ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DOS TUBARÕES DO ARQUIPÉLAGO DE FERNANDO DE NORONHA, COM ÊNFASE NO TUBARÃO-CABEÇA-DE-CESTO *Carcharhinus perezi* (Poey, 1876) (Carcharhiniformes, Carcharhinidae).

RICARDO CLAPIS GARLA

Tese apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Campus de Rio Claro, para a obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Área de Concentração:Zoologia)

Rio Claro
Estado de São Paulo – Brasil
Dezembro de 2003

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

ECOLOGIA E CONSERVAÇÃO DOS TUBARÕES DO ARQUIPÉLAGO DE FERNANDO DE NORONHA, COM ÊNFASE NO TUBARÃO-CABEÇA-DE-CESTO *Carcharhinus perezi* (Poey, 1876) (Carcharhiniformes, Carcharhinidae).

RICARDO CLAPIS GARLA

Orientador: Prof. Dr. ALBERTO FERREIRA AMORIM

Tese apresentada ao Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Campus de Rio Claro, para a obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas (Área de Concentração:Zoologia)

Rio Claro
Estado de São Paulo – Brasil
Dezembro de 2003

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Este, que representa meu maior desafio até o momento, é dedicado aos meus pais, Luiz Carlos e Teresa, e minha irmã Carol.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Agradecimentos

Aos meus pais, Luiz Carlos e Teresa, pelo amor e tudo que fazem pela minha formação. A meu pai, pela ajuda em todas as barras pesadas que rolaram; por cuidar da movimentação financeira dos auxílios financeiros; por ser meu meio de comunicação com o continente; e exemplo de integridade à carreira de professor universitário. À minha irmã Caroline pelo carinho e todas as nossas conversas, psicológicas ou não.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Alberto Ferreira Amorim, por ter acreditado no meu trabalho e me oferecido uma oportunidade quando os “tubarólogos” e ictiólogos renomados do país me negaram, e tudo que esta chance inicial possibilitou realizar.

Ao Prof. Dr. Norberto Peporine Lopes da FCFRP-USP pela co-orientação na parte bioquímica do trabalho, pelo entusiasmo e presteza inesgotáveis e contagiantes no trabalho de campo; pela captura do maior tubarão do projeto (2,5 m) num dos pontos de pesca de costão tecnicamente mais difíceis do arquipélago, e pela aula de pilotagem de carretilha que presenciei na ocasião; por indicar o trabalho para a Revista Pesquisa FAPESP; por tudo que tem feito para minha formação; e acima de tudo, por ser o meu amigo Betão, com quem sempre posso contar.

Ao meu orientador de mestrado, Prof. Dr. Nivar Gobbi, pelo aconselhamento freqüente e por ainda continuar contribuindo para minha formação profissional.

Aos membros titulares da Banca Examinadora: Profs. Drs. Otto Bismarck F. Gadig, Roberto Goiten (UNESP), Emygdio L. Monteiro Filho (UFPR) e Marcelo Rodrigues de Carvalho (FFCLRP-USP) pelas valiosas sugestões e críticas que contribuíram para o enriquecimento desta tese; aos suplentes Profs. Drs. Ricardo M. C. Castro, Flávio Bockmann (FFCLRP-USP) e Maria José de Oliveira Campos (UNESP) pela disponibilidade em participarem.

Ao Prof. Dr. Samuel H. Gruber, da Universidade de Miami, por ter sido um dos primeiros a incentivar meus estudos com ecologia de tubarões, quando todos os brasileiros desencorajavam; por ter proporcionado minha participação em dois cruzeiros a bordo do navio oceanográfico Seward Johnson, onde pude realizar as parcerias de pesquisa que permitiram deslanchar definitivamente o trabalho. Aos tripulantes do navio, pela simpatia e profissionalismo. Aos parceiros de pesquisa da Nova Southeastern University na Flórida, Prof. Dr. Mahmood Shivji e doutorando Demian Chapman, pela amizade, análises genéticas, financiamento em parceria obtido junto à Wildlife Conservation Society, e apoio na aquisição, transporte e implantação inicial da telemetria. Ao Dr. Bradley Wetherbee do

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

National Oceanographic and Atmospheric Administration dos EUA pela amizade e auxílio inicial no estudo de telemetria.

Aos Drs. Ricardo Castro, Otto Gadig e Rodrigo Leão de Moura pela leitura, sugestão e apoio feitos aos meus projetos iniciais sobre tubarões. Não fosse a ajuda que vocês acham ter sido pequena, eu não estaria aqui. À Dra. Liana de Figueiredo Mendes, pela imensa amizade, por ter me levado a Noronha pela primeira vez; pelo apoio, incentivo e aconselhamento em todas as fases do projeto, e pela ainda nova, mas atuante ONG Oceânica. Ao Dr. Jorge Lins pela amizade, apoio e incentivo, pelo convite para apresentação de palestras, pelas sugestões feitas antes do início da redação da tese; e por segurar a barra frente a todos os transtornos e inconvenientes causados pela permanência de uma das embarcações do projeto no Iate Clube de Natal.

A ONG IBIRÉ e seus membros, em especial Daniel Fonseca de Andrade, pela amizade, por ter acreditado em meu trabalho e firmado a parceria que permitiu o financiamento da Fundação O Boticário; pela filosofia da IBIRÉ e o maravilhoso trabalho de Educação Ambiental que ela possibilitou realizar em Noronha.

Ao IBAMA pela concessão da licença de pesquisa, e a todos os seus membros em Fernando de Noronha. De forma especial a Marcos Aurélio Silva, o “Maguinho”, pela participação fundamental, sempre confiando e apoiando o trabalho; por ter intercedido junto à Diretoria do Parque para obter autorização para aquisição de uma embarcação; por ter permitido a utilização de outras embarcações para entrar na área do Parque nas ocasiões em que a do projeto estava em reparos; e por ter permitido guardar a jangada e os equipamentos na garagem do IBAMA. Á Administração Geral do Distrito Estadual de Fernando de Noronha, por autorizar a realização do trabalho, isenção da taxa de permanência e a possibilidade de adquirir passagens áreas com tarifas diferenciadas.

Ao Brigadeiro da Aeronáutica Carlos Porto por possibilitar, em dois anos consecutivos, o embarque de equipamentos pesados essenciais ao projeto no avião Hércules C-130 (a “Patinha”) que vai para Noronha.

Na FFCLRP-USP ao Prof. Drs. Fernando Matelatto pelas sugestões na parte de estrutura populacional e à doutoranda Andrea de Lucca Meireles pela ajuda nas análises. Aos Profs. Drs. John Mc Namara e Fernando Barbosa Noll por me receberem e discutirem meus dados finais, e Alexandre C. Ribeiro pela ajuda com o mapa da CPUE. A Vinícius Bonato da UNICAMP, pela extrema gentileza e presteza em ensinar-me a trabalhar com o programa CAPTURE. Ao Centro Universitário Barão de Mauá, especialmente o Prof. Marcelo Mestriner, pela amizade e interesse em sempre ajudar; pelo convite para apresentação de uma palestra na semana da Biologia; ao Prof. Dr. Orivaldo Pereira Ramos pela presteza na realização das análises clínicas do sangue dos tubarões. Às secretárias da

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Pós-Gradução da UNESP Rio Claro, Heloísa, Sandra e Rute, pela resolução de todos os trâmites burocráticos via correio ou telefone durante o trabalho de campo. Ao tio Gustavo pelos inúmeros faxes enviados e recebidos em seu telefone. Ao primo advogado José Luiz Matthes pelo processo contra a empresa DHL pelo roubo de meu computador. Ao Homero da agência de viagens Hardy Tours de Ribeirão, pela gentileza, eficiência e profissionalismo ao longo destes seis anos de viagens aéreas. Ao Prof. Dr. Wagner Ferraresi de Giovani (FFCLRP-USP) por disponibilizar sua impressora laser para impressão da tese.

A agência publicitária Z-dzain de Recife, seu proprietário Flávio Costa e o auxiliar Thiago pela arte final dos 14 painéis sobre tubarões atualmente expostos no “Museu dos Tubarões” em Fernando de Noronha e pelo cartaz de divulgação. Ao meu amigo Carlão da agência publicitária Foco Online de Ribeirão Preto e ao Fernando pela confecção de cinco painéis para o “Museu”; ao pessoal da agência, Paulinho, Renato, Wilson e Heloísa, pela amizade e profissionalismo. À agência DTP de Ribeirão, pela simpatia, profissionalismo e impressão dos cinco painéis na última hora.

Ao Curso Latino Americano de Ecologia Quantitativa do Instituto de Pesquisas Ecológicas (IPÊ). Em especial à organizadora Debby, aos brilhantes Profs. Drs. Paulo De Marco e Adriano Paglia, às meninas da limpeza e cozinha e a todos os amigos de curso que tornaram esta experiência inesquecível.

Ao pessoal de Santos: Patrícia Mancini, Rafael Namora, Fábio Motta e Otto Gadig e Ronaldo “Magrão” Francini pela amizade, ajuda e alojamento. Ao pessoal de SP pela amizade e hospedagem: Sal, Ângela, Liana e Beto; e Carol de Ribeirão. Ao Kojima, Limão, Bebê e Fernando pela casa sempre disponível em Rio Claro. À querida Aninha, Ana Cláudia Motta, pelas inúmeras hospedagens em Recife e pelos papos de Rio Claro. À Liana Mendes e Rodrigo Coluchi pelas inúmeras hospedagens em Natal. Aos amigos de Ribeirão: Edu e Lu Nakano, Carlão, Deco, Alexandre, Gustavo, Sérgio, Pat, Ana Laura, Esqueleto, Bigas, Moacir, Ana Catarina, Guiga, Rogério, Fer, Carlo e Ana Cristina pelos churrascos, conversas e cerveja; ao pessoal da natação: Zé Renato, Bam-Bam, Paulinho, Maurão, Raquel, Paula e todos outros pela companhia no treino, churrascos e festas. Aos auxiliares de campo: os biólogos Carlo Leopoldo Bezerra Francini, Rodrigo Coluchi, Paula Regina Bonjorno, Renato Hajenius Aché de Freitas e a veterinária Cláudia Nascimento; à Paula Macedo, Manoel Carreira Neto e Thaís Guaratini.

Ao pessoal de Noronha: José Carlos Marenga pela amizade, por oferecer o veleiro Oceanide como moradia quando fui despejado; e por cuidar da moto “Micróbio móvel”, à querida Tammy Casagrande pela ajuda no campo e pela presença sempre amiga, constante e prestativa; a José Martins do Projeto Golfinho Rotador por permitir guardar parte dos equipamentos em sua casa e pelo uso ocasional da internet; ao artista e amigo Élcio Santos

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

pela preparação do pôster; aos amigos Xará, Piu, Lisandro, Airton Cafuçú, Nei, Ivan, Dani e Leo, Paulinho, Batista, Tadeu e tantos outros pela amizade, festas, peixadas e pirões. Ao grande amigo Jairon (*in memoriam*) pela amizade, apoio e preocupação freqüentes com o bem-estar dos amigos, pelo quase naufrágio com os boiólogos, pelo resgate na Sapata, por me deixar tomar conta da casa durante sua ausência e pelas inúmeras festas e pirões. Tu faz muita falta, visse “coroa”?

A ANPESCA e aos pescadores que devolveram ao mar os tubarões marcados ou entregaram as marcas: Paulo Dantas, Tola, Enoque, Mano, Paulo taxista, Maguinho e Policarpo. A Loirinho, Roberto e Danda pela ajuda nas capturas, principalmente a que virou Globo Repórter. Especialmente a Orlando José de Souza, o comandante “Truva”, pela honra de me emprestar o seu valente Feliz Navegante para inúmeras saídas; pela sempre pronta disposição em ajudar; e por guardar parte dos equipamentos. Aos mecânicos Maciel, Eliezer, Nando do IBAMA e Júnior do Boldró pela amizade e ajuda essenciais com o motor de popa e com a moto. Ao Edú da Atlantis Divers e João Flor pela ajuda na manutenção do motor de popa. Aos meus auxiliares de campo noronhenses: Batista, Paulinho, Ricardinho, Nando, Nininho, Bruno, Catita e Mané Miolo, pela companhia, amizade e muitos tubarões. Aos mergulhadores pescadores: Rica, Bodão, Tammy, Olga e Emi Obara. A Lula, Ivan e Sólon por emprestarem suas embarcações para checagem dos receptores quando a jangada do projeto afundou. A Marenga, Mauricio, Duda, Olga, Xará, Adriano, Ronaldo Magrão, Liana, Tammy e Ana por todas as vezes que me auxiliaram neste cansativo trabalho. Especialmente a Mauricio e Duda dos “Remos da Ilha” pelos empréstimos do inflável para realizar estas operações. Ao Engenheiro de Pesca Leonardo Veras, proprietário da Noronha Pesca Oceânica, pelo apoio inicial na tecnologia de pesca, o indispensável alojamento nos primeiros dois anos do trabalho; e pela chance de participar na montagem da exposição de tubarões. Ao Acioly, vizinho de alojamento na NPO, pelo empréstimo da cozinha centenas de vezes e por ser esta pessoa sempre tão de bem com a vida.

Aos proprietários das operadoras de mergulho Águas Claras, Atlantis Divers e Noronha Divers pelo apoio e empréstimo de cilindros para checagem dos receptores e pelas centenas de mergulhos gratuitos. A Águas Claras, em especial a Fábio e Maurício pela amizade, alojamento inicial e por parte da minha formação em mergulho. Aos mergulhadores (impossível mencionar todos) pela amizade e por tornarem as operações sempre divertidas e agradáveis: Juarez, Nido, Lola, Duda, Régis, Rica, Bodão, Luciano, Carlinhos, Záira, Edu, Olga, Samuca e os demais. Ao mestre Jorjão pelo meu apelido “Onça”. Ao mestre Djalma, Luciano e Babu pela ajuda no resgate da jangada. Aos fotógrafos-sub Daisy Brisolla, Marta Granville, Caio Borghoff, Leo Francini, Záira Matheus e Samuca que sempre gentilmente cederam suas fotos para elaboração de painéis e para divulgação. Ao Bodão pela nossa primeira filmagem de shark-dive. Aos cinegrafistas Fábio e

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Lola da Hidrosfera Produções pelas imagens e edição do excelente curta de divulgação do projeto. A Ana Clara e Cristiano da TV Golfinho, pelo apoio e divulgação do trabalho à comunidade. A Verônica Falcão (Jornal do Commércio de Pernambuco) e Liana John (Estado de São Paulo) pelas ótimas matérias publicadas. A Caio Borghoff pela matéria e fotos na revista National Geographic brasileira. A “Feiticeira” Joana Prado pela entrevista no O positivo da Rede Bandeirantes. Ao programa Terra da Gente da TV Globo Regional de Campinas. Ao repórter Francisco José, o diretor geral Jotair e equipe pela matéria no Globo Repórter. A Lawrence Wahba, Rodrigo Astiz, Samuca e Alê por incluírem o projeto no documentário do National Geographic Channel. A Carlos Fioravante pela matéria na Revista Pesquisa FAPESP.

Ao mestre Bira pela amizade e por estar presente na travessia Recife - Natal na qual quase naufragamos, e por toda a ajuda depois disso. A Zé Preto, Amaury e Gargamel de Brasília Teimosa pela ajuda e inesquecível amizade no reparo do barco após o quase naufrágio. A Joãozinho e Bira por cuidar do barco no Iate Clube de Natal. A Walter Magnani, de Ribeirão, pelas forquetas extras que fez para o caíco, indispensáveis enquanto morei no veleiro.

De maneira mais que especial à Boca, Lígia Moreiras Sena, por ser um dos agentes de sustentabilidade mais completos que já conheci; por tudo que aprendi sobre Educação Ambiental e valores humanos; pela chance de ter presenciado a atuação de alguém com dom nato de educadora; por conduzir os dois módulos do curso de capacitação com maestria, e mostrar coragem e dedicação para enfrentar as dificuldades de Noronha; por ter sempre feito de tudo para me ajudar; por ensinar-me tanta coisa sobre o amor, inclusive que ele é possível mesmo à distância; por ter-me dado tanto desse amor e ter-me feito tão feliz.

A FAPESP pela concessão da bolsa de doutorado (Processo 98/15080-8) e da reserva técnica, indispensável para resolver os inúmeros imprevistos de campo; pelo auxílio financeiro (Processo 00/02441-4) que possibilitou a aquisição das embarcações. A Wildlife Conservation Society e International Society for Reef Studies pelo equipamento de telemetria e computador. A Fundação O Boticário de Proteção à Natureza/ The J.D. & C.T. Mc Arthur Foundation pelas passagens e diárias que tornaram possível realizar a parte educacional.

A Deus pela chance de viver experiências tão diferentes, por me proteger de todos os riscos que passei, por amparar minha mãe cada vez que ela sabia de uma enrascada minha, e por permitir meu crescimento, amadurecimento e reconhecimento profissionais.

Impossível não me emocionar enquanto escrevo estes agradecimentos, pois graças a vocês meu sonho tornou-se realidade e chegou ao fim. Que será apenas o começo ... MUITO OBRIGADO!!!

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

ÍNDICE

Página

Resumo 01
Abstract 02

1. INTRODUÇÃO GERAL 03
1.1. Introdução 04
1.2. Objetivos 11
1.2.1. Objetivo geral 11
1.2.2. Objetivos específicos 11
1.3. Descrição da área de estudo 13
1.3.1. Características naturais 13
1.3.2. Delimitação das Unidades de Conservação existentes 15
1.3.3. Localidades de mergulho e pesca visitadas 16

2. REVISÃO DA LITERATURA 26
2.1. Estrutura populacional 27
2.2. Marcação e liberação de tubarões 29
2.3. Utilização de áreas de berçário por tubarões 32
2.4. Uso de telemetria ultra-sônica em estudos de tubarões 35
2.5. Manejo e conservação de elasmobrânquios 40
2.6. Caracterização geral das espécies de tubarão estudadas 46

3. ESTRUTURA POPULACIONAL, DISTRIBUIÇÃO E USO DO BERÇÁRIO 49
3.1. Métodos 50
3.1.1. Determinação das fases etárias 50
3.1.2. Operações de captura a bordo de embarcação 50
3.1.3. Operações de captura a partir do costão 51
3.1.4. Manuseio dos tubarões 51
3.1.5. Marcação 52
3.2. Análise dos dados 54
3.2.1. Estrutura populacional 54
3.2.2. Captura por unidade de esforço 54
3.2.3. Estimativa do tamanho populacional 55
3.4. Resultados 56
3.4.1. Esforço de amostragem 56
3.4.2. Espécies capturadas 56

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

3.4.2.1. *Carcharhinus perezi* 56
a) Capturas 56
b) Estrutura populacional 56
c) Captura por unidade de esforço e distribuição 57
d) Recapturas 58
e) Observação de tubarões marcados 59
f) Estimativa do tamanho populacional 59
g) Outras observações 59
3.4.2.2. *Ginglymostoma cirratum* 60
a) Capturas 60
b) Estrutura populacional 60
c) Distribuição das capturas 60
d) Recapturas 61
e) Observação de tubarões marcados 61
f) Estimativa do tamanho populacional 61
g) Outras observações 61
3.4.2.3. *Negaprion brevirostris* 62
a) Capturas 62
b) Distribuição das capturas 62
c) Observação de tubarões marcados 62
d) Outras observações 62
3.5. Discussão 73
3.5.1. Espécies de tubarões na região costeira do arquipélago 73
3.5.2. Estrutura populacional 73
3.5.3. Recapturas e taxa de crescimento 75
3.5.4. Estimativas do tamanho populacional 76
3.5.5. Distribuição 76
3.5.6. Utilização do arquipélago como berçário 78
3.5.7. Utilização da laguna do arquipélago 81
3.5.8. Parasitas e uso de estações de limpeza 82
3.6. Conclusões 83

4. MOVIMENTAÇÃO, ATIVIDADE E USO DO HÁBITAT 84
4.1. Métodos 85
4.1.1. Funcionamento do equipamento de telemetria ulra-sônica 85
4.1.2. Implante cirúrgico dos transmissores de telemeria 86
4.1.3. Instalação dos receptores de telemetria automatizados 86

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

4.1.4. Distribuição do receptores de telemetria 87
4.1.5. Remanejamento dos receptores de telemetria 88
4.1.6. Descarregamento dos dados armazenados pelos receptores 89
4.2. Análise dos dados 90
4.2.1. Movimentação, presença, atividade e tempo de permanência 90
4.2.2. Cálculo dos espaços de atividade 90
4.2.3. Índice de sobreposição dos espaços de atividade 90
4.3. Resultados 93
4.3.1. Monitoramento por telemetria 93
4.3.1.2. *Carcharhinus perezi* 93
4.3.1.3. Cálculo do espaço de atividade observado 96
4.3.1.4. Cálculo do índice de sobreposição dos espaços de atividade 96
4.3.1.5. *Ginglymostoma cirratum* 97
4.3.1.6. *Negaprion brevirostris* 97
4.4. Discussão 109
4.4.1. Técnicas de monitoramento utilizadas 109
4.4.2. Monitoramento, espaço de atividade e movimentação 110
4.4.3. Agrupamentos e sobreposição dos espaços de atividade 112
4.4.4. Período de atividade 112
4.4.5. Variação sazonal no uso do hábitat 113
4.4.6. Movimentação dos tubarões de maior porte 113
4.4.7. Utilização da Laje Dois Irmãos 115
4.5. Conclusões 116
5. MANEJO E CONSERVAÇÃO DOS TUBARÕES 117
5.1. Programa de educação e conscientização 118
5.1.1. Montagem de uma exposição permanente sobre tubarões 118
5.1.2. Campanha de educação e divulgação 118
5.2. Implicações para a conservação dos tubarões do arquipélago 121
5.2.1. Ausência de informações sobre os parâmetros populacionais 121
5.2.2. Pesca direcionada aos tubarões no passado 121
5.2.3. Estimativas do tamanho populacional 122
5.2.4. Genética 122
5.2.5. Pressão de pesca sobre os tubarões no oceano Atlântico 123
5.3. Problemática para o manejo dos tubarões do arquipélago 124
5.3.1. Tubarões jovens residentes e com movimentação restrita 124
5.3.2. Atividade pesqueira no arquipélago 125

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

5.3.3. Pesca atual de tubarões no arquipélago..... 127
5.4. Recomendações para o manejo e conservação dos tubarões 128
(1) Criação de uma época de defeso para a pesca de tubarões 128
(2) Criação de defeso para a Zona de Uso Intensivo do Parque 129
(3) Inclusão de defeso para os tubarões no plano de manejo da APA..... 129
(4) Manutenção da proibição do mergulho e pesca no Buraco da Raquel..... 130
(5) Manutenção das áreas de acesso restrito na Baía do Sueste..... 130
(6) Cadastro dos pescadores amadores..... 130
(7) Proibição da comercialização de carne de tubarão nos restaurantes..... 131
5.5. Conclusões..... 134

6. LITERATURA CITADA..... 135

7. APÊNDICES 149
Apêndice 1: Elasmobrânquios do arquipélago de Fernando de Noronha..... 150
Apêndice 2: Produção pesqueira da Noronha Pesca Oceânica..... 152
Apêndice 3: Exemplos de roteiros para preparação de vídeos informativos 153

8. CARACTERIZAÇÃO SOROLÓGICA DOS TUBARÕES..... 155
Resumo 156
Abstract..... 156
1. Introdução..... 157
2. Objetivo..... 157
3. Revisão dos efeitos fisiológicos do estresse em peixes 158
4. Métodos..... 163
4. Resultados..... 164
5. Discussão 167
6. Literatura citada 169

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

INTRODUÇÃO GERAL

Figura 1. *Carcharhinus perezi* 08

Figura 2. Localização do arquipélago de Fernando de Noronha 09

Figura 3. *Ginglymostoma cirratum*..... 10

Figura 4. *Negaprion brevirostris* 10

ÁREA DE ESTUDO

Figura 5. Localidades de pesca e mergulho visitadas 25

ESTRUTURA POPULACIONAL, DISTRIBUIÇÃO E USO DO BERÇÁRIO

Figura 6. Marcas utilizadas para marcação dos tubarões..... 53

Figura 7. Classes de tamanho de *Carcharhinus perezi* 66

Figura 8. Localização das capturas de *Carcharhinus perezi*..... 68

Figura 9. Localização das recapturas dos tubarões..... 69

Figura 10. Classes de tamanho de *Ginglymostoma cirratum*..... 70

Figura 11. Classes de tamanho de *Negaprion brevirostris* 71

Figura 12. Capturas e observações de *G. cirratum* e *N. brevirostris*..... 72

MOVIMENTAÇÃO, ATIVIDADE E USO DO HÁBITAT

Figura 13. Ancoragem e do funcionamento dos receptores de telemetria 91

Figura 14. Distribuição dos receptores em 2001 91

Figura 15. Distribuição dos receptores em 2002 e 2003..... 92

Figura 16. Espaço de atividade do tubarão Nº 2..... 100

Figura 17. Espaço de atividade do tubarão Nº 6..... 101

Figura 18. Espaço de atividade do tubarão Nº 7..... 102

Figura 19. Espaço de atividade do tubarão Nº 8..... 103

Figura 20. Espaço de atividade do tubarão Nº 11..... 104

Figura 21. Espaço de atividade do tubarão Nº 12..... 105

Figura 22. Freqüência do tubarão Nº 16 na laguna do Buraco da Raquel 106

Figura 23. Sobreposição dos espaços de atividade ocupados pelos tubarões 108

MANEJO E CONSERVAÇÃO DOS TUBARÕES DE FERNANDO DE NORONHA

Figura 24. Cartaz utilizado na campanha de divulgação 120

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

ÍNDICE DE TABELAS

ESTRUTURA POPULACIONAL, DISTRIBUIÇÃO E USO DO BERÇÁRIO

Tabela 1. Esforço de amostragem 64

Tabela 2. Sumário do esforço de amostragem 65

Tabela 3. Recapturas de *Carcharhinus perezi* 69

Tabela 4. Recapturas de *Ginglymostoma cirratum* 69

MOVIMENTAÇÃO, ATIVIDADE E USO DO HÁBITAT

Tabela 5. *Carcharhinus perezi* com transmissores ultra-sônicos 98

Tabela 6. *Ginglymostoma cirratum* e *Negaprion brevirostris* com transmissores 99

Tabela 7. Espaços de atividade observados para *Carcharhinus perezi* 107

Tabela 8. Sobreposição dos espaços de atividade de *Carcharhinus perezi* 107

CARACTERIZAÇÃO SOROLÓGICA

Tabela 1. Valores sorológicos de *Carcharhinus perezi* 165

Tabela 2. Valores sorológicos de *Ginglymostoma cirratum* 165

Tabela 3. Valores sorológicos de *Negaprion brevirostris* 166

Tabela 4. Comparação entre espécies da Flórida e de Fernando de Noronha 166

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Resumo

O presente trabalho visa gerar informações básicas sobre a ecologia e a situação populacional do tubarão-cabeça-de-cesto *Carcharhinus perezi*, lambarú *Ginglymostoma cirratum* e tubarão-limão *Negaprion brevirostris* no Arquipélago de Fernando de Noronha, com ênfase na primeira, por ser numericamente dominante. Utilizou-se a combinação de técnicas de marcação e recaptura e de telemetria ultra-sônica para fornecer informações sobre: estrutura populacional, distribuição espacial dos tubarões e de suas áreas de berçário, época de parto, padrões de movimentação e de utilização do hábitat. Amostras de sangue foram analisadas para caracterização sorológica das espécies. Foi implantado um programa de conscientização e educação sobre a necessidade de conservação dos tubarões, e realizou-se um curso de capacitação em Educação Ambiental para os professores do ensino médio e fundamental. A plataforma insular do arquipélago é utilizada como área de parto e de crescimento de jovens pelas três espécies de tubarões. *Carcharhinus perezi* apresenta maior segregação espacial por tamanho. Não ocorre segregação espacial em *Ginglymostoma cirratum* e *Negaprion brevirostris* pois foram observados indivíduos neonatos, jovens e adultos freqüentando a região próxima à linha costeira do arquipélago. Os tubarões utilizam com menor freqüência o trecho da Área de Proteção Ambiental (APA) do arquipélago, o que possivelmente está relacionado à intensificação da utilização humana e a indícios de empobrecimento biológico da região nos últimos anos. O monitoramento por telemetria mostra que: os tubarões jovens são residentes em trechos específicos do arquipélago; eles podem ser ativos a qualquer horário do dia, mas os maiores espaços de atividade e deslocamentos ocorrem à noite; aparentemente não existem variações sazonais nos espaços de atividade; e os tubarões maiores apresentam espaços de atividade maiores. Os principais problemas para o manejo e a conservação dos tubarões são: os tubarões jovens são residentes e com movimentação restrita a trechos específicos do arquipélago; a pesca que ocorre dentro e fora das áreas protegidas, que atinge principalmente os neonatos na época dos nascimentos; e os indícios de empobrecimento genético desta população. As sugestões para a conservação são: a criação de uma época de defeso para a pesca de tubarões durante a época dos nascimentos e o cadastro dos pescadores profissionais e amadores.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Abstract

The aim of the present study is to provide basic data on the ecology and population status of the reef-shark *Carcharhinus perezi*, nurse-shark *Ginglymostoma cirratum* and lemon-shark *Negaprion brevirostris* at Fernando de Noronha archipelago, with special reference to *Carcharhinus perezi*, due to its numerical dominance. A combination of mark and recapture and ultrasonic telemetry methods were used to gather data on: the population structure, spatial distribution of the sharks, location of the nursery grounds, parturition time, patterns of movement and habitat use. Blood samples were analyzed for a serological characterization of the species. An educational program was established to increase the community awareness about shark conservation, and a capacitating course on Environmental Education was offered to teachers of the local school. The archipelago's insular shelf is used as a parturition and growing ground for young sharks of the three species. *Carcharhinus perezi* shows size segregation. Size segregation was not observed in *Ginglymostoma cirratum* and *Negaprion brevirostris*, and neonate, young and adult sharks of these species were observed to frequent shallow waters of the archipelago. Sharks rarely frequent the archipelago's Environmental Protection Area (EPA), which is probably related to an intensification of human use and evidences of biological impoverishment of this site in recent years. The telemetry monitoring shows that: the young sharks are resident and present site fidelity to specific portions of the archipelago; they may be active at any time of the day, but the larger activity spaces and excursions occur at night; apparently there is no seasonal variation in activity spaces and habitat use; and larger sharks have more extensive activity spaces. The main problems for the management and conservation of the sharks are: resident young sharks have restricted movements; fishing activity that occurs around the whole archipelago, inside and outside protected areas, and harvests the neonates during the birth season; and evidences of genetic impoverishment of the *Carcharhinus perezi* population. The conservation strategies proposed are: the establishment of a fishing closure for sharks during the birth season, and registration of the professional and amateur fishers.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

1. INTRODUÇÃO GERAL

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

1.1. Introdução

A classe Chondrichthyes (tubarões, raias e quimeras) forma um grupo antigo e bem sucedido de vertebrados mandibulados, atualmente representados por aproximadamente 1.100 espécies. Possuem uma longa e complexa história evolutiva, que se estende por mais de 450 milhões de anos, desde o período Ordoviciano superior até os dias atuais (Compagno, 1990 a).

Os Chondrichthyes são hoje separados em duas subclasses: Holocephali e Elasmobranchii. Os Holocephali são representados pelas quimeras, com cerca de 50 espécies conhecidas (Last & Stevens, 1994). Os Elasmobranchii abrangem as espécies de raias e tubarões. As raias estão incluídas na superordem Batoidea, sendo separadas em quatro ordens, 21 famílias, 63 gêneros e aproximadamente 550 espécies. Os tubarões estão distribuídos em duas superordens, Squaloidea e Galeoidea, abrangendo 12 ordens, 29 famílias, 103 gêneros e cerca de 480 espécies. O grupo Galeoidea inclui a ordem dominante, Carcharhiniformes, com 12 famílias, 63 gêneros e mais de 273 espécies (Mould, 1995).

Os tubarões da ordem Carcharhiniformes são os que apresentam o maior número de gêneros, espécies, abundância e biomassa. São encontrados primariamente nas plataformas continentais tropicais até 200 m de profundidade, mas existem algumas espécies oceânicas e outras que ocorrem em águas temperadas. A maior parte das espécies atinge comprimento máximo de dois metros, apesar das espécies mais conhecidas e perigosas ao homem ultrapassarem este tamanho (Compagno, 1984).

Entre todos os tubarões, os membros da família Carcharhinidae são os que mais influenciam as atividades humanas (Compagno, 1990 b). Como muitas das espécies atingem grande porte e são abundantes em águas tropicais e subtropicais, estes tubarões representam parte importante da produção pesqueira de várias artes de pesca. Possuem grande importância econômica, sendo utilizados como recursos pesqueiros (carne, óleo, couro e nadadeiras), recreativos (pesca esportiva) e turísticos (mergulhos e fotografia) (Nelson, 1990). Esta é a família de tubarões mais numerosa no Brasil. O gênero *Carcharhinus* é o que apresenta maior número de espécies, com cerca de 31 representantes em todo o mundo e 15 espécies já registradas em águas brasileiras (Gadig, 1999).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Todos os tubarões Carcharhinidae são carnívoros oportunistas posicionados no topo das cadeias alimentares do ambiente marinho (Gruber, 1981), ou seja, ocupam o último elo da cadeia alimentar, possuindo poucos predadores naturais (Ab'Saber *et al.*, 1997). São animais importantes como elementos tróficos dos ecossistemas marinhos tropicais e subtropicais onde são bastante abundantes. Predadores de topo mantêm espécies-presa abaixo da capacidade de suporte do ambiente e reduzem a competição interespecífica, influenciando a diversidade biológica dos ecossistemas onde vivem (Begon, Harper & Towsend, 1990).

Sob o aspecto reprodutivo, todos os Carcharhinidae, exceto o tubarão-tigre *Galeocerdo cuvier* são vivíparos placentotróficos (Castro, Woodley & Brudek, 1999). Neste tipo de desenvolvimento embrionário, a bolsa vitelínica funde-se à parede do útero formando uma estrutura análoga à placenta, que é responsável pela transferência de nutrientes e oxigênio ao embrião (Springer & Gold, 1989).

Várias espécies de Carcharhinidae utilizam berçários, que são áreas geograficamente discretas dentro da distribuição da espécie, para onde as fêmeas migram por ocasião do parto, e onde os filhotes permanecem durante os estágios iniciais do ciclo de vida (Castro, 1993; Simpfendorfer & Milward, 1993). Os berçários normalmente são localizados em regiões costeiras com águas relativamente rasas e oferecem as vantagens seletivas de uma baixa taxa de predação, abundância de presas e hábitat apropriado para os jovens (Morrissey & Gruber, 1993 b; Merson & Pratt, 2001).

Apesar de sua diversidade e importância ecológica, os tubarões representam um dos maiores grupos de vertebrados cujo comportamento ainda permanece pouco conhecido, principalmente em vista das dificuldades logísticas relacionadas à sua manutenção em cativeiro e observação adequada dos animais no ambiente natural (Nelson 1977; Gruber & Myrberg 1977). Embora o conhecimento sobre a situação populacional das espécies de tubarões seja incipiente, algumas espécies já sofrem efeitos negativos da sobrepesca e exploração irracional do ambiente (Rosa & Menezes, 1996; Rosa, 1997; Camhi *et al*., 1998).

Entretanto, não é apenas a falta de conhecimento biológico que impede o manejo e conservação dos tubarões. Historicamente estes animais possuem baixo valor econômico e contribuem apenas modestamente no volume total capturado pela pesca mundial. Conseqüentemente, existe uma baixa prioridade nos recursos financeiros destinados a pesquisa e manejo de tubarões, quando comparados com os

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

peixes ósseos, economicamente mais valiosos. Tal fato também é influenciado pela tradicional imagem negativa dos tubarões, como criaturas malévolas responsáveis por ataques a seres humanos e competidores pelos recursos pesqueiros (Camhi *et al*., 1998).

O tubarão-cabeça-de-cesto, *Carcharhinus perezi* (Poey, 1876), é uma espécie usualmente associada a ecossistemas recifais e substratos consolidados da plataforma continental e plataformas insulares do oceano Atlântico Ocidental, sobretudo de águas tropicais entre 15 e 80 m de profundidade (Compagno, 1984) (Figura 1). É também uma das espécies de tubarão mais comuns no arquipélago de Fernando de Noronha (Soto, 1997) (Figura 2).

A presença de *Carcharhinus perezi* medindo cerca de 70 cm portando cortes umbilicais abertos ou recentemente fechados (observação pessoal), demonstra que a espécie utiliza o arquipélago de Fernando de Noronha como uma área de berçário, segundo definição de Castro (1993) e Simpfendorfer & Milward (1993). Também foram observados tubarões neonatos pertencentes às duas outras espécies mais comuns do local, o lambarú *Ginglymostoma cirratum* (Bonaterre, 1788) (Figura 3) e o tubarão-limão *Negaprion brevirostris* (Poey, 1868) (Figura 4). O mapeamento e descrição de áreas de berçário e de hábitat das fases neonata, jovem e adulta são atualmente necessidades urgentes de pesquisa para fundamentar o manejo e conservação de tubarões (NMFS, 1998). A proteção dos berçários é de crucial importância para preservar as populações destes animais, pois a manutenção de um tamanho adequado da parcela reprodutiva destas depende diretamente de uma baixa mortalidade dos indivíduos jovens (Simpfendorfer & Milward 1993). Também existem evidências de que áreas protegidas por reservas marinhas podem ser importantes para a manutenção das populações de uma mesma espécie em localidades adjacentes (Mc Clanahan & Kaunda-Arara, 1996; Mc Clanahan, 1997). Deste modo, o berçário de *Carcharhinus perezi* situado dentro Parque Nacional Marinho do arquipélago de Fernando de Noronha pode ser importante para manutenção do estoque desta espécie em parte da região nordeste do Atlântico sul.

Carcharhinus perezi foi uma das mais exploradas comercialmente entre 1992-1997 pela empresa de pesca artesanal de tubarões Noronha Pesca Oceânica (NPO). A espécie representou 59% do total de 674 tubarões capturados durante os 23 meses nos quais os desembarques foram registrados (NPO, dados não publicados). Durante este período também foi verificado um declínio na freqüência de observações

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

subaquáticas de *Carcharhinus perezi*, especialmente dos indivíduos adultos (Leonora Fritzsche, Hidrosfera Produções Submarinas, comunicação pessoal).

A pesca, mesmo que moderada, pode causar declínio na abundância e no número de espécies de tubarões costeiros (Walker, 1998). Isso ocorre porque vários aspectos populacionais dos tubarões, incluindo crescimento lento, maturidade sexual tardia, baixa fecundidade e alta longevidade, limitam a capacidade destes animais de se recuperar frente à exploração pesqueira excessiva ou outros impactos negativos (Branstetter, 1990; Hoenig & Gruber, 1990; Pratt & Casey, 1990).

Os estudos sobre biologia da conservação geralmente associam conhecimentos sobre várias áreas da biologia e o uso conjunto de várias metodologias. Este tipo de abordagem tem sido bem sucedido na realização de estudos direcionados à preservação tanto de animais terrestres como felinos (Crawshaw, 1995; Rabinowitz, 1997) quanto animais marinhos como golfinhos (Pichler *et al*., 1998) e tubarões (Gruber, 1982; Nelson, 1990; Heist, 1996).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Figura 1. *Carcharhinus perezi* jovem medindo aproximadamente 90 cm na Ressurreta, arquipélago de Fernando de Noronha (foto: Daisy Brisolla).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

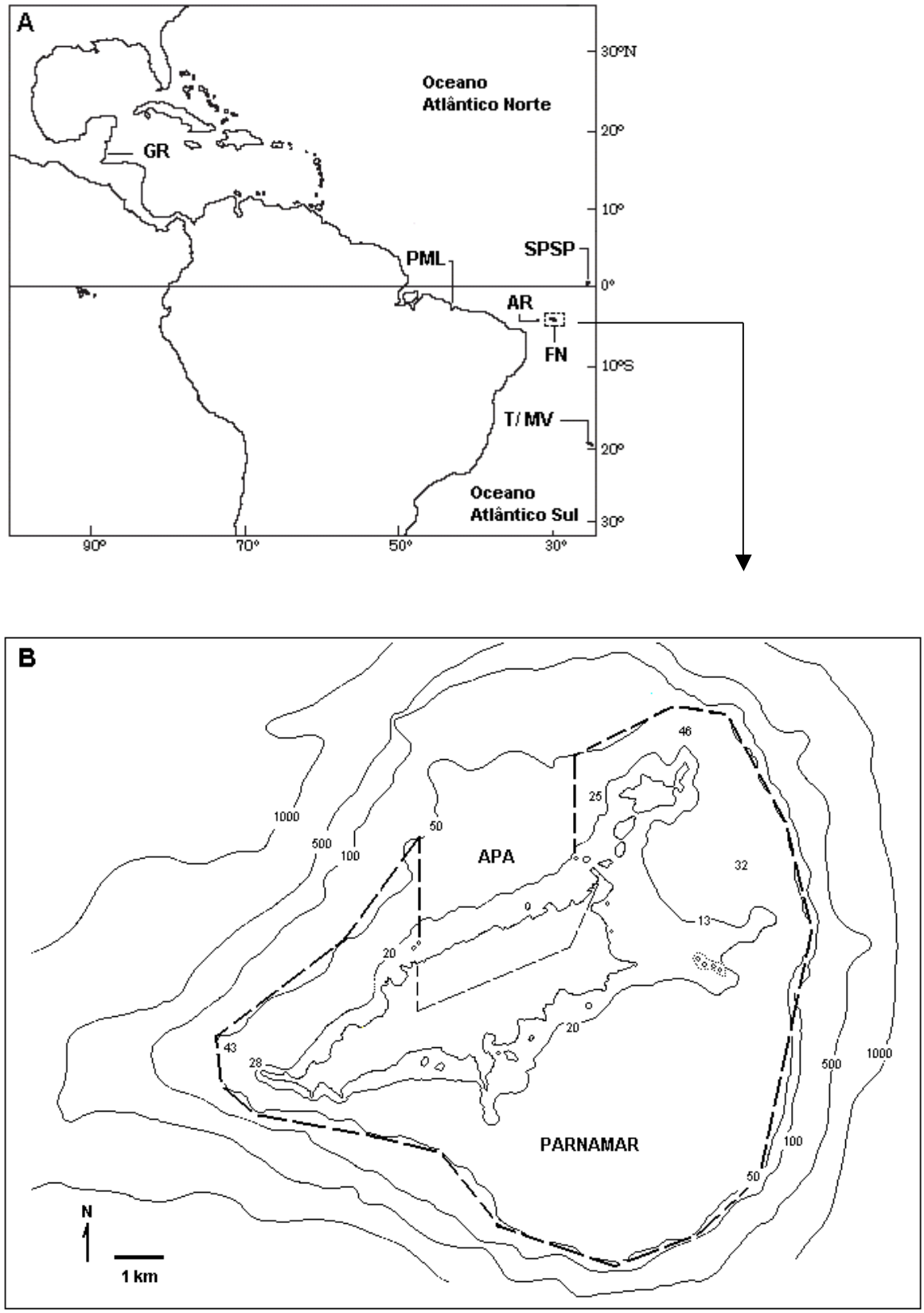


Figura 2 A: Localização do arquipélago de Fernando de Noronha (**FN**) e demais localidades mencionadas no trabalho: (**GR)** Atol Glover's Reef; (**PML**) Parcel Manoel Luis; (**SPSP**) Arquipélago de São Pedro e São Paulo; (**AR**) Atol das Rocas; (**T/MV**) Ilhas da Trindade e Martim Vaz (modificado a partir de Rocha & Rosa, 2001). **B:** Perfil batimétrico e delimitação das Unidades de Conservação existentes no arquipélago: **APA** – Área de Proteção Ambiental e **PARNAMAR** – Parque Nacional Marinho (com base na carta náutica Nº52 Do DHN da Marinha do Brasil).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

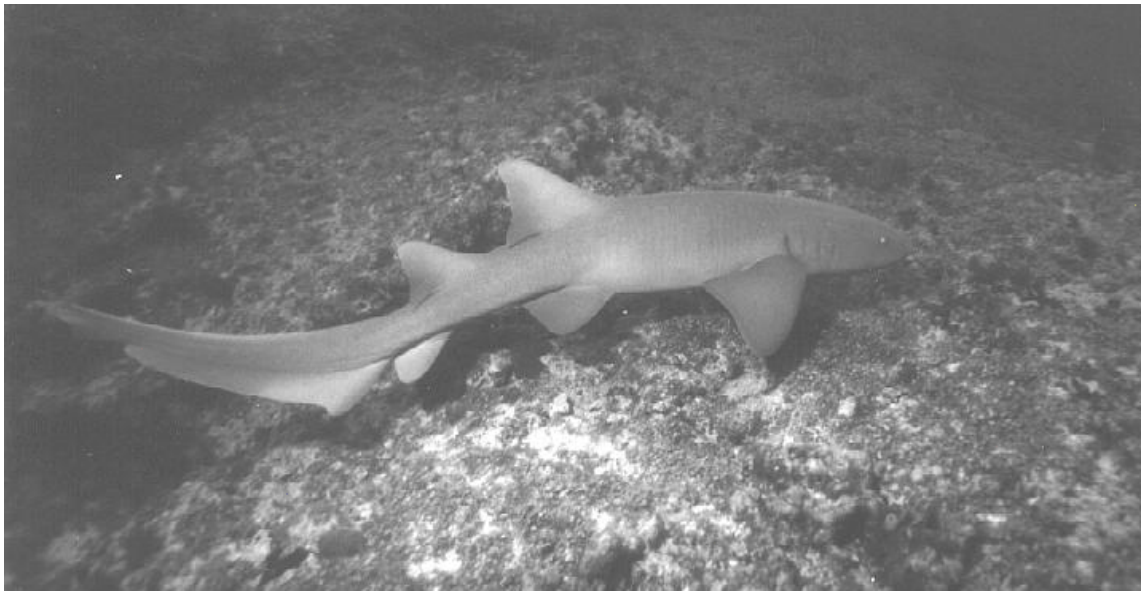


Figura 2. *Ginglymostoma cirratum* jovem medindo aproximadamente 170 cm nas Pedras Secas (foto: Daisy Brisolla).

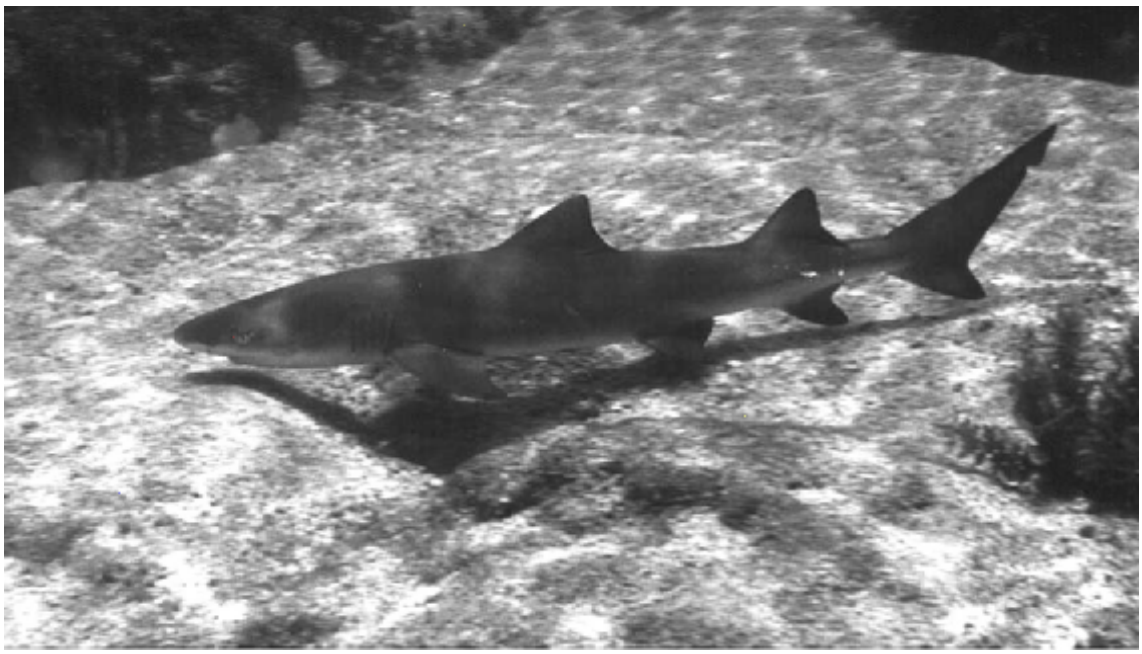


Figura 3. *Negaprion brevirostris* neonato medindo aproximadamente 65 cm nas piscinas-de-maré da Enseada das Caieiras (foto: Marta Granville).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo geral

O presente trabalho visa gerar informações sobre a ecologia e situação populacional de *Carcharhinus perezi*, *Ginglymostoma cirratum* e *Negaprion brevirostris* no arquipélago de Fernando de Noronha.

1.2.2. Objetivos específicos

1) Descrever a estrutura populacional e determinar quais as classes de tamanho que compõem a população destas espécies no arquipélago;

2) Determinar a distribuição espacial das diferentes classes de tamanho desta população ao redor do arquipélago;

3) Determinar a época de parto e localização das áreas de berçário no arquipélago;

4) Determinar os padrões de movimentação, atividade e uso do hábitat dos tubarões jovens no arquipélago;

5) Verificar se os tubarões jovens são residentes na região do arquipélago e se estes apresentam alta fidelidade local;

6) Verificar a ocorrência de eventuais mudanças sazonais na utilização do espaço pelos tubarões jovens;

7) Implementar programas educacionais para a população local, enfocando a importância ecológica dos tubarões e a necessidade de conservá-los;

8) Utilizar as informações produzidas para fundamentar estratégias para a conservação de *Carcharhinus perezi* e as outras espécies de tubarões do arquipélago.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

A seguir, a introdução geral aborda a descrição da área de estudo. Subseqüentemente, a revisão bibliográfica trata de temas pertinentes a execução do trabalho, como a estruturação das populações de tubarões, técnicas de marcação e liberação, utilização de áreas de berçário por tubarões, aplicação de telemetria ultra-sônica, manejo e conservação destes animais e caracterização geral das espécies estudadas.

Do ponto de vista metodológico, o presente trabalho é subdividido em três partes complementares:

- A primeira parte tem como objetivo descrever a estrutura populacional de *Carcharhinus perezi* no arquipélago de Fernando de Noronha através de um programa de marcação e liberação. Nesta parte são abordados aspectos sobre a estrutura populacional, estimativa do tamanho populacional, distribuição espacial e a utilização do arquipélago como berçário pela espécie. São também apresentados os resultados referentes às outras duas espécies de tubarões capturadas ao longo do estudo, *Ginglymostoma cirratum* e *Negaprion brevirostris*.

- A segunda parte visa determinar os padrões de movimentação, de atividade e de utilização do hábitat pelos tubarões através do monitoramento automatizado com receptores de telemetria ultra-sônica;

- A terceira parte descreve as atividades de conscientização e educação realizadas junto à comunidade do arquipélago, analisa as implicações e a problemática para o manejo de *Carcharhinus perezi* e das outras espécies de tubarões no local, apoiando-se nos resultados obtidos sobre a estrutura populacional, distribuição, movimentação e ecologia para fundamentar recomendações viáveis para a conservação das espécies;

- Uma quarta parte, apresentada em um capítulo separado, trata da caracterização sorológica do plasma sanguíneo de *Carcharhinus perezi*, *Ginglymostoma cirratum* e *Negaprion brevirostris*. Adicionalmente, é feita uma revisão sobre o uso de análises sanguíneas na avaliação dos efeitos fisiológicos do estresse em peixes.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

1.3. Descrição da área de estudo

1.3.1. Características naturais

O arquipélago de Fernando de Noronha consiste num grupo isolado de ilhas vulcânicas, localizado na região nordeste do Brasil nas coordenadas 3° 51' S e 32° 25' W, distante 545 km de Recife, capital do Estado de Pernambuco e 360 km de Natal, capital do Estado do Rio Grande do Norte (Figura 2A). Originadas por processos vulcânicos relativamente modernos, que ocorreram entre dois e 12 milhões de anos, as ilhas que formam o arquipélago representam o que resta do topo de um vasto cone vulcânico, cuja base está localizada a cerca de 4.000 metros de profundidade e possui um diâmetro de 60 km. Este cone vulcânico é parte da Dorsal Mediana do Atlântico, uma cadeia de montanhas submersas que divide ao meio o oceano Atlântico, desde a Antártida até o Ártico, numa extensão de mais de 15.000 km (Ferreira, Jesus & Silva, 1990).

Constituído por 21 ilhas, rochedos e ilhotas, o arquipélago possui uma área total de 26 km^2. A ilha principal está orientada na direção nordeste-sudoeste, medindo 9 x 6 km e ocupando uma área de 17 km^2 (Ferreira *et al*., 1990; http://www.ibama.gov.br; http://www.noronha.pe.gov.br, abril de 2003).

O arquipélago está sob influência de uma, possivelmente duas importantes correntes marinhas, a corrente Sul Equatorial, que é responsável pelas águas claras, quentes (26-27°C) e com salinidade em torno de 36, e provavelmente a corrente Equatorial Atlântica, que é originada longe da costa nordeste brasileira, fluindo por baixo e em sentido oposto à corrente Sul Equatorial (Eston *et al*., 1986). A água é clara praticamente o ano todo, o que torna o arquipélago um local muito procurado para a prática do mergulho recreativo (http://www.noronha.com.br, abril de 2003).

O clima é tropical oceânico com duas estações bem definidas: uma estação chuvosa de janeiro a junho e uma seca no restante do ano. A pluviosidade média anual é de 1.300 mm, com os maiores índices entre março e junho e estiagem entre agosto e janeiro. Não existem cursos d'água perenes no arquipélago. As pequenas bacias, a reduzida capacidade de retenção de água do solo e o clima de acentuada estiagem propiciam riachos, lagoas e cachoeiras apenas temporários. A temperatura média anual é de 25°C, com amplitude em torno de quatro graus, sendo janeiro, fevereiro os meses mais quentes. A umidade relativa do ar é constante, com média

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

anual de 81% e insolação média máxima no mês de novembro (312,5 h) e mínima em abril (216,8 h) (Ferreira *et al*., 1990).

