

EMMANUELLY CREIO FERREIRA

**PADRÕES DE MOVIMENTAÇÃO E USO DO HABITAT
DO TUBARÃO-LIXA, *Ginglymostoma cirratum* (BONNATERRE 1778),
MONITORADOS POR MARCAS ACUSTICAS
NO LITORAL DE RECIFE, PERNAMBUCO**

RECIFE,

2015



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

**PADRÕES DE MOVIMENTAÇÃO E USO DO HABITAT
DE TUBARÕES-LIXA (*Ginglymostoma cirratum*, BONNATERRE 1778),
MONITORADOS POR MARCAS ACUSTICAS
NO LITORAL DE RECIFE, PERNAMBUCO**

Emmanuelly Creio Ferreira

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

Prof. Dr. FÁBIO HISSA VIEIRA HAZIN
Orientador

Dr. ANDRÉ SUCENA AFONSO
Co-orientador

Recife,
Agosto /2015

Ficha catalográfica

F383p Ferreira, Emmanuely Creio.
Padrões de movimentação e uso do habitat de tubarões-lixia
(Ginglymostoma cirratum, BONNATERRE 1778), monitorados
por marcas acústicas no litoral de Recife, Pernambuco
/ Emmanuely Creio Ferreira. – Recife, 2015.
54 f. : il.

Orientador(a): Fábio Hissa Vieira Hazin.
Dissertação (Mestrado em Recursos Pesqueiros e
Aquicultura- Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Departamento de Pesca e Aquicultura, Recife, 2015.
Referências.

1. Comportamento. 2. Telemetria acústica. 3. Marcação.
I. Hazin, Fábio Hissa Vieira, orientador. II. Título

CDD 639.3

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

**PADRÕES DE MOVIMENTAÇÃO E USO DO HABITAT
DO TUBARÃO LIXA (*Ginglymostoma cirratum*, BONNATERRE 1778),
MONITORADOS POR MARCAS ACUSTICAS
NO LITORAL DE RECIFE, PERNAMBUCO**

Emmanuelly Creio Ferreira

Dissertação julgada adequada para obtenção do
título de mestre em Recursos Pesqueiros e
Aquicultura. Defendida e aprovada em
26/08/2015 pela seguinte Banca Examinadora.

Prof. Dr. Fábio Hissa Vieira Hazin (Orientador)
Departamento de Pesca e Aquicultura- DEPAq
Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE

Prof. Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira
Departamento de Pesca e Aquicultura- DEPAq
Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE

Prof. Dr. Clemente Coelho Junior
Instituto de Ciências Biológicas
Universidade de Pernambuco- UPE

Um passo a frente e você não esta mais no mesmo lugar

Chico Science

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus maiores incentivadores, aqueles que me colocaram no mundo, meus pais, pois sem eles eu não estaria aqui. Em especial ao meu Pai (*in memória*) que investiu nos meus sonhos e sonhou comigo. Esse trabalho é para você, meu querido, meu velho, meu amigo!

Agradecimentos

A Deus pai todo poderoso, por me conceder a vida, saúde e determinação nesta minha caminhada, sem esta fé que me rodeia não teria forças para suportar os obstáculos do caminho. Obrigada a conspiração da natureza pela energia emanada para esta obra.

Aos meus adoráveis pais por terem me colocado no mundo, pelo empenho para com a minha educação, por acreditar nos meus sonhos e por me fazerem chegar até aqui, sem vocês esse sonho não seria possível. Amo vocês, eterna gratidão!

Ao meu maridão Neto, por ter sido um parceiro indispensável neste projeto, por se disponibilizar em me acompanhar até as atividades de campo, por ser este homem com falhas, mas sensível e surpreendente, obrigada por me agüentar nos meus momentos de loucuras e também de angústia, você é simplesmente a minha felicidade, te amo.

Ao meu admirável orientador Prof. Fábio, obrigado pela oportunidade e confiança para com o meu trabalho e pelo valioso aprendizado sobre os seres mais fantásticos do oceano. Que esta relação se perpetue por muito tempo, gratidão por todo o ensinamento.

Ao professor e amigo Paulinho pela oportunidade de me aprofundar nos estudos com elasmobrânquios, pela generosidade e ternura em trabalhar ao seu lado, pelos grandiosos ensinamentos profissionais e da vida. Obrigada por fazer parte da minha trajetória, sem dúvida você é um grande incentivador.

Ao professor e amigo Clemente pela afinidade e visão para com o nosso planeta, pelas sabias palavras e reflexões no desenvolver dos projetos e por toda troca de conhecimento que a convivência nos permitiu, que bom te-lo fazendo parte da minha história.

A minha grande amiga Ilka que a vida colocou no meu caminho e que eu pude contar em todos os momentos desta jornada, a leal parceira de trabalho que me motiva, me inspira e também divide esforços para o mesmo âmbito, a importante co-autoria neste estudo e a incessante troca de experiência que a nossa amizade permitiu, obrigada por fazer parte da minha vida amiga!

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa, permitindo que eu pudesse realizar a pesquisa e desenvolver todo o estudo.

Ao Programa de Pós-graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura juntamente a UFRPE por me proporcionar um curso riquíssimo e o aprimoramento da minha formação.

A todos do LATEP, ao Andre pelas considerações e importante direcionamento no decorrer deste trabalho, a Yuri pela valiosa contribuição com o mapa, a Ester e Brutos pela convivência diária no PROTUBA e aos fundamentais chefes de expedições (Claudinho, Boca, Carapeba, Leo, Pavlus, Dimo, Gabi, Marcone, Rafael, e principalmente Bruno Cesar), sem vocês a realização deste trabalho não seria possível, obrigado pelo comprometimento.

A toda tripulação do barco SINUELO pelos grandiosos esforços na captura do lixa e na realização de todas as etapas do trabalho, pela atenção, respeito e cuidado para comigo durante ida e permanência no barco, o meu imenso obrigada a todos.

Aos incríveis mergulhadores (Claudinho, Leo, Luisa, Rômulo e Bruno Sá), minha profunda gratidão por toparem contribuir comigo neste trabalho, pela paciência em procurar os receptores, vocês são excelentes profissionais além de grandes amigos, valeu!

Aos meus queridos Dráusio, Leca, Patricia e Dani obrigada pelo aprendizado diário, pela disponibilidade de ensinar e orientar nossos passos do cotidiano, vocês foram essenciais na minha formação e moram no meu coração.

A todos que passaram e aos que permanecem no NEA (Vanessa, Silvania, Marizinha, Beth, Ester, Juliana, Mariquita, Mari Porto, Isa, Carols, Lu, Karlla e Camila, Gutto e Claudinho) o aprendizado foi e continua sendo intenso, obrigada pelos ensinamentos da nossa convivência, vocês são especiais para mim.

As minhas amadas amigas e integrantes da equipe Canil (Mari, Ilka, Carol, Nat, Luisa e Camila), sem vocês a minha jornada não teria este fecho, obrigada por todo momento de dedicação de todas para comigo e para com os seres de luz, vocês são EXTRAORDINARIAMENTE MARAVILHOSAS!

Aos amigos especiais Nanda, Lala, Dimo, Rê, Siba, Bruno Macena, maga, Mirna e Tati que participaram comigo durante esta trajetória e a todos que formam a família LOP/LEP/LATEP, obrigado pelas fantásticas experiências e pela grande família da qual fazemos parte.

Resumo

O tubarão-lixo, *Ginglymostoma cirratum*, é uma espécie de hábitos costeiros, encontrada em plataformas continentais e insulares, em águas tropicais e subtropicais do Oceano Atlântico e no leste do oceano Pacífico. Apesar da abundância relativamente elevada do tubarão lixo em águas costeiras, o seu comportamento e ecologia ainda são pouco estudados. Em razão do seu comportamento marcadamente costeiro e hábito territorialista, uma das técnicas mais utilizadas recentemente no estudo do padrão de movimentação da espécie tem sido a telemetria acústica, tecnologia já empregada no monitoramento de várias espécies de elasmobrânquios. No presente estudo, a telemetria acústica foi utilizada para avaliar os movimentos e uso do habitat pela espécie na costa de Recife, no trecho compreendido entre as praias do Pina e do Paiva, área de monitoramento dos tubarões envolvidos no problema dos ataques no Estado. Com esse fim, 29 receptores acústicos foram instalados ao longo da linha de costa, tanto dentro do canal existente paralelo a linha de costa como por fora do mesmo, além de quatro naufrágios posicionados ao leste e ao norte da rede de receptores da costa. A captura dos animais para marcação foi realizada com a utilização de dois espinhéis de fundo, com 4 km de comprimento cada, lançado próximo ao canal em frente às praias, 6 dias por semana. Os tubarões-lixo capturados foram embarcados para o procedimento de sexagem, biometria e marcação com intervenção cirúrgica, sendo posteriormente liberados. O número de detecções acústicas para cada tubarão e para cada estação monitorada foi usado para definição da fidelidade local e da medida da área mínima de dispersão. Durante 4 anos consecutivos foram marcados 18 tubarões-lixo, dos quais 13 foram detectados totalizando 9.232 detecções. Dos 13 tubarões detectados, 7 eram machos com comprimento total variando de 118 a 244 cm e 6 eram fêmeas medindo de 147 a 289 cm. A maioria das detecções ocorreu durante o período noturno 5.610 detecções (60%), o que sugere que a área de estudo seja um possível espaço de alimentação. O emprego da telemetria acústica ativa se faz, contudo, necessário para se obter uma melhor compreensão acerca do uso do habitat e sobre a movimentação do tubarão-lixo no local de estudo.

Palavras-chave: Comportamento, telemetria acústica, marcação

Abstract

The Nurse sharks, *Ginglymostoma cirratum*, is a coastal species, found on continental shelves and islands in tropical and subtropical waters of the Atlantic Ocean and eastern Pacific Ocean. Despite the relatively high abundance of the nurse shark in coastal waters, their behavior and ecology are poorly studied. Due to their markedly coastal and territorial behavior and habit, one of the techniques most recently used in the study of their movements has been the acoustic telemetry. In this study, the acoustic telemetry was used to evaluate the movements and habitat use by the species in the coast of Recife, in the section between the beaches of Pina and Paiva, area where the sharks are monitored. To this end, 29 acoustic receivers were installed along the shoreline, both within the existing channel parallel to the coastline and outside of it, and four close to shipwrecks positioned to the east and to the north of the coast network of receivers. The catch of animals for labeling was performed using two bottom longlines, 4 km long each, released near the channel in front of the beaches, 6 days a week. The nurse sharks caught were shipped to the sexing procedure, biometrics and marking with surgery, and later released. The number of acoustic detections for each shark in each station was used to investigate site fidelity and the minimum area of dispersion. During 4 consecutive years, 18 nurse sharks were tagged, of which 13 were detected totaling, 9.232 detections. Of the 13 detected sharks, 7 were males, with total length from 118 to 244 cm and 6 were females measuring 147-289 cm. Most detections occurred during the night (5.610 detections; 60%), suggesting that the area of study is a possible feeding ground. The use of active acoustic telemetry, however, is necessary to obtain a better understanding of habitat use and movements of nurse sharks at the study site.

