharam em 57%; e com indivíduos pequenos (classes I e II) da espécie *G. cirratum* no grupo (c) que tiveram até 65% de semelhanças entre si. Indivíduos da espécie *D. americana* (d), arranjados nas classes I e II, e indivíduos da espécie *N. brevirostris* (e), pertencentes também às classes I e II, constituíram dois casos isolados, muito distanciados entre si (0.96), não podendo, portanto, serem considerados como um grupo.

A análise do escalonamento multidimensional (MDS) (Figura 15), baseada na matriz de similaridade sobre o coeficiente de associação de Whittaker, apresentou um *stress* <0.1, que corresponde a uma boa ordenação, sem real perspectiva de uma interpretação enganosa (Clarke & Warwick, 2001).

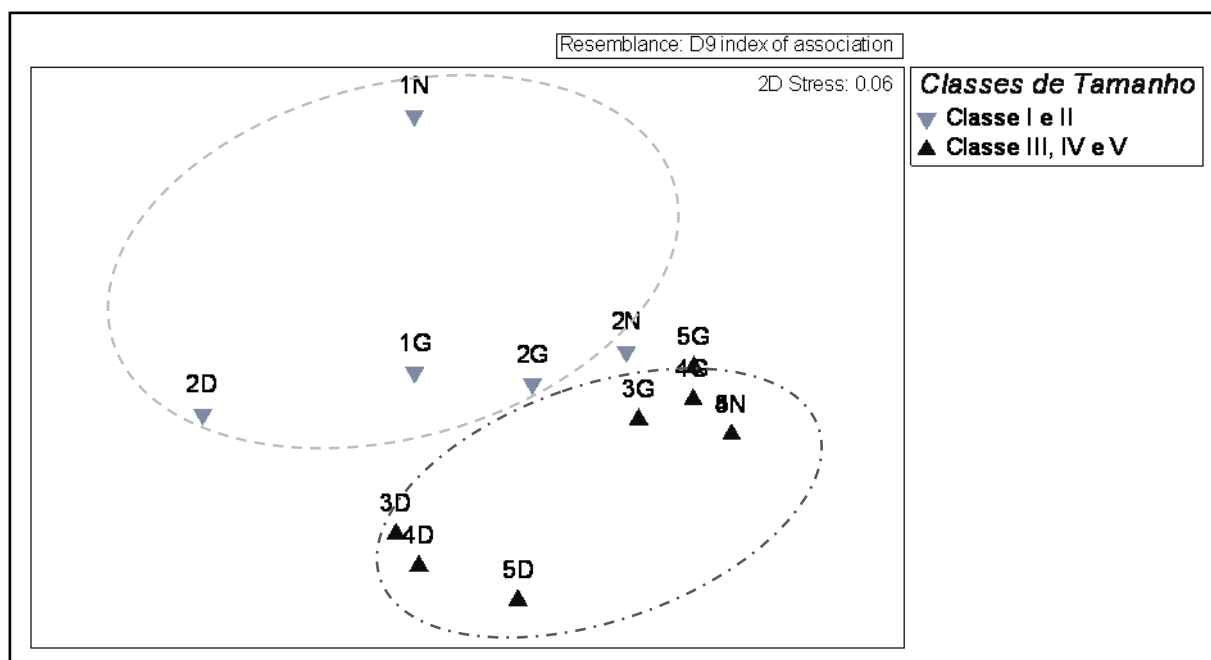


Figura 14. Escalonamento multidimensional (MDS) para as diferentes classes de tamanho das principais espécies de elasmobrânquios observadas na Reserva Biológica do Atol das Rocas. 2D – 5D: *D. americana*, classe II a IV; 1G – 5G: *G. cirratum*, classe I a V; 1N – 5N: *N. brevirostris*, classe I a V.

6.6 Segregação por Sexo

Neste estudo foram registrados 441 indivíduos adultos (Tabela 21). A estrutura da população de indivíduos adultos de *D. americana* no Atol das Rocas é composta, em sua maior parte, por fêmeas (99% no verão e 97% no inverno), não havendo diferença estatisticamente significativa na sua abundância entre o verão e o inverno ($\chi^2 = 2,329$; gl= 1; $p = 0,127$). Os machos adultos foram minoritariamente representados ao longo de todo o ano, de forma que, independentemente da estação, as proporções sexuais encontradas para a espécie (Tabela 22) foram sempre diferentes de 1:1. Os machos adultos de *D. americana* ocorreram apenas na piscina do Cemitério. Já as fêmeas, distribuíram-se em diversos outros locais além deste, como a Barretinha, Salão, Tartarugas, Âncoras e Laguna (Figura 15).

Para *G. cirratum*, a abundância de machos adultos foi igualmente baixa, quando comparada com a das fêmeas, além dos mesmos apresentarem também uma distribuição mais restrita. Ao longo do ano, foram registrados machos adultos em quatro locais: Salão e Laguna (ambas no verão e no inverno), Tartarugas (apenas no verão) e Podes-Crer (no inverno), enquanto as fêmeas estiveram presentes em todos os locais, exceto pelo Farol (todo ano), pelo Cemitério (no verão), e Âncoras (no inverno) (Figura 16). As fêmeas, portanto, contribuíram com a maior parte da população nos locais amostrados (89% no verão e 83% no inverno), razão pela qual, em ambas as estações do ano, as proporções sexuais encontradas para a espécie (Tabela 23) foram diferentes de 1:1. Tanto as fêmeas como os machos, porém, foram significativamente mais abundantes no inverno ($\chi^2 = 38,486$; gl= 1; $p = 0,000$; para fêmeas; e $\chi^2 = 13,364$; gl= 1; $p < 0,001$; para os machos).

Da mesma forma que para *D. americana* e *G. cirratum*, as fêmeas de *N. brevirostris* também foram mais abundantes, representando 83% da população no verão e 97% no inverno, embora tenham ocorrido nos mesmos locais. Em ambas as estações, portanto, as proporções sexuais (Tabela 24) foram diferentes de 1:1. Fêmeas e machos adultos foram observados apenas na Laguna (Figura 17). Não houve diferença significativa na abundância de fêmeas ($\chi^2 = 0,250$; gl= 1; $p = 0,617$) entre o verão e o inverno.

Tabela 21. Abundância de indivíduos adultos e subadultos das principais espécies de elasmobrânquios observadas na Reserva Biológica do Atol das Rocas, nos meses de verão e inverno de 2008 (n= 441).

	VERÃO		INVERNO		Σ		Σ
	machos	fêmeas	machos	fêmeas	machos	fêmeas	
<i>D.americana</i>	1	87	2	68	3	155	158
<i>G.cirratum</i>	6	48	27	131	33	179	212
<i>N.brevirostris</i>	6	30	1	34	7	64	71
Σ	13	165	30	233	43	398	441

Tabela 22. Proporção sexual para *D. americana*, durante o verão e o inverno no Atol das Rocas.

Estação	fêmeas	machos	Proporção sexual
			♀ : ♂
Verão	87	1	87 : 1
Inverno	68	2	34 : 1
Σ	155	3	52 : 1

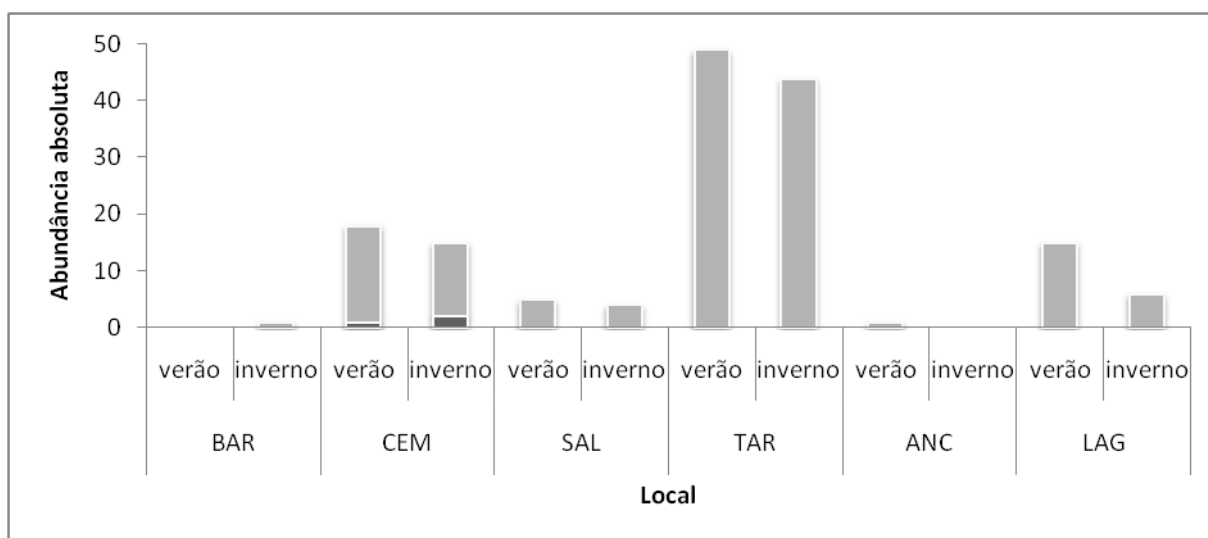


Figura 15. Abundância absoluta de adultos (n= 158) machos (colunas escuras) e fêmeas (colunas claras), em cada um dos seis locais de ocorrência da espécie *D. americana*, durante o verão e o inverno (BAR= Barretinha, CEM= Cemitério, SAL= Salão, TAR= Tartarugas, ANC= Âncoras, e LAG= Laguna).

