



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 *Negaprion brevirostris*
(Poey, 1868) NO ARQUIPELÁGO DE FERNANDO DE NORONHA POR MEIO DE**

MÉTODOS NÃO LETAIS

Caio Vinícius Nunes de Oliveira

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. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira
Orientador

Dra. Mariana Gomes do Rêgo
Co-orientadora

RECIFE

FEVEREIRO/2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Bibliotecário(a): Suely Manzi – CRB-4 809

O48p Oliveira, Caio Vinícius Nunes de.
Padrões de movimentação de *Negaprion brevirostris* em Fernando de Noronha / Caio Vinícius Nunes de Oliveira. – Recife, 2026.
39 f.

Orientador(a): Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira.

Co-orientador(a): Mariana Gomes do Rêgo.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, Recife, BR-PE, 2026.

Inclui referências.

1. Telemetria. 2. Tubarão (Peixe) - Fernando de Noronha. 3. Distâncias -Medição. 4. Aquicultura - Estudo e ensino I. Oliveira, Paulo Guilherme Vasconcelos de, orient. II. Rêgo, Mariana Gomes do, coorient. III. 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

ESTUDO DA MIGRAÇÃO DE *Negaprion brevirostris* (Poey, 1868) NO

**ARQUIPELÁGO DE FERNANDO DE NORONHA COM O USO DE MÉTODOS
NÃO LETAIS**

Caio Vinícius Nunes de Oliveira

Dissertação a ser julgada adequada
para obtenção do título de Mestre em
Recursos Pesqueiros e Aquicultura.
Defendida em 27/02/2026 pela
seguinte Banca Examinadora.

Prof. Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira

Orientador

Departamento de Pesca e Aquicultura – UFRPE

Prof. Dr. Ilka Siqueira Lima Branco Nunes

(Membro Interno)

Departamento de Pesca e Aquicultura – UFRPE

Prof. Dr. Natalia Priscila Alves Bezerra

(Membro Externo)

Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dr. Drausio Pinheiro veras

(Membro Suplente Interno)

Departamento de Pesca e Aquicultura – UFRPE

Prof. Dr. Renata Akemi Shinozaki Mendes

(Membro Suplente Externo)

Unidade Acadêmica de Serra Talhada - UFRPE

Dedicatória

Dedico esse trabalho a meu pai Gildásio Jr., a minha mãe Janaína Nunes, a minha namorada Lígia Cunha, aos meus orientadores e amigos Paulo Oliveira e Mariana Rêgo, e a todos meus amigos que de alguma forma contribuíram para

que eu chegasse até aqui. Sem todos vocês nada disso seria possível. Obrigado.

Agradecimentos

Ao programa e Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura/UFRPE, pelo ótimo ensinamento e acompanhamento nesses dois anos.

Ao programa de Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por todo apoio que fez o trabalho ser possível.

Ao meu amigo e orientador Dr. Paulo Guilherme Vasconcelos de Oliveira, por toda orientação, conselhos e ajuda desde a graduação.

À minha co-orientadora Mariana Gomes do Rêgo, por toda ajuda e parceria nessa caminhada no mestrado e colaboração no desenvolvimento da dissertação.

Aos professores membros da banca Ilka Branco, Natalia Alves, Drausio Veras, Renata Mendes.

À equipe do Laboratório de Etologia de Peixes LEP: Alessandra Fischer, Camila Araújo, Danielle Viana, Ilka Branco, Andris Santos, Arianne Gomes, Arthur Carrijo, Maria Cecília, Robertt Smith e todos os demais que me ajudaram de todas as formas possíveis.

Ao governo do estado de Pernambuco por toda a ajuda e parceria, principalmente quanto ao traslado e acomodações no Arquipélago de Fernando de Noronha.

Ao meu pai, Gildásio Oliveira, e ao meu tio, Ricardo Oliveira, que foram fonte de inspiração para minha trajetória na área de Engenharia de Pesca.

À minha mãe, Janaína Nunes, que sempre me apoiou em meus projetos e me forneceu toda a base necessária para que eu pudesse chegar até aqui.

À minha irmã, Camila Oliveira, pelos momentos de descontração que tornaram essa jornada mais leve.

À minha namorada, Lígia Cunha, pelo apoio, incentivo e força em todos os momentos.