Key words: (Behavior, acoustic telemetry, tracking)

Lista de figuras

	Página
Figura 1- Tubarão-lixo <i>Ginglymostoma cirratum</i>	15
Figura 2- Distribuição mundial do tubarão-lixo, <i>Ginglymostoma cirratum</i>	16
Figura 1- Mapa da área de estudo e localização das estações de monitoramento acústico.....	30
Figura 2- Distribuição de frequência do comprimento total para machos e fêmeas de tubarão-lixo <i>Ginglymostoma cirratum</i> marcados pelo sistema de telemetria acústica entre outubro de 2009 e agosto de 2013 na costa de Pernambuco (n= 18; 9 machos e 9 fêmeas).....	38
Figura 3- Distribuição mensal das detecções de tubarões-lixo <i>Ginglymostoma cirratum</i> , monitorados na costa de Pernambuco pelo sistema de telemetria acústica, entre outubro de 2009 e dezembro de 2013.....	39
Figura 4- Distribuição das detecções quanto ao período diurno e noturno entre machos e fêmeas de tubarões-lixo <i>Ginglymostoma cirratum</i> , monitorados pelo sistema de telemetria acústica na costa de Pernambuco entre outubro de 2009 e dezembro de 2013.....	40
Figura 5- Distribuição total das detecções por hora dos tubarões-lixo <i>Ginglymostoma cirratum</i> monitorados pelo sistema de telemetria acústica na costa de Pernambuco, entre outubro de 2009 e dezembro de 2013.....	40
Figura 6- Distribuição das detecções por estação durante o período de monitoramento de telemetria acústica na costa de Pernambuco entre outubro de 2009 e dezembro de 2013.....	41
Figura 7- Distribuição do uso da área representada pelas estações durante o período de monitoramento acústico na costa de Pernambuco, entre outubro de 2009 e dezembro de 2013.....	42
Figura 8- Tubarão-lixo <i>Ginglymostoma cirratum</i> marcado pela presente pesquisa e observado durante mergulho no Naufrágio SERVIMAR X	43

Lista de tabelas

	Página
Tabela 1- Composição dos tubarões-lixia <i>Ginglymostoma cirratum</i> marcados por telemetria acústica durante outubro de 2009 e agosto de 2013 na costa de Pernambuco.....	38
Tabela 2- χ^2 entre áreas monitoradas (Boa viagem e Paiva) para os tubarões-lixia <i>Ginglymostoma cirratum</i> marcados por telemetria acústica durante outubro de 2009 e agosto de 2013 na costa de Pernambuco.....	39
Tabela 3- Taxa de movimentação dos tubarões-lixia <i>Ginglymostoma cirratum</i> monitorados pelo sistema de telemetria acústica na costa de Pernambuco, entre outubro de 2009 e dezembro de 2013.....	42

Sumário

	Página
Dedicatória.....	6
Agradecimento.....	7
Resumo.....	9
Abstract.....	10
Lista de figuras.....	11
Lista de tabelas.....	12
1- Introdução.....	14
2- Revisão de literatura.....	17
3- Referência bibliográfica	20
4- Artigo científico	26
4.1- Movimentação e uso do habitat do tubarão-lixo (<i>Ginglymostoma cirratum</i>, BONNATERRE 1778), monitorados por marcas acústicas no litoral de Pernambuco, Brasil.....	26
4.2- Normas da Revista Anais da Academia Brasileira de Ciência	51
5- Considerações Finais.....	54

1- Introdução

Os elasmobrânquios, que incluem as quimeras, raias e tubarões, são animais do tipo *K-estrategistas*, caracterizados por sua grande longevidade, maturação sexual tardia, potencial reprodutivo baixo e crescimento lento (Kawasaki, 1983; King e Mcfarlane, 2003), características que os tornam particularmente vulneráveis à sobrepesca (Musick et al., 2000; Sims, 2010). Os tubarões estão distribuídos em duas superordens, Squaloidea e Galeoidea, compreendendo 10 Ordens, 60 Famílias e 186 Gêneros (Compagno, 2001). Por ocuparem o topo da teia trófica, são extremamente importantes nos ecossistemas marinhos tropicais e subtropicais, mantendo suas presas abaixo da capacidade de suporte do ambiente, reduzindo a competição interespecífica e influenciando a diversidade biológica dos ecossistemas onde habitam (Begon, Harper e Townsend, 1990). Por essa razão, para que se possa compreender adequadamente o funcionamento e a dinâmica trófica dos ecossistemas marinhos, é imprescindível o estudo da ecologia desses predadores (Cortes e Gruber, 1990).

Embora possuam uma elevada diversidade e importância ecológica, os tubarões correspondem a um dos maiores grupos de vertebrados no qual o comportamento ainda continua pouco conhecido, especialmente diante das dificuldades logísticas relacionadas ao estudo desses animais tanto em seu habitat natural como em cativeiro (Gruber e Myrberg, 1977; Nelson, 1977). A distribuição espacial dos tubarões é influenciada pela dinâmica de atividade da espécie e padrões de comportamento relacionados às necessidades energéticas, determinantes para suas estratégias de alimentação, migração, reprodução e preferências de habitat (Sims, 2010).

Mundialmente, há uma crescente preocupação decorrente das capturas incidentais de elasmobrânquios, cuja redução vem sendo buscada por meio de diversos esforços internacionais (Baeta et al., 2010), a exemplo do Plano Internacional de Ação da FAO. No Brasil, no entanto, esses esforços são ainda incipientes, sendo particularmente preocupante o aumento das capturas

de elasmobrânquios costeiros pela pesca artesanal, tornando o seu monitoramento e o estudo da biologia das principais espécies capturadas uma prioridade para a sua conservação.

Entre as espécies de tubarão mais capturadas pela pesca artesanal no Brasil, particularmente na costa nordeste, está o tubarão-lixo ou lambarú, *Ginglymostoma cirratum* (Figura 1). Pertencente à ordem Orectolobiformes e à família Ginglymostomatidae, o tubarão-lixo é uma espécie de hábitos costeiros, sendo encontrado em plataformas continentais e insulares, desde águas bastante rasas até 130 m de profundidade e em regiões tropicais e subtropicais do Oceano Atlântico, onde estão presentes em ambas as margens ocidental e oriental, e do leste do oceano Pacífico, desde o golfo da Califórnia até o Peru (Figura 2). Na margem ocidental do Atlântico, a espécie se distribui desde Rhode Island (EUA) até o sudeste do Brasil, sendo frequentemente encontrada em fundos rochosos, ambientes recifais e em canais fluviais de mangues. Já na margem oriental ocorre desde as Ilhas de Cabo Verde até o Gabão (Bigelow e Schroeder, 1948; Castro, 2000, e Compagno, 2001).



Figura 1. Tubarão-lixo *Ginglymostoma cirratum* (Fonte: Hol Chan Marine Reserve, Belize Shark Ray alley).

Mundialmente a espécie encontra-se classificada como deficiente em dados pela lista vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (International Union for Conservation of Nature- IUCN, 2011). No Brasil, entretanto, o tubarão-lixo encontra-se avaliado como ameaçado de extinção pelo IBAMA (2004), estando conseqüentemente protegido por lei, apesar de ser ainda frequentemente capturado em todo país, principalmente por embarcações artesanais (CASTRO e ROSA, 2005).

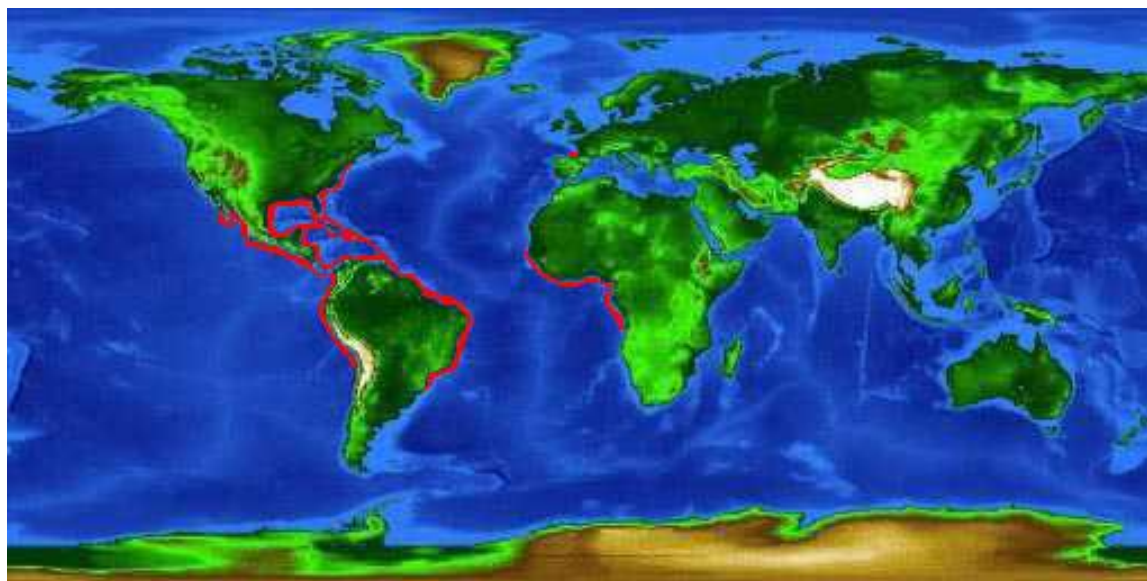


Figura 2. Distribuição mundial do tubarão-lixo, *Ginglymostoma cirratum* (Fonte: Florida Museum of Natural History).

Apesar da elevada abundância do tubarão-lixo em regiões costeiras, a sua ecologia e o seu comportamento são ainda pouco conhecidos, principalmente para populações do Atlântico Sul e Pacífico, com a maior parte das pesquisas sobre a espécie tendo sido realizada na Florida e no Caribe. Da mesma forma, embora a espécie possua uma extensa distribuição no litoral brasileiro, a mesma tem sido muito pouco estudada, havendo consequentemente uma grande carência de informações sobre a sua biologia em águas nacionais (CASTRO e ROSA, 2005).

Em razão do seu comportamento marcadamente costeiro e da sua associação com o substrato, uma das técnicas mais utilizadas recentemente no estudo do padrão de movimentação do *Ginglymostoma cirratum* tem sido a telemetria acústica, tecnologia já empregada no monitoramento de várias espécies de elasmobrânquios. A distribuição de receptores acústicos independentes, ancorados ao fundo ao longo da costa, possibilita uma “recaptura eletrônica” dos animais, por meio do armazenamento dos sinais acústicos recebidos, permitindo desta maneira, um monitoramento contínuo e a longo prazo, independentemente de condições climáticas e sem a necessidade de esforço de pesca permanente (Nelson, 1990; Klimley et al., 1998; Voegeli et al., 2001).

Essa ferramenta tem possibilitado, assim, melhor conhecer o uso dos espaços e padrões de atividade da espécie, para populações específicas, desde que os indivíduos rastreados permaneçam dentro da matriz de receptores durante a maior parte do período de monitoramento. Entre as informações obtidas, incluem-se as preferências de habitat, utilização de áreas para fins específicos, padrões de movimento e residência, em diferentes escalas temporais (diurno, sazonal e interanual) e espaciais (Heupel et al., 2004; Garla et al, 2006; Voegeli et al., 2001; Nelson, 1990). De maneira geral, essa técnica tem se mostrado adequada para monitorar tanto áreas que coincidam com o principal espaço de utilização da espécie, como locais para onde os tubarões retornem sazonalmente (Simpfendorfer et al., 2002; Bonfil et al, 2005).

Diante deste contexto, o presente trabalho, visa estudar a ecologia espacial e comportamental do tubarão-lixo, *Ginglymostoma cirratum*, no litoral de Recife, incluindo informações sobre padrões de movimentação e uso do habitat por meio da telemetria acústica, na expectativa de que os resultados gerados possam contribuir para a conservação da espécie.

2- Revisão de literatura

Em uma das primeiras pesquisas realizadas sobre o tubarão-lixo, Carrier (1985) testou diferentes tipos de marcas externas, na Flórida, EUA. Na sequência, Carrier e Lauer (1990), com base em um programa de marcação e recaptura de indivíduos de vida livre e no estudo de animais em cativeiro, na mesma região, relataram que a espécie apresenta movimento migratório relativamente restrito, pequena área de distribuição e elevada fidelidade ao local em que são capturados, com os dois grupos (de vida livre e em cativeiro) exibindo taxas de crescimento semelhantes. Observações subsequentes sobre o comportamento reprodutivo de tubarões-lixo foram descritas por Carrier et al. (1994).

Uma revisão da biologia da espécie, também na Flórida, apresentando informações sobre aspectos reprodutivos, como tamanho de maturação, período de gestação e ciclo reprodutivo, além de dados sobre habitat, tamanho máximo e dieta, foi apresentada por Castro (2000).

Subsequentemente, Carrier et al. (2003) avaliaram o potencial reprodutivo e a gestação da espécie, de forma comparativa entre animais em cativeiro e em habitat natural, utilizando como ferramentas a ultra-sonografia e a endoscopia.

Ainda para a mesma área, Pratt e Carrier (2005) descreveram as preferências de habitat associadas a diferentes fases de vida, como corte e acasalamento, além do comportamento associado à utilização de espaços como berçários primário (primeiros dias de vida) e secundário (alimentação dos jovens).

A ocorrência de paternidade múltipla em juvenis de tubarão-lixia de uma mesma gestação, utilizando métodos de análise de DNA, sugere que este tipo de estratégia reprodutiva pode ser um meio para assegurar a variabilidade genética da espécie, uma vez que seu movimento migratório é relativamente restrito (SAVILLE et al., 2002). Uma análise do DNA mitocondrial em populações do tubarão-lixia do Atlântico (Atol das rocas, Natal, Bahamas, Florida, Atol de Belize e África) e da costa do Panamá, no oceano Pacífico, no entanto, indicou uma estruturação com distribuição em grandes extensões de mar aberto e uma significativa dispersão em longas distâncias (Karl et al., 2012).

Wiley e Simpfendorfer (2007) relataram uma preferência da espécie por determinadas áreas, em particular por águas com salinidade maior do que 30 e temperatura entre 25°C e 29°C, padrão semelhante ao encontrado por Ferreira et al. (2012), em Recife, onde a temperatura e a salinidade foram sempre superiores a 25 e 32, respectivamente.