Os ventos alísios predominam durante a maior parte do ano, com direção E, SE, ESE e velocidade média de 6,6 m/seg, com as maiores intensidades entre julho e agosto. Estes ventos atingem o lado sudeste do arquipélago (face barlavento), conhecido como Mar de Fora, gerando ondas com forte arrebentação e condições de mar agitadas durante a maior parte do ano. Entre novembro e março ocorre uma mudança no regime de ventos que passam a soprar na direção W, SW e WSW. Durante toda esta época são freqüentes os períodos de fortes ondulações na face sotavento do arquipélago (Mar de Dentro) e de calmaria no Mar de Fora (Eston *et al*., 1986; Maida & Ferreira, 1997).

As marés são semi-diurnas com amplitude de 3,2 m durante as marés de sizígia (luas cheia e nova) e 2,0 m nas marés de quadratura (luas crescente e minguante) (Eston *et al*., 1986). Na região voltada para o Mar de Dentro a plataforma insular (com profundidades inferiores a 50 m) é estreita, enquanto que na face voltada para o Mar de Fora esta é bastante extensa. O traçado da costa apresenta paredões íngremes, pontas, reentrâncias, platôs, costões rochosos e praias de seixos rolados ou de areia. Na região voltada para o Mar de Dentro a plataforma insular (com profundidades inferiores a 50 m) é estreita, enquanto que na face voltada para o Mar de Fora esta é bastante extensa (Figura 2B) (Ferreira *et al*., 1990).

Os costões rochosos situados no Mar de Fora sofrem a ação das ondas durante a maior parte do ano. A principal característica desta face do arquipélago é a presença de extensas barreiras de recifes formadas por concreções de algas calcáreas melobésias (Melobesioideae) e moluscos vermetídeos (*Petaloconchus* sp. e *Dentropoma* sp.) (Laborel & Kempf, 1965; Eston *et al*., 1986; Maida & Ferreira, 1997). Estes recifes podem ser considerados verdadeiras cristas algáceas. Desenvolvem-se contra a arrebentação das ondas podendo atingir até quatro metros de espessura, além de formar plataformas, franjas e terraços, que delimitam piscinas e lagunas (Laborel & Kempf, 1965).

No Mar de Dentro os costões geralmente possuem inclinações suaves com presença de paredões rochosos e grandes blocos de pedra em fundo de areia. Nesta face do arquipélago grandes porções do substrato da zona entre-marés (0-2 m) são destituídas de macrorganismos, podendo formar-se ocasionalmente uma estreita crista recifal em alguns trechos (Eston *et al*., 1986). Entre dois e 15 m o substrato é

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

predominantemente coberto por vastos bancos de algas *Dictyota* sp. e *Dictyopteris* spp., várias espécies de esponjas, pequenas colônias dispersas de corais e populações de ouriços *Diadema* sp. e *Tripneustes ventricosus*. Entre 20 e 30 m ocorrem grandes cabeços isolados de corais *Montastrea cavernosa*. (Eston *et al*., 1986; Maida & Ferreira, 1997).

A flora marinha de Fernando de Noronha (macrófitas e algas) não é abundante e diversificada quando comparada à costa brasileira, provavelmente devido à ausência de nutrientes básicos nas correntes que banham o arquipélago, quentes e empobrecidas de matéria orgânica (Ferreira *et al*., 1990). Algas pardas das famílias Dictyotaceae e Sargassaceae são dominantes em termos de biomassa e área ocupada (Eston *et al*., 1986).

A ictiofauna local é composta por 99 espécies, sendo uma delas endêmicas do arquipélago e Atol das Rocas, a donzela *Stegastes rocacensis* (Moura & Rosa, 1997). Destaca-se a presença de grandes cardumes de sardinha *Harengula clupeola*, representantes das famílias Pomacentridae, Holocentridae, Haemulidae, Serranidae, Muraenidae, Sparidae, Acanthuridae, Carangidae, Labridae, Lutjanidae, Sphyraenidae, além dos elasmobrânquios (Moura & Rosa, 1997; Soto, 1997; Apêndice 1).

O arquipélago é também área de desova e alimentação das tartarugas verde e de pente, *Chelonia midas* e *Eretymocheles imbricatta* respectivamente, e local de descanso e reprodução para o Golfinho-rotador, *Stenella longirostris* (Maida & Ferreira, 1997).

1.3.2. Delimitação das Unidades de Conservação existentes

Em 14 de setembro de 1988 foi criado através do Decreto-Lei n° 96.693, o Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha (PARNAMAR) Os limites do PARNAMAR incluem cerca de 60% da ilha principal e toda a plataforma insular incluída dentro da isóbata dos 50 m de profundidade, com exceção de um trecho que vai desde o Porto até o Morro Dois Irmãos (Ferreira *et al*., 1990) (Figura 2B).

O arquipélago de Fernando de Noronha conta, numa situação singular, com a coexistência de uma outra categoria de Unidade de Conservação do IBAMA, uma Área de Proteção Ambiental (APA). As APAs pertencem ao grupo de Unidades de Conservação de uso sustentável, o que as difere dos Parques Nacionais, rigidamente protegidos e onde fica proibido qualquer tipo de utilização de seus recursos. A APA de Fernando de Noronha inclui os 40% restantes da ilha principal e mais o trecho da

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

plataforma insular não incluído dentro da área do Parque Marinho (Ferreira *et al*., 1990) (Figura 2B).

A APA de Fernando de Noronha enfrenta, atualmente, problemas decorrentes do uso conflitante que acabam por afetar a unidade em seu entorno. O principal problema enfrentado tem sido os depósitos de lixo, devido ao aumento dos resíduos urbanos produzidos pela população local, além de outros aspectos de poluição decorrente da ocupação humana (http://www.noronha.com.br, abril de 2003).

Atualmente residem em Fernando de Noronha mais de 2.500 pessoas que dependem do turismo para a sua sobrevivência. Além do impacto socioeconômico gerado por esta dependência, o arquipélago possui limitada capacidade de suporte ambiental, não tolerando crescimento contínuo da ocupação humana. A ilha principal apresenta fortes alterações antrópicas. Houve ocupação desordenada, retirada de lenha, introdução de fauna e flora exóticas, construção de açudes, aeroporto e estradas, um grande aumento súbito da frota de veículos, acúmulo de lixo, exploração de dunas e de uma pedreira e destruição quase total do único manguezal do arquipélago. Atualmente existe também uma exploração comercial intensiva do mergulho recreativo e de passeios de barco para observação de golfinhos, além de uma crescente demanda interna de pescado (http://www.ibama.gov.br; http://www.noronha.com.br, abril de 2003).

1.3.3. Localidades de mergulho e pesca visitadas

A seguir, são descritas as localidades visitadas na face sotavento do arquipélago (Mar de Dentro), com base na carta náutica Nº 52 do DHN da Marinha do Brasil e em observações subaquáticas (Figura 5, Página 25):

1. Cabeço da Sapata – grande aglomerado de pedras cuja base está a 42 m de profundidade e o topo a oito metros. Apresenta fundo arenoso e está situado no extremo sul do arquipélago, localização que faz com que haja uma considerável correnteza durante todo o ano. Baixa ocorrência de corais, sendo que o substrato apresenta principalmente outros organismos incrustantes, tais como algas e esponjas;

2. Ponta da Sapata – localizada no extremo sul do arquipélago, possui profundidade máxima de 28 m, fundo arenoso e presença de uma caverna com aproximadamente 20 m de desenvolvimento, cuja entrada está a 17 m de profundidade. À frente da caverna existem grandes blocos de rocha desmoronados

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

cobertos por algas e corais *Montastrea cavernosa*. Ao lado da caverna, há um paredão bastante inclinado, com poucas fendas e concavidades e grande ocorrência de ascídias coloniais e coral *Pallythoa* sp. Na base deste paredão existem grandes blocos de rocha sobrepostos, entre os quais ficam normalmente abrigados grandes cardumes de peixes. No fundo de areia (28 m) além dos blocos de rocha e cabeços de corais existe um grande "jardim" de enguias *Heteroconger camelopardalis* com centenas de indivíduos;

3. Naufrágio da Corveta – localidade onde naufragou a Corveta Ipiranga, cujo casco está em fundo arenoso, a 62 m. Este naufrágio ocorreu há aproximadamente 13 anos e, portanto, a quantidade de organismos incrustados, tais como ascídias e esponjas ainda é baixa em relação aos naufrágios mais antigos do arquipélago, como o do Porto e o da praia do Leão. Neste local são freqüentemente avistadas grandes raias prego e chita *Dasyatis americana* e *Aetobatus narinari* respectivamente, meros *Epinephelus itajara*, grandes cardumes de xáreus *Caranx lattus*, cavalas *Scomberomorus* spp. e arabaianas *Seriola* spp.;

4. Buracão – nesta localidade ocorrem grandes blocos de rocha desmoronados, que se encontram isolados e distribuídos de maneira esparsa sobre fundo arenoso ou de cascalho, em profundidades de cinco até 15 m. O topo das rochas geralmente é recoberto por coral *Millepora alcicornis.* Além dos 15 m predomina o fundo arenoso. Na faixa dos 20 m existe uma formação recifal isolada (~20 m^2) coberta por corais *M. cavernosa* e outros organismos incrustantes, onde normalmente se concentram cardumes de peixes;

5. Zé Ramos – uma série de paredões rochosos íngremes, cujos topos são cobertos por coral *Millepora alcicornis*. Os cumes destes paredões ficam próximos a superfície, com as bases na areia (15 m), as quais apresentam convexidades em alguns trechos. Em outros trechos o declive dos paredões é mais suave, formando plataformas de fundo arenoso (entre cinco e 12 m) com presença de pequenas rochas e cabeços de coral *M. cavernosa*;

6. Laje Dois Irmãos – uma grande laje de rochas (~400 m^2) sobre fundo arenoso, com profundidade máxima de 25 m e mínima de 14 m. Grande parte da laje é coberta por cabeços massivos de *M. cavernosa*. Também há grande ocorrência de algas *Dictyota* sp. e *Dictyopteris* spp., principalmente nas áreas mais abertas, com menos corais, ou seja, nas interfaces entre coral e areia. O local normalmente concentra grande quantidade de cardumes de peixes de médio a grande porte,

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

incluindo tubarões-cabeça-de-cesto *Carcharhinus perezi*. À frente da laje, a 25 m na areia, existe um "jardim" de enguias *H. camelopardalis* com centenas de indivíduos;

7. Boldró – praia arenosa com uma laje principal composta principalmente por algas calcárias, gastrópodes vermetídeos e outros organismos incrustantes. À esquerda da laje, existe um grande cabeço rochoso. Nos dois extremos da praia e em frente à laje e o cabeço existem vários blocos de rocha recobertos por algas e pequenas porções de recifes sobre o fundo de areia. Há cerca de dois anos atrás vários trechos da laje foram bastante danificados para instalação de um captador de água e pela construção de um duto de concreto na praia para abastecer o dessalinizador de água local;

8. Vinte Patacas – situada em frente à base do Morro do Pico, entre as praias do Boldró e da Conceição. Ocorrência de grandes blocos desmoronados e cabeços de rochas, recobertos por organismos incrustantes em profundidades de vão de cinco até 15 m. Existem dois cabeços maiores com base a cerca de 15 m, cujos cumes estão a cerca de cinco metros de profundidade e são recobertos por coral *Millepora alcicornis*;

9. Ilha do Morro de Fora – situa-se entre a praia do Meio e a praia da Conceição. Grande rochedo de origem vulcânica, com profundidades que variam de dois até 17 m. Grandes blocos de rochas sobrepostos, cobertos por algas e com baixa ocorrência de corais e porções recifais. Na região dos 17 m de profundidade, a cerca de 50 m de distância da base da ilha existem dois grandes cabeços cujos topos são cobertos por coral *M. alcicornis* e alguns blocos isolados de rochas sobre o fundo arenoso. Entre as rochas existem grandes espaços onde cardumes de peixes ficam abrigados;

10. Praia da Biboca – praia de seixos rolados. Numa grande extensão desta localidade o fundo é recoberto por algas pardas, onde se forma uma linha, paralela à costa, de blocos e platôs rochosos recobertos por algas. Nas bases das rochas e platôs existem fendas e túneis interconectados que formam vários abrigos e tocas. A profundidade varia de três a seis metros;

11. Bóia do Funchal – localidade anteriormente utilizada como base de ancoragem do navio Funchal durante cruzeiros de veraneio. Pequena laje de pedras com sulcos sinuosos e poucos trechos de recife, cobertos por algas e organismos incrustantes sobre fundo arenoso, entre 15 e 17 m de profundidade;

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

12. Naufrágio do Porto – embarcação grega desmantelada com profundidade média de seis metros sobre fundo rochoso, algas e areia situada à frente do Porto de Santo Antônio (3-9 m). A água nesta localidade geralmente não é tão clara como nos outros lugares, apesar de se tratar de um local sem muitas correntes. As partes da embarcação foram colonizadas por grande quantidade de organismos incrustantes e entre as ferragens normalmente concentra-se grande quantidade de cardumes de peixes;

13. Anpesca – praia de seixos rolados em frente ao galpão da Associação Noronhense dos Pescadores (Anpesca). Situada na região do Porto Santo Antônio, adjacente à porção externa do molhe de pedra que constituí o cais de atracação. Após a região dos seixos, o fundo é coberto por algas com ocorrência de pequenas pedras isoladas e pequenos trechos recifais (um a dois metros de profundidade). Entre dois e quatro metros existem vários trechos de fundo arenoso, coberto por algas e pequenas plataformas e depressões, cujas bases possuem grande quantidade de tocas e fendas interconectadas. Entre quatro e 12 m ocorrem pequenas depressões recobertas por algas e lajes de rocha esparsamente distribuídas sobre fundo de areia ou recoberto por algas. Atualmente existe uma grande população de ouriços-brancos *Tripneustes ventricosus* que praticamente removeu a extensa cobertura de algas que havia neste trecho e ocupou a grande maioria de abrigos que antes normalmente concentravam cardumes de peixes;

14. Ilha da Viuvinha – rochedo de origem vulcânica, com pequena quantidade de organismos incrustantes, cuja base está a 12 m em fundo arenoso. Possui uma caverna rasa na base, cujo desenvolvimento não ultrapassa cinco metros;

15. Porção da Ilha São José voltada para Ilha do Meio – rochedo de origem vulcânica com paredão íngreme cuja base está sobre fundo arenoso a 16 m. À frente desta porção existem pequenas lajes de rochas esparsas sobre o fundo de areia;

16. Ilha Sela Gineta – constituída por um imenso rochedo de origem vulcânica, cuja base está a 15 m em fundo arenoso. Grande quantidade de sargaços e poucos corais e a água é relativamente turva quando comparada a outras localidades do arquipélago;

17. Ilha do Meio – ilha com formação de túneis e cavernas. Sua base está a uma profundidade média de 15 m sobre o fundo arenoso. A grande ocorrência de concavidades na rocha propicia uma alta concentração de esponjas e ascídias, sendo

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

esta uma das localidades mais diversificadas quanto à ocorrência de pequenos organismos incrustantes e grande quantidade de pequenos peixes;

A Ilha Rata, a segunda maior ilha do arquipélago, apresenta várias localidades, incluindo baías abrigadas e paredões com inclinações suaves e abruptas. Nesta ilha foram visitadas as seguintes localidades:

18. Buraco das Cabras – início na Ilha Rata (Mar de Fora) em direção ao Mar de Dentro pelo canal entre a Ilha Rata e a Ilha do Meio. Trecho relativamente homogêneo, com rochas pequenas, cobertas por algas filamentosas e poucas algas pardas (10 m), com poucas esponjas; a seguir, um trecho mais fundo (14 m) arenoso e com rochas maiores esparsas, formando pilares irregulares com muitas concavidades e organismos incrustantes; o último trecho (antes de chegar na Ressurreta) apresenta pedras pequenas, areia e algas filamentosas, algas pardas (*Dyctiota* sp., *Stypopodium* sp., *Padina* sp. e *Sargassum* sp.) (9 m);

19. Ressurreta – é uma baía de águas tranqüilas, com fundo arenoso e profundidade máxima de seis metros. As margens rochosas são suavemente inclinadas ou íngremes e com grande ocorrência de organismos incrustantes, tais como algas calcárias, esponjas, ascídias e algas pardas. Em alguns locais, são encontradas cavernas rasas cujo desenvolvimento não ultrapassa os cinco metros, onde normalmente são avistados cardumes de peixes. Afastando-se do a região das cavernas (costeira), o fundo da baía apresenta grandes concentrações de algas pardas *Dictyopteris* spp. sobre fundo arenoso ou de cascalho;

20. Canal da Ilha Rata – este canal apresenta fortes correntes, que geralmente se dirigem do Mar de Fora para o Mar de Dentro. A profundidade é de cerca de 15 m, com fundo arenoso. Sobre a areia existem formações recifais e rochosas lineares e contínuas, tornando o local mais abrigado das correntes do canal. Seguindo próximo às margens, é possível alcançar a Ilha do Meio. Estas formações possuem características diferentes, tendo a região mais próxima à Ilha Rata feições semelhantes à Ressurreta, com grande ocorrência de algas pardas. À medida que se distancia da Ilha Rata, as formações tornam-se mais altas e complexas, com maior ocorrência de algas calcárias, grande concentração de tocas e cavernas rasas interconectadas (desenvolvimento inferior a cinco metros), esponjas, ascídias e corais *M. cavernosa*;

21. Cagarras Rasas – situada ao lado da localidade Cagarras Fundas, esta região é mais abrigada e mais rasa, com profundidades entre 12 e 24 m. Apresenta

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

grandes rochas cobertas principalmente por algas pardas e algumas regiões com *M. cavernosa* e *Millepora alcicornis*;

22. Cagarras Fundas – paredão levemente inclinado e abrigado, com profundidade máxima de 32 m e fundo arenoso. Nesta localidade, há uma grande concentração de corais *M. cavernosa*, algas calcárias e algas pardas. No fundo arenoso, encontra-se uma grande concentração de esponjas leuconóides onde sempre são avistados neons limpadores *Elacatinus* sp;

23. Ponta do Cação – representa a porção direita da baía do Buraco do Inferno, em direção às Cagarras Fundas. Apresenta grandes rochas em fundo plano com areia e algas pardas, seguido por trecho com grandes formações rochosas que originam paredões e grandes cabeços com muitos organismos incrustantes. Estes cabeços têm início à aproximadamente oito m de profundidade com as bases na areia. A profundidade do local varia de 8 a 25 m (areia);

24. Buraco do Inferno – é uma baía com águas abrigadas e o fundo arenoso, com profundidade média de 15 m. As margens são inclinadas e, um pouco distante destas, observa-se a ocorrência de rochas desmoronadas com organismos incrustantes e grande quantidade de algas pardas *Sargassum sp*., *Dyctiota sp*. e *Stypopodium sp*. Afastando-se mais da costa em direção à porção central da baía, encontram-se entre 15 e 20 m grandes concreções rochosas em forma de cogumelos achatados sobre fundo arenoso, denominadas chapeirões. Estas formações são cobertas por grande quantidade de organismos incrustantes e abrigam vários cardumes de peixes sob sua base. A porção distal da baía, próxima ao local de acesso à mesma, é formada por grandes trechos de fundo arenoso e porções isoladas de pequenas rochas cobertas por organismos incrustantes e algas pardas, em profundidades que vão até 25 m;

25. Pontal do Norte – cabeço de rochas de origem vulcânica cujo topo está a 15 m e a base a 42 m de profundidade máxima, em fundo arenoso. Grande parte das rochas está coberta por algas e corais *M. cavernosa* e *M. coralina*;

A seguir, são descritas as localidades amostradas na face barlavento do arquipélago (Mar de Fora) (Figura 5):

26. Buraco da Raquel – trata-se de uma laguna, ou seja, um lago de águas salgadas que se forma no interior de um recife. Na região costeira defronte à laguna existe um grande arco de pedra que deu a origem ao nome da localidade. Esta região

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

da laguna também é chamada de “Alagado” pelos ilhéus. Tal laguna é protegida durante a maré baixa, delimitada por uma grande barreira recifal interrompida em vários locais, limitando a área interna e o Mar de Fora, com duas barretas de acesso principais. O interior desta última apresenta fundo arenoso, porções de recife e rochas isoladas e trechos cobertos por algas. Alguns trechos do fundo próximos aos recifes que margeiam a praia da laguna são totalmente recobertos por *Sargassum* sp. A profundidade máxima é ao redor de quatro metros durante a maré cheia. Neste local geralmente são observados animais de grande porte, tais como dentões, cardumes de carangídeos e piragicas *Kyphosus* sp., tubarões-limão *Negaprion brevirostris* com mais de dois metros de comprimento e tartarugas verde e de pente. Em um dos trechos costeiros da laguna existe uma reentrância que forma uma pequena baía de fundo rochoso, com sulcos e depressões rasas, além de uma pequena praia de seixos rolados com pequenas porções de areia. Durante a maré baixa o local fica totalmente seco, com a formação de poucas piscinas-de-maré que não ultrapassam 60 cm de profundidade. Na maré cheia o trecho mais fundo, próximo ao canal de acesso à baía, tem cerca de 1,5 m profundidade e vai diminuindo suavemente até a praia. Tubarões-limão podem ser avistados nadando vagarosamente em toda a extensão desta baía, sendo possível observar suas nadadeiras dorsais e caudais totalmente expostas quando os indivíduos maiores (≥2 m) passam na beira da praia, a menos de 50 cm de profundidade;

27. Enseada das Caieiras – uma das maiores enseadas da ilha principal, com águas claras, fundo de areia relativamente plano e profundidade média de 10 m. Ocorrem lajes esparsas de pedra, rochas isoladas e trechos cobertos por algas. Na região mediana da enseada existem duas grandes lajes de pedra vizinhas uma da outra, indicadas por dois cabeços rochosos que ficam com os cumes parcialmente expostos durante a maré baixa. As rochas destas lajes são recobertas por algas e outros organismos incrustantes e normalmente concentram peixes de médio a grande porte, incluindo tubarões. A linha costeira desta enseada apresenta uma das maiores extensões contínuas de cristas recifais do arquipélago, que crescem paralelas à costa, podendo atingir até quatro metros de espessura e formam plataformas, franjas e terraços, que delimitam várias piscinas. A superfície da maioria dos recifes é recoberta por algas não calcificadas e outros organismos incrustantes. As piscinas podem ser isoladas durante a maré baixa, ou possuírem pequenas barretas de acesso ou túneis submersos, que estabelecem comunicação com as águas da enseada. Durante a maré baixa, as piscinas podem aprisionar grandes cardumes de sardinhas *Harengula*

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

clupeola, cardumes de peixes jovens pertencentes à várias famílias (hemulídeos, carangídeos, acanturídeos, pomacentrídeos) além de tubarões neonatos, estes últimos avistados principalmente durante a época de nascimentos, entre novembro e abril. A base da borda externa dos recifes, voltada para a enseada, possui águas turvas e é totalmente recoberta por algas pardas. Nesta localidade o mar é agitado durante a maior parte do ano;

28. Pontinha – península rochosa que corresponde a um dos limites extremos da Enseada das Caieiras. É um paredão rochoso, cuja ponta assemelha-se a um pequeno talude de declive suave, com topo a 12 m e base sobre fundo de areia a 20 m de profundidade. As condições de mar são normalmente bastante agitadas neste local. A face da península voltada para a Enseada das Caieiras forma um local mais abrigado do vento, com fundo rochoso e profundidade média de 12 m;

29. Pedras Secas – aglomerado de rochas vulcânicas, cuja base está a 15 m de profundidade. Os cumes destas rochas são emersos, podendo ficar totalmente expostos e secos durante a maré baixa nas épocas de mar calmo. O fundo é arenoso, coberto por partículas de origem calcária (algas calcárias, pequenos ossos e conchas) que torna sua coloração mais clara. Existem túneis, um vale estreito com paredes abruptas e um grande arco de pedras vulcânicas, onde é grande a quantidade de esponjas coloridas e outros organismos incrustantes (hidrozoários e algas calcárias). Esta formação normalmente concentra grande quantidade de cardumes de peixes. O mar é normalmente bastante agitado;

30. Pedra Alta – é um costão rochoso localizado entre a Pontinha e Praia da Atalaia. Ocorrência de um declive rochoso com topo a 12 m e base a 20 m, com fundo arenoso e presença de rochas isoladas. As condições de mar são normalmente agitadas;

31. Abreu – baía com margens rochosas, com fundo arenoso e profundidade média de oito a 10 m. Observa-se a ocorrência de blocos de rocha isolados que são cobertos por algas e baixa ocorrência de corais. Algumas rochas apresentam reentrâncias formando pequenas cavernas;

32. Baía do Sueste – baía com praia arenosa e águas relativamente turvas, cujas bordas laterais são delimitadas por paredões, plataformas e praias de seixos. A barreta principal de acesso da baía é formada pela porção direita da mesma e a Ilha do Chapéu, com profundidade média de seis metros e fundo de areia. Existe também uma segunda barreta formada pela Ilha do Chapéu e pela porção esquerda da baía,

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

com profundidade média ao redor de três metros e fundo com presença de cascalho, rochas e lajes que originam cavernas rasas cobertas por algas e organismos incrustantes. As lajes da barreta, as plataformas, paredões e a Ilha do Chapéu são de origem sedimentar arenítica. Durante a maré baixa e a enchente, na porção esquerda da baía antes da barreta rasa, é possível avistar o dorso de tubarões-limão de várias classes de tamanho (65 cm até 250 cm) nadando próximos à beira das praias de cascalho e das bordas das plataformas, em profundidades inferiores a 50 cm. Nesta baía encontra-se a única ocorrência de mangue em ilha oceânica do Atlântico Sul, ocupando uma área de 1500 m^2 e formada por uma única espécie vegetal *Laguncularia racemosa* (Maida & Ferreira, 1997).

33. Iuias – cabeço rochoso formado por imensas rochas desmoronadas e espaços entre elas, que formam uma grande rede de túneis e cavernas interconectadas que geralmente concentram grande quantidade de cardumes. A profundidade varia de oito a 22 m. Logo à frente há um paredão rochoso vertical atingindo cerca de 40 m até o fundo arenoso;

34. Prego – O Prego é um pequeno penhasco rochoso com aproximadamente cinco metros de altura, situado na porção proximal do lado direito da península da Ponta das Caracas. A partir deste penhasco o costão desenvolve-se numa extensa plataforma de rochas vulcânicas com vários sulcos e piscinas. A partir das bordas da plataforma descem paredões quase verticais até o fundo de areia, entre três e nove metros de profundidade. Em trechos isolados formam-se cristas recifais nas bordas da plataforma e nas encostas e bases dos paredões. O fundo em frente a este costão é arenoso, com grande quantidade de algas pardas, além de rochas, pequenas lajes e recifes isolados;

35. Ponta do Capim-Açu – costão rochoso em declive com fundo de areia e rochas isoladas cobertas por algas, com baixa ocorrência de corais *M. coralina* e *M. cavernosa*. Próximo ao costão a profundidade é de cinco metros, atingindo 22 m no fundo de areia. Após esta parte rasa há um paredão rochoso íngreme que chega até 50 m e em seguida, outro desnível que atinge 90 m.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

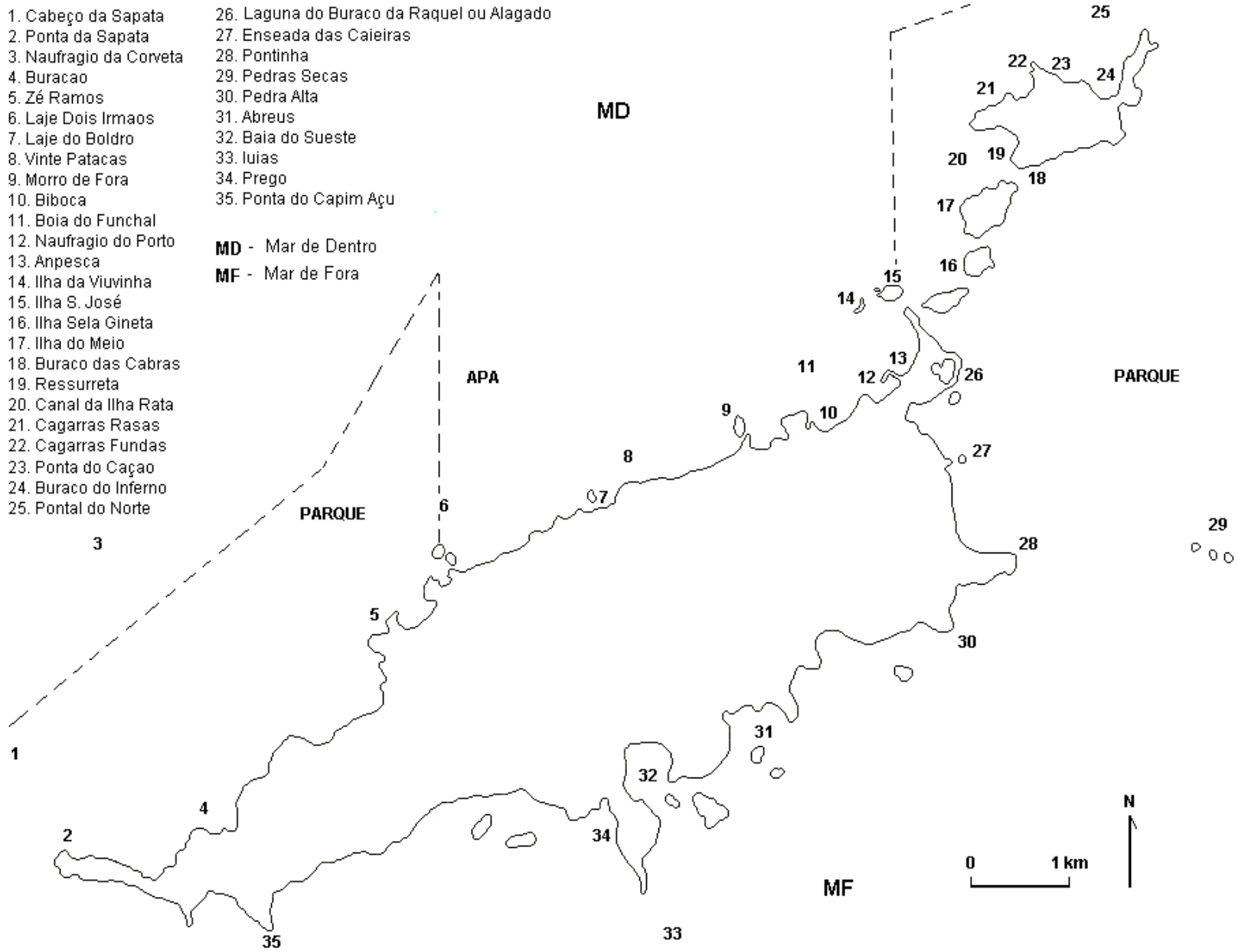


Figura 5. Localidades amostradas no arquipélago de Fernando de Noronha. **APA:** Área de Proteção Ambiental; **PARQUE:** Parque Nacional Marinho.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

2. REVISÃO DA LITERATURA

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

2.1. Estrutura populacional

Toda a terminologia ecológica utilizada ao longo da revisão bibliográfica é mencionada conforme Ab'Saber *et al*. (1997).

Uma população pode ser definida como qualquer grupo de organismos da mesma espécie que ocupa uma dada área e funciona como parte de uma comunidade biótica. Algumas características da população tais como a natalidade, a mortalidade, a distribuição etária, a razão sexual e a dispersão desempenham um importante papel na compreensão de como as populações mudam ao longo do tempo. As proporções entre os vários grupos etários determinam, por exemplo, o estado reprodutivo atual da população e indicam o que poderá ser esperado no futuro em termos de crescimento (Odum, 1983).

No caso dos peixes, a estruturação por tamanho pode afetar a regulação de uma população, pois a presença de diferentes classes etárias num mesmo local proporciona a possibilidade de competição intra-específica e canibalismo, que por sua vez, levam a diferenças no uso do hábitat e de outros recursos devido a evitação de um grupo pelo outro (Helfman, Collette & Facey, 1997).

Peixes de ampla distribuição geográfica, como os tubarões, podem apresentar variações em uma série de parâmetros quando populações de uma mesma espécie são analisadas em áreas distintas. Por exemplo, duas populações do tubarão-martelo *Sphyrna tiburo* apresentaram diferenças na estrutura etária, no tamanho e na idade de maturação, no tempo de gestação e no comprimento total dos neonatos (Parsons, 1993).

Outros fatores, tais como a organização social, também influenciam a estrutura de uma população nas diferentes áreas de ocorrência de uma espécie. Nas espécies com organizações sociais mais desenvolvidas, como os tubarões Carcharhinidae e Sphyrnidae, os machos e as fêmeas sexualmente maduros e os jovens de ambos os sexos permanecem separados durante a maior parte dos seus ciclos de vida. Os jovens geralmente nascem e crescem em berçários localizados em pontos discretos da distribuição da espécie, ou em águas rasas pouco freqüentadas pelos adultos. Assim, cada segmento da população ocupa uma região geográfica ou um tipo de hábitat mais ou menos distinto. Esta tendência em segregar por tamanho é praticamente universal entre os tubarões, pois em circunstâncias normais, os

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

indivíduos de tamanho semelhante geralmente demonstram pouca agressividade uns com os outros (Springer, 1967).

Em certas espécies a segregação sexual pode ser determinada pelo tipo de estratégia de desenvolvimento embrionário. As fêmeas de tubarões vivíparos placentotróficos como os tubarões-martelo *Sphryna lewini*, conforme crescem, vão para locais mais afastados da costa onde intensificam sua alimentação e atingem o tamanho de maturidade mais rápido que os machos. Ambos os sexos tornam-se sexualmente maduros com aproximadamente a mesma idade, mas as fêmeas são maiores. O maior tamanho das fêmeas aumenta a fecundidade e o sucesso reprodutivo das mesmas, que precisam de um tamanho maior para que o corpo possa acomodar os embriões e acumular reservas energéticas que serão usadas na gestação (Klimley, 1987). Dessa forma, a segregação sexual nos tubarões vivíparos placentotróficos pode refletir na estrutura etária e na razão sexual, entre outros parâmetros, que irão variar de acordo com a profundidade ou com a área geográfica ocupada por cada segmento da população. Por outro lado, tubarões ovíparos com hábitos mais lentos e bentônicos geralmente não apresentam separação e ambos os sexos maturam com tamanhos semelhantes. Isso porque a demanda energética da oviparidade é possivelmente menor que a da viviparidade (Klimley, 1987).

Em alguns casos os machos apresentam maior dispersão que as fêmeas (Pardini *et al*., 2001; Feldheim, Gruber & Ashley, 2002), realizando extensas migrações a partir de uma certa idade. Um dos possíveis reflexos deste comportamento na estrutura populacional é uma menor quantidade de machos dentro das classes de tamanho maiores e desvios na razão sexual dentro destas classes.

A atual exploração indiscriminada dos tubarões também pode resultar em alterações na estrutura populacional como conseqüência da pesca excessiva, tais como uma diminuição no tamanho populacional, e mudanças na estrutura etária e em parâmetros como fecundidade e taxas de crescimento e mortalidade (Stevens *et al*., 2000).

Uma variedade de estudos populacionais de tubarões já foi feita, enfocando a estrutura das populações de uma ou várias espécies (Stevens, 1984; Casey & Kohler, 1992; Stevens, West & Mc Loughlin, 2000; Heithaus, 2001), a demográfia (Cailliet, 1992; Cailliet *et al*., 1992), idade e crescimento (Lessa *et al*., 1999 b), e estrutura genética (Heist, 1996; Heist, Musick & Graves, 1996; Heist, 1999; Feldheim, Ashley & Gruber, 2001).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

2.2. Marcação e liberação de tubarões

Os primeiros estudos de marcação e liberação de peixes foram feitos com salmões *Salmo salar* por volta de 1600. Desde esta época até os dias atuais mais de 25 tipos de marcas externas para peixes já foram desenvolvidas, incluindo o uso de corantes, tatuagens, queimaduras feitas por calor ou por frio, mutilação de nadadeiras e uso de caracteres morfológicos e cromáticos (Gruber, 1982; Carrier, 1985; Wydoski & Emery, 1992). Atualmente o tipo de marca mais comum é o subcutâneo, com uma estrutura que penetra a pele ou tecidos musculares e permanece ancorada nestes, além de um componente externo para reconhecimento dos animais (Bergman, *et al.*, 1992). Os estudos de marcação e liberação de peixes podem fornecer informações sobre comportamento, composição de espécies, classes de tamanho, razão sexual, distribuição espacial e temporal, delineamento de áreas de nascimento e de berçário, distribuição dos intervalos reprodutivos e abundância relativa (Anderson & Gutreuter, 1992; Wydoski & Emery, 1992).

A identificação de tubarões através do uso de marcas externas é um valioso método para o estudo de vários aspectos da história de vida, da migração, da movimentação e da estrutura populacional. Marcas externas convencionais são aquelas que podem ser identificadas visualmente sem a utilização de equipamentos especiais de detecção. A possibilidade de detectar a presença de indivíduos ou de grupos destes em um determinado período ou local através da marcação constitui uma importante ferramenta para o manejo, sendo um dos métodos mais baratos, confiáveis e diretos na obtenção de dados para o estudo das populações de tubarões (Kohler & Turner, 2001).

Marcas externas podem ser utilizadas para pronto reconhecimento de tubarões específicos em estudos comportamentais, para determinar a estabilidade de um grupo e para acompanhar mudanças em sua composição e tamanho ao longo do tempo (Klimley & Nelson, 1984; Strong *et al*., 1992; Bruce, 1992). Combinações de diferentes tipos de marcas, cores e padrões podem permitir a distinção de indivíduos ou de um determinado ano ou localidade de marcação (Pratt & Casey, 2001). As migrações sazonais realizadas por tubarões são primariamente influenciadas por flutuações de temperatura e mudanças ambientais e já foram demonstradas através de marcação para várias espécies de Carcharhinidae (Springer, 1967; Springer & Gold, 1989; Stevens, West & McLoughlin, 2000). A fidelidade a determinados locais, a habilidade

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

em retornar a pontos específicos e o tamanho da área de vida também já foram demonstrados para tubarões através de estudos de marcação combinados ou não a técnicas de telemetria ultra-sônica (Gruber, Nelson & Morrissey, 1988; Morrissey & Gruber, 1993 a, b; Stevens, 1984; McKibben & Nelson, 1986).

Experimentos envolvendo marcação podem ser elaborados para validar parâmetros de idade e crescimento, padrões de residência e fidelidade espacial, tempo de residência, taxas de dispersão, identificação e composição da captura comercial, interações entre as espécies capturadas, alterações nos padrões de captura, seletividade dos equipamentos de captura, identificação de estoques pesqueiros, taxa de exploração sustentável destes últimos, estrutura e tamanho populacional, taxas de movimentação, de abundância, mortalidade, sobrevivência e recrutamento, além da taxa de perda das marcas e de sobrevivência de indivíduos transplantados ou criados em cativeiro (Carrier, 1985; Cailliet, 1990; Cailliet, 1992; Cailliet *et al*., 1992; Casey & Kohler, 1992; Heupel, Simpfendorfer & Bennet, 1998; Natason *et al*., 1999; Xiao, Stevens & West, 1999; Kohler & Turner, 2001).

Até o momento já foram realizados cerca de 64 estudos de marcação e liberação direcionados aos tubarões. Os primeiros destes estudos tiveram início no final da década de 20 na Europa e envolviam somente pesquisadores. A partir da década de 50 surgiram os primeiros programas cooperativos de marcação de tubarões que envolvem a participação conjunta de pesquisadores e voluntários (Kohler & Turner, 2001).

O principal programa de marcação e liberação do oceano Atlântico é o Programa Cooperativo de Marcação de Tubarões do Serviço Nacional Marinho e de Pesca dos EUA (http://na.nefsc.noaa.gov/sharks/index.html, abril de 2003). O Programa Cooperativo de Marcação de Tubarões surgiu em 1962, com o objetivo de ampliar o conhecimento sobre a biologia dos tubarões do oceano Atlântico devido a uma série de ataques ocasionados por estes peixes na costa do Estado de Nova Jersey nos EUA. Atualmente conta com mais de 6.500 participantes distribuídos ao longo do oceano Atlântico, incluindo países das Américas e Europa e já realizou a marcação de mais de 113.000 tubarões pertencentes a 31 espécies. Também foram produzidas importantes informações sobre a composição e movimentação dos estoques, distâncias percorridas e número de dias em liberdade para várias espécies, incluindo aquelas mais exploradas pela pesca comercial e recreativa (Kohler, Casey & Turner, 1998; Kohler & Turner, 2001).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Várias espécies de tubarões realizam deslocamentos extensos e migrações da ordem de centenas e até mesmo milhares de quilômetros. Baseado em dados de marcação e recaptura, os tubarões podem ser classificados em locais, costeiros e oceânicos. Espécies locais incluindo o tubarão-cabeça-chata *Carcharhinus leucas*, o lambarú ou tubarão-lixa *Ginglymostoma cirratum*, e o tubarão-martelo *Sphyrna tiburo*, passam a maior parte de seu ciclo de vida adulto em áreas de centenas de quilômetros quadrados em trechos relativamente confinados e próximos à costa. Espécies costeiras como o tubarão-galhudo *Carcharhinus plumbeus*, o tubarão-galha-preta *Carcharhinus limbatus*, e o tubarão-fidalgo *Carcharhinus obscurus*, permanecem próximos das plataformas continentais, mas podem percorrer distâncias de aproximadamente 1.600 km ou mais. O tubarão-galhudo, por exemplo, desloca-se desde a região norte da costa leste dos EUA até a península de Yucatan no México, localizada a 5.600 km de distância. Enquanto isso, as espécies oceânicas podem cruzar bacias oceânicas inteiras. As maiores distâncias percorridas em linha reta por espécies oceânicas no Atlântico norte foram 6.000 km para o tubarão-azul *Prionace glauca*, 4.000 km para o anequim *Isurus oxyrinchus*, e 2.500 km para o tubarão-galha-branca-oceânico *Carcharhinus longimanus*. Adicionalmente, o tubarão-azul e o anequim podem fazer circunavegações continentais, realizando viagens de ida e volta entre a América do Norte e Europa (Casey & Kohler, 1992; Kohler & Turner, 2001).

O Programa Cooperativo de Marcação de Tubarões do Atlântico foi o único estudo até hoje a produzir informações sobre distâncias percorridas e número de dias em liberdade para *Carcharhinus perezi*. O programa já realizou a marcação de 630 tubarões desta espécie e a recaptura de 16 indivíduos. Os resultados sugerem que a espécie não se desloca por grandes distâncias, tendo percorrido uma distância máxima de 48 km a partir do local de marcação (Kohler, Casey & Turner, 1998). O maior período de tempo em liberdade registrado para a espécie foi de nove anos, observado em um indivíduo recapturado a uma distância de 3,7 km do local de marcação (http://na.nefsc.noaa.gov/sharks/newsletter/ 98/1998news.html, abril de 2003).

Outros importantes benefícios adicionais proporcionados pelos programas de marcação e liberação são a educação e conscientização dos pescadores quanto à necessidade de conservação dos tubarões. A liberação dos animais é amplamente aceita hoje em dia, existindo vários pescadores recreativos que praticam unicamente a captura e liberação de tubarões e outros peixes (Hueter, 1996).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

2.3. Utilização de áreas de berçário por tubarões

Uma das características básicas da organização social dos tubarões é a separação que existe entre os sexos e entre indivíduos jovens e adultos. Esta segregação por tamanho pode ser tanto geográfica como batimétrica e protege os indivíduos neonatos do canibalismo, um comportamento relativamente comum destes animais (Springer, 1967). Dessa forma, a maioria dos tubarões, principalmente as espécies de crescimento lento, utiliza berçários, que são áreas geograficamente discretas dentro da distribuição de uma espécie, para onde as fêmeas migram por ocasião da parturição, e onde os filhotes permanecem durante os estágios iniciais do ciclo de vida (Castro, 1993; Simpfendorfer & Milward, 1993). Já as espécies de crescimento rápido dependem mais do tamanho da prole e da velocidade de crescimento nos primeiros meses de vida, pois, quanto mais rápido os neonatos crescem, menos sujeitos à pressão por predação eles ficam (Brasntetter, 1990).

Os berçários normalmente são localizados em regiões costeiras com águas relativamente quentes e rasas, com alta produtividade primária e baixa freqüência de tubarões adultos. A combinação de tais características ofereceria as vantagens seletivas de uma baixa taxa de predação, abundância de presas e hábitat apropriado para os jovens (Brasntetter, 1990; Morrissey & Gruber, 1993b; Merson & Pratt, 2001; Van der Molen & Caille, 2001).

As fêmeas param de se alimentar quando entram nos berçários, permanecendo no local normalmente apenas o tempo necessário para dar à luz. Depois disso, elas voltam a comer, muitas vezes próximas destes locais, porém em águas mais profundas. Os machos adultos raramente freqüentam os berçários (Springer, 1967). Evidências recentes sugerem que as fêmeas podem retornar ao local de nascimento para dar à luz, e que elas se reproduzem regularmente a cada dois anos nestes locais. Os machos, por sua vez, aparentemente podem freqüentar vários berçários diferentes (Feldheim *et al*., 2002).

A disponibilidade de berçários adequados, que são pequenos em área e que podem ser insuficientes para suportar grandes números de tubarões, constitui um dos fatores limitantes para o crescimento de uma população destes peixes. Tubarões jovens forçados a abandonar prematuramente os berçários devido à falta de

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

suprimento alimentar adequado estariam presumivelmente se deslocando para áreas onde estariam sujeitos a uma pressão de predação mais severa (Springer, 1967).

Os berçários de tubarões são caracterizados tanto pela presença de fêmeas grávidas quanto pela ocorrência de indivíduos neonatos portando cortes umbilicais abertos ou recentemente cicatrizados (Castro, 1993). Os berçários podem ser classificados em primários e secundários. Berçários primários são definidos como as áreas onde a parturição ocorre e onde os neonatos vivem por um determinado período de tempo, enquanto os secundários são locais e onde tubarões neonatos e jovens se alimentam e crescem até estarem próximos de atingir a maturidade. No caso de algumas espécies de Carcharhinidae os berçários primários e secundários ocorrem na mesma área (Simpfendorfer & Milward, 1993).

Existem áreas utilizadas comunitariamente como berçários por várias espécies de tubarões (Springer, 1967; Castro, 1993; Simpfendorfer & Milward 1993). A vantagem da utilização de um berçário comum é que os indivíduos adultos das espécies encontradas no local normalmente não ocorrem na área, o que reduz a predação intra e interespecífica sobre os neonatos. Uma possível desvantagem é que os neonatos estariam sujeitos a uma maior chance de competição por recursos alimentares. No entanto, alguns fatores parecem contribuir para diminuir esta competição por recursos. Um deles é que a época em que os neonatos são comuns no local coincide com o período no qual suas presas também atingem os máximos níveis de abundância. Além disso, pode haver uma certa separação sazonal ou temporal no uso do hábitat pelas espécies (Simpfendorfer & Milward, 1993).

O mapeamento e descrição de áreas de berçário e de hábitat das fases neonata, jovem e adulta são atualmente necessidades urgentes de pesquisa para fundamentar o manejo e conservação de tubarões (NMFS, 1998). A proteção dos berçários é de crucial importância para preservar as populações destes peixes, pois a manutenção de um tamanho adequado da parcela reprodutiva destas depende diretamente de uma baixa mortalidade dos indivíduos jovens (Simpfendorfer & Milward, 1993). Saber onde estão os berçários é importante para determinar as ameaças as quais estes locais estão sujeitos e tentar garantir o manejo adequado das espécies que ali ocorrem. Como normalmente ocorrem em águas costeiras, os berçários podem ser mais vulneráveis a exploração pesqueira, urbanização e poluição. Por outro lado, trechos costeiros podem ser mais fáceis de manejar e fiscalizar caso áreas de proteção sejam implantadas nos mesmos (Smale, 2002).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Até o momento, o único estudo a identificar e propor a proteção de uma área de berçário e de acasalamento de tubarões foi realizado em um Parque Nacional do Estado da Flórida, nos EUA. Investigações anteriores haviam demonstrado que as atividades reprodutivas do lambarú *Ginglymostoma cirratum*, ocorriam preferencialmente em um único ponto do local, com águas costeiras bastante rasas. Também foi observado que a presença e a atividade humana influenciavam negativamente a reprodução dos tubarões. Em seguida foi elaborado e posteriormente aprovado um plano de proteção e restrição de acesso ao local, incluindo sua delimitação com bóias e fechamento durante a estação reprodutiva e a implantação de um programa de educação para informar sobre a importância e vulnerabilidade daquele trecho (Carrier & Pratt, 1998).

Técnicas de marcação e liberação permitiram delinear a extensão das áreas de nascimento e de berçário, determinar os trechos de hábitat essencial e estabelecer parâmetros de história de vida básicos de *Carcharhinus plumbeus* neonatos e jovens na costa leste dos EUA (Merson & Pratt, 2001).

A combinação de técnicas de marcação e liberação e de telemetria ultra-sônica produziu informações a respeito da história de vida inicial de *Carcharhinus limbatus* e da importância dos berçários para a sobrevivência dos neonatos (Heupel & Hueter, 2002; Heupel & Simpfendorfer, 2002). O primeiro estudo corrobora a idéia de que um dos principais propósitos dos berçários é reduzir a mortalidade tubarões dos neonatos causada por predação. A evitação de predadores parece ter exercido maior influência sobre a movimentação e distribuição espacial de *Carcharhinus limbatus* do que a disponibilidade de alimento em certos trechos. O segundo estudo demonstrou que a maior mortalidade dos tubarões neonatos ocorre durante as 15 primeiras semanas de vida, que parece ser o período crítico para a sobrevivência desta espécie. Estas informações podem agora ser aplicadas no manejo, por exemplo, propondo-se a proibição da pesca na área do berçário e suas imediações durante este período de vida inicial.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

2.4. Uso de telemetria ultra-sônica em estudos de tubarões

A etimologia da palavra telemetria significa medir a distância. Trata-se de um processo ativo que requer a produção de energia para envio de um sinal a uma certa distância (Voegeli *et al*., 2001). A biotelemetria subaquática envolve estudos de movimentação, de comportamento, de fisiologia e das condições ambientais que circundam os animais aquáticos. Os dados são recebidos através de sinais emitidos por um transmissor aplicado em um animal. Estes sinais podem ser ondas de rádio ou de ultra-som (Stasko & Pincock, 1977).

Como as ondas de rádio não se propagam adequadamente em água salgada, este tipo de sinal é mais utilizado em estudos de telemetria terrestre e em ambientes de água doce com baixa condutividade e baixa profundidade (Winter, 1992). O uso de rádio-telemetria em ambientes marinhos somente é eficiente no caso de animais que passam uma parte do tempo emersos (Voegeli *et al*., 2001), tais como as tartarugas, os mamíferos marinhos e os grandes tubarões planctófagos.

Os sinais ultra-sônicos propagam-se de maneira mais eficiente em água doce e salgada e permitem uma localização mais precisa dos animais. Estes são, portanto, os sinais mais indicados para o acompanhamento de animais aquáticos que permanecem o tempo todo submersos (Stasko & Pincock, 1977; Winter, 1992).

O monitoramento de animais aquáticos equipados com transmissores ultra-sônicos pode ser feito de forma manual ou automatizada. O monitoramento manual envolve a procura ativa do animal marcado com transmissor, que é feita por barco, com o uso de hidrofones direcionais e receptores manuais (Stasko & Polar, 1972; Holland *et al*., 1992). Esta técnica permite um acompanhamento detalhado da movimentação do animal, porém em curto prazo, pois depende da resistência da tripulação e das condições de mar (Nelson, 1990; Winter, 1992). Para o monitoramento automatizado são utilizados receptores com hidrofones que são ancorados ao fundo e que armazenam os sinais recebidos, permitindo a inspeção contínua e em longo prazo de localidades discretas (Nelson, 1990; Klimley *et al*., 1998; Voegeli *et al*., 2001).

Os transmissores ultra-sônicos simples (em inglês “pinger”) produzem apenas informações sobre a localização do animal. No entanto, vários tipos de sensores podem ser associados a estes transmissores para medição de uma série de variáveis, tais como profundidade, temperatura corporal e do ambiente, intensidade luminosa, direção, velocidade de natação, batimentos cardíacos, contrações musculares e mortalidade (Stasko Pincock, 1977; Nelson, 1990; Winter, 1992; Lowe & Goldman, 2001).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

A aplicação do transmissor depende da morfologia e do comportamento do animal, do tipo de ecossistema aquático, do tempo de monitoramento desejado, da necessidade de recuperação do equipamento e dos objetivos do estudo. Os métodos básicos para equipagem do animal com transmissores são a aplicação externa, ingestão e implantação cirúrgica. A aplicação externa é a mais recomendada para estudos de curto prazo, já que depois de um certo tempo, os transmissores acabam soltando-se devido ao arrasto na água. O inconveniente desta técnica é a possibilidade de irritação da pele do animal no local da aplicação. O método menos traumático é a ingestão do transmissor envolvido por pedaços de iscas, com a desvantagem de que os transmissores acabam sendo regurgitados em poucos dias. Apesar do trauma inicial causado pela cirurgia e pela necessidade de recuperação do animal após a mesma, o implante interno dos transmissores, através de cirurgia, é o melhor método de aplicação para monitoramento em longo prazo e para medição de parâmetros fisiológicos (Stasko & Pincock, 1977; Winter, 1992; Nelson, 1990; Lowe & Goldman, 2001).

A observação direta dos tubarões em seu ambiente natural não é fácil em razão de sua alta mobilidade, ocorrência em baixas densidades e hábitos crepusculares ou noturnos. A observação direta destes animais possibilita apenas vislumbres de sua ocorrência e comportamentos. No entanto, a telemetria ultra-sônica permite ao observador manter contato contínuo ou restabelecer contato dia após dia com um mesmo indivíduo durante longos períodos (McKibben & Nelson, 1986).

As informações sobre a biologia e hábitos das espécies de tubarões obtidas através de telemetria ultra-sônica podem ser aplicáveis no manejo destes peixes. Estas informações podem incluir a localização de indivíduos ou de agrupamentos de espécies de interesse comercial, períodos de maior atividade dos animais, migrações diárias ou sazonais e a determinação de suas rotas, preferências por certas características oceanográficas e o efeito de atração ou repulsa causado por petrechos de pesca (Nelson, 1990).