A todos os meus amigos que, de alguma forma, contribuíram para esta trajetória, com especial agradecimento a Priscila Celes e Danielle Alves, pelos ensinamentos compartilhados e, sobretudo, pelos “puxões de orelha” que foram fundamentais para meu crescimento pessoal e profissional.

RESUMO

O tubarão-limão (*Negaprion brevirostris*) é uma espécie costeira amplamente distribuída em regiões tropicais e subtropicais, desempenhando papel ecológico fundamental como predador de topo nos ecossistemas marinhos. O Arquipélago de Fernando de Noronha, uma das áreas de maior biodiversidade do Atlântico Sul, configura-se como um habitat estratégico para a espécie. Este estudo teve como objetivo investigar os padrões de movimentação e uso do habitat do tubarão-limão ao redor do arquipélago, por meio de métodos não letais de marcação e rastreamento utilizando telemetria acústica. Foram implantados transmissores acústicos em indivíduos capturados por linha de espera, e o monitoramento foi realizado por uma rede de 16 receptores distribuídos ao redor da ilha principal. Ao longo do período de estudo, foram registradas 33.934 detecções, evidenciando uso espacial recorrente do arquipélago, com elevada fidelidade a áreas costeiras específicas, especialmente na região norte (Mar de Dentro), associada a deslocamentos frequentes entre diferentes setores da ilha. Os padrões observados indicam a presença de áreas de permanência prolongada, intercaladas por movimentos de escala local, sugerindo que Fernando de Noronha atua simultaneamente como habitat essencial e área de conectividade espacial para a espécie. Os resultados reforçam a importância do arquipélago para diferentes etapas do ciclo de vida do tubarão-limão, incluindo crescimento, forrageamento e possivelmente reprodução, além de destacar seu papel na manutenção da estrutura e do funcionamento dos ecossistemas costeiros e recifais. Esses achados fornecem subsídios relevantes para estratégias de manejo e conservação marinha, contribuindo para a mitigação de conflitos entre tubarões e atividades humanas, especialmente o turismo, e ampliam o conhecimento sobre a ecologia espacial de grandes predadores em áreas marinhas protegidas.

Palavras-chave: *Negaprion brevirostris*; migração; Fernando de Noronha; conservação marinha; telemetria acústica; ecologia de tubarões.

ABSTRACT

The lemon shark (*Negaprion brevirostris*) is a coastal species widely distributed in tropical and subtropical regions, playing a key ecological role as a top predator in marine ecosystems. The Fernando de Noronha Archipelago, one of the most biodiverse areas in the South Atlantic, represents a strategic habitat for this species. This study aimed to investigate the movement patterns and habitat use of lemon sharks around the archipelago using non-lethal tagging and tracking methods based on acoustic telemetry. Acoustic transmitters were implanted in individuals captured using bottom longlines, and monitoring was conducted through a network of 12 acoustic receivers deployed around the main island. Over the study period, a total of 33,934 detections were recorded, revealing recurrent use of the archipelago, with high site fidelity to specific coastal areas, particularly in the northern sector (Mar de Dentro), combined with frequent local-scale movements among different island sectors. These patterns indicate the presence of areas of prolonged residency interspersed with regular movements, suggesting that Fernando de Noronha functions simultaneously as an essential habitat and a connectivity area for the species. The results highlight the importance of the archipelago for different stages of the lemon shark's life cycle, including growth, foraging, and potentially reproduction, and emphasize its role in maintaining the structure and functioning of coastal and reef ecosystems. These findings provide relevant support for marine management and conservation strategies, contributing to the mitigation of conflicts between sharks and human activities, especially tourism, and expand current knowledge on the spatial ecology of large predators in marine protected areas.

Keywords: *Negaprion brevirostris*; migration; Fernando de Noronha; marine conservation; acoustic telemetry; shark ecology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Área total do Arquipélago Fernando de Noronha.

Figura 2. Localização dos receptores acústicos ativos (circulado) e inativos ao redor do Arquipélago Fernando de Noronha.

Figura 3. Número de detecções no transmissor localizado na praia do Sancho no Arquipélago Fernando de Noronha.

Figura 4. Número de detecções no transmissor localizado na praia do Sueste no Arquipélago Fernando de Noronha.

Figura 5. Número de detecções no transmissor localizado no Leão-Capim Açú no Arquipélago Fernando de Noronha.

