

Oceanário de Lisboa

PROJETO DE CONSERVAÇÃO E INVESTIGAÇÃO *IN-SITU*

SHARK-TAG: Migrações e utilização de habitat do tubarão martelo-liso no Oceano Atlântico.

(Relatório de Progresso nº3)

**Rui Coelho^{1,2}, Catarina C. Santos², Joana Fernandez-Carvalho^{1,2}, & Miguel N.
Santos^{2,3}**

- 1) Centro de Ciências do Mar, Universidade do Algarve (CCMAR)
- 2) Instituto Português do Mar e da Atmosfera, (IPMA, I.P.)
- 3) *Morada actual* - Comissão Internacional para a Conservação dos Atuns Atlânticos (ICCAT)

Faro

Fevereiro de 2017

Índice

Introdução.....	2
Materiais e Métodos.....	3
Marcação in situ de tubarões martelo-liso.....	3
Processamento e análise de dados.....	4
Resultados.....	5
Sumário dos dados de telemetria de satélite.....	5
Movimentações geográficas.....	7
Utilização de habitat em profundidade e temperatura.....	10
Comparação com outras espécies de tubarões pelágicos.....	13
Notas finais e planeamento de trabalho futuro.....	14
<u>ANEXO</u> : Lista de produção científica e divulgação do Projeto Shark-Tag.....	16

Apoiado por:



Oceanário de Lisboa

Desenvolvido por:



Introdução

Os tubarões oceânicos estão entre os animais marinhos mais vulneráveis dos Oceanos, devido sobretudo ao facto dos seus ciclos de vida incluírem taxas de crescimento lentas, baixas fecundidades e maturação tardia. Estes ciclos de vida típicos de predadores de topo, aliados a uma crescente pressão pesqueira, têm tido como consequência o declínio de muitas destas espécies a nível global. Por outro lado, a gestão e conservação de tubarões oceânicos coloca um desafio particularmente difícil, uma vez que estes animais migram entre águas territoriais de diferentes países e águas internacionais.

Foi neste quadro de referência que o Projeto **Shark-Tag** foi elaborado, com o objetivo de preencher lacunas nos conhecimentos de uma espécie de tubarão pelágico particularmente vulnerável e suscetível, o tubarão martelo-liso, *Sphyrna zygaena*. Embora capturado apenas ocasionalmente, esta é uma das espécies menos estudadas do género *Sphyrna*, pelo que urge aprofundar os conhecimentos necessários para a sua conservação. Esta necessidade foi recentemente solicitada tanto por organismos de gestão pesqueira (ex. ICCAT, Comissão Internacional para a Conservação de Atuns Atlânticos), como por Organizações Não Governamentais de conservação (ex. IUCN, União Internacional para a Conservação da Natureza). Mais, o tubarão martelo-liso está desde 2011 protegido como espécie cuja retenção é proibida no Atlântico (Recomendação ICCAT 10-08), e foi em 2014 incluído no Anexo II da CITES que regula o comércio internacional.

O objetivo deste Projeto é assim aprofundar o conhecimento de aspectos relativos a migrações, utilização do habitat em termos geográficos, de profundidade e temperatura do tubarão martelo-liso no Oceano Atlântico. Um objetivo secundário é a integração destes novos conhecimentos com os resultantes de estudos já a decorrer relativos à dinâmica e genética populacional desta espécie no Oceano Atlântico. Neste relatório dá-se conta do estado de execução e desenvolvimento do projeto após a sua 3^a fase.

Apoiado por:



Oceanário de Lisboa

Desenvolvido por:



Materiais e Métodos

Marcação in situ de tubarões martelo-liso

No âmbito do Programa de observadores do *Instituto Português do Mar e da Atmosfera* (IPMA I.P.) e com a colaboração de navios da frota Portuguesa de palangre de superfície, foram colocadas oito marcas de satélite entre Setembro de 2012 e Agosto de 2016 em tubarões martelo-liso capturados de forma acessória no âmbito da pescaria de palangre de superfície (**Figura 1**).



Figura 1. Embarcação da frota Portuguesa de palangre de superfície, a bordo da qual se procederam a algumas marcações de tubarões martelo-liso no âmbito do Projeto Shark-Tag.

As marcas de telemetria de satélite utilizadas neste estudo foram do tipo “PTT-100 Archival Pop-up Tag”, “High Rate X-Tag” e “X-tag”, fabricadas pela Microwave Telemetry, e do tipo “MiniPAT” fabricada pela Wildlife Computers (**Figura 2**). Estas marcas registam e arquivam dados de pressão (profundidade) e temperatura a cada 4-15 minutos de intervalo, assim como os respetivos valores mínimos e máximos em cada período de 24 horas. Em termos de localização geográfica as marcas registam as horas

do nascer/pôr-do-sol e a duração do dia em cada período de 24 horas, o que permite posteriormente obter estimativas das posições geográficas diárias.