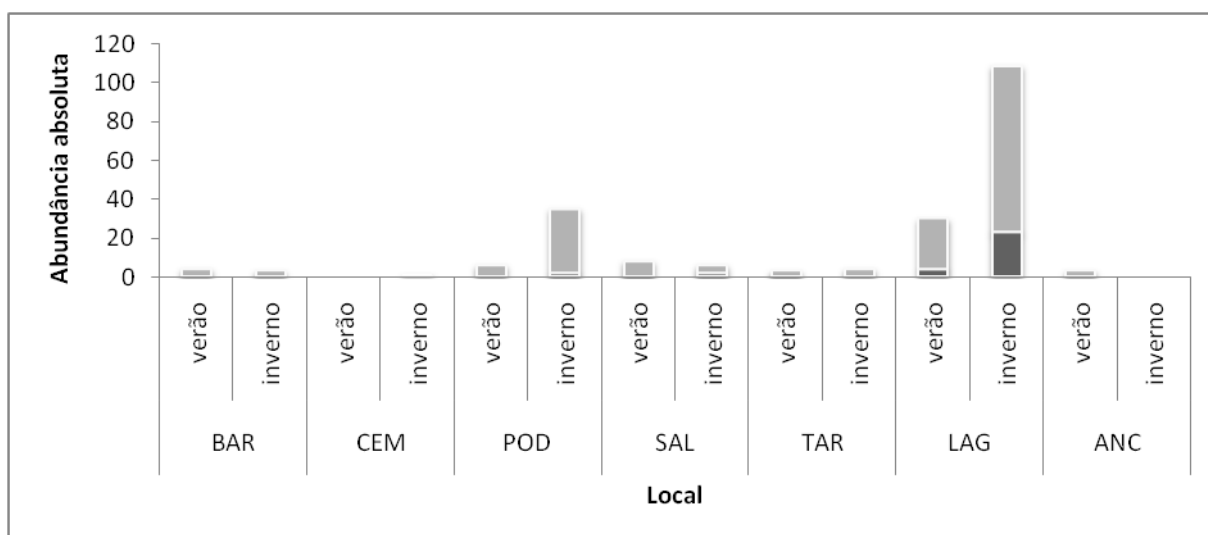


Figura 16. Abundância absoluta de adultos (n= 212) machos (colunas escuras) e fêmeas (colunas claras) em cada um dos sete locais de ocorrência da espécie *G. cirratum*, durante o verão e o inverno. (BAR= Barretinha, CEM= Cemitério, POD= Podes-Crer, SAL= Salão, TAR= Tartarugas, LAG= Laguna, ANC= Âncoras).

Tabela 23. Proporção sexual para a espécie *G. cirratum*, durante o verão e o inverno no Atol das Rocas.

Estação	nº fêmeas	nº machos	Razão sexual ♀ : ♂
Verão	48	6	8 : 1
Inverno	131	27	5 : 1
Σ	179	33	5 : 1

Tabela 24. Proporção sexual para a espécie *N. brevirostris*, durante o verão e inverno no Atol das Rocas.

Estação	nº fêmeas	nº machos	Razão sexual ♀ : ♂
Verão	30	6	5 : 1
Inverno	34	1	34 : 1
Σ	64	7	9 : 1

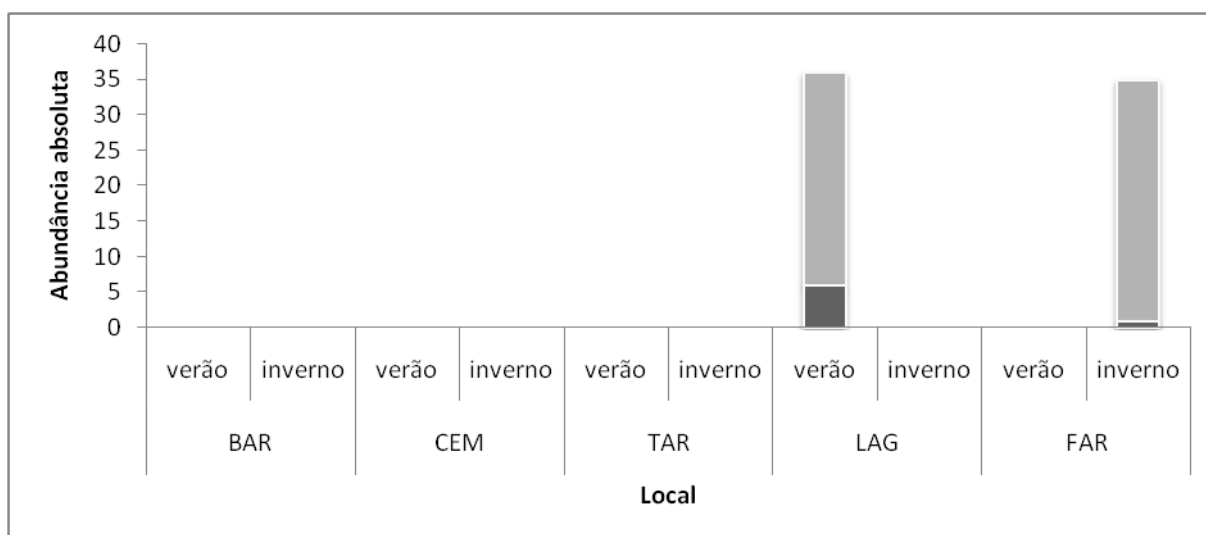


Figura 17. Frequência relativa de adultos (n= 71) machos (colunas escuras) e fêmeas (colunas claras) em cada um dos locais de ocorrência da espécie *N. brevirostris*, durante o verão e o inverno. BAR= Barretinha, CEM= Cemitério, TAR= Tartarugas, LAG= Laguna, FAR= Farol.

6.7 Comportamento

As atividades exercidas por *D. americana* (Figura 18) dentro do Atol das Rocas incluem repouso, natação e alimentação. Durante o período do estudo, não foram flagrados comportamento de corte ou mesmo cópula, embora marcas e escoriações (Figura 19), possivelmente provenientes de atividade de corte e/ou acasalamento, tenham sido observadas em algumas fêmeas. Além disso, foram registradas interações interespecíficas (“following behavior”) associadas a teleósteos, o compartilhamento de hábitat (Figura 20), além de algumas evidências de interações agonísticas, associadas provavelmente a outros elasmobrânquios (Figura 21).

Os indivíduos de *G. cirratum* (Figura 22) observados apresentaram atividades de repouso, natação, alimentação e corte entre machos e fêmeas. Muitas fêmeas foram registradas com marcas nas nadadeiras dorsais e principalmente, peitorais, especialmente durante o inverno. Embora estas marcas provavelmente sejam provenientes de atividade de acasalamento, nenhum comportamento do gênero foi

observado durante o período de estudo. Além do compartilhamento de hábitat com *D. americana* (Figura 23), também foi registrado um comportamento semelhante com as espécies *Negaprion brevirostris*, *Carcharhinus perezí*, *Sphyraena barracuda* e *Cephalopholis fulva*, além do compartilhamento do hábitat com indivíduos da mesma espécie. Pequenas agregações, compostas por fêmeas adultas e alguns poucos machos subadultos (CT $\approx$ 200 cm), foram identificadas em dois locais (Laguna e Podes-Crer, Figura 24), além de terem sido observadas da praia (Figura 24 c). Ademais, cápsulas embrionárias vazias foram encontradas na praia da ilha do Farol ao longo dos meses de agosto, setembro, outubro e novembro (Figura 24 d). As agregações ocorreram especialmente durante o inverno, com algumas das fêmeas adultas observadas exibindo a região abdominal muito dilatada, típica de gravidez (Figura 25 a, b), característica esta que fica mais evidente quando comparada com outra fêmea de comprimento total semelhante (Figura 25 c, d). No inverno, quinze fêmeas aparentemente grávidas desta espécie foram observadas em três locais diferentes, sendo uma no Salão, cinco na Podes-Crer e nove na Laguna.

Os espécimes de *N. brevirostris* (Figura 26) observados no Atol das Rocas se encontravam em atividades de repouso, natação e alimentação, não tendo sido registradas atividades de corte ou de cópula, embora quatro das fêmeas adultas (CT $\approx$ 250 e 300 cm) observadas durante o inverno, em três ocasiões diferentes (duas em setembro e uma em outubro), apresentassem a região ventral dilatada, indicando uma possível gravidez. Indivíduos juvenis, com comprimento total de até 120 cm, utilizam a área da Baía da Lama localizada na Ilha do Farol, provavelmente para refugiar-se de potenciais predadores e/ ou para alimentação. Eventualmente indivíduos com mais de 200 cm CT também parecem utilizar essa área para alimentação e refúgio (Figura 27) e possivelmente, fêmeas adultas possam utilizar o local para o parto. Além do compartilhamento de hábitat com outros elasmobrânquios (*D. americana*, *G. cirratum* e *Carcharhinus perezí*), a espécie também foi registrada em associações intraespecíficas e associada a teleósteos, como *Sphyraena barracuda*, *Caranx latus* (Figura 28) e rêmoras *Echeneis naucrates*.