Figura 6. Área de vida do tubarão-limão LIM1 (*Negaprion brevirostris*) no Arquipélago de Fernando de Noronha.

Figura 7. Área de vida do tubarão-limão LIM2 (*Negaprion brevirostris*) no Arquipélago de Fernando de Noronha.

Figura 8. Área de vida do tubarão-limão LIM3 (*Negaprion brevirostris*) no Arquipélago de Fernando de Noronha.

Figura 9. Área de vida do tubarão-limão LIM4 (*Negaprion brevirostris*) no Arquipélago de Fernando de Noronha.

Figura 10. Área de vida do tubarão-limão LIM5 (*Negaprion brevirostris*) no Arquipélago de Fernando de Noronha.

Figura 11. Análise de detecções por receptor a partir do Software Fathom Central.

Figura 12. Padrão temporal de detecções por transmissor acústico dos tubarões-limão

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Detecções de Tubarão Limão no arquipélago de Fernando de Noronha

Tabela 2 – Síntese temporal e intensidade de detecções por indivíduo

Tabela 3 – Grau de fidelidade espacial ao Arquipélago

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. OBJETIVO GERAL.....	13
2.1 Objetivos específicos	13
3. HIPÓTESE	13
4. ARTIGO CIENTÍFICO	13
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	36
6. REFERÊNCIAS	37

1. INTRODUÇÃO

O Território Federal de Fernando de Noronha tem como objetivo proteger amostra representativa dos ecossistemas marinhos e terrestres do arquipélago, assegurando a preservação de sua fauna, flora e demais recursos naturais, proporcionando oportunidades controladas para visitação, educação e pesquisa científica, contribuindo para a proteção de sítios de interesse histórico-cultural porventura existentes na área (BRASIL, 1988). O arquipélago é um aglomerado de ilhas oceânicas de origem vulcânica, localizado no Oceano Atlântico equatorial oeste (03°51'S / 32°25'W), possuindo 70% de sua área protegida pelo Parque Nacional Marinho (PARNAMAR), criado em 1988 (BRASIL, 1988), havendo a proibição de atividades extrativistas, e o turismo apenas com supervisão. Encontra-se cerca de 354km da costa nordeste do Brasil, sob a administração do governo de Pernambuco (LEITE e et al., 2006).

Localizado na confluência de duas importantes correntes marinhas, o arquipélago serve como um ponto estratégico vital para a reprodução e alimentação de uma vasta gama de espécies marinhas. A presença de diversas espécies de tubarões indica a riqueza e a saúde do ecossistema local, tornando a região um local de grande interesse para a conservação marinha e o estudo da biodiversidade oceânica. As características únicas do arquipélago proporcionam um habitat ideal, garantindo a continuidade das populações e contribuindo para a manutenção do equilíbrio ecológico na região. Entre as espécies que se beneficiam deste ambiente estão o tubarão-limão (*Negaprion brevirostris*), o tubarão lixa (*Ginglymostoma cirratum*), o tubarão-bico-fino (*Carcharhinus perezi*) e o tubarão tigre (*Galeocerdo cuvier*) (CASTRO, 1983 e SIMPFENDORFER, MILWARD, 1993).

Os tubarões desempenham um papel crucial na estrutura e função dos ecossistemas marinhos. Como predadores de topo, eles regulam as populações de suas presas, ajudando a manter o equilíbrio ecológico e prevenindo a superpopulação de espécies que poderiam desestabilizar o ambiente (SANDIN e ZGLICZYNSKI, 2015; MOURIER et al., 2016). Sua presença contribui significativamente para a manutenção da biodiversidade, garantindo que as populações de peixes e outros organismos marinhos permaneçam saudáveis e diversas. Além disso, ao controlar a abundância de espécies herbívoras, os tubarões ajudam a preservar habitats essenciais, como recifes de corais e prados marinhos (ROBBINS et al 2006; RUPPERT et al. 2013). Sua influência pode ser tão marcante que a ausência de tubarões em um ecossistema pode levar a mudanças drásticas na composição e estrutura da comunidade marinha, resultando em efeitos em

cascatas que afetam diversas espécies e processos ecológicos. A conservação dos tubarões é vital e necessária não apenas para a proteção das próprias espécies, mas também para a saúde geral dos oceanos e a sustentabilidade dos recursos marinhos (MYERS et al 2007; FERRETTI et al. 2010).