Estudos de marcação e recaptura e também de telemetria acústica realizados no Brasil com o tubarão-lixia, em Fernando de Noronha (Garla, 2004), obtiveram resultados similares aos encontrados no Caribe, indicando que os tubarões-lixia na sua maioria são residentes, exibindo fidelidade local a determinadas áreas (CHAPMAN et al., 2005).

Oliveira (2001) reportou o tubarão lixa como a segunda espécie de elasmobrânquio mais abundante na Reserva Biológica do Atol das Rocas, associando a presença de cápsulas embrionárias encontradas na área com a utilização da mesma como zona de parto. Castro e Rosa (2005), em estudos também realizados no Atol das Rocas, avaliaram a estrutura populacional do tubarão-lixo na Reserva Biológica por meio de imagens de marcas naturais, estimando um tamanho populacional de 339 a 368 indivíduos. Já em 2009, Agra relatou a espécie como sendo a mais abundante no Atol.

Segundo Fischer et al. (2009), as praias do litoral de Recife apresentam uma grande abundância de tubarões-lixo, sendo igualmente elevadas as capturas da espécie pela pesca artesanal no estado do Ceará (Santander-Neto et al. 2010).

3- Referências bibliográficas

AGRA G. 2009. Organização social de elasmobrânquios na Reserva Biológica do Atol das Rocas, Brasil. Dissertação, Universidade Federal de Pernambuco-UFPE. 64p.

BAETA F, BATISTA M, MAIA A, COSTA MJ, CABRAL H. 2010. Elasmobranch bycatch in a trammel net fishery in the Portuguese west coast. **Fisheries Research**, vol.102, p.123-129.

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

BIGELOW H. B.; SCHROEDER, W. C. 1948. Fishes of the western north Atlantic (Lancelets, cuclostomes and sharks). Mem. Sears Found. **Mar. Res.** N. Haven, 576p.

BONFIL R, MEYER M, SCHOLL MC, JOHNSON R, O'BRIEN S, OOSTHUIZEN H, SWANSON S, KOTZE D AND PATERSON AM. 2005. Transoceanic migration, spatial dynamics, and population linkages of white sharks. **Science**, 310:100-103.

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

CARRIER, J. C. 1985. Nurse sharks of Big Pine Key: Comparative success of three types of external tags. **Florida Sci.**, 48(3): 146-154.

CARRIER, J. C.; LAUER, C. A. 1990. Growth rates in the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*. **Copeia**, 3: 686-692.

CARRIER, J. C.; PRATT, H. L.; MARTIN, L. K. 1994. Group reproductive behavior in free-living nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*. **Copeia**, 3: 646–656.

CARRIER, J. C.; MURRU, F. L.; Walsh, M. T. & Pratt, H. L. Jr. 2003. Assessing Reproductive Potential and Gestation in Nurse Sharks (*Ginglymostoma cirratum*) Using Ultrasonography and Endoscopy: An Example of Bridging the Gap Between Field Research and Captive Studies. **Zoo Biology**. 22: 179–187.

CREIO, E. Padrões de movimentação e uso do habitat do *Ginglymostoma cirratum*...

CASTRO, J. I. 2000. The biology of the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*, off the Florida east coast and the Bahamas Islands. **Environ. Biol. Fish.**, 58: 1-22.

CASTRO, A. L. F.; ROSA, R. S. 2005. Use of natural marks on population estimates of nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*, at Atol das Rocas Biological Reserve, Brazil. **Environ. Biol. Fish.**, 72: 213-221.

CHAPMAN, D. D.; PIKITCH, E. K.; BABCOCK, E.; SHIVJI, M. S. 2005. Marine reserve design and evaluation using automated acoustic telemetry: A case-study involving coral reef-associated sharks in the Mesoamerican Caribbean. **Mar. Tec. Soc. J.**, 39(1): 42-55.

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

COMPAGNO, L. J. V. 2001. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. N°1 Vol. 2. Bullhead, mackerel and carpet sharks (heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes). **FAO Species Catalogue for Fishery Purposes.** Rome, 269p.

CORTES, E., GRUBER, S.H. 1990. Diet, feeding habits and estimates of daily ration of young lemon sharks, *Negaprion brevirostris* (Poey). **Copeia**, vol.1, p.204-218.

FERREIRA LC, AFONSO AS, CASTILHO PC, and HAZIN FHV 2012. Habitat use of the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*, off Recife, Northeast Brazil: a combined survey with longline and acoustic telemetry. **Envir Biol Fishes**, pp.11.

FISCHER, A. F.; HAZIN, F. H. V.; CARVALHO, F; VIANA, D. L.; RÊGO, M. G.; WOR, C. 2009. Biological aspects of sharks caught off the Coast of Pernambuco, Northeast Brazil. **Braz. J. Biol.**, 69(4): 1173-1181.

CREIO, E. Padrões de movimentação e uso do habitat do *Ginglymostoma cirratum*...

GARLA, R. C. 2004. Ecologia e conservação dos tubarões do Arquipélago de Fernando de Noronha, com ênfase no tubarão-cabeça-de-cesto *Carcharrhinus perezi* (Poey, 1876) (Carcharhiniformes, Carcharhinidae). Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, SP.

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

GRUBER, S.H, NELSON, D.R. & J.F. MORRISSEY, 1988. 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.

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

HEUPEL, M.R., SIMPFENDORFER, C.A. AND HEUTER, R.E. 2004. Estimation of shark home ranges using passive monitoring techniques. **Environ Biol Fish**, 71: 135-142.

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

IUCN. 2011. International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources, Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <www.iucnredlist.org>. Acessada em 24 de junho de 2014.

KARL, S.A.; CASTRO, A. L. F.; GARLA, R.C. 2012. Population genetics of the nurse shark (*Ginglymostoma cirratum*) in the western Atlantic. **Mar Biol**. 159:489–498.

KAWASAKI, T. 1983. Why do some pelagic fishes have wide fluctuations in their numbers. Biological basis of fluctuation from the viewpoint of evolutionary ecology. **FAO Fisheries Report**, v.291, p.1065–1080.

KING, J. R.; MCFARLANE, G. A. 2003. Marine fish life history strategies: applications to fishery management. **Fisheries Management and Ecology**, v.10, p.249–264.

CREIO, E. Padrões de movimentação e uso do habitat do *Ginglymostoma cirratum*...

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

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

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

McCORD, M. E.; LAMBERTH, S. J., 2009. Catching and tracking the world's largest Zambezi (bull) shark *Carcharhinus leucas* in the Breede Estuary, South Africa: the first 43 hours. **African Journal of Marine Science**, 31(1): 107–111

MURCHIE, K. J.; SCHWAGER, E.; COOKE, S. J.; DANYLCHUK, A. J.; DANYLCHUK S. E.; GOLDBERG, T. L.; SUSKI, C. D.; PHILIPP, D. P., 2010. Spatial ecology of juvenile lemon sharks (*Negaprion brevirostris*) in tidal creeks and coastal waters of Eleuthera, The Bahamas. **Environmental Biology of Fishes**, 89 (1): 95-104

MUSICK, J. A.; BURGESS, G.; CAILLIET, G.; CAMHI, M.; FORDHAM, S. 2000. Management of Sharks and Their Relatives (Elasmobranchii). **Fisheries**, 25(3): 9-13.

NELSON, D.R. 1977. On the field study of shark behavior. **Amer. Zool.** v.17, p.501-07.

NELSON, D. R., 1990. Telemetry studies of sharks: a Review, with applications in resource management. In: Elasmobranchs as living resources: advances in the Biology, Ecology, Systematics, and the status of the fisheries. H. L. Pratt, S. H. Gruber and T. Taniuchi, **NOAA Technical Report NMFS**, 90: 239-256.

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

CREIO, E. Padrões de movimentação e uso do habitat do *Ginglymostoma cirratum*...

PRATT, H. L., JR., AND J. C. CARRIER. 2001. A review of elasmobranch reproductive behavior with a case study on the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*. **Environmental Biology of Fishes** 60:157–188.

PRATT, H. L., JR., AND J. C. CARRIER. 2005. The Nurse Shark, Mating and Nursery Habitat in the Dry Tortugas, Florida. **American Fisheries Society**.

PAAPASTAMATIOU, Y.P.; FRIEDLANDER, A.L.; CASELLE, J.E.; LOWE, C.G. 2010. Long-term movement patterns and trophic ecology of blacktip reef sharks (*Carcharhinus melanopterus*) at Palmyra Atoll. **J Exp Mar Biol Ecol** 386:94–102

SANTANDER-NETO, J.; SHINOZAKI-MENDES, R.; SILVEIRA, L. M.; JUCA-QUEIROZ, B.; FURTUNATO-NETO, M. A. A.; FARIA, V. V. 2010. Population structure of nurse sharks, *Ginglymostoma cirratum* (Orectolobiformes), caught off Ceará State, Brazil, south-western Equatorial Atlantic. **J. Mar. Biol. Ass. UK**, 1-4.

SAVILLE, K. J.; LINDLEY, A. M.; MARIES, E. G.; CARRIER, J. C. & H. L., PRATT. 2002. Multiple paternity in the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*. **Environ. Biol. Fish.**, 63: 347-351.

SIMPFENDORFER CA, HEUPEL MR AND HUETER RE. 2002. 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**, 59: 23-32.

SIMS, D. W. 2010 Tracking and Analysis Techniques for Understanding Free-Ranging Shark Movements and Behavior. In: Sharks and their relatives II: biodiversity, adaptive physiology, and conservation. **CRC Press**, Boca Raton, 352-386.

SOTO, J. M. R. 2001. Annotated systematic checklist and bibliography of the coastal and oceanic fauna of Brazil. I Sharks. **Mar. Magn.**, 1(1): 51-120.

SPRINGER, S. 1967. 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.

VOEGELI, F. A.; SMALE, M. J.; WEBBER, D. M.; ANDRADE, Y.; O'DOR, R. K.. 2001. Ultrasonic telemetry, tracking and automated monitoring technology for sharks. **Environ. Biol. Fish.**, 60: 267-281.

WILEY, T.; SIMPFENDORFER, C. A. 2007. The ecology of elasmobranches occurring in the Everglades National Park, Florida: implications for conservation and management. **Bull. Mar. Sci.** 80(1):171-189.

4- Artigo científico

4.1- Movimentação e uso do habitat de tubarões-lixia (*Ginglymostoma cirratum*, BONNATERRE 1778), monitorados por marcas acústicas no litoral de Pernambuco, Brasil

Artigo científico a ser encaminhado a Revista [**Anais da Academia Brasileira de Ciência**].

Todas as normas de redação e citação, deste capítulo, atendem as estabelecidas pela referida revista (em anexo).

Movimentação e uso do habitat do tubarão-lixo (*Ginglymostoma cirratum*, BONNATERRE 1778), monitorados por marcas acústicas no litoral Pernambuco, Brasil.

Emmanuelly Creio Ferreira¹ e colaboradores.

1- Universidade Federal Rural de Pernambuco- UFRPE/ Departamento de Pesca e Aquicultura-DEPAq;
Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura- PPG-RPAq

manucreio@hotmail.com

Resumo

O *Ginglymostoma cirratum*, é uma espécie de hábitos costeiros, encontrada em plataformas continentais e insulares, em águas tropicais e subtropicais do Oceano Atlântico, e no leste do oceano Pacífico. Apesar da sua abundância relativamente elevada em águas costeiras, o seu comportamento e ecologia ainda são pouco estudados. Diante deste contexto, um monitoramento com telemetria acústica foi realizado para avaliar os movimentos e uso do habitat pela espécie na costa de Recife, utilizando uma rede de 29 receptores acústicos que foram instalados ao longo da linha de costa. A captura dos animais para marcação foi realizada com a utilização de espinhéis de fundo. Os tubarões-lixo capturados e que exibiram boas condições vitais foram embarcados para o procedimento de sexagem, biometria e marcação com intervenção cirúrgica, sendo posteriormente liberados. O número de detecções para cada tubarão e para cada estação acústica foi usado para definição de residência e fidelidade local. Durante 4 anos consecutivos foram marcados 18 animais, desses 13 foram detectados totalizando 9.232 detecções. Dos 13 tubarões detectados, 7 eram machos (118 a 244 cm) e 6 eram fêmeas (147 a 289 cm). Das 25 estações de coleta, 22 apresentaram detecções, das quais, 68% ocorreram na área do Paiva, enquanto 32% concentraram-se na área de Boa viagem. A maioria das detecções ocorreu durante o período noturno (60,6%), sugerindo que a área de estudo seja um possível espaço de alimentação. Os resultados apresentados indicam que a espécie possui um comportamento de fidelidade ao local com a realização de eventuais migrações. Esses aspectos são de extrema importância para a adoção de estratégias de gestão que garantam a conservação da espécie, sendo necessária uma maior compreensão dos seus deslocamentos e consequentemente da sua ecologia utilizando métodos de telemetria com respostas mais específicas.

Palavras-chave: Comportamento, telemetria acústica, marcação.