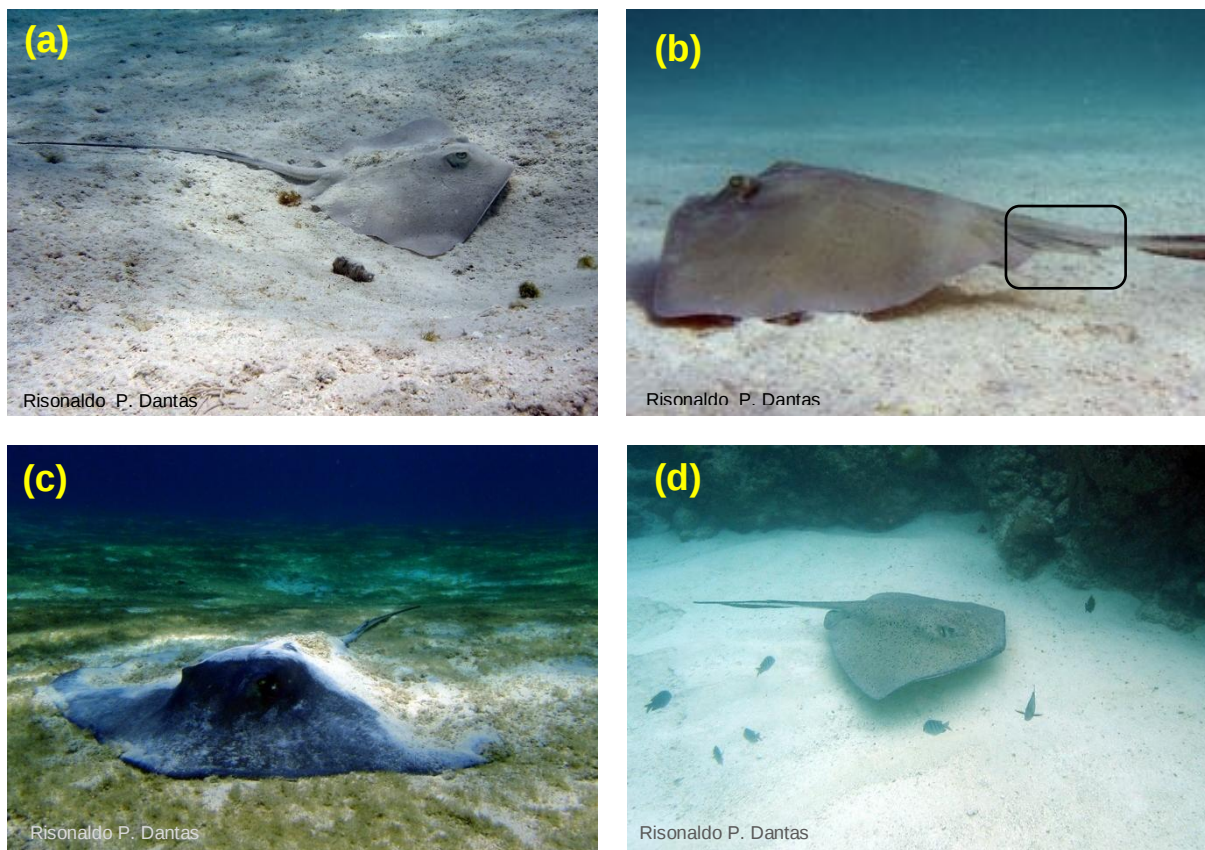


Figura 18. Exemplares de *D. americana*: (a) uma fêmea juvenil na piscina do Cemitério; (b) um macho adulto, com destaque para o cláasper, também na piscina do Cemitério; (c) uma fêmea adulta em repouso na Laguna; e (d) uma fêmea adulta em busca de alimento na piscina das Tartarugas.



Figura 19. Fêmea adulta de *D. americana*, localizada na Barretinha, com marcas e escoriações, possivelmente provenientes de atividade de corte e/ou acasalamento.

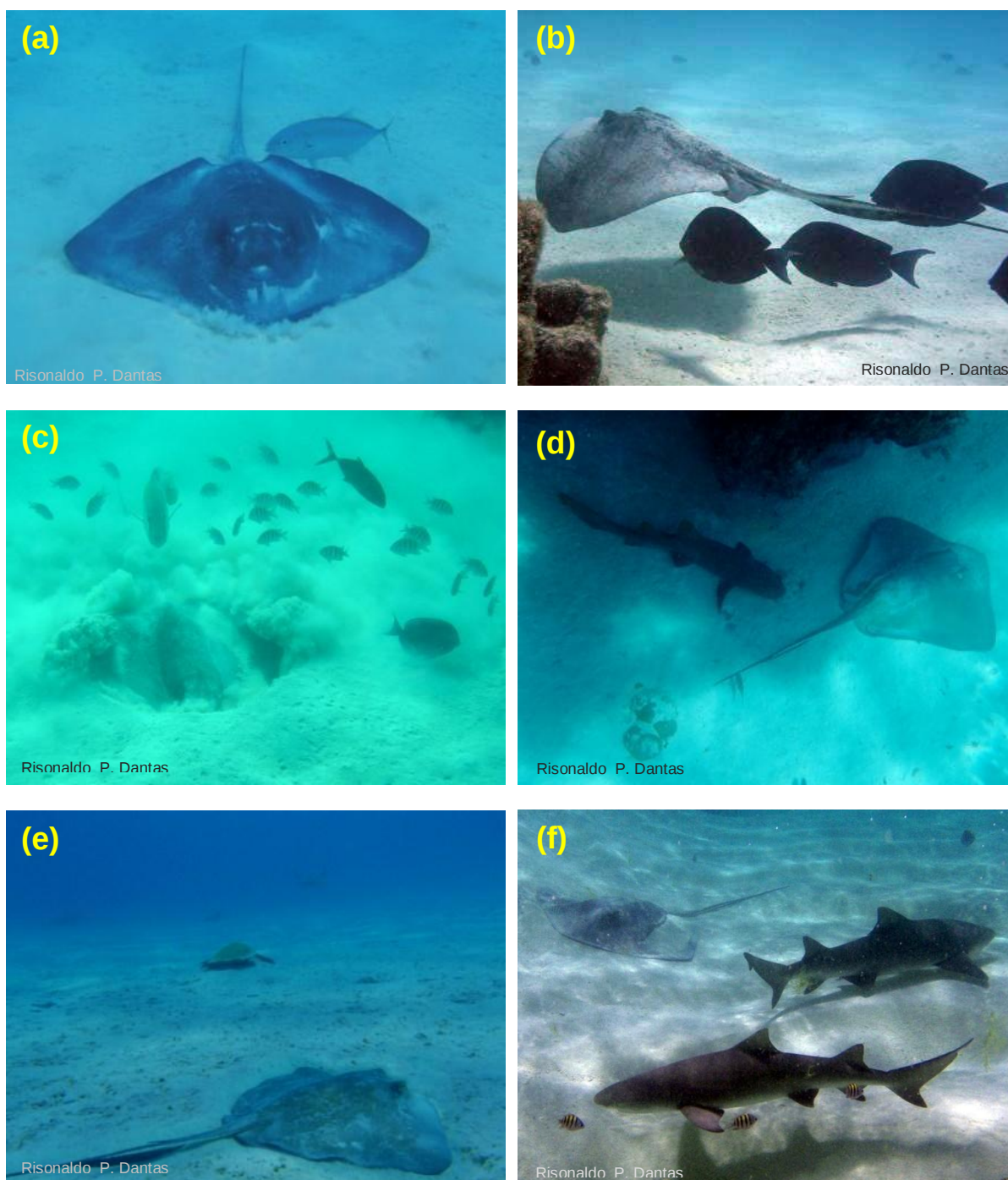


Figura 20. Interações interespecíficas de *D. americana*, como *following behavior* de teleósteos, na piscina das Tartarugas, com: (a) *Carangoides bartholomaei*; (b) *Acanthurus coeruleus*; (c) *Abudefduf saxatilis*, *Lutjanus jocu*, *C. bartholomaei* e *A. coeruleus*; e compartilhamento de hábitat com (d) *G. cirratum*, na piscina das Tartarugas; (e) *Chelonia mydas*, na piscina das Tartarugas; e (f) *N. brevirostris*, na Barretinha.

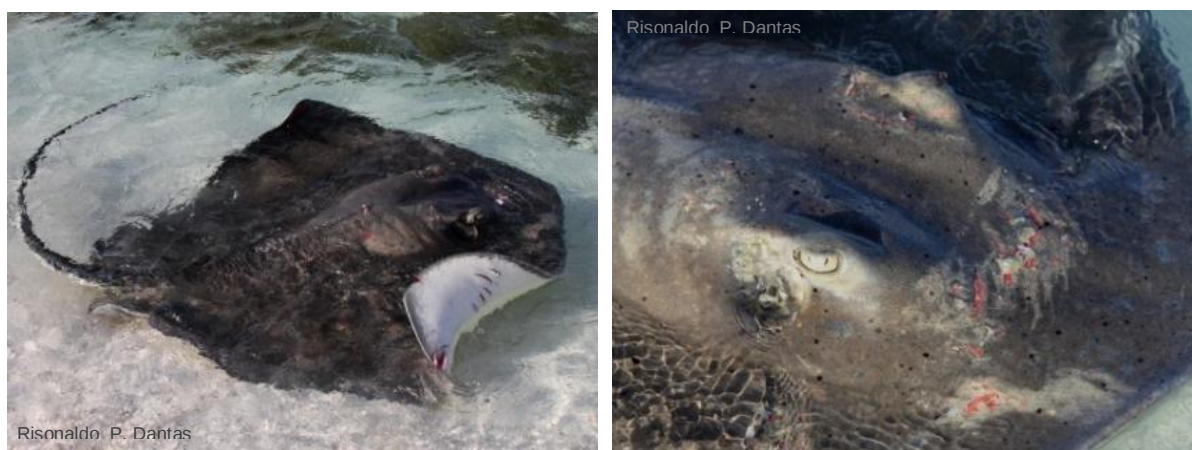


Figura 21. Evidências de interações agonísticas, na Barretinha, relacionadas provavelmente a outros elasmobrânquios.

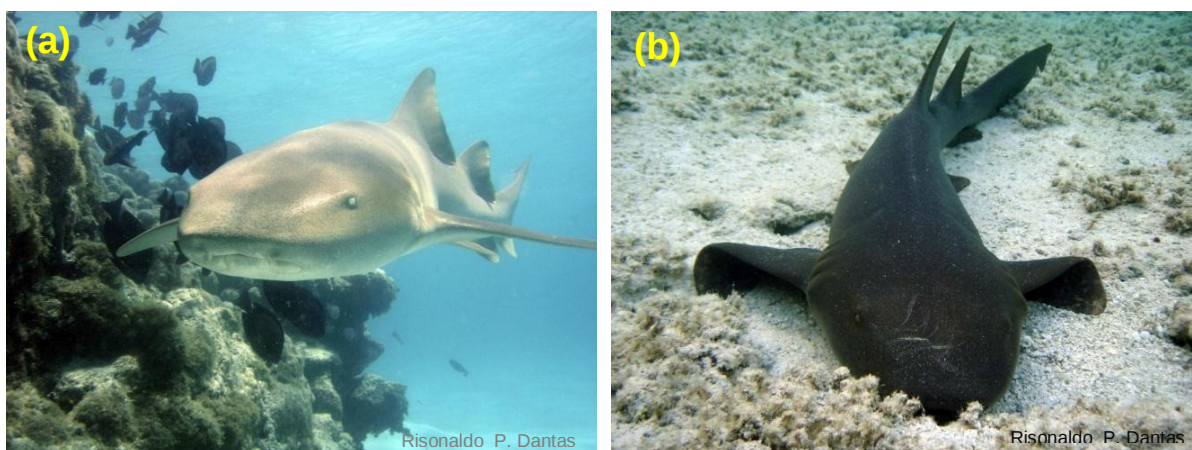


Figura 22. Indivíduos da espécie *G. cirratum*: (a) indivíduo adulto na Laguna; e (b) indivíduo juvenil, na piscina do Cemitério.