Apesar de desempenharem um papel crucial nos ecossistemas marinhos, os tubarões enfrentam crescente ameaça devido às atividades humanas. Sua vulnerabilidade à degradação do habitat e à pesca excessiva é intensificada por suas características de ciclo de vida, como crescimento lento e idade de maturação tardia (SIMPENDORFER et al., 2023). Os efeitos humanos resultaram em uma rápida redução das populações de tubarões, colocando muitas espécies em risco de se tornarem funcionalmente extintas em nível local (MACNEIL et al., 2020; DULVY et al., 2021). Em resposta a essa crise, várias medidas de conservação foram adotadas globalmente, incluindo regulamentações pesqueiras, santuários de tubarões e criação de Áreas Marítimas Protegidas (AMPs) (WARD-PAIGE e WORM, 2017).

O foco do trabalho foi o tubarão-limão (*Negaprion brevirostris*) que é uma espécie que habita águas costeiras tropicais e subtropicais, frequentemente encontrado em estuários, baías e manguezais do Atlântico Ocidental, de Nova Jersey ao Golf do México e Caribe até o sul do Brasil, bem como em algumas regiões do Pacífico Oriental. Este tubarão é reconhecido pela coloração verde-amarelado ou marrom-acinzentado no dorso, e possuem um ventre branco ou amarelado. Podem atingir um comprimento máximo de 3,4 metros e tem sua dieta composta principalmente por peixes ósseos, cefalópodes e ocasionalmente crustáceos (COMPAGNO, 1984).

No Arquipélago de Fernando de Noronha, o tubarão-limão (*Negaprion brevirostris*) apresenta movimentação predominantemente costeira, com alta fidelidade ao local de nascimento durante os estágios juvenis. Embora não realize migrações de longa distância, indivíduos adultos podem realizar deslocamentos locais entre áreas rasas e recifes mais profundos, especialmente para alimentação ou reprodução (GARLA et al., 2009). A região do Buraco da Raquel é um ponto reconhecido de acasalamento, e praias como Sueste, Conceição e Bode têm registrado agregações para forrageamento sem padrão sazonal definido (LESSA et al., 2022; NORONHA ISRA PROJECT, 2025). Esses dados reforçam a importância de Fernando de Noronha como berçário e área funcional para diversas fases da vida da espécie.

O trabalho coletou e analisou dados sobre o padrão de movimentação do tubarão-limão (*Negaprion brevirostris*), no arquipélago de Fernando de Noronha, com o objetivo de utilizar essas informações para beneficiar a manutenção do ecossistema local. Através do monitoramento e rastreamento das rotas migratórias será possível compreender melhor seus padrões de movimento e comportamento. Esses dados serão essenciais para identificar áreas críticas de alimentação e reprodução, bem como para avaliar o estado e a dinâmica populacional dessas espécies. Com base nessas informações, serão elaboradas estratégias de conservação e manejo voltadas à proteção dos habitats essenciais da espécie, contribuindo para a sustentabilidade do ecossistema marinho de Fernando de Noronha e a preservação de sua biodiversidade.

2. OBJETIVO GERAL

Estudar a migração do tubarão-limão (*Negaprion brevirostris*), que habitam o Arquipélago de Fernando de Noronha – PE, Brasil.

2.1 Objetivos específicos

- Monitorar e documentar as rotas migratórias do tubarão limão ao redor do arquipélago de Fernando de Noronha para identificar padrões de movimento e áreas de concentração.
- Utilizar os dados coletados para criar e implementar estratégias eficazes de conservação e manejo que promovam a sustentabilidade do ecossistema marinho de Fernando de Noronha

3. HIPÓTESE

- Compreender os padrões de movimentação do tubarão-limão (*Negaprion brevirostris*) no Arquipélago de Fernando de Noronha com objetivo de elaborar medidas de manejo mais eficazes, visando à proteção da espécie e à redução de possíveis conflitos com atividades humanas, especialmente relacionadas ao turismo.