Os primeiros estudos de telemetria ultra-sônica com peixes foram feitos na década de 1950 com salmões *Oncorhynchus tshawytscha*, em Seattle nos EUA (Stasko & Pincock, 1977). O primeiro estudo realizado com tubarões foi na década de 1960 e consistiu no acompanhamento de uma espécie do gênero *Carcharhinus* durante quatro horas A partir daí, foram publicados 34 artigos enfocando telemetria de elasmobrânquios, envolvendo 33 espécies de tubarões e sete espécies de raias. No entanto, a duração do monitoramento na maioria destes estudos é muito curta – raramente excedendo um ciclo de 24 horas completo – para caracterizar adequadamente os padrões de movimentação. Este é um dos motivos pelos quais o

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

comportamento destes animais ainda é considerado pouco conhecido (Nelson, 1990; Sundström *et al*., 2001).

De uma maneira geral, os tubarões realizam migrações verticais e horizontais e apresentam vários tipos de padrões temporais e espaciais de movimentação. Os principais fatores que influenciam a movimentação destes peixes são a condição física geral do indivíduo, a temperatura e outras características físicas da massa de água, níveis de oxigênio dissolvido na água, correntes marinhas, tipo de fundo, gradientes geomagnéticos, época do ano, intensidade luminosa, localização geográfica, recursos alimentares e evitação de predadores (Sundström *et al*., 2001).

Os principais estudos de telemetria ultra-sônica envolvendo Carcharhinidae recifais enfocaram o tubarão-de-recifes do Pacífico *Carcharhinus amblyrhynchos*, e o tubarão-limão *Negaprion brevirostris*, no oceano Atlântico (McKibben & Nelson, 1986; Economakis & Lobel, 1998; Gruber *et al.*, 1988; Morrissey & Gruber, 1993a, b). As áreas de vida calculadas para estas espécies mediram entre 0,19 e 93 km^2 e o padrão de movimentação variou de domiciliar a nômade. Os indivíduos adultos demonstraram maior atividade pelágica, sendo encontrados com maior freqüência em águas mais profundas fora dos recifes, enquanto os tubarões jovens apresentaram alto grau de fidelidade espacial, mantendo-se fixos a trechos da costa com águas rasas e com fundo coberto por recifes (McKibben & Nelson, 1986; Gruber *et al.*, 1988; Morrisey & Gruber, 1993a; 1993b). Os maiores espaços de atividade e taxas de movimentação tanto para tubarões jovens como adultos foram detectados em períodos crepusculares e noturnos. Além de diferenças ontogenéticas, também foram observadas diferenças individuais nos padrões de movimentação e de uso do hábitat (McKibben & Nelson, 1986; Gruber *et al.*, 1988; Nelson 1990; Morrissey & Gruber, 1993a).

Espécies recifais como o tubarão-limão, podem apresentar mecanismos de domiciliação e de filopatria. Por domiciliação entende-se o padrão de comportamento que consiste em retornar ao mesmo ponto após cada deslocamento, enquanto que a filopatria é a tendência em permanecer ou voltar ao local de nascimento (Ab'Saber *et al.*, 1997). Em um experimento realizado com esta espécie, 76% dos indivíduos translocados para outras localidades retornaram ao ponto de origem em menos de 12 horas. Alguns dos animais foram capazes de retornar ao local exato de sua captura mesmo com as narinas bloqueadas ou olhos vendados (Sundström *et al*., 2001). O comportamento de domiciliação também já foi verificado em tubarões-martelo (Klimley, 1993).

Carcharhinidae pelágicos jovens como o tubarão-fidalgo *Carcharhinus obscurus* e o tubarão-galhudo *Carcharhinus plumbeus*, podem apresentar padrão de

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

movimentação nitidamente influenciado pelo fluxo da corrente marinha predominante (Huish & Benedict, 1978; Medved & Marshall, 1983). Outras, como *Carcharhinus altimus*, realizam migrações verticais, sendo encontradas em águas profundas durante o dia (90-500 m) e movimentando-se para águas mais rasas a noite (Anderson & Stevens, 1996). Estas migrações verticais podem estar relacionadas ao comportamento de forrageio e à manutenção de um regime constante de baixa luminosidade (Nelson *et al*., 1997).

Outras espécies de Carcharhinidae pelágicos como o tubarão-azul *Prionace glauca*, apresentam um padrão nômade de movimentação. Apesar de nômades, os tubarões pelágicos normalmente nadam de uma forma direcional, muitas vezes em linha reta, o que certamente implica no uso de referências para navegação, tais como os pólos magnéticos da Terra, luz polarizada e corpos celestes (Klimley *et al*., 2002). Estes tubarões podem permanecer longos períodos na superfície, mas também exploram a coluna d'água, realizando séries de mergulhos repetitivos que podem atingir até 500 m de profundidade. Os mergulhos podem demorar desde poucos minutos até várias horas e sua freqüência pode ser influenciada pelo horário do dia, estação do ano, ou independente destes (Sciarotta & Nelson, 1977; Carey & Scharold, 1990). Estas movimentações verticais fazem parte do comportamento de termo-regulação e de forrageio, sendo aparentemente guiadas por gradientes geomagnéticos (Klimley *et al*., 2002).

Quando realizados em regiões costeiras com baixa profundidade, os movimentos verticais oscilatórios realizados por algumas espécies como o tubarão-tigre *Galeocerdo cuvier*, e o tubarão-branco *Carcharodon carcharias*, podem estar associados ao comportamento de caça. Especula-se que este tipo de movimentação de grandes tubarões predadores possibilita surpreender tanto animais bentônicos quanto aqueles que precisam ir até a superfície para respirar (Heithaus *et al*., 2002; Goldman & Anderson, 1999). Mais ainda, o comportamento de caça dos tubarões pode apresentar diferenças ontogenéticas que se refletem no padrão de movimentação. Tubarões-branco adultos, com maior conhecimento da área ao redor de uma colônia de pinípedes, patrulhavam apenas locais com maior probabilidade de captura de presas, enquanto os jovens apresentaram movimentos mais amplos e dispersos (Goldman & Anderson, 1999).

Os uso de receptores de telemetria automatizados permite o monitoramento contínuo e em longo prazo dos tubarões, independente das condições climáticas, além de dispensar o uso de embarcação e tripulação para rastreamento dos animais (Klimley *et al*., 1998). O monitoramento de tubarões através destes receptores pode fornecer

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

informações sobre fidelidade local, preferências de hábitat, agrupamentos, migrações diárias e sazonais, comportamento de domiciliação e mortalidade (Nelson, 1990).

Os receptores demonstraram que os agrupamentos de fêmeas de *Carcharhinus amblyrhynchos* em uma região lagunar do Pacífico ocorriam exclusivamente nos períodos diurnos, sendo provavelmente associados à manutenção de uma performance metabólica ótima, interações sociais e ao período pré-parto (Economakis & Lobel, 1998). No mar de corais da Austrália, fêmeas do tubarão-galha-branca-de-recifes *Triaenodon obesus* apresentaram uma alta fidelidade local a um banco oceânico durante o período diurno. Á noite, estes tubarões realizavam deslocamentos noturnos associados à atividade de forrageio (Dunstan, Medway & Matthews, 2000).

Até o momento o tubarão-martelo *Sphyrna lewini* foi a espécie mais estudada através de telemetria automatizada (Klimley & Nelson, 1984; Klimley *et al*., 1988). No oceano Pacífico o uso de receptores automatizados associados à telemetria manual revelou que mudanças na temperatura, nas massas de água e nos campos magnéticos direcionavam o retorno dos tubarões a um ponto específico de um banco oceânico onde os animais se agrupavam durante o dia (Klimley & Butler, 1988; Klimley *et al.*, 1988; Klimley, 1993). Os grandes agrupamentos da espécie refletem o uso de características topográficas como referência visual e a atração por campos geomagnéticos (Klimley, 1993), além de estarem relacionados à conservação de energia e à interações sociais entre indivíduos durante períodos de inatividade (Klimley, 1985).

Técnicas de telemetria automatizada foram recentemente utilizadas para estudar a movimentação do tubarão-galha-preta *Carcharhinus limbatus* em um berçário localizado em uma baía da Flórida (Simpfendorfer, Heupel & Hueter, 2002). Os neonatos utilizaram determinados trechos da baía como refúgio no início da estação de nascimentos, ampliando sua movimentação gradativamente ao longo da estação. Apesar da abundância de presas em determinados trechos da baía, os neonatos permaneceram pouco tempo nestes locais, o que sugere que seus padrões de movimentação sofreram maiores influências de alterações na temperatura da água, preferências de hábitat e principalmente, evitação de predadores (Heupel & Hueter, 2002). O monitoramento destes tubarões também demonstrou que os neonatos são mais vulneráveis a mortalidade por predação ou pela pesca durante suas 15 primeiras semanas de vida (Heupel & Simpfendorfer, 2002).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

2.5. Manejo e conservação de elasmobrânquios

Atualmente as populações de tubarões e de outros elasmobrânquios são afetadas em todo o mundo por uma grande variedade de atividades humanas. Muitas populações foram enormemente reduzidas pela pesca, com algumas espécies inclusive já ameaçadas de extinção (Lessa *et al*., 1999). Os principais fatores que contribuem para este fato são: 1) os parâmetros biológicos destes animais os tornam especialmente suscetíveis à pressão da pesca excessiva; 2) os altos níveis de mortalidade causados pela captura acidental e, nos últimos anos, pela captura direcionada; 2) o aumento do esforço de pesca ocasionado pelo aumento do valor de produtos derivados da cartilagem e nadadeiras resultou em altos níveis de mortalidade observados nas pescarias acidentais e direcionadas, principalmente de indivíduos adultos; 3) a degradação dos ecossistemas costeiros, com a conseqüente destruição de áreas importantes ao desenvolvimento de muitas espécies nos primeiros estágios de vida (Camhi *et al.*, 1998).

Embora historicamente considerados de baixo valor econômico, hoje várias espécies de elasmobrânquios tornaram-se alvos da pesca comercial, em substituição às capturas de peixes ósseos, cujos estoques estão em declínio. Adicionalmente, o aumento no valor e demanda das nadadeiras de tubarões no mercado mundial estimula cada vez mais sua exploração. Por outro lado, o tradicional baixo valor econômico destes peixes resultou numa baixa prioridade dos recursos financeiros destinados à sua pesquisa, o que sempre dificultou o conhecimento das espécies. Um dos motivos para a baixa prioridade conferida ao estudo dos tubarões é a tradicional imagem negativa associada a estes animais, sempre considerados criaturas malévolas responsáveis por ataques, e competidores dos seres humanos pelos recursos pesqueiros (Camhi *et al*, 1998; Musick *et al*., 2000).

Apesar disso, a manutenção da biodiversidade e da estrutura das comunidades dentro de um ecossistema é uma das razões para controlar a pesca e a eliminação destes animais. As complexas interações entre as espécies nos ecossistemas marinhos são pouco conhecidas e a remoção desenfreada dos predadores de topo pode desencadear conseqüências para outros recursos pesqueiros, assim como para o funcionamento do ecossistema (Camhi *et al*., 1998). Podem ocorrer, por exemplo, alterações na diversidade, na abundância, na composição das espécies e nas relações tróficas de uma determinada comunidade (Stevens, *et al*., 2000 b).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Mesmo assim, a crescente aceitação do filé de cação congelado, a comercialização da cartilagem e o elevado preço das barbatanas no mercado internacional têm incentivado o aumento da captura destes animais em todo o mundo. Durante a década de 1990 mais de 700.000 toneladas de peixes cartilaginosos foram desembarcadas anualmente, sendo a maioria composta por tubarões e raias. No entanto, esta quantia representa apenas 1% do produto da pesca em todo o mundo (Walker, 1998).

Muito da atual expansão da exploração pesqueira comercial dos tubarões é impulsionada pela demanda das barbatanas nos mercados asiáticos a partir da última década, que as colocou entre os produtos pesqueiros mais caros do mundo. As barbatanas são consideradas afrodisíacas em partes da Ásia e a sopa feita com as mesmas é tida como iguaria gastronômica pelos chineses a mais de 2.000 anos (Walker, 1998). A crescente demanda por este item incentivou à difundida prática do corte de barbatanas, onde os pescadores cortam apenas as nadadeiras e descartam a carcaça, muitas vezes com os tubarões ainda vivos (*finning*). Além de ser um desperdício de recursos alimentares, tal prática é antiética e altamente condenável (Camhi *et al*., 1998; Musick *et al*., 2000).

Ainda que a exploração pesqueira direcionada seja uma das causas do colapso de vários estoques, uma das maiores ameaças aos elasmobrânquios é a mortalidade ocasionada pela pesca direcionada a outras espécies. Nestes casos, espécies com maior produtividade continuam a suportar a exploração comercial, enquanto aquelas com menor potencial de recuperação são levadas ao colapso de seus estoques. Mais ainda, o registro impreciso das estatísticas pesqueiras, nas quais várias espécies são agrupadas nas categorias “cações” ou “raias” podem mascarar alterações na estrutura da comunidade, além de reduções nas populações das espécies com menores taxas de crescimento (Stevens *et al*., 2000 b). Dessa forma, muitas espécies podem ser extirpadas antes que a exploração pesqueira torne-se comercialmente inviável (Musick *et al*., 2000).

Sob o ponto de vista biológico, os parâmetros populacionais dos tubarões são caracterizadas por crescimento lento, maturidade sexual tardia, baixa fecundidade e alta longevidade (Pratt & Casey, 1990). Tais características resultam num baixo potencial reprodutivo e em uma pequena capacidade de incremento populacional (Hoenig & Gruber, 1990). Isso ocorre porque como predadores de topo, os tubarões possuem poucos predadores naturais e necessitam produzir poucos filhotes capazes de atingir a idade adulta e manter os níveis populacionais dentro da capacidade de suporte do ambiente (Camhi *et al*., 1998). O resultado desta peculiar estratégia de história de vida é

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

que as populações de tubarões são incapazes de resistir às altas taxas de mortalidade impostas pela pesca comercial. Nesse sentido, a produtividade dos tubarões como um grupo é similar, ou pouco acima daquela exibida pelos mamíferos marinhos (Walker, 1998).

Estudos recentes sugerem que as fêmeas são provavelmente filopátricas e que os machos realizam migrações transoceânicas (Pardini *et al*., 2001; Feldheim *et al*., 2001 e 2002). A implicação deste fato é que a exploração excessiva de uma população na qual a imigração a partir dos estoques vizinhos pode ser baixa, e onde as fêmeas são filopátricas levaria a um rápido declínio no tamanho do estoque local, comprometendo sua sustentabilidade futura. Mais ainda, a dispersão global dos machos indica que a demografia de populações distantes pode ser interligada, o que ressalta a necessidade de acordos internacionais para regulamentar a exploração de algumas espécies.

Independente da hipótese levantada acima, o fato do recrutamento de uma população de tubarões ser estreitamente relacionado ao número de fêmeas em idade reprodutiva, implica que a produção da prole que irá suportar as gerações seguintes declina conforme a captura de animais adultos. Isso limita a produtividade futura e a habilidade de uma população em recuperar-se. E uma vez esgotadas, as populações destes peixes podem demorar até décadas para se recuperar (Pratt & Casey, 1990; Simpfendorfer, 2000 b).

O histórico da exploração comercial de tubarões é aquele de uma série de atividades pesqueiras colapsadas. Existe um farto registro destas explorações fracassadas, incluindo a exploração do tubarão-raposa *Alopias vulpinus* na Califórnia, do tubarão-bico-de-cristal *Galeorhinus galeus* na Califórnia e na Austrália, do cação-bagre *Squalus acanthias* e tubarão-salmão *Lamna nasus* no Atlântico Norte, do tubarão-peregrino *Cetorhinus maximus* na Islândia, do tubarão-cabeça-chata *Carcharhinus leucas* e do peixe-serra *Pristis perotteti* no Lago Nicarágua e recentemente, várias espécies costeiras do gênero *Carcharhinus* na costa leste dos EUA (Camhi *et al*., 1998; Musick *et al*., 2000).

Dentre estes, dois exemplos tipificam o padrão de uma breve exploração bem sucedida, seguida por um repentino declínio. Um deles é o de *Galeorhinus galeus* na Califórnia. Antes de 1937, cerca de 270 toneladas desta espécie eram anualmente desembarcadas. Com o desenvolvimento de um mercado para o óleo extraído do fígado, a captura rapidamente expandiu para 4 mil toneladas em 1939. Por volta de 1944 a produção estava de volta aos níveis iniciais de aproximadamente 270 mil

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

toneladas, apesar do intenso aumento do esforço de captura. Até o momento, as populações ainda não retornaram aos níveis iniciais, mesmo depois de sessenta anos do término da atividade (Camhi *et al*., 1998).

Outro exemplo é o da raia-viola *Rhinobatos horkelli* no Brasil. Esta espécie era abundante até 1985, constituindo um importante recurso para a pesca artesanal com rede de arrasto no verão, quando as fêmeas prenhes formavam grandes agrupamentos em águas costeiras rasas. Os desembarques anuais desta espécie aumentaram de 100 toneladas em 1960 até 2.029 toneladas em 1984. Em 1989, os desembarques começaram a diminuir continuamente até atingir 178 toneladas em 1994. Atualmente os desembarques ainda ocorrem devido a um aumento no esforço de captura nas áreas costeiras onde as fêmeas se concentram no verão e onde os jovens permanecem ao longo do ano. Como a pesca é direcionada a outras espécies e não é dependente desta espécie, a extirpação da mesma não irá ocasionar o término da atividade (Lessa *et al*., 1999). Este exemplo ilustra o quanto a atividade pesqueira pode rapidamente esgotar uma espécie de distribuição geográfica restrita que é captura em todos os estágios do ciclo de vida, tanto pela pesca direcionada quanto como sub-produto da pesca voltada para outras espécies (Camhi *et al*., 1998).

Vinte e seis nações são consideradas as maiores exploradoras de elasmobrânquios, sendo que cada uma delas realiza desembarque anual de mais de 10.000 toneladas cúbicas. Somente 11 países realizam algum tipo de manejo desta pesca (Camhi *et al*., 1998). Destes, apenas quatro – Austrália, Nova Zelândia, EUA e Canadá – já estabeleceram planos integrados de pesquisa e manejo de peixes cartilaginosos (Daves & Nammack, 1998; Francis, 1998; Simpfendorfer & Donohue, 1998; Stone *et al*., 1998).

Nos casos em que planos de manejo foram propostos suas recomendações são pouco aplicadas e a implementação das medidas normalmente é feita quando o estoque já está próximo do colapso (Walker, 1998). Além disso, o manejo local geralmente não é suficiente para proteger as populações, pois várias das espécies realizam migrações em águas internacionais, cruzando fronteiras políticas de vários países. Nestes casos, acordos internacionais para conservação, tradicionalmente difíceis de serem negociados, são cruciais para a preservação destes animais (Stone *et al*., 1998; Musick *et al*., 2000).

Numa escala global, a pesca direcionada aos elasmobrânquios carece totalmente de monitoramento e regulamentação. Os esforços para desenvolver medidas de manejo são complicados por vários fatores, sendo o principal deles a ausência de

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

conhecimento básico sobre as espécies. Entretanto, existem poucos estudos sobre a biologia e a pesca, mesmo para as espécies que são abundantes ou consideradas de alto valor comercial (Musick, *et al*., 2000). Muito embora o manejo seja dificultado pela falta de conhecimento a respeito da produtividade e da situação de conservação das populações da maioria das espécies, a biologia dos elasmobrânquios e a dinâmica da exploração pesqueira já são suficientemente entendidas para permitir a introdução do manejo preventivo onde quer que estas atividades ocorram (Camhi *et al*., 1998).

Dentre as medidas já propostas para o controle da pesca de elasmobrânquios destacam-se: 1) a criação de planos de manejo, 2) cotas de captura, 3) necessidade de obtenção anual de licença para a pesca comercial e esportiva, 3) fechamento de áreas de hábitat crítico para jovens e adultos, 4) proibição sazonal da captura, 5) tamanho mínimo de captura, 6) restrições nos petrechos de pesca, 7) utilização total das carcaças e proibição do corte de barbatanas, 8) limite de captura na pesca esportiva, e 9) monitoramento da captura acidental pela pesca não direcionada (Camhi *et al*., 1998).

Apesar de medidas com estas acima mencionadas terem sido propostas, o maior desafio atual para as agências de regulamentação da pesca é implanta-las de forma efetiva, para limitar a exploração existente sobre os elasmobrânquios e evitar uma exaustão adicional dos estoques, o que levaria ao seu colapso. No caso da pesquisa em biologia pesqueira, o desafio é desenvolver enfoques para adquirir melhores dados para avaliar e determinar estratégias de exploração preventivas, que assegurem uma produtividade sustentável. O embasamento adequado da elaboração de medidas de manejo e conservação para os elasmobrânquios requer informações sobre a ecologia e biologia pesqueira das espécies ou de grupos de espécies que compartilhem características de história de vida semelhantes (Walker, 1998).

Considerando este último aspecto, o perfil dos parâmetros populacionais dos tubarões pode ser separado em três categorias principais. A primeira inclui as espécies costeiras de pequeno porte que atingem a maturidade cedo e possuem vida comparativamente curta. Estas espécies possuem alta capacidade de recuperação e incluem os tubarões-boca-de-velha do gênero *Mustelus* spp. e os cações-frango do gênero *Rhizoprionodon* spp. A segunda categoria abrange espécies costeiras de médio a grande, com menores capacidades de recuperação, tais como *Carcharhinus* spp., o tubarão-limão *Negaprion brevirostris* e o tubarão-leopardo *Triakis semifasciata*. A terceira categoria é intermediária, sendo composta por espécies pelágicas com crescimento relativamente rápido como o tubarão-lombo-preto *Carcharhinus falciformis*, o anequim *Isurus oxyrinchus*, o tubarão-tigre *Galeocerdo cuvier* e o tubarão-azul *Prionace glauca* (Smith, Au & Show, 1998).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Dessa forma, apesar da preocupação de que os tubarões estão sendo explorados excessivamente pela pesca seja bem fundamentada, existem evidências de que os tubarões podem ser explorados de forma sustentável, pois assim como em qualquer grupo de animais, a produtividade varia amplamente entre as espécies (Walker, 1998).

Como existe uma estreita relação entre o tamanho do estoque de tubarões e o seu recrutamento, é possível prever o recrutamento futuro baseado nos estoques reprodutivos existentes. Este tipo de previsão é incomum para outras espécies comerciais. Pelo fato de que os tubarões jovens já nascem completamente formados, a sua sobrevivência e o recrutamento de uma população têm menor probabilidade de flutuações em resposta a mudanças ambientais. Estas características tornam o manejo mais previsível e algumas das espécies com maior fecundidade e crescimento rápido podem ser capazes de suportar uma pressão de pesca moderada. Os estoques destas espécies podem proporcionar uma exploração pesqueira estável, desde que apenas uma pequena parcela da população seja capturada anualmente, e os hábitats críticos, tais como berçários e áreas de reprodução, não sejam degradados. Para ser efetivo, o manejo de elasmobrânquios deve favorecer a manutenção saudável do recurso, ao invés de priorizar ganhos econômicos imediatos (Walker, 1998).

Mesmo tendo em vista a possibilidade de exploração moderada, é preciso bastante cautela, pois a pesca predatória já levou um grande número de espécies de elasmobrânquios a serem incluídas na lista vermelha das espécies ameaçadas da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais, a IUCN (Camhi *et al*., 1998). Nesse sentido, estudos realizados no Brasil foram base para inclusão nessa lista de espécies ameaçadas em águas brasileiras, inclusive espécies endêmicas, a saber: a raia-viola *Rhinobatos horkelii*, o tubarão-quati *Isogomphodon oxyrhynchus*, tubarão-boca-de-velha-listrado *Mustelus fasciatus*, os peixes-serra *Pristis* spp., o mangona *Carcharias taurus*, o tubarão-bico-de-cristal G*aleorhinus galeus* e os cações-anjos *Squatina* spp (Lessa *et al*., 1999). Apesar disso, atualmente apenas as espécies maiores e mais carismáticas recebem proteção especial, incluindo o tubarão-branco *Carcharodon carcharias*, o tubarão-baleia *Rhincodon typus* e o tubarão-peregrino *Cetorhinus maximus*. Muitas outras espécies menos conhecidas necessitam deste tipo de proteção de forma mais urgente (Camhi *et al*., 1998).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

2.6. Caracterização geral das espécies de tubarão estudadas

2.6.1. *Carcharhinus perezi*

O tubarão-cabeça-de-cesto *Carcharhinus perezi*, é uma espécie que habita plataformas continentais e insulares do oceano Atlântico ocidental (Compagno, 1984). Ocorre desde o Estado da Carolina do Norte nos EUA até a Venezuela, e do Amapá até Santa Catarina no Brasil (Sadowski & Amorim, 1977; Jensen, Schwartz & Hopkins, 1995; Gadig & Leite, 2002). É uma espécie bentônica encontrada associada a regiões recifais (Compagno, 1984), sendo considerada a espécie de Carcharhinidae mais comum no arquipélago de Fernando de Noronha (Soto, 1997). É também a espécie de tubarão dominante nos mergulhos recreativos realizados com tubarões nas Bahamas (Anon., 1999).

Morfologicamente, *Carcharhinus perezi* apresenta focinho mais curto que a largura da boca. A primeira nadadeira dorsal origina-se sobre ou pouco à frente da margem interna das nadadeiras peitorais, e a segunda nadadeira dorsal possui margem posterior muito curta. Apresenta crista dérmica longitudinal interdorsal, que é uma elevação dérmica estreita entre a primeira e segunda nadadeira dorsal. A coloração do corpo na região dorsal varia de marrom claro até cinza, com nuances de bronze ou cobre nos flancos, quando vivo, e a região ventral é branca ou amarelada. As bordas das nadadeiras geralmente possuem pigmentação escura, quase preta (Castro, 1993; Grace, 2001). Os dentes superiores possuem cúspides estreitas com bordas moderadamente serrilhadas e bases largas, e os dentes inferiores possuem cúspides estreitas e eretas com bordas serrilhadas e bases largas (Castro, 1993). A fórmula dental normalmente é 13-1-13 / 12-1-12, mas pode ser 12 ou 13-1 ou 2-12 ou 13 na arcada superior e 11 ou 12-1-11 ou 12 na arcada inferior (Garrick, 1982).

O comprimento total máximo registrado para a espécie foi de 295 cm. Fêmeas adultas contendo embriões mediram entre 200 e 295 cm (Garrick, 1982; Compagno, 1984). No Atlântico sul a época do parto aparentemente ocorre entre novembro e dezembro. Os neonatos nascem medindo cerca de 70 cm de comprimento total e as ninhadas consistem de quatro a seis filhotes. A gestação dura cerca de 12 meses e o ciclo reprodutivo é bianual (Gadig, Bezerra & Furtado-Neto, 1996).

Estes tubarões são capazes de repousar imóveis sobre o fundo, às vezes dentro de cavernas, bombeando água ritmicamente pelas brânquias (Perrine, 1989). No arquipélago de Fernando de Noronha indivíduos jovens desta espécie foram observados

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

freqüentando estações de limpeza atendidas pelo teleósteo Gobiidae *Elacatinus* sp. (Sazima & Moura, 2000).

Apesar de ser uma espécie abundante e capturada pela pesca em toda região do Caribe, o estado de conservação de *Carcharhinus perezi* é tido como insuficientemente conhecido devido à falta de informações básicas sobre sua biologia (Castro *et al*., 1999), e a espécie não consta na lista vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, http://redlist.org, novembro de 2003).

2.6.2. *Ginglymostoma cirratum*

O tubarão-lixa ou lambarú *Ginglymostoma cirratum* (Bonnatere, 1788) pertence à ordem Orectolobiformes e à família Ginglymostomatidae. É uma espécie costeira amplamente distribuída em ambos os lados do oceano Atlântico tropical e subtropical. No Atlântico oriental ocorre desde as Ilhas do Cabo Verde até o Gabão, e desde a Carolina do Norte nos EUA até o sul do Brasil no Atlântico ocidental. É também encontrada na costa oeste das Américas, desde o Golfo da Califórnia até o Panamá e Equador (Compagno, 1984; Castro, 2000). Juntamente com *Carcharhinus perezi* é uma das espécies de tubarão mais comuns do arquipélago de Fernando de Noronha (Soto, 1997).

Morfologicamente, *Ginglymostoma cirratum* apresenta boca terminal com barbilhões nasais moderadamente longos. A primeira nadadeira dorsal origina-se sobre ou imediatamente após a origem das nadadeiras pélvicas. A coloração do corpo na região dorsal varia de marrom escuro a claro, e a região ventral é amarelada. As bordas das nadadeiras são arredondadas (Compagno, 1984; Castro, 1993). Os dentes apresentam coroas largas e uma grande quantidade de pequenas cúspides.

Os adultos atingem comprimento total entre 230 e 300 cm. Acredita-se que pode chegar até 425 cm. Atingem a maturidade medindo comprimento total entre 215 e 230 cm. Os neonatos medem cerca de 30 cm ao nascer e as ninhadas consistem de 20 a 30 indivíduos. A estratégia de desenvolvimento embrionário desta espécie é a viviparidade lecitotrófica, com gestação que dura aproximadamente seis meses e ciclo reprodutivo bianual (Castro, 1993; 2000).

A espécie habita águas rasas, sendo geralmente inativa durante o dia, quando é encontrada próximo ao fundo. Os maiores picos de atividade são à noite, quando caça peixes e invertebrados bentônicos. Estes tubarões podem permanecer parados no fundo escondidos entre rochas e corais à espreita de presas, ou procurá-las ativamente em tocas ou debaixo de rochas. Quando detectam uma presa, dentro de uma toca, colocam a boca na entrada e retiram-na por bombeamento da faringe (Compagno, 1984).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Embora seja abundante e possua uma pele bastante resistente e valiosa no mercado de couros, a situação de conservação de *Ginglymostoma cirratum* é insuficientemente conhecida (Castro *et al*., 1999), e não consta na atual lista da IUCN.

2.6.3. *Negaprion brevirostris*

O tubarão-limão *Negaprion brevirostris* (Poey, 1868), é um membro da família Carcharhinidae, que habita as plataformas continentais e insulares da região tropical das Américas. No Atlântico ocidental ocorre desde o Estado de Nova Jersey nos EUA até o sudeste do Brasil. No Brasil aparentemente é mais comum na região nordeste. No Atlântico oriental já foi registrado no Senegal e Costa do Marfim. No lado oeste das Américas ocorre desde o sul de Baja Califórnia no México até o Equador. Comum em regiões de mangue nas Américas do Norte e Central (Compagno, 1984).

Morfologicamente, possui focinho truncado e arredondado, mais curto que a largura da boca e corpo robusto. A segunda nadadeira dorsal é quase tão alta quanto a primeira. Não possui crista dérmica longitudinal interdorsal. A coloração do corpo na região dorsal varia de verde-amarelado, marrom claro até cinza-oliváceo, ocasionalmente marrom escuro. Os dentes superiores possuem cúspides estreitas e triangulares com bases serrilhadas, e dentes inferiores com cúspides triangulares e eretas. A fórmula dental normalmente é 15-1 a 3-15/ 13 ou 14-3-13 ou 14 (Castro, 1993; Grace, 2001).

O comprimento total máximo registrado para a espécie foi de 368 cm. Atingem a maturidade sexual com aproximadamente 228 cm. A idade de maturidade estimada para os machos é de 11,6 anos e 12,7 anos para as fêmeas. Os neonatos nascem com cerca de 64 cm e as ninhadas consistem de cinco até 17 filhotes. A gestação dura de dez até 12 meses e o ciclo reprodutivo é bianual (Castro *et al*., 1999).

É uma espécie que tem sido bastante estudada no campo e em laboratório, principalmente por ser abundante em águas costeiras tropicais do Atlântico Ocidental e adaptar-se bem ao cativeiro. Como não precisam nadar constantemente para respirar, podem ser mantidos em tanques experimentais por longos períodos, aparentemente sem efeitos negativos para a sua saúde (Gruber, 1982; Springer & Gold, 1990).

Embora seja capturada pela pesca ao longo de toda a sua área de distribuição, a situação de conservação da espécie é considerada de baixo risco/ quase ameaçada (http://www.redlist.org, novembro de 2003).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

3. ESTRUTURA POPULACIONAL, DISTRIBUIÇÃO E USO DO ARQUIPÉLAGO DE FERNANDO DE NORONHA COMO BERÇÁRIO PELOS TUBARÕES

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

3.1. Métodos

3.1.1. Determinação das fases etárias

Os neonatos são os indivíduos com corte umbilical aberto ou em cicatrização (Castro, 1993; Merson & Pratt, 2001), que em *Carcharhinus perezi* normalmente têm comprimento total entre 70 e 75 cm (Gadig et al., 1996; Castro et al., 1999). Jovens do ano (idade 0 até 1) são todos os indivíduos sem corte umbilical visível, com cicatriz fechada (Merson & Pratt, 2001), medindo entre 75 e 90 cm. Jovens (idades ≥ 1) são indivíduos sem cicatriz umbilical visível (Merson & Pratt, 2001), que nesta fase medem entre 90 e 200 cm de comprimento total. Os dados sobre a maioria das espécies de tubarões são escassos, impedindo o uso de uma terminologia mais específica que jovens de pequeno ou grande porte (Castro, 1993). Machos maduros são aqueles com clásperes desenvolvidos e calcificados (Castro, 1993). No norte-nordeste do Brasil machos maduros são indivíduos com mais de 200 cm de comprimento total (Gadig et al., 1996). As fêmeas atingem a maturidade sexual com cerca de 200 cm de comprimento total (Garrick, 1982; Castro et al., 1999).

3.1.2. Operações de captura a bordo de embarcação

Em outubro de 1999 e entre março e julho de 2000 as operações de captura foram feitas a bordo de uma embarcação de pesca local, com casco de madeira de 24 pés e motor a diesel de um cilindro. Ao longo de 2001 as operações de captura foram feitas a bordo da embarcação do projeto, uma jangada de fibra de vidro de 16 pés e com motor de popa de 40 HP.

Para os locais de captura foram escolhidos pontos onde era freqüente a observação de agrupamentos de tubarões durante mergulhos, pontos indicados por pescadores locais ou outros ainda desconhecidos, sempre em função das condições de mar naquele dia. Chegando ao local, o barco era ancorado ou permanecia à deriva, e uma ou duas pessoas iniciavam uma pesca com linha de fundo para captura de seis a 20 garoupas localmente denominadas piraúnas, *Cephalopholis fulva*, ou de outros peixes que eram usados como iscas e engodo para atração dos tubarões. Conforme demonstrado em experimentos no ambiente natural, o sangue e fluídos corporais liberados por garoupas, como as piraúnas, em situação de estresse são bastante atrativos para tubarões do gênero *Carcharhinus* (Tester, 1963; Hobson, 1963). Como *Cephalopholis fulva* é uma das espécies mais abundantes nos ambientes recifais do arquipélago (R.L. Moura, comunicação pessoal; Rosa & Moura, 1997), a captura de um

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

número limitado desses indivíduos em pontos dispersos do arquipélago não deve ter causado prejuízos à população local.

Os tubarões foram capturados com linhas de fundo e de meia água. Em várias ocasiões os tubarões eram atraídos com engodo, feito com pedaços de peixe picado ou moídos com o auxílio de um moedor de carne, que eram em seguida misturados com água e sangue dentro de um balde e amassados com um bastão. Cada operação, incluindo a pesca de iscas, preparação de engodo, captura de tubarões e procedimentos de medição, determinação do sexo, coleta de material biológico, marcação e pesagem podia durar entre três e 12 horas. Os tubarões foram capturados vivos com espinhéis de fundo ou com linha de mão seguindo procedimentos descritos por Mc Kibben & Nelson (1986) Gruber *et al*. (1988), Morrissey & Gruber (1993) e Holland *et al*. (1999).

3.1.3. Operações de captura a partir do costão

Entre julho e outubro de 2000, em julho de 2002 e em fevereiro de 2003 foram feitas capturas a partir do costão rochoso. A atividade também se iniciava com a pesca de iscas. Para a captura dos tubarões eram utilizadas linhas de mão e/ou varas de pescar com molinetes ou carretilhas. Os tubarões capturados eram trazidos para a borda do costão, sendo imobilizados com as mãos ou cabos e, rapidamente, transportados até piscinas naturais sobre a crista recifal onde eram submetidos aos procedimentos de coleta de dados e marcação. Cada operação de pesca, incluindo a captura de iscas e tubarões e manipulação destes últimos podia durar entre três e oito horas. Este tipo de captura foi realizado na laguna do Buraco da Raquel e na baía contígua a esta, nas cristas recifais da Enseada das Caieiras, na Baía do Sueste e no Prego.

3.1.4. Manuseio dos tubarões

Quando fisgado, o tubarão era trazido para a lateral ou para a popa do barco e imobilizado com as mãos e um laço preso ao redor do pedúnculo caudal (Holland *et al*., 1999), sendo medido, sexado e marcado na água (Gruber *et al*., 1988). Pequenos cortes triangulares eram feitos com tesoura, na nadadeira pélvica direita e na primeira ou segunda nadadeira dorsal, para coleta de material biológico, e também para servir como um marcador caso houvesse perda da marca de identificação (Morrissey & Gruber, 1993 a). Tubarões com comprimento total até 160 cm tinham o anzol removido com alicate e eram colocados dentro de um saco para pesagem, sendo liberados em seguida. Indivíduos medindo entre 160 cm e 200 cm eram retirados da água com uma

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

padiola, pesados por uma balança presa a esta, sendo liberados em seguida (Mc Kibben & Nelson, 1986; Carey & Scharold, 1990). Caso o anzol estivesse preso a boca, as brânquias, ou as órbitas, de uma forma que pudesse comprometer a integridade física do tubarão, ele era cortado com o auxílio de uma tesoura corta-vergalhão de 24 polegadas.

Ao número total de *Carcharhinus perezi* capturados foram incluídos dados sobre dez indivíduos capturados anteriormente em março de 1999.

3.1.5. Marcação

Foram utilizados dois tipos de marcas convencionais, que são as que podem ser identificadas visualmente sem o auxílio de equipamentos especiais de detecção (Kohler & Turner, 2001) (Figura 6). Uma das marcas possuía uma seta de aço inoxidável numa das extremidades ("*Dart-tag*" segundo Carrier, 1985; Manire & Gruber, 1991; Heupel & Bennet, 1997) enquanto a outra possuía uma farpa plástica ("*Nylon barbed tag*" segundo Kohler & Turner, 2001). Ambas têm pequeno arrasto na água, são feitas de plástico vinil tubular (1-1,5 mm de diâmetro) e possuem um número de série e endereço impresso para contato. As marcas com seta metálica são mais adequadas para peixes de grande porte (Kohler & Turner, 2001), enquanto aquelas com farpa plástica são mais indicadas para indivíduos de neonatos a jovens, uma vez que as primeiras podem inibir o crescimento de indivíduos jovens (Carrier, 1985; Manire & Gruber, 1991; Heupel & Bennet, 1997; Heupel, Simpfendorfer & Bennett, 1998).

Para aplicação das marcas era feito um pequeno corte (5-10 mm) no lado esquerdo da cartilagem basal da primeira nadadeira dorsal, utilizando-se um canivete com lâmina de aço inoxidável. Para inserção das marcas eram utilizados aplicadores de aço inoxidável montados sobre a extremidade de punhos de madeira (Figura 6). A seta metálica possui uma abertura que se encaixa em uma ranhura na ponta do aplicador, e a marca é mantida presa ao punho de madeira com uma tira de elástico sobre a parte plástica. A ponta da seta é afiada e curva, de forma que a mesma volta-se para baixo e para dentro da musculatura dorsal quando a marca é aplicada (Carrier, 1985; Manire & Gruber, 1991; Kohler & Turner, 2001). A inserção da marca com farpa plástica foi feita através de um aplicador de aço inoxidável afixado na extremidade de um punho de madeira. O aplicador é semelhante a um cilindro oco com uma ponta afiada, onde a parte plástica da marca é inserida para ser aplicada. A marca foi então inserida diagonalmente de forma a atravessar mais da metade da cartilagem basal da nadadeira dorsal (Kohler & Turner, 2001).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

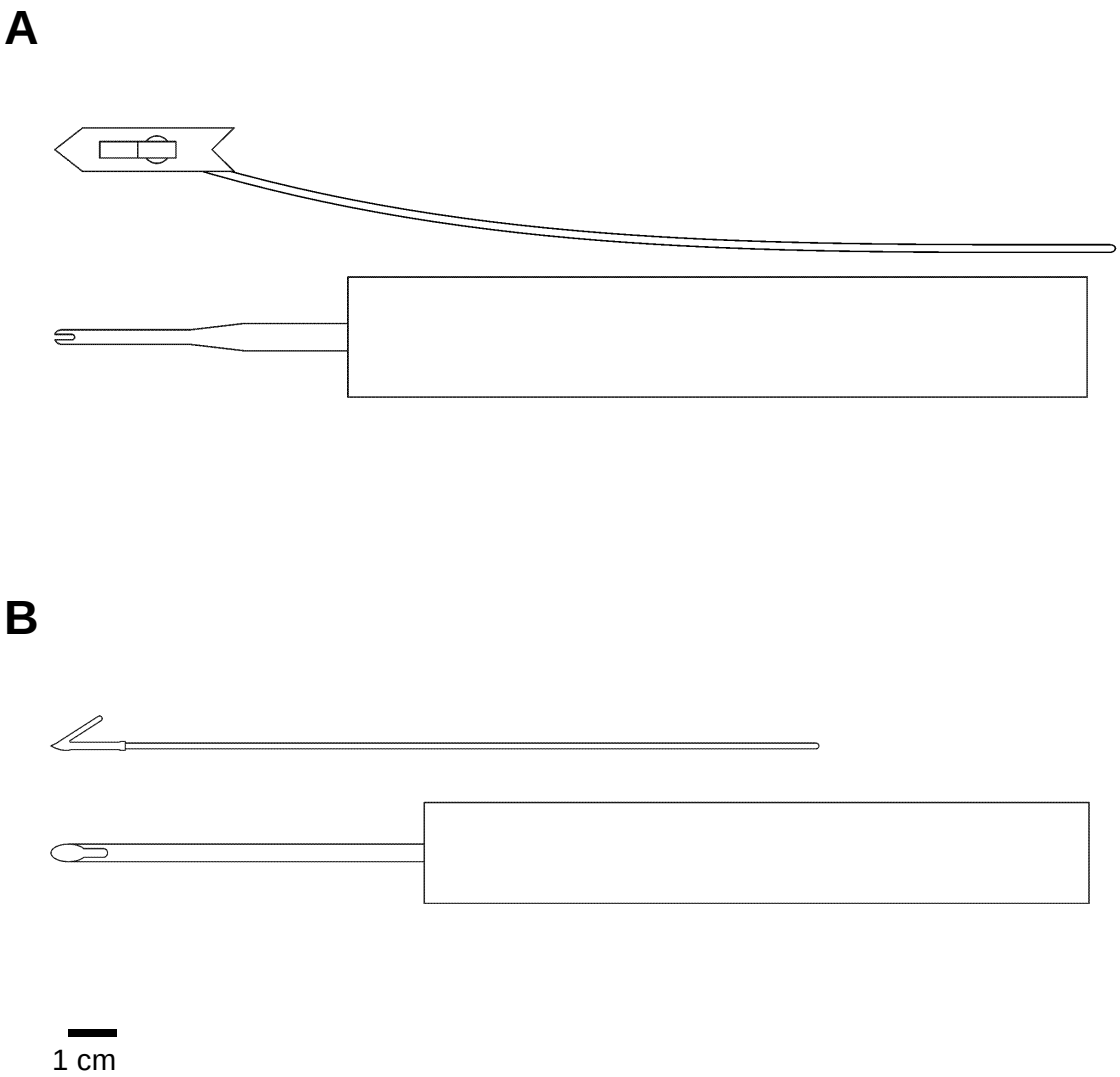


Figura 6. Marcas convencionais e aplicadores utilizados para marcação dos tubarões. **A:** Marca com seta metálica ("*Dart-tag*"). **B:** Marca com farpa plástica ("*Nylon barbed tag*").

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

3.2. Análise dos dados

3.2.1. Estrutura populacional

Foram preparados gráficos de barra contendo o número de indivíduos de cada um dos sexos capturados em cada intervalo de comprimento total. O número de intervalos foi determinado conforme sugerido por Anderson & Gutreuter (1992), que recomendam o uso de intervalos de 10 cm de comprimento para peixes de grande porte.

Para comparar o tamanho médio dos machos e das fêmeas foi utilizado o teste estatístico do Qui-quadrado (Zar, 1996). Este teste também foi empregado para comparar o número total de indivíduos em cada classe de tamanho e para comparar a razão sexual de machos e de fêmeas durante todo o período de estudo (1999-2003), ao longo de cada um dos anos de maior amostragem (2000 e 2001) e ao longo de todas as classes de tamanho.

A normalidade na distribuição da população, em classes de tamanho, foi testada utilizando-se o teste de Kolmogorov-Smirnov (Zar, 1996).

3.2.2. Captura por unidade de esforço (CPUE)

Este índice foi calculado para que se fosse possível ter uma idéia do rendimento da pesca de tubarões, em termos do número de indivíduos capturados para cada localidade em função do tempo e quantidade de anzóis empregados.

Entre março de 2000 e fevereiro de 2001, a CPUE para cada ponto de captura foi calculada dividindo-se o número de capturas pelo número de saídas para aquele ponto pelo número de anzóis normalmente utilizado (CPUE = n^o capturas/ n^o saídas/ 3 anzóis). A partir de março de 2001 a maneira de coletar os dados relativos ao esforço foi alterada, e cada ponto de ancoragem teve sua posição tomada com uso de GPS, sendo registrado o horário do início e término da pesca, profundidade média do local e número de anzóis utilizados [CPUE = (n^o capturas/ tempo permanência em minutos/ n^o anzóis) x 60]. As localidades amostradas e os respectivos valores da CPUE para cada ponto foram mapeados em carta náutica para determinar a distribuição dos tubarões ao redor do arquipélago.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

3.2.3. Estimativa do tamanho populacional

Os dados de captura e recaptura foram utilizados para estimar o tamanho populacional na face sotavento do arquipélago. Dentre as três espécies de tubarões, apenas *Carcharhinus perezi* e *Ginglymostoma cirratum* foram capturadas em número suficiente para a realização de estimativas do tamanho populacional. As estimativas foram realizadas através do software CAPTURE® (Otis *et al*., 1978) utilizado em estudos de marcação e recaptura de vertebrados (Bonato, 2002). O programa pode ser obtido através da página http://www.cnr.colostate.edu/class_info/fw663.

Para estimar o tamanho populacional, cada mês foi considerado uma ocasião de amostragem. Quando um tubarão era recapturado na mesma ocasião de amostragem, considerou-se apenas um evento de captura. As recapturas somente foram consideradas quando um tubarão foi capturado em uma ocasião de amostragem e pego novamente em outra ocasião (apenas duas das 21 recapturas de *Carcharhinus perezi* realizadas). O programa CAPTURE permite estimar o tamanho populacional apenas de populações fechadas, isto é, aquelas em que os números da população não apresentam grandes flutuações ao longo do tempo. Dessa forma, as estimativas foram realizadas separadamente para os anos de 2000 e de 2001 incluindo somente as capturas que ocorreram após a época dos nascimentos, entre abril e outubro, considerando que depois deste período não houve grandes incrementos ou diminuições no tamanho da população.

Para *Carcharhinus perezi* as estimativas incluíram três ocasiões, 19 capturas e uma recaptura realizadas em 2000, e seis ocasiões, 26 capturas e uma recaptura realizadas em 2001. No caso de *Ginglymostoma cirratum* as estimativas populacionais incluíram seis ocasiões e 21 capturas realizadas em 2000 e quatro ocasiões e 12 capturas em 2001.

Uma vez definidas as ocasiões de amostragens, os dados foram inseridos no programa, tendo sido escolhido o método Jackknife para estimar o tamanho populacional (Otis *et al*., 1978).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

3.4. Resultados

3.4.1. Esforço de amostragem

O esforço de amostragem para a captura de tubarões foi realizado entre setembro de 1999 e fevereiro de 2003, em 150 dias distribuídos ao longo de 25 meses, totalizando 438,5 horas de pesca (Tabelas 1 e 2).

3.4.2. Espécies capturadas

Entre março de 1999 e fevereiro de 2003 foram capturados 217 tubarões, sendo *Carcharhinus perezi* a espécie predominante (66%, N=143), seguida por *Ginglymostoma cirratum* (26,2%, N=57) e *Negaprion brevirostris* (7,8%, N=17).

3.4.2.1. *Carcharhinus perezi*

a) Capturas

Foram capturados cento e quarenta e três *Carcharhinus perezi*, sendo 15 indivíduos (10,4%) com espinhel em 1999 e 128 (89,5%) com linha de mão nos anos seguintes (Tabela 2). Destes, sete tubarões (4,9%) foram capturados a partir do costão rochoso. Vinte e cinco tubarões (17,5%) engoliram o anzol durante a captura. Foi necessário cortar o anzol para liberar 13 tubarões (9%). Cinco tubarões (3,5%) foram fisgados com anzóis presos à boca ou a outras regiões do corpo, os quais foram retirados antes da liberação dos animais. Quatro tubarões (2,8%) everteram o estômago durante a captura e dois deles (1,4%) foram fisgados pelas órbitas. Um dos tubarões (0,7%) possuía uma marca de mordida no flanco direito feita por uma barracuda *Sphyraena barracuda*. Sessenta tubarões (42%) possuíam ectoparasitas Copepoda. Estes parasitas foram encontrados sobre o dorso, nadadeiras peitorais, cabeça, ventre e nadadeira caudal.

b) Estrutura populacional

A distribuição das classes de tamanho capturadas é mostrada na Figura 7. Foram capturados tubarões neonatos (com corte umbilical aberto, 20,4%), jovens do ano (com cicatriz umbilical, 38,7%) e jovens (sem cicatriz, 40,9%). A menor fêmea capturada mediu 71 cm enquanto a maior delas mediu 224 cm de comprimento total. O menor macho capturado mediu 74 cm e o maior mediu 162 cm.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Cento e quarenta tubarões foram sexados, sendo 58 machos e 82 fêmeas medindo entre 74 e 224 cm. A razão sexual foi de 1:1,41, não sendo estatisticamente significativa (χ^2 = 2,05; p > 0,05). As classes de tamanho dos machos, das fêmeas e do número total de indivíduos não seguem uma distribuição normal (teste Kolmogorov-Smirnov; KS machos = 0,359; KS fêmeas = 0,285; KS total = 0,300; 0,01 > p > 0,001).

Os tubarões neonatos foram observados em mergulhos e capturados desde meados de novembro até abril. Os indivíduos pertencentes a esta classe de tamanho foram capturados tanto na face sotavento quanto barlavento, em águas abrigadas ou locais desabrigados com maior correnteza, em profundidades de até 30 m.

c) Captura por unidade de esforço (CPUE) e distribuição

Em 2000 os valores calculados para a CPUE variaram de 0 a 2,3 tubarões por saída. Foram feitas amostragens em 18 pontos diferentes do arquipélago em 52 saídas a campo, com a realização de 47 capturas.

Entre março de 2001 e fevereiro de 2003 a CPUE variou de 0 a 1,2 tubarões/hora. Neste período foram feitas amostragens em 162 localidades com a captura de 201 tubarões. Foram 93 dias de saídas a campo, com captura de tubarões em 44 destes dias (47%). Os tubarões foram capturados em 50 (30,9%) dos 162 pontos de amostragem. O maior número de amostragens (N = 118; 73%) foi feito na face sotavento. Nas imediações do Porto e no restante da Área de Proteção Ambiental (APA), estes peixes foram capturados em apenas duas das 44 amostragens feitas (Figura 8).

Um período de prospecção pesqueira realizado defronte a Anpesca em julho de 2002 confirma os resultados sugeridos pelas capturas realizadas em 2000 e 2001, de que os tubarões aparentemente apresentam uma menor utilização dos arredores do Porto, a não ser quando existem atrativos no local. As tentativas de captura no local foram realizadas durante 14 dias consecutivos, com a captura de apenas dois *Negaprion brevirostris* medindo 102 e 128 cm de comprimento, respectivamente. Essas capturas foram feitas somente nos dois primeiros dias de prospecção, coincidindo com o período em que os pescadores fizeram descarte de refugos na praia. Nos outros 12 dias, a produção pesqueira foi baixa, não houve descarte e também não foram feitas capturas de tubarões.

Cinqüenta e nove por cento das capturas de *Carcharhinus perezi* são de tubarões jovens do ano. Para esta espécie a maior quantidade de capturas ocorreu (1) na Laje Dois Irmãos, (2) ao redor da Ilha Rata no extremo nordeste do arquipélago, e (3) na porção sudoeste da ilha principal a partir da Baía dos Golfinhos até a Ponta da Sapata.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Nos pontos de pesca no costão rochoso, todos eles localizados no Mar de Fora, os tubarões foram capturados somente em dias de mar calmo e pouco vento. Embora membros do Projeto Golfinho Rotador tenham relatado que a observação de tubarões é relativamente freqüente na Baía dos Golfinhos, este trecho não pôde ser amostrado por ser classificado pelo Plano de Manejo do Parque Nacional Marinho do arquipélago como Zona Intangível, onde a pesca, mergulho e tráfego de embarcações são proibidos.

d) Recapturas

Vinte e um *Carcharhinus perezi* foram recapturados (14,7%) (Figura 9). Os dados incluem nove recapturas realizadas durante as amostragens, quatro recapturas feitas por pescadores com devolução das marcas, cinco tubarões mortos por pescadores que não anotaram o número das marcas, e três tubarões liberados vivos por pescadores sem registro das mesmas. Treze indivíduos tiveram os números de suas marcas registrados, sendo oito fêmeas e cinco machos. Os tubarões foram recapturados após períodos que variaram de um a 800 dias. A distância máxima percorrida em linha reta variou de dois a cinco quilômetros. Treze tubarões (65%) foram recapturados no mesmo local de marcação. A Tabela 3 mostra a distância mínima em linha reta entre o ponto de marcação e o ponto de recaptura, e o intervalo, em número de dias, desde a marcação até a recaptura.