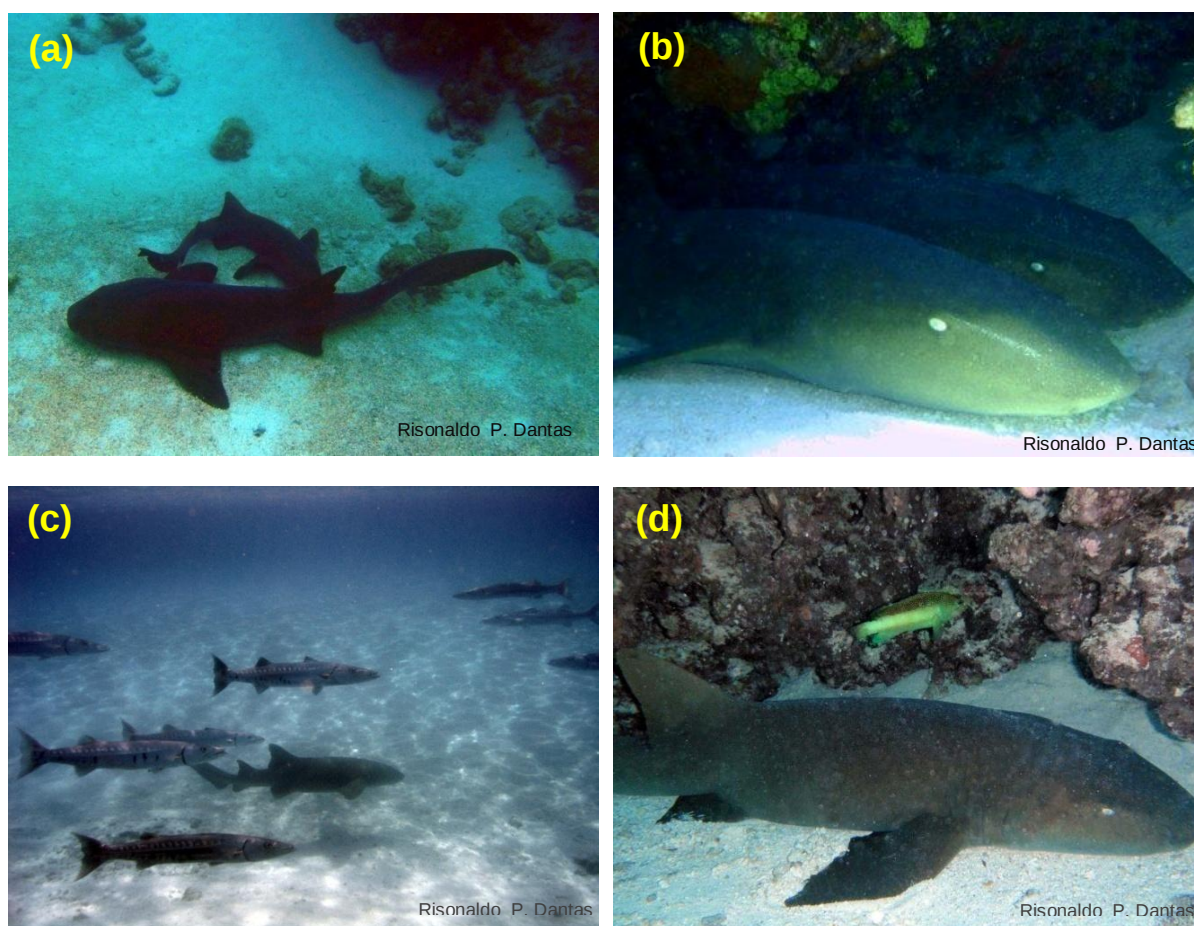


Figura 23. Compartilhamento do hábitat com outros indivíduos da mesma espécie: (a) um indivíduo adulto e um juvenil ambos em repouso na Laguna; e (b) dois indivíduos juvenis com cerca de 100 cm CT; e com teleósteos como: (c) *Sphyrna barracuda*, na Laguna; e (d) *Cephalopholis fulva*, na piscina das Âncoras.

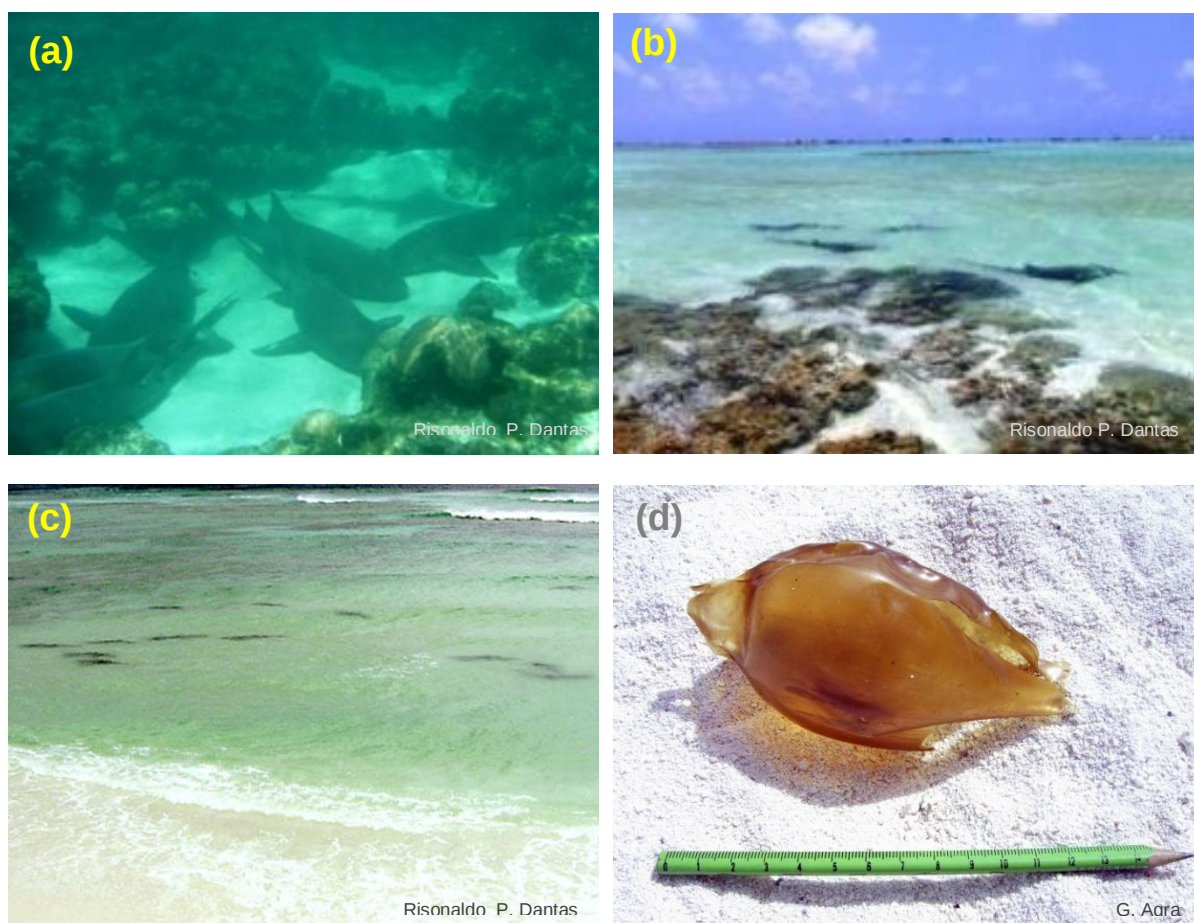


Figura 24. Pequenas agregações de fêmeas de *G. cirratum* na (a) Podes-Crer; (b) Laguna e (c) observadas da praia, da ilha do Farol; e (d) uma das cápsulas embrionárias vazias que são frequentemente encontradas durante o inverno, em diversas partes do Atol.



Figura 25. Fêmeas adultas de *G. cirratum* com abdome dilatado, típico de gravidez (a, b); e duas outras fêmeas adultas, sem esta característica (c, d), na mesma época do ano (inverno), e no mesmo local (Podes-Crer).

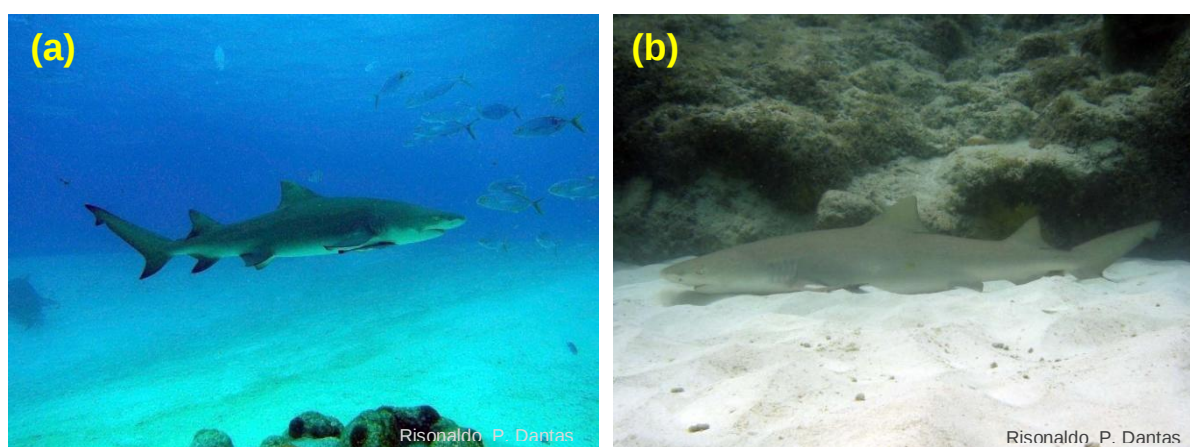


Figura 26. *Negaprion brevirostris*: (a) uma fêmea adulta na Laguna; e (b) um indivíduo subadulto em repouso na piscina do Farol.