4. ARTIGO CIENTÍFICO

Padrões de movimentação de *Negaprion brevirostris* no Arquipélago de Fernando de Noronha a partir de telemetria acústica

RESUMO

Este estudo investigou os padrões de movimentação do tubarão-limão (*Negaprion brevirostris*) no Arquipélago de Fernando de Noronha, com ênfase na identificação de áreas de permanência, deslocamentos ao redor da ilha e possíveis zonas críticas de uso do habitat. Para isso, foram utilizados métodos não letais, com a implantação de transmissores acústicos (modelo Vemco V16) em cinco indivíduos capturados por linha de espera. O monitoramento foi realizado por meio de uma rede de 16 receptores acústicos distribuídos ao redor da ilha principal, entre janeiro de 2022 e dezembro de 2024, totalizando 33.934 detecções. Os resultados indicam ampla utilização espacial do arquipélago pelos indivíduos monitorados, com elevada fidelidade a áreas costeiras específicas, especialmente na região norte (Mar de Dentro), associada a deslocamentos frequentes entre diferentes setores da ilha. Esses padrões evidenciam que Fernando de Noronha atua simultaneamente como habitat essencial e área de conectividade para a espécie, desempenhando papel relevante em seu ciclo de vida. Os achados fornecem subsídios importantes para estratégias de manejo e conservação marinha, contribuindo para a mitigação de conflitos entre tubarões e atividades humanas, especialmente o turismo, e reforçam a eficácia do uso de tecnologias não letais no monitoramento de grandes predadores marinhos em áreas protegidas.

Palavras-chave: *Negaprion brevirostris*; telemetria acústica; migração; Fernando de Noronha; conservação.

INTRODUÇÃO

O Arquipélago de Fernando de Noronha, localizado no Oceano Atlântico equatorial ocidental (03°51'S / 32°25'W), a aproximadamente 354 km da costa nordeste do Brasil, é composto por um conjunto de ilhas oceânicas de origem vulcânica e constitui um dos ambientes marinhos mais biodiversos do Atlântico Sul. Em 1988, a criação do Parque Nacional Marinho (PARNAMAR) assegurou proteção a cerca de 70% da área do arquipélago, estabelecendo restrições à exploração de recursos naturais e regulamentando o turismo, o que contribuiu para a conservação de sua fauna, flora e ecossistemas (BRASIL, 1988). Desde então, o arquipélago tem se consolidado como área prioritária para estudos científicos, especialmente voltados à biodiversidade marinha, e como referência em ações de manejo ambiental.

A localização estratégica de Fernando de Noronha, na confluência de duas importantes correntes marinhas, confere ao arquipélago um papel essencial na dinâmica ecológica do Atlântico tropical, funcionando como zona de alimentação, reprodução e recrutamento para diversas espécies marinhas (LEITE et al., 2006). Entre elas, destacam-se várias espécies de elasmobrânquios, incluindo o tubarão-limão (*Negaprion brevirostris*), o tubarão-lixo (*Ginglymostoma cirratum*), o tubarão-bico-fino (*Carcharhinus perezi*) e o tubarão-tigre (*Galeocerdo cuvier*) (CASTRO, 1983; SIMPFENDORFER & MILWARD, 1993). A presença desses predadores de topo é um indicador importante da saúde do ecossistema, pois eles desempenham funções ecológicas essenciais na regulação das cadeias tróficas e na manutenção da diversidade biológica (MOURIER et al., 2016; RUPPERT et al., 2013).

Os tubarões, como predadores de topo, exercem forte influência sobre a estrutura e a dinâmica das comunidades marinhas. Eles controlam populações de presas intermediárias e, indiretamente, influenciam a abundância de herbívoros e a saúde de habitats sensíveis, como recifes de corais e pradarias marinhas (ROBBINS et al., 2006; SANDIN & ZGLICZYNSKI, 2015). A remoção ou declínio dessas espécies pode desencadear efeitos em cascata, alterando significativamente a estrutura dos ecossistemas (MYERS et al., 2007). No entanto, essas espécies estão entre as mais vulneráveis à pressão antrópica, devido a suas características de história de vida, como crescimento lento, maturação sexual tardia e baixa fecundidade (SIMPENDORFER et al., 2023). A pesca dirigida e acidental, bem como a degradação dos habitats, tem causado declínios acentuados nas populações de tubarões em escala global, levando várias espécies à ameaça de extinção funcional (MACNEIL et al., 2020; DULVY et al., 2021).