Uma recaptura foi feita no mesmo local da marcação 213 dias depois, sendo registrado um crescimento de 5 cm e aumento de 1 kg durante este período. Um dos tubarões foi recapturado, por um pescador, 800 dias após sua marcação a 5 km do local de captura, tendo sido relatado um crescimento de 40 cm durante o período. O tubarão que recebeu o transmissor N° 6 foi morto no mesmo local de sua captura, 400 dias após a marcação. No início do estudo de telemetria, em abril de 2001, um dos tubarões equipados com transmissor no Buraco do Inferno foi recapturado e liberado por pescadores cerca de 15 dias após a cirurgia de implante. Os pescadores informaram ter visto os pontos de sutura em processo de cicatrização antes de liberar o tubarão. O tubarão que recebeu o transmissor número 12, em agosto de 2001, foi recapturado e liberado vivo cerca de duas horas após a cirurgia de implante. Um tubarão medindo aproximadamente 110 cm foi recapturado por um pescador em janeiro de 2003 na região do talude em frente à Ilha do Meio a aproximadamente dois quilômetros da região costeira. Infelizmente o pescador perdeu a marca, mas como relatou que se tratava de uma marca com seta metálica, este tubarão certamente foi marcado em 2000, pois era o único tipo de marcação que se possuía na ocasião.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

e) Observação de tubarões marcados

Os tubarões marcados foram observados durante mergulhos ocasionais, sendo na sua maioria relatos de mergulhadores locais. Foram 75 observações, sendo 46 (61,3%) delas de *Carcharhinus perezi*.

f) Estimativa do tamanho populacional

A estimativa populacional obtida para o ano de 2000 na face sotavento do arquipélago foi de 37 indivíduos (erro padrão = 5,98; intervalo de confiança de 95% = 29 – 52). A estimativa para 2001 na mesma região foi de 83 indivíduos (erro padrão = 14,57; intervalo de confiança de 95% = 61 – 118).

g) Outras observações

Em duas ocasiões diferentes de 1999, sendo uma delas em março e a outra em setembro, foram observadas fêmeas de *Carcharhinus perezi* medindo entre 200 e 250 cm repousando sobre o fundo em frente a uma fenda localizada na base do Cabeço da Sapata, a 41 m de profundidade. As duas observações foram feitas entre 14 e 15:00 horas. Em ambas as ocasiões os tubarões mantiveram-se imóveis, bombeando água ritmicamente através das brânquias num estado aparentemente letárgico, sendo possível a aproximação do pesquisador a uma distância inferior a 1,5 m sem que os animais fugissem. Na segunda ocasião foi possível observar uma rêmora *Echeneis naucrates* limpando o tubarão, percorrendo toda a região dorsal e o flanco esquerdo do mesmo.

Imagens de cinegrafistas locais realizadas em abril de 1994 mostram *Carcharhinus perezi* imóveis sobre o fundo sendo limpos pelo neon *Elacatinus* sp. em estações de limpeza localizadas sobre cabeços de corais *Montastrea cavernosa* na Laje Dois Irmãos. No entanto, nestas ocasiões os animais não se encontravam em estado letárgico, tendo fugido quando os observadores chegaram muito próximos.

Em meados de janeiro de 2003 mergulhadores locais relataram a observação de um macho e de uma fêmea adultos de *Carcharhinus perezi* medindo mais de 200 cm de comprimento em cavernas das Iuias. A observação foi feita entre 18 e 19:00 horas e os detalhes relatados sugerem que o casal tenha copulado momentos antes da chegada dos mergulhadores. A fêmea foi vista repousando sobre o fundo de uma das cavernas do local, com marcas de mordidas com sangramento no dorso e bombeando água intensamente através das brânquias. O macho foi encontrado numa caverna vizinha

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

àquela ocupada pela fêmea, também em repouso e com aspecto aparentemente ofegante, bombeando água rapidamente pelas brânquias.

Durante a época de nascimentos, em março de 2003, um grupo de cinco neonatos foi observado no início da maré cheia cercando cardumes de sardinhas dentro de uma grande piscina de maré da Enseada das Caieiras.

3.4.2.2. *Ginglymostoma cirratum*

a) Capturas

Cinqüenta e sete lambarús, *Ginglymostoma cirratum*, foram capturados (26,2% do total), sendo 30 machos e 27 fêmeas. Vinte e três tubarões (40%) foram capturados a partir do costão rochoso. Vinte e três indivíduos (40%) engoliram o anzol durante a captura. Dezoito tubarões (31,6%) possuíam parasitas da classe Hirudinea sobre o corpo. Os parasitas foram encontrados sobre o dorso, base das nadadeiras dorsais, ventre, nadadeiras pélvicas, clásperes, dentro da boca, e próximos às aberturas das narinas e da cloaca.

b) Estrutura populacional

A distribuição das classes de tamanho dos *Ginglymostoma cirratum* capturados é mostrada na Figura 10. Foram capturados somente indivíduos jovens e uma fêmea possivelmente adulta medindo 201 cm. Os machos mediram comprimento total entre 93 e 186 cm e as fêmeas mediram entre 82 e 201 cm.

A razão sexual foi de 1,1:1, não sendo a diferença estatisticamente significativa (χ^2 = 0,21; p > 0,05). As classes de tamanho dos machos e do número total de indivíduos seguem uma distribuição normal. As classes de tamanho das fêmeas não possuem distribuição normal (teste Kolmogorov-Smirnov; KS machos = 0,223; KS fêmeas = 0,263; KS total = 0,222; 0,01 > p > 0,001).

c) Distribuição das capturas

O maior número de capturas de *Ginglymostoma cirratum* ocorreu (1) na baía contígua à laguna do Buraco da Raquel, (2) na laje Dois Irmãos, (3) ao redor da Ilha Rata e (4) no Prego (Figura 12 A).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

d) Recapturas

Sete *Ginglymostoma cirratum* foram recapturados, incluindo cinco machos e duas fêmeas (Figura 9). Seis tubarões foram recapturados por mim e um por pescadores, todos eles no mesmo local da marcação. Um macho medindo 139 cm foi capturado na laguna do Buraco da Raquel três vezes numa mesma semana. As duas recapturas deste tubarão ocorreram em dias consecutivos, no terceiro e quarto dias após sua marcação. Um tubarão recapturado após 270 dias em liberdade exibiu um crescimento de 10,9 cm e aumento de 1 kg de peso durante este período (Tabela 4). No caso de outros dois indivíduos recapturados após 320 e 360 dias em liberdade foi observado um crescimento de 10 e 12 cm, respectivamente.

e) Observação de tubarões marcados

Vinte e oito *Ginglymostoma cirratum* marcados foram avistados durante mergulhos ocasionais ou por mergulhadores locais. Uma fêmea medindo 201 cm capturada em abril de 2000 na Laje Dois Irmãos foi observada em sete ocasiões diferentes no Naufrágio da Corveta. Esta fêmea foi avistada após 52, 120, 127, 180, 270, 300 e 360 dias em liberdade, respectivamente.

f) Estimativa do tamanho populacional

A estimativa de tamanho populacional obtida para o ano de 2000 na face sotavento do arquipélago foi de 21 indivíduos (erro padrão = 6,09; intervalo de confiança de 95% = 21 – 21). Para o ano de 2001 a estimativa na mesma região foi de 19 indivíduos (erro padrão = 6,70; intervalo de confiança de 95% = 14 – 45).

g) Outras observações

Um indivíduo de *Ginglymostoma cirratum* medindo entre 40 e 50 cm de comprimento total foi observado na laguna do Buraco da Raquel em fevereiro de 2003. Na mesma época, um indivíduo neonato, ainda com manchas, foi capturado por pescadores junto à borda externa das cristas recifais adjacentes à laguna. O registro fotográfico de embriões desta espécie retirados de uma fêmea capturada em 1996 também confirma que o arquipélago é utilizado como área de parto pela espécie, e mergulhadores locais já observaram neonatos desta espécie em anos anteriores no Buraco do Inferno, Morro de Fora e nos arredores da Anpesca.

Uma fêmea de 132 cm capturada em outubro de 2000, e que foi liberada aparentemente em boas condições, foi encontrada morta na região central da laguna do Buraco da Raquel no dia seguinte após sua marcação. Este animal possuía vários

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

arranhões pelo corpo e marcas de dentes na cabeça que permitiram determinar que o mesmo foi morto por um tubarão de maior porte. No dia em que sua carcaça foi encontrada foram avistadas no local duas fêmeas de *Negaprion brevirostris* medindo mais de 250 cm de comprimento cada.

3.4.2.3. *Negaprion brevirostris*

a) Capturas

Dezessete tubarões-limão, *Negaprion brevirostris*, foram capturados, sendo oito machos medindo entre 62 e 250 cm e pesando entre 1 e 100 kg e nove fêmeas medindo entre 68 e 173 cm e pesando entre 1,5 e 30 kg (Figura 11). Todos os indivíduos foram capturados a partir do costão rochoso. Quatro tubarões (23,5%) possuíam parasitas hirudíneos. Os parasitas foram encontrados sobre o dorso, dentro da boca, e próximos à abertura da cloaca. Quanto às classes de tamanho foram capturados indivíduos neonatos (11,8%), jovens (82,2%) e um macho adulto (6%) medindo 250 cm.

b) Distribuição das capturas

As capturas de *Negaprion brevirostris* foram feitas (1) na baía contígua à laguna do Buraco da Raquel, (2) na barreta rasa à esquerda da Baía do Sueste, (3) no Prego e (4) em frente a Anpesca (Figura 12 B).

c) Observação de tubarões marcados

Uma fêmea medindo 147 cm de comprimento total capturada na laguna do Buraco da Raquel em 13 de julho de 2000 foi observada no mesmo local, dez dias após sua marcação.

d) Outras observações

Tubarões desta espécie medindo entre 200 e 300 cm de comprimento foram observados repousando sobre o fundo de areia na laguna do Buraco da Raquel em várias ocasiões ao longo desta pesquisa. Em fevereiro de 2003 duas fêmeas medindo cerca de 200 cm cada uma foram observadas deitadas sobre o fundo de areia da laguna do Buraco da Raquel, a cerca de 1 m de distância uma da outra. Uma delas estava sendo limpa por duas e a outra por três rêmoras *Remora* sp. As rêmoras estavam percorrendo toda a sua extensão do corpo dos tubarões, estando totalmente separadas deste. Tal comportamento já havia sido observado no local em junho de 1998 (R.L. Moura e I. Sazima, comunicação pessoal).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

As observações mais impressionantes envolvendo a espécie nesta laguna são de grupos de até 15 tubarões, pertencentes a classes de tamanho que vão de 60 até 300 cm, que podem ser avistados nadando vagarosamente em movimentos circulares percorrendo toda a extensão da baía contígua a laguna. Nestas ocasiões é possível observar as nadadeiras dorsais e caudais dos tubarões totalmente expostas quando os indivíduos maiores (≥ 200 cm) passam na beira da praia, a menos de 50 cm de profundidade. Este comportamento, em que vários indivíduos de diferentes classes de tamanho são avistados ao mesmo tempo, nadando em águas rasas com os dorsos expostos, também pode ser observado na porção esquerda da Baía do Sueste antes da barreta rasa, durante a maré baixa e a enchente. Neste local os tubarões nadam próximos à beira da praia de cascalho e das bordas das plataformas, também em profundidades inferiores a 50 cm.

Em fevereiro e março de 2003 grupos de até 11 tubarões neonatos eram diariamente avistados nas piscinas da Enseada das Caieiras, durante a maré baixa e no início da enchente, geralmente nas barretas de acesso às piscinas, e em certas ocasiões, aprisionados nestas durante a maré baixa. Nesta mesma época, os neonatos eram também avistados na laguna do Buraco da Raquel ou na baía contígua, sempre em locais rasos próximos às margens, com menos de 40 cm de profundidade. Nestes trechos os neonatos foram vistos nadando ativamente para cercar cardumes de sardinhas ou apenas nadando lentamente próximos ao fundo.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

TABELA 1. Número de dias de amostragem ao longo dos 25 meses de trabalho de campo realizados entre 1999 e 2003 no arquipélago de Fernando de Noronha.

1999		2000								2001								
set	**out**	**mar**	**abr**	**mai**	**jun**	**jul**	**ago**	**set**	**out**	**jan**	**fev**	**mar**	**abr**	**mai**	**jun**	**ago**	**set**	**out**
2	2	4	7	3	2	18	5	3	10	1	8	9	8	2	2	5	5	8

2002					2003
jan	**jul**	**set**	**out**	**nov**	**fev**
4	17	2	3	2	17

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

TABELA 2. Sumário do esforço de amostragem, capturas, composição das classes de tamanho, marcação e recaptura de *Carcharhinus perezi* entre março de 1999 e março de 2003 no arquipélago de Fernando de Noronha. **L.A.:** número de localidades amostradas; **L.E.:** número de lançamentos de espinhéis.

Petrecho	L.A.	L.E.	Nº saídas	Horas pesca	Total capturas	%			Total marcados	Recapturas			Taxa recaptura (%)
						Neonatos	Jovens ano	Jovens		Neonatos	Jovens ano	Jovens	
Espinhéis 1999	3	7	5	15	15	0	6,6	93,3	6[C]	0	0	0	0
Linha mão 2000	18	0	52	156[A]	47	4,2	46,8	34	47	2	3	0	9,4
Linha mão 2001	88	1	48	102,4	69	36,3	37,7	26	69	1	2	3	4,9[D]
Linha mão 2002	48	0	35	98,5	7	0	14,3	85,7	7	0	0	4	3,1[E]
Linha mão 2003	25	0	19	66,6	5	20	20	60	5	0	0	0	0
Geral	**162**	**8**	**159**	**438,5**	**143**	**20,4[B]**	**38,7[B]**	**40,9[B]**	**134**	**3**	**5**	**1**	**9[F]**

[A] Considerando uma média de 3 horas de atividade em 52 dias de trabalho; [B] foram considerados apenas 137 tubarões, pois 6 deles não foram classificados nas categorias pré-estabelecidas; [C] nove indivíduos capturados durante estudos preliminares e não marcados; [D] inclui duas recapturas de um auxiliar local; [E] quatro recapturas feitas por pescadores profissionais; [F] nove recapturas feitas por mim e 11 recapturas feitas por pescadores.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

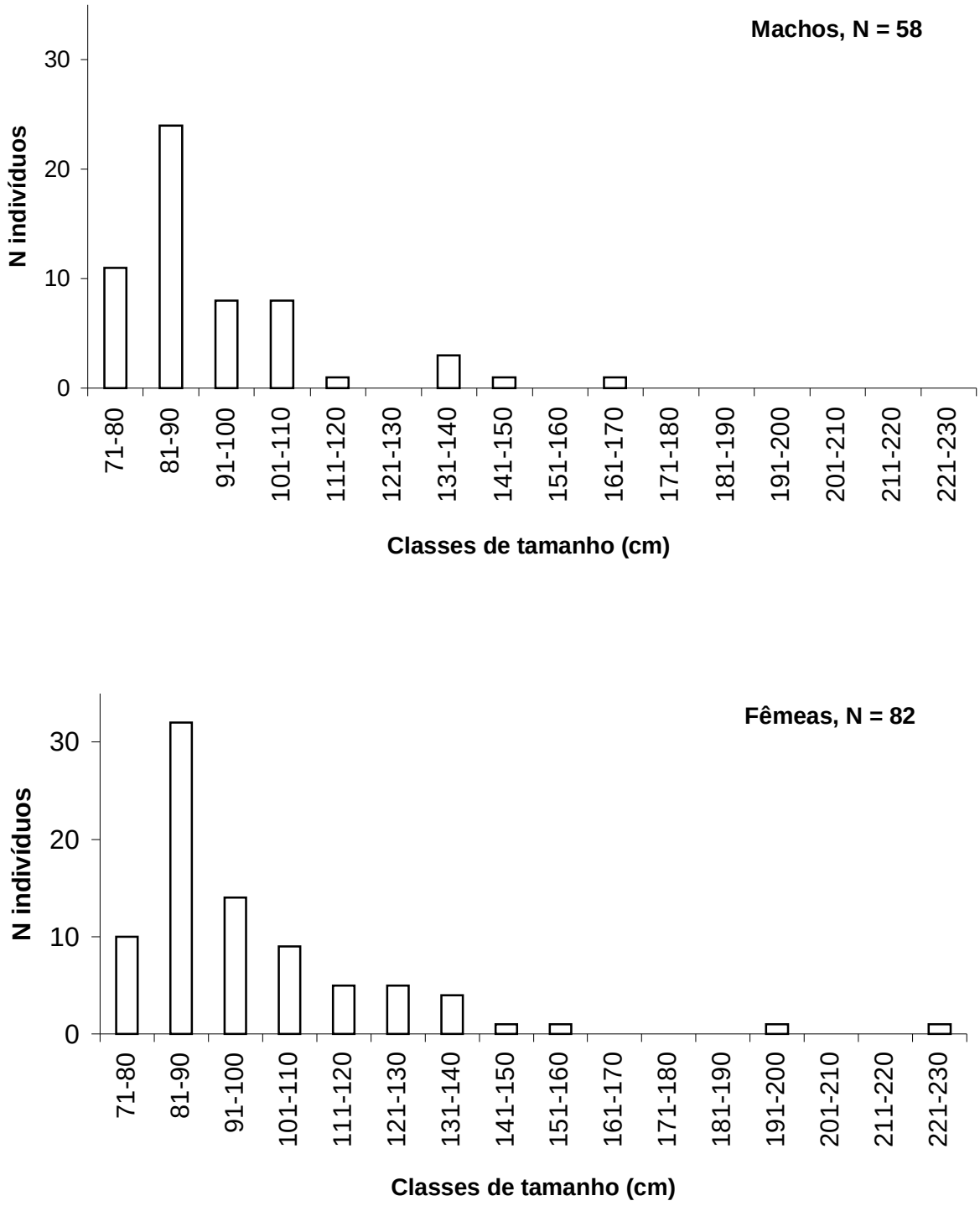


Figura 7. Distribuição das classes de tamanho de *Carcharhinus perezi* capturados no arquipélago de Fernando de Noronha entre março de 1999 e março de 2003, N = 140.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

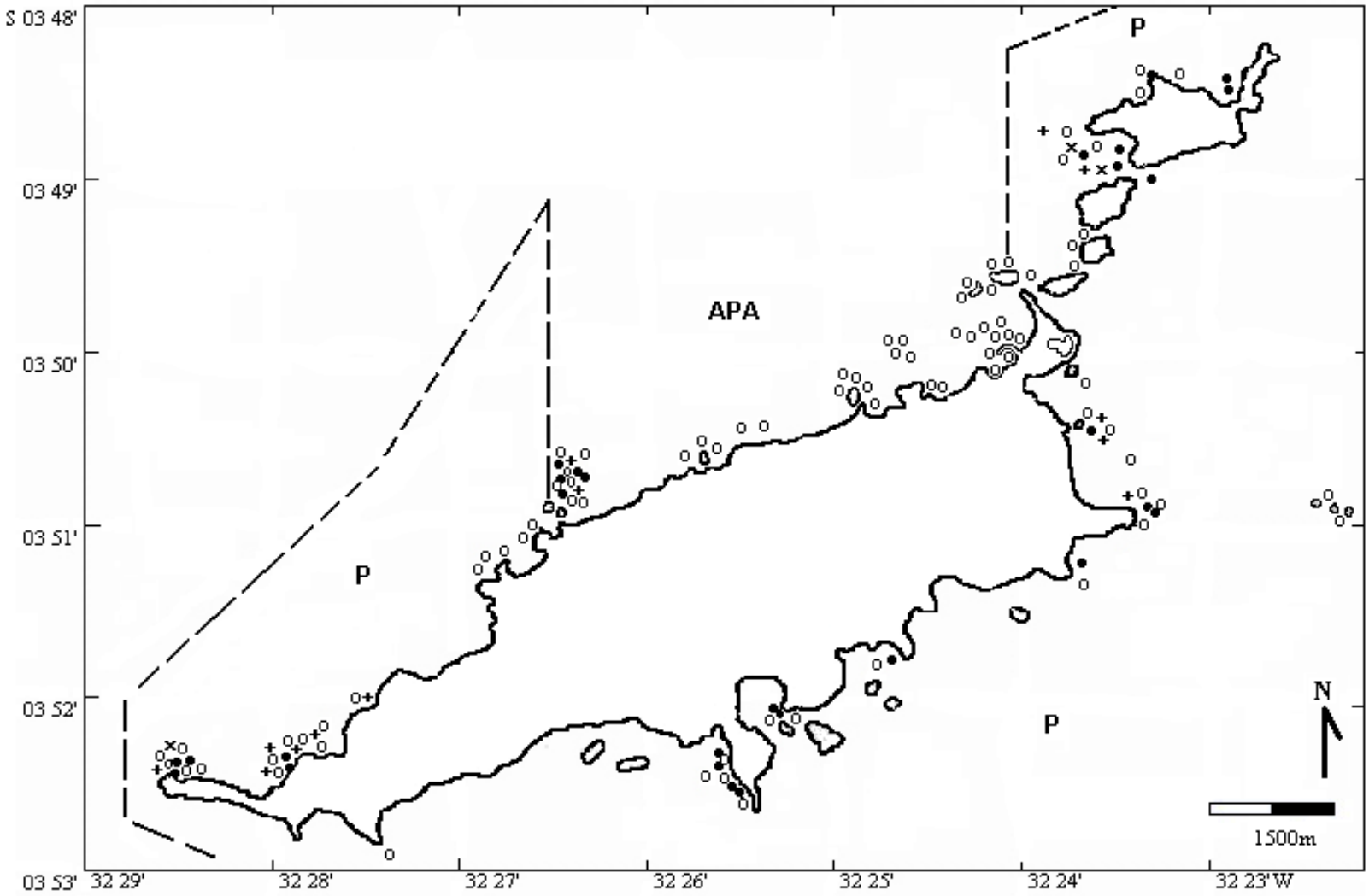


Figura 8. Localização das capturas de *Carcharhinus perezi* no arquipélago de Fernando de Noronha. CPUE: o **=** 0; **·** = 0 - 0,5; **+** = 0,5-1; **Đ** = 1-2. **P:** Parque nacional marinho; **APA:** Área de proteção ambiental.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

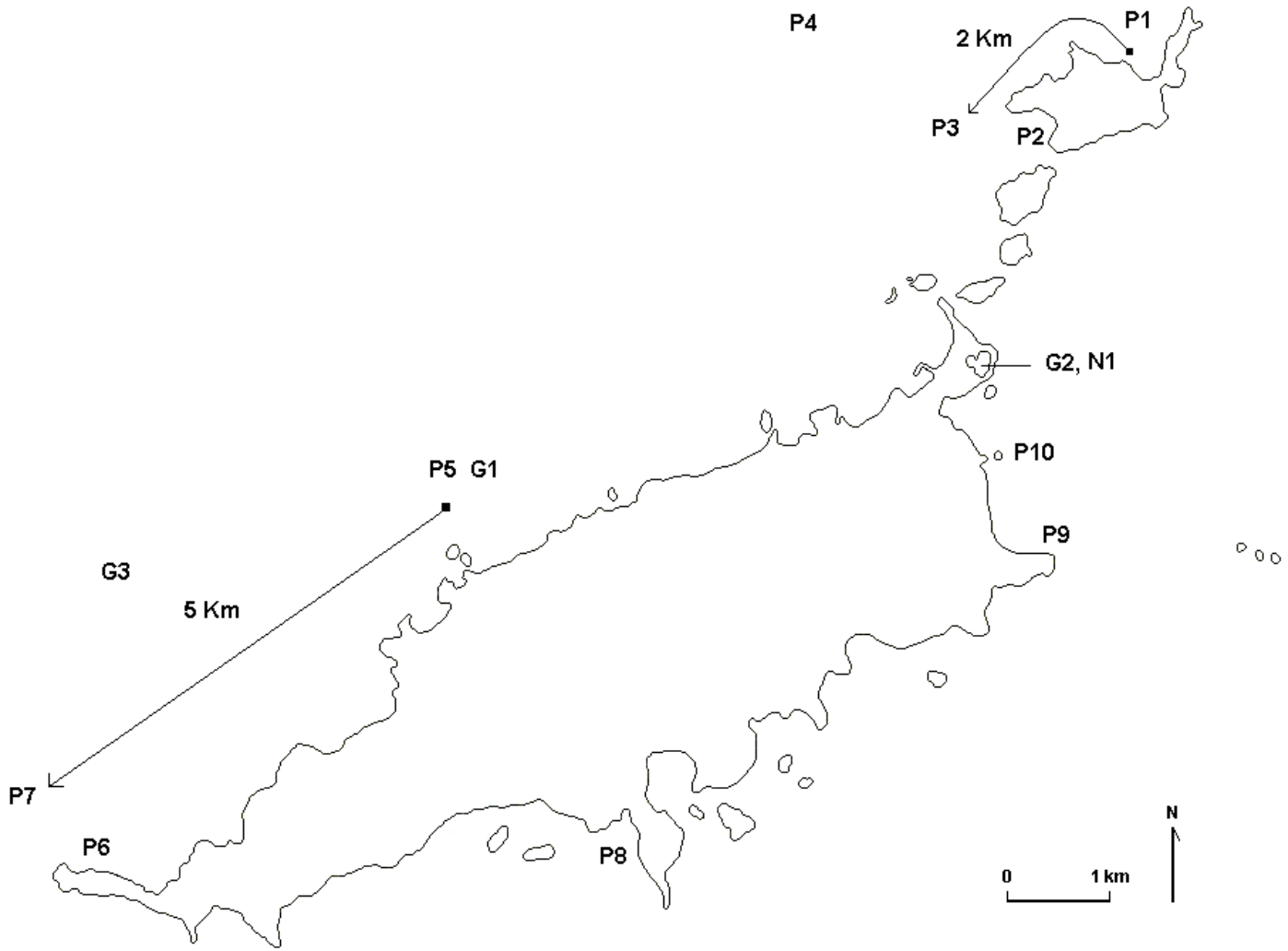


Figura 9. Localização e número de recapturas de tubarões no arquipélago de Fernando de Noronha.**P:** *Carcharhinus perezi*. **P1 =** 2 recapturas; **P2** = 3; **P3 =** marcação no Buraco do Inferno e recaptura no Canal da Ilha Rata;**P4** = 1; **P5** = 6; **P6** = 1; **P7** = marcação na Laje Dois Irmãos e recaptura no Cabeço da Sapata; **P8** = 2; **P9** = 2; **P10** = 1. **G:** *Ginglymostoma cirratum*. **G1** = 3; **G2** = 4; **G3** = 7. **N:** *Negaprion brevirostris*. **N1** = 1.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

TABELA 3. Recapturas de *Carcharhinus perezi* cujos números das marcas foram registrados (N = 13) no arquipélago de Fernando de Noronha entre março de 2001 e março de 2003.

Local marcação	Sexo	Máx.dist. (km)	Nº dias liberdade	Taxa cresc. (cm/ano)
Ressurreta	M	0	5	-
Ressurreta	F	0	11	-
Ressurreta	F	0	11	-
Buraco do Inferno	M	0	6	-
Canal da Rata	F	0	90	-
Canal da Rata	M	2	30	-
Pontinha	F	0	213	8,5*
Laje Dois Irmãos	M	0	26	-
Laje Dois Irmãos	M	0	21	-
Laje Dois Irmãos	F	0	400	-
Laje Dois Irmãos	F	0	240	-
Laje Dois Irmãos	F	5	800	18,4
Laje Dois Irmãos	F	0	400	10,1**

* O peso deste tubarão aumentou 1 kg durante o período; ** Estimativa mínima do crescimento medido a partir da carcaça do animal, que foi desembarcado sem a cabeça.

TABELA 4. Recapturas de *Ginglymostoma cirratum* (N = 7) no arquipélago de Fernando de Noronha entre março de 2001 e março de 2003.

Local marcação	Sexo	Máx.dist. (km)	Nº dias liberdade	Taxa cresc. (cm/ano)
Laje Dois Irmãos	M	0	270	14,5
Laje Dois Irmãos	M	0	320	10
Laje Dois Irmãos	F	0	420	4,2
Buraco da Raquel	F	0	360	12
Buraco da Raquel*	M	?	?	?
Buraco da Raquel**	M	0	3	
Buraco da Raquel**	M	0	4	

* Recapturado apenas com a base da marca, não tendo sido possível ver o número;

** Mesmo indivíduo recapturado em dois dias consecutivos.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

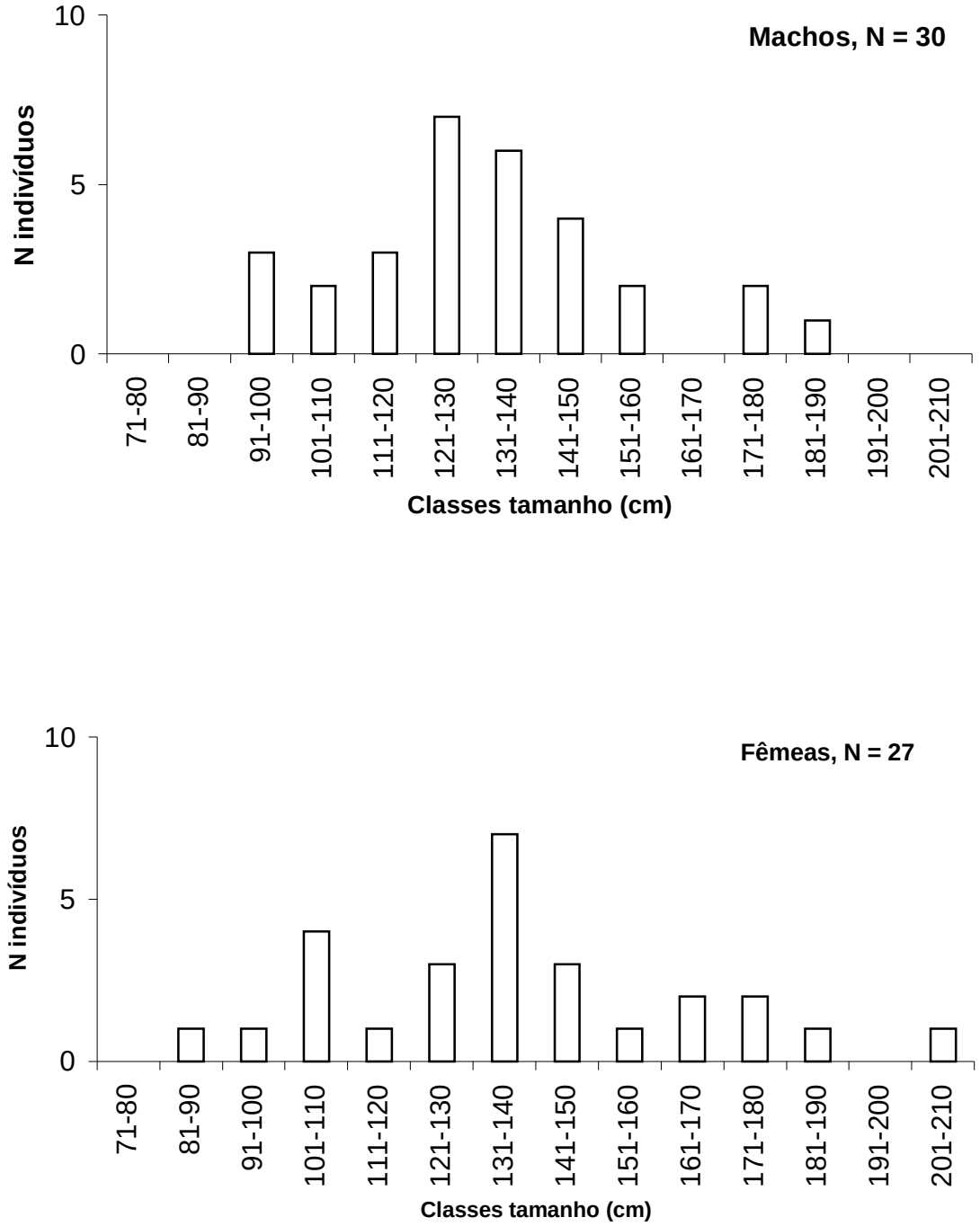


Figura 10. Distribuição das classes de tamanho de *Ginglymostoma cirratum* capturados no arquipélago de Fernando de Noronha entre março de 1999 e março de 2003, N = 57.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

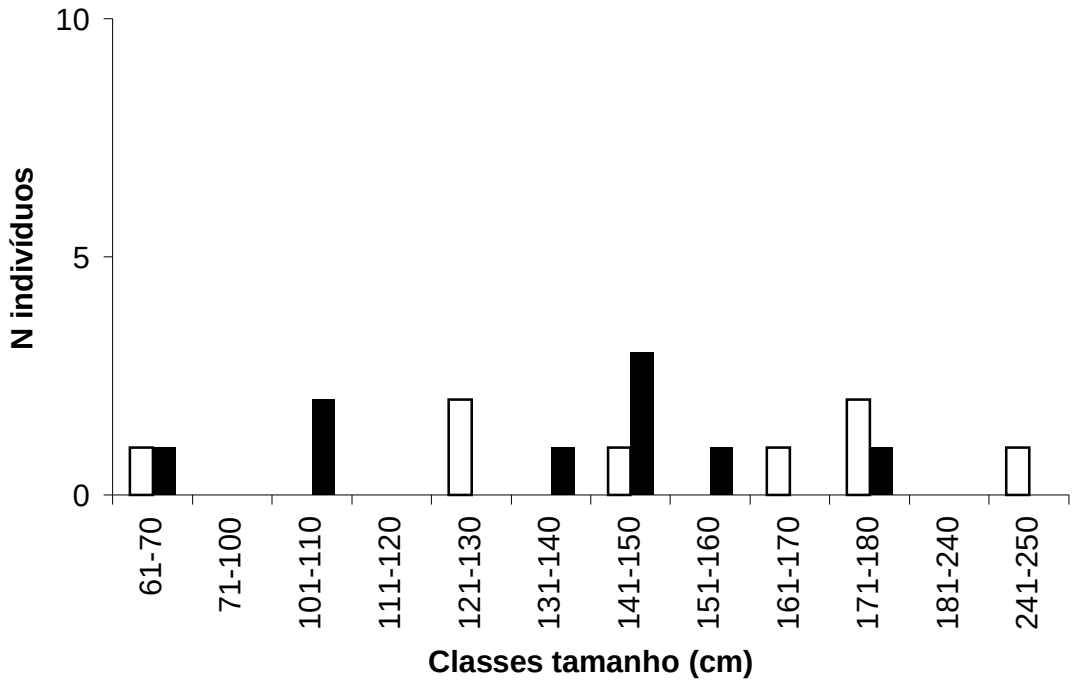


Figura 11. Distribuição das classes de tamanho de *Negaprion brevirostris* capturados no arquipélago de Fernando de Noronha entre março de 1999 e março de 2003, N = 17. As barras brancas indicam os machos (N = 8) e as brancas as fêmeas (N = 9).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

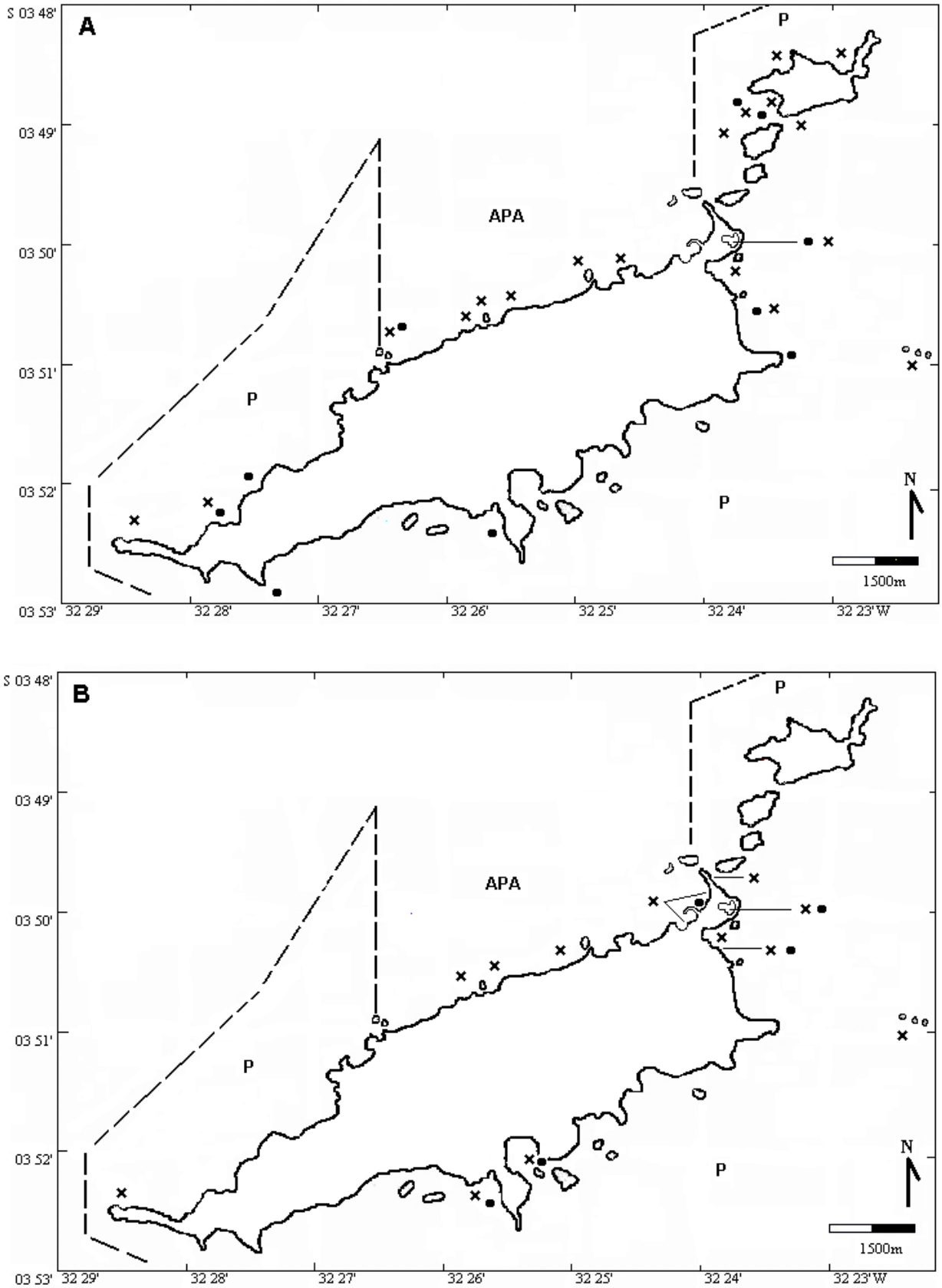


Figura 12. (A): Localização das capturas (·) e observações (Ð) de *Ginglymostoma cirratum* no arquipélago de Fernando de Noronha. **(B):** Capturas e observações de *Negaprion brevirostris*. **P:** Parque nacional marinho; **APA:** Área de proteção ambiental.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

3.5. Discussão

3.5.1. Espécies de tubarões na plataforma insular do arquipélago

Com base nas capturas realizadas com anzol e linhas de mão de fundo e de meia água, *Carcharhinus perezi* é a espécie de tubarão mais abundante na plataforma insular do arquipélago de Fernando de Noronha, conforme já relatado por outros autores (Soto, 1997). As capturas e observações realizadas durante mergulhos indicam que *Ginglymostoma cirratum* é a segunda espécie mais comum neste trecho.

Por outro lado, os indivíduos de *Negaprion brevirostris* foram raramente capturados. Apesar disso, indivíduos desta espécie também utilizam o arquipélago como área de berçário, baseado em capturas de indivíduos com corte umbilical aberto entre novembro e março, e em observações de jovens em vários locais do arquipélago ao longo do ano. Existem pelo menos dois locais específicos do Mar de Fora onde os tubarões desta espécie podem ser observados com maior freqüência: o trecho contínuo formado desde a Enseada das Caieiras até a laguna do Buraco da Raquel, e na Baía do Sueste. Uma possibilidade é que a raridade desta espécie nas capturas reflita uma maior utilização destes locais, os quais foram menos amostrados durante o estudo. Além desta hipótese de preferência espacial, é possível que assim como em outras localidades, as espécies do gênero *Carcharhinus* tenham maior sucesso na competição pelas iscas por serem mais ativos ou dominantes sobre as outras espécies (Stevens, 1984).

3.5.2. Estrutura populacional

A predominância de *Carcharhinus perezi* neonatos e jovens do ano nos trechos da plataforma insular do arquipélago com até 30 m de profundidade caracteriza o local como um berçário primário e secundário, ou seja, como um local de parto e de crescimento de jovens, segundo definição de Simpfendorfer & Milward (1993). Uma das explicações alternativas para a menor quantidade de capturas de tubarões adultos na região costeira poderia ser atribuída ao método de captura. Dentre os 11 *Carcharhinus perezi* medindo acima de 130 cm de comprimento total que foram capturados, nove indivíduos o foram com espinhéis e apenas dois com linha de mão. A maioria destes animais maiores foi capturada nos períodos crepusculares ou noturnos, corroborando a hipótese levantada por Nelson (1990) de que os tubarões maiores aproximam-se da costa principalmente nos períodos noturnos. Já no caso de *Ginglymostoma cirratum* e *Negaprion brevirostris*, tanto os tubarões de maior porte quanto os menores foram capturados com linha de mão e principalmente no período diurno.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Esse menor número de capturas e de observações de tubarões adultos na região costeira também sugere que pode haver segregação espacial entre as classes de tamanho, conforme relatado para outras espécies de tubarões (Springer, 1967; Brasntetter, 1990; Gruber *et al*., 1988). A segregação espacial também é sugerida pela maior freqüência de observações de tubarões medindo acima de 150 cm nos pontos de mergulhos com profundidades superiores a 30 m. Embora a predominância de indivíduos neonatos e jovens demonstre o uso do arquipélago como berçário, isso também pode ser resultado de uma alteração na estrutura etária desta população de tubarões, que pode ter sido causada pela exploração pesqueira ocorrida em anos recentes (Apêndice 2). Em outras localidades, a remoção de tubarões adultos pela pesca resultou em uma maior ocorrência de indivíduos pertencentes às classes de tamanho menores (Stevens, *et al*., 2000). Corroborando esta hipótese, estão os relatos dos mergulhadores que trabalhavam no arquipélago antes da pesca direcionada aos tubarões, que sempre ressaltam a relativa facilidade de observações de indivíduos medindo acima de 150 cm na época, fato extremamente raro hoje em dia. Infelizmente, devido às condições logísticas, não foi possível um maior acesso a locais mais profundos e distantes da região costeira do arquipélago com o intuito de realizar capturas de tubarões adultos. Este procedimento serviria para testar qual das três possibilidades seria a mais provável: se o espinhel captura indivíduos maiores; alteração da estrutura etária da população ocasionada pela pesca; ou segregação espacial.

Ainda que ocorra uma certa segregação espacial para *Carcharhinus perezi*, a ausência de tubarões adultos na região costeira não é completa. Observações de *Ginglymostoma cirratum* em várias regiões do arquipélago e as observações de *Negaprion brevirostris* na laguna do Buraco da Raquel e na Baía do Sueste mostram que os adultos, jovens e neonatos podem freqüentar uma mesma localidade ao mesmo tempo, estando inclusive bastante próximos entre si. No entanto, nestes casos os *Negaprion brevirostris* com comprimento total inferior a 100 cm foram normalmente observados em trechos bastante rasos e próximos às margens, de acesso mais difícil aos tubarões adultos. De qualquer forma, o monitoramento por telemetria de uma fêmea de *Carcharhinus perezi* medindo 224 cm na laguna do Buraco da Raquel também fornece evidências adicionais de que os tubarões de grande porte desta espécie podem freqüentar trechos costeiros de um berçário com relativa regularidade. É possível que a localidade da laguna, com águas normalmente abrigadas, grande quantidade de cardumes de peixes e ausência de visitação humana representem um atrativo para ocorrência destes tubarões maiores.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Apesar da possibilidade de uma presença regular em trechos rasos, os resultados sugerem que os tubarões de grande porte podem atacar prontamente indivíduos menores que estejam nadando em condição de exaustão, com deslocamento irregular. Isso é demonstrado pelo encontro das carcaças de um *Ginglymostoma cirratum* e de um *Negaprion brevirostris* no Buraco da Raquel no dia seguinte após a sua marcação. No caso do *Ginglymostoma cirratum*, que mediu 132 cm, não houve consumo da carcaça, que foi encontrada apenas com arranhões e marcas de dentes na cabeça. No mesmo dia em que a carcaça deste tubarão foi encontrada, foram observadas duas fêmeas de *Negaprion brevirostris* medindo acima de 250 cm de comprimento total na laguna, existindo a possibilidade de que tenham sido elas que atacaram o *Ginglymostoma cirratum*. Já no caso do *Negaprion brevirostris*, embora fosse um animal de porte considerável com 178 cm de comprimento total, apenas a parte anterior da carcaça foi encontrada, sendo que o restante pode ter sido consumido pelo tubarão que o atacou.

3.5.3. Recapturas e taxa de crescimento

A maior parte das recapturas mostra que os tubarões jovens apresentam movimentação restrita e fidelidade local, conforme sugerido em outras localidades (Stevens, 1984; Nelson, 1990). Isto sugere que ocorre pouco intercâmbio entre os indivíduos jovens localizados em extremidades opostas do arquipélago. Todavia, as recapturas de dois indivíduos medindo entre 110 e 150 cm, sendo um deles no Cabeço da Sapata e outro na região do talude em frente à Ilha do Meio, mostram que os tubarões ampliam sua movimentação conforme crescem, incluindo locais mais profundos e afastados da costa. Apesar desta ampliação nos movimentos, a espécie apresenta alta fidelidade local. Isso foi observado no arquipélago com recaptura de um tubarão 800 dias após sua marcação, e é confirmado pela recaptura de um indivíduo no Atlântico norte, nove anos depois da marcação e a 3,7 km do local de captura (http://na.nefsc.noaa.gov/sharks/newsletter/ 98/1998news.html, abril de 2003).

Um dos *Carchahrinus perezi* recapturados após 213 dias em liberdade exibiu uma taxa de crescimento de 8 cm/ ano. Esta taxa é relativamente lenta e similar àquelas reportadas para outras espécies do gênero (8 a 11 cm/ ano em *Carcharhinus obscurus*, Simpfendorfer, 2000 a; 10 a 11 cm/ ano para *Carcharhinus plumbeus*, Merson & Pratt, 2001). Para um dos tubarões recapturados pelos pescadores foi relatado um crescimento de 40 cm em dois anos (20 cm/ ano). Apesar do pescador ter afirmado que usou uma trena para a medição, não existe uma garantia de que a mesma foi feita de maneira correta.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

O *Ginglymostoma cirratum* recapturado 300 dias após a marcação exibiu um crescimento de 13 cm/ ano e aumento de 1 kg de peso. Em outro indivíduo, recapturado após 270 dias em liberdade, foi observado um crescimento de 9 cm, ou seja, aproximadamente 12 cm/ ano. Estes valores estão dentro da taxa de incremento anual verificada para a espécie, que é de 13,1 +- 9,5 cm/ ano (Carrier & Luer, 1990).

3.5.4. Estimativas do tamanho populacional

As estimativas populacionais foram feitas utilizando-se preferencialmente o método de Jackknife, que é um dos mais robustos para este fim (P. De Marco, Universidade Federal de Viçosa, comunicação pessoal). Estas estimativas foram feitas para determinar a quantidade aproximada de tubarões presentes na face sotavento da plataforma insular do arquipélago, fornecendo um parâmetro para embasamento da discussão sobre o manejo e conservação da espécie, que será abordada mais adiante no item 5.3. É possível que o tamanho populacional da parcela jovem da população de *Carcharhinus perezi* possa ser maior que o estimado, caso fossem incluídas no cálculo capturas realizadas na face barlavento. No entanto, os estudos anteriormente realizados no arquipélago enfocando peixes recifais sugerem que a densidade de indivíduos é menor da face barlavento, possivelmente devido às condições de mar mais agitadas neste trecho durante a maior parte do ano (Drs. Rodrigo L. Moura e Liana F. Mendes, comunicações pessoais). Dessa forma, a estimativa realizada na região até 30 m de profundidade da face sotavento pode estar razoavelmente próxima do tamanho populacional real neste trecho. No caso de *Ginglymostoma cirratum* em 2000, como não houve recapturas entre as ocasiões consideradas, as estimativas realizadas pelo programa correspondem ao número exato de capturas realizadas durante o período analisado.

3.5.5. Distribuição

De uma forma geral, as capturas e as observações indicam que *Carcharhinus perezi* é mais comum nas regiões recifais mais afastadas da linha de costa, com águas mais claras e profundas, embora também freqüente locais rasos como a laguna do Buraco da Raquel. Enquanto isso, *Ginglymostoma cirratum* e *Negaprion brevirostris* são mais comuns em trechos rasos próximos à beira da praia, nas piscinas formadas pelas cristas recifais do Mar de Fora e em locais de águas turvas.

As capturas também sugerem que *Carcharhinus perezi* não se distribui de maneira uniforme na face sotavento do arquipélago. Os tubarões foram capturados somente fora dos limites da Área de Proteção Ambiental (APA), ou seja, dentro do Parque Nacional Marinho. É importante ressaltar que em todas as 44 amostragens realizadas na APA

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

houve tentativa de atração dos tubarões com a liberação de engodo a cada intervalo de 10-15 minutos por períodos superiores há duas horas, o que foi suficiente para captura de ao menos um tubarão em outras localidades do arquipélago. Além da falta de capturas, a ausência de passagem dos indivíduos monitorados por telemetria dentro da APA também fornece evidências de que os tubarões não se distribuem uniformemente no Mar de Dentro. Todos os tubarões monitorados por mais de seis meses foram detectados por mais de um receptor, mas somente fora dos limites da APA. Mesmo assim, observações feitas principalmente durante a época dos nascimentos, e mais os relatos de capturas e de observações de tubarões por moradores mostram que a ausência destes peixes na área não é total.

Apesar das observações ocasionais de tubarões na APA, o resultado negativo das prospecções feitas na Anpesca sugere que a presença regular dos tubarões em trechos com maior modificação humana é motivada principalmente por atrativos. Esta idéia foi reforçada pelo fato de não terem sido feitas capturas quando os pescadores deixaram de descartar refugos na praia em frente ao galpão da Anpesca. As duas únicas capturas realizadas neste local foram de *Negaprion brevirostris*, o que levantou a possibilidade de que os tubarões atraídos pelo engodo estivessem vindo do Buraco da Raquel. Tal fato estimulou o remanejamento de dois receptores de telemetria para monitorar estes pontos. Nenhum tubarão foi detectado na região defronte à Anpesca, mas o monitoramento da laguna forneceu os únicos dados sobre um adulto de *Carcharhinus perezi*.

A legislação da APA prevê a utilização sustentada desta área, incluindo a pesca, captura de crustáceos e moluscos e uso recreativo de embarcações (Ferreira *et al*., 1990; Maida & Ferreira, 1997). É possível que a baixa ocorrência dos tubarões dentro da APA seja conseqüência da intensificação de seu uso nos últimos dois anos. Estudos enfocando *Ginglymostoma cirratum* e *Negaprion brevirostris* sugerem que o desaparecimento dos tubarões em outras localidades coincidiu com o aumento na utilização da região costeira e do tráfego recreativo de embarcações (Carrier & Pratt, 1998), o que vem ocorrendo com maior freqüência e com uma tendência crescente no arquipélago.

Outra explicação para a relativa raridade dos tubarões na APA seria um possível início de empobrecimento biológico deste trecho do arquipélago, o que também seria reflexo da intensificação recente de seu uso. Antes restritos a um pequeno trecho no Canal da Ilha Rata, os ouriços-brancos, *Tripneustes ventricosus* (Echinodermata) espalharam-se por toda a face sotavento do arquipélago, principalmente nos arredores do Porto. Alguns autores sugerem que a explosão populacional desta espécie, considerada invasora em determinadas situações, indique empobrecimento biológico em certos

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

ambientes marinhos. Estudos realizados no Mar Vermelho, na costa oriental da África e nas ilhas Galápagos mostraram de forma convincente, que a pesca comercial artesanal ocasionou um crescimento acelerado destas populações de ouriços, devido a alterações nas relações de competição e predação no ambiente recifal (Roberts, 1995; Mc Clanahan, 1997 e 2000; Mc Clanahan *et al*., 1996 e 1999; Ruttenberg, 2001). Os resultados destes estudos sugerem que os mesmos tipos de efeitos indiretos da pesca poderiam estar ocorrendo no arquipélago. Apesar disso, a complexidade dos ecossistemas tropicais marinhos demanda cuidado na generalização dos resultados de estudos conduzidos em outras localidades, pois existem casos em que as flutuações populacionais de ouriços são fenômenos naturais (Haley & Solandt, 2001).

3.5.6. Utilização do arquipélago como berçário

A utilização de uma área como berçário é determinada pela presença de tubarões neonatos livre-natantes (Castro, 1993), fato demonstrado no arquipélago de Fernando de Noronha. Estudos posteriores sugerem que o uso de berçários costeiros para o nascimento e crescimento de jovens oferece as vantagens seletivas de uma baixa taxa de predação, abundância de presas e hábitat apropriado durante os estágios de vida iniciais de elasmobrânquios (Brasntetter, 1990; Castro, 1993; Morrissey & Gruber, 1993 a; Merson & Pratt, 2001). A observação e captura de neonatos entre os meses de dezembro e abril está de acordo com a época de parto sugerida para a região norte-nordeste do Brasil como sendo entre novembro e dezembro, baseada na observação de fêmeas com embriões a termo nesta época (Gadig *et al*., 1996).

Os resultados indicam que os berçários de *Carcharhinus perezi* não estão localizados apenas em pontos discretos e protegidos ao redor do arquipélago. Embora exista a possibilidade de que logo após o parto os tubarões neonatos ocorram somente em locais mais abrigados, as capturas indicam que somente a profundidade e a interferência humana parecem influenciar a sua distribuição no arquipélago. Aparentemente, toda a região litorânea do arquipélago atua como área de parto, crescimento e alimentação, já que os tubarões neonatos foram capturados em locais abrigados e desprotegidos ao redor de todo arquipélago, em profundidades de até 30 m. Por outro lado, estudos realizados com *Carcharhinus limbatus* em um berçário na Flórida sugerem que os neonatos podem ficar confinados a determinados trechos para evitação de predadores (Heupel & Hueter, 2002; Heupel & Simpfendorfer, 2002). Essa distribuição mais ampla de *Carcharhinus perezi* neonatos no arquipélago pode ser reflexo de uma menor quantidade de grandes predadores destes peixes na região costeira, com base na baixa freqüência de encontro de tubarões adultos e grandes serranídeos durante

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

mergulhos. Estes últimos estão entre os poucos peixes que podem atacar tubarões jovens (Springer, 1967).