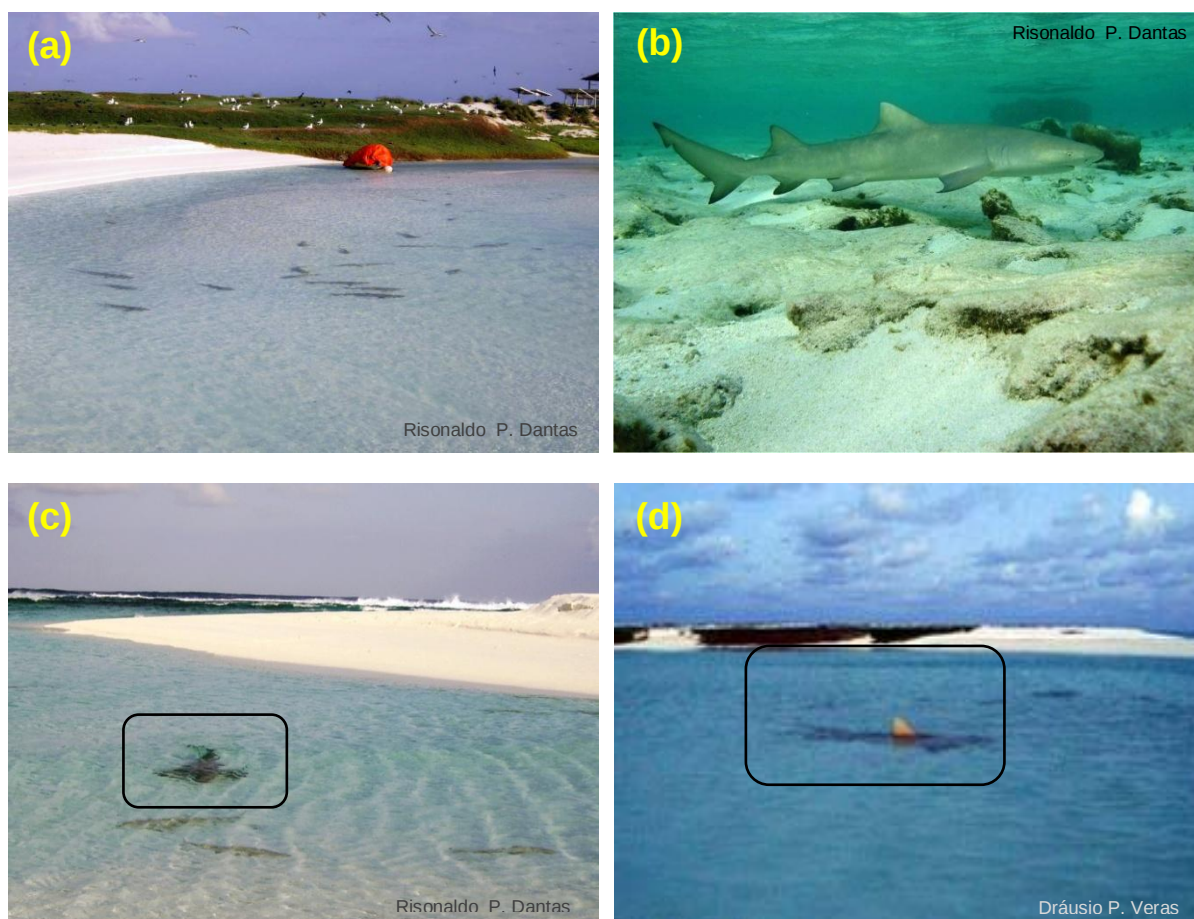


Figura 27. Utilização da Baía da Lama por (a, b) juvenis, (c) subadultos e (d) adultos da espécie *N. brevirostris*.

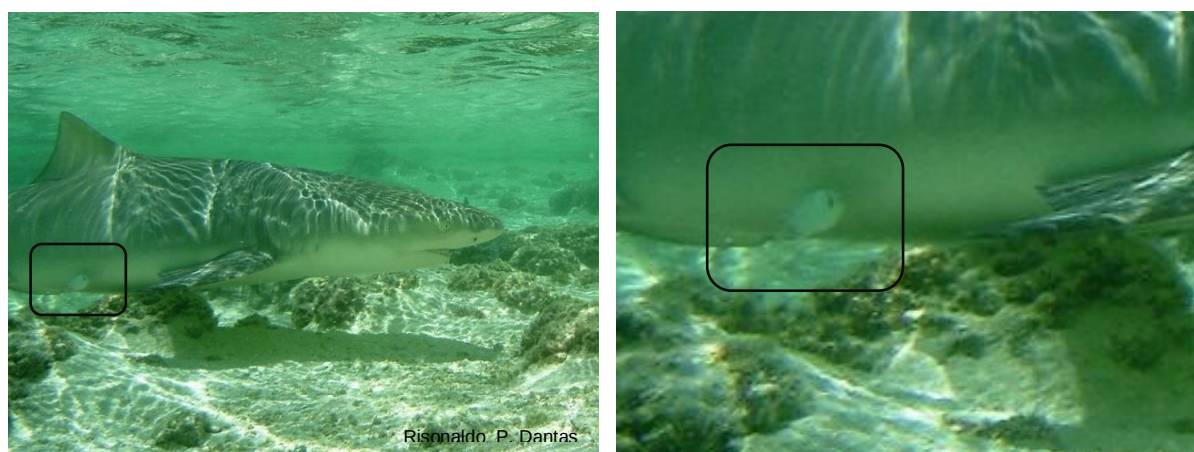


Figura 28. Interação entre um subadulto de *N. brevirostris* e um recruta de *Caranx latus*, na baía da Lama.

7 DISCUSSÃO

A técnica de busca intensiva, utilizada no presente trabalho, com itinerários que procuram cobrir homogêneamente a área amostrada, maximiza as chances de encontrar tubarões e raias, que por suas características ecológicas inerentes, são menos abundantes do que peixes teleósteos, por exemplo. Além disso, é viável o emprego deste tipo de metodologia em um ambiente relativamente restrito como o interior do atol, visto que o emprego sistemático deste tipo de censo, como foi realizado neste trabalho, seria virtualmente impraticável em um ambiente oceânico, como na parte externa do atol. Além disso, a técnica de censo não destrutivo evita a captura, o manuseio ou mesmo a morte de indivíduos, ocasionando mínimo ou nenhum impacto para o ambiente. Por fim, o censo visual permite registrar outras características além de abundância, frequência ou distribuição, tais como interações inter- e intra-específicas e aspectos comportamentais de cada espécie (Watson *et al.*, 1995; Samoilys & Carlos, 2000; Schmitt *et al.*, 2002; Aguiar, 2005). Por outro lado, as limitações do censo visual incluem a baixa eficiência da técnica se empregada no período noturno, sem luz natural; a dificuldade de realizar os censos visuais subaquáticos em locais de difícil acesso, ou com forte correnteza, efeito de ondas e baixa visibilidade. Além disso, a dificuldade da identificação do sexo de indivíduos subadultos, especialmente dos tubarões, também pode ser considerada uma limitação do método.

Conforme descrito por Strand (1988), o comportamento seguidor ('following behavior') é uma estratégia oportunista que permite a predadores generalistas (os seguidores) capitalizar sobre o deslocamento ou descobrimento de itens inúteis ou não aproveitados pelo predador (a espécie seguida). Assim, cada fluxo de pequenos organismos ou cada perturbação no hábitat pode resultar em oportunidades de alimentação para os seguidores.

Feitoza (2001) registrou nos recifes da Risca do Zumbi (RN) o comportamento seguidor entre *Dasyatis americana* seguida frequentemente por *Carangoides bartholomaei* ou *Bodianus rufus*, quando a raia nadava sobre ou próximo aos recifes.

Strand (op.cit.) também observou comportamento seguidor entre espécies do gênero *Dasyatis* e *Bodianus* no Golfo da Califórnia. Aguiar (2005) relata interações deste tipo entre *D. americana* e *Carangoides bartholomaei*, *C. crysos*, *C. latus*, *Cephalopholis fulva*, *Sparisoma* sp., *Lutjanus jocu*, *Halochoeres radiatus*, *Malacanthus plumieri* e *Acanthostracion polygonus*. Além disto, a mesma autora sugere que a aproximação entre espécimes de *D. americana* e juvenis de *C. latus* deve-se à tendência que os menores têm em se aproximarem dos maiores, como estratégia anti-predação. Aguiar (op. cit.) também registrou o compartilhamento de hábitat entre *D. americana* e *G. cirratum*, e a associação intraespecífica de onze indivíduos juvenis de *D. americana* agregados, em um local raso e protegido de Fernando de Noronha. Tal como neste estudo, diversos indivíduos de *D. americana* foram registrados com cicatrizes (Aguiar, 2005) provenientes provavelmente de atividades de predação por outros peixes. Strong et al. (1990) relatam a predação de *D. americana* por *Sphyrna mokarran*, embora não haja registro dessa espécie no Atol das Rocas (obs. pes.; Oliveira, 2001).

Gruber et al. (1988) registraram associações interespecíficas entre *N. brevirostris* e outros elasmobrânquios (*D. americana* e *G. cirratum*) e teleósteos (*Caranx* spp. e *Sphyrna barracuda*). Tal como neste estudo, nenhum destes animais parecia estar alarmado, com a natação mantida em um ritmo normalmente baixo. Além disto, assim como no presente estudo, também foi registrada a associação entre rêmoras *Echeneis naucrates* e *N. brevirostris* (Gruber et al. op. cit.) com o comprimento total superior a 100 cm.

Klimley (1980) e Carrier et al. (1994) registram a ocorrência de associações intraespecíficas para *G. cirratum* para fins reprodutivos.

Associações intraespecíficas foram registradas para *N. brevirostris* e para *G. cirratum* no Atol das Rocas também por outros pesquisadores (Oliveira, 2001; Freitas, 2004; Castro & Rosa, 2005).

A baixa frequência de observação de elasmobrânquios durante a preamar pode estar relacionada com os hábitos alimentares das espécies, que aproveitam esta fase da maré para cobrir uma área maior e para aproveitar a maior disponibilidade de presas (Gilliam & Sullivan, 1993; Ackerman et al., 2000).