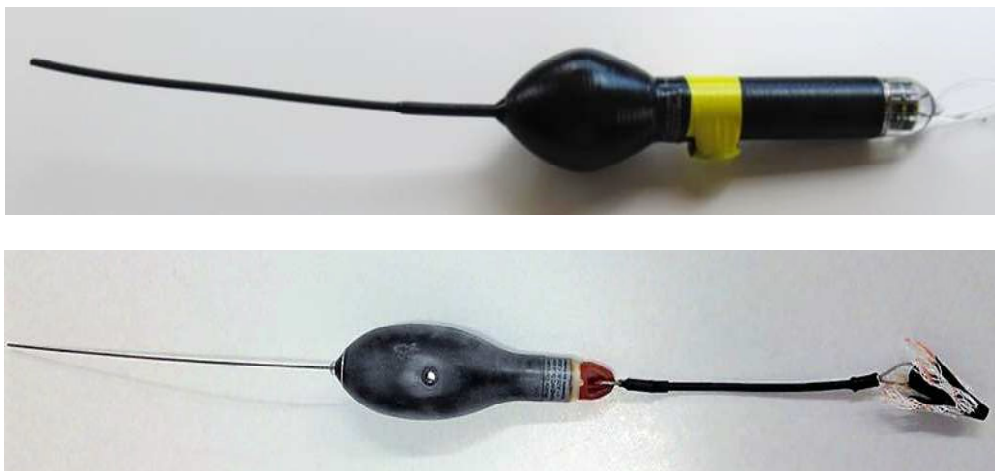


Figura 2. Marcas de telemetria de satélite do tipo PTT-100 Archival Pop-up Tag (em cima) e MiniPAT (em baixo), utilizadas em tubarões martelo-liso durante o Projeto Shark-Tag.

Processamento e análise de dados

As marcas, após se soltarem dos tubarões e emergirem, transmitem os dados armazenados através de uma rede de satélites do sistema ARGOS em órbita terrestre, que são posteriormente descodificados. Deste modo é possível construir uma série temporal de dados diários geo-localizados, assim como padrões de utilização de habitat em termos de preferências de temperatura e profundidade.

Para efeitos da apresentação do presente relatório, os dados de profundidade e de temperatura foram analisados ao longo da série temporal, assim como em termos da percentagem de tempo passado em cada classe de temperatura e de profundidade. Esta divisão por classes foi aplicada para os períodos de dia *versus* noite, de modo a conhecer-se as preferências de utilização de habitat em cada um desses períodos, assim como para juvenis e adultos separadamente.

Em termos de geo-localização, tal como referido anteriormente, os dados brutos recolhidos uma vez processados permitem obter estimativas de latitude e longitude. Contudo, importa esclarecer que em determinadas condições as estimativas podem ter uma precisão relativamente baixa. Por exemplo, e tendo em conta que as latitudes são estimadas a partir da duração do dia, nos períodos dos equinócios de Primavera e Outono em que a duração do dia é exatamente 12 horas independentemente da latitude a que se esteja no globo terrestre, estas estimativas têm necessariamente bastantes erros associados. Assim, e para colmatar algumas destas limitações, as estimativas de geo-localização foram corrigidas através de modelos estatísticos usando filtros de Kalman. Estes consistem em algoritmos destinados a estimar geo-localizações mais precisas, pretendem retirar eventuais erros associados às limitações acima referidas.

Resultados

Sumário dos dados de telemetria de satélite

No decurso do Projeto Shark-Tag foram marcados 8 tubarões martelo-liso, nomeadamente 6 fêmeas e 2 machos (**Figura 3**), com tamanhos que variaram entre os 120 e 205 cm de comprimento furcal (FL), o que corresponde a um comprimento total (TL) entre 150 e 257 cm.





Figura 3. Marcação de um tubarão martelo-liso na zona Tropical Nordeste do Oceano Atlântico durante o Projeto Shark-Tag.

Das marcas colocadas, 7 produziram dados e 1 falhou a transmissão, tendo o período de telemetria de cada exemplar variado entre 6 e 150 dias. Assim, para este Projeto obtiveram-se um total de 320 dias de dados de telemetria, correspondentes a 286 dias para tubarões fêmeas e 34 dias para machos (**Tabela 1**). Os tubarões foram marcados nas zonas equatorial e tropical nordeste (**Figura 4**)

Tabela 1. Sumário das características dos 7 tubarões martelo-liso e respectivos dados obtidos no âmbito do Projeto Shark-Tag. O tamanho refere-se ao comprimento furcal linear (FL, cm).

Espécie	ID	Tamanho (FL, cm)	Sexo	Data da marcação	Dias de dados de telemetria	Dados transmitidos (%)
<i>S. zygaena</i>	113781	170	Macho	03-set-12	28	100
<i>S. zygaena</i>	127998	175	Fêmea	01-out-13	31	56
<i>S. zygaena</i>	127999	130	Fêmea	17-nov-13	31	7
<i>S. zygaena</i>	136856	120	Fêmea	27-jul-14	7	44
<i>S. zygaena</i>	136143	180	Macho	18-set-14	6	100
<i>S. zygaena</i>	160917	180	Fêmea	27-mai-16	67	74
<i>S. zygaena</i>	162392	205	Fêmea	2-ago-16	150	78
Total					320	