Abstract

The *Ginglymostoma cirratum*, is a species of coastal habits, found on continental and insular shelves in tropical and subtropical waters of the Atlantic Ocean and eastern Pacific Ocean. Despite its relatively high abundance in coastal waters, their behavior and ecology are poorly studied. Given this context, acoustic telemetry monitoring was conducted to evaluate the movements and habitat use of this species off the coast of Recife, using an array of 25 acoustic receivers that were installed along the coastline. The sharks were caught with bottom longlines and drumlines, and the specimens that exhibited good health conditions were sexed, measured and surgically implanted with acoustic tags before release. The number of detections for each shark and for each station was used to assess for residency patterns. For 4 consecutive years a total of 18 sharks were tagged, 13 of which were detected by the acoustic array. A total of 9,232 detections were obtained during the study period. Of the 13 detected sharks, seven were male (size range = 118-244 cm in total length) and six were female (147-289 cm). Of the 25 acoustic stations, 22 had detected at least one shark. 68% of these stations were placed in Paiva, while 32% were placed in Boa viagem. Most detections occurred during the night (60.6%), suggesting that the study area is a possible feeding ground. The results presented indicate that the species has a resident behavior to this region with doing any migrations. These aspects are of utmost importance to adopt management strategies for ensuring the conservation of the species, requiring a greater understanding of their movements and consequently of its ecology using telemetry methods with more specific answers.

Keywords: Diel behavior, acoustic telemetry, tracking

Introdução

O tubarão-lixo ou lambarú, *Ginglymostoma cirratum* (Orectolobiformes: Ginglymostomatidae), é uma espécie de hábitos costeiros, sendo encontrada em plataformas continentais, insulares e em bancos oceânicos, em águas tropicais e subtropicais do Oceano Atlântico e no leste do oceano Pacífico, desde águas bastante rasas até 130 m de profundidade. Na margem ocidental do Atlântico, a espécie se distribui desde Rhode Island (EUA) até o sudeste do Brasil, sendo frequentemente encontrada em fundos rochosos, ambientes recifais e em canais fluviais de mangues (Bigelow and Schroeder 1948, Castro 2000, Compagno 2001, Afonso et al. 2011). Apesar de possuir uma extensa distribuição no litoral brasileiro, o tubarão-lixo ainda é pouco estudado (Castro and Rosa 2005), havendo uma necessidade de se conhecer melhor a sua ecologia e o seu comportamento.

Uma das técnicas mais utilizadas recentemente no monitoramento de várias espécies de elasmobrânquios tem sido a telemetria acústica, método que tem se mostrado particularmente eficaz para monitorar áreas que coincidam com o principal espaço de atividade de uma determinada espécie ou para onde os tubarões retornem sazonalmente (Simpfendorfer et al. 2002, Bonfil et al. 2005). Em razão da sua distribuição marcadamente costeira e do seu padrão de movimentação relativamente restrito espacialmente, o tubarão-lixo é, assim, uma das espécies mais indicadas para a utilização da telemetria acústica no estudo do seu comportamento.

Mundialmente, a espécie encontra-se classificada como deficiente em dados pela lista vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (International Union for Conservation of Nature- IUCN, 2011). No Brasil, porém, a espécie foi avaliada como ameaçada de extinção pelo IBAMA (2004), encontrando-se, portanto, protegida por lei. No entanto, o tubarão-lixo ainda é frequentemente capturado, principalmente por embarcações artesanais (Castro and Rosa 2005), na costa nordeste do país. Diante deste contexto, o presente trabalho, visa a estudar a ecologia espacial do tubarão-lixo no litoral de Recife, focando nos padrões específicos de movimentação e uso do habitat, por meio da telemetria acústica.

Material e Método

Área de estudo

Recife, capital de Pernambuco, está localizada na costa nordeste do Brasil, exibindo um clima úmido e tropical com duas estações bem definidas: a estação das chuvas, de março a agosto, e uma estação seca, de setembro a fevereiro (Coutinho et al. 1998). O litoral do Recife se estende por aproximadamente 20 km, incluindo, juntamente com Jaboatão dos Guararapes, localizado ao sul, o estuário do rio Jaboatão e as praias do Pina, Boa viagem, Piedade, Candeias e Barra de Jangada. A temperatura da água do mar varia de 24°C, durante o inverno, a 30°C, no verão, e a salinidade entre 34 e 38 (Hazin et al. 2008).

O trabalho proposto foi realizado no trecho entre as praias do Pina e do Paiva (08° 15' 12.0'' - 034° 55' 47.6'' a 08° 05' 12.7'' - 034° 51' 35.2''), tendo sido subdividido em duas áreas: BV (Boa viagem), correspondendo às praias do Pina, Boa viagem, Piedade e Candeias; e PV (Paiva), correspondendo ao estuário de Barra de Jangada e parte da praia do Paiva. As áreas de estudo (BV e PV) compreendem as áreas com maior risco de ataque, correspondendo ao trecho onde ocorre o monitoramento dos tubarões.

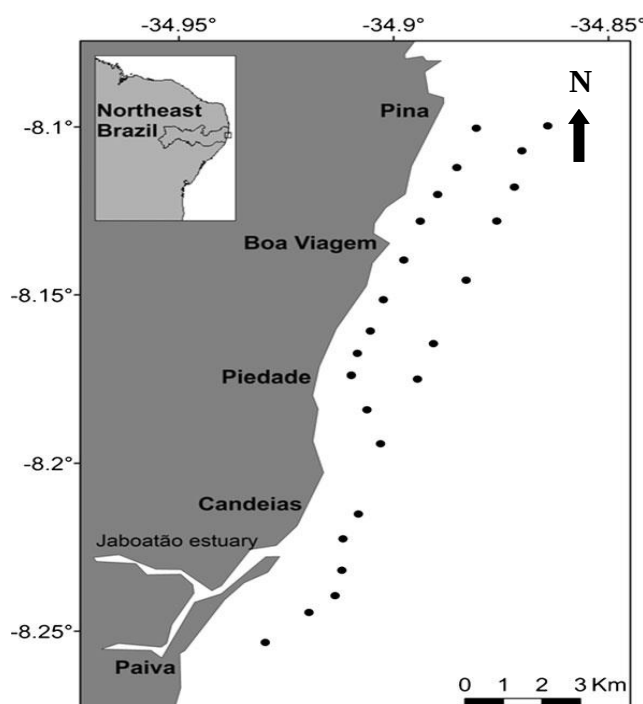


Figura 1. Mapa da área de estudo e localização das estações de monitoramento acústico (Adaptado de Ferreira, 2012).

Procedimento de captura

A captura dos animais foi realizada com a utilização de dois espinhéis de fundo, linhas de espera e anzol do tipo circular de tamanho 17/0, os quais foram lançados próximos ao canal existente em frente às praias (Hazin et al. 2008), iscados com moreia (*Gymnothorax* spp.) ou peixe-prego (*Ruvettus pretiosus*). Os espinhéis e linhas de esperas foram lançados na região costeira de Recife, seis dias por semana pela embarcação de pesquisa Sinuelo durante o crepúsculo vespertino e recolhido no crepúsculo matutino. Parâmetros ambientais foram coletados paralelamente através de um correntógrafo doppler, registrando-se, além dos dados de direção e velocidade das correntes, a temperatura e salinidade da água para a área de estudo. Os tubarões-lixia capturados que se encontravam em boas condições vitais foram embarcados para o procedimento de marcação, sendo cuidadosamente levados a uma piscina montada no convés do barco, onde foram acomodados submersos durante o processo de coleta dos dados e implantação cirúrgica do transmissor acústico.

Procedimento de marcação

Antes da marcação acústica, os tubarões foram avaliados, medidos e sexados. Para a implantação do transmissor acústico, o animal foi inicialmente girado dorso-ventralmente, sendo colocado em posição de imobilidade tônica (Henningsen 1994). Em seguida, uma incisão de aproximadamente 4-5 cm foi realizada na cavidade peritoneal, anterior às nadadeiras pélvicas. Após a implantação do transmissor codificado (V16-69KHz, VEMCO), devidamente esterilizado, a incisão foi fechada utilizando-se uma linha de sutura sintética de nylon, com aproximadamente 3 a 4 pontos. No caso do tubarão-lixia, a marcação externa com transmissores acústicos não é adequada, já que o mesmo é um animal de comportamento bentônico que se encontra em frequente contato com formações recifais (Carrier, 1985). Como o risco de regurgitação com a inserção pelo estômago é também elevado, a técnica mais indicada para a marcação com transmissores acústicos nesses animais é, portanto, a utilização de procedimento

cirúrgico para inserção de transmissores na cavidade abdominal. Posteriormente à cirurgia, os animais foram marcados com uma marca convencional numerada de aço inoxidável (Floytag & Mfg, Inc.) aplicada na musculatura dorsal, geralmente abaixo da primeira barbatana dorsal. As cirurgias foram realizadas em animais jovens e adultos, tomando-se por referência o tamanho estimado de maturidade por Castro (2000) (cerca de 227 cm para machos e 214 cm para fêmeas).

Sistema de telemetria acústica

Uma rede de 25 receptores acústicos VR2W (VEMCO) foi disposta linearmente de forma paralela à costa, ao lado norte da área de monitoramento, por fora e por dentro de um canal presente próximo aos recifes das praias de Boa viagem e Piedade, de maneira a formar um corredor de receptores, que se estendeu até a praia do Paiva, com uma variação entre 6 e 14 m de profundidade. Os receptores foram amarrados a um cabo de poliamida multifilamento de 8 mm, ancorados ao fundo do mar com uma placa de cimento de 20 kg ligada a um outro bloco de cimento de 40 kg e duas âncoras de 15 kg para evitar a deriva. O receptor foi mantido verticalmente na coluna de água por meio de um flutuador de subsuperfície. Testes de campo preliminares indicaram um alcance de detecção para os transmissores utilizados entre 250 e 300 m (Ferreira et al., 2012). Além disso, quatro receptores também foram instalados em diferentes naufrágios (Florida, Chata de Noronha, Saveiros e Taurus) situados em profundidades entre 20 e 30 m, no intuito de se obter maiores informações sobre a movimentação dos animais marcados na costa que porventura se deslocassem para águas mais profundas. Cada vez que um tubarão marcado acessava a área monitorada por um receptor, o mesmo registrava o seu número de identificação, juntamente com a data e horário da detecção. A cada três meses, os receptores foram trocados para coleta dos dados, sendo então devolvidos às suas estruturas de fixação.

Análise dos dados

O número de detecções foi contabilizado para cada transmissor a partir da data de sua implantação (a partir de 03/10/2009) até a data de encerramento do monitoramento do presente estudo (31/12/2013). Este número foi comparado de acordo com o sexo e tamanho dos animais. Mudanças na utilização do espaço foram avaliadas por períodos circadianos, considerando-se como período diurno das 05:00 às 17:59 e noturno das 18:00 às 04:59, e também por períodos mensais e sazonais. O método do qui-quadrado ($p < 0,05$) foi utilizado para avaliar a significância estatística das diferenças no número de detecção entre os períodos do dia, meses e as áreas de monitoramento, para todos os tubarões combinados e para machos e fêmeas separadamente. A quantidade das detecções dos tubarões monitorados em cada hora do dia foi calculada para permitir a análise dos perfis de atividade diária. Adicionalmente, a distribuição espaçotemporal das detecções de cada tubarão dentro da área monitorada foi avaliada para verificar padrões individuais de movimentação.

Movimentação

A análise da movimentação na área de estudo pelo tubarão-lixo foi efetuada por meio da taxa de movimentação, definida como a distância percorrida pelo tubarão entre dois pontos, dividida pelo tempo necessário para nadar entre esses pontos (Papastamatiou et al., 2010), representando, assim, a velocidade do animal sobre o solo (Phillips et al. 2004). Para essas análises foram utilizadas apenas as detecções provenientes da movimentação entre duas estações distintas dentro de um intervalo de tempo de 24h. O tempo de deslocamento de cada tubarão entre as estações monitoradas foi usado também para avaliar padrões de dispersão na área de estudo.

O efeito da fase da maré e do período do dia na movimentação do tubarão-lixo também foi analisado. Para tal, o ciclo de maré foi dividido em vazante; enchente; e entre marés (vazante-enchente e enchente-vazante), e o ciclo circadiano foi dividido em diurno: das 5h às

17h59min; noturno: das 18h às 4h59min; e entre períodos: diurno-noturno: quando o deslocamento do animal se iniciava no período diurno e finalizava no período noturno; e noturno-diurno: quando o deslocamento se iniciava no período noturno e finalizava no período diurno.