O levantamento da fauna de elasmobrânquios na área interna do atol das Rocas, realizado no período de verão (março, abril e maio) e inverno (agosto, setembro e outubro) de 2008, identificou como espécies mais abundantes e freqüentes *D. americana*, *G. cirratum* e *N. brevirostris*, além de *C. perezi*, registrado esporadicamente fora das áreas de amostragem deste estudo. Um estudo realizado por Oliveira (2001), também no Atol das Rocas, identificou três espécies de raias (*D. americana*, *Aetobatus narinari* e *Manta birostris*) e quatro espécies de tubarão (*N. brevirostris*, *G. cirratum*, *C. perezi* e *Carcharhinus* sp.), portanto, duas espécies a mais de raia e uma de tubarão do que o presente trabalho. A razão para tal diferença provavelmente se deve ao fato do referido autor também haver realizado censos visuais na parte externa do atol e estudos focados na população de neonatos, juvenis e subadultos presentes na Baía da Lama, um berçário para *N. brevirostris* (Oliveira, 2001).

No presente estudo, 791 elasmobrânquios foram registrados em 79 horas e 26 minutos de censos visuais subaquáticos, ou cerca de 10 ind./ h, enquanto Oliveira (2001), nos anos de 1997 a 2000, registrou 601 elasmobrânquios em 173 horas e 59 minutos de observação, ou cerca de 3,5 ind./ h. Embora a densidade de elasmobrânquios nos dois trabalhos não possa ser diretamente comparada, em razão das diferenças metodológicas, particularmente em relação às áreas cobertas, os resultados obtidos não parecem sugerir que as populações de elasmobrânquios do Atol das Rocas estejam sendo negativamente impactadas pela pesca ou por outros fatores antropogênicos.

Segundo os dados levantados pelo presente estudo, *G. cirratum* foi a espécie mais abundante (n= 415), seguida por *D. americana* (n= 185) e *N. brevirostris* (n= 180). Já Oliveira (2001) encontrou maior abundância para *N. brevirostris* (n= 263) e posteriormente *D. americana* (n= 172) e *G. cirratum* (n= 162). Castro & Rosa (2005), por sua vez, observaram 613 indivíduos de *G. cirratum* no Atol das Rocas nos anos de 1998 e 1999, enquanto Carvalho *et al.* (2008, *in press*) contabilizaram 184 indivíduos de *D. americana*, nos anos de 2003 a 2006. A maior proximidade dos números dessa espécie de raia relatados pelos diferentes autores (185, pelo presente trabalho; 172, por Oliveira, 2001; e 184, por Carvalho *et al.*, 2008,

in press), além de indicar uma elevada estabilidade da população local, provavelmente reflete também o fato da sua presença no Atol não apresentar variação sazonal significativa, diferentemente do *G. cirratum* e do *N. brevirostris*, mais abundantes, respectivamente, no inverno e no verão.

A Laguna parece ser o principal local de agregação para as duas espécies de tubarão estudadas, provavelmente devido a características como (1) profundidade mais elevada (até 10 m); (2) conexão com o oceano; (3) baixa hidrodinâmica; (4) fundo arenoso; e (5) grande área para dispersão dos indivíduos. A piscina do Salão, apesar de também apresentar uma profundidade elevada e conexão com o oceano, apresenta uma menor abundância de elasmobrânquios, provavelmente devido à sua alta hidrodinâmica, com incidência de ondas de *swell* e vagas, fundo coralíneo e área reduzida.

As piscinas fechadas das Tartarugas e do Cemitério são os locais com maior abundância da espécie *D. americana*, provavelmente devido ao substrato arenoso predominante em ambos, o que favorece tanto a camuflagem dos indivíduos, quanto a abundância de possíveis presas que habitam o substrato. Aguiar (2005) classifica como “sítios de repouso” os locais onde ocorrem indivíduos de *D. americana* agrupados e enterrados no substrato arenoso.

A tendência de segregar por tamanho é quase universal entre os tubarões, por oferecer a vantagem evidente de reduzir a predação dos jovens pelos adultos da mesma espécie, aspecto que faz da segregação por tamanho uma estratégia importante para a sobrevivência dos neonatos e juvenis (Springer, 1967). Desta forma, a distribuição e abundância de diversos elasmobrânquios estão muitas vezes relacionadas com a disponibilidade de áreas de berçário, as quais apóiam a sobrevivência dos juvenis e sustentam, desta forma, a população. *N. brevirostris* é uma das espécies de tubarão em relação à qual a utilização de áreas de berçário por juvenis é muito bem documentada (Gruber *et al.* 1988; Morrissey & Gruber, 1993; Oliveira, 2001; Freitas, 2004; Freitas *et al.*, 2006; Wetherbee *et al.*, 2007). Segundo Castro (1993), estas áreas de berçário são locais geograficamente discretos dentro da distribuição da espécie, onde fêmeas grávidas dão a luz aos seus filhotes ou depositam seus ovos e onde os recém-nascidos passam suas

primeiras semanas, meses ou anos. Os berçários dos tubarões ovíparos podem ser detectados facilmente pela presença de cápsulas embrionárias e neonatos na mesma área. Já os berçários dos tubarões vivíparos podem ser detectados pela presença de fêmeas grávidas, neonatos e pequenos juvenis na área (Castro, op. cit.).

Neste estudo, foi observada uma maior abundância de tubarões adultos nas piscinas abertas, tal como Laguna e Podes-Crer, enquanto que os juvenis e subadultos de *G. cirratum* e *N. brevirostris* ocorreram principalmente nas piscinas fechadas, como Tartarugas, Cemitério, Âncoras, Farol e Barretinha, utilizando estas áreas rasas como berçário secundário em seus primeiros anos de vida. Bass (1978) conceituou os berçários em primários: aqueles onde ocorre o parto e onde os recém-nascidos habitam por um curto período de tempo; e secundários: aqueles em que os juvenis se congregam após deixar o berçário primário e antes de atingir a maturidade sexual.

Tal como os tubarões juvenis e subadultos, as raia adultas e subadultas de *D. americana* também ocorreram predominantemente nas áreas que ofereciam proteção contra predadores, uma vez que os tubarões de maior porte raramente entram nesses locais (Castro, 1993; Simpfendorfer & Milwald, 1993). Embora estas áreas sejam relativamente protegidas, contudo, existem relatos da entrada de tubarões adultos para alimentar-se dos tubarões de menor porte (Risonaldo Pereira Dantas, *com. pes.*) ou para utilizar a área como zona de parto (Oliveira, 2001).

Assim como foi observada uma segregação entre juvenis, subadultos e adultos das espécies *G. cirratum*, *N. brevirostris* relativamente aos locais estudados, mostrou também uma segregação sexual, conforme a estação do ano. Os machos adultos de *G. cirratum* são mais freqüentemente observados durante o inverno, enquanto que os machos de *N. brevirostris* são mais abundantes durante o verão, aspectos provavelmente relacionados com o ciclo reprodutivo das espécies. Castro (2000) afirma que o período de julho a dezembro é a fase do ciclo reprodutivo em que ocorre a gestação de *G. cirratum*, o que justificaria a maior abundância desta espécie durante o inverno. O fato de ambos os gêneros serem mais abundantes no período do inverno parece reforçar a relação dessa maior abundância nessa época

do ano com o ciclo reprodutivo da espécie. Castro & Rosa (2005) verificaram que as fêmeas de *G. cirratum* são dominantes em relação à abundância de machos da mesma espécie, especialmente no mês de agosto, quando fêmeas aparentemente grávidas são observadas em grupos de diversos indivíduos. A formação de grupos reprodutivos de *G. cirratum* foi observada por Carrier *et al.* (1994), em junho de 1992 em *Dry Tortugas*, Flórida (EUA); e por Klimley (1980) em um grupo reprodutivo, em condições de cativeiro, no *Miami Seaquarium*, Flórida (EUA), também em junho.

Para a população de *N. brevirostris* do oeste do Atlântico Norte, o período em que ocorre acasalamento e nascimento compreende maio a setembro, com um pico na primavera boreal. Na costa oeste da Flórida (EUA), ocorre um aumento sazonal na abundância desses tubarões, com machos e fêmeas não-grávidas congregando-se para acasalamento. Subseqüentemente, as fêmeas grávidas entram em áreas rasas, conhecidas como berçários, para parir os filhotes, que permanecem no local por consideráveis períodos de tempo (Compagno, 1984). Springer (1950) relata a presença de fêmeas grávidas de *N. brevirostris* em *Florida Bay* (EUA), nadando em locais de água muito rasa, nos meses de maio e junho. Castro (1993) estudou fêmeas grávidas com embriões totalmente desenvolvidos (610 a 638 mm de comprimento total) em duas ocasiões, em cinco e sete de maio em *Bulls Bay* e *Charleston*, na Carolina do Sul (EUA). A partir de dados de tamanho total de neonatos e juvenis, Freitas *et al.* (2006) identificaram os seis primeiros meses do ano como o período de parto para *N. brevirostris* no Atol das Rocas, após um período de gestação entre 10 e 12 meses. Conseqüentemente o período de acasalamento deve ocorrer também nos seis primeiros meses do ano. A variação sazonal de abundância da espécie no Atol das Rocas parece estar diretamente associada a uma maior afluência de juvenis (< 100 cm), durante o verão, nas piscinas do Cemitério, Farol e Barretinha, enquanto a população de indivíduos adultos, fortemente predominante na Laguna, permaneceu praticamente inalterada durante todo o ano (50 no verão e 49 no inverno). Tal fato pode indicar um período de elevada atividade de parto anteriormente ao verão.

Não se verificou nenhum padrão de sazonalidade na abundância de machos e fêmeas de *D. americana*, no Atol das Rocas, aspecto que pode estar relacionado

ao fato da espécie apresentar dois ciclos reprodutivos ao longo do ano (Henningesen, 2000).