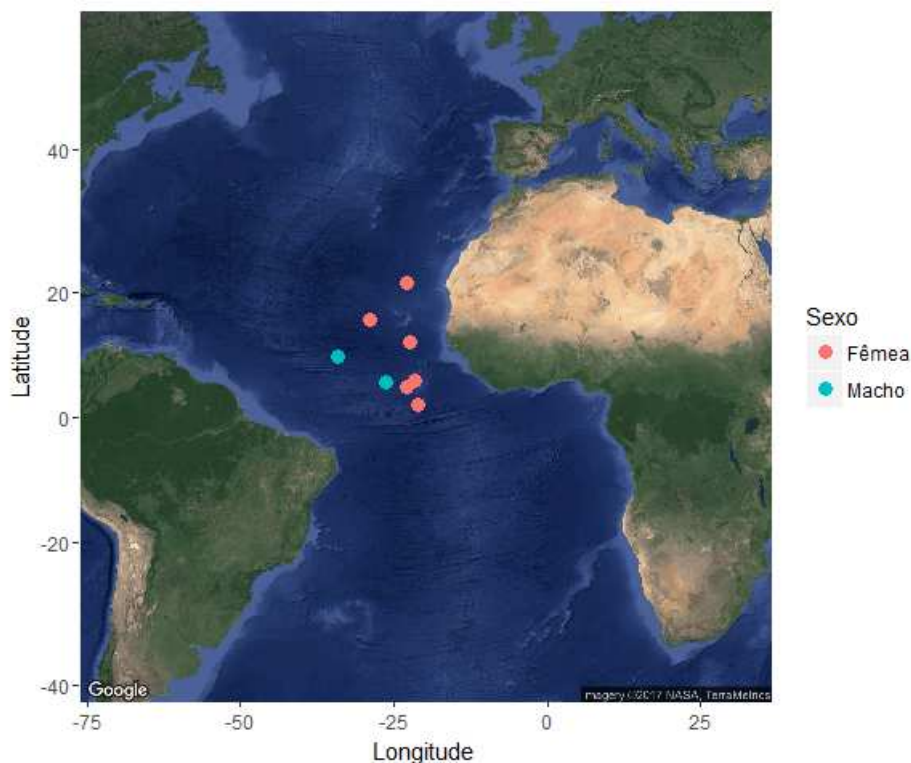


Figura 4. Mapa com os locais de marcação dos tubarões martelo-liso (6 fêmeas e 2 machos) na zona Equatorial e Nordeste Tropical Atlântica durante o Projeto Shark-Tag.

Movimentações geográficas

Em termos gerais, verificou-se que dois tubarões se deslocaram para Sul; outro para Norte e quatro para Este. As distâncias mínimas percorridas por estes tubarões, medidas como linhas retas entre os locais de marcação e de emergência das marcas, variaram entre 131,7 e 4.743 km. Considerando a duração do período de telemetria, as distâncias mínimas percorridas variaram entre 7,2 e 35,2km/dia (**Figura 5**).

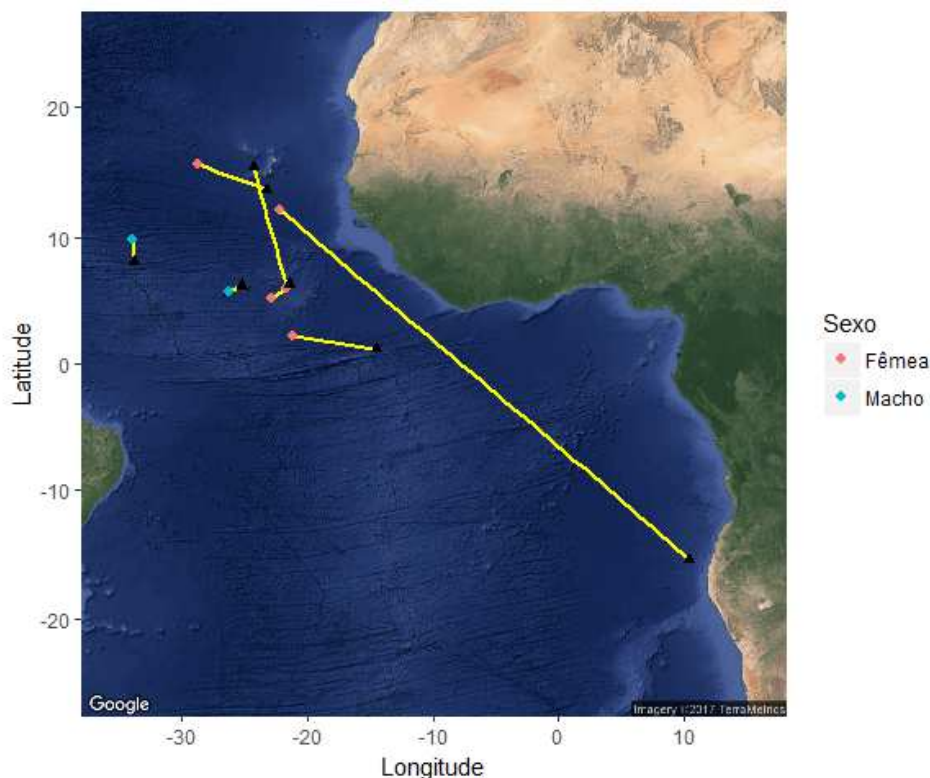


Figura 5. Percursos mínimos percorridos pelos 7 tubarões com dados de telemetria na zona Equatorial e Nordeste Tropical Atlântica durante o Projeto Shark-Tag.