Resultados

Utilização do habitat

Durante o período de 2009 a 2013 foram marcados 18 tubarões-lixia com transmissores acústicos, sendo 9 machos com comprimento total (CT) variando de 118,0 a 244,0 cm ($179 \text{ cm} \pm 43,8$) e 9 fêmeas com CT entre 147,0 e 289,0 cm ($203 \text{ cm} \pm 41,1$) (Figura 2). Dos 18 tubarões marcados, 72% foram classificados como juvenis (7 machos e 6 fêmeas) e 28 % como adultos (2 machos e 4 fêmeas). Desse total, 13 indivíduos foram detectados pela matriz de receptores acústicos, resultando em um total de 9.232 detecções (Tabela 1).

O monitoramento dos tubarões marcados com os transmissores acústicos no presente estudo foi realizado ao longo de 1.520 dias, apresentando registro de detecção em 540 dias (35,5%). Das 25 estações de coleta que compõem a rede de receptores de telemetria acústica, 22 apresentaram detecções, das quais 68% se situavam na área do Paiva, enquanto 32% concentraram-se na área de Boa viagem (BV), havendo diferenças estatísticas significativas entre o número de detecções registrado em cada área ($\chi^2 = 5,44$, $p < 0.05$). O número de detecções mensais por área apresentou diferenças significativas em todos os meses analisados (Tabela 2). A distribuição mensal das detecções dos tubarões monitorados evidenciou uma maior ocorrência dos machos nos meses de fevereiro e março e das fêmeas em setembro e outubro, indicando uma preferência sazonal de ambos os sexos para o período seco, correspondente de setembro a fevereiro (Figura 3).

A maioria das detecções ocorreu durante o período noturno (60,6%) tanto para os machos quanto para as fêmeas (Figura 4), com a maior parte delas tendo se concentrado entre o

horário das 2:00h às 4:00h (Figura 5). Quando avaliados de forma combinada para todos os animais marcados, os dados indicam um número significativamente maior de detecções durante a noite, em relação ao dia ($\chi^2 = 4,50$, $p < 0.05$). Ao serem avaliados separadamente, não foram observadas diferenças significativas entre os períodos diurnos e noturnos (T1: $\chi^2 = 0.17$, $gl = 1$, $p = 0.68$; T4: $\chi^2 = 37.3845$, $gl = 1$, $p = 9.699$; T6: $\chi^2 = 1.47$, $gl = 1$, $p = 0.23$; T9: $\chi^2 = 51.2184$, $gl = 1$, $p = 8.264$; T10: $\chi^2 = 16.7933$, $gl = 1$, $p = 4.1648$; T11: $\chi^2 = 32.6531$, $gl = 1$, $p = 1.102$; T14: $\chi^2 = 35.1392$, $gl = 1$, $p = 3.07$). Exceto para o T5: $\chi^2 = 10.0144$, $gl = 1$, $p = 0.001553$ que apresentou um número de detecções significativamente maior durante o período noturno e os indivíduos T8 e T16, que obtiveram um maior número de detecções durante o dia ($\chi^2 = 15.82$, $gl = 1$, $p < 0.01$ e $\chi^2 = 64.00$, $gl = 1$, $p < 0.01$, respectivamente).

O animal que apresentou o maior número de detecções foi o T1, um macho imaturo medindo 170,0 cm e capturado na área do Paiva, que gerou um total de 5.689 detecções ao longo da rede de receptores (Figura 6), dentro de um período de aproximadamente de 3 anos (2009 a 2012). Embora o mesmo tenha sido detectado em todas as horas do dia, houve um pico de detecções entre as 03:00 e as 04:00 h.

Os tubarões T5 e T7, duas fêmeas adultas, medindo respectivamente 240 e 289 cm, ambas capturadas na área do Paiva, ao sul do Rio Jaboatão, geraram resultados bastante distintos. O T5 foi o tubarão monitorado pelo período mais longo de tempo (1.095 dias), tendo sido detectado ao longo de agosto e setembro de 2010 em BV, apresentando posteriormente um intervalo sem registro de detecção de aproximadamente 2 anos e meio, e voltando a ser detectado em agosto de 2013 na área de PV. Já o T7 gerou apenas duas detecções no mesmo dia de sua captura, aproximadamente uma hora e meia após a sua marcação.

Os tubarões T1, T5, T9 e T10 apresentaram o maior número de estações visitadas, compreendendo um total de 9 das 25 estações da rede de receptores do monitoramento acústico (Figura 6), com uma maior frequência nas estações da área de Boa viagem, com exceção do T1 cujas detecções ocorreram principalmente na área do Paiva. O T10 apresentou uma

predominância de detecções na estação 22 (BV), por um período de aproximadamente dois meses consecutivos (julho e agosto/2012), permanecendo várias horas do dia na mesma estação.

O T14, por sua vez, apresentou um perfil de detecção com dois intervalos de ausência de 45 dias e 75 dias, tendo sido observado com uma maior frequência durante os meses de março e abril de 2013, predominantemente na estação 5 (BV).

A temperatura da água do mar na área de monitoramento oscilou predominantemente entre 25° e 28°C durante o inverno, situando-se acima de 28°C no verão. Já a salinidade permaneceu acima dos 32°C durante todo o ano.

A maioria dos tubarões-licha monitorados demonstraram uma preferência por águas rasas (82%) se mantendo presentes na maior parte do tempo de suas detecções próximos à costa, nadando nas proximidades do canal, geralmente em profundidades menores que 8m.

Padrão de movimentação

Dos 13 tubarões detectados, 10 realizaram movimentações entre as estações monitoradas, em um intervalo de tempo inferior a 24h, tendo sido registrados 743 deslocamentos (Tabela 3).

O T1 e o T9, dois machos juvenis, foram os tubarões que mais se movimentaram durante o período de estudo, sendo que o T1, além de ter sido o tubarão com o maior número de detecções, foi também o animal com o maior número de movimentações, com um total de 566 deslocamentos durante o período monitorado. O padrão de movimentação do T1 foi semelhante na maré vazante (44%) e na maré enchente (41%), ocorrendo tanto no período diurno (49%) como no noturno (41%), e permanecendo a maior parte do tempo na área do Paiva (97%), com algumas poucas incursões na área de Boa viagem (3%). Já o T9 realizou cerca de 100 deslocamentos, com uma preferência de movimentação no período noturno (71%) e um padrão de atividade mais intenso durante a maré vazante, com 46%, seguida da maré enchente (25%) e

período entre marés (29%). A totalidade de suas movimentações ocorreu na área de BV, entre estações próximas à costa e após o canal.

As quatro fêmeas T4, T5, T13 (juvenis) e T14 (adulta) apresentaram uma preferência por águas mais rasas, estando sempre presentes nas estações mais próximas à costa, nas proximidades do canal, em profundidades inferiores a 8m. Todas elas apresentaram um padrão de movimentação com predominância para o período noturno (T4: 78%, T5: 75%, T13: 100% e T14: 75%), embora os perfis de deslocamento tenham sido distintos para marés (T4: 35% enchente, 17% vazante, e 48% entre marés; T5: 50% vazante, 37% enchente, 13% entre marés, T13: 100% vazante; e T14: 37% enchente, 25% vazante e 38% entre marés). O T5 realizou o maior deslocamento entre as fêmeas, saindo da praia de Boa viagem à praia de Candeias, pouco ao norte do rio Jaboatão, em 27 horas.

O T6 e o T8, dois machos, um juvenil e outro adulto, respectivamente, exibiram um padrão de movimentação semelhante, tanto para o ciclo circadiano como para o ciclo de marés, verificando-se uma preferência diurna para T6 (50% diurno, 20% noturno e 30% entre períodos: diurno-noturno/noturno-diurno) e T8 (40% diurno, 20% noturno e 40% entre períodos: diurno-noturno), e de movimentos predominantes na maré vazante (T6: 40% vazante, 10% enchente e 50% entre marés; T8: 80% vazante e 20% enchente).

Os animais monitorados exibiram diferentes perfis de velocidade, com três machos juvenis (T1, T9 e T16), de tamanhos aproximados (148 a 170 cm), tendo demonstrado as maiores velocidades (523,00; 653,00; e 653,00 m/min) (Tabela. 3) dentro de um mesmo intervalo de tempo. O T9 e o T16 obtiveram o mesmo padrão de velocidade, porém, com características de movimentação distintas, já que o T16 teve uma preferência por nadar durante a maré vazante no período diurno, enquanto que o T9 também se movimentou na maré vazante, mas durante o período noturno.

Das estações dos naufrágios monitorados, 50% localizadas ao norte da rede de receptores da costa não obtiveram detecções, enquanto que 50% ao leste desta matriz não foi

possível proceder a análise. Entretanto, observações de exemplares do tubarão-lixo marcado pela presente pesquisa realizadas através de mergulho demonstram a ligação desses animais costeiros a áreas afastadas da costa, como o caso do naufrágio SERVIMAR X (08°07'10"S-034°45'46"W) e SERVIMAR I (08°06'028"S – 034°46'793"W) onde ocorreram as avistagens (Figura 8).

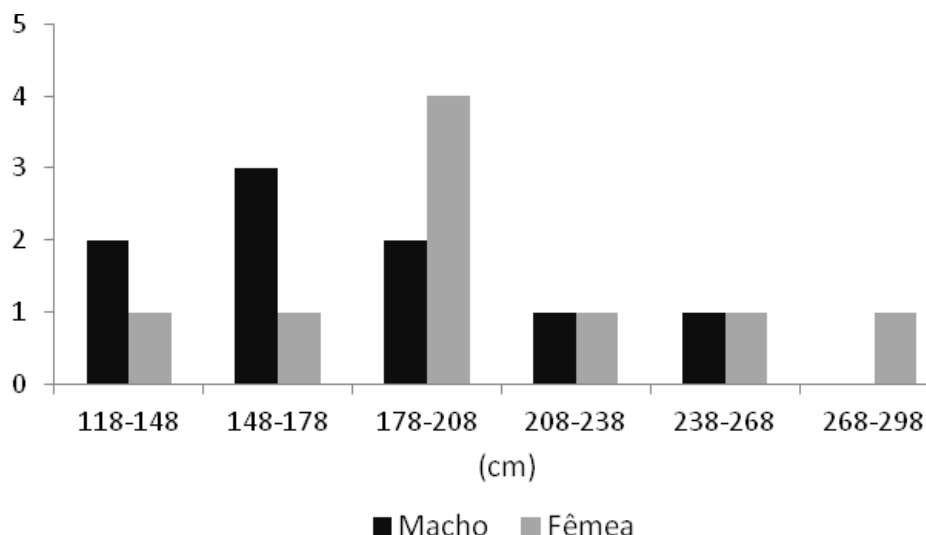


Figura 2. Distribuição de frequência do comprimento total de machos e fêmeas de tubarão-lixo *Ginglymostoma cirratum* marcados pelo sistema de telemetria acústica entre outubro de 2009 e agosto de 2013 na costa de Pernambuco (n= 18; 9 machos e 9 fêmeas).

Tabela 1. Características dos tubarões-lixo *Ginglymostoma cirratum* marcados por telemetria acústica durante outubro de 2009 e agosto de 2013 na costa de Pernambuco.

Tubarão	Data de Captura	Sexo	CT (cm)	Estágio de Maturação	Deteções
T 1	03/10/2009	M	170	Juvenil	5689
T 2	02/11/2009	F	203	Juvenil	0
T 3	22/11/2009	M	200	Juvenil	0
T 4	31/07/2010	F	151	Juvenil	525
T 5	16/08/2010	F	240	Adulto	79
T 6	07/02/2011	M	196	Juvenil	66
T 7	12/02/2011	F	289	Adulto	2
T 8	21/02/2011	M	244	Adulto	176
T 9	09/06/2012	M	151	Juvenil	1236
T 10	11/06/2012	M	171	Juvenil	837
T 11	14/07/2012	M	118	Juvenil	56
T 12	06/09/2012	F	188	Juvenil	0
T 13	16/09/2012	F	187	Juvenil	87
T 14	22/09/2012	F	147	Juvenil	388
T 15	30/09/2012	F	235	Adulto	0
T 16	13/10/2012	M	148	Juvenil	90
T 17	19/12/2012	M	214	Adulto	0
T 18	05/08/2013	F	188	Juvenil	1

Tabela 2. χ^2 entre áreas monitoradas (Boa viagem e Paiva) para os tubarões-lixia *Ginglymostoma cirratum* marcados por telemetria acústica durante outubro de 2009 e agosto de 2013 na costa de Pernambuco.