Os resultados também corroboram a idéia de que os indivíduos neonatos e jovens de espécies oceânicas tropicais de plataforma insular são encontrados no berçário durante o ano todo e ao longo dos primeiros anos de vida. De forma contrária, as espécies oceânicas e de plataforma continentais em regiões subtropicais e temperadas utilizam os berçários apenas por um breve período do ano, normalmente migrando conforme a temperatura da água declina no decorrer do ano (Castro, 1993; Simpfendorfer & Milward, 1993 & Merson & Pratt, 2001; Heupel & Simpfendorfer, 2002).

Quando do início desta pesquisa, não havia registros de localidades utilizadas como berçários por *Carcharhinus perezi* ao longo de toda sua área de distribuição. A partir de 1999, foram feitos vários registros de capturas de neonatos ou observações de jovens desta espécie medindo comprimento total inferior a 100 cm. Isso sugere a possibilidade que outras localidades sejam utilizadas como berçário ou área de dispersão de jovens no Atlântico sul (Figura 2A): Parcel Manoel Luís (MA) (Motta *et al*., 1999; Rocha & Rosa, 2001; Rocha, comunicação pessoal); Atol das Rocas (RN) (capturas de neonatos realizadas durante expedições científicas); arquipélago de Abrolhos (BA) (capturas de jovens medindo comprimento total inferior a 100 cm; Gadig & Gomes, 2002); e ilhas da Trindade e Martim Vaz (ES) (Gasparini & Floeter, 2001). No Atlântico norte, o atol Glover's Reef, em Belize, também é um berçário, sendo possível a existência de outros próximos às Bahamas (Demian Chapman, Nova Southeastern University, comunicação pessoal).

No Estado do Ceará, onde podem ocorrer desembarques da pesca feita no Estado do Maranhão e no Estado do Pará, não existem registros de neonatos e a ocorrência de *Carcharhinus perezi* tem diminuído desde 1999 (M. Furtado-Neto, UFCE, comunicação pessoal). Infelizmente não existem dados atualizados sobre a região do Maranhão para saber se o mesmo ocorre naquele estado. Já no arquipélago de Abrolhos a freqüência de observação e de captura de neonatos e de indivíduos de outras classes de tamanho é bem menor que aquela do arquipélago de Fernando de Noronha e do Atol das Rocas (R.L. Moura, comunicação pessoal). No caso das Ilhas da Trindade e Martim Vaz, a espécie é considerada comum, com a observação de pelo menos um indivíduo em cada mergulho (Gasparini & Floeter, 2001). No arquipélago de São Pedro e São Paulo, localizado a uma distância relativamente próxima do arquipélago de Fernando de Noronha e do Atol das Rocas, a espécie aparentemente não é comum (Ingrid D. Farias, Laboratório de Biologia Pesqueira da UFRPE, comunicação pessoal). Portanto, os dados atualmente

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

disponíveis indicam que os maiores berçários de *Carcharhinus perezi* no Atlântico sul aparentemente são o arquipélago de Fernando de Noronha e o Atol das Rocas.

A observação de um casal de *Carcharhinus perezi* momentos após a cópula sugere que o arquipélago de Fernando de Noronha, além de uma área de parto, também pode ser um local de acasalamento desta espécie. Isso porque as áreas de acasalamento e parto de tubarões podem ocorrer em localidades geograficamente distintas (Springer, 1967). Esta informação é, portanto, extremamente valiosa e que ressalta ainda mais a importância do arquipélago para a espécie. Este também pode ser um dos motivos pelos quais os tubarões adultos freqüentam ocasionalmente a região costeira do arquipélago. Possivelmente o local também é utilizado para este fim por *Ginglymostoma cirratum* e *Negaprion brevirostris*, que normalmente copulam em águas rasas próximas à linha da costa (Carrier & Pratt, 1998; Feldheim *et al*., 2002).

O arquipélago de Fernando de Noronha aparentemente também é utilizado como berçário pelas espécies de elasmobrânquios mais comuns do local, baseado na observação de indivíduos neonatos de diferentes espécies ao longo do ano. Nos trechos rasos próximos à beira da praia podem ser observados neonatos de *Negaprion brevirostris* e *Ginglymostoma cirratum*, além das raias prego *Dasyatis americana* e chita *Aetobatus narinari*. Tubarões-lombo-preto *Carcharhinus falciformis*, que possuem maior atividade pelágica próximo a plataformas costeiras e insulares (Compagno, 1984), podem ser avistados próximos à superfície no Naufrágio da Corveta e em outros pontos do talude insular, na região cuja profundidade varia desde 60 até 90 m. Tais berçários comunitários de elasmobrânquios já foram observados em localidades da Flórida e da Austrália (Springer, 1967; Castro, 1993; Simpfendorfer & Milward, 1993). Embora os neonatos em berçários comunitários possam estar sujeitos a uma maior chance de competição por recursos alimentares, alguns fatores parecem contribuir para diminuir esta competição. Simpfendorfer & Milward (1993) sugerem que a época em que os neonatos são comuns coincide com o período no qual suas presas também atingem os máximos níveis de abundância, e pode haver uma certa separação sazonal, espacial ou temporal no uso do hábitat pelas espécies.

Embora não existam evidências da utilização de localidades de berçário específicas para *Carcharhinus perezi* ao redor do arquipélago, o mesmo aparentemente não ocorre para *Negaprion brevirostris*. Com base nas observações e nas capturas em ambas as faces do arquipélago, as maiores concentrações de tubarões-limão neonatos parecem ocorrer na região contínua desde a Enseada das Caieiras até a laguna do Buraco da Raquel e na Baía do Sueste. Nestes locais a presença de neonatos de

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Negaprion brevirostris é comum na beira da praia, nas piscinas de maré e nos trechos rasos próximos a borda externa dos recifes. Na Enseada das Caieiras eles parecem ocorrer preferencialmente em uma piscina que possui duas barretas de acesso, o que provavelmente facilita sua fuga em caso de ameaça. Uma característica comum de todos estes trechos mencionados é que todos eles possuem águas rasas e turvas e com fundo geralmente coberto por algas pardas ou rochas. A combinação destas características fornece uma grande quantidade de abrigos de difícil acesso a tubarões de maior porte, além de concentrar grandes cardumes de peixes, principalmente sardinhas, que podem ser utilizados como alimento. A seleção deste tipo de características físicas por *Negaprion brevirostris* já foi observada em outros berçários da espécie (Morrissey & Gruber, 1993 b).

3.5.7. Utilização da laguna do arquipélago

A utilização de lagunas por tubarões é relativamente comum em locais onde estas ocorrem (Mc Kibben & Nelson, 1986; Economakis & Lobel, 1998 e observações no Atol das Rocas). No arquipélago de Fernando de Noronha o ambiente lagunar constituído pelo Buraco da Raquel é utilizado pelas três espécies de tubarões costeiros do local. No entanto o uso da laguna por *Carcharhinus perezi* somente foi demonstrado através do monitoramento por telemetria, já que as 36 tentativas de captura e vários mergulhos realizados no local entre 1999 e 2003 indicavam somente a ocorrência de *Ginglymostoma cirratum* e *Negaprion brevirostris*. Uma das possibilidades é que *Carcharhinus perezi* provavelmente apresente uma maior mobilidade relativa em relação às outras duas espécies, estando mais associada ao ambiente pelágico que bentônico. Portanto a presença da primeira espécie na laguna e o seu encontro durante mergulhos poderia ser uma questão circunstancial. De qualquer maneira, os resultados sugerem uma maior predominância de *Ginglymostoma cirratum* e *Negaprion brevirostris* na laguna. As recapturas e o monitoramento por telemetria indicam uma taxa de emigração constante da laguna pelas três espécies. Alguns dos tubarões freqüentam regularmente o local, enquanto outros podem passar uma única vez e não retornarem mais.

As observações realizadas sugerem que a laguna é usada como área de alimentação, descanso e limpeza pelos tubarões. A grande quantidade de cardumes de peixes e o ataque de dois tubarões marcados no local sugerem a possibilidade da laguna também ser usada como área de alimentação. As observações de tubarões repousando sobre o fundo de areia demonstram sua utilização como área de descanso. Enquanto descansam, os tubarões podem ser limpos por peixes que normalmente os seguem, como as rêmoras, embora essa atividade certamente ocorra em outros locais. A baía contígua à laguna possui águas rasas e mais quentes que as da laguna, sendo um local onde é

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

comum avistar agrupamentos de até 15 tubarões de vários tamanhos. Uma explicação para estes agrupamentos é que as águas rasas e mais aquecidas da baía podem contribuir para conservação de energia e manutenção de uma performance metabólica ótima, ou ainda para permitir interações sociais durante períodos de inatividade, conforme verificado em outros locais (Economakis & Lobel, 1998).

3.5.8. Parasitas e uso de estações de limpeza

Parasitas foram encontrados sobre a superfície do corpo, boca, cavidade nasal, cloaca e clásperes dos tubarões capturados. Os parasitas copépodos foram encontrados unicamente em *Carcharhinus perezi* jovens, e apenas um hirudíneo encontrado próximo à cloaca da fêmea de 224 cm. Os parasitas hirudíneos foram observados principalmente em *Ginglymostoma cirratum* e *Negaprion brevirostris*. Segundo Springer & Gold (1989) e Cheung (1993), as diferentes espécies de parasitas podem apresentar preferências por determinados hospedeiros, o que provavelmente também está relacionado ao modo de vida do hospedeiro, com maior atividade pelágica ou bentônica.

Em relação às observações e filmagens de *Carcharhinus perezi* sendo limpos por *Elacatinus* sp. na Laje Dois Irmãos, Sazima & Moura (2000) comentam que os indivíduos jovens devem freqüentar estações de limpeza pelo fato de que normalmente não possuem rêmoras fixadas ao corpo, como os indivíduos adultos.

As observações de tubarões de grande porte em repouso no Cabeço da Sapata devem estar relacionadas ao ainda incompreendido estado letárgico que ocasionalmente ocorre nesta espécie (Perrine, 1989). Reforçando esta idéia, está o fato de que estes tubarões não se afastaram com a aproximação dos mergulhadores, o que ocorria prontamente no caso das estações de limpeza (Sazima & Moura, 2000). Embora um destes tubarões estivesse sendo limpo por uma rêmora, isso provavelmente poderia ocorrer em qualquer local onde o animal estivesse repousando.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

3.6. Conclusões

1. Com base nas capturas realizadas com anzol e linhas de mão de fundo e meia água, *Carcharhinus perezi* é a espécie de tubarão mais abundante no trecho da plataforma insular do arquipélago de Fernando de Noronha que vai até 30 m de profundidade. *Ginglymostoma cirratum* é a segunda espécie de tubarão mais comum do local.

2. Dentre as três espécies de tubarões do arquipélago com maior ocorrência na plataforma insular, *Negaprion brevirostris* foi a menos comum. Os indivíduos desta foram observados com maior freqüência e capturados somente no trecho contínuo formado pela Enseada das Caieiras até a laguna do Buraco da Raquel e na Baía do Sueste, o que pode refletir uma preferência por este tipo de hábitat.

3. A plataforma insular é utilizada por *Carcharhinus perezi* como local de parto e de dispersão de jovens. O arquipélago de Fernando de Noronha é um dos principais berçários da espécie no Atlântico sul.

4. Foi observada segregação espacial mais marcante entre as classes de tamanho de *Carcharhinus perezi*. Não ocorre segregação espacial em *Ginglymostoma cirratum* e *Negaprion brevirostris* pois foram observados indivíduos neonatos, jovens e adultos freqüentando a região próxima à linha costeira do arquipélago.

5. As recapturas mostram que os *Carcharhinus perezi* jovens apresentam movimentação restrita e fidelidade local. Os indivíduos jovens ampliam sua movimentação conforme crescem, incluindo locais mais profundos e afastados da costa.

6. O arquipélago de Fernando de Noronha também é utilizado como berçário e área de dispersão de jovens por *Ginglymostoma cirratum* e *Negaprion brevirostris*.

7. As capturas demonstram que as três espécies de tubarões utilizam com menor freqüência o trecho da Área de Proteção (APA) do arquipélago, o que possivelmente está relacionado a uma intensificação da utilização humana e a indícios de empobrecimento biológico desta região nos últimos anos.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

4. MOVIMENTAÇÃO, ATIVIDADE E USO DO HÁBITAT PELOS TUBARÕES DO ARQUIPÉLAGO DE FERNANDO DE NORONHA

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

4.1. Métodos

4.1.1. Funcionamento do equipamento de telemetria ultra-sônica

Os transmissores de telemetria para estudos em ambientes marinhos produzem vibrações em freqüências ultra-sônicas por meio de um transdutor, que é um dispositivo que transforma energia de uma forma para outra, por exemplo, energia elétrica em energia acústica. Os transdutores geralmente são cilindros de cerâmica, sendo ressonados através de vibrações induzidas por um circuito oscilador (Winter, 1992).

No presente trabalho foram utilizados transmissores ultra-sônicos Vemco V16-4Hs (Vemco Ltda., http://www.vemco.com, janeiro de 2000), que medem 65 mm de comprimento por 16 mm de diâmetro, operando na freqüência de 69 kHz e possuem uma bateria cuja duração é de 18 meses. Estes transmissores produzem uma série de pulsos que são emitidos aleatoriamente a cada 45-70 segundos, seguida por um período de silêncio. Este período de silêncio permite que transmissões dentro de uma mesma freqüência sejam detectadas. Caso duas transmissões coincidam em uma ocasião, na próxima vez elas serão emitidas em intervalos de tempo diferentes. Além disso, o tempo de vida da bateria do transmissor pode se estender até cinco vezes mais do que se a transmissão de pulsos fosse contínua. Desta forma, vários códigos de identificação individual podem existir em uma mesma freqüência e vários transmissores podem ser detectados no mesmo local, praticamente ao mesmo tempo (Voegeli *et al*., 2001). Para ativação do transmissor basta soldar dois fios localizados em uma das extremidades do mesmo, e em seguida, prender o ponto de solda ao corpo do transmissor e isolá-lo com resina de epóxi, comercializada na forma de cola "Araldite®".

Os transmissores V16-4Hs são detectados por receptores automatizados de freqüência única Vemco VR1, que são constituídos por cilindros de PVC rígido que medem 33 cm de comprimento por 6 cm de diâmetro e pesam 1 kg. Estes receptores possuem um pequeno hidrofone na sua extremidade superior para captação dos sinais emitidos pelos transmissores e funcionam com pilhas de lítio de tamanho médio, que possibilitam seu funcionamento intermitente por seis meses. Os receptores podem detectar os transmissores num raio de até 500 m. Quando um tubarão marcado com transmissor passa dentro do raio de alcance do receptor, são registrados a data, o horário e número de identificação do transmissor (Voegeli *et al*., 2001) (Figura 13).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

4.1.2. Implante cirúrgico dos transmissores de telemetria ultra-sônica

Após a captura e imobilização, os tubarões eram submetidos aos procedimentos de coleta de dados descritos no item 3.1.4 e 3.1.5., sendo em seguida trazidos para o convés do barco com as mãos ou uma padiola (Carey & Scharold, 1990) para implantação cirúrgica do transmissor ultra-sônico em sua cavidade abdominal (Mc Kibben & Nelson 1986; Morrissey & Gruber, 1993 a). O tubarão era posicionado com o ventre para cima dentro de uma calha cheia d'água, e após um breve período de poucos segundos ou minutos, esta inversão resultava no início de um estado de imobilidade tônica (Davie, Franklin & Grigg, 1993; Henningsen, 1994). Uma incisão de aproximadamente três centímetros era feita com bisturi numa posição anterior a origem das nadadeiras pélvicas (Morrisey & Gruber, 1993 a), onde a camada muscular é mais delgada. O transmissor era inserido através desta abertura, estando envolvido por uma camada de parafina para impedir que suas bordas causassem danos aos órgãos internos do tubarão (Holland *et al*, 1999). A incisão era fechada com fio de sutura mononylon 0-1 ou 0-2, com três ou quatro nós de cirurgião, conforme demonstrado por Turner & McIlwraith (1985). Durante a cirurgia, eram despejados lentamente de três a quatro baldes d'água por minuto dentro da boca do tubarão, para ventilação das brânquias. No caso da embarcação possuir bomba d'água acoplada ao motor, uma mangueira de água circulante era colocada dentro da boca para auxiliar a respiração (Carey & Scharold, 1990). Após o término da cirurgia, que durava entre 10 e 20 minutos, o tubarão era colocado na água ao lado da embarcação, com o dorso para cima, e movimentado em "S", para aumentar a ventilação das brânquias e facilitar sua recuperação para que o mesmo pudesse ser liberado.

4.1.3. Instalação dos receptores de telemetria automatizados

Dez receptores automatizados Vemco VR1 (Voegeli *et al*., 2001) foram presos ao fundo em ancoragens naturais como rochas ou recifes. Para fazer a base da ancoragem, as rochas e recifes eram envolvidas com correntes de aço galvanizado, cujas extremidades eram presas com manilhas. O receptor era preso às correntes através de manilhas, mosquetões de aço inoxidável, ou ainda através de cabos alcatroados ou de polipropileno. Quando os receptores eram presos com cabos, foram utilizados grampos de espinhel com destorcedores ou destorcedores gigantes para impedir que estes se torcessem excessivamente devido à correnteza, o que poderia causar seu rompimento. A estrutura foi mantida ereta na coluna d'água por meio de

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

uma bóia (Figura 13). A profundidade em que os receptores foram instalados variou de acordo com as características físicas do local. Por exemplo, em locais rasos e com fundo rochoso, o receptor foi posicionado no meio da coluna d'água para maximizar seu alcance e impedir que a cobertura do fundo pudesse causar interferências ou reverberações no sinal emitido pelos transmissores.

Para escolha dos locais de ancoragem foi utilizada uma técnica de mergulho em apnéia de reboque, na qual uma prancha de madeira é puxada por um cabo preso à popa de uma embarcação. Esta técnica permite cobrir grandes extensões em pouco tempo sendo também possível mergulhar para melhor avaliação do local. Cada ponto de ancoragem teve sua localização determinada com GPS e marcações de terra.

4.1.4. Distribuição dos receptores de telemetria

Para habituação à técnica de monitoramento, quatro receptores de telemetria foram instalados e oito tubarões tiveram transmissores ultra-sônicos implantados cirurgicamente em suas cavidades abdominais entre 14 de março e 30 de abril de 2001. Os receptores foram instalados no Buraco do Inferno, no Canal da Ilha Rata e na Laje Dois Irmãos. Em razão da grande extensão desta última, dois receptores foram posicionados nesta localidade, sendo um deles na parte rasa (10 m) e outro na parte funda (22 m). Os transmissores foram implantados em três tubarões capturados no Buraco do Inferno, dois tubarões no Canal da Ilha Rata e três tubarões na Laje Dois Irmãos. No Canal da Ilha Rata o receptor foi inicialmente posicionado exatamente entre as duas ilhas que formam o canal. No entanto, este receptor não acusou nenhum registro dos tubarões durante os 45 dias iniciais de monitoramento. Como os tubarões haviam sido capturados no final do canal, uma das possibilidades era que os mesmos não tivessem se deslocado canal acima, na direção do receptor. A partir de maio o receptor foi posicionado na porção final do canal, onde passou a registrar a presença de um dos animais. Os 47 dias iniciais de monitoramento na Laje Dois Irmãos demonstraram que o sinal emitido pelos transmissores dos tubarões era captado por ambos receptores. Por este motivo, optou-se em manter apenas o receptor ancorado na parte funda, o qual oferecia a possibilidade de inspecionar uma maior área.

Após esta fase inicial, foi elaborado um protocolo para o estudo de telemetria, que consistia em implantar transmissores em dois tubarões capturados próximos à ancoragem de cada um dos dez receptores existentes, totalizando 20 animais. Os receptores foram posicionados a aproximadamente 500 m da costa, sendo distribuídos

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

da maneira o mais eqüidistante possível e ao longo dos aproximadamente 14 km de extensão da linha costeira do Mar de Dentro (Figura 14). Mesmo assim, em todos os casos a distância entre dois receptores vizinhos foi superior a um quilômetro, pois mesmo que estivessem alinhados lado a lado, os receptores cobririam somente uma extensão de 10 km. Esse fato pode ter gerado lacunas no acompanhamento dos tubarões quando estes se deslocavam de uma região para outra. Isso pode ter ocorrido principalmente entre o Buraco do Inferno e Canal da Rata e no trecho entre Zé Ramos, Buracão e Ponta da Sapata. Apesar disso, esta distribuição dos receptores foi mantida ao longo do estudo por ter sido a melhor forma encontrada para cobrir a maior área possível do Mar de Dentro.

4.1.5. Remanejamento dos receptores de telemetria

Em vista do baixo número de capturas numa grande extensão da face sotavento do arquipélago (ver CPUE, item 3.4.2.1 c), não foi possível capturar tubarões próximos aos receptores N°s 3, 4, 5 e 6, e durante o ano de 2001 nenhum tubarão com transmissor foi detectado nas áreas de recepção destes aparelhos.

Como conseqüência da perda dos receptores N°s 5 e 10 em janeiro de 2002 e da falha de funcionamento apresentada pelo receptor N° 7 em março deste ano, os receptores N°s 4 e 6 foram retirados, sendo um deles ancorado no ponto 10, e o outro no ponto 7, onde anteriormente foram observadas altas freqüências de registros. Portanto, oito receptores estiveram em uso durante o primeiro semestre de 2002 (Figura 15 A). Após ter sido consertado, o receptor que havia falhado foi ancorado no centro da laguna do Buraco da Raquel no final de julho. Em agosto o receptor do ponto 3, que não havia acusado nenhum registro em 15 meses de monitoramento, foi reposicionado a uma distância de 350 m da Anpesca. Esta distribuição dos receptores foi mantida até o término do monitoramento, em março de 2003 (Figura 15 B).

O último remanejamento dos receptores foi realizado entre julho e agosto de 2002. Isso porque os pescadores locais relataram a captura de tubarões defronte à Anpesca ao anoitecer durante a temporada de pesca de atuns, entre março e julho. Nesta época uma média de 50 kg de refugos da pesca eram diariamente descartados na praia. Dessa forma, a mudança no posicionamento dos receptores foi motivada pela oportunidade de monitorar a presença dos tubarões em uma área pouco freqüentada pelos mesmos, o que poderia estar sendo influenciada pelo engodo. Além disso, este remanejamento seria uma alternativa para manutenção da pesquisa sem a

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

necessidade de uma embarcação para realizar as capturas e descarregamento dos receptores.

4.1.6. Descarregamento dos dados armazenados pelos receptores

Em 2001 os dados armazenados pelos receptores foram descarregados a cada dois meses. A operação de descarregamento dos dados consistia em navegar até o ponto de ancoragem com GPS ou com marcações de terra, segurando-se na borda da embarcação com uma das mãos e com equipamento de apnéia para localizar a bóia da ancoragem. Após a localização da bóia, descia-se até a base da ancoragem com equipamento de mergulho autônomo e prendia-se na mesma, que era utilizado para amarrar a embarcação naquele ponto. Em seguida o receptor, os cabos e a bóia eram retirados da água e trazidos para o convés do barco. Através de uma interface, o receptor era conectado a um computador portátil para onde os dados eram transferidos. O computador era embalado em filme de PVC e colocado em uma maleta estanque Pelican® para prevenir contra a umidade e maresia. Após a transferência, o receptor, cabos e a bóia eram raspados com uma escova ou com as costas de uma faca para retirar algas e outros organismos incrustados, e toda a estrutura era novamente presa à ancoragem. Cada operação durava entre 40 e 50 minutos, incluindo a localização, a retirada, a limpeza e manutenção do equipamento, o descarregamento dos dados e a reinstalação do receptor. Após seis meses, as baterias dos receptores eram substituídas para continuidade do monitoramento.

Ocorreram três lacunas no monitoramento dos tubarões durante o desenvolvimento da pesquisa entre o final de 2001 e ao longo de 2002. A primeira delas foi de 90 dias na Ponta da Sapata, entre dezembro de 2001 e março de 2002, devido à perda do receptor durante as ondulações de janeiro. A segunda lacuna foi de 40 dias, entre março e abril na Laje Dois Irmãos, devido a uma falha de funcionamento do receptor. A terceira lacuna foi de 160 dias e ocorreu entre abril e agosto. O computador apresentou uma falha em seu disco rígido, o que impediu o acesso aos dados recém transferidos dos receptores e impossibilitou a realização de cópias de segurança, após finalizar o descarregamento de dados. O computador foi enviado para a assistência técnica autorizada numa tentativa de recuperar os dados, mas foi roubado durante o transporte.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

4.2. Análise dos dados

4.2.1. Movimentação, presença, atividade e tempo de permanência

No monitoramento por telemetria ultra-sônica, cada registro de um determinado tubarão foi contabilizado como sendo uma freqüência de presença. Deste modo, para cada um dos tubarões acompanhados por mais de seis meses foi preparado um gráfico contendo o número total de freqüências acumulados em cada um dos meses de monitoramento, e outro gráfico contendo o número total de freqüências acumuladas em cada uma das horas do ciclo de 24 horas. Para o cálculo do tempo de permanência dentro da área de alcance de um dado receptor estimou-se que os registros (ou freqüência) ocorreram em média, a cada 60 segundos, considerando-se que o transmissor emite sinais a cada intervalos de 45-70 segundos. Dessa forma, o número de registros corresponde ao número de minutos que o tubarão permaneceu em cada local.

4.2.2. Cálculo dos espaços de atividade

Os pontos de monitoramento onde cada tubarão foi detectado foram marcados em mapas individuais. Os pontos localizados na periferia desta área foram conectados, formando um Mínimo Polígono Convexo (Mohr, 1947), excluindo-se as porções de áreas emersas dentro de cada polígono para evitar uma superestimação do tamanho real do mesmo (Morrissey & Gruber, 1993 a). Dentro de cada polígono também foi calculado o espaço de maior atividade, ou seja, a área onde o maior número de registros foi detectado. Ambas as áreas foram calculadas através do "software" Tracker®, empregado em estudos de telemetria de mamíferos carnívoros (Oliveira, 2002).

4.2.3. Índice de sobreposição dos espaços de atividade (IS)

Este índice foi utilizado para estimar a sobreposição entre os espaços de atividade de dois tubarões que freqüentavam uma mesma região, e estimar o grau de sociabilidade entre dois indivíduos (Morrissey & Gruber, 1993 a).

IS = [OV (A1 + A2)] / (A1 + A2), onde [OV (A1 + A2)] é a área de sobreposição entre dois espaços de atividade vizinhos, e (A1 + A2) é a soma destes dois espaços. As áreas foram calculadas com o "software" Tracker®.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

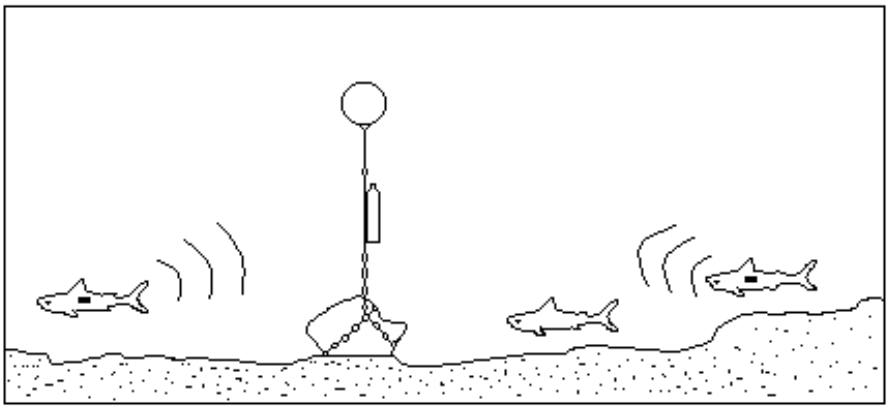


Figura 13. Representação esquemática da ancoragem e do funcionamento dos receptores de telemetria automatizados. Toda vez que um tubarão marcado um transmissor ultra - sônico passa dentro do raio de alcance de 500 m do receptor é registrado o número de identificação do transmissor, a data e o horário da passagem do animal.

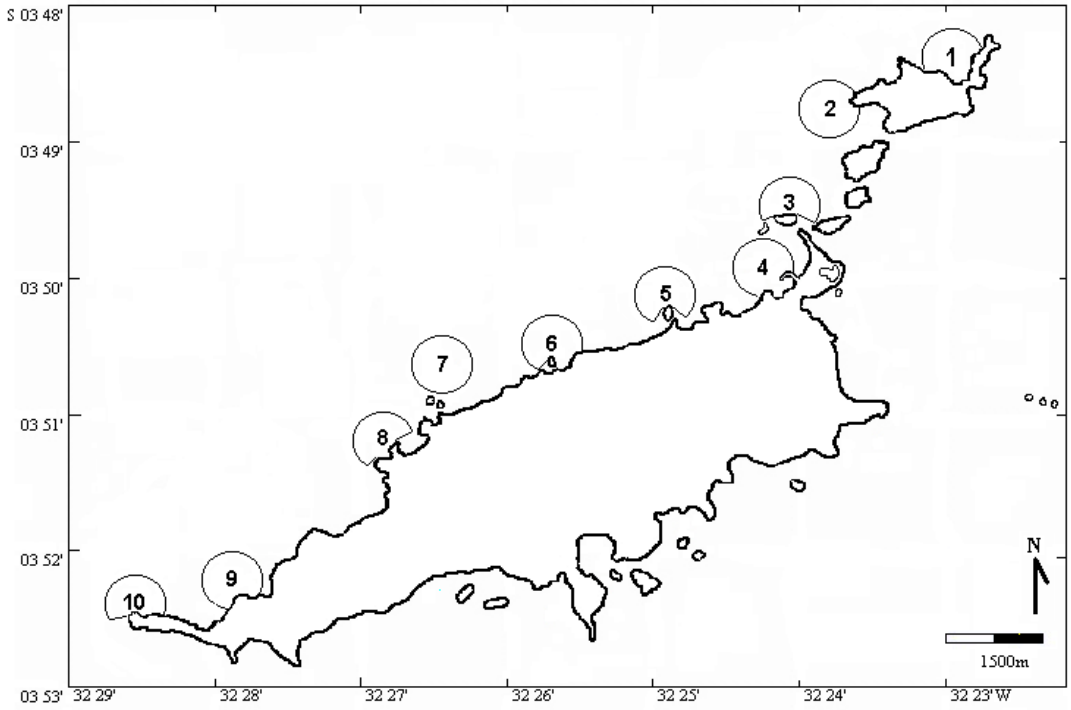


Figura 14. Distribuição dos receptores de telemetria automatizados ao longo da linha costeira da face sotavento do arquipélago de Fernando de Noronha entre março e dezembro de 2001. Os círculos numerados indicam a localização de cada receptor e a área de 1 km de diâmetro inspecionada por cada um: **1** Buraco do Inferno, **2** Canal da Rata, **3** Ilha de S. José, **4** Porto, **5** Morro de Fora, **6** Boldró, **7** Laje Dois Irmãos, **8** Zé Ramos, **9** Buracão e **10** Ponta da Sapata.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

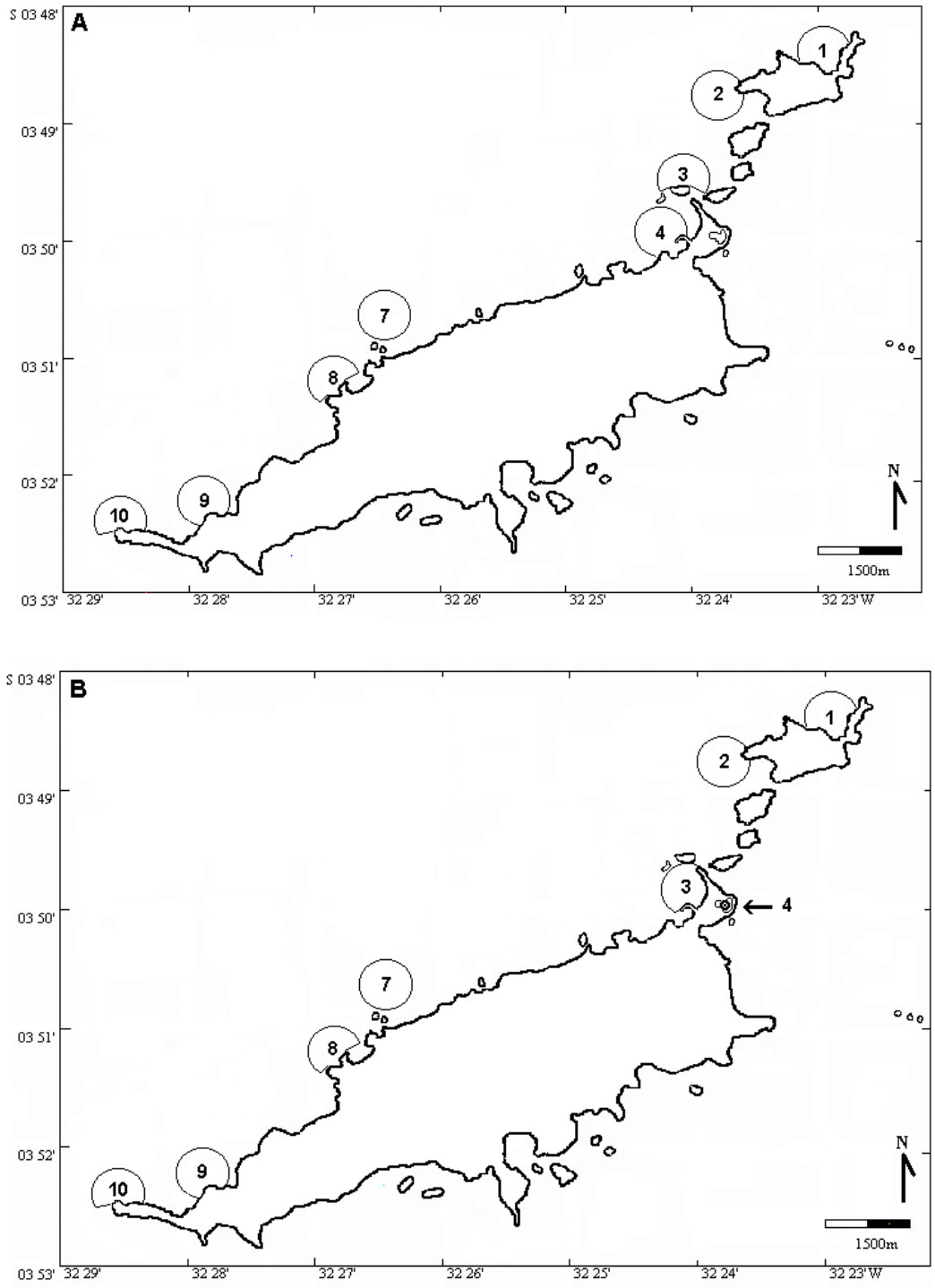


Figura 15. Distribuição dos receptores de telemetria automatizados ao longo da linha costeira da face sotavento do arquipélago de Fernando de Noronha entre março e julho de 2002 (**A**) e entre julho de 2002 e março de 2003 (**B**).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

4.3. Resultados

4.3.1. Monitoramento por telemetria: Os transmissores ultra-sônicos foram implantados na cavidade abdominal de 18 tubarões medindo entre 76 e 250 cm, capturados entre março de 2001 e fevereiro de 2003 (Tabelas 5 e 6). Foram 14 indivíduos de *Carcharhinus perezi*, três de *Negaprion brevirostris* e um de *Ginglymostoma cirratum*. Entre 14 de março de 2001 e 11 de março de 2003 foram feitos 62 descarregamentos de dados armazenados pelos receptores, em 50 dias de trabalho de campo dedicados às atividades de telemetria. Estas atividades incluíram a instalação, manutenção e remanejamento dos receptores e o descarregamento de dados.

4.3.1.2. *Carcharhinus perezi*

Os 14 indivíduos desta espécie foram capturados entre março de 2001 e julho de 2002 (Tabela 5). Foram nove fêmeas e cinco machos, monitorados por períodos de até 317 dias. Destes, dois tubarões (N°s 3 e 13) nunca foram detectados e um deles foi registrado apenas no dia de sua captura (N° 5). Dois tubarões (N°s 7 e 16) foram detectados entre 30 e 40% dos dias de monitoramento e cinco deles (N°s 2, 6, 8, 11 e 12) foram registrados entre 50 e 80% dos dias de monitoramento. Os animais permaneceram entre 0,6 e 62% do tempo total de monitoramento dentro da área de alcance dos receptores. Cinco indivíduos (N°s 1, 2, 4, 6 e 10) foram detectados apenas pelo receptor posicionado no local de sua captura. Três tubarões (N°s 6, 7 e 11) fizeram breves visitas a outras áreas, sendo a maioria delas realizadas durante os períodos noturnos. Nestas excursões os animais percorreram extensões que variaram de 0,8 até 3,3 km. Dois indivíduos (N°s 8 e 12) movimentaram-se regularmente entre dois pontos de monitoramento.

A seguir são detalhados os períodos de monitoramento superiores há seis meses:

Tubarão 2

Esta fêmea era ainda neonata quando foi capturada no Canal da Ilha Rata (ponto 2) em março de 2001. Sua presença foi registrada diariamente ao longo de 303 dias entre maio de 2001 e março de 2002 (Figura 16), o que equivale a 60% dos 500

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

dias de monitoramento. Este tubarão foi detectado por aproximadamente no local por 390 horas, que correspondem a 5% do tempo total de monitoramento. O maior número de freqüências ocorreu entre 06:00 e 17:00 horas;

Tubarão 6

Esta fêmea jovem foi capturada na Laje Dois Irmãos (ponto 7) em março de 2001, sendo registrada neste local durante 303 dias, ou 58% dos 560 dias de monitoramento (Figura 17). Este tubarão permaneceu cerca de 4.517 horas no local, ou 62% do tempo de monitoramento. rEsteve ausente apenas por um período de cerca de 30 dias em outubro de 2001. Entre dezembro de 2001 e março de 2002 realizou três breves excursões ao Zé Ramos (ponto 8), distante cerca de 800 m. Duas destas excursões ocorreram no período noturno, entre 23:00 e 04:00 horas e uma delas durante o dia, entre 14:00 e 15:00 horas. Esteve presente ao longo de todos os horários do dia, com um número de freqüências ligeiramente maior entre 17:00 e 19:00 horas. Foi morta em maio de 2002 por um pescador que devolveu o transmissor;

Tubarão 7

Esta fêmea foi capturada ainda neonata no Buraco do Inferno (ponto 1) em abril de 2001. Sua presença foi registrada no local durante os primeiros 15 dias, seguida por um período de quase seis meses de ausência, com exceção de breves passagens pelo local. Depois desta ausência, este indivíduo foi registrado quase que diariamente por um período de seis meses (Figura 18). Esteve presente em 40% dos 560 dias de monitoramento, durante cerca de 658 horas ou 12% do tempo. O maior número de freqüências ocorreu entre 11:00 e 18:00 horas. Também foi registrado em sete ocasiões no Canal da Ilha Rata (ponto 2), sempre durante os períodos noturnos, entre 19:00 e 04:00 horas. O total de permanência acumulado no ponto 2 foi de aproximadamente 80 minutos;

Tubarão 8

Este macho jovem foi capturado no Buracão (ponto 9) em agosto de 2001. Sua presença foi detectada no local em 77% dos 410 dias de monitoramento (Figura 19). Permaneceu 3.076 horas ou 40% do tempo de monitoramento no local. O maior número de freqüências foi registrado entre 02:00 e 06:00 horas e entre 19:00 e 20:00 horas. Realizou deslocamentos até a Ponta da Sapata (ponto 10), localizada a 1,6 km de distância, em 54 dias, totalizando 479 minutos de permanência no local. O maior número de freqüências na Ponta da Sapata ocorreu entre 09:00 e 15:00 horas,

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

com um pico entre 14:00 e 15:00 horas. Em algumas ocasiões foram feitos dois ou três deslocamentos até a Ponta da Sapata no mesmo dia, em diferentes horários;

Tubarão 11

Este macho jovem foi capturado no Buracão (ponto 9) em junho de 2001, tendo sido registrado no local em 64% dos 440 dias de monitoramento (Figura 20). Foram 316 horas no local, o que equivale a 4,6% do tempo de monitoramento. O maior número de freqüências ocorreu entre 03:00 e 09:00 horas, com um pico entre 04:00 e 05:00 horas. Sua presença foi registrada no Zé Ramos (ponto 8), a 2,4 km de distância, em 29 dias. O tempo de permanência nesta localidade acumulado ao longo destes 29 dias foi de 295 minutos. Em cinco ocasiões realizou breves deslocamentos até a Laje Dois Irmãos (ponto 7), localizada a 3,3 km de distância. O período de permanência na Laje Dois Irmãos foi de 99 minutos. Todas as excursões ao Zé Ramos e Laje Dois Irmãos ocorreram entre 19:00 e 05:00 horas;

Tubarão 12

Esta fêmea jovem capturada na Ponta da Sapata (ponto 12) em agosto de 2001 foi registrada no local em 53% dos 320 dias (Figura 21). Permaneceu 247 horas ou 6% do tempo de monitoramento no local. Realizou deslocamentos até o Buracão (ponto 9) em 55 dias, tendo permanecido cerca de 59 horas neste ponto. Na Ponta da Sapata o maior número de freqüências foi registrado entre 10:00 e 17:00 horas e no Buracão entre 22:00 e 06:00 horas;

Tubarão 16

Esta fêmea, presumivelmente adulta, foi capturada na Ponta da Sapata (ponto 10) em julho de 2002. Nunca foi detectada no local da captura. Sua presença foi observada somente na laguna do Buraco da Raquel, localizada a uma distância de aproximadamente 10 km do local de captura. Esteve na laguna em 35% dos dias de monitoramento (Figura 22). Tal fato somente foi revelado através da telemetria, pois em dois anos de mergulhos e capturas realizados naquele ponto não havia registros de *Carcharhinus perezi* freqüentando a laguna. Em várias ocasiões os registros feitos sugerem que este tubarão estivesse patrulhando o local, entrando e saindo da laguna várias vezes num mesmo dia. Permaneceu na laguna apenas 1,4% do tempo de monitoramento. O maior tempo de permanência durou cerca de 19 horas, dentro do qual ocorreram várias saídas com até 15 minutos de ausência. O maior número de

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

freqüências ocorreu entre 09:00 e 22:00 horas, com um pico entre 15:00 e 16:00 horas.

4.3.1.3. Cálculo do espaço de atividade observado

O Mínimo Polígono Convexo foi calculado para os seis *Carcharhinus perezi* com maior número de freqüências registradas dentro das áreas de alcance dos receptores (N°s 2, 6, 7, 8, 11 e 12). Estas áreas variaram de 0,34 a 4,15 km^2 (Tabela 7; Figuras 16 a 22). No caso dos tubarões N°s 6, 7 e 11, os pontos localizados na periferia de uma das extremidades do polígono são resultados de breves deslocamentos que foram realizados eventualmente, ou em apenas em uma única ocasião, durante todo o período de monitoramento. Por este motivo, também foram calculados os espaços com maior atividade dentro de cada polígono. Estes espaços refletem de uma forma mais fiel a área mais utilizada por cada tubarão, pois mostra o local dentro do polígono onde houve o maior número de freqüências.

Os espaços de maior atividade variaram de 0,34 a 0,62 km^2 (Tabela 7). O tubarão N° 7 foi mais freqüente no Buraco do Inferno, enquanto o N° 2 foi mais ativo no Canal da Ilha Rata. O tubarão N° 6 apresentou maior atividade na Laje Dois Irmãos. Os tubarões N°s 8 e 11 apresentaram uma maior freqüência na região do Buracão, enquanto o tubarão N° 12 concentrou sua atividade na Ponta da Sapata.

4.3.1.4. Cálculo do índice de sobreposição dos espaços de atividade

A área de sobreposição entre os espaços de atividade de dois tubarões variou de 0,2 a 0,48 km^2 (Tabela 8; Figura 23). Os tubarões N°s 8, 11 e 12 movimentaram-se pelos mesmos locais, tendo apresentado as maiores sobreposições de áreas. Não foram observadas evidências de exclusividade no uso das áreas ocupadas, pois em várias ocasiões estes tubarões foram detectados ao mesmo tempo pelo mesmo receptor. Dois tubarões N°s 8 e 11 apresentaram maior número de freqüências num mesmo ponto de monitoramento, a região do Buracão (ponto 9).

Os tubarões N°s 8 e 12 apresentaram a maior sobreposição de áreas. Estes indivíduos movimentaram-se pelas mesmas áreas, embora cada um tenha permanecido a maior parte do tempo em locais diferentes. O tubarão N° 8 foi mais ativo no Buracão, enquanto o tubarão N° 12 concentrou sua atividade na Ponta da Sapata. Mesmo assim, em várias situações estes dois tubarões tiveram sua presença detectada ao mesmo tempo em ambas as localidades.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

4.3.1.5. *Ginglymostoma cirratum*

O único tubarão desta espécie marcado com transmissor foi uma fêmea de 177 cm capturada em julho de 2002. Tratava-se da recaptura de um indivíduo que já havia sido marcado neste mesmo local um ano antes. Este tubarão nunca foi registrado no local e em nenhum dos outros pontos em 210 dias de monitoramento.

4.3.1.6. *Negaprion brevirostris*

Um indivíduo de *Negaprion brevirostris* foi capturado em julho de 2002 e outros dois foram capturados em fevereiro de 2003 na laguna do Buraco da Raquel. Um macho adulto de *Negaprion brevirostris* medindo 250 cm, capturado em julho, foi detectado uma única vez em novembro pelo receptor do Buracão (ponto 9), localizado a cerca de 9 km do local de sua captura. Uma fêmea jovem, capturada em fevereiro de 2003 foi detectada por aproximadamente duas horas somente no dia de sua captura. Um macho jovem, também capturado em fevereiro de 2003, e medindo 178 cm foi detectado por alguns minutos no dia de sua captura e na madrugada do dia seguinte. Apenas a metade anterior da carcaça deste indivíduo foi encontrada no centro da laguna na manhã seguinte. A julgar pelas dimensões da mordida, este animal provavelmente deve ter sido atacado por um tubarão de comprimento total superior a 200 cm. A carcaça foi retirada da água para exame e o transmissor foi recuperado.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

TABELA 5. *Carcharhinus perezi* com transmissores ultra-sônicos no arquipélago de Fernando de Noronha (março de 2001 a março de 2003). **N°:** número do transmissor; **Local (ponto):** localidade de captura e número do ponto de monitoramento correspondente; **CT:** comprimento total (cm); **Duração:** total de dias de monitoramento, descontando as lacunas; **% N° Dias:** % do número de dias com pelo menos um registro; **% Tempo:** % do tempo total de permanência dentro da área de alcance do receptor; **> Atividade:** horários com as maiores quantidades de freqüências; **MPC:** Mínimo Polígono Convexo; **% Outros:** % dos dias em que o tubarão foi registrado em outras localidades além daquela na qual foi ca pturado.

N°	Local (ponto)	Captura	CT (cm)	Sexo	Peso (kg)	Duração*	% Dias	% Tempo	> Atividade	MPC(Km^2)	%Outros
1	Buraco do Inferno (1)	05/04/01	84	F	3	560	8,4%	14	18-19:00 h	-	
2	Canal da Rata (2)	14/03/01	79	F	2,5	500	60,6%	5	06-17:00 h	0,34	
3	Canal da Rata (2)	15/03/01	78	M	2,5	500	0,0%	0	-	-	
4	Laje Dois Irmãos (7)	16/03/01	85	F	3	520	7,0%	47	11-14/ 20-03:00 h	-	
5	Laje Dois Irmãos (7)	18/03/01	78	M	2,5	520	0,1%	0	-	-	
6	Laje Dois Irmãos (7)	31/03/01	83	F	3	520	58,2%	62	17-19:00 h	1,28	**(8) = 0,57%**
7	Buraco do Inferno (1)	09/04/01	85	F	3,5	560	39,5%	12,4	11-18:00 h	1,07	**(2) = 1,25%**
8	Buracão (9)	29/08/01	107	M	6,5	410	77,3%	40,4	02-06/ 19-20:00 h	1,17	**(10)=13%**
10	Buraco do Inferno (1)	09/04/01	76	M	3	560	3,2%	18,5	13-17:00 h	-	
11	Buracão (9)	28/06/01	91	M	3	440	64,7%	4,6	03-09:00 h	4,15	**(7)=1%; (8)=6%**
12	Ponta da Sapata (10)	31/08/01	94	F	4,5	320	53,0%	6	10-17:00 h	1,25	**(9) = 17%**
13	Ponta da Sapata (10)	28/09/01	92	F	4	290	0,0%	0	-	-	
14	Buracão (9)	21/01/02	110	F	9	260	3,5%	0,6	00-02:00 h	-	
16	Ponta da Sapata (10)	23/07/02	224	F	~80	210	0,0%	1,4	15-16:00 h	-	(**laguna)=35%**

* Lacunas no monitoramento: Ponta da Sapata de 01/12/2001 a 02/03/2002 (90 dias); Laje Dois Irmãos de 02/03/2002 a 12/04/2002 (40 dias); todos os pontos de abril a agosto 2002 (160 dias).

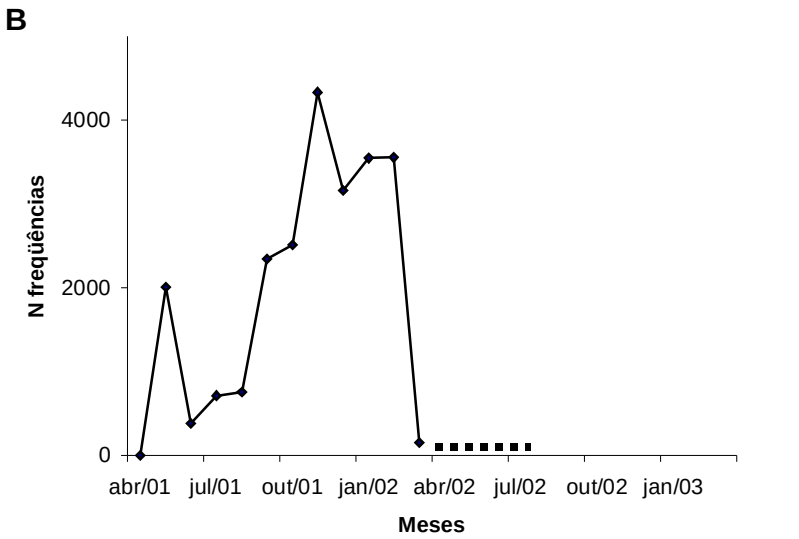
PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

TABELA 6. *Ginglymostoma cirratum* e *Negaprion brevirostris* com transmissores ultra-sônicos no arquipélago de Fernando de Noronha (julho de 2002 a março de 2003). **N°:** número do transmissor; **Local:** localidade de captura; **CT:** comprimento total (cm); **Duração:** total de dias de monitoramento; **% N° Dias:** % dos dias com pelo menos um registro; **% Outros pontos:** % do número de dias em que o tubarão foi registrado em outras localidades além daquela na qual foi capturado.