No caso de alguns exemplares foi possível o processamento dos dados de geolocalizações com modelos estado-espço (usando algoritmos de filtro de Kalman) para se obter melhor detalhe nas trajetórias diárias. Um dos tubarões seguiu numa trajetória para Sul, mas com oscilações em termos de longitude. Neste caso estimou-se uma distância total percorrida de 683 km ao longo de 28 dias, o que corresponde a uma média de 24,4 km/dia (**Figura 6**).

Foram também estimados os percursos dos exemplares marcados com as marcas do tipo “MiniPAT”. O tubarão marcado com a marca 136856 seguiu numa trajetória para Este sem oscilações marcantes. Para este exemplar estimou-se uma distância total percorrida de 257 km ao longo de 6 dias, correspondendo a uma média de 42,8 km/dia. Quanto ao exemplar marcado com a marca 160917 verificou-se que seguiu numa

trajetória para Este, com oscilações em termos de latitude. Foi estimada uma distância total percorrida de 3.037 km ao longo de 67 dias, o que corresponde a uma média de 45,3 km/dia. Finalmente, para o tubarão marcado com a marca 162392 foi possível observar que seguiu numa trajetória para Sul com oscilações longitudinais e latitudinais. Estimou-se uma distância total percorrida de 6610 km ao longo de 150 dias, correspondendo a uma média de 44,1 km/dia (**Figura 6**). Este exemplar constitui uma das maiores migrações alguma vez registadas para esta espécie a nível mundial, neste caso com o atravessar da zona equatorial (marcado no hemisfério Norte e migrou para o hemisfério Sul, **Figura 7**).

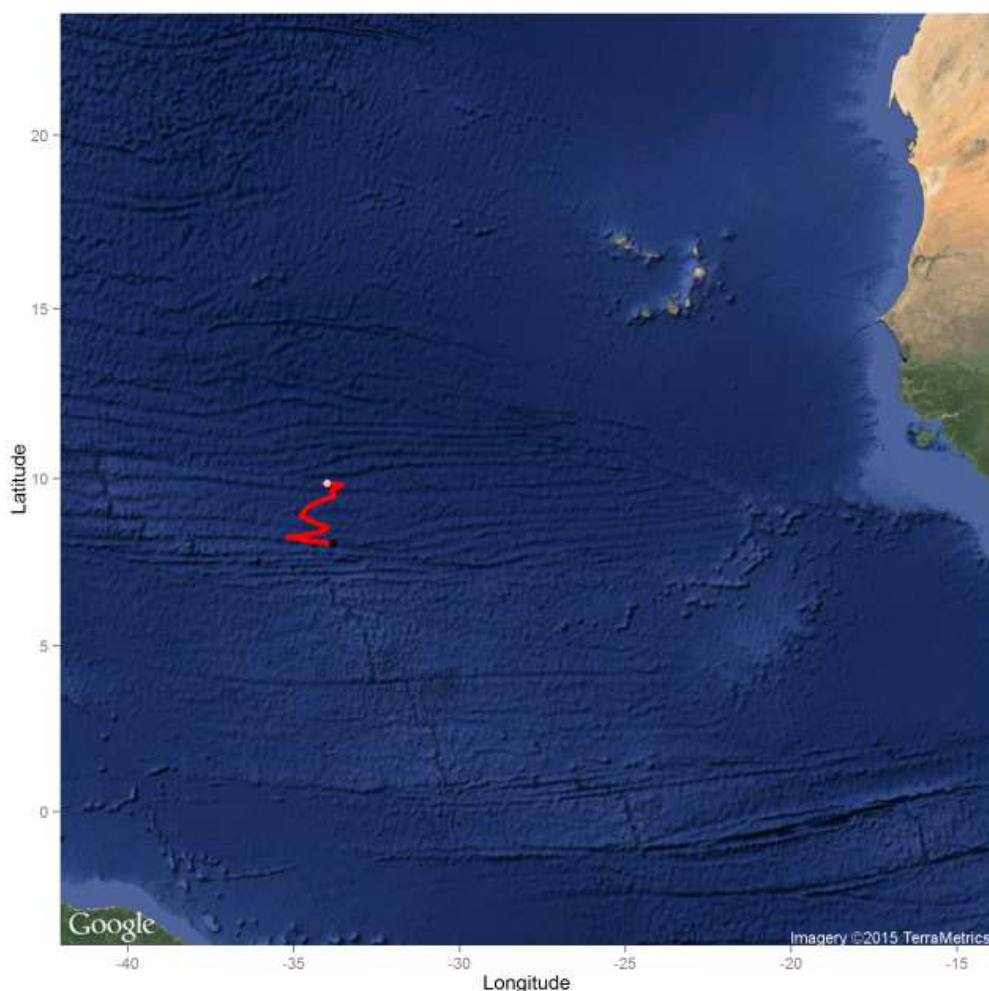


Figura 6. Percurso estimado ao longo de 28 dias, de um dos tubarões martelo-liso marcados na zona tropical Nordeste Atlântica durante o Projeto Shark-Tag.