Meses	Área Bv	Área Pv	Total	BV %	PV %	χ^2
Jan	261	506	767	34,03	65,97	10,20
Fev	98	2352	2450	4,00	96,00	84,64
Mar	179	1859	2038	8,78	91,22	67,95
Abr	158	484	642	24,61	75,39	25,78
Mai	50	9	59	84,75	15,25	48,29
Jun	280	0	280	100,00	0,00	100,00
Jul	679	0	679	100,00	0,00	100,00
Ago	397	4	401	99,00	1,00	96,05
Set	205	1	206	99,51	0,49	98,07
Out	651	309	960	67,81	32,19	12,69
Nov	408	164	572	71,33	28,67	18,20
Dez	170	0	170	100,00	0,00	100,00
Total	3536	5688	9224	38,33	61,67	5,44

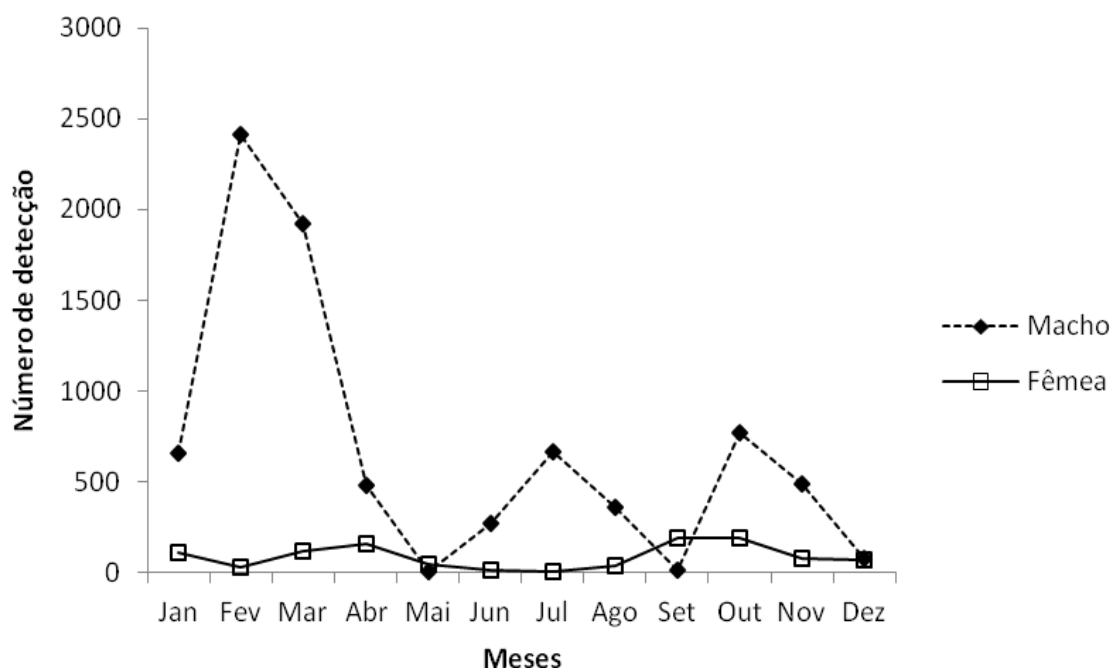


Figura 3. Distribuição mensal das detecções de tubarões-lixia *Ginglymostoma cirratum*, monitorados na costa de Pernambuco pelo sistema de telemetria acústica, entre outubro de 2009 e dezembro de 2013.

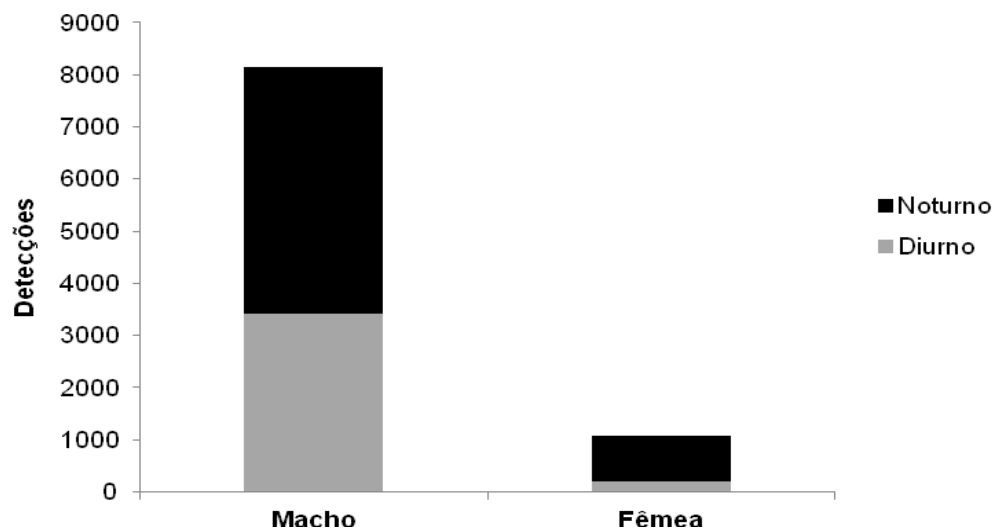


Figura 4. Distribuição das detecções quanto ao período diurno e noturno entre machos e fêmeas de tubarões-lixia *Ginglymostoma cirratum*, monitorados pelo sistema de telemetria acústica na costa de Pernambuco entre outubro de 2009 e dezembro de 2013.

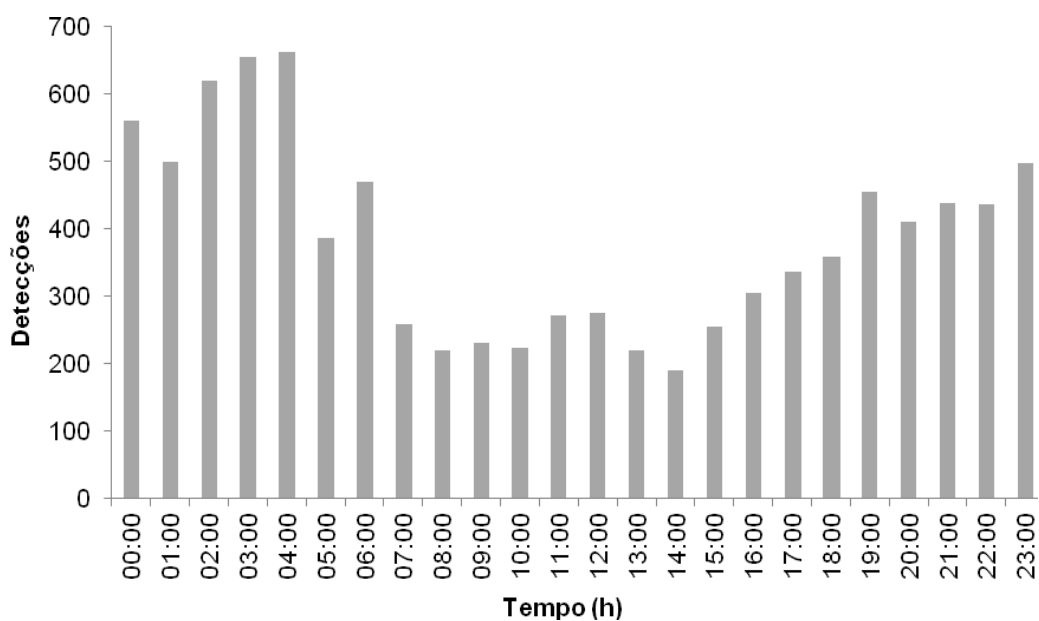


Figura 5. Distribuição total das detecções por hora dos tubarões-lixia *Ginglymostoma cirratum* monitorados pelo sistema de telemetria acústica na costa de Pernambuco, entre outubro de 2009 e dezembro de 2013.

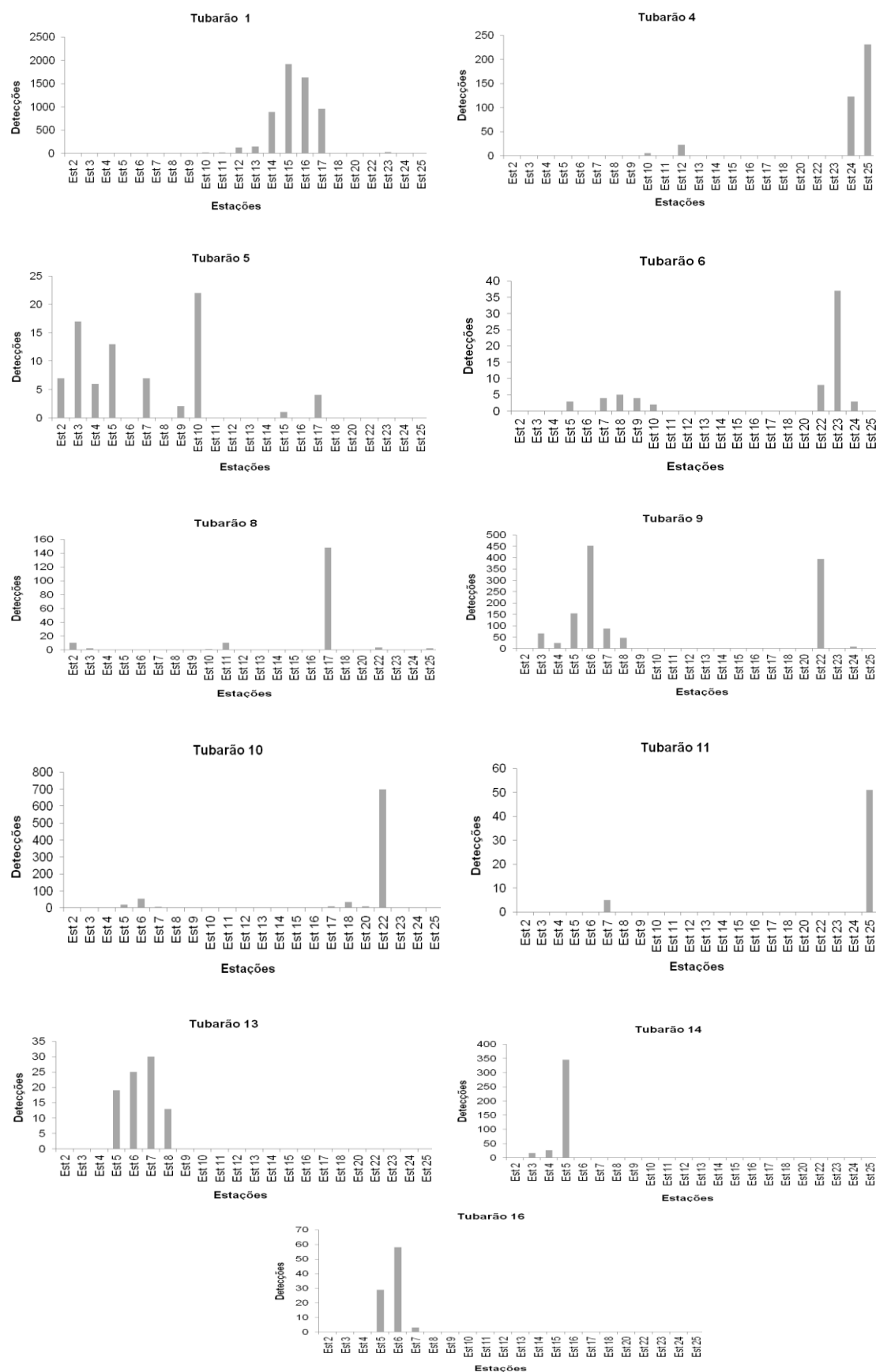


Figura 6. Distribuição das detecções por estação durante o período de monitoramento de telemetria acústica na costa de Pernambuco entre outubro de 2009 e dezembro de 2013.

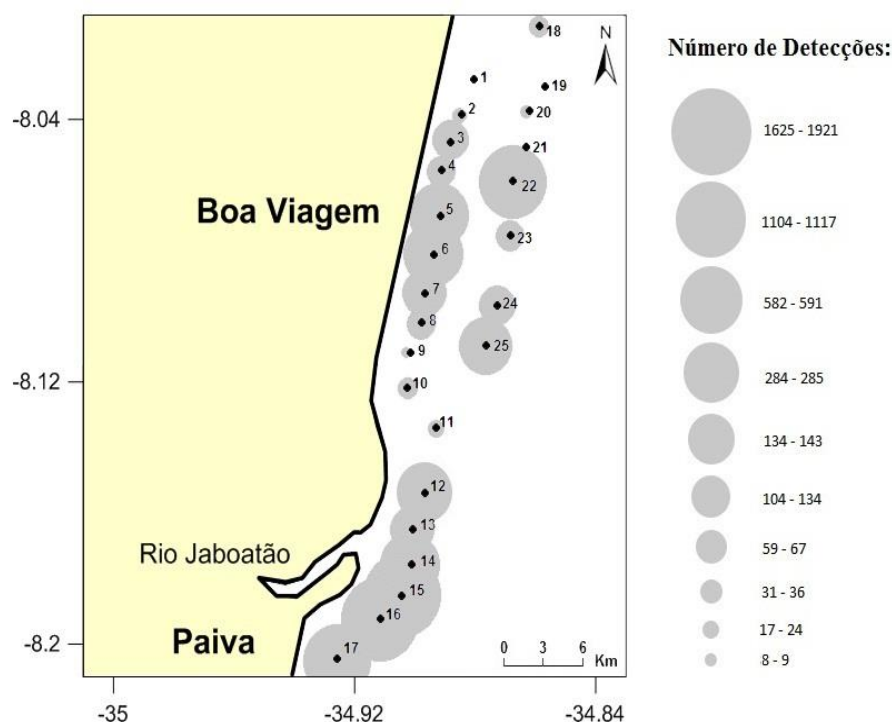


Figura 7. Distribuição do uso da área representada pelas estações durante o período de monitoramento acústico na costa de Pernambuco, entre outubro de 2009 e dezembro de 2013.