N°	Local	Captura	CT(cm)	Sexo	Peso(kg)	Duração*	% N° Dias	%Outros pontos
15[A]	Buraco da Raquel	29/07/02	177	F	40	240	0	0
17	Buraco da Raquel	30/07/02	250	M	100	240	0	**(9) = 0,4%**
18	Buraco da Raquel	14/02/03	143	F	15	160	1	0
19[B]	Buraco da Raquel	03/03/03	178	M	50	0	0	0

[A] *Ginglymostoma cirratum*; [B] Encontrado morto no dia seguinte à captura.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com



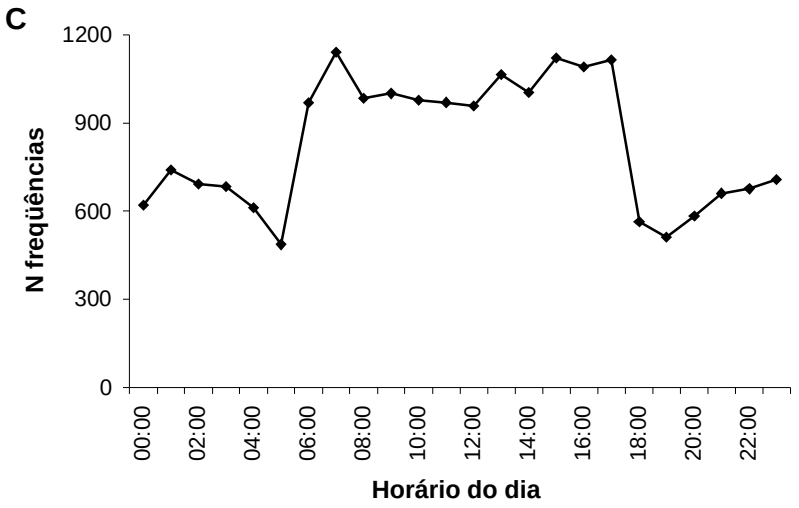


Figura 16. A: Mínimo Polígono Convexo (MPC) e espaço de maior atividade (pontilhado) do tubarão N° 2 (♀). O número indica o total de freqüências registradas. **B:** Freqüências mensais ao longo do monitoramento. ▪▪▪▪▪▪▪ : lacuna no monitoramento. **C:** Freqüências ao longo do ciclo de 24 horas.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

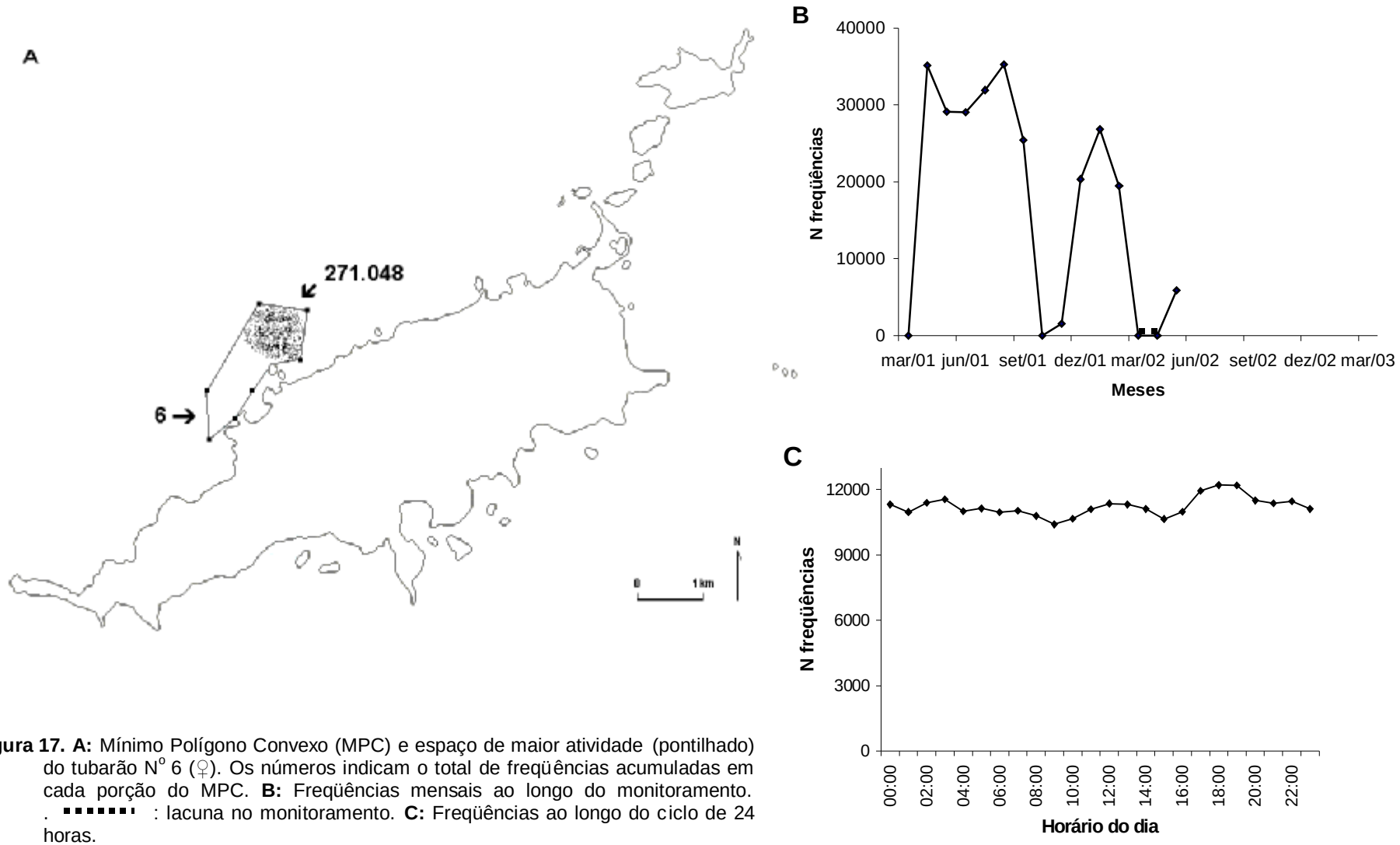
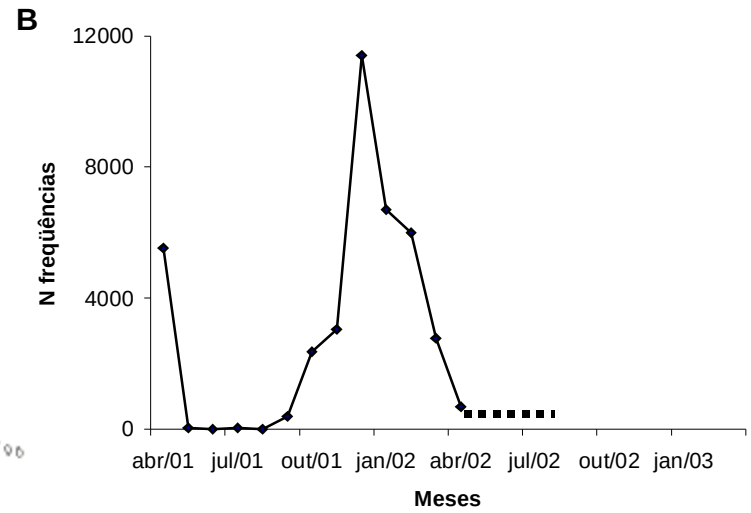


Figura 17. A: Mínimo Polígono Convexo (MPC) e espaço de maior atividade (pontilhado) do tubarão N° 6 (♀). Os números indicam o total de freqüências acumuladas em cada porção do MPC. **B:** Freqüências mensais ao longo do monitoramento. . ▪▪▪▪▪▪▪ : lacuna no monitoramento. **C:** Freqüências ao longo do ciclo de 24 horas.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com



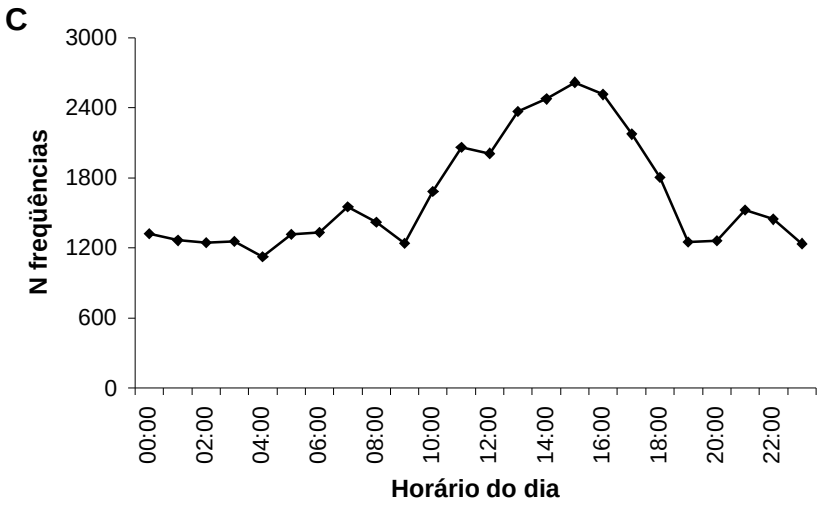


Figura 18. A: Mínimo Polígono Convexo (MPC) e espaço de maior atividade (pontilhado) do tubarão N° 7 (♀). Os números indicam o total de freqüências acumuladas em cada porção do MPC. **B:** Freqüências mensais ao longo do monitoramento. ▪▪▪▪: lacuna no monitoramento. **C:** Freqüências ao longo do ciclo de 24 horas.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

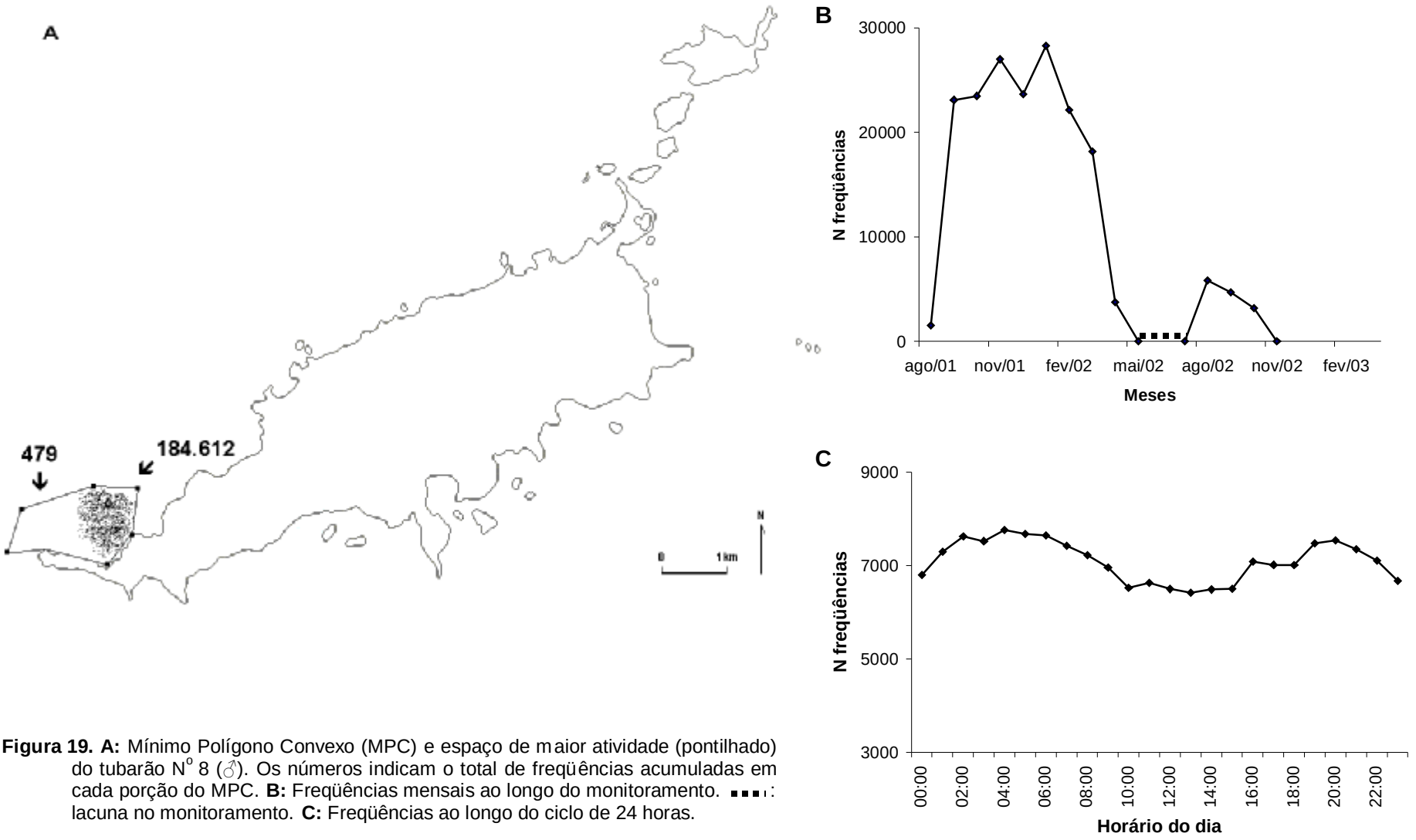
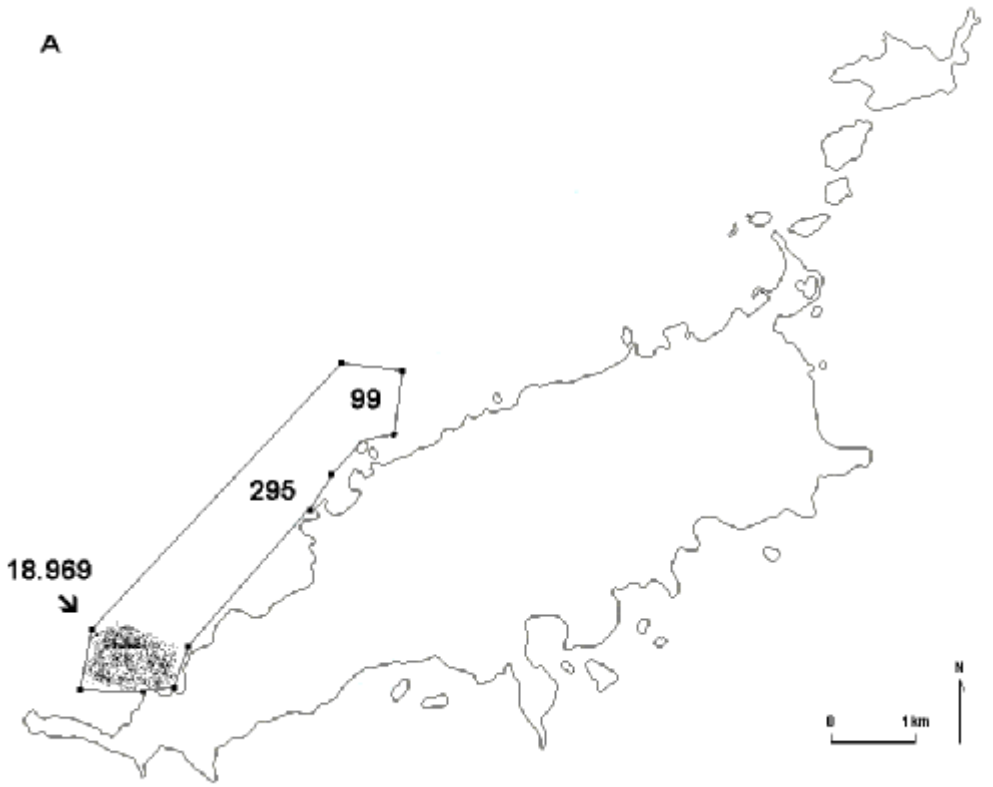
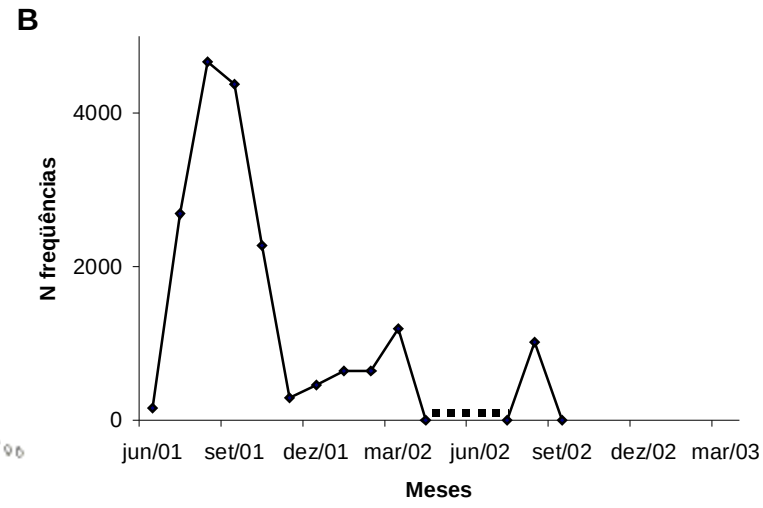


Figura 19. A: Mínimo Polígono Convexo (MPC) e espaço de maior atividade (pontilhado) do tubarão N° 8 (♂). Os números indicam o total de freqüências acumuladas em cada porção do MPC. **B:** Freqüências mensais ao longo do monitoramento. ▪▪▪▪: lacuna no monitoramento. **C:** Freqüências ao longo do ciclo de 24 horas.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com





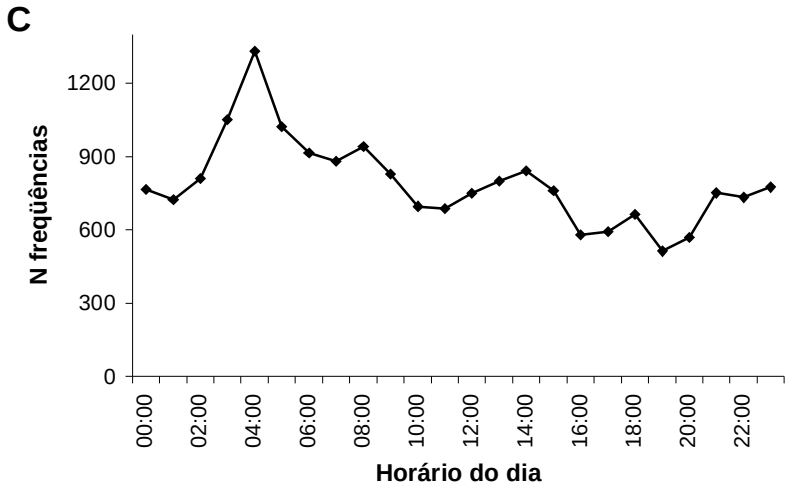
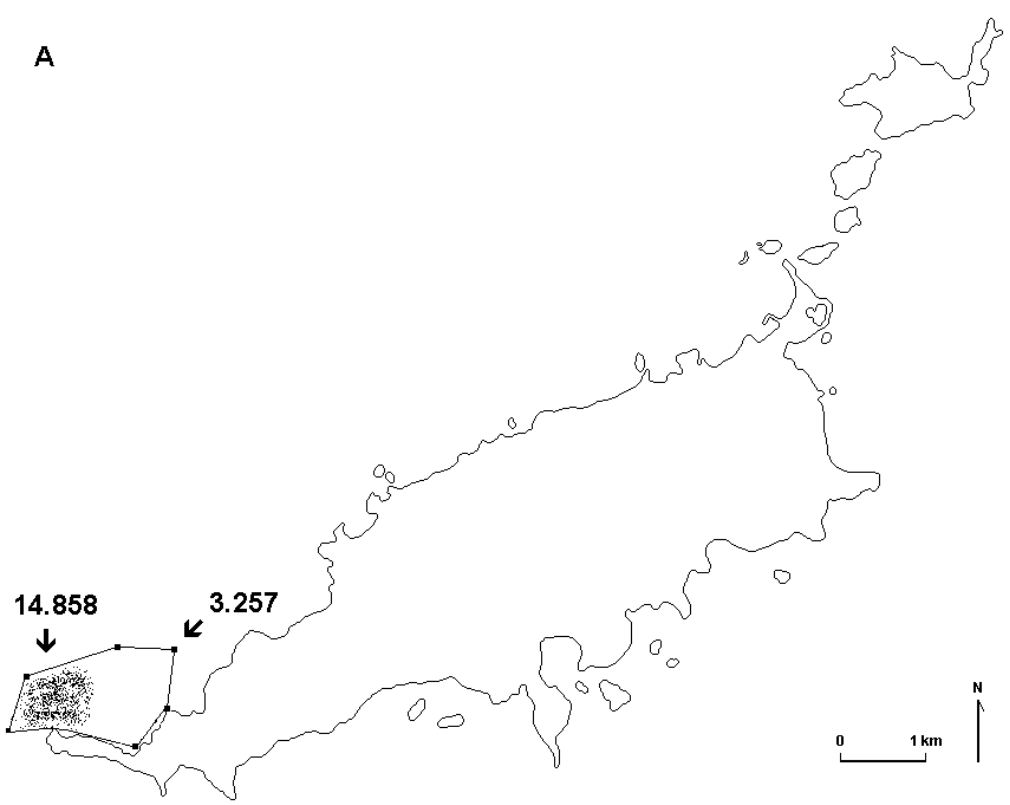
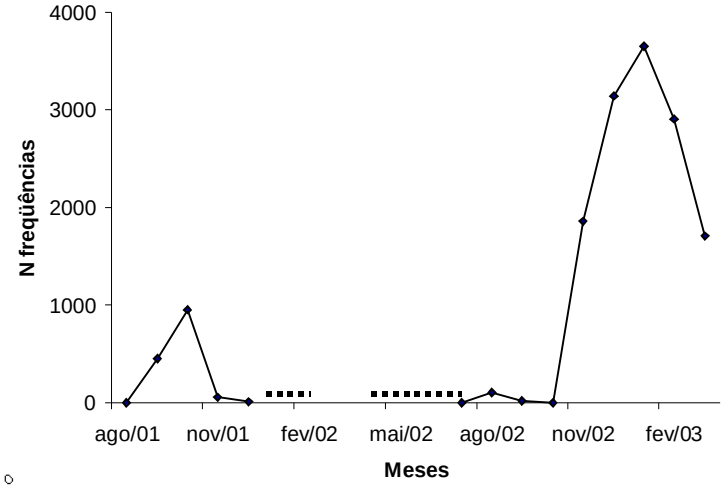


Figura 20. A: Mínimo Polígono Convexo (MPC) e espaço de maior atividade (pontilhado) do tubarão N° 11 (♂). Os números indicam o total de freqüências acumuladas em cada porção do MPC. **B:** Freqüências mensais ao longo do monitoramento. ▪▪▪ : lacuna no monitoramento. **C:** Freqüências ao longo do ciclo de 24 horas.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com





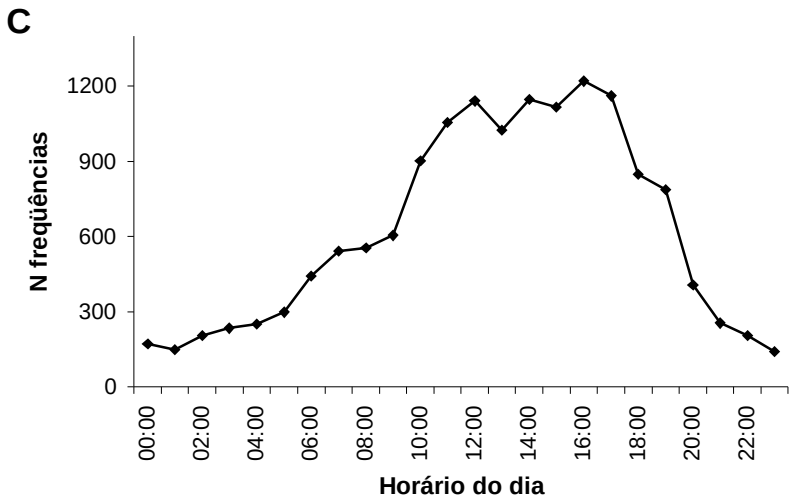
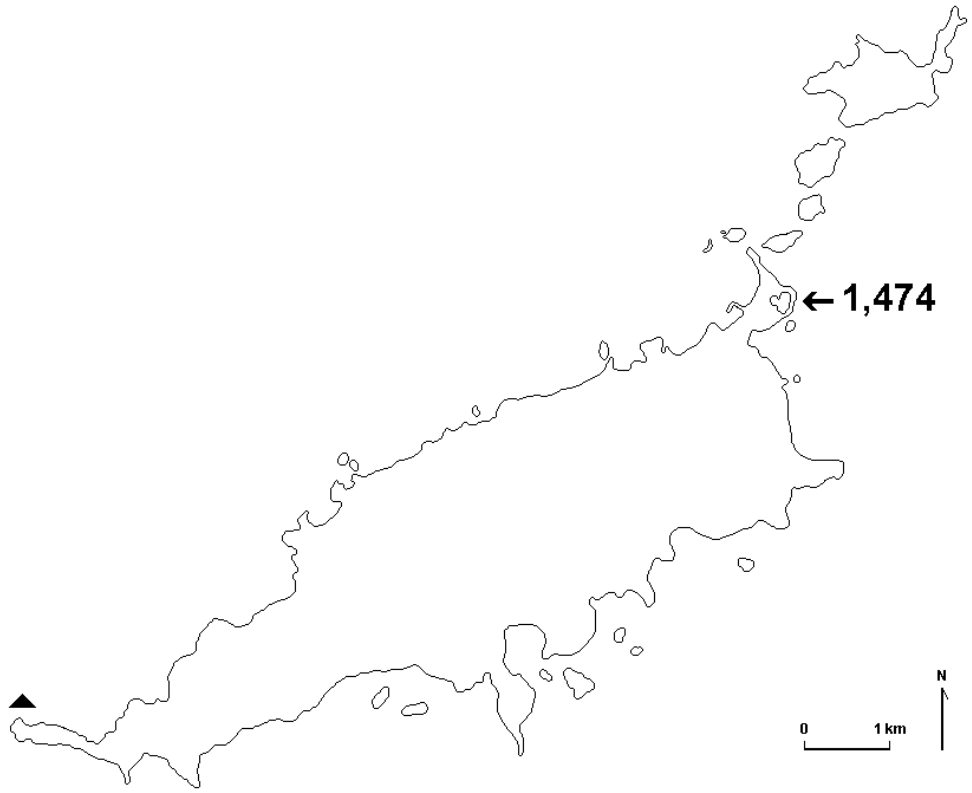
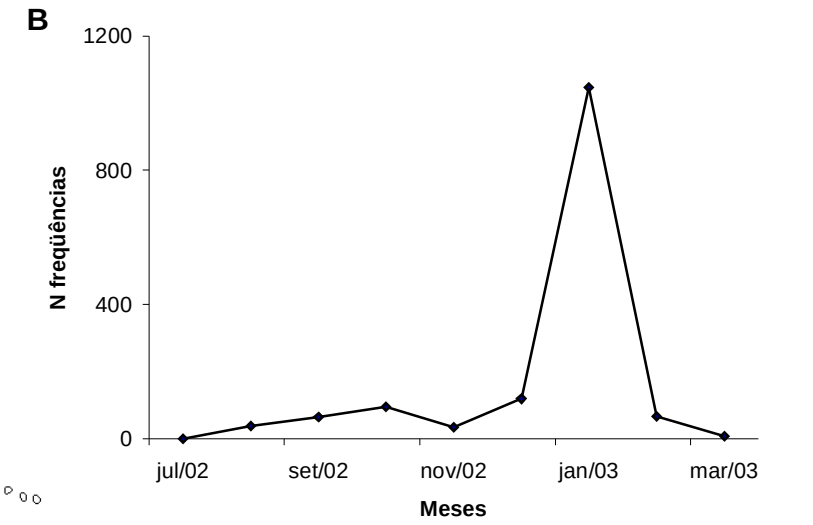


Figura 20. A: Mínimo Polígono Convexo (MPC) e espaço de maior atividade (pontilhado) do tubarão Nº 12 (♀). Os números indicam o total de freqüências acumuladas em cada porção do MPC. **B:** Freqüências mensais ao longo do monitoramento. ▪▪▪ : lacuna no monitoramento. **C:** Freqüências ao longo do ciclo de 24 horas.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com





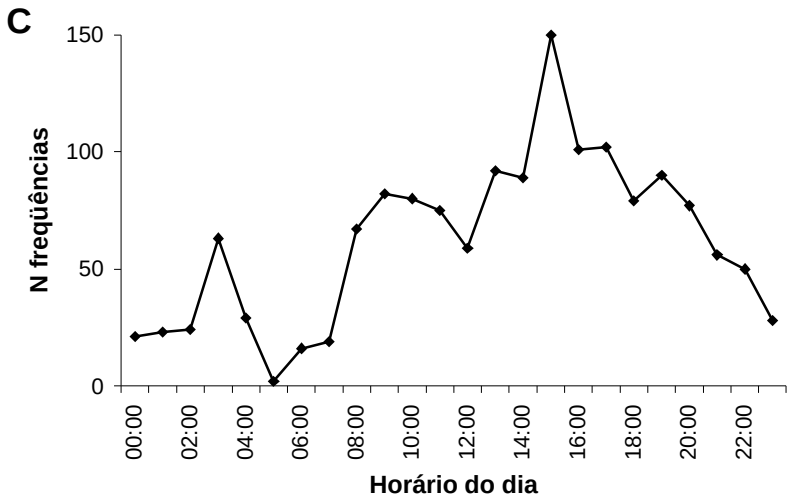


Figura 21. A: Número total de freqüências do tubarão N° 16 (♀) na laguna do Buraco da Raquel. O triângulo indica o local de captura deste tubarão. **B:** Freqüências mensais ao longo do monitoramento. **C:** Freqüências ao longo do ciclo de 24 horas.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

TABELA 7. Espaço de atividade observado para seis *Carcharhinus perezi* jovens no arquipélago de Fernando de Noronha entre março de 2001 e março de 2003. CT = comprimento total em cm. MCPC = área do mínimo polígono convexo excluindo porções emersas; > atividade = área com maior número de freqüências registradas dentro de cada polígono.

Tubarão	CT (cm)	Sexo	MCP (km^2)	> atividade (km^2)
02	79	F	0,34	0,34
06	83	F	1,28	0,62
07	85	F	1,07	0,25
08	107	M	1,17	0,40
11	91	M	4,15	0,47
12	94	F	1,25	0,37

TABELA 8. Sobreposição dos espaços de maior atividade (km^2) de seis *Carcharhinus perezi* jovens no arquipélago de Fernando de Noronha entre março de 2001 e março de 2003.

	02	06	07	08	11	12
02	-	0,0	0,34	0,0	0,0	0,0
06	0,0	-	0,0	0,0	1,37	0,0
07	0,34	0,0	-	0,0	0,0	0,0
08	0,0	0,0	0,0	-	1,17	1,17
11	0,0	1,37	0,0	1,17	-	0,47
12	0,0	0,0	0,0	1,17	0,47	-

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

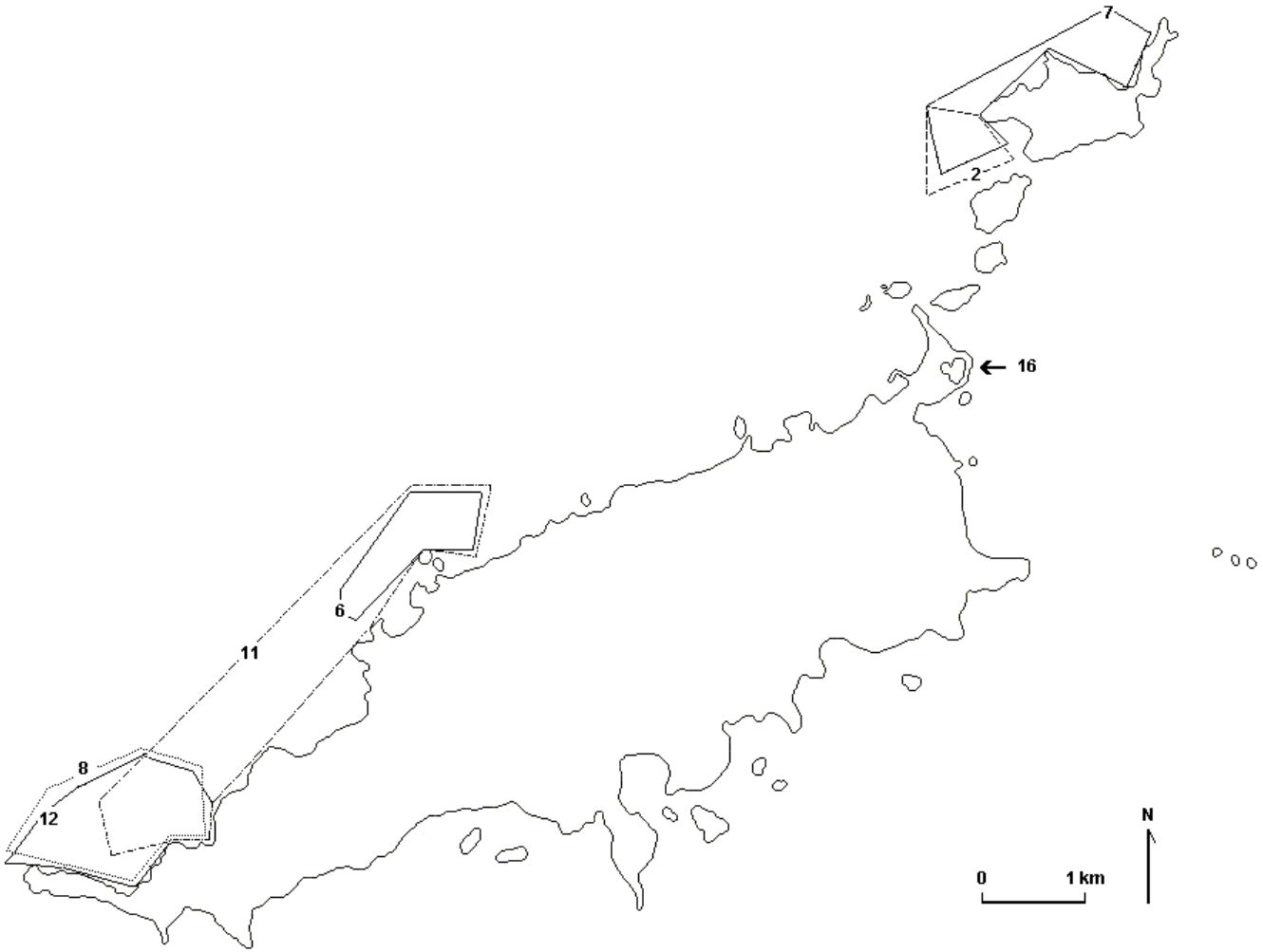


Figura 23. Representação esquemática das áreas dos Mínimos Polígonos Convexos (MPC) ocupados pelos tubarões N°s 2, 6, 7, 8, 11 e 12 entre abril de 2001 e março de 2003 no arquipélago de Fernando de Noronha. Ver Tabelas 7 e 8 para tamanho das áreas calculadas e a sobreposição entre as mesmas.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

4.4. Discussão

4.4.1. Técnicas de monitoramento utilizadas

As técnicas de captura dos tubarões com linha de mão e o implante cirúrgico dos transmissores ultra-sônicos mostraram-se eficientes, com cerca de 80% dos animais tendo sobrevivido à cirurgia. Apesar disso, apenas 50% dos tubarões marcados com transmissores puderam ser acompanhados por períodos de tempo superiores a 60 dias. Os três tubarões que nunca foram registrados ou que o foram apenas do dia da captura podem ter morrido devido ao trauma causado pelo manuseio dos animais ou pelos procedimentos cirúrgicos, ou ainda abandonado a área. No caso dos outros três tubarões que foram detectados por períodos inferiores a dois meses pode ter havido falha de funcionamento dos transmissores, os animais podem ter sido capturados por pescadores, morrido por causas naturais, apresentarem um padrão de movimentação nômade (Gruber *et al*., 1988; Nelson, 1990), ou ainda apresentarem fidelidade local a outras regiões do arquipélago não inspecionadas.

Estudos recentes sobre a mortalidade de *Carcharhinus limbatus* jovens em berçários mostram que entre 60 e 90% dos tubarões morrem nas primeiras 15 semanas (Heupel & Simpfendorfer, 2002), ou durante o primeiro ano de vida (Manire & Gruber, 1993). Dessa forma, além da possibilidade de mortalidade natural ou induzida pelo implante dos transmissores, o acompanhamento dos tubarões através de telemetria também está sujeito a perda de contato prematura com indivíduos que apresentem um padrão de movimentação mais nômade. Por este motivo, a quantidade de animais que deverão receber transmissores deve ser relativamente alta (Mc Kibben & Nelson, 1986).

Embora o acompanhamento do maior número possível de tubarões seja ideal para fins amostrais, a quantidade de animais monitorados no presente trabalho foi relativamente baixa. Isso porque além da possibilidade dos animais marcados terem morrido ou se deslocado para outras áreas, as tentativas de captura para implante de transmissores não foram feitas aleatoriamente. Isso porque o protocolo para o estudo de telemetria consistia na captura de dois tubarões em cada um dos dez pontos de monitoramento distribuídos ao longo do Mar de Dentro. Uma vez que determinados trechos desta face do arquipélago, como a APA, apresentaram um rendimento de pesca praticamente nulo, o número de animais amostrados foi menor que aquele esperado quando da elaboração do protocolo. Esta raridade dos tubarões na APA,

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

conforme já mencionado, pode estar associada a maior utilização humana e a um início de empobrecimento biológico desta região do arquipélago.

4.4.2. Monitoramento, espaço de atividade e movimentação

O monitoramento demonstra que a maioria dos *Carcharhinus perezi* jovens é residentes e apresenta fidelidade local a trechos específicos do arquipélago. Os resultados também sugerem que os tubarões jovens de espécies tropicais insulares permanecem no berçário durante os primeiros anos de vida, ao contrário de espécies com maior atividade pelágica ou costeira e de locais temperados ou subtropicais que realizam migrações sazonais logo no primeiro ano de vida (*Carcharhinus plumbeus* em Merson & Pratt, 2001; *Carcharhinus limbatus* em Heupel & Hueter, 2002). A alta fidelidade local demonstrada pela recaptura de alguns indivíduos mais de um ano após sua marcação e pelo monitoramento por telemetria também reforçam esta idéia.

Os resultados do monitoramento por telemetria ultra-sônica sugerem que os tubarões jovens ocupam espaços de atividade relativamente restritos dia após dia, demonstrando um padrão domiciliar de utilização espacial, conforme observado para indivíduos jovens de outras espécies de tubarões costeiros (Mc Kibben & Nelson, 1986; Nelson, 1990; Gruber *et al*., 1988; Morrissey & Gruber, 1993 a, b). Seis dos quatorze tubarões monitorados foram detectados pelos receptores posicionados nos locais de suas capturas durante parte do dia ao longo de vários meses. Este fato reflete a natureza repetitiva dos padrões temporais e espaciais e de uso do hábitat observado para tubarões jovens (Mc Kibben & Nelson, 1986; Morrissey & Gruber, 1993 a). Contudo, a técnica de monitoramento automatizada permite apenas saber se a presença de um determinado tubarão é repetitiva, não sendo possível verificar se o mesmo ocorre com relação aos trajetos feitos pelo animal dentro desta área.

Os tubarões monitorados realizaram excursões até pontos distantes de seus espaços de maior atividade. Estas excursões foram pouco freqüentes, sendo a grande maioria delas realizadas durante os períodos noturnos. Este fato está de acordo com outros estudos, onde os maiores espaços de atividade e maiores taxas de movimentação tanto para tubarões jovens como adultos foram detectados em períodos crepusculares e noturnos (Mc Kibben & Nelson 1986; Gruber *et al*., 1988; Holland *et al*., 1993; Klimley *et al*., 1988).

O cálculo do Mínimo Polígono Convexo (MPC) revelou uma superestimativa da área utilizada pelos tubarões, uma vez que foram incluídas localizações que

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

representam breves excursões a pontos distantes. Dessa forma, uma estimativa mais realista do espaço de atividade utilizado pelos tubarões na região costeira foi obtida calculando-se a área com maior número de freqüências registradas para cada tubarão dentro do MPC. Estes espaços variaram de 0,34 a 0,62 km^2 (média = 0,4 km^2), estando incluídos dentro das áreas inspecionadas pelos receptores dos locais onde os animais permaneceram mais tempo. Aparentemente as variações no tamanho dos espaços de atividade e no grau de fidelidade local não podem ser atribuídas ao sexo, pelo menos nesta fase do ciclo de vida dos tubarões.

Os espaços de atividade utilizados por *Carcharhinus perezi* no presente estudo estão mais próximos dos calculados para tubarões jovens do gênero *Negaprion* (média = 0,68 km^2 Morrissey & Gruber, 1993 a), do que para indivíduos de *Carcharhinus* (média = 1,3 – 8,9 km^2 McKibben & Nelson, 1986). No entanto, esta aparente diferença deve estar mais relacionada à faixa de tamanho dos animais do que a diferenças entre os gêneros, já que os *Negaprion brevirostris* monitorados por Morrissey & Gruber (1993) eram de tamanho semelhante aos *Carcharhinus perezi* que acompanhados.

No entanto, para os tubarões N°s 2, 7, 11 e 12 o tamanho total das áreas utilizadas certamente são maiores do que o MPC e os espaços de maior atividade calculados. Embora estes tubarões tenham tido sua presença registrada quase que diariamente nos pontos de monitoramento, eles não permaneciam no local o dia inteiro. Este fato e mais a sincronia exibida em várias ocasiões nos horários de chegada ou saída sugerem que estes tubarões deslocam-se por áreas maiores, possivelmente usando os locais de monitoramento como ponto de referência dentro de uma rota, conforme demonstrado em outras espécies (Mc Kibben & Nelson, 1986; Klimley & Nelson, 1984). Como a maioria dos receptores foi ancorada em pontos onde o fundo é coberto por recifes ou rochas, a visitação regular destes locais pode ter sido influenciada por estas características físicas, que poderiam funcionar como referência ou local de concentração de presas. Neste sentido, é interessante notar que a maioria das observações subaquáticas de tubarões na Laje Dois Irmãos geralmente era feita em dois pontos específicos do recife, um deles na região funda (20 m) próxima à ancoragem do receptor N° 7, e outro na parte rasa (15 m) em uma das interfaces entre o recife e a areia. Este comportamento pode estar relacionado ao uso de referências físicas para orientação e a uma especificidade e/ou seletividade de hábitat por parte dos animais.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

4.4.3. Agrupamentos e sobreposição dos espaços de atividade

Em algumas situações, tubarões jovens foram capturados uns após os outros em rápida sucessão. Estas observações isoladas não são suficientes para explicar se os animais estavam nadando em pequenos grupos, ou se apenas foram atraídos pelas iscas simultaneamente. Entretanto, estas capturas em rápida sucessão, aliadas a várias observações de dois ou mais tubarões nadando juntos, sugerem que pequenos grupos de jovens podem patrulhar uma mesma área. É possível que estes agrupamentos, ou breves associações, ofereçam uma certa proteção contra predadores, como por exemplo, tubarões maiores (Mc Kibben & Nelson, 1986).

Os valores do índice de sobreposição entre áreas adjacentes demonstram uma sobreposição que variou de baixa a média. Os registros mostram que os tubarões N°s 8 e 11 estiveram presentes ao mesmo tempo na região do Buracão em várias ocasiões. Os tubarões N°s 8 e 12 também se deslocaram pelas mesmas áreas. Embora tenham ocupado as mesmas áreas, o tubarão N° 8 permaneceu mais tempo na região do Buracão, enquanto o N° 12 concentrou sua atividade na Ponta da Sapata. De qualquer maneira, os maiores períodos de ausência do tubarão N° 12 sugerem que estes dois locais faziam parte de uma área maior utilizada por este animal. Além disso, o fato de mais de um tubarão ser detectado ao mesmo tempo por um único receptor não significa que estes estejam próximos, uma vez que o raio de ação deste último é de 500 m. Outros estudos também demonstram que algumas espécies de tubarões podem conviver em uma mesma área durante determinados períodos do dia, chegando a formar agregações de até dezenas de indivíduos (Mc Kibben & Nelson, 1986; Klimley *et al*., 1988; Economakis & Lobel, 1998). Conforme mencionado, ao longo do presente trabalho foram feitas várias observações de dois a três tubarões nadando juntos.

4.4.4. Período de atividade

Com relação aos períodos de atividade, os tubarões apresentaram variações individuais, mas estiveram presentes nos pontos de monitoramento ao longo de todos os períodos do ciclo de 24 horas. Os tubarões N°s 2, 7, 12 e 16 apresentam maior atividade diurna, enquanto os tubarões N°s 8 e 11 tiveram uma maior atividade noturna. Com exceção do tubarão N° 8, que realizou a maior parte das excursões a outras localidades durante o dia, todos os outros animais realizaram deslocamentos mais extensos à noite. Uma das explicações para este fato é que durante o período noturno estes animais fiquem menos expostos, utilizando seus órgãos sensoriais bem

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

desenvolvidos para orientarem-se durante estes movimentos exploratórios. Além disso, estas diferenças nos níveis de atividade diurna e noturna dos tubarões podem estar relacionadas ao padrão de atividade de suas principais presas, conforme demonstrado por outros autores (Klimley *et al*., 2001). Embora pouco se saiba a respeito da dieta de *Carcharhinus perezi*, nas ocasiões em que foi possível observar conteúdos estomacais durante o presente trabalho foram encontrados restos de peixes recifais diurnos como budiões-papagaio *Sparisoma* sp., e diurnos e noturnos como o xaréu-branco *Caranx lattus*. No Parcel Manoel Luís, Motta *et al*. (1999) encontraram restos de peixes diurnos como budiões-papagaio da família Scaridae e de invertebrados noturnos como as lulas *Loligo* sp. Isso mostra que estes tubarões podem ser ativos a qualquer horário do dia, e que este comportamento deve estar mais sujeito à oferta de alimento e variações individuais.

4.4.5. Variação sazonal no uso do hábitat

Os dados de 160 dias de monitoramento que foram perdidos impedem a realização de comparações sazonais no padrão de utilização do espaço para todos os tubarões monitorados. Entretanto, no caso dos tubarões N°s 2 e 6 essa comparação é possível, considerando apenas o período de um ano, entre março de 2001 e março de 2002. Estes tubarões estiveram presentes nas localidades de monitoramento durante o ano todo, com exceção da ausência do N° 6 durante 30 dias em outubro 2001. Embora estes dados sejam limitados, eles sugerem que a utilização do espaço pelos tubarões parece não sofrer influências que possam ser atribuídas às alterações sazonais do regime de ventos e ondulações do arquipélago. O fato da época de nascimentos destes animais entre outubro e abril coincidir com o período em que são comuns as ondulações no Mar de Dentro também reforça esta possibilidade.

4.4.6. Movimentação dos tubarões de maior porte

O registro de tubarões de maior porte pelos receptores, tais como o N° 14, com 110 cm, e o N° 16, com 224 cm, é muito menos freqüente e corrobora a hipótese de que o espaço de atividade aumenta após uma certa faixa de tamanho (Nelson, 1990). As recapturas de dois indivíduos medindo entre 100 e 150 cm também reforçam a idéia de que os tubarões jovens ampliam sua movimentação conforme crescem, incluindo locais mais profundos e mais afastados da costa. Estas ampliações dos movimentos exploratórios dos tubarões jovens foram recentemente demonstradas em *Carcharhinus limbatus* (Heupel & Hueter, 2002).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Um fato interessante é que, embora os tubarões N°s 8 e 14 sejam praticamente do mesmo tamanho (107 e 110 cm), os padrões de utilização do espaço exibidos por estes animais diferem drasticamente. Enquanto o N° 8 apresenta um comportamento de domiciliação, o N° 14 apresenta um padrão de movimentação mais nômade, pelo menos nos pontos de monitoramento do Buracão e Ponta da Sapata. Uma das possibilidades é que o N° 14 apresente uma maior fidelidade a outros trechos do arquipélago não monitorados, ou ainda, que este indivíduo apresente um padrão nômade de movimentação, onde os deslocamentos são mais extensos e menos previsíveis. Esta variação no padrão de movimentação entre indivíduos de mesma espécie com tamanhos semelhantes já foi observada em *Carcharhinus amblyrhynchos* por Mc Kibben & Nelson (1986). Estes autores também não puderam chegar a uma explicação conclusiva sobre o assunto, a não ser especular que os animais estivessem em fases diferentes do ciclo de vida.

De qualquer forma, mesmo os tubarões de maior porte podem freqüentar trechos costeiros com certa regularidade, conforme demonstra o monitoramento da fêmea N° 16 na laguna do Buraco da Raquel e a observação de *Negaprion brevisrostris* adultos neste local e na Baía do Sueste. A sincronia exibida pela fêmea de *Carcharhinus perezi* nos horários de chegada ou saída da laguna, além dos vários registros de curta duração ao longo de um mesmo dia sugerem que o local representa parte de uma rota ou de um espaço de atividade maior que é periodicamente patrulhado. Outra possibilidade para a freqüência regular de fêmeas de grande porte ao redor de áreas de berçário é o que as fêmeas sejam filopátricas e sempre retornem ao local de nascimento. Este comportamento foi recentemente demonstrado em *Negaprion brevirostris* nas Bahamas (Feldheim *et al*., 2002).

Embora a fêmea adulta de *Carcharhinus perezi* tenha sido detectada regularmente na laguna, o mesmo não aconteceu com o macho de *Negaprion brevirostris* de 250 cm capturado neste local. Este indivíduo nunca foi detectado na laguna, e o único registro de sua presença na região costeira foi feito no Buracão, distante cerca de 9 km da laguna, quatro meses após sua marcação. Segundo (Springer, 1967), a presença de machos adultos é rara nos berçários, embora tenham sido observados outros machos adultos na laguna do Buraco da Raquel e também dentro e fora da laguna principal do Atol das Rocas. De qualquer maneira, o fato deste macho e da fêmea de *Carcharhinus perezi* serem detectados em pontos diferentes daqueles onde foram capturados sugerem que estes tubarões maiores deslocam-se periodicamente ao redor de todo o arquipélago, e que, em conformidade com outros

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

estudos, os machos aparentemente se dispersam mais que as fêmeas (Pardini *et al*., 2001; Feldheim *et al*., 2002). Além disso, a presença dos machos adultos na região costeira pode estar relacionada ao fato dos animais utilizarem o arquipélago como área de cópula.

4.4.7. Utilização da Laje Dois Irmãos

Tanto a telemetria quanto as capturas demonstram que as porções mais utilizadas pelos tubarões estão dentro das regiões menos perturbadas do arquipélago, protegidas pelo Parque Nacional Marinho. Outra área bastante utilizada foi a Laje Dois Irmãos, localizada numa das fronteiras entre o Parque e a APA. Neste local, foram realizadas 20% do total de capturas, onde também foi possível observar grupos de até 11 tubarões nadando próximos uns dos outros. O monitoramento por telemetria do tubarão N° 6 no local mostra que o mesmo foi detectado ao longo de 13 dos 14 meses de monitoramento, durante todos os horários do ciclo de 24 horas. A presença constante deste tubarão e o alto número de capturas sugerem que a utilização da Laje Dois Irmãos pode ser resultado da grande extensão deste recife, sua complexidade estrutural e abundância de peixes recifais. É possível que estas características sejam suficientes para satisfazer a maior parte das necessidades ecológicas de um tubarão neonato ou jovem. Além de concentrar espécies que podem ser presas em potencial, os locais com fundo de estrutura complexa podem oferecer abrigos contra predadores (Morrissey & Gruber, 1993 b).

Concluindo, o monitoramento por telemetria de *Carcharhinus perezi* mostra de uma maneira geral que (1) os tubarões jovens são residentes em trechos específicos do arquipélago; (2) eles podem ser ativos a qualquer horário do dia, mas os maiores espaços de atividade e deslocamentos ocorrem à noite; (3) aparentemente não existem variações sazonais nos espaços de atividade; e (4) os tubarões maiores apresentam maiores espaços de atividade.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

4.5. Conclusões

1. As técnicas de captura dos tubarões com linha de mão e o implante cirúrgico dos transmissores ultra-sônicos mostraram-se eficientes para o monitoramento de *Carcharhinus perezi* em longo prazo Seis dos quatorze tubarões monitorados foram detectados pelos receptores posicionados nos locais de suas capturas durante parte do dia e ao longo de vários meses, o que reflete a natureza repetitiva dos padrões temporais e espaciais e de uso do hábitat já observado para tubarões jovens.

2. O monitoramento por telemetria de *Carcharhinus perezi* mostra que os tubarões jovens são residentes em trechos específicos do arquipélago; que eles podem ser ativos a qualquer horário do dia, mas os maiores espaços de atividade e deslocamentos ocorrem à noite; que não existem variações sazonais nos espaços de atividade; e que os tubarões maiores apresentam maiores espaços de atividade.

3. Os tubarões tiveram sua presença registrada quase que diariamente nos pontos de monitoramento, apesar de não permaneciam no local o dia inteiro. Este fato e mais a sincronia exibida em várias ocasiões nos horários de chegada ou saída indica que os tubarões deslocam-se por áreas maiores, possivelmente usando os locais de monitoramento como ponto de referência dentro de uma rota, conforme demonstrado em outras espécies.

4. Tanto a telemetria quanto as capturas demonstram que as porções mais utilizadas pelos tubarões estão dentro das regiões menos perturbadas do arquipélago, situadas dentro do Parque Nacional Marinho.

5. Os tubarões monitorados não apresentaram exclusividade do uso de uma dada área. Em várias ocasiões dois ou mais indivíduos foram detectados por um mesmo receptor ao mesmo tempo.

6. Os tubarões adultos podem freqüentar trechos costeiros com certa regularidade, parecendo deslocar-se periodicamente ao redor de todo o arquipélago. Assim como em outros estudos, os machos apresentam uma maior dispersão que as fêmeas.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

5. MANEJO E CONSERVAÇÃO DOS TUBARÕES DO ARQUIPÉLAGO DE FERNANDO DE NORONHA

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

5.1. Programa de educação e conscientização

5.1.1. Montagem de uma exposição permanente sobre tubarões

Em 2000 foram preparados 14 painéis constituídos por impressões digitais retangulares medindo 44 x 100 cm afixados sobre placas de PVC com informações sobre a biologia, ecologia, distribuição geográfica, fotos e curiosidades das principais espécies de tubarões que ocorrem na região do arquipélago. Esta iniciativa teve a intenção de montar de um mini-museu no galpão da NPO, que havia sido transformada em uma loja temática ("Museu dos Tubarões") após o encerramento das atividades pesqueiras a partir de 1997. A continuidade à montagem da exposição foi interrompida prematuramente em outubro de 2001. Mesmo assim, os painéis ainda continuam expostos no local e representam uma base inicial para a educação dos profissionais ligados ao turismo, tais como guias e motoristas – muitos deles pescadores nas horas de lazer –, que diariamente levam centenas de visitantes para conhecer a exposição.

5.1.2. Campanha de educação e divulgação

Entre fevereiro e outubro de 2001 foram apresentadas palestras semanais sobre tubarões e o presente trabalho no anfiteatro do centro de visitantes do Projeto Tamar do arquipélago. No mês de abril foram ministradas aulas teóricas e práticas sobre tubarões, às crianças de 10-11 anos no "Museu dos Tubarões". Em agosto e setembro foram apresentadas palestras para as 29 turmas de alunos da Escola Arquipélago de Fernando de Noronha, que incluem classes de alfabetização, 1º e 2º graus e supletivo.

Para sensibilizar a comunidade do arquipélago no sentido de prevenir a mortalidade dos tubarões marcados, foi realizada em 2002 uma campanha de divulgação do presente trabalho. Em parceria com cinegrafistas locais, preparou-se um vídeo de curta duração solicitando a liberação dos tubarões marcados ou a devolução das marcas, e oferecendo uma recompensa simbólica em retribuição às participações. A emissora de TV local apresentou uma entrevista no dia de lançamento da campanha, apresentando-a e solicitando a colaboração da comunidade. Durante os dois meses seguintes à entrevista, esse vídeo de divulgação foi veiculado diariamente após o término do noticiário local. Também foram afixados cartazes contendo o mesmo pedido de ajuda nos principais locais do arquipélago (Figura 24).

Com o intuito de fornecer bases teóricas sólidas para o cumprimento de eventuais estratégias de conservação que possam ser implantadas no arquipélago e

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

estimular o desenvolvimento de práticas sustentáveis na comunidade, foi estabelecida uma parceria com a Organização Não Governamental IBIRÉ (http://www.ibire.org.br, julho de 2003). Tal parceria, formada em julho de 2002, possibilitou, paralelamente à fase final do estudo de campo dos tubarões, a realização do curso "Formação continuada dos professores da Escola Arquipélago de Fernando de Noronha em Educação Ambiental". Sob a orientação deste trabalho de pesquisa, o curso foi desenvolvido por um profissional da IBIRÉ em dois módulos semestrais. O objetivo principal foi gerar autonomia para os professores para criação e desenvolvimento de qualquer tipo de atividade, incluindo a Educação Ambiental e práticas sustentáveis. Partiu-se do pressuposto fundamental que é possível contribuir para a formação de indivíduos informados e conscientes em seu meio e que tenham familiaridade com o processo de tomada de decisão para que, com isso, sejam capazes de agir em benefício do meio ambiente (entendendo-se como ambiente os meios natural e construído, tecnológico e social – econômico, político, cultural, histórico, moral e estético).