Verificou-se um incremento significativo de fêmeas adultas da espécie *G. cirratum* durante o inverno, na Podes-Crer (seis no verão e 33 no inverno) e na Laguna (26 no verão e 86 no inverno). Provavelmente as fêmeas grávidas utilizam estes locais como refúgio, já que elas foram observadas sempre em repouso, nos locais mais rasos destes dois ambientes. O comportamento de refúgio parece ser adotado principalmente pelas fêmeas, como relatam outros autores (McLaughlin & O’Gower, 1971; Sims, 2005 b; Sims *et al.*, 2001; Pratt & Carrier, 2007). Agregações compostas principalmente por fêmeas (Economakis & Lobel, 1998) possuem uma ou mais funções associadas com o comportamento social, reprodutivo, ou fisiológico. A primeira é que as águas quentes dos locais de agregação podem aumentar a taxa do desenvolvimento embrionário, visto que em muitos ectotermos, a taxa de desenvolvimento embrionário aumenta com o aumento da temperatura corporal materna (Harris, 1952; Schmidt-Nielsen, 1999; Taylor, 1993). A segunda é que as águas quentes do local de agregação podem aumentar a taxa de crescimento das próprias fêmeas, visto que as fêmeas das espécies de tubarão que segregam por sexo tendem a crescer mais e mais rapidamente do que os machos, além de alcançarem a maturidade sexual a um tamanho maior do que os machos. Contudo, estas diferenças nas taxas de crescimento não são observadas em espécies que não segregam sexualmente (Klimley, 1987; Economakis & Lobel, 1998). A terceira é que a área de agregação pode oferecer refúgio para fêmeas imaturas ou fêmeas grávidas contra os machos durante a estação reprodutiva, uma vez que os mesmos podem infligir danos físicos às fêmeas em sucessivas tentativas de cópula (Springer, 1967; Klimley, 1980). Por essa razão, durante o período reprodutivo, algumas fêmeas de *G. cirratum* se movem para áreas rasas, com até 30 cm de profundidade, para evitar as tentativas de cópula dos machos (Carrier *et al.*, 1994).

A segregação espacial parece estar diretamente ligada às preferências em relação ao habitat utilizado por cada espécie. A segregação por tamanho é ditada pelo comportamento de refúgio dos indivíduos menores, neonatos e juvenis, em locais de berçário virtualmente protegidos da eventual agressão de adultos. No caso

de *G. cirratum* no Atol das Rocas, a segregação por sexo parece estar fortemente relacionada ao período reprodutivo, quando são concomitantemente observados machos adultos no interior do atol; fêmeas grávidas em refúgio; fêmeas adultas agregadas em determinados locais, muitas vezes acompanhadas por machos também adultos; muitas fêmeas com cicatrizes e escoriações nas nadadeiras, especialmente nas dorsais e peitorais; e a ocorrência de cápsulas embrionárias em diversos locais do atol.

Nas populações de tubarões, a organização social existe em diversos níveis de complexidade. Em populações com mais alto nível de desenvolvimento da organização social, os segmentos da população compostos por fêmeas sexualmente maduras, machos sexualmente maduros, e tubarões imaturos de ambos os sexos permanecem separados durante a maior parte do seu ciclo de vida, com cada segmento da população ocupando uma área geográfica ou um habitat razoavelmente distinto durante uma boa parte de cada ano (Springer, 1967). A baixa abundância de machos de todas as espécies pode estar relacionada ao tipo de ambiente preferido pelos machos, ao fato da sua alimentação ser composta por outros itens, ou mesmo devido a algum sistema de dominância ou hierarquia existente entre os sexos. É possível que os machos utilizem com maior frequência a área externa do Atol ou que deixem a área no período que não ocorre acasalamento. Existe também a possibilidade das fêmeas adultas deixarem o Atol quando finda a época reprodutiva, para partir em busca de outras áreas de alimentação. Os indivíduos juvenis, à medida que crescem, podem permanecer na área do Atol, ou por outro lado, pode ser que eles deixem o Atol em busca de novos ambientes.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- I. A escolha do censo visual subaquático possibilitou o estudo das populações de elasmobrânquios do Atol das Rocas, incluindo as relações ecológicas entre os indivíduos e diversos aspectos comportamentais das espécies.
- II. As principais dificuldades em executar o censo visual subaquático foram decorrentes do próprio ambiente do Atol das Rocas, uma vez que quase a metade do ano ocorre o *swell*, com ondas grandes que podem incidir na parte sul ou norte e especialmente na porção sul-sudeste ou nordeste do atol. Este movimento de ondas suspende o sedimento fino, que diminui drasticamente a visibilidade em diversos locais e prejudica a execução do censo visual. Evidentemente, as próprias ondas acabam por tornar o ambiente inadequado para realização do censo visual subaquático através de mergulho livre, inibindo a presença do observador em um local onde grandes ondas incidem contra os recifes. O movimento das marés também é fator determinante na realização deste tipo de atividade, especialmente durante a preamar, período no qual fortes correntes percorrem o interior do anel recifal, tanto na enchente quanto na vazante, dificultando dessa forma a realização sistemática do censo visual subaquático e o bom desempenho do executor nesse período.
- III. A utilização de um método que não prevê a mortalidade dos animais é importante quando o estudo é conduzido em uma Reserva Biológica, na qual o objetivo principal é a preservação integral da biota e atributos naturais existentes dentro dos limites da área. As informações obtidas no

presente estudo confirmam a importância desta Reserva, que fornece ao mesmo tempo, áreas de berçário para os neonatos e juvenis, e áreas de refúgio e de parto para fêmeas grávidas, configurando uma base fundamental para a conservação das espécies estudadas.

- IV. Segundo os dados provenientes de censos visuais subaquáticos realizados no ano de 2008, a população de elasmobrânquios da porção interna do Atol das Rocas é formada majoritariamente por indivíduos das espécies *G. cirratum*, *D. americana* e *N. brevirostris*.
- V. As espécies segregam segundo as suas preferências de hábitat, ocorrendo em maior ou menor abundância em determinados ambientes. Os fatores que parecem contribuir de forma mais significativa para a segregação espacial das espécies são: o tipo de substrato disponível; a disponibilidade de nichos; as condições hidrodinâmicas; o tamanho da área de dispersão; a ausência ou presença de uma conexão com o oceano; e a profundidade do local.
- VI. A segregação por tamanho ocorre nas três espécies de elasmobrânquios e está intimamente relacionada com a presença de uma conexão com o oceano, que permite a entrada e, dependendo das características do local, a permanência de tubarões adultos. As raias *D. americana*, porém, preferem os ambientes fechados, ou os locais mais rasos e distantes das conexões oceânicas. Os juvenis das duas espécies de tubarão compartilham esses ambientes com as raias, ou procuram os berçários, como a Baía da Lama, para abrigo e alimentação.

- VII. A segregação por sexo ocorre sazonalmente nas espécies de tubarão, que se agregam em grupos mistos de machos e fêmeas nos períodos reprodutivos da espécie: durante o verão para *N. brevirostris* e durante o inverno para *G. cirratum*. Tais agregações sazonais não são observadas na raia *D. americana*, já que essa espécie se reproduz ao longo do ano e não em determinado período. Porém, em *D. americana* ocorre uma forte segregação entre machos e fêmeas no sentido de ocupação do hábitat, com os machos sendo raramente observados no interior do atol.
- VIII. A aplicação de novas metodologias e técnicas mais avançadas de monitoramento, como a utilização de transmissores acústicos conectados aos animais, poderá fornecer informações relativas ao período noturno, às movimentações ao largo do Atol e continuamente durante longos períodos de tempo. Por essa razão, recomenda-se fortemente a realização de tais pesquisas sobre os elasmobrânquios presentes no Atol das Rocas, em complementação ao presente trabalho.

9 BIBLIOGRAFIA

- Ackerman, J.T.; Kondratieff, M.C.; Matern, S.A. & Cech, J.J. Jr. 2000. Tidal influence on spatial dynamics of leopard sharks, *Triakis semifasciata*, in Tomales Bay, California. *Environmental Biology of Fishes*, v. 58, pp. 33 – 43.
- Aguiar A. A. 2005. Estrutura e densidade populacional e uso de hábitat por *Dasyatis americana* HILDEBRAND AND SCHROEDER, 1928 (Chondrichthyes; Dasyatidae) no Arquipélago de Fernando de Noronha, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba, PB, Brasil, 74 p.
- Bass, A.J. 1978. Problems in studies of sharks in the southwest Indian Ocean. *In*: E.S. Hodgson & R.F. Mathewson (ed.) *Sensory Biology of Sharks, Skates and Rays*. Office of Naval Research, Department of the Navy, Arlington.
- Bigelow, H.B. and Schroeder, W.C. 1953. Sawfishes, guitarfishes, skates and rays, and chimaeroids. *In*: *Fishes of the western North Atlantic, Part 2*, edited by J. Tee-Van, C.M. Breder, A.E. Parr, W.C. Schroeder, and L.P. Schultz. *Sears Found. Mar. Res. Mem.*, n. 1, 588 p.
- Bon R., Campan R. 1996. Unexplained sexual segregation in polygamous ungulates: a defense of an ontogenetic approach. *Behavioural Processes*, v. 38, n. 2, p. 131 – 154.
- Camhi M, Fowler S, Musick J, Bräutigam A, Fordham S. 1999. Sharks and their relatives – ecology and conservation. *Occasional Paper of the IUCN Species Survival Commission* no. 20.
- Carrier J.C., Pratt J.H.L., Martin L.K. 1994. Grouping reproductive behaviors in free-living nurse-sharks, *Ginglymostoma cirratum*. *Copeia*, v. 1994, pp. 646 – 656.
- 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*, v. 72, pp. 213 – 221.
- Castro, J.I. 1993. The shark nursery of Bulls Bay, South Carolina, with a review of the shark nurseries of the southeastern coast of the United States. *Environmental Biology of Fishes*, v. 38, pp. 37 – 48.