Apoiado por:



Oceanário de Lisboa

Desenvolvido por:



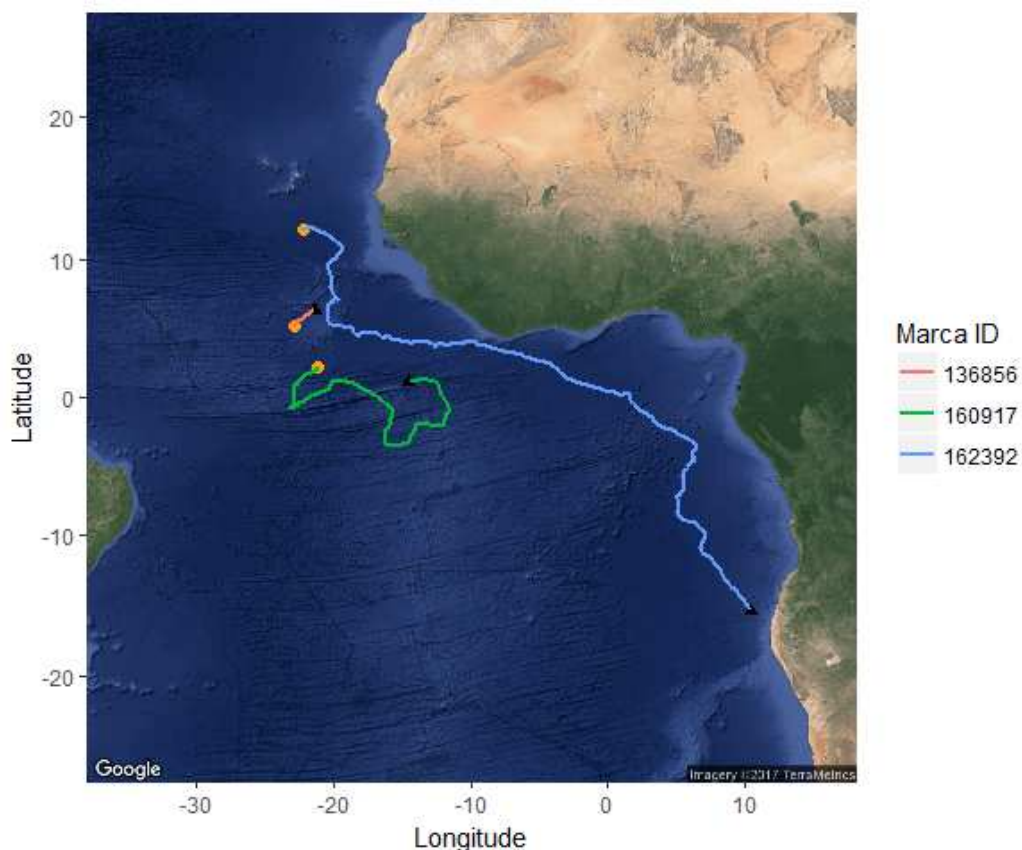


Figura 7. Percurso estimado ao longo de 6 (marca 136856), 67 (marca 160917) e 150 (marca 162392) dias, de três dos tubarões martelo-liso marcados na zona tropical Nordeste Atlântica durante o Projeto Shark-Tag. O Percurso do exemplar 162392 constitui uma das maiores migrações alguma vez registadas para esta espécie, tendo sido marcado no hemisfério Norte e migrado para o hemisfério Sul.

Utilização de habitat em profundidade e temperatura

Em termos gerais, os tubarões martelo-liso utilizam sobretudo as águas mais superficiais e quentes da coluna de água, passando a maioria do tempo a profundidades dos 0-70m e em águas com temperatura acima dos 22°C. Foram também registados alguns mergulhos para águas mais profundas e frias, assim como subidas rápidas (Figura).

Apoiado por:



Oceanário de Lisboa

Desenvolvido por:



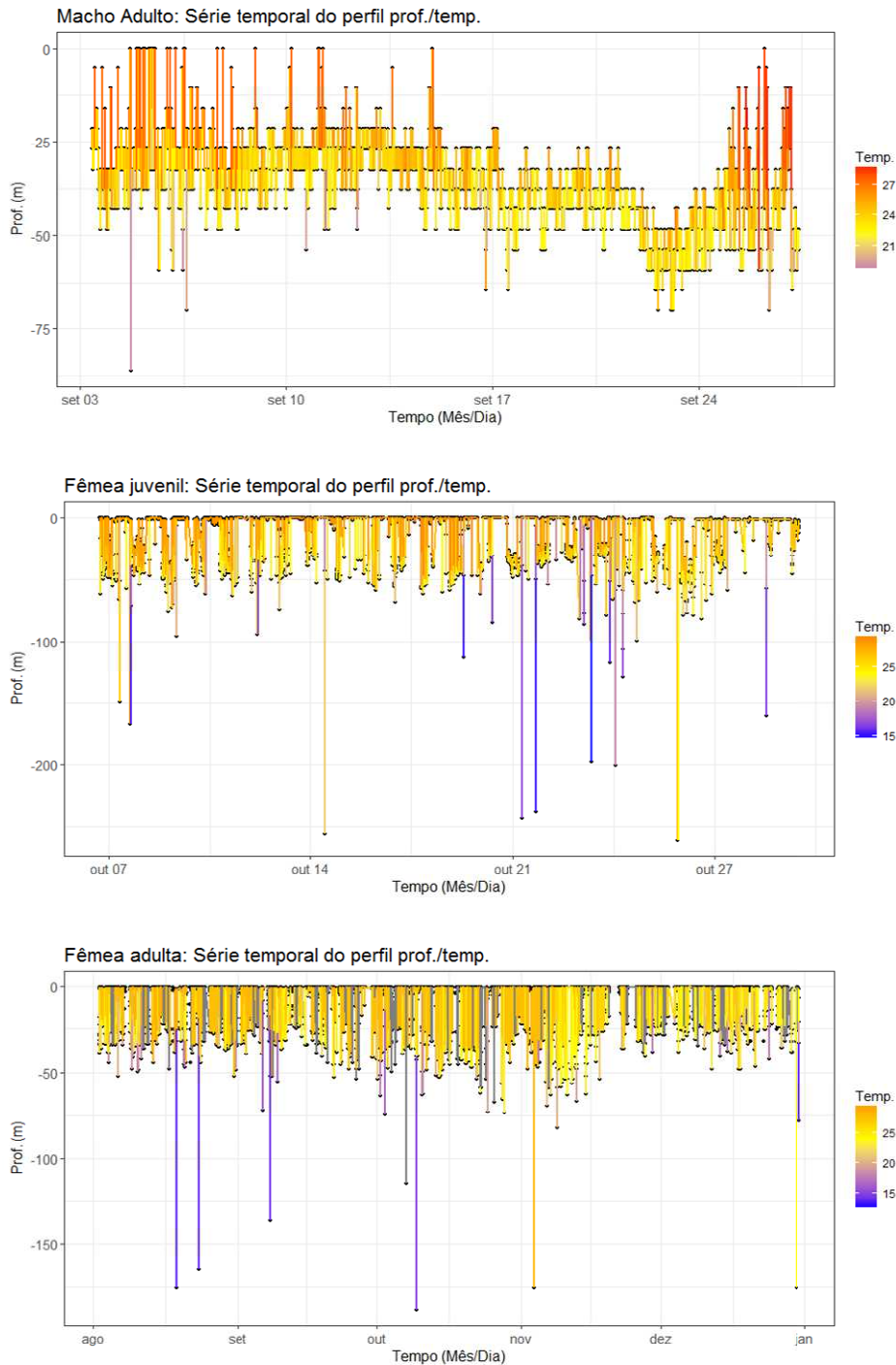


Figura 8. Séries temporais com os perfis de profundidade e temperatura de três tubarões martelo-liso durante períodos de cerca de 20-150 dias, especificamente um macho adulto, uma fêmea juvenil e uma fêmea adulta, obtidos com dados de telemetria de satélite durante o Projeto Shark-Tag.

Em termos de padrões de utilização de habitat, apesar de se verificarem diferenças estatisticamente significativas entre os tubarões adultos e juvenis, é possível observar que tanto tubarões adultos como juvenis parecem passar a maioria do tempo próximos da superfície e em águas preferencialmente quentes (entre 29-25°C). No entanto, os tubarões adultos permanecem mais tempo em águas mais quentes comparativamente com os tubarões juvenis que distribuem mais uniformemente o seu tempo entre as classes de temperatura (Figura).