Todo este trabalho buscou a valorização das relações humanas, cidadania, justiça social e melhoria da qualidade de vida, tendo sempre em vista que defender a natureza não se resume apenas em buscar novo relacionamento de nossa espécie com o planeta, mas principalmente buscar um novo e harmônico relacionamento entre as pessoas. Foram utilizados métodos participativos tais como atividades vivenciais (dinâmicas de grupo), grupos de trabalho, jogos cooperativos, discussões de textos previamente selecionados, vídeos e palestras. Seguiu-se uma abordagem lúdica que sempre levou em consideração proporcionar e manter momentos de descontração, por acreditar-se que discussões críticas e reflexivas não devem ser conduzidas unicamente de modo formal, em um processo que pode se tornar cansativo, e por isso, improdutivo.

O primeiro módulo foi desenvolvido em 11 encontros realizados entre setembro e novembro de 2002, com a participação regular de aproximadamente 80% do número total de professores da escola. A realização bem sucedida da primeira fase proporcionou a realização de uma segunda, durante o primeiro semestre de 2003, com o intuito de facilitar a implementação de oficinas sócio-ambientais na escola, para que os conhecimentos adquiridos pelos professores durante a primeira fase do curso pudessem ser repassados aos alunos e seus familiares. Nesta segunda fase, as oficinas oferecidas pelos professores foram realizadas durante um semestre sempre aos finais de semana, tendo enfocado danças populares, dramatização, culinária, corte e costura e a confecção de uma horta e canteiros ornamentais na escola.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Figura 24. Cartaz utilizado na campanha de divulgação.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

5.2. Implicações para a conservação dos tubarões do arquipélago de Fernando de Noronha

5.2.1. Ausência de informações sobre parâmetros populacionais e baixa capacidade reprodutiva de Carcharhinus perezi

Uma população de tubarões pode demorar até décadas para se recuperar da exploração pesqueira (Pratt & Casey, 1990; Simpfendorfer, 2000 b). No caso do arquipélago de Fernando de Noronha, se a exploração foi excessiva, conforme as informações de mergulhadores e pescadores locais sugerem, a recuperação da população de tubarões irá depender de vários fatores. Entre eles destacam-se a capacidade reprodutiva, os padrões migratórios, o nível de depleção do estoque, a taxa de aumento populacional e os mecanismos de compensação dependentes da densidade populacional (Camhi *et al*.,1998). Todos estes parâmetros são desconhecidos para *Carcharhinus perezi*, e não se sabe ao certo o quanto a exploração pesqueira de cinco anos foi prejudicial para a espécie no arquipélago.

Outro agravante é que em berçários oceânicos, a quantidade de nascimentos num determinado ano pode ser bastante inferior à do ano anterior, pois esta depende diretamente do número de fêmeas grávidas que visitam o local para dar a luz, como foi observado com *Negaprion brevirostris* no Atol das Rocas (observação pessoal). Este último fator pode ser influenciado pelo aumento da pesca de tubarões que vem ocorrendo em todo o mundo nas últimas duas décadas, incluindo as espécies de *Carcharhinus* (Camhi *et al*.,1998).

Além disso, as espécies do gênero *Carcharhinus* são caracterizadas por uma baixa fecundidade e crescimento lento. Como conseqüência, apresentam uma baixa capacidade de recuperação frente à pesca (Smith *et al*., 1998). *Carcharhinus perezi*, por exemplo, produz prole com um máximo de seis filhotes (Castro *et al.*, 1999). *Carcharhinus obscurus*, que apresenta características de história de vida semelhantes às de *Carcharhinus perezi*, demora entre 15 e 20 anos para atingir a maturidade (Simpfendorfer, 2000 a). Todas estas características contribuem para tornar bastante lenta a recuperação dos estoques de tubarões deste grupo.

5.2.2. Pesca direcionada aos tubarões entre 1992 – 1997

Durante os cinco anos de pesca direcionada aos tubarões no arquipélago, entre 1992 e 1997 foram desembarcadas 53,6 toneladas destes animais (Apêndice 2). Nos 23

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

meses em que os desembarques foram identificados, *Carcharhinus perezi* representou aproximadamente 10 toneladas, ou cerca de 60% do total de 17 toneladas desembarcado. A maior parte da quantia restante era constituída por *Carcharhinus falciformis*, *Negaprion brevirostris* e *Ginglymostoma cirratum* (NPO, comunicação pessoal). Embora o esforço de captura não tenha sido igual em todos os anos, é possível supor que o nível de exploração possa ter sido semelhante àquele para o qual existem registros, uma vez que esta é a espécie de tubarão mais comum do arquipélago. Neste caso, uma estimativa indica que até 32 toneladas de *Carcharhinus perezi* possam ter sido pescadas durante o período.

5.2.3. Estimativas do tamanho populacional

Os resultados das estimativas (item 3.3.9) mostram que o tamanho populacional de *Carcharhinus perezi* jovens na região costeira da face sotavento do arquipélago está dentro de um intervalo de 30 até 120 indivíduos. Apesar disso, o tamanho populacional é provavelmente maior, pois a estimativa não incluiu os animais que ocorrem na face barlavento e nem a parcela adulta na região do talude. No entanto, entre 40 e 90% dos jovens morrem no primeiro ano de vida (*Negaprion brevirostris*, Manire & Gruber, 1993 e Gruber *et al*., 2001; *Carcharhinus limbatus*, Heupel & Simpfendorfer, 2002). Tendo em vista que a população nos trechos amostrados é composta predominantemente por jovens e que o nível de mortalidade mencionado pode ocorrer, o tamanho populacional parece ser inferior ou próximo de 500 indivíduos. Este é o tamanho proposto como mínimo para que uma população seja viável e se mantenha sem problemas de consangüinidade e perda de variabilidade genética. Populações com tamanhos inferiores estão sujeitas a uma menor capacidade de recuperação frente a catástrofes naturais ou induzidas (Soulé, 1985). A estimativa para *Ginglymostoma cirratum* também é bastante baixa e preocupante.

5.2.4. Genética

A análise-piloto de quatro amostras genéticas de *Carcharhinus perezi* demonstra um baixo nível de variabilidade genética da população do arquipélago de Fernando de Noronha, em relação a populações de Belize e do sul da Flórida. Esta baixa variabilidade genética seria consistente com uma exploração excessiva. Os resultados também mostram que existem algumas diferenças entre a população do arquipélago e aquelas mencionadas, mas que esta divergência é pequena, sugerindo que não existe um longo histórico de separação entre as mesmas (M. Shivji, e D. Chapman, Nova Southeastern

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

University, comunicação pessoal). Entretanto, a ausência de diferenças significativas não quer dizer que estas populações façam parte de um único estoque. A quantidade indivíduos migrantes necessária para impedir a produção de freqüências de alelos significativamente diferentes é pequena, da ordem de um até dez indivíduos por geração (Heist *et al*., 1996).

Além disso, enquanto os resultados dos estudos genéticos não forem concluídos de maneira definitiva também não será possível saber se esta população é geneticamente isolada, ainda que os resultados de programas de marcação e liberação realizados em outros locais sugiram que a espécie não se desloca por grandes distâncias. A maior distância percorrida por um *Carcharhinus perezi* recapturado foi de 48 km (Kohler & Turner, 2001), e o monitoramento por telemetria realizado no presente trabalho mostra que ao menos as fêmeas adultas podem apresentar fidelidade local e permanecer ao redor do arquipélago durante boa parte do ano. Considerando estes dados, a possibilidade de isolamento geográfico e genético desta população não pode ser descartada.

5.2.5. Pressão de pesca sobre os tubarões e o grupo Carcharhinus no oceano Atlântico

Em razão do declínio dos estoques de peixes mais valiosos priorizados pela pesca comercial, como os atuns *Thunnus* spp. e os espadartes *Xiphias gladius*, todos os tubarões, incluindo o grupo *Carcharhinus*, têm sofrido uma pressão de pesca cada vez maior em todo o oceano Atlântico. De uma maneira geral, nas últimas duas décadas as espécies de *Carcharhinus* representaram entre 30 e 50% de toda a produção pesqueira do Atlântico sul (Hazin *et al*., 1990; Amorim, Arfelli & Fagundes, 1998; Hazin *et al*., 2000).

Dada a dificuldade de identificação das cerca de 30 espécies do gênero (Garrick, 1982; Castro, 1993) e a difundida prática do corte de barbatanas, é praticamente impossível quantificar corretamente a produção e o nível de exploração sobre as diferentes espécies de *Carcharhinus*. De qualquer forma, a pressão de pesca sofrida pelo grupo é alta. As estimativas feitas no corrente ano sobre a produção pesqueira de tubarões no oceano Atlântico sul são de aproximadamente 30.000 toneladas (Lins & Vasconcelos, 2003). *Carcharhinus perezi* certamente está incluída neste total, sendo atingida em razão de sua abundância em várias regiões costeiras e insulares do Atlântico. Uma prova disso é o relato de que a ocorrência desta espécie nos desembarques realizados na costa do Estado do Ceará tem diminuído desde 1999 (M. Furtado-Neto, UFCE, comunicação pessoal).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

5.3. Problemática para o manejo dos tubarões no arquipélago de Fernando de Noronha

5.3.1. Tubarões jovens residentes e com movimentação restrita

O estudo de animais através de telemetria é normalmente utilizado para extrapolar o comportamento espacial dos membros de uma população (Morrissey & Gruber, 1993 a). Os resultados da telemetria e das recapturas indicam que existem pequenos grupos de tubarões jovens com movimentação restrita, ocupando trechos específicos do arquipélago. Dessa forma, a maioria dos tubarões jovens não pode ser considerada migratórios ou “de passagem”, conforme os moradores do arquipélago acreditam.

Embora estejam concentrados na área de uso indireto do Parque Nacional Marinho, os tubarões, assim como outros membros de maior movimentação em uma comunidade de peixes recifais (Holland, Lowe & Wetherbee, 1996), não obedecem a limites fixos arbitrariamente estabelecidos. Estes animais podem, portanto, ser capturados em toda a plataforma insular, tanto na região costeira quanto no talude, e dentro ou fora das áreas protegidas. Apesar da maior concentração de tubarões ocorrer dentro do Parque, ela não é devida a uma proteção espacial adequada oferecida por esta área. Pelo contrário, é o reflexo da intensificação da atividade humana na APA e do aparente empobrecimento biológico desta última, possivelmente ocasionado pela pesca profissional e amadora.

Além disso, a proteção oferecida aos tubarões pelo Parque é pouco efetiva, pois os pescadores profissionais invadem seus limites de barco e os amadores pescam na área a partir da praia e do costão rochoso. Caso sejam abatidos por esta pesca ilegal, os pequenos grupos de tubarões ao redor do arquipélago somente seriam repostos na próxima época de nascimentos, o que pode demorar de um até dois anos. Sabe-se que o recrutamento de uma população de tubarões é estreitamente relacionado ao número de fêmeas maduras e em idade reprodutiva (Camhi *et al*., 1998). No entanto, como estes parâmetros são desconhecidos para o arquipélago, não é possível avaliar se a mortalidade causada pela pesca atual é superior a capacidade da população em se renovar através da reprodução. Considere-se também a discrepância entre o número de nascimentos que pode ocorrer de um ano para outro. Assim, mesmo uma captura acidental de tubarões em pequena escala como a que atualmente vem sendo praticada,

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

representa uma ameaça a mais e pode tornar mais lenta a recuperação desta população, caso ela tenha sofrido efeitos genéticos negativos causados pela exploração pesqueira do passado.

5.3.2. Atividade pesqueira no arquipélago

Uma ameaça, não apenas aos tubarões, mas a toda ictiofauna costeira do arquipélago, é a pesca de costão que vem ocorrendo dentro do Parque, onde a atividade é ilegal, e na APA, onde a mesma é permitida. Em uma ocasião pôde-se observar e fotografar, um pescador que havia acabado de capturar um *Negaprion brevirostris* neonato e outros peixes dentro da laguna do Buraco da Raquel. Isso ocorreu por volta das 14:00 h, em pleno horário de maior visitação de turistas, e presença de guias e fiscais no local.

Segundo Roberts (1995), a pesca excessiva pode exaurir trechos recifais específicos rapidamente. No arquipélago isso é claramente ilustrado pelo declínio das capturas de peixes utilizados como iscas e de tubarões no pesqueiro do Prego, localizado dentro do Parque. Comprovou-se esse declínio, pois, entre 2000 e 2002 era relativamente fácil e rápido capturar peixes para iscas neste local, e na maioria das saídas ao menos um tubarão era capturado. Em fevereiro de 2003, seis meses após a última visita ao local, o rendimento da pesca havia diminuído visivelmente, sendo necessário um esforço muito maior para capturar algumas iscas e os tubarões para pesquisa. Um grande indício do aumento da pressão de pesca neste ponto foi o fato de terem sido encontrados mais de 15 pescadores amadores em um único dia, o que nunca havia ocorrido em anos anteriores. Nesta mesma época o Prego foi visitado em pelo menos cinco ocasiões e diferentes horários do dia, quando foi encontrado sempre um mínimo de cinco pescadores no local.

A pesca no arquipélago é geralmente realizada por pescadores profissionais no talude e por amadores na região costeira. Esses pescadores dizem capturar unicamente as espécies migratórias ou de “passagem” e, dessa forma, alegam que a atividade não ocasionaria impacto à comunidade de peixes do arquipélago. Entretanto, as principais espécies capturadas pelas duas categorias de pescadores são: a barracuda *Sphyraena barracuda*, os xaréus, xareletes e xixarros *Caranx* spp., a guarajuba *Carangoides bartholomaei*, o dentão ou cioba *Lutjanus jocu*, os atuns *Thunnus albacares*, *Thunnus alalunga* e *Thunnus atlanticus* , e o peixe-rei ou anchova *Elagatis bipinnulata*. Destas, a barracuda e o xaréu-preto *Caranx lugubris*, representam 50% das capturas da pesca profissional (Lessa *et al*., 1998). Dentre as espécies mencionadas, apenas os atuns e as

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

anchovas possuem atividade predominantemente pelágica e podem ser considerados de “passagem”. No entanto, a grande maioria são peixes recifais carnívoros de alta mobilidade que ocorrem em toda a plataforma insular, tanto na região costeira quanto no talude. Algumas espécies de xaréus costeiros inclusive são residentes apenas na região costeira de ilhas oceânicas. Indivíduos de *Caranx melampygus* monitorados em longo prazo por telemetria não se deslocaram por mais de 6 km em linha reta ao longo da zona litorânea de uma ilha (Holland *et al*., 1996). Portanto, a maioria das espécies capturadas acaba sendo atingida pela pesca amadora na região costeira e pela pesca profissional no talude.

Tal fato é preocupante, pois o aumento do número de moradores (praticantes de pesca amadora) e do turismo no arquipélago nos últimos anos vêm gerando uma demanda interna de pescado e uma pressão sobre os estoques cada vez maiores. Nesse sentido, existe um farto registro de que a pesca e outras atividades extrativistas em ilhas oceânicas, mesmo que praticadas artesanalmente como acontece no arquipélago, são incapazes de atender ao crescente aumento da demanda comercial. Fatos como esse são suficientes para empobrecer o ambiente e reduzir os estoques das espécies. Isso já foi demonstrado em localidades do Caribe e dos oceanos Índico e Pacífico (Roberts, 1995; Birkeland, 1997; Pitcher, 2001), que apresentam ictiofauna com diversidade e abundância bastante superiores a de Fernando de Noronha.

De uma maneira geral, os três principais efeitos causados pela pesca em ambientes recifais são: alterações nas características de história de vida de algumas espécies (Pitcher, 2001); alterações na comunidade e na composição das espécies (Beets, 1997; Claro, 1991; Friedlander & De Martini, 2002); e reduções na diversidade e abundância das espécies (Roberts, 1995; Jennings & Polunin, 1996). Também pode haver uma perda ou diminuição de grupos funcionais da comunidade como, por exemplo, os predadores. Essa diminuição faz com que os predadores não sejam mais capazes de exercer seu papel ecológico, o que pode desencadear conseqüências para outros recursos pesqueiros e para o funcionamento de todo o ecossistema (Roberts, 1995; Goñi, 1998). Como todas as espécies capturadas pela pesca do arquipélago são peixes carnívoros, esse último efeito parece já estar ocorrendo, o que é sugerido pelo baixo rendimento da pesca em alguns pontos, a raridade de tubarões na APA e o crescimento das populações de ouriços-brancos.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

5.3.3. Pesca atual de tubarões no arquipélago

Atualmente a pesca de tubarões no arquipélago é realizada ocasionalmente e de forma acidental por pescadores profissionais e amadores. Uma das maiores ameaças causadas por esta atividade é a mortalidade de neonatos que ocorre todos os anos na época dos nascimentos, entre novembro e abril. Uma prova disso é que vários *Carcharhinus perezi* e *Negaprion brevirostris* podem ser capturados em rápida sucessão em todos os ambientes costeiros e rasos, desde a Pontinha até os arredores do Porto e Biboca. Dentro deste trecho, a Enseada das Caieiras representa uma das localidades do arquipélago onde a fauna é extremamente rica e abundante, e que concentra grande quantidade de neonatos nas barretas de suas piscinas. Lamentavelmente, a enseada é classificada como uma Zona de Uso Intensivo do Parque (Ferreira *et al*., 1990), onde os moradores podem pescar livremente o ano todo.

Contra-senso semelhante ocorre na Laje Dois Irmãos. Esta é uma localidade onde os tubarões neonatos e jovens se concentram o ano todo e são comumente observados durante mergulhos. Para os pescadores, o local é considerado como APA, e eles podem pescar livremente. No caso das operadoras de mergulho, elas pagam taxa de ingresso no Parque para freqüentar a localidade.

Conforme já mencionado, a captura de tubarões pela pesca profissional é acidental ou ainda, quando estes animais atacam seguidas vezes os cardumes de peixes ósseos, espantando-os ou atacando os exemplares fisgados pelos pescadores. No final de 2001 e no primeiro semestre de 2002 a presidência da Anpesca divulgou um comunicado informando a proibição da captura de tubarões jovens. Apesar disso, não houve nenhum tipo de fiscalização por parte da associação e esta medida acabou não sendo implementada efetivamente. Mesmo assim, os pescadores ainda continuam desembarcando tubarões capturados ocasionalmente. Quando a quantidade pescada é pequena, a negociação é normalmente feita informalmente entre os pescadores e donos de restaurantes ou pousadas no galpão da associação. No caso de grandes indivíduos capturados, a carcaça costuma ser negociada pela associação.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

5.4. Recomendações para o manejo e conservação dos tubarões no arquipélago de Fernando de Noronha

As opções de manejo para tubarões costeiros de grande porte e crescimento lento foram exploradas através de um modelo demográfico baseado nos estágios do ciclo de vida de *Carcharhinus plumbeus* (Brewster-Geisz & Miller, 2000). Os resultados indicam que somente a proteção dos neonatos e das fêmeas grávidas não é a melhor solução. Isso porque os neonatos já são naturalmente sujeitos a altas taxas de mortalidade (Heupel & Simpfendorfer, 2002). Para que a recuperação dos estoques seja efetiva, os esforços de conservação devem ser centrados na proteção dos jovens (1-7 anos) e dos sub-adultos (7-15 anos) (Brewster-Geisz & Miller, 2000).

Ainda segundo Brewster-Geisz & Miller (2000), a preservação das fêmeas em idade reprodutiva não seria tão crucial para a manutenção da população quanto a sobrevivência dos jovens entre um e 15 anos. Entretanto, caso as fêmeas das espécies de tubarões costeiros de grande porte sejam realmente filopátricas como os estudos recentes indicam, os berçários oceânicos onde estas fêmeas nasceram podem ser os únicos locais aonde elas irão se reproduzir (Feldheim *et al*., 2002). Neste caso, a proteção destas fêmeas também é de grande importância, pois todos os anos durante os quais cada uma está em idade reprodutiva podem ser necessários simplesmente para assegurar que ao menos uma cria de cada sexo sobreviva até a idade adulta (Smith *et al*., 1998).

Tendo isso em mente e, para garantir a conservação em longo prazo das populações de tubarões do arquipélago de Fernando de Noronha, as seguintes medidas de proteção deveriam ser implantadas o quanto antes:

(1) Criação de uma época de defeso para a pesca de tubarões

Para proteger os neonatos das três espécies de tubarões costeiros é necessário que haja ao menos a proibição da captura destes animais durante a época de parto e de nascimentos, que ocorre entre outubro e março. Com esta medida, os neonatos estariam protegidos na época do ano em que são mais vulneráveis. Após conseguir implantar essa restrição e fazer com que a mesma seja respeitada, a estratégia seguinte seria conscientizar a comunidade gradativamente, através de um programa educacional, sobre a necessidade de uma proibição total da captura de tubarões.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

A proteção total já vem sendo feita no arquipélago há vários anos para os golfinhos-rotadores e as tartarugas marinhas, podendo ser extensiva para os tubarões. Isso em vista da sua importância ecológica para o ecossistema e pelo fato de que os moradores não dependem economicamente da pesca destes animais. Além disso, o arquipélago é um dos poucos locais do país, senão o único, onde é possível observar tubarões por mergulho com relativa facilidade durante o ano todo. Deste modo, a presença e a possibilidade de observá-los representa um atrativo a mais para o turismo, além de contribuir indiretamente para desmistificar sua imagem de devoradores de pessoas. Além disso, as espécies locais não são consideradas agressivas e não existem registros de ataques a seres humanos em toda a história do arquipélago.

Mais ainda, todos os tubarões capturados durante a época de defeso deveriam ser liberados vivos. Como os anzóis usados pelos pescadores do arquipélago na maioria das vezes são pequenos, possivelmente eles não causam grandes prejuízos aos animais. Uma prova disso é a observação e captura de tubarões jovens e saudáveis com anzóis presos à boca ou outras partes do corpo.

(2) Criação de defeso para a Zona de Uso Intensivo do Parque

Um dos maiores contra-sensos existentes atualmente no arquipélago é que a Enseada das Caieiras, que representa um dos ambientes recifais com maior abundância de peixes do local (Ferreira *et al*., 1990), seja classificada como Zona de Uso Intensivo do Parque. Os indícios de empobrecimento biológico na APA e em pontos de pesca do Parque como o Prego fornecem subsídios para que seja implantado, o mais rápido possível, um sistema de defeso nesta enseada, assim como já ocorre na APA para a captura de polvos e lagostas e na visitação dos pontos de mergulho. Ressalte-se novamente que este fechamento deveria ser feito preferencialmente entre outubro e março.

(3) Inclusão de defeso para os tubarões no plano de manejo da APA

Atualmente está sendo elaborado o plano de manejo da APA de Fernando de Noronha, que conta com a participação de representantes das autoridades, da comunidade local e de pesquisadores. Recomenda-se que seja proibida a captura de tubarões no trecho contínuo que inclui a Enseada das Caieiras, Buraco da Raquel, Porto e Biboca no período de outubro até março.

O recife da Laje Dois Irmãos, além de ser local que concentra tubarões jovens durante o ano todo, apresenta estações de limpeza freqüentadas pelos mesmos, e

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

representa um dos maiores trechos contínuos cobertos por corais em toda a costa brasileira (Beatrice Ferreira, UFPE, comunicação pessoal). Por este motivo, recomenda-se que a pesca seja proibida no local o ano todo.

(4) Manutenção da proibição do mergulho e da pesca na laguna do Buraco da Raquel

Esta localidade é bastante importante para as três espécies de tubarões costeiros do arquipélago, sendo utilizada pelos mesmos como área de descanso, limpeza, alimentação e como berçário de *Negaprion brevirostris*. Caso fosse permitido o mergulho diário de cerca de 30 pessoas no local, como é feito em outros pontos do arquipélago, os tubarões certamente deixariam de utilizá-lo com a mesma freqüência. A área já é protegida pelo Parque, mas é necessário reforçar a fiscalização para evitar que pescadores atuem no local, inclusive durante os horários de maior visitação, conforme constatado.

(5) Manutenção das áreas de acesso restrito na Baía do Sueste e maior fiscalização do Prego

A delimitação atual das bóias que restringem o acesso dos mergulhadores nas porções laterais da Baía do Sueste deve ser mantida, pois estes trechos representam vias de acesso dos tubarões à baía. Seria necessário reforçar a fiscalização nestes trechos laterais, visto que os tubarões afastam-se com a chegada dos mergulhadores, que na maioria das vezes não respeitam a delimitação feita pelas bóias. Outra necessidade é o reforço da fiscalização na Baía do Sueste e no pesqueiro do Prego, principalmente ao entardecer e à noite, para impedir a atuação de grandes grupos de pescadores.

(6) Cadastro de todos os pescadores amadores

Criar o cadastro dos pescadores amadores na APA e no Parque. Esta medida visa assegurar o direito da pesca amadora unicamente aos ilhéus e também inicia um alerta para que, caso não haja restrições nesta atividade, a sua continuidade futura está comprometida. O cadastro evitaria que os moradores temporários (como peões de obra, mensalistas e outros profissionais em regime de rotação) pescassem, aumentando o esforço de captura. Isso agravaria ainda mais a pressão de pesca em vários pontos da ilha, incluindo áreas do Parque (Prego e Baía do Sueste) e da APA, que já demonstram sinais de empobrecimento.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Como a comunidade local já está acostumada à necessidade de autorização para realizar a maioria de suas atividades, o cadastramento não seria algo fora do comum. Uma sugestão para punição dos infratores que fossem apanhados pescando sem licença seria a prestação de serviços sociais, que poderiam ser realizados na creche, escola, Ibama, hospital e Administração Geral. Dadas às condições inóspitas do arquipélago, todos têm habilidades manuais em áreas diversas, como mecânica, construção, carpintaria, manutenção de veículos e barcos, jardinagem e plantio.

(7) Proibição da comercialização de carne de tubarão nos restaurantes locais

Este atualmente constitui a única demanda comercial à captura destes animais no arquipélago. Além da carne de tubarão ter um baixo valor de mercado, ela não é a principal fonte de renda dos restaurantes locais. Dessa forma, a proibição da captura e comércio de tubarões é plenamente justificável. Inicialmente a implantação dessa medida poderia gerar conflitos por parte da comunidade, que alegaria que o “Museu dos Tubarões” continuaria a vender bolinhos feitos de carne de tubarão. Entretanto, foi constatado que o pescado vinha de fora do arquipélago. Muito embora a manutenção deste comércio por parte da empresa incentive a pesca em outras localidades do nordeste onde *Carcharhinus perezi* possa ocorrer, esta prática não atinge os animais do arquipélago de forma tão direta quanto a sua captura local.

Outras medidas, que não protegem diretamente os tubarões, mas que são importantes para assegurar a proteção e avaliar a situação de todo o ecossistema do arquipélago:

a) O reforço da fiscalização nos pontos de pesca situados dentro do Parque, tais como Enseada das Caieiras, arredores da laguna do Buraco da Raquel, Pontinha, Pedra Alta, Abreus, Baía do Sueste e Prego para diminuir a intensidade da pesca nestes locais e impedir a presença freqüente de grandes grupos de pescadores;

b) O acompanhamento da produção pesqueira da Anpesca, com a devida identificação de cada uma das principais espécies ou grupos de espécies capturados, que são a barracuda, os atuns e o xaréu-preto. Este monitoramento poderia fornecer as bases sólidas para a implementação de épocas de defeso e de limites de tamanho para as espécies mencionadas;

c) O monitoramento da população de ouriços-brancos, já que estes últimos podem atuar como indicadores de desequilíbrio ambiental.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Estas sugestões representam, portanto, as bases para a formulação de estratégias para conservação dos tubarões do arquipélago de Fernando de Noronha. O ideal é que essa conservação fosse feita da mesma forma que ocorre atualmente com as tartarugas marinhas e os golfinhos-rotadores presentes no arquipélago.

Tendo consciência de que o manejo e a conservação de predadores são um resultado direto da mudança de atitude das pessoas em relação a estes animais, um esforço considerável deve ser aplicado na implantação de um programa educacional para a conservação dos tubarões no arquipélago. A campanha solicitando a colaboração dos pescadores para liberar os tubarões marcados já mostrou que essa conscientização é possível. Entretanto tal iniciativa foi temporária, e o abatimento destes animais somente poderá ser evitado de forma definitiva através de um programa de educação duradouro e que conte com o apoio dos órgãos administrativos locais. Todavia, o fato da população ser sensível à proteção de outras espécies marinhas representa uma grande possibilidade para o sucesso da conservação dos tubarões e do ecossistema do arquipélago. A implementação desta campanha educativa é simples e de baixo custo, com a apresentação de vídeos de curta duração na emissora de TV local e a colocação de cartazes. Inclui-se quatro roteiros preparados como sugestão para a elaboração de vídeos informativos sobre os resultados do presente estudo que podem ser utilizados para iniciar a campanha (Apêndice 3).

A conservação dos tubarões é tradicionalmente difícil, e o futuro destes animais realmente está nas mãos da comunidade, o que em última instância, irá depender da sua educação. Espera-se que a realização do curso de capacitação em Educação Ambiental possa ter contribuído para a formação e conscientização da nova geração, para que no futuro ela aceite e respeite as possíveis medidas de proteção que venham a ser implantadas. Acredita-se que este tipo de formação educacional seja uma das maiores contribuições que o presente trabalho de pesquisa de tubarões pôde oferecer à comunidade do arquipélago, pois o seu desenvolvimento poderá fornecer alicerces para uma melhor preservação do local no futuro e possibilitar a continuação de ideais conservacionistas mesmo após a saída do pesquisador da área.

Finalizando, é importante ter em mente o fato do arquipélago ser um dos principais berçários de *Carcharhinus perezi* no Atlântico sul. Como conseqüência, o local certamente desempenha um importante papel na manutenção dos estoques da espécie, ao menos na região nordeste do Brasil. Apesar da proteção e da necessidade de proibição da pesca no arquipélago serem de grande importância para assegurar o

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

recrutamento da espécie no local, a sua conservação somente será garantida se os órgãos competentes (ICAAT – Comissão Internacional para a Conservação dos Atuns e Afins do Atlântico, IBAMA e Governo Federal) implantarem medidas de proteção regionais para conter a intensa pressão de pesca sobre os tubarões no Atlântico sul. Isso porque a proteção dos berçários normalmente é eficiente apenas para proteção dos segmentos mais jovens de uma população (Stevens, 2002). Será necessária, portanto, a inclusão de mecanismos específicos para proteção dos tubarões, de forma possibilitar o acesso de *Carcharhinus perezi* adultos às áreas de cópula, parto e berçário do arquipélago de Fernando de Noronha. Como primeiro passo, os tubarões já fazem parte do banco de dados da ICAAT (A. Amorim, comunicação pessoal).

No entanto, esta necessidade de proteção e regulamentação da pesca infelizmente vai totalmente contra as novas medidas anunciadas pelo governo brasileiro, que até 2006 pretende estimular a modernização da frota pesqueira com o objetivo de aumentar a captura da pesca oceânica de 51 mil para 100 mil toneladas por ano (Marques & Scolese, 2003).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

5.5. Conclusões

1. As recomendações propostas para o manejo e conservação de *Carcharhinus perezi* e as outras espécies de tubarões do arquipélago de Fernando de Noronha são: **a)** criação de uma época de defeso para a pesca de tubarões durante a época dos nascimentos; **b)** criação de defeso para a Zona de Uso Intensivo do Parque e na APA, e proibição total da pesca na Laje Dois Irmãos; **c)** a manutenção da proibição do mergulho e pesca na laguna do Buraco da Raquel; **d)** a manutenção das áreas de acesso restrito na Baía do Sueste; **e)** o cadastro dos pescadores profissionais e amadores do arquipélago; **f)** e a proibição da comercialização de carne de tubarão nos restaurantes locais.
2. Outras medidas indiretamente relacionadas aos tubarões, mas importantes para a proteção do arquipélago são: o reforço da fiscalização nos pontos de pesca situados dentro do Parque, tais como Enseada das Caieiras, arredores da laguna do Buraco da Raquel, Pontinha, Pedra Alta, Abreus, Baía do Sueste e Prego para diminuir a intensidade da pesca ilegal nestes locais e impedir a presença freqüente de grandes grupos de pescadores; o acompanhamento da produção pesqueira da Anpesca, com a devida identificação de cada uma das principais espécies ou grupos de espécies capturados; e o monitoramento da população de ouriços-brancos, que podem atuar como indicadores de desequilíbrio ambiental.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

6. LITERATURA CITADA

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

AB'SABER, A.N., TUNDISI, J.G., FORNERIS, L., MARINO, M.C., ROCHA, O., TUNDISI, T., SCHAEFFER-NOVELLI, Y., VUONO, Y.S. & WATANABE, S. (eds.). Glossário de Ecologia, Publicação ACIESP nº 103, 2ª edição, 1997, 352 p.

AMORIM, A.F., ARFELLI, C.A. & FAGUNDES, L. Pelagic elasmobranchs caught by longliners off southern Brazil during 1974-97: an overview. Mar. Freshwater Res., v. 49, p. 621-632, 1998.

ANÔNIMO. Shark parks for the Bahamas. From: Rodale's Scuba Diving Magazine on-line site <http://www.scubadiving.com/sharkparks>. Acesso em: 1999.

ANDERSON, R.O. & GUTREUTER, S.J. Chapter 15: Length, weight, and associated structural indices. In: Nielsen, L.A. & Johnson, D.L. (eds.) Fisheries Techniques. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 4th Ed., 1992, p. 283-301.

ANDERSON R.C. & STEVENS J.D. Review of information on diurnal vertical migration in the bignose shark (*Carcharhinus altimus*). Mar. Freshwater Res., v. 47, p. 605-608, 1996.

BEETS, J. Can coral reef fish assemblages be sustained as fishing intensity increases? Proc. 8th Int. Coral Reef Symp. v. 2, p. 2009-2014, 1997.

BEGON M., HARPER J.L. & TOWNSEND C.R. Ecology: Individuals, Populations, and Communities. 2ª edição, Blackwell Press, Oxford, 1990.

BERGMAN, P.K., HAW, F., BLANKENSHIP, H.L. & BUCKLEY, R.M. Perspectives on design, use and misuse of fish tags. Fisheries. v. 17, p. 20-25, 1992.

BIRKELAND, C. Symbiosis, fisheries and economic development on coral reefs. Tree, v. 12, n. 9, p. 364-367, 1997.

BONATO, V. Ecologia e história natural de tatus no cerrado de Itirapina, São Paulo (Xenarthra: Dasypodidae). Dissertação de Mestrado, Unicamp, Campinas, 80 p., 2002.

BRANSTETTER, S. Early life-history implications of selected carcharhinid and lamnoid sharks of the Northwestern Atlantic. NOAA Tech. Rep. NMFS, v. 90, p. 17-28, 1990.

BREWSTER-GEISZ, K.K. & MILLER, T.J. Management of the sandbar shark, *Carcharhinus plumbeus*: implications of a stage-based model, Fish. Bull., v. 98, p. 236-249, 2000.

BRUCE, B.D. Preliminary observations on the biology of the white shark, *Carcharodon carcharias*, in South Australian waters. Aus. J. Mar. Freshwater Res., v. 43, p. 1-11, 1992.

CAMHI, M., FOWLER, S.L., MUSICK, J.A., BRÄUTIGAM, A. & FORDHAM, S.V. Sharks and their relatives – Ecology and Conservation. IUCN/SSC Shark Specialist Group, IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 1998, iv + 39pp.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

CAMPBELL, D., BATTAGLENE, T. & SHAFRON, W. Economics of resource conservation in a commercial shark fishery. Aust. J. Mar. Freshwater Res., v. 43, p. 251-262, 1992.

CAILLIET, G.M. Elasmobranch age determination and verification: an updated review. In: PRATT, H.L., GRUBER, S.H. & TANIUCHI, T. (eds.) Elasmobranchs as living resources: advances in the biology, ecology, systematics, and the status of the fisheries. NOAA Tech. Rept., v 90, p 157-165, 1990.

CAILLIET, G.M. Demography of the central California population of the leopard shark (*Triakis semifasciata*). Aust. J. Mar. Freshwater Res., v. 43, p. 183-193, 1992.

CAILLIET G.M., MOLLET H.F., PITTENGER G.C., BEDFORD D. & NATANSON L.J. Growth and demography of the Pacific angel shark (*Squatina californica*), based upon tag returns off California. Aust. J. Mar. Freshwater Res., v. 43, p. 1313-1330, 1992.

CAREY F.G. & J. SCHAROLD. Movements of blue sharks (*Prionace glauca*) in course and depth. Mar. Biol., v. 106, p. 329-342, 1990.

CARRIER J.C. Nurse sharks of Big Pine Key: comparative success of three types of external tags. Florida Sci. V. 48, n. 3, p. 139-146, 1985.

CARRIER, J.C. & LUER, C.A. Growth rates in the nurse shark, Ginglymostoma cirratum. Copeia, v. 3, p. 686-692, 1990.

CARRIER, J.C. & PRATT, H.L. Habitat management and closure of a nurse shark breeding and nursery ground. Fisheries Research, v. 39, p. 209-213, 1998.

CASEY J.G. & KOHLER N.E. Tagging studies on the shortfin mako shark (*Isurus oxyrinchus*) in the Western North Atlantic. Aust. J. Mar. Freshwater Res., v. 43, p. 45-60, 1992.

CASTRO, J.I. The shark nursery of Bulls Bay, South California, with a review of the shark nurseries of the southeastern United States. Env. Biol. Fishes, v. 38, p. 37-48, 1993.

CASTRO, J.I. A field guide to the sharks commonly caught in commercial fisheries in the United States. NOAA Technical memorandum NMFS - SEFSC-338, 1993, 47p.

CASTRO, J.I., C. WOODLEY & R. BRUDEK. A preliminary evaluation of the status of shark species. Fao. Fish. Tech. Paper 380, 1999, 72p.

CHEUNG, P. Parasitic diseases of elasmobranchs. Chapter 10. In: STOSKOPF, M.K. (Ed.) Fish Medicine, W.B. Saunders Company, Philadelphia, Pennsylvania, 1993, p 782-807.

CLARO, R. Changes in fish assemblages structure by the effects of intense fisheries activity. Tropical Ecology, v. 32, n. 1, p. 36-46, 1991.

COMPAGNO, L..J.V. FAO Species catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of sharks species known t o date. Part 2, Carcharhiniformes. FAO Fish Synop. 125, v. 4, 655p. , 1984.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

COMPAGNO L.J.V. Alternative life-history styles of cartilaginous fishes in time and space. Env. Biol. Fishes, v. 28, p. 33-75, 1990 a.

COMPAGNO L.V.J. Shark exploitation and conservation. NOAA Tech. Rept. NMFS, v. 90, p. 392-414, 1990 b.

CRAWSHAW JR, P.G. Comparative ecology of Ocelot (*Felis pardalis*) and Jaguar (*Panthera onca*) in a protected subtropical forest in Brazil and Argentina. Tese de doutorado, Universidade da Flórida, Flórida, 190p., 1995.

DAVES, N.K. & NAMMACK, M.F. US and International mechanisms for protecting and managing shark resources. Fisheries Research, v. 39, p. 223-228, 1998.

DAVIE, P.S., FRANKLIN, C.E. & GRIGG, G.C. Blood pressure and heart rate during tonic immobility in the black tipped reef shark, *Carcharhinus melanopterus*. Fish Physiol. and Biochem., v. 12, n. 2, p. 95-100, 1993.

DUNSTAN, A., MEDWAY, T. & MATTHEWS, M. Remote tracking of the whitetip reef shark, *Triaenodon obsesus*. Proc. 9th Int. Coral Reef Symp., v 1, p 23-27, 2000.

ECONOMAKIS, A.E. & LOBEL, P.S. Aggregation behavior of the grey reef shark, *Carcharhinus amblyrhynchos*, at Johnston Atoll, Central Pacific Ocean. Env. Biol. Fishes, v. 51, p. 129-139, 1998.

ESTON V.R., MIGOTTO A.E., OLIVEIRA FILHO E.C., RODRIGUES S.A. & FREITAS J.C. Vertical distribution of benthic marine organisms on rocky coasts of the Fernando de Noronha Archipelago (Brazil). Bol. Inst. Oceanogr., v. 34, p. 37-53, 1986.

FERREIRA L.M.; JESUS, F. & SILVA, H.A. Plano de manejo do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha. IBAMA/FUNATURA, 1990, 253p.

FELDHEIM, K.A., GRUBER, S.H. & ASHLEY, M.V. Population genetic structure of the lemon shark (*Negaprion brevirostris*) in the western Atlantic: DNA microsatellite variation. Molecular Ecology, v. 10, p. 295-303, 2001.

FELDHEIM, K.A., GRUBER, S.H. & ASHLEY, M.V. The breeding biology of lemon sharks at a tropical nursery laggon. Proc. R. Soc. London. B., v. 269, p. 1655-1661, 2002.

FRANCIS, M.P., New Zealand shark fisheries: development, size and management. Mar. Freshwater Res., v. 49, p. 579-591, 1998.

FRIEDLANDER, A.M. & De MARTINI, E.E. Contrasts in density, size, and biomass of reef fishes between the northwestern and the main Hawaiian islands: the effects of fishing down apex predators. Mar. Ecol. Prog. Ser., v. 230, p. 253-264, 2002.

GARRICK, J.A.F. Sharks of the genus *Carcharhinus.* NOAA Tech. Report NMFS Circular 445, 1982, 194p.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

GASPARINI, J.L. & FLOETER, S.R. The shore fishes of Trindade Island, western South Atlantic. J. Nat. History, v. 35, p. 1639-1656, 2001.

GADIG, O.B.F. Distribuição dos tubarões do gênero *Carcharhinus* (Carcharhiniformes, Carcharhinidae) na costa brasileira. In: Resumos expandidos – XII Semana Nacional de Oceanografia, UFRJ, p. 95-97, 1999.

GADIG, O.B.F. & GOMES, U.L. Carcharhinidae In: BUCKUP, A.P. & MENEZES, N.A. (eds.) Catálogo dos peixes marinhos e de água doce do Brasil, 2002. URL: <http: //www.mnrj.ufrj.br/catalogo>. Acesso em: janeiro, 2003.

GADIG O.B.F., BEZERRA M.A. & FURTADO-NETO M.A.A. 1996. Nota sobre a biologia do tubarão *Carcharhinus perezi* (Poey, 1861) (Chondrichthyes, Carcharhinidae) do norte-nordeste do Brasil. Rev. Nordestina Biol., v. 11, n. 1, p. 31-36, 1996.

GADIG, O.B.F., BEZERRA, M.A., FEITOSA, R.D. & FURTADO-NETO, M.A.A. Ictiofauna marinha do estado do Ceará, Brasil: I. Elasmobranchii. Arq. Ciênc. Mar, Fortaleza, v. 33, p. 127-132, 2000.

GOLDMAN, K.J. & ANDERSON, S.D. Space utilization and swimming depth of white sharks, *Carcharodon carcharias*, at the South Farallon Islands, central Califórnia. Env. Biol. Fishes. V. 57, p. 315-364, 1999.

GOÑI, R. Ecosystems of marine fisheries: an overview. Ocean & Coastal Manage., v. 40, p. 37-64, 1998.

GRACE, M. Field guide to Requiem sharks (Elasmobranchiomorphi: Carcharhinidae) of the Western North Atlantic. NOAA Tech. Rept. NMFS v. 153, 2001, 32p.

GRUBER S.H. Lemon sharks: supply-side economists of the sea. Oceanus, v. 24, p. 56-64, 1981.

GRUBER, S.H. Role of the lemon shark, *Negaprion brevirostris* as a predator in the tropical marine environment: a multidisciplinary study. Florida Sci., v. 45, p. 46-75, 1982.

GRUBER S.H. & MYRBERG A.A., Jr. Approaches to the study of the behavior of sharks. Amer. Zool., v. 17, p. 471-486, 1977.

GRUBER, S.H.; DE MARIGNAC, J.R.C. & HOENIG, J.M. Survival of juvenile lemon sharks at Bimini, Bahamas, estimated by mark-depletion experiments. Trans. of the Amer. Fish. Soc. v. 130, p. 376-384, 2001.

GRUBER, S.H, NELSON, D.R. & J.F. MORRISSEY. Patterns of Activity and space utilization of Lemon sharks, *Negaprion brevirostris*, in a shallow Bahamian lagoon. Bull. of Marine Sci., v. 43, n. 1, p. 61-76, 1988.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

HALEY M.P. & SOLANDT, J.L. 2001. Population fluctuations of the sea urchins *Diadema antillarum* and *Tripneustes ventricosus* at Discovery Bay, Jamaica: a case of biological succession? Caribbean Journal of Science, v. 37, n. 3-4, p. 239-245.

HAZIN, F.V.H.; COUTO, A.A.; KIHARA, K.; OTSUKA, K. & ISHINO, M. Distribution and abundance of pelagic sharks in the south-western equatorial Atlantic. J. Tokyo Univ. Fisheries., v. 77, n. 1, p. 51-64, 1990.

HAZIN, F.H.V., WANDERLEY Jr, J.A.M. & MATTOS, S.M.G. Distribuição e abundância relativa de tubarões no litoral do estado de Pernambuco, Brasil. Arq. Ciênc. Mar, Fortaleza, v. 33, p. 33-42, 2000.

HEIST, E.J., MUSICK, J.A., & GRAVES, J.E. Genetic population structure of the shortfin mako shark, *Isurus oxyrhyncus*, inferred from RFLP analysis of mitochondrial DNA . Can. J. Fish. Aquat. Sci., v. 53, p. 583-588, 1996.

HEIST, E.J. Population genetics: an accessory to tagging studies. SHARK NEWS 7, NEWSLETTER OF THE IUCN SHARK SPECIALIST GROUP, <http://na.nefsc.noaa.gov/sharks /newsletter/ 96/1996news.html>. Acesso em: abril, 2003.

HEIST, E.J. A review of population genetics in sharks. Am. Fisheries Soc. Symposium, v. 23, p. 161-168, 1999.

HEITHAUS, M.R. The biology of tiger sharks, *Galeocerdo curvier*, in Shark Bay, Western Australia: sex ratio, size distribution, diet, and seasonal changes in catch rates. Env. Biol. Fishes, v. 61, p. 25-36, 2001.

HEITHAUS, M.R., DILL, L.M., MARSHALL, G.J. & BUHLEIER, B. Habitat use and foraging behavior of tiger sharks (*Galeocerdo cuvier*) in a seagrass ecosystem. Marine Biology, v. 140, p. 237-248, 2002.

HELFMAN, G.S., COLLETTE, B.B. & FACEY, D.E. Chapter 12, Chondrichthyes: Sharks, Skates, Rays and Chimaeras. The diversity of fishes. Blackwell Science, Inc. Malden, Massachusetts, 1997, p. 193.

HENNINGSEN, A.D. Tonic immobility in 12 elasmobranchs: use as an aid in captive hunsbandry. Zoo Biology, v. 13, p. 325-332, 1994.

HEUPEL, M.R. & BENNETT, M. B. Histology of dart tag insertion sites in the epaulette shark. J. Fish Biol., v. 50, p. 1034-1041, 1997.

HEUPEL, M.R. & HUETER, R.E. Importance of prey density in relation to the movement patterns of juvenile blacktip sharks (*Carcharhinus limbatus*) within a coastal nursery area. Mar. Freshwater Res,. v. 53, p. 543-550, 2002.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

HEUPEL, M.R. & SIMPFENDORFER, C.A. Estimation of mortality of juvenile blacktip sharks, *Carcharhinus limbatus*, within a nursery area using telemetry data. Can. J. Fish. Aquat. Sci. v. 59, p. 624-632, 2002.

HEUPEL M.R., SIMPFENDORFER, C.A. & BENNETT, M.B. Analysis of tissue responses to fin tagging in Australian carcharhinids. J. Fish Biology, v. 52, p. 610-620, 1998.

HOBSON, E.S. Feeding behavior in three species of sharks. Pacific Sci,. v. 17, p. 171-194, 1963.

HOENIG, J.M. & GRUBER, S.H. Life-history patterns in the elasmobranches: implications for fisheries management. NOAA Tech. Rept. NMFS. v. 90, p. 1-16, 1990.

HOLLAND K.N., LOWE C.G. & WETHERBEE B.M. Movements and dispersal patterns of blue trevally (*Caranx melampygus*) in a fisheries conservation zone. Fisheries Research, v. 25, p. 279-292, 1996.

HOLLAND, K.N., LOWE, C.G., PETERSON, J.D. & GILL, A. Tracking coastal sharks with small boats: hammerhead shark pups as a case study. Aust. J. Mar. Freshwater Res., v. 43, p. 61-66, 1992.

HOLLAND K.N., WETHERBEE B.M., LOWE C.G. & MEYER C.G. Movements of tiger sharks (*Galeocerdo cuvier*) in coastal Hawaiian waters. Mar. Biol., v. 134, n. 4, p. 665-673, 1999.

HOLLAND, K.N., WETHERBEE, B.M., PETERSON J.D. & LOWE, C.G. Movements and distribution of hammerhead shark pups on their natal grounds. Copeia, p. 495-502, 1993.

HOLTS, D.B. & BEDFORD, D.W. Horizontal and vertical movements of the shortfin mako shark, *Isurus oxyrinchus*, in the southern California Bight. Aust. J. Mar. Freshwater Res., v. 44, p. 901-909, 1993.

HUETER, R. Catch/ tag-and-release: the conservation option for recreational shark fishermen. SHARK NEWS 7, NEWSLETTER OF THE IUCN SHARK SPECIALIST GROUP, <http://na.nefsc.noaa.gov/sharks /newsletter/ 96/1996news.html>. Acesso em: abril, 2003.

HUISH, M.T. & BENEDICT, C. Sonic tracking of dusk sharks in the Cape Fear River, North Carolina. J. Elisha Mitchell Scien. Soc., v. 93, p. 21-26, 1978.

JENNINGS, S. & POLUNIN, N.V.C. Impacts of fishing on tropical reef ecosystems. Ambio, v. 25, n. 1, p. 44-49, 1996.

JENSEN, C., SCHWARTZ, F.J. & HOPKINS, G. Occurrence of an adult male reef shark, *Carcharhinus perezi* (Carcharhinidae) off North Carolina. J. Elisha Mitchell Sci. Soc. v. 111, n. 2, p. 121-125, 1995.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

KLIMLEY, A.P. Schooling in *Sphyrna lewini*, a species with low risk of predation: a non-egalitarian state. Z. Tierpsychol., v. 70, p. 297-319, 1985.

KLIMLEY, A.P. The determinants of sexual segregation in the scalloped hammerhead shark, *Sphyrna lewini*. Env. Biol. Fishes, v. 18, p. 27-40, 1987.

KLIMLEY, A.P. Highly directional swimming by scalloped hammerhead sharks, *Sphyrna lewini*, and subsurface irradiance, temperature, bathymetry, and geomagnetic field. Marine Biology, v. 117, p. 1-22, 1993.

KLIMLEY, A.P. & NELSON D.R. Diel movement patterns of the scalloped hammerhead sharks (*Sphyrna lewini*) in relation to El Bajo Espiritu Santo: a refuging central-position social system. Behav. Ecol. Sociobiol., v. 15, p. 45-54, 1984.

KLIMLEY, A.P. & BUTLER, S.B. Immigration and emigration of a pelagic fish assembLaje to seamounts in the Gulf of California related to water mass movements using satellite imagery. Mar. Ecol. Prog. Ser., v. 49, p. 11-20, 1988.

KLIMLEY, A.P., BUTLER S.B., NELSON D.R. & STULL A.T. Diel movements of scalloped hammerhead sharks, *Sphyrna lewini* to and from a seamount in the Gulf of California. J. Fish Biol. v. 33, p. 751-761, 1988.

KLIMLEY, P.A., F. VOEGELI, S.C. BEAVERS & Le BOUEF, B.J. Automated listening stations for tagged marine fishes. Mar. Tech. Soc. Journal, v. 32, n. 1, p. 94-101, 1998.

KLIMLEY, A.P., BEAVERS, S.C., TOBEY, H.C. & JORGENSEN, S.J. Movements and swimming behavior of three species of sharks in La Jolla Canyon, California. Env. Biol. Fishes, v. 63, p. 117-135, 2002.

KLIMLEY, A.P., Le BOUEF, B.J., CANTARA, K.M., RICHERT, J.E., DAVIS, S.F., VAN SOMMERAN, S. & KELLY, J.T. The hunting strategy of white sharks (*Carcharadon carcharias*) near a seal colony. Marine Biology, v. 138, p. 617-636, 2001.

KOHLER, N.E. & TURNER, P.A. Shark tagging: a review of conventional methods and studies. Env. Biol. Fishes, v. 60, p. 191-223, 2001.

KOHLER, N.E., CASEY, J.G. & TURNER, P.A. NMFS cooperative shark tagging program, 1962-1993: an atlas of tag and recapture data. Mar. Fish. Rev., v. 60, p. 1-87, 1998.

LABOREL, J.L. & KEMPF, M. Formação de vermetos e algas calcárias nas costas do Brasil. Trabs. Inst. Oceanograr. Univ. Fed. Pe., Recife, v. 7/8, p. 33-50, 1956/6.

LAST P.R. & STEVENS J.D. Sharks and Rays of Australia. CSIR, Division of Fisheries, 1994, 597p.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

LESSA, R.; SANTANA, F.; MENNI, R. & ALMEIDA, Z. Population structure of the smalltail shark (*Carcharhinus porosus*) off Maranhão (Brazil). Mar. Freshhwater Res., v. 50, p. 383-388, 1999.

LESSA, R.; SALES, L.; COIMBRA, M.R.; GUEDES, D. & VASKE-Jr, T. Análise dos desembarques da pesca de Fernando de Noronha (Brasil). Arq. Ciênc. Mar., Fortaleza., v. 31, n. 1-2, p. 47-56, 1998.

LESSA, R., SANTANA, F.M., RINCON, G., GADIG, O.B.F. & EL-DEIR, A.C.A. Biodiversidade de Elasmobrânquios do Brasil. PRONABIO, MMA, Brasília, DF, 1999, 172p.

LINS, E.J. & VASCONCELOS, J.A. Relatório da 7ª sessão ordinária – Sub-comitê científico do Comitê Consultivo Permanente de Gestão sobre Atuns e Afins. Secretaria Especial de Aqüicultura e Pesca – Subsecretaria de Desenvolvimento da Aqüicultura e Pesca. Brasília, DF, Julho, 2003, 23p.