- Castro, J.I. 2000. The biology of the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*, off the Florida east coast and the Bahamas Islands. *Environmental Biology of Fishes*, v. 58, pp. 1 – 22.
- Clarke, K.R.; Gorley, R.N. 2001 Primer 6 for Windows. PRIMER-E Ltd.
- Clarke, K.R., Warwick, R.M. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition. PRIMER-E: Plymouth.
- Clutton-Brock, T.H., Guinness, F.E., Albon, S.D. 1982. Red deer: behavior and ecology of two sexes. Univ. of Chicago Press, Chicago, IL.
- Compagno L.J.V. 1984. FAO Species Catalogue. Vol.4, Parts 1 & 2: Sharks of the world. Annotated and illustrate catalogue of sharks species know to date. FAO Fish. Synop. 125, 655p.
- Compagno L.J.V., Didier D.A., Burgess G.H. 2005. Classification of Chondrichthyan Fish. *In*: Fowler, S.L., Cavanagh, R.D., Camhi, M., Burgess, G.H., Cailliet, G.M., Fordham, S.V., Simpfendorfer, C.A. and Musick, J.A. (comp. and ed.). 2005. Sharks, Rays and Chimaeras: The Status of the Chondrichthyan Fishes. Status Survey. IUCN/ SSC Shark Specialist Group. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK. 461p.
- Conradt L. 2005. Definitions, hypotheses, models and measures in the study of animal segregation. *In*: Sexual segregation in vertebrates: ecology of the two sexes. Cambridge University Press.
- Demski L.S., Northcutt R.G. 1996. The brain and cranial nerves of the white shark: an evolutionary perspective. *In*: *Great White Sharks. The Biology of Carcharodon carcharias*. San Diego: Academic Press.
- Ebert, D.A. 2002. Some observations on the reproductive biology of the sixgill shark, *Hexanchus griseus* (Bonnaterre, 1788) from southern African waters. *South African Journal of Marine Science*, v. 24, pp. 359 – 363.
- Economakis A. E. & Lobel P. S. 1998. Aggregation behavior of the grey reef shark, *Carcharhinus amblyrhynchos*, at Johnston Atoll, Central Pacific Ocean. *Environmental Biology of Fishes*, v. 51, pp. 129 – 139.

- Feitoza, B. M. 2001. Composição e estrutura da comunidade de peixes recifais da Risca do Zumbi, Rio Grande do Norte. Dissertação de Mestrado, Universidade da Paraíba, PB, Brasil.
- Feldheim, K.A., Gruber, S. H. and M. V. Ashley. 2002. The Breeding Biology of lemon sharks at a Tropical Nursery Lagoon. Proceedings of the Royal Society (London) v. 269 b, n. 1501, pp. 1655 – 1661.
- Freitas R.H.A. 2004. Estrutura e tamanho populacional, sobrevivência e crescimento de jovens de tubarão-limão, *Negaprion brevirostris* (Elasmobranchii: Carcharhinidae) no Atol das Rocas – RN, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Paraíba. 62pp.
- Freitas, R.H.A.; Rosa, R.S.; Gruber, S.H. and 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, v. 68, pp. 1319 – 1332.
- 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, v. 52, n. 3, pp. 1007 – 1013.
- Gruber S.H., Nelson D.R., Morrissey J.F. 1988. Patterns of activity and space utilization of lemon shark, *Negaprion brevirostris*, in a shallow Bahamian lagoon. Bulletin of Marine Science, v. 43, n. 1, p. 61 – 67.
- Hamlett, W. C. and Koob, T. J. 1999. Female reproductive system. In: W.C. Hamlett (ed.), Sharks, Skates and Rays: The Biology of Elasmobranch Fishes. The Johns Hopkins University Press, Baltimore, MD.
- Harris, J.E. 1952. A note on the breeding season, sex ratio and embryonic development of the dogfish *Scyliorhinus canicula* (L.). Journal of Marine Biology of the Association of U.K., v. 31, pp. 269 – 275.
- Hazin F.V.H., Oliveira P.G.V. 1996. Levantamento da fauna de elasmobrânquios do Arquipélago de São Pedro e São Paulo. Relatório Técnico Científico – Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, PE, Brasil, 27p.

- Henningesen A.D. 2000. Notes on reproduction in the southern stingray, *Dasyatis americana* (Chondrichthyes; Dasyatidae). *Copeia*, v. 3, pp. 826 – 828.
- Hoening, J.M. and Gruber, S.H. 1990. Life-history patterns in the elasmobranchs: implications for fisheries management. *In*: H. L. Pratt, S. H. Gruber, and T. Taniuchi (Eds). Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics, and the status of the fisheries. NOAA Technical Report NMFS90.
- Holden M.J. 1974. Problems in the rational exploitation of elasmobranch populations and some suggested solutions. *In*: Harden Jones, F.R. (ed.) *Sea Fisheries Research*, pp. 117 – 137. New York: John Wiley and Sons.
- IBAMA, 2004. Instrução normativa Nº 5, de 21 de maio de 2004.
- IUCN 2006. 2006 IUCN Red List of Threatened Species. Disponível (online) www.iucnredlist.org.
- Kikuchi R.K.P. & Leão, Z.M.A.N. 1997. Atol das Rocas: the only atoll in southeastern Atlantic. 14th Int. Sedimental Congress (não paginado).
- Kikuchi R.K.P. 1999. Atol das Rocas, Atlântico sul equatorial ocidental, Brasil. *In*: Schobbenhaus, C.; Campos, D.A.; Queiroz, E.T.; Winge, M.; Berbert-Born, M. (Edit.) *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Publicado na Internet no endereço <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio033/sitio033.htm>
- Kikuchi, R.K.P. 1994. Geomorfologia, Estratigrafia e Sedimentologia do Atol das Rocas (Rebio-IBAMA/RN). Pós-Graduação em Geologia. Salvador, Universidade Federal da Bahia, pp. 144.
- Klimley A.P. 1980. Observations of courtship and copulation in the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*. *Copeia*, v. 1980, pp. 878 – 882.
- Klimley A.P. 1987. The determinants of sexual segregation in the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*. *Environmental Biology of Fishes*, v. 18, n. 1, pp. 27 – 40.
- Legendre P. & L. Legendre, 1998. Numerical Ecology. Second English edition. *Developments in Environmental Modelling* 20. Elsevier Science B.V., 853 pp.

- McLaughlin R.H. & O’Gower A.K. 1971. Life history and underwater studies of a heterodont shark. *Ecological Monographs*, v. 41, pp. 271 – 289.
- Menni R.C., Stehmann F.W. 2000. Distribution, environment and biology of batoid fishes off Argentina, Uruguay and Brazil. A review. *Revista del Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia*, v. 2, n. 1, pp. 69 – 109.
- Morrissey J. F. & Gruber S. H. 1993. Habitat selection by juvenile lemon sharks, *Negaprion brevirostris*. *Environmental Biology of Fishes*, v. 38, pp. 311 – 319.
- Myrberg A.A. Jr, Gruber S.H. 1974. The behavior of the bonnethead shark, *Sphyrna tiburo*. *Copeia*, v. 1974, n. 2, pp. 358 – 374.
- Northcutt R.G. 1977. Elasmobranch Central Nervous System Organization and Its Possible Evolutionary Significance. *American Zoologist*, v. 17, n. 2, pp. 411 – 429.
- Oliveira P.G.V. 2001. Levantamento da fauna de elasmobrânquios e estudo da biologia comportamental do tubarão-limão, *Negaprion brevirostris* (Poey, 1868) e tubarão-lixo, *Ginglymostoma cirratum* (Bonnaterre, 1788), na Reserva Biológica do Atol das Rocas – RN – Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco (UFRPE), Recife, PE, Brasil, 114p.
- Pratt H.L. Jr. and Casey J.G. 1990. Shark reproductive strategies as a limiting factor in directed fisheries, with a review of Holden’s method of estimating growth parameters. In: Pratt H.L. Jr., Gruber S.H., Taniuchi T. (eds.). *Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics, and the status of fisheries*. US Department of Commerce, NOAA Technical Report NMFS 90.
- Pratt, H.L. and J. C. Carrier. 2007. The nurse shark, mating and nursery habitat in the Dry Tortugas, Florida. In: C. McCandless, N. Kohler, and H.L. Pratt (Eds.) *Shark Nursery Grounds of the Gulf of Mexico and the East Coast Waters of the United States*. American Fisheries Society. Baltimore, MD.
- Samoilys M. A. & Carlos, G. 2000. Determining methods of underwater visual census for estimating the abundance of coral reef fishes. *Environmental Biology of Fishes*, v. 57, pp. 289 – 304.

- Schmidt-Nielsen, K. 1999. Fisiologia Animal: adaptação e meio ambiente. 5 ed. Santos Editora. São Paulo, 1999.
- Schmitt, E. F.; Sluka, R. D. & Sullivan-Sealey, K. M. 2002. Evaluating the use of roving diver and transect surveys to assess the coral reef fish assemblage off southeastern Hispaniola. *Coral Reefs*, v. 21, pp. 216 – 223.
- Simpfendorfer, C. A. and 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*, v. 37, pp. 337 – 345.
- Sims D.W. 2005 (b) Refuging behavior in the nursehound *Scyliorhinus stellaris* (Chondrichthyes: Elasmobranchii): preliminary evidence from acoustic telemetry. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, v. 85, pp. 117 – 1140.
- Sims D.W. 2005 (a) Differences in habitat selection and reproductive strategies of male and female sharks. In: *Sexual Segregation in Vertebrates: Ecology of the two sexes* (ed. K.E. Ruckstuhl & P. Neuhaus). Cambridge: Cambridge University Press.
- Sims D.W., Nash J.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*, v. 139, pp. 1165 – 1175.
- Snelson F.F., Mulligan 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*, v. 34, n. 1, pp. 71 – 80.
- Soto, J.M.R. 2001. Peixes do arquipélago Fernando de Noronha. *Mare Magnum*, v. 1, n. 2, pp. 147 – 169.
- Springer, S. 1950. Natural history notes on the lemon shark, *Negaprion brevirostris*. *Texas Journal of Science*, v. 3, pp. 349 – 359.
- Springer S 1967. Social organization of shark populations. In: *Sharks, skates and rays*. John Hopkins Press.

- Strand, S. 1988. Interspecific Foraging Associations among Gulf of California Reef Fishes. *Copeia*, v. 1988, n. 2, pp. 351 – 357.
- Strong, W.R.; Snelson, F.F.; Gruber, S.H. 1990. Hammerhead shark predation on stingrays: an observation of prey handling by *Sphyrna mokarran*. *Copeia*, v. 3, pp. 836 – 840.
- Taylor L. 1993. Sharks of Hawai'i: their biology and cultural significance. University of Hawaii Press, Honolulu. 126 pp.
- 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*, v. 343, pp. 283 – 293.
- Watson, R. A.; Carlos, G. M. & Samoilys, M. A. 1995. Bias introduced by the non-random movement of fish in visual transect surveys. *Ecological Modelling*, v. 77, pp. 205 – 214.
- Whittaker, R.H. 1952. A study of summer foliage insect communities in the Great Smoky Mountains. *Ecological Monographs*, v. 22, n. 1, pp. 2 – 44.