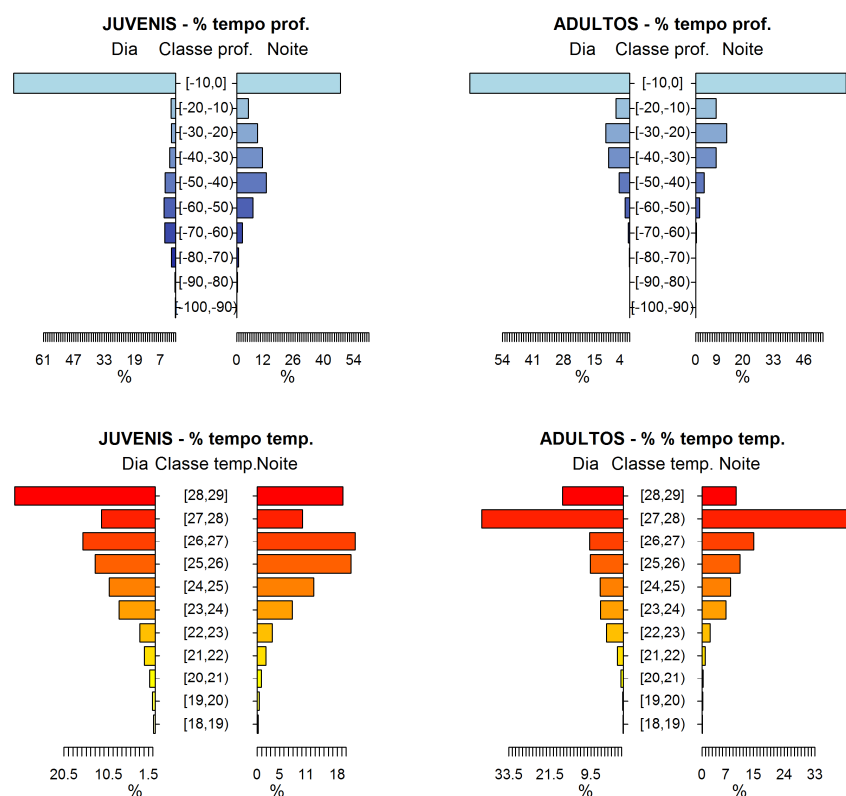


Figura 9. Percentagem de tempo por classe profundidade (metros) e temperatura (°C) para tubarões martelo-liso adultos e juvenis e para os períodos de dia e de noite, estimados com dados de telemetria durante o Projeto Shark-Tag.

Relativamente ao período noturno e diurno, a utilização do habitat por parte dos tubarões adultos manteve-se relativamente constante e idêntica tanto durante o dia como

à noite. Já os tubarões juvenis parecem utilizar profundidades superiores durante o período noturno e águas mais superficiais durante o dia. (Figura).

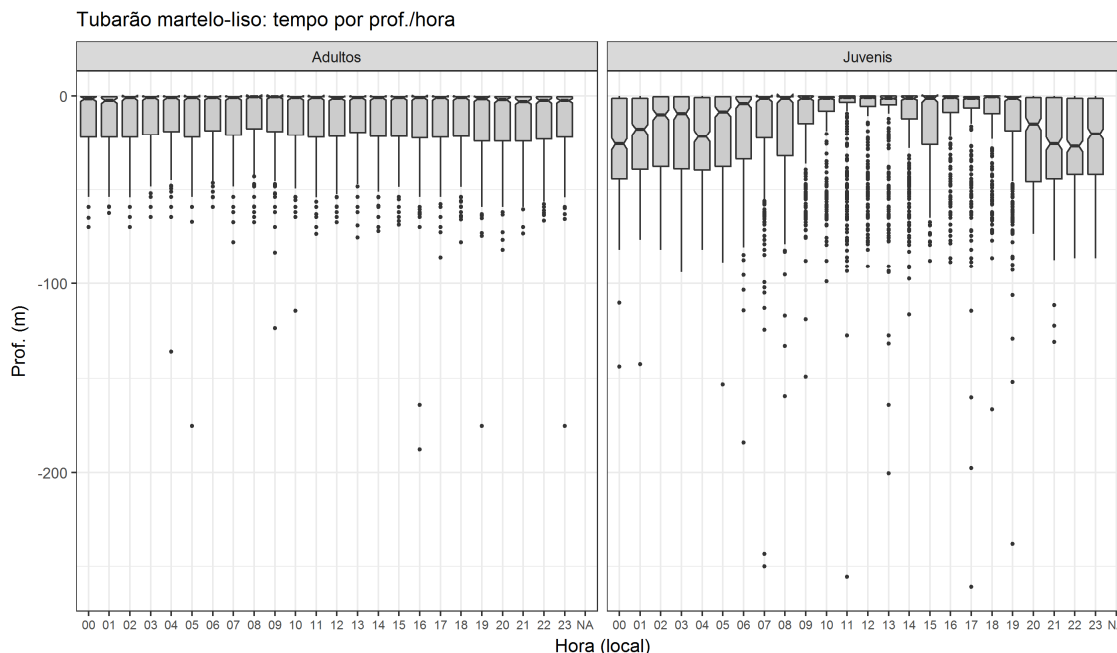


Figura 10. Variação ao longo do dia das classes de profundidade (m) usadas por tubarões martelo-liso adultos e juvenis, obtidos durante o Projeto Shark-Tag.

Comparação com outras espécies de tubarões pelágicos

Um dos aspetos essenciais que este Projeto de investigação possibilita é a comparação dos padrões de utilização de habitat do tubarão martelo-liso com outras espécies de tubarões oceânicos com que a equipa de investigação está presentemente a trabalhar. Assim, estes resultados evidenciam o facto do tubarão martelo-liso apresentar um padrão distinto de outras espécies também frequentemente capturadas e rejeitadas na pescaria de palangre derivante de superfície, como é o caso do tubarão raposo-olhudo (*Alopias superciliosus*) que passa o período diurno em águas mais frias e profundas e o período noturno em águas mais quentes e superficiais.

Por outro lado, o tubarão martelo-liso parece não efetuar migrações verticais tão acentuadas como outras espécies, verificando-se que atingiu uma profundidade máxima de cerca de 260 metros. Esta característica, poderá permitir avançar com algumas propostas em termos de conservação da espécie.