LOWE, C.G. & GOLDMAN, K.J. Thermal and bioenergetics of elasmobranchs: bridging the gap. Env. Biol. Fishes. V. 60, p. 251-266, 2001.

Mc CLANAHAN, T.R. Recovery of fish populations from heavy fishing: Does time heal all? Proc 8th In Coral Reef Symp., v. 2, p.2033-2038, 1997.

Mc CLANAHAN, T.R. Recovery of a coral ref. keystone predator, *Balistapus undulates*, in East African marine parks. Biol. Conservation, v. 94, p. 191-198, 2000.

Mc CLANAHAN, T.R. & KAUNDA-ARARA, B. Fishery recovery in a coral-reef Marine Park and its effect on the adjacent fishery. Conservation Biol., v. 10, n. 4, p. 1187-1199, 1996.

Mc CLANAHAN, T.R.; KAMUKURU, A.T.; MUTHIGA, N.A.; GILAGABHER YEBIO, M. & OBURA, D. Effects of sea urchin reductions on algae, coral, and fish populations. Conservation Biology, v. 10, n. 1, p. 136-154, 1996.

Mc CLANAHAN, T.R.; MUTHIGA, N.A.; KAMUKURU, A.T.; MACHANO, H. & KIAMBO, R.W. The effects of marine parks and fishing on coral reefs of northern Tanzania. Biol. Conservation v. 89, p. 161-182, 1999.

Mc KIBBEN J.N. & NELSON D.R. Patterns of movement and grouping of gray reef sharks, *Carcharhinus amblyrhynchos*, at Enewetak, Marshall islands. Bull. Mar. Sci., v. 38, n. 1, p. 89-110, 1986.

MAIDA, M. & FERREIRA, B.P. Coral reefs of Brazil: an overview. Proc. 8th Int. Coral Reef Sym., v. 1, p. 263-274, 1997.

MANIRE, C. A. & GRUBER, S.H. A preliminary estimate of natural mortality of age-0 lemon sharks, *Negaprion brevirostris*. NOAA Tech. Report NMFS, v. 115, p. 65-71, 1993.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

MANIRE, C. A. & GRUBER, S.H. Effect of M-type dart tags on field growth of juvenile lemon sharks. Trans. Am. Fish. Soc., v. 120, p. 776-780, 1991.

MARQUES, J. & SCOLESE, E. Pesca deve ter crédito de R$ 2,3 bi até 2006. Folha de São Paulo, São Paulo, 28 set., 2003, Dinheiro, p. B7.

MEDVED, R.J. & MARSHALL, J.A. Short-term movements of young sandbar sharks, *Carcharhinus plumbeus* (Pisces, Carcharhinidae). Bull. Mar. Sci., v. 33, n. 1, p. 87-93, 1983.

MERSON, R.R. & PRATT Jr, H.L. Distribution, movements and growth of young sandbar sharks, *Carcharhinus plumbeus*, in the nursery grounds of Delaware Bay. Env. Biol. Fishes, v. 61, n. 1, p. 13-24, 2001.

MOHR, C. Table of equivalent populations of North American small mammals. Am. Midl. Nat., v. 37, p. 223-49, 1947.

MORRISEY, J.F. & GRUBER, S.H. Home range of juvenile lemon sharks, *Negaprion brevirostris*. Copeia, n. 2, p. 425-434, 1993 a.

MORRISEY J.F. & GRUBER S.H. Habitat selection by juvenile lemon sharks, *Negaprion brevirostris*. Env. Biol. Fishes, v. 38, p. 311-319, 1993 b.

MOTTA, F.S.; MOURA, R.L.; FRANCINI FILHO, R.B. & NAMORA, R.C. Elasmobrânquios dos recifes Manoel Luís – MA. Resumos do XIII Encontro Brasileiro de Ictiologia, p 267, 1999.

MOULD B. The nomenclature and distribution of the recent Elasmobranch; a nomenclatural classification of the living sharks and rays of the world (Subclass Elasmobranchii: Class Chondrichthyes). Documento obtido via internet em maio de 1998, University of Nottingham Life Sciences Department, 1995, 177p.

MOURA R.L. & ROSA R.S. Levantamento da ictiofauna recifal do Atol das Rocas e do Arquipélago de Fernando de Noronha. Resumo do XII Encontro Brasileiro de Ictiologia, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, p 64, 1997.

MUSICK, J.A., BURGESS, G., CAILLIET, G., CAMHI M. & FORDHAM, S. Management of sharks and their relatives (Elasmobranchii). Fisheries, v. 25, n. 3, p. 9-13, 2000.

MYRBERG, A.A. & GRUBER, S.H. The behavior of the bonnethead shark, *Sphyrna tiburo*. Copeia, n. 2, p. 358-74, 1974.

NATANSON, L.J., CASEY, J.G., KOHLER, N.E. & COLKET, T. Growth of the tiger shark (*Galeocerdo cuvier*) in the western North Atlantic, based on tag returns and length-frequencies, and a note on the effects of tagging. U.S. Fish. Bull., v. 97, p. 944-953, 1999.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

NELSON, D.R. On the field study of shark behavior. Amer. Zool., v. 17, p. 501-07, 1977.

NELSON, D.R. Telemetry studies of sharks: a review, with applications in resource management.. NOAA Tech. Rept. NMFS, v. 90, p. 239-56, 1990.

NELSON, D.R, Mc KIBBEN, J.N., STRONG Jr, W.R., LOWE, C.G., SISNEROS, J.A., SCHROEDER, D.M. & LAVENBERG, R.J. An acoustic tracking of a megamouth shark, *Megachasma pelagios*: a crepuscular vertical migrator. Env. Biol. Fishes, v. 49, p. 3889-399, 1997.

NMFS Draft Fishery Management Plan for Atlantic Tunas, Swordfish, and Sharks. Highly Migratory Species Management Division, National Marine Fisheries Service, NOAA, 1998.

ODUM, E.P. Dinâmica de populações. Cap 6. Ecologia. Ed. Guanabara S.A., RJ, 1983, p. 187-232.

OLIVEIRA, E.N.C. Ecologia alimentar e área de vida de carnívoros da Floresta Nacional de Ipanema, Iperó, SP (Carnívora: Mammalia), Dissertação de Mestrado, Unicamp, Campinas, 97p., 2002.

OTIS, D.L., BURNHAM, K.P., WHITE, G.C. & ANDERSON, D.R. Statistical inference from capture data on closed animal populations. Wildl. Monogr., v. 62, p. 1-35, 1978.

PARDINI, A.T.; JONES, C.S.; NOBLE, L.R.; KREISER, B.; MALCOLM, H.; BRUCE, B.D.; STEVENS, J.D.; CLIFF, G.; SCHOLL, M.C.; FRANCIS, M.; DUFF, C.A.J. & MARTIN, A.P. Sex-biased dispersal of great white sharks. Nature, v. 412, p. 139-140, 2001.

PARSONS, G.P. Geographic variation in reproduction between two populations of the bonnethead shark, *Sphyrna tiburo*. Env. Biol. Fishes, v. 38, p. 25-35, 1993.

PICHLER, F.B., DAWSON, S.M., SLOOTEN, E. & BAKER, C.S. Geographic isolation of Hector's dolphin populations described by mitochondrial DNA sequences. Conserv. Biol,. v. 12, n. 3, p. 676-682, 1998.

PITCHER, T.J. Fisheries managed to rebuild ecosystems? Reconstructing the past to salvage the future. Ecological Appl., v. 11, n. 2, p. 601-617, 2001.

PRATT, H.L. & CASEY, J.G. Shark reproductive strategies as a limiting factor in directed fisheries, with a review of Holden's method of estimating growth-parameters.. NOAA Tech. Rept., v 90, p 97-109, 1990.

PERRINE, D. Reef shark attack. Sea Frontiers, January-February, p. 32-41, 1989.

RABINOWITZ, A.L. Wildlife field research and conservation training manual Wildlife Conservation Society. New York, Part 3, 281pp, 1997.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

ROBERTS, C.M. Effects of fishing on the ecosystem structure of coral reefs. Conservation Biol., v. 9, n. 5, p. 988-995, 1995.

ROCHA, L.A. & ROSA, I.L. Baseline assessment of reef fish assemblages of Parcel Manuel Luiz Marine State Park, Maranhão, north-east Bazil. J. Fish Biol., v. 58, p. 985-998, 2001.

ROSA R.S. Espécies de elasmobrânquios ameaçadas no Brasil. Resumo do 7º Congresso Nordestino de Ecologia, p 111, 1997.

ROSA, R.S. & MENEZES N.A. Relação preliminar das espécies de peixes (Pisces, Elasmobranchii, Actinopterygii) ameaçadas no Brasil. Revta. bras. Zool., v. 13, n. 3, p. 647-67, 1996.

ROSA R.S. & MOURA R.L. Visual assessment of reef fish community structure in the Atol das Rocas Biological Reserve, off northeastern Brazil. Proc. 8th Int. Coral Reef Symp., v. 1, p. 983-86, 1997.

RUTTENBERG, B. Effects of artisanal fishing on marine communities in the Galapagos Islands. Conserv. Biol., v. 15, n. 6, p. 1691-1699, 2001.

SADOWSKI, V. & AMORIM, A.F. Sobre a composição da fauna dos esqualos pelágicos do Brasil. Área de pesca – 20ºS e 32ºS, altura do talude. Ciência e Cultura. Supl. Resumos, SBPC, v 29, n 7, p 792, 1977.

SAZIMA, I. & MOURA, R.L. Shark (*Carcharhinus perezi*), cleaned by the goby (*Elacatinus randalli*), at Fernando de Noronha archipelago, Western South Atlantic. Copeia, v. 1, p. 297-299, 2000.

SCIARROTA, T.C. & NELSON, D.R. Diel behavior of the blue shark, *Prionace glauca*, near Santa Catalina Island, California. U.S. Fish. Bull., v. 75, p. 519-528, 1977.

SIMPFENDORFER, C.A. Growth rates of juvenile dusky sharks, *Carcharhinus obscurus* (Lesueur, 1818), from southwestern Australia estimated from tag-recapture data. Fish. Bull., v. 98, p. 811-822, 2000 a.

SIMPFENDORFER, C.A. Predicting population recovery rates for endangered western Atlantic sawfishes using demographic analysis. Env. Biol. Fishes, v. 58, p. 371-377, 2000 b.

SIMPFENDORFER C.A. & MILWARD N.E. Utilization of a tropical bay as nursery area by sharks of the families Carcharhinidae e Sphyrnidae. Env. Biol. Fishes, v. 37, p. 337-345, 1993.

SIMPFENDORFER, C.A., & DONOHUE, K. Keeping the fish in 'fish and chips': research and management of the Western Australian shark fishery. Mar. Freshwater Res., v. 49, p. 593-600, 1998.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

SIMPFENDORFER, C.A., HEUPEL, M.R. & HUETER, R.E. Estimation of short-term centers of activity from an array of omnidirectional hydrophones and its use in studying animal movements. Can. J. Fish. Aquat,. Sci. v. 59, p. 23-32, 2002.

SMALE, M.J. Occurrence of *Carcharias taurus* in nursery areas of the Eastern and Western Cape, South Africa. Mar. Freshwater Res., v. 53, p. 551-556, 2002.

SMITH, S.E., AU, D.W. & SHOW, C. Intrinsic rebound potentials of 26 species of Pacific sharks. Mar. Freshwater Res., v. 49, p. 663-78, 1998.

SOTO J.M.R. Tubarões e raias (Chondrichthyes) encontrados no Arquipélago Fernando de Noronha durante as expedições Arfenor I e II. Alcance, n. 2, p. 71-80, 1997.

SOULÉ, M.E. Thresholds for survival: maintaining fitness and evolutionary potential. In SOULÉ, M.E. & WILCOX, B.A. (Eds.) Conservation Biology. Sinauer Associates, Sunderland, MA., 1980, p. 151-169.

SPRINGER, S. Social organization of shark populations. In: GILBERT, P.W., MATHEWSON, R.F. & RALL, D.P (eds.). Sharks, skates and rays. Johns Hopkins Press, Baltimore, Maryland, cap 9, p 149-174, 1967.

SPRINGER, V. & GOLD, S. Sharks in question. Smithsonian Inst. Press., 1989, 181p.

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

STASKO A.B. & POLAR S.M. Hydrophone and Bow-Mount for Tracking Fish by Ultrasonic Telemetry. J. Fish. Res. Board. Can. V. 30, n. 1, p. 119-121, 1972.

STEVENS, J.D. Life-history and ecology of sharks at Aldabra atoll, Indian Ocean. Proc. R. Soc. Lond. B, v. 222, p. 79-106, 1984.

STEVENS, J.D. The role of protected areas in elasmobranch fisheries management and conservation. Pp 241-242 In: FOWLER, S.L.; REED, T.M.; DIPPER, F.A. (Eds.) Elasmobranch Biodiversity, Conservation and Management. Proc. Int. Seminar and Workshop, Sabah, Malaysia, July, 1997, IUCN/SSC Shark Specialist Group, IUCN. Gland, Switzerland and Cambridge, UK., 2002, xv + 258p.

STEVENS, J.D., WEST, G.J. & Mc LOUGHLIN, K.J. Movements, recapture patterns, and factors affecting the return rate of carcharhinid and others sharks tagged off northern Australia. Mar. Freshwater Res., v. 51, p. 127-141, 2000.

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

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

STONE, R.B., BAILEY, C.M., Mc LAUGHLIN, S.A., MACE, P.M. & SCHULZE, M.B. Federal management of US Atlantic shark fisheries. Fisheries Research, v. 39, p. 215-221, 1998.

STRONG Jr, W.R., MURPHY, R.C., BRUCE B.D & NELSON, D.R. Movements and associated observations of bait-attracted white sharks, *Carcharodon carcharias*: a preliminary report. Aust. J. Mar. Freshwater Res., v. 43, p. 13-20, 1992.

SUNSTRÖM F.L., GRUBER S.H., CLERMONT S.M., CORREIA J.P.S., de MARIGNAC J.R.C., MORRISSEY J.F., LOWRANCE C.R., THOMASSEN L. & OLIVEIRA M.T. Review of elasmobranch behavioral studies using ultrasonic telemetry with special reference to the lemon shark, *Negaprion brevirostris*, around Bimini Islands, Bahamas. Env. Biol. Fishes, v. 60, n. 1, p. 225-250, 2001.

TESTER, A.L. The role of olfaction in shark predation. Pacific Sci. v. 17, n. 2, 1963.

TURNER A.S. & McILWRAITH C.W. Técnicas cirúrgicas em animais de grande porte., Ed. Rosa, São Paulo, 1985, p. 75-98.

VAN DER MOLEN, S. & CAILLE, G. Bahía Engaño: a north Patagonian nursery area for the smoothhound shark *Mustelus schmitti* (Carcharhiniformes: Triakidae). J. Mar. Biol. Ass. U.K., v. 81, p. 851-855, 2001.

VOEGELI, F.A., SMALE M.J., WEBBER D.M., ANDRADE Y. & O'DOR R.K. Ultrasonic telemetry, tracking and automated monitoring technology for sharks. Env. Biol. Fishes, v. 60, n. 1, p. 267-281, 2001.

WALKER, T.I. Can shark resources be harvested sustainably? A question revisited with a review of shark fisheries. Mar. Freshwater Res., v. 49, p. 553-72, 1998.

WINTER, J.D. Underwater biotelemetry. Cap. 20 In: NIELSEN L.A., D.L. JOHNSON. Fisheries Techniques. 4ª edição, American Fisheries Society, 1992, p. 371-395.

WYDOSKI, R. & EMERY, L. Tagging and marking. Cap. 11 In: NIELSEN L.A., D.L. JOHNSON. Fisheries Techniques. 4ª edição, American Fisheries Society, 1992, p. 215-237.

XIAO, Y., STEVENS, J.D. & WEST, G.J. Estimation of fishing and natural mortalities from tag experiments with exact or grouped times at liberty. Can. J. Fish. Aquat. Sci,. v. 56, p. 868-874, 1999.

ZAR, J.H. Biostatistical analysis. Prentice-Hal, Inc., New Jersey, 1996, 662p.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

7. APÊNDICES

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

APÊNDICE 1

Lista dos elasmobrânquios do Arquipélago de Fernando de Noronha, PE. Ocorrência dos animais segundo Soto (1997), capturas realizadas pela Noronha Pesca Oceânica (NPO) entre 1992 e 1997 e observações entre 1999 e 2003.

Classe Chondrichthyes

Subclasse Elasmobranchii

Superordem Hexanchoidea

Ordem Hexanchiformes

Família Hexanchidae

Hexanchus griseus

Superordem Squaloidea

Ordem Squaliformes

Família Squalidae

Isistius brasiliensis

Superordem Galeoidea

Ordem Orectolobiformes

Família Ginglymostomatidae

Ginglymostoma cirratum

Família Rhincodontidae

Rhincodon typus

Ordem Lamniformes

Família Odontaspididae

Odontaspis ferox[1]

Família Lamnidae

Isurus oxyrinchus

Ordem Carcharhiniformes

Família Carcharhinidae

Prionace glauca

Galeocerdo cuvier

Negaprion brevirostris

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Carcharhinus brachyurus[2]

Carcharhinus falciformis

Carcharhinus obscurus

Carcharhinus perezi

Carcharhinus plumbeus

Carcharhinus limbatus[3]

Carcharhinus leucas[3]

Carcharhinus galapagensis[3]

Família Sphyrnidae

Sphyrna lewini

Sphyrna mokarran

Superordem Batoidea

Ordem Myliobatiformes

Família Dasyatidae

Dasyatis americana

Família Myliobatidae

Aetobatus narinari

Família Mobulidae

Mobula tarapacana[4]

Mobula thurstoni

Manta birostris

---

[1] Capturado no talude por pescadores em 2001 e avistado por mergulhadores nas Pedras Secas no mesmo ano; [2] Capturado pela NPO e identificado pelo Dr. Otto Gadig através de fotos das mandíbulas e dentes; [3] Ocorrências atribuídas por Soto (1997) não confirmadas; [4] Identificada pelo Dr. Gadig através de fotos feitas por mergulhadores.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

APÊNDICE 2

Produção pesqueira de tubarões efetuada pela Noronha Pesca Oceânica (NPO) entre 1992 e 1997, através da captura com espinhéis fixos.

Ano	Total (kg)	Nº lançamentos	Produtividade (kg/anzol)	Meses*
1992	1.128	15	2,14	Nov, Dez
1993	12.598	128	2,81	Todos
1994	7.287	95	2,19	Todos
1995	15.411,5	83	5,30	exceto Jul, Ago, Dez
1996	11.080	65	4,87	exceto Mar, Abr, Mai, Jun
1997	6.124	45	4,09	exceto Abr, Out, Nov, Dez

A embarcação utilizada media comprimento total de 8,2 m com casco de fibra-de-vidro e motor diesel de um cilindro, operada por dois tripulantes.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

APÊNDICE 3

Exemplos de roteiros contendo informações gerais sobre os tubarões e o presente trabalho, em linguagem coloquial, para preparação de vídeos informativos de conscientização.

Roteiro 1: Tubarões-geral

Histórico

Os primeiros tubarões surgiram no planeta antes dos dinossauros, sendo, portanto um grupo bem sucedido de animais que resistiu milhares de anos sem que se modificasse muito em relação a seus antepassados pré-históricos.

Características

Elegantes nadadores, estes peixes apresentam esqueleto de cartilagem, que os torna mais leves e flexíveis, além de outras características que facilitam a natação como o corpo em forma de torpedo, nadadeiras pontiagudas e coberto por minúsculos dentes parecidos com escamas que ajudam a drenar a água.

Importância ecológica

São excelentes caçadores, que contribuem para manter o equilíbrio do ecossistema marinho uma vez que se alimentam principalmente de peixes e crustáceos, ajudando a controlar o tamanho das populações de suas presas.

Espécies de Noronha

No arquipélago de Fernando de Noronha existem três espécies de tubarões residentes, que são os cabeças-de-cesto, também conhecidos como bico-fino; os lambarús ou lixas; e os tubarões-limão ou papa-areia.

Roteiro 2: Berçário

O Arquipélago de Fernando de Noronha, juntamente com o Atol das Rocas são os principais berçários conhecidos para tubarões cabeça-de-cesto.

Estes berçários são os locais que os tubarões-fêmeas escolhem para dar à luz aos seus filhotes. Geralmente são áreas rasas, abrigadas, com abundância de presas e pouco freqüentadas por tubarões adultos, que poderiam comer os filhotes.

Em Noronha são encontrados tubarõezinhos recém-nascidos que ainda apresentam cicatriz umbilical, indicando uma idade inferior a um ano. Quando a cicatriz umbilical ainda está aberta, o tubarãozinho não tem mais que dois meses de vida.

Os tubarões cabeça-de-cesto demoram até 20 anos para começarem a se reproduzir, gerando no máximo 6 filhotes por ninhada. E é por isso que estes peixes são especialmente frágeis a uma exploração pesqueira intensiva, pois essa demora em atingir a idade adulta faz com que a renovação de seu estoque seja bastante lenta.

(Fernando de Noronha e Atol das Rocas são também utilizados como berçários pelos tubarões-limão e lambarús).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Roteiro 3: Telemetria

O Projeto tubarões de Fernando de Noronha estuda a movimentação dos tubarões-cabeça-de-cesto através de um sofisticado método de rastreamento.

Este método é conhecido como telemetria ultra-sônica, e envolve o implante de um transmissor de sinais ultra-sônicos que serão captados por 10 receptores submersos no mar de dentro, que funcionam como antenas.

Toda vez que um tubarão com o transmissor implantado, passar a uma distância de até 500m do receptor de sinais, serão registradas informações como o dia, a hora exata e o tempo de permanência deste tubarão no local.

Para obter as informações armazenadas o receptor é recolhido do mar e é conectado a um computador portátil a bordo, para onde os dados são transferidos.

Através desta pesquisa é possível saber se o tubarão é residente na região do arquipélago ou senão, qual a freqüência de visitação em determinada área e suas rotas de deslocamento na região costeira do Mar-de-dentro.

Até o momento sabe-se que alguns dos tubarões jovens permanecem a maior parte do tempo em áreas de aproximadamente 1km^2, enquanto outros percorrem distâncias de até 5 km.

Roteiro 4: Marcação, DNA e análises de sangue

O Projeto Tubarões vêm marcando estes peixes desde setembro de 1999 e já marcou 217 animais, sendo 143 cabeças-de-cesto, 57 lambarús e 17 tubarões-limão.

Neste método de marcação os tubarões são medidos, pesados e recebem uma marca plástica com um número de série e endereço para contato, caso sejam capturados por pescadores.

A recaptura dos tubarões marcados permite ter uma idéia do tamanho da população residente e quais as faixas etárias que compõe esta população, ou seja, se recém-nascidos, jovens ou adultos.

Pequenos pedaços das barbatanas são retirados para posterior análise de DNA. Assim será possível saber o grau de parentesco entre os tubarões do arquipélago e avaliar os impactos da exploração pesqueira ocorrida recentemente no arquipélago.

Também é possível saber se os tubarões de Fernando de Noronha são parentes dos tubarões do Atol das Rocas e Caribe, ou se a população do arquipélago está isolada.

Além disso, uma pequena amostra de sangue dos tubarões é retirada e analisada, para saber se os nossos métodos de captura e manipulação não estão prejudicando os animais. Estes resultados poderão ser aplicados em campeonatos de pesca onde os peixes não são mortos pelos pescadores, sendo apenas capturados e liberados.

(Conhecer e entender para preservar)

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

8. CARACTERIZAÇÃO SOROLÓGICA DE *Carcharhinus perezi*, *Ginglymostoma cirratum* e *Negaprion brevirostris*

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

Resumo

Realizou-se uma caracterização sorológica do plasma sanguíneo de *Carcharhinus perezi*, *Ginglymostoma cirratum* e *Negaprion brevirostris* através de análises clínicas. A análise comparativa entre os valores sorológicos obtidos para espécies analisadas em outros estudos e as espécies do presente trabalho apresentou similaridade na maioria dos parâmetros. As diferenças interespecíficas podem ser resultado de diferentes dietas ou diferenças bioquímicas, ou resultado de diferenças de salinidade nos ambientes mais utilizados por cada uma das espécies. A baixa variação entre os valores de glicose de *Carcharhinus perezi* coletados em anos diferentes sugerem que os indivíduos jovens desta espécie possivelmente apresentam baixos níveis basais de glicose.

Abstract

Blood samples were analyzed to a serological characterization of *Carcharhinus perezi*, *Ginlgymostoma cirratum*, and *Negaprion brevirostris*. The comparative analysis of the serological values obtained for other species in previous studies with the species analyzed by the present research showed a similarity in most of the parameters. The interspecific differences may be the result of different diets, biochemical differences, or due to salinity differences between the habitats utilized by each species. Low variation in *Carcharhinus perezi* samples collected in distinct years suggests that the young sharks of this species possibly have low basal levels of glucose.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

9.1. Introdução

A captura e liberação dos tubarões e outros peixes tem se tornado cada vez mais popular na pesca esportiva, onde a implementação de limites de tamanho, cotas e restrições na captura de determinadas espécies ou de indivíduos imaturos são cada vez mais praticadas (Manire *et al*., 2001). Em parte, essa mudança de comportamento dos pescadores esportivos e organizadores dos torneios de pesca pode ser atribuída aos programas cooperativos de marcação e liberação (Kohler, Casey & Turner, 1998; Kohler & Turner, 2001), que têm contribuído enormemente para a educação dos pescadores, despertando um sentimento de contribuição para causas que irão favorecer a prática de uma pesca sustentável (Hueter, 1996).

No entanto, o esforço excessivo que pode ocorrer durante a captura pode resultar no estresse fisiológico e na morte dos peixes várias horas ou dias após o término do exercício (Soivio & Oikari, 1976; Mazeaud & Mazeaud, 1981; Wood *et al*., 1983). Este fato é importante para o manejo da pesca esportiva, pois a cada ano, um número cada vez maior de participantes é atraído pela prática da captura e liberação. Caso ocorra uma grande mortalidade após a liberação, a legislação que prevê esta prática com o objetivo de assegurar a sobrevivência dos animais pode ser comprometida (Hueter, 1996; Skomal & Chase, 1996).

No Brasil existem vários programas para estímulo e propagação do sistema de pesca e liberação de peixes (A. Amorim, Instituto de Pesca de São Paulo e J. Lins, Laboratório de Biologia Pesqueira da UFRN, comunicações pessoais). No entanto, pouco se conhece sobre os níveis dos padrões sorológicos de animais capturados nesse esporte. No caso específico dos tubarões, as dificuldades operacionais para a captura e manuseio tornam difícil a obtenção de parâmetros para animais em condições de estresse fisiológico mínimo. Isso dificulta a extrapolação do real efeito fisiológico ocasionado pela pesca. Visando contribuir com a validação de possíveis sistemas bioquímicos de análise, foram realizados estudos dos padrões sorológicos de indivíduos das três espécies de tubarões costeiros do arquipélago de Fernando de Noronha. Estes resultados poderão servir no futuro como padrão de comparação para propostas metodológicas de estudo de estresse fisiológicos em tubarões capturados nos campeonatos de pesca esportiva ao longo da costa brasileira.

9.2. Objetivo

Realizar a análise sorológica de *Carcharhinus perezi*, *Ginglymostoma cirratum* e *Negaprion brevirostris*.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

9.3. Revisão bibliográfica dos efeitos fisiológicos do estresse em peixes

A pesquisa de práticas que reduzam a mortalidade pós-liberação é recomendada por pesquisadores nacionais (Lessa *et al*., 1999) e estrangeiros (Musick *et al*., 2000) envolvidos na regulamentação da pesca. Para melhor entendimento da captura e manuseio dos peixes e o subseqüente impacto desta atividade nas populações destes animais, já foram realizados estudos sobre a mortalidade por anzóis, mortalidade após a liberação, mortalidade pelo manuseio e por diferentes equipamentos de pesca (Bugley & Shepherd, 1991; Bendock & Alexandersdottir, 1993; Manire *et al*., 2001; Borucinska, 2002). De uma maneira geral, os estudos mostram que os tubarões capturados com petrechos de pesca esportiva possuem uma melhor chance de sobrevivência que aqueles capturados pelos petrechos da pesca comercial.

Os peixes passam por uma série de mudanças fisiológicas e patológicas quando submetidos ao estresse. O estresse pode ser considerado como qualquer estímulo suficiente para alterar o balanço do meio interno de um organismo. Tais estímulos podem incluir a hiperatividade, dano físico e modificações do meio externo (Mazeaud & Mazeaud, 1981; Smith, 1992).

Nos mamíferos, cuja fisiologia é mais bem conhecida, o estresse desencadeia uma série de alterações denominada como síndrome geral de adaptação, a qual é manifestada de duas maneiras: uma reação de alarme imediata, mas relativamente efêmera, que prepara o corpo para uma emergência, como por exemplo, a fuga. O segundo tipo é uma reação de resistência, tardia, e de longa duração. A reação de alarme é mediada pelo sistema nervoso simpático e pela medula da glândula adrenal através da liberação de catecolaminas, tais como a adrenalina e noradrenalina. A reação de resistência é mediada pela glândula hipófise e pelo córtex da glândula adrenal através da liberação de adrenocorticotrofina e mineralocorticóides. Caso a reação de resistência seja incapaz de contrabalançar os efeitos da reação de alarme, pode ocorrer a exaustão, ou até mesmo a morte, em casos extremos (Smith, 1992).

Tanto peixes teleósteos como elasmobrânquios possuem mecanismos similares à síndrome geral de adaptação que ocorre nos mamíferos (Smith, 1992). No entanto, apesar da maioria dos hormônios liberados serem semelhantes, os peixes, de uma maneira geral, não possuem uma estrutura bem definida correspondente às glândulas adrenais dos mamíferos, localizadas sobre os rins (Romer & Parsons, 1985). Nos elasmobrânquios, os dois componentes da glândula adrenal (córtex e

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

medula) são distintos. Pequenos agregados de massas celulares, correspondentes à medula da glândula, estão dispostos em pares simétricos estendendo-se linearmente entre os rins. As glândulas equivalentes ao córtex da adrenal localizam-se entre os rins e são denominadas glândulas interrenais (Romer & Parsons, 1985; Mazeaud & Mazeaud, 1981).

A síndrome da adaptação é atingida através de modificações em diferentes sistemas do corpo. Estas modificações podem ser discriminadas em efeitos primários, ou seja, as mudanças neuro-hormonais que surgem ao nível sistêmico, e em efeitos secundários, que são as alterações que ocorrem em nível periférico como resultado da estimulação neuro-hormonal (Mazeaud, Mazeaud & Donaldson, 1977).

Os peixes reagem ao estresse com perturbações e respostas fisiológicas mais acentuadas e exageradas que os vertebrados superiores. Isso porque possuem uma substancial porção de sua massa muscular (80-95%) composta por músculos brancos, que é adaptada para uma maior atividade anaeróbica. Estes animais possuem, uma maior habilidade para realização de movimentos rápidos com grande explosão, mas são menos capazes de sustentar um esforço prolongado (Pough, Heiser & Mc Farland, 1989).

As respostas ao estresse podem envolver os sistemas circulatório, respiratório, endócrino e muscular, ou até mesmo todos os tecidos do corpo. Como estas respostas são fortemente refletidas na composição do sangue, e a medição de parâmetros hematológicos proporciona indicadores de estresse bastante úteis. O grau em que as variáveis do sangue são afetadas irá depender do quanto cada sistema ou tecido foi afetado (Wood *et al*., 1983; Mazeaud & Mazeaud, 1981).

Os vários tipos de estresse primariamente induzem um aumento de catecolaminas no plasma sanguíneo. Sob o ponto de vista cardiovascular, esta liberação de catecolaminas causa a contração da maioria das artérias, com um conseqüente aumento da pressão arterial, além de uma diminuição da resistência hemodinâmica e uma aceleração da taxa de perfusão sanguínea. No nível respiratório, a aceleração do sangue através das brânquias resulta num aumento no transporte de oxigênio e na excreção de gás carbônico (Mazeaud & Mazeaud, 1981; Smith, 1992).

Como relação aos efeitos metabólicos, a análise do plasma sanguíneo de tubarões-lombo-preto jovens *Carcharhinus obscurus* jovens durante a hiperatividade demonstrou aumentos nas concentrações dos íons potássio, cálcio, magnésio e lactato, nos níveis de glicose e na pressão parcial de dióxido de carbono, ao mesmo

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

tempo em que a concentração de íons bicarbonato e o pH declinam (Cliff & Thurman, 1984).

Uma das principais respostas metabólicas ao estresse é o aumento nos níveis de glicose no plasma sanguíneo (Soivio & Oikari, 1976; Wood *et al*., 1983; Jones & Andrews, 1990). Este aumento é mediado pela liberação de catecolaminas e corticosteróides, sendo parte de um processo de restauração no qual a glicose é sintetizada a partir do glicogênio armazenado no fígado (Mazeaud & Mazeaud, 1981; Smith, 1992). No caso de *Carcharhinus obscurus* jovens concentração de glicose no plasma atingiu o máximo em uma hora, tendo sido necessário dois dias para que a mesma retornasse ao normal (Cliff & Thurman, 1984).

Outro importante efeito fisiológico do esforço físico excessivo em peixes é o aumento da acidose causado pela produção de ácido láctico, um sub-produto do metabolismo da glicose (Soivio & Oikari, 1976; Mazeaud & Mazeaud, 1981; Wood *et al*., 1983). O ácido láctico se dissocia em íons lactato e hidrogênio, causando uma acidose no sangue (Smith, 1992). Em *Carcarhinus obscurus* o pH do sangue baixou rapidamente durante os primeiros 10 minutos de hiperatividade, restabelecendo-se somente 24 horas depois. O pH do sangue também diminui devido à elevada concentração de gás carbônico associada ao aumento da atividade respiratória e metabólica. Este aumento na produção de dióxido de carbono pode ser acentuado especialmente enquanto o tubarão é mantido fora da água, o que impede a eliminação de seu excesso pelas brânquias (Cliff & Thurman, 1984; Smith, 1992).

Períodos prolongados de hiperatividade e confinamento podem ocasionar rigidez na musculatura do tronco e da cauda. Esta rigidez pode ser uma conseqüência do alto nível de potássio extracelular, estimulado pela liberação de catecolaminas, que diminui o limiar de estimulação dos impulsos nervosos a um nível em que a estimulação dos músculos é praticamente contínua. As altas elevações de potássio também podem induzir a uma diminuição dos batimentos e da produção cardíaca e levar ao metabolismo anaeróbico em tecidos musculares normalmente aeróbicos (Mazeaud & Mazeaud, 1981; Cliff & Thurman, 1984; Smith, 1992).

Efeitos do estresse também podem ser visíveis na pigmentação dos animais. A pele dos tubarões torna-se pálida, o que pode ser atribuído ao efeito do aumento das catecolaminas sobre os melanócitos e sobre a circulação sanguínea periférica, ocasionando uma vasoconstrição (Mazeaud & Mazeaud, 1981; Cliff & Thurman, 1984).

Os diferentes métodos de captura podem induzir diferentes combinações destas respostas, e a mortalidade induzida pelo estresse e as alterações fisiológicas

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

ocasionadas podem diferir drasticamente entre as espécies (Skomal & Chase, 1996). Recentemente os efeitos bioquímicos da captura e contenção de tubarões em redes de emalhar foram medidos em três espécies. Os efeitos negativos da captura e contenção com redes envolveram hiperatividade, exaustão, acidose respiratória e metabólica, hipoglicemia e dano celular. As diferenças entre as espécies e indivíduos estão provavelmente relacionadas à fisiologia respiratória de cada indivíduo, ao grau de luta após a captura e o tempo de embaraço nas redes. A diferença na forma como os indivíduos ou as espécies respondem quando presos às malhas da rede pode reduzir ou exacerbar sua mortalidade. O processo relativamente simples de pesca com rede de emalhar, largamente utilizado na pesca artesanal e comercial de algumas regiões, afeta severamente os indivíduos, podendo também causar impactos significativos às populações de uma determinada localidade (Manire *et al*., 2001).

Pouco se sabe sobre a mortalidade associada à liberação dos peixes pelágicos esportivos, embora os resultados do programa cooperativo do atlântico mostrem uma maior taxa de recaptura para os tubarões que para os atuns e os peixes de bico. As análises sanguíneas destas espécies após a captura com vara e carretilha mostram estes peixes exibem flutuações no pH, nos níveis hormonais, e nos eletrólitos e metabólitos. As diferenças na bioquímica do plasma parecem ser resultado de diferentes comportamentos das espécies durante a captura. No entanto, a magnitude e natureza das alterações sanguíneas parecem ser menos dramáticas em tubarões quando comparadas aos atuns e aos peixes de bico (Wells *et al*., 1986; Skomal & Chase, 1996).

Outro aspecto causador de estresse pouco considerado é o efeito das marcas sobre os tubarões. Caso sejam inseridas de maneira inadequada ou em locais errados do corpo, as marcas podem cair, matar os animais ou afetar seu crescimento. A má aplicação das marcas pode ser, portanto, pior que a simples liberação, podendo também afetar os objetivos científicos dos programas. Embora as baixas taxas de recaptura de tubarões marcados possam ser atribuídas a perda das marcas, a emigração, tamanho do estoque, mortalidade natural e falhas nos registros, a mortalidade associada ao estresse de captura não pode ser desconsiderada (Hueter, 1996).

Mais ainda, a captura pode apresentar vários graus de traumas físicos, além de efeitos fisiológicos. O manuseio grosseiro e descuidado dos peixes com uso de ganchos e arpões, o dano interno causado pelos anzóis, a marcação inadequada e o tempo excessivo fora da água podem causar danos irreparáveis. Caso o animal sobreviva, a recuperação pode demorar horas, dias ou até meses. Os efeitos

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

fisiológicos podem ser minimizados através da diminuição do tempo de luta e manuseio e a manutenção dos animais dentro d'água. O trauma físico pode ser reduzido principalmente através do esforço consciente dos pescadores quando optarem por liberar um peixe. Neste caso, o formato e tamanho do anzol, os métodos de manuseio e marcação, e a experiência desempenham papeis críticos na sobrevivência dos animais liberados (Skomal & Chase, 1996). Deve-se sempre levar em conta que a morte, um fator muito comum do estresse, pode ocorrer sem nenhuma razão aparente várias semanas após a aplicação do estímulo (Mazeaud & Mazeaud, 1981).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

9.4. Métodos

9.4.1. Captura, manuseio e coleta de material dos tubarões

Cinco tubarões de cada espécie, totalizando quinze indivíduos foram capturados em fevereiro de 2003. Após a captura e imobilização, o tubarão era posicionado com o ventre para cima para coleta de amostras de sangue (3-5 mL), através de uma punção na veia caudal com uso de seringa e agulha (Stoskopf, Smith & Klay, 1984).

Como os valores das concentrações dos constituintes sangüíneos para os animais em repouso não puderam ser obtidos, foi utilizado um índice de resposta comportamental proposto por Manire *et al*. (2001). Desta forma, a condição de cada indivíduo foi determinada conforme o comportamento de natação exibido após sua liberação. A condição de cada tubarão após a liberação foi classificada em uma das cinco categorias abaixo:

Condição 1 (boa): sem necessidade de reanimação, capaz de nadar vigorosamente após ser liberado; condição 2 (razoável): capaz de nadar, mas sem a explosão vigorosa exibida pela condição 1; condição 3 (pobre): com necessidade de reanimação (até 30 segundos), natação lenta, mas direcional; condição 4 (muito pobre): necessidade de longo período de reanimação (acima de 30 segundos), natação limitada ou pouco direcional após liberação, mas respiração funcional.

Todos os tubarões utilizados neste trabalho foram liberados nas condições 1 e 2.

9.4.2. Análises clínicas

As amostras foram acondicionadas em tubos de ensaio e mantidas em repouso para separação do soro. Após a separação do soro, amostras do mesmo foram retiradas com pipetas Pasteur, sendo acondicionadas em tubos Eppendorf e em seguida congeladas, conforme normalmente procedido nos laboratórios de análises clínicas (M. Baruffi, Laboratório de Análises Clínicas da FCFRP - USP, comunicação pessoal). Os constituintes sorológicos analisados foram o cálcio, sódio, ferro, fosfato, potássio, ácido úrico, glicose, creatinina, fosfatase alcalina (ALT), aspartato aminotransferase (AST), globulina, albumina e proteínas totais. As concentrações destes componentes foram medidas por uma automação bioquímica Cobas Mira®.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

9.5. Resultados

Os valores dos componentes do plasma sanguíneo de *Carcharhinus perezi* estão apresentados na Tabela 1, os valores referentes a *Ginglymostoma cirratum* na Tabela 2 e para *Negaprion brevirostris* na Tabela 3.

9.5.1. Carcharhinus perezi

Os valores das concentrações de sódio, fosfato, potássio, creatinina e albumina apresentaram pequena variação entre os indivíduos analisados. No caso do cálcio, ferro, ácido úrico e globulina houve uma maior variação entre os valores observados para cada indivíduo. Contudo, a média dos componentes segue os valores previamente observados em outras espécies (Tabela 4).

9.5.2. Ginglymostoma cirratum

Nesta espécie, houve uma baixa variação individual nos valores das concentrações de creatinina, albumina e proteínas totais e uma maior variação para glicose e ferro.

9.5.3. Negaprion brevirostris

Observou-se uma baixa variação individual para as concentrações de fosfato, creatinina, globulina, albumina e proteínas totais. Os valores de ferro, cálcio, glicose e AST apresentaram grande variação entre os indivíduos.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

TABELA 1. Valores sorológicos de *Carcharhinus perezi* capturados no arquipélago de Fernando de Noronha em fevereiro de 2003.

Nº	CT (cm)	Peso (kg)	Tpo luta (min)	Condição	Cálcio (mg/dL)	Sódio (mEq/L)	Ferro (mg/dL)	Fosfato (mg/dL)	Potássio (mEq/L)	Ác. Úrico (mg/dL)	Glicose (mg/dL)	Creatinina (mg/dL)	ALT (U/L)	AST (U/L)	Globulina (g/dL)	Albumina (g/dL)	Proteínas totais (g/dL)
1	88	2	5	1	5	290	158	12,5	10,6	0,6	19	0,7	<5	12	2	0,4	2,4
2	87	3	5	1	6,3	284	18	9,9	9	6,1	21	0,4	<5	13	3,2	0,4	3,6
3	110	7	5	1	9,8	286	65	12,5	10,6	0,6	20	0,5	<5	14	2,3	0,4	2,7
4	96	4	5	1	12,2	290	48	12,5	8,5	4,6	15	0,4	<5	6	2,7	0,5	3,2
5	88	3	5	1	8,6	272	38	13,5	8,2	1,5	12	0,5	<5	42	1,5	0,3	1,8
Média					**8,3**	**284,4**	**65,4**	**12,1**	**9,3**	**2,6**	**17,4**	**0,5**	**<5**	**17,4**	**2,3**	**0,4**	**2,6**

TABELA 2. Valores sorológicos de *Ginglymostoma cirratum* capturados no arquipélago de Fernando de Noronha em fevereiro de 2003.

Nº	CT (cm)	Peso (kg)	Tpo luta (min)	Condição	Cálcio (mg/dL)	Sódio (mEq/L)	Ferro (mg/dL)	Fosfato (mg/dL)	Potássio (mEq/L)	Ác. Úrico (mg/dL)	Glicose (mg/dL)	Creatinina (mg/dL)	ALT (U/L)	AST (U/L)	Globulina (g/dL)	Albumina (g/dL)	Proteínas totais (g/dL)
1	139	16	7	1	11,5	146	81	8,5	6,2	5	1	0,9	<5	4	3,9	0,4	4,3
2	131	12	15	2	9,5	276	65	5,3	7,6	3,3	161	0,3	<5	17	2,8	0,3	3,1
3	148	16	17	2	8,2	264	74	4,7	8,2	2,8	15	0,3	<5	4	2,4	0,4	2,8
4	125	15	5	1	10,7	264	214	7,8	7,6	4	131	0,3	<5	20	2,5	0,3	2,8
5	137	19	7	1	8,2	294	90	6,5	6,9	5,8	30	0,3	<5	10	3,1	0,4	3,5
Média					**9,6**	**248**	**104**	**6,5**	**7,3**	**4,1**	**67,6**	**0,4**	**<5**	**11,2**	**2,9**	**0,3**	**3,1**

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

TABELA 3. Valores sorológicos de *Negaprion brevirostris* capturados no arquipélago de Fernando de Noronha em fevereiro de 2003.

Nº	CT (cm)	Peso (kg)	Tpo luta (min)	Condição	Cálcio (mg/dL)	Sódio (mEq/L)	Ferro (mg/dL)	Fosfato (mg/dL)	Potássio (mEq/L)	Ác. Úrico (mg/dL)	Glicose (mg/dL)	Creatinina (mg/dL)	ALT (U/L)	AST (U/L)	Globulina (g/dL)	Albumina (g/dL)	Proteínas totais (g/dL)
1	143	15	10	2	14	276	60	6	3	3,1	14	0,4	<5	8	3,3	0,2	3,5
2	144	18	7	2	13,7	284	154	8,2	6,7	2	14	0,5	<5	11	2,8	0,4	3,2
4	68	1,5	1	1	14,3	288	98	6,2	6,7	0,1	23	0,6	<5	4	2,5	0,3	2,8
5	132	4	7	2	11,9	288	150	5,8	3,7	2,8	26	0,6	<5	4	3,2	0,3	3,5
6	106	6	4	2	14,5	294	48	7,8	3,1	3,4	42	0,5	<5	4	2,8	0,3	3,1
Média					**13,6**	**286**	**102**	**6,8**	**4,6**	**2,2**	**23,8**	**0,5**	**<5**	**7,8**	**2,9**	**0,3**	**3,2**

TABELA 4. Comparação entre os valores sorológicos médios dos componentes do plasma sanguíneo obtidos para três espécies de tubarões da Flórida e os resultados do presente trabalho.

Variável	*Sphyrna tiburo* *	*Carcharhinus limbatus* *	*Carcharhinus leucas* *	*Carcharhinus perezi*	*Ginglymostoma cirratum*	*Negaprion brevirostris*
Glicose (mg/dL)	183	62	54,5	17,4	67,6	23,8
Creatinina (mg/dL)	0,2	0,2	0,2	0,5	0,4	0,5
Ác.Úrico (mg/dL)	0,35	0,1	0,2	2,6	4,1	2,2
Sódio (mEq/L)	312	321	288	284,4	248	286
Potássio (mEq/dL)	6,4	4	6,3	9,3	7,3	6,8
Cálcio (mg/dL)	16,5	17,1	17,3	8,3	9,6	13,6
Fosfato (mg/dL)	7,4	8	8,1	12,1	6,5	6,8
Prot. Totais (g/dL)	3,2	2,2	2,9	2,6	3,1	3,2
Albumina (g/dL)	1	1	1,1	0,4	0,3	0,3
Globulina (g/dL)	2,3	1,2	1,8	2,3	2,9	2,9
AST (U/L)	88,5	28	16	17,4	11,2	7,8

* Dados publicados em Manire *et al*. (2001).

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

9.6. Discussão

A análise comparativa entre os valores sorológicos obtidos para as espécies analisadas por Manire *et al*. (2001) e as espécies do presente estudo apresentou similaridade na maioria dos parâmetros. As médias dos valores observados para creatinina, sódio, potássio, cálcio, fosfato, proteínas totais, albumina e globulina apresentaram valores bastante semelhantes. As maiores diferenças foram verificadas para as médias de ácido úrico, AST e principalmente, a glicose. Estas diferenças interespecíficas podem ser resultado de diferentes dietas ou diferenças bioquímicas, conforme sugerido por Manire *et al*. (2001). Considerando apenas a glicose, uma das possibilidades para a discrepância observadas nos valores deste componente pode ser devida às dificuldades operacionais e ao isolamento do arquipélago de Fernando de Noronha. Tal fato pode ter ocasionado uma maior degradação desta substância, resultando na variação observada. No entanto, os valores observados para *Ginglymostoma cirratum* também são semelhantes aos previamente publicados para outras espécies de tubarões por Manire *et al*. (2001), sugerindo que as dosagens estão corretas. Visando confirmar esta possibilidade, foram analisadas amostras de sangue de *Carcharhinus perezi* que haviam sido coletadas em 2000. Os resultados mostram que a média da concentração da glicose (27 mg/dL) é próxima daquela obtida para o material analisado em 2003 (17,4 mg/dL), e que provavelmente esta espécie normalmente possui baixos níveis de glicose, ao redor de 20 mg/dL, quando comparada a outras espécies do gênero *Carcharhinus* analisadas por Manire *et al*. (2001).

As outras variações interespecíficas nos teores das substâncias analisadas podem ser resultado de diferenças de salinidade nos ambientes mais utilizados por cada uma das espécies, conforme observado por Manire *et al*. (2001). Corroborando esta idéia, está o fato de que as capturas e observações realizadas no presente trabalho sugerem que *Carcharhinus perezi* normalmente é mais comum nas regiões recifais mais afastadas, com águas mais claras e profundas, enquanto *Ginglymostoma cirratum* e *Negaprion brevirostris* são mais comuns em trechos rasos, e em locais de águas turvas. Como a maioria dos tubarões capturados foi submetida a situações de estresse aparentemente semelhantes, as diferenças intraespecíficas também podem ser resultado de variações metabólicas individuais.

Uma vez que todos os tubarões capturados neste trabalho foram liberados nas condições 1 e 2, é possível supor que os animais tenham sido submetidos a um baixo nível de estresse fisiológico. A semelhança da média da glicose de *Ginglymostoma*

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

cirratum com os valores observados para *Carcharhinus limbatus* e *Carcharhinus leucas* analisados por Manire *et al*. (2001) e mais a baixa variação entre os valores de 2000 e 2003 de *Carcharhinus perezi* sugerem que os valores observados devem ser representativos para as espécies, e que os indivíduos jovens desta última espécie possivelmente apresentam baixos níveis basais de glicose.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

9.7. Literatura citada

BENDOCK, T. & ALEXANDERSDOTTIR, M. Hooking mortality of Chinook salmon released in the Kenai river, Alaska. North American Journal of Fisheries Management, v. 13, p. 540-549, 1993.

BORUCINSKA, J.; KOHLER, N.; NATANSON, L. & SKOMAL, G. Pathology associated with retained fishing hooks in blue sharks, *Prionace glauca* (L.), with implications for their conservation. J. Fish Diseases, v. 25, p. 515-521, 2002.

BUGLEY, K. & SHEPHERD, G. Effect of catch-and-release angling on the survival of Black Sea Bass. North American Journal of Fisheries Management, v. 11, p. 468-471, 1991.

CLIFF, G. & THURMAN, G.D. Pathological and physiological effects of stress during capture and transport in the juvenile dusky shark, *Carcharhinus obscurus*. Comp. Biochem. Physiol., v. 78A, n. 1, p. 167-173, 1984.

HUETER, R. Catch/ tag-and-release: the conservation option for recreational shark fishermen. SHARK NEWS 7, NEWSLETTER OF THE IUCN SHARK SPECIALIST GROUP, <http://na.nefsc.noaa.gov/sharks /newsletter/ 96/1996news.html> Acesso em: abril, 2003.

JONES. R.T. & ANDREWS, J.C. Hematologic and serum chemical effects of simulated transport on sandbar sharks, *Carcharhinus plumbeus* (Nardo). J. Aquariculture and Aquatic Sciences, v. 5, n. 4, p. 95-100, 1990.

LESSA, R., SANTANA, F.M., RINCON, G., GADIG, O.B.F. & EL-DEIR, A.C.A. Biodiversidade de Elasmobrânquios do Brasil. PRONABIO, MMA, Brasília, DF, 172 p., 1999.

MANIRE, C., HUETER, R., HULL, E. & SPIELER, R. Serological changes associated with gill-net capture and restraint in three species of sharks. Trans. Am. Fish. Soc. v. 130, p. 1038-1048, 2001.

MAZEAUD, M.M.; MAZEAUD, F. & DONALDSON, E.M. Primary and secondary effects of stress in fish: some new data with a general review. Trans. Am. Fish. Soc., v. 106, p. 201-212, 1977.

MAZEAUD, M.M. & MAZEAUD, F. Adrenergic responses to stress in fish. In: Stress and Fish, A.D. PICKERING (ed.), London and New York, Academic Press, Cap. 3, p. 49-75, 1981.

MUSICK, J.A., BURGESS, G., CAILLIET, G., CAMHI M. & FORDHAM, S. Management of sharks and their relatives (Elasmobranchii). Fisheries, v. 25, n. 3, p. 9-13, 2000.

POUGH, F.H., HEISER, J.B. & Mc FARLAND, W.N. Vertebrate Life, 3ª Ed., New York, Macmillan Publishing Company, 904p., 1989.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com

ROMER, A. & PARSONS, T.S. Anatomia comparada dos vertebrados. Ed. Atheneu, São Paulo, 559 p., 19985.

SKOMAL, G. & CHASE, B. Release mortality studies in Massachusetts. SHARK NEWS 7 NEWSLETTER OF THE IUCN SHARK SPECIALIST GROUP <http://na.nefsc.noaa.gov/sharks /newsletter/ 96/1996news.html> Acesso em: abril, 2003.

SMITH, M.F.L. Capture and transportation of elasmobranchs, with emphasis on the grey nurse shark (*Carcharias taurus*). Aust. J. Mar. Freshwater Res., v. 43, p. 325-343, 1992.

SOIVIO, A. & OIKARI, A. Haematological effects of stress on a teleost, *Esox lucius* L.. J. Fish Biology, v. 8, p. 397-411, 1983.

STOSKOPF, M.K., SMITH, M.S. & KLAY, G. Clinical note: blood sampling of captive sharks. J. Zoo An. Med., v. 15, p. 116-117, 1984.

WELLS, R.M.G.; Mc INTYRE, R.H.; MORGAN, A.K. & DAVIE, P.S. Physiological stress responses in big gamefish after capture: observations on plasma chemistry and blood factors. Comp. Biochem. Physiol. V. 84A, n. 3, p. 565-571, 1986.

WOOD, C.M.; TURNER, J.D. & GRAHAM, M.S. Why do fish die after severe exercise? J. Fish Biol., v. 22, p. 189-201, 1983.

PDF created with FinePrint pdfFactory trial version www.pdffactory.com