Tabela 3. Taxa de movimentação dos tubarões-lixá *Ginglymostoma cirratum* monitorados pelo sistema de telemetria acústica na costa de Pernambuco, entre outubro de 2009 e dezembro de 2013.

Tubarão	Data de Captura	Sexo	CT (cm)	Deslocamentos (24h)	Tempo mínimo de deslocamento (min)	Distância percorrida (m)	Taxa de movimentação (m/min)
T1	03/10/2009	M	170	566	1	1.023,0	523,00
T4	31/07/2010	F	151	23	45	1.260,0	16,88
T5	16/08/2010	F	240	8	14	1.508,0	72,00
T6	07/02/2011	M	196	10	3	741,0	80,33
T7	12/02/2011	F	289	-	-	-	-
T8	21/02/2011	M	244	5	7	1.039,0	77,00
T9	09/06/2012	M	151	100	1	1.153,0	653,00
T10	11/06/2012	M	171	11	30	1.138,0	21,26
T11	14/07/2012	M	118	-	-	-	-
T13	16/09/2012	F	187	10	1	869,0	369,00
T14	22/09/2012	F	147	8	43	960,0	10,69
T16	13/10/2012	M	148	2	1	1.153,0	653,00
T18	05/08/2013	F	188	-	-	-	-



Figura 8. Tubarão-lixia *Ginglymostoma cirratum* marcado pela presente pesquisa e observado durante mergulho no Naufrágio SERVIMAR X (Foto: Henrique Maranhão).

Discussão

Utilização do habitat

A predominância de indivíduos juvenis observada neste trabalho (72%) foi também registrada na costa do estado do Ceará (Santander-Neto, 2010), na Florida (Castro e Rosa, 2005) e em Fernando de Noronha (Garla (2004). A menor abundância de adultos nessas regiões pode derivar de uma possível segregação espacial entre as classes de tamanho, segundo já relatado para tubarões-lixia no Atol das Rocas (Agra, 2009) e para outras espécies de tubarão (Springer, 1967; Gruber et al., 1988; Branstetter, 1990).

A maior frequência de detecções para ambos os sexos durante o período seco concorda com resultados anteriores, reportados por Ferreira (2012), com a maior densidade das detecções tendo ocorrido durante o verão.

O superior número de detecções registradas ao longo da noite sugere que a espécie apresente, no local de estudo, um maior nível de atividade no período noturno, permanecendo provavelmente em repouso ao longo do dia. Esse padrão de comportamento pode estar

intimamente associado a hábitos naturalmente noturnos de forrageamento, o qual já foi evidenciado para diversas outras espécies de elasmobrânquios costeiros de águas rasas (Holland et al. 1993, Gilliam and Sullivan, 1993; Cartamil et al., 2003; Vaudo & Lowe, 2006; Chapman et al. 2007, Collins et al. 2007).

O elevado número de detecções observado na presente pesquisa parece indicar que a espécie apresenta uma forte fidelidade ao local de estudo. Esse tipo de comportamento corrobora com os resultados observados por Garla (2004), em pesquisa realizada com a mesma espécie no Arquipélago de Fernando de Noronha. Segundo Stevens (1984) e Nelson (1990), o tubarão-lixia, particularmente os animais jovens, costumam demonstrar uma elevada fidelidade local, fato que pode explicar, por exemplo, o elevado número de detecções registradas para a fêmea juvenil T14 no corrente estudo.

Ao longo da pesquisa foi observada uma predominância das detecções na área do Paiva, indicando uma preferência, da espécie, pela região ao sul do Rio Jaboatão, embora o número de receptores (estações) presentes fosse consideravelmente menor que os fixados na área de Boa viagem. Tendência oposta foi relatada por Branco-Nunes (2015) em estudo realizado com a raia *Dasyatis americana*, na mesma área de trabalho, e método semelhante, onde as detecções da espécie se concentraram exclusivamente ao norte do Rio Jaboatão.

Ainda que os adultos tenham ocorrido em menores proporções, a sua presença juntamente com os indivíduos jovens na área monitorada demonstra que ambos frequentam o mesmo ambiente. Tendo em vista o maior número de estações visitadas haverem sido representados por três jovens e um adulto (T1, T5, T9 e T10) parece confirmar que tubarões de grande porte podem frequentar trechos costeiros junto a animais mais jovens com relativa regularidade. Além disso, o fato do T10, um macho juvenil, haver permanecido várias horas do dia, quase que diariamente na mesma estação, sugere um espaço de uso vital para o mesmo, conforme observado para indivíduos jovens de outras espécies (Nelson, 1990; Gruber et al., 1988).

Vários autores relataram uma preferência dos tubarões-lixas por águas relativamente rasas (Chapman et al. 2005, Garla 2004; Carrier and Luer 1990, Wiley and Simpfendorfer 2007), comportamento também encontrado no presente estudo, onde os animais permaneceram nadando a maior parte do tempo nas estações próximas à costa.

Padrões de movimentação

O elevado percentual de indivíduos detectados que realizaram movimentações (77%) sugere que a técnica da telemetria acústica para a espécie na área de estudo foi eficiente para o monitoramento dos padrões de movimento, tanto para os indivíduos adultos quanto jovens. Os animais monitorados exibiram, ainda, diferentes perfis de velocidade, com três machos juvenis com tamanhos aproximados (148 a 170 cm) tendo demonstrado os maiores valores de velocidades dentro de um mesmo intervalo de tempo.

Ainda foi possível observar que alguns tubarões realizaram deslocamentos de longa distância a partir das suas áreas de maior atividade, embora este tipo comportamento tenha sido considerado pouco freqüente. Contudo, os deslocamentos foram realizados em períodos noturnos, corroborando com pesquisas anteriores que indicaram que as maiores áreas de atividade e de taxas de movimentação para animais jovens e adultos estão relacionadas a períodos crepusculares e noturnos (Gruber et al. 1988, Holland et al. 1993, Klimley et al. 2002).

A observação de indivíduos de tubarão-lixas em naufrágios localizados a uma relevante distância da costa parece indicar que a espécie pode realizar migrações para áreas de maior profundidade, utilizando desta forma ambos habitats, costeiros e de alto mar.

As informações geradas a partir do presente estudo indicam que as regiões costeiras constituem um habitat essencial para a espécie no litoral da região metropolitana do Recife. Apesar dos resultados apresentados indicarem que o tubarão-lixas possui um comportamento de fidelidade ao local, com algumas migrações eventuais, se faz necessária a compreensão mais detalhada dos seus deslocamentos e consequentemente da sua ecologia utilizando mecanismos

CREIO, E. Padrões de movimentação e uso do habitat do *Ginglymostoma cirratum*...

tecnológicos com respostas mais específicas para o monitoramento da espécie, como a telemetria ativa.

Referência bibliográfica

AGRA, G. 2009. Organização social de elasmobrânquios na Reserva Biológica do Atol das Rocas, Brasil. Dissertação, Universidade Federal de Pernambuco-UFPE. 64p.

BIGELOW HB, SCHROEDER WC. 1948. Fishes of the western north Atlantic (Lancelets, cuclostomes and sharks). Mem. Sears Found. Mar. Res. N. Haven, 576p.

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

BRANCO-NUNES ISL, (2015) Ecologia da Raia, *Dasyatis americana* (Hildebrand e Schroeder, 1928), na região metropolitana do Recife- PE e na ReBIO Atol das Rocas- Brasil. Tese de doutorado- UFRPE.

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

CARRIER, J. C. 1985. Nurse sharks of Big Pine Key: Comparative success of three types of external tags. Florida Sci., 48(3): 146-154.

CARRIER, J. C.; LAUER, C. A. 1990. Growth rates in the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*. Copeia, 3: 686-692.

CASTRO, J. I. 2000. The biology of the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*, off the Florida east coast and the Bahamas Islands. Environ. Biol. Fish., 58: 1-22.

CASTRO, A. L. F.; ROSA, R. S. 2005. Use of natural marks on population estimates of nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*, at Atol das Rocas Biological Reserve, Brazil. Environ. Biol. Fish., 72: 213-221.

CREIO, E. Padrões de movimentação e uso do habitat do *Ginglymostoma cirratum*...

CHAPMAN, D. D.; PIKITCH, E. K.; BABCOCK, E.; SHIVJI, M. S. 2005. Marine reserve design and evaluation using automated acoustic telemetry: A case-study involving coral reef-associated sharks in the Mesoamerican Caribbean. Mar. Tec. Soc. J., 39(1): 42-55.

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

COMPAGNO, L. J. V. 2001. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. N°1 Vol. 2. Bullhead, mackerel and carpet sharks (heterodontiformes, Lamniformes and Orectolobiformes). FAO Species Catalogue for Fishery Purposes. Rome, 269p.

COUTINHO, RQ., FILHO, MFL., NETO, JBS. and SILVA, EP., 1998. Características climáticas e geomorfológicas e geotécnicas da reserva ecológica de Dois Irmãos.

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

FERREIRA, L. C.; AFONSO, A.S.; CASTILHO, P.C.; and HAZIN, F.H.V. 2012. Habitat use of the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*, off Recife, Northeast Brazil: a combined survey with longline and acoustic telemetry. Envir Biol Fishes, pp.11.

GARLA, R. C. 2004. Ecologia e conservação dos tubarões do Arquipélago de Fernando de Noronha, com ênfase no tubarão-cabeça-de-cesto *Carcharrhinus perezi* (Poey, 1876) (Carcharhiniformes, Carcharhinidae). Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, SP.

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

CREIO, E. Padrões de movimentação e uso do habitat do *Ginglymostoma cirratum*...

GRUBER, S.H, NELSON, D.R. & J.F. MORRISSEY, 1988. 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.

HAZIN F HV, BURGESS GH and CARVALHO FC 2008. A shark attack outbreak off Recife, Pernambuco, Brazil: 1992-2006. *Bull. Mar. Sci.*, 82(2): 199-212.

HENNINGSEN AD. 1994. Tonic immobility in 12 elasmobranchs: use as an aid in captive husbandry. *Zoo Bio.* 13:325-332.

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

IUCN. 2011. International Union for the Conservation of Nature and Natural Resources, Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <www.iucnredlist.org>. Acessada em 24 de junho de 2014.

KARL S.A., CASTRO A.L.F. GARLA R.C. 2012. Population genetics of the nurse shark (*Ginglymostoma cirratum*) in the western Atlantic. *Mar Biol.* 159:489–498.

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

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

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

McCORD, M. E.; LAMBERTH, S. J., 2009. Catching and tracking the world's largest Zambezi (bull) shark *Carcharhinus leucas* in the Breede Estuary, South Africa: the first 43 hours. *African Journal of Marine Science*, 31(1): 107–111.

CREIO, E. Padrões de movimentação e uso do habitat do *Ginglymostoma cirratum*...

MURCHIE, K. J.; SCHWAGER, E.; COOKE, S. J.; DANYLCHUK, A. J.; DANYLCHUK S. E.; GOLDBERG, T. L.; SUSKI, C. D.; PHILIPP, D. P., 2010. Spatial ecology of juvenile lemon sharks (*Negaprion brevirostris*) in tidal creeks and coastal waters of Eleuthera, The Bahamas. *Environmental Biology of Fishes*, 89 (1): 95-104

MUSICK, J. A.; BURGESS, G.; CAILLIET, G.; CAMHI, M.; FORDHAM, S. 2000. Management of Sharks and Their Relatives (Elasmobranchii). *Fisheries*, 25(3): 9-13.

NELSON, D.R. 1977. On the field study of shark behavior. *Amer. Zool.* v.17, p.501-07.

NELSON, D. R., 1990. Telemetry studies of sharks: a Review, with applications in resource management. *In: Elasmobranchs as living resources: advances in the Biology, Ecology, Systematics, and the status of the fisheries.* H. L. Pratt, S. H. Gruber and T. Taniuchi, NOAA Technical Report NMFS, 90: 239-256.

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

PRATT H.L.Jr. and CARRIER J.C. 2001. A review of elasmobranch reproductive behavior with a case study on the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*. *Environmental Biology of Fishes* 60:157–188.

PRATT H.L.Jr. and CARRIER J.C. 2005. The Nurse Shark, Mating and Nursery Habitat in the Dry Tortugas, Florida. American Fisheries Society.