Notas finais e planeamento de trabalho futuro

Os resultados obtidos ao longo deste Projeto e apresentados neste relatório apresentam dados importantes para um melhor conhecimento dos padrões de utilização de habitat do tubarão martelo-liso no Oceano Atlântico. Verificou-se que, de forma geral, os padrões de utilização de habitat são semelhantes em tubarões adultos e juvenis e pouco diferem durante o período noturno e diurno. Destaca-se ainda a descoberta da realização de migrações longas ao longo do Oceano Atlântico, com um dos exemplares a cruzar o equador e migrar entre o hemisfério Norte e o hemisfério Sul. Importa ainda mencionar que os resultados apresentados neste relatório se referem a dados de 7 exemplares desta espécie, o que confere a este estudo um carácter inédito uma vez que a informação acerca do tubarão martelo-liso no Oceano Atlântico era praticamente inexistente antes da realização deste Projecto.

Em termos de divulgação científica, os resultados deste Projeto foram já apresentados em dois congressos científicos e em dois documentos de trabalho para a ICCAT, a organização intergovernamental responsável pela gestão de tubarões oceânicos no Atlântico. Relativamente à divulgação junto do público em geral, os resultados do Projeto têm vindo a ser integrados em palestras realizadas periodicamente, especificamente: i) durante uma palestra apresentada durante as celebrações do Dia Nacional do Mar (1-nov-2012), realizada no Museu de Faro; e, ii) em palestras intituladas “Biologia, Conservação e Investigação de Tubarões & seus Parentes” apresentadas em escolas do 2º e 3º ciclos da zona do Algarve, integradas na iniciativa “CCMAR – Os cientistas vão à escola”. Os resultados deste Projeto serão ainda divulgados num artigo científico a incluir numa tese de Mestrado subordinada ao tema

Apoiado por:



Oceanário de Lisboa

Desenvolvido por:



“Distribution patterns and habitat use of the smooth hammerhead shark (*Sphyrna zygaena*) in the tropical NE Atlantic”, que será oportunamente submetido para apreciação numa revista da especialidade com peritagem científica.

Do Anexo consta a lista da produção científica e de divulgação para o público em geral resultante deste Projeto até ao momento, nos quais consta a referência ao Projeto Shark-Tag financiado pelo Oceanário de Lisboa.

Apoiado por:



Oceanário de Lisboa

Desenvolvido por:



ANEXO: Lista de produção científica e divulgação do Projeto Shark-Tag

Teses

- Santos, C. (2017-*Em progresso*). Distribution patterns and habitat use of the smooth hammerhead shark (*Sphyrna zygaena*) in the tropical NE Atlantic. Tese de Mestrado. Faculdade de Ciências. Universidade de Lisboa (*tese prevista para ser entregue em set-2017*).

Artigos científicos em revistas com revisão por pares

- Santos, C., Santos, M., Carvalho, J., Coelho, R. (2017-*Em preparação*). Habitat use of the smooth hammerhead shark (*Sphyrna zygaena*) in the tropical NE Atlantic with overlaps of pelagic longline fishing gear.

Apresentações em congressos científicos

- Coelho, R., Santos, M.N., Fernandez-Carvalho, J. 2014. Habitat use of pelagic sharks in the Atlantic Ocean based on satellite electronic tagging. 1st MARES Conference, 21-27 November, Olhão, Portugal.

- Coelho, R., Fernandez-Carvalho, J., Santos, M.N. 2013. Preliminary results on habitat use of pelagic sharks based on electronic satellite tagging. 3rd Conference on Conservation Physiology of Marine Fishes, 28-30 October. Olhão, Portugal.



Documentos científicos apresentados em reuniões de organizações de gestão:

ICCAT

- Coelho, R., Santos, M.N., Fernandez-Carvalho, J. 2014. An update of the results of habitat use of bigeye thresher shark (*Alopias superciliosus*) and smooth hammerhead (*Sphyrna zygaena*) sharks based on electronic satellite tagging. Sharks species group intersessional meeting, 10-14 March, Piriápolis, Uruguay. (*Standing Committee on Research and Statistics Document: SCRS/2014/022*).

- Coelho, R., Fernandez-Carvalho, J., Amorim, S. & Santos, M.N. 2013. Preliminary results on habitat use of bigeye thresher (*Alopias superciliosus*) and smooth hammerhead (*Sphyrna zygaena*) sharks based on electronic satellite tagging. Sharks species group intersessional meeting, 8-12 April, Mindelo, Cape Vert. (*Standing Committee on Research and Statistics Document: SCRS/2013/037*).

Apresentações em eventos de divulgação:

- Apresentação da palestra “Tubarões no Oceano Atlântico: Onde nadam, que habitats usam e porque são vulneráveis?”. Palestra apresentada durante as celebrações do Dia Nacional do Mar no Museu da Cidade de Faro. 16 nov. 2012, Faro, Portugal.

- Apresentações integradas nos eventos do CCMAR “Os cientistas vão à escola”, em que cientistas apresentam e divulgam estudos científicos em escolas secundárias do Algarve. As componentes relativas ao projecto Shark-Tag foram integradas em 2012, com apresentações nas seguintes escolas: 2012: Portimão, Fuzeta (2 vezes), S.R.S António, Monte Gordo; 2013: Fuzeta; 2014: Tavira.