PAAPASTAMATIOU, Y.P.; FRIEDLANDER, A.L.; CASELLE, J.E.; LOWE, C.G. 2010. Long-term movement patterns and trophic ecology of blacktip reef sharks (*Carcharhinus melanopterus*) at Palmyra Atoll. *J Exp Mar Biol Ecol* 386:94–102

CREIO, E. Padrões de movimentação e uso do habitat do *Ginglymostoma cirratum*...

SANTANDER-NETO, J.; SHINOZAKI-MENDES, R.; SILVEIRA, L. M.; JUCA-QUEIROZ, B.; FURTUNATO-NETO, M. A. A.; FARIA, V. V. 2010. Population structure of nurse sharks, *Ginglymostoma cirratum* (Orectolobiformes), caught off Ceará State, Brazil, south-western Equatorial Atlantic. J. Mar. Biol. Ass. UK, 1-4.

SAVILLE, K. J.; LINDLEY, A. M.; MARIES, E. G.; CARRIER, J. C. & H. L., PRATT. 2002. Multiple paternity in the nurse shark, *Ginglymostoma cirratum*. Environ. Biol. Fish., 63: 347-351.

SIMPFENDORFER C.A., HEUPEL M.R and HUETER R.E. 2002. 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, 59: 23-32.

SIMS, D. W. 2010 Tracking and Analysis Techniques for Understanding Free-Ranging Shark Movements and Behavior. In: Sharks and their relatives II: biodiversity, adaptive physiology, and conservation. CRC Press, Boca Raton, 352-386.

SOTO, J. M. R. 2001. Annotated systematic checklist and bibliography of the coastal and oceanic fauna of Brazil. I Sharks. Mar. Magn., 1(1): 51-120.

SPRINGER, S. 1967. 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.

VOEGELI, F. A.; SMALE, M. J.; WEBBER, D. M.; ANDRADE, Y.; O'DOR, R. K.. 2001. Ultrasonic telemetry, tracking and automated monitoring technology for sharks. Environ. Biol. Fish., 60: 267-281.

WILEY, T.; SIMPFENDORFER, C. A. 2007. The ecology of elasmobranches occurring in the Everglades National Park, Florida: implications for conservation and management. Bull. Mar. Sci. 80(1):171-189.

4.2- Normas da Revista (Anais da Academia Brasileira de Letras)



ISSN 0001-3765 *versão impressa*
ISSN 1678-2690 *versão online*

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Objetivo e política editorial

A revista **ANAIIS DA ACADEMIA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS** encoraja fortemente as submissões online. Uma vez o artigo preparado de acordo com as instruções abaixo, visite o site de submissão online (<http://aabc.abc.org.br>).

As instruções devem ser lidas cuidadosamente e seguidas integralmente. Desta forma, a avaliação e publicação de seu artigo poderão ser feitas com mais eficiência e rapidez. Os editores reservam-se o direito de devolver artigos que não estejam de acordo com estas instruções. Os artigos devem ser escritos em inglês claro e conciso.

OBJETIVO E POLÍTICA EDITORIAL

Todos os artigos submetidos devem conter pesquisa original e ainda não publicada ou submetida para publicação. O primeiro critério para aceitação é a qualidade científica. O uso excessivo de abreviaturas ou jargões deve ser evitado, e os artigos devem ser compreensíveis para uma audiência tão vasta quanto possível. Atenção especial deve ser dada ao Abstract, Introdução e Discussão, que devem nitidamente chamar a atenção para a novidade e importância dos dados relatados. A não observância desta recomendação poderá resultar em demora na publicação ou na recusa do artigo.

Os textos podem ser publicados como uma revisão, um artigo ou como uma breve comunicação. A revista é trimestral, sendo publicada nos meses de março, junho, setembro e dezembro.

TIPOS DE TRABALHOS

Revisões. Revisões são publicadas somente a convite. Entretanto, uma revisão pode ser submetida na forma de breve carta ao Editor a qualquer tempo. A carta deve informar os tópicos e autores da revisão proposta e declarar a razão do interesse particular do assunto para a área.

Artigos. Sempre que possível, os artigos devem ser subdivididos nas seguintes partes: 1. Página de rosto; 2. Abstract (escrito em página separada, 200 palavras ou menos, sem abreviações); 3. Introdução; 4. Materiais e Métodos; 5. Resultados; 6. Discussão; 7. Agradecimentos quando necessário; 8. Resumo e palavras-chave (em português - os autores estrangeiros receberão assistência); 9. Referências. Artigos de algumas áreas, como Ciências Matemáticas, devem observar seu formato usual. Em certos casos pode ser aconselhável omitir a parte (4) e reunir as partes (5) e (6). Onde se aplicar, a parte de Materiais e Métodos deve indicar o Comitê de Ética que avaliou os procedimentos para estudos em humanos ou as normas seguidas para a manutenção e os tratamentos experimentais em animais.

Breves comunicações

Breves comunicações devem ser enviadas em espaço duplo. Depois da aprovação não serão permitidas alterações no artigo, a fim de que somente correções de erros tipográficos sejam feitos nas provas. Os autores devem enviar seus artigos somente em versão eletrônica.

Preparação de originais

PREPARO DOS ARTIGOS

Os artigos devem ser preparados em espaço duplo. Depois de aceitos nenhuma modificação será realizada, para que nas provas haja somente correção de erros tipográficos.

Tamanho dos artigos. Embora os artigos possam ter o tamanho necessário para a apresentação concisa e discussão dos dados, artigos sucintos e cuidadosamente preparados têm preferência tanto em termos de impacto quando na sua facilidade de leitura.

Tabelas e ilustrações. Somente ilustrações de alta qualidade serão aceitas. Todas as ilustrações serão consideradas como figuras, inclusive desenhos, gráficos, mapas, fotografias e tabelas com mais de 12 colunas ou mais de 24 linhas (máximo de figuras gratuitas: cinco figuras). A localização provável das figuras no artigo deve ser indicada.

Figuras digitalizadas. As figuras devem ser enviadas de acordo com as seguintes especificações: 1. Desenhos e ilustrações devem ser em formato .PS/.EPS ou .CDR (Postscript ou Corel Draw) e nunca inseridas no texto; 2. Imagens ou figuras em meio tom devem ser no formato .TIF e nunca inseridas no texto; 3. Cada figura deve ser enviada em arquivo separado; 4. Em princípio, as figuras devem ser submetidas no tamanho em que devem aparecer na revista, i.e., largura de 8 cm (uma coluna) ou 12,6 cm (duas colunas) e com altura máxima para cada figura menor ou igual a 22 cm. As legendas das figuras devem ser enviadas em espaço duplo e em folha separada. Cada dimensão linear das menores letras e símbolos não deve ser menor que 2 mm depois da redução. Somente figuras em preto e branco serão aceitas. 5. Artigos de Matemática, Física ou Química podem ser digitados em Tex, AMS-Tex ou Latex; 6. Artigos sem fórmulas matemáticas podem ser enviados em .RTF ou em WORD para Windows.

Página de rosto. A página de rosto deve conter os seguintes itens: 1. Título do artigo (o título deve ser curto, específico e informativo); 2. Nome (s) completo (s) do (s) autor (es); 3. Endereço profissional de cada autor; 4. Palavras-chave (4 a 6 palavras, em ordem alfabética); 5. Título abreviado (até 50 letras); 6. Seção da Academia na qual se enquadra o artigo; 7. Indicação do nome, endereço, números de fax, telefone e endereço eletrônico do autor a quem deve ser endereçada toda correspondência e prova do artigo.

Agradecimentos. Devem ser inseridos no final do texto. Agradecimentos pessoais devem preceder os agradecimentos a instituições ou agências. Notas de rodapé devem ser evitadas; quando necessário, devem ser numeradas. Agradecimentos a auxílios ou bolsas, assim como agradecimentos à colaboração de colegas, bem como menção à origem de um artigo (e.g. teses) devem ser indicados nesta seção.

Abreviaturas. As abreviaturas devem ser definidas em sua primeira ocorrência no texto, exceto no caso de abreviaturas padrão e oficial. Unidades e seus símbolos devem estar de acordo com os aprovados pela ABNT ou pelo Bureau International des Poids et Mesures (SI).

Referências. Os autores são responsáveis pela exatidão das referências. Artigos publicados e aceitos para publicação (no prelo) podem ser incluídos. Comunicações pessoais devem ser autorizadas por escrito pelas pessoas envolvidas. Referências a teses, abstracts de reuniões, simpósios (não publicados em revistas indexadas) e artigos em

preparo ou submetidos mas ainda não aceitos, podem ser citados no texto como (Smith et al. unpublished data) e não devem ser incluídos na lista de referências.

As referências devem ser citadas no texto como, por exemplo, (Smith 2004), (Smith and Wesson 2005) ou, para três ou mais autores, (Smith et al. 2006). Dois ou mais artigos do mesmo autor no mesmo ano devem ser distinguidos por letras, e.g. (Smith 2004a), (Smith 2004b) etc. Artigos com três ou mais autores com o mesmo primeiro autor e ano de publicação também devem ser distinguidos por letras.

As referências devem ser listadas em ordem alfabética do primeiro autor sempre na ordem do sobrenome XY no qual X e Y são as iniciais. Se houver mais de 10 autores, use o primeiro seguido de et al. As referências devem ter o nome do artigo. Os nomes das revistas devem ser abreviados. Para as abreviações corretas, consultar a listagem de base de dados na qual a revista é indexada ou consulte a World List of Scientific Periodicals. A abreviatura para os Anais da Academia Brasileira de Ciências é An Acad Bras Cienc. Os seguintes exemplos são considerados como guia geral para as referências.

Artigos

ALBE-FESSARD D, CONDES-LARA M, SANDERSON P AND LEVANTE A. 1984a. Tentative explanation of the special role played by the áreas of paleospinothalamic projection in patients with deafferentation pain syndromes. *Adv Pain Res Ther* 6: 167-182.

ALBE-FESSARD D, SANDERSON P, CONDES-LARA M, DELANDSHEER E, GIUFFRIDA R AND CESARO P. 1984b. Utilisation de la depression envahissante de Leão pour l'étude de relations entre structures centrales. *An Acad Bras Cienc* 56: 371-383.

KNOWLES RG AND MONCADA S. 1994. Nitric oxide synthases in mammals. *Biochem J* 298: 249-258.

PINTO ID AND SANGUINETTI YT. 1984. Mesozoic Ostracode Genus *Theriosynoecum* Branson, 1936 and validity of related Genera. *An Acad Bras Cienc* 56: 207-215.

Livros e Capítulos de Livros

DAVIES M. 1947. An outline of the development of Science, *Athinker's Library*, n. 120. London: Watts, 214 p.

PREHN RT. 1964. Role of immunity in biology of cancer. In: NATIONAL CANCER CONFERENCE, 5, Philadelphia Proceedings ..., Philadelphia: J.B. Lippincott, p. 97-104.

UYTENBOGAARDT W AND BURKE EAJ. 1971. Tables for microscopic identification of minerals, 2nd ed., Amsterdam: Elsevier, 430 p.

WOODY RW. 1974. Studies of theoretical circular dichroism of Polipeptides: contributions of B-turns. In: BLOUTS ER ET AL. (Eds), *Peptides, polypeptides and proteins*, New York: J Wiley & Sons, New York, USA, p. 338-350.

Outras Publicações

INTERNATIONAL KIMBERLITE CONFERENCE, 5, 1991. Araxá, Brazil. Proceedings ... Rio de Janeiro: CPRM, 1994, 495 p.

SIATYCKI J. 1985. Dynamics of Classical Fields. University of Calgary, Department of Mathematics and Statistics, 55 p. Preprint n. 600.

5- Considerações Finais

Os resultados obtidos no presente estudo confirmam que o tubarão-lixia é uma espécie residente no litoral da região metropolitana de Recife, sendo sua população na maior parte representada por indivíduos imaturos. Embora a atual pesquisa não tenha indicado um padrão sazonal definido, ambos os sexos demonstraram uma preferência ao período seco.

Entretanto, o monitoramento dos tubarões-lixia através da telemetria acústica passiva indica que esta metodologia se mostrou extremamente útil fornecendo informações essenciais sobre o uso do habitat e os padrões de movimento para a espécie na região costeira de Recife, sendo este, um fator de grande relevância para a adoção de estratégias de gestão necessárias que garantam a conservação da espécie, assim como, a inclusão de planos de desenvolvimento costeiro, que inclua medidas de conservação, visto que a espécie possui uma significativa abundância e elevada residência na costa de Pernambuco.

Neste contexto, o presente estudo sugere a necessidade de aprofundar o conhecimento sobre a utilização do habitat através do uso do monitoramento com a telemetria acústica ativa e/ou por satélite, concomitante à ampliação da área de trabalho, sanando desta forma, as lacunas em aberto sobre a caracterização da população para a região.