Nesse contexto, o tubarão-limão (*Negaprion brevirostris*) representa uma espécie-chave para o entendimento e a gestão da biodiversidade marinha em áreas costeiras tropicais, especialmente em ecossistemas insulares como o Arquipélago de Fernando de Noronha. Amplamente distribuída no Atlântico Ocidental, desde a costa leste dos Estados Unidos até o sul do Brasil, a espécie é frequentemente associada a estuários, baías rasas, manguezais e recifes, ambientes que desempenham papel fundamental em diferentes fases do seu ciclo de vida (COMPAGNO, 1984). Em Fernando de Noronha, registros indicam elevada fidelidade ao habitat, particularmente durante os estágios juvenis, além de movimentações restritas, porém ecologicamente relevantes, entre áreas costeiras rasas e recifes mais profundos, geralmente associadas a atividades de alimentação, reprodução e crescimento (GARLA et al., 2009; LESSA et al., 2022).

Além de sua importância biológica, o tubarão-limão desempenha um papel ecológico central na estruturação das comunidades marinhas locais, atuando na regulação das populações de presas e contribuindo para o equilíbrio das cadeias tróficas costeiras e recifais do arquipélago. A presença recorrente da espécie em Noronha também reflete a boa qualidade ambiental da região, sendo frequentemente utilizada como indicador de integridade ecológica em áreas marinhas protegidas (HEITHAUS et al., 2008; MOURIER et al., 2016). Adicionalmente, o tubarão-limão possui relevância socioeconômica significativa para Fernando de Noronha, uma vez que é uma das espécies mais observadas por mergulhadores, desempenhando papel importante no ecoturismo e na valorização dos serviços ecossistêmicos associados à conservação da megafauna marinha (GARLA et al., 2015; MACNEIL et al., 2020). Dessa forma, compreender os padrões de uso do habitat e movimentação espacial dessa espécie é fundamental não apenas para a conservação do tubarão-limão, mas também para a manutenção da funcionalidade ecológica e da sustentabilidade das atividades humanas no arquipélago.

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo principal investigar os padrões de movimentação e o uso do habitat pelo tubarão-limão (*Negaprion brevirostris*) no Arquipélago de Fernando de Noronha, com o uso de técnicas de marcação e rastreamento acústico. A partir da análise das detecções geradas por receptores submersos instalados ao redor da ilha principal, foi possível identificar áreas críticas de permanência, padrões sazonais e deslocamentos locais da espécie. Os resultados obtidos servirão de base para a formulação de medidas de manejo voltadas à conservação da espécie, à minimização de conflitos com atividades humanas — especialmente o turismo — e à sustentabilidade dos ecossistemas marinhos da região.

MATERIAL E MÉTODOS

Delineamento experimental

Local de estudo

O presente estudo foi realizado no Arquipélago de Fernando de Noronha (03°51'S; 32°25'W), situado no Oceano Atlântico Sul equatorial, a aproximadamente 360 km da costa do Rio Grande do Norte (cidade de Natal) e 545 km de Pernambuco (cidade do Recife), no nordeste do Brasil. O arquipélago é composto por 21 ilhas e ilhotas de origem vulcânica, distribuídas em uma área total de cerca de 26 km², sendo a Ilha Principal a única habitada permanentemente (IBGE, 2022; MMA, 2023).

O clima da região é tropical oceânico, com temperatura média anual do ar em torno de 25 °C e duas estações bem definidas: uma seca, de setembro a março, e uma chuvosa, de abril a agosto. A região é influenciada pela Corrente Sul Equatorial, que contribui para a dinâmica oceânica local, afetando diretamente a salinidade, temperatura e produtividade marinha (MOURA et al., 2011; BRITO et al., 2020).

A Ilha Principal (Figura 1) é geograficamente dividida em duas grandes faces: o Mar de Dentro (região sotavento), voltado para o continente sul-americano e protegido da ação direta dos ventos alísios e das ondas oceânicas; e o Mar de Fora (região barlavento), voltado para o Oceano Atlântico aberto, onde predominam ventos e correntes mais intensos vindos do leste (SILVA et al., 2015; FERREIRA et al., 2018). Essa divisão influencia significativamente a distribuição dos habitats marinhos, como recifes, costões rochosos e áreas de forrageamento, que são utilizados por diversas espécies, incluindo elasmobrânquios.

Devido à sua importância ecológica, o arquipélago é protegido por diferentes categorias de conservação, incluindo o Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha, o que o torna uma área prioritária para estudos de biodiversidade e manejo de espécies ameaçadas (ICMBio, 2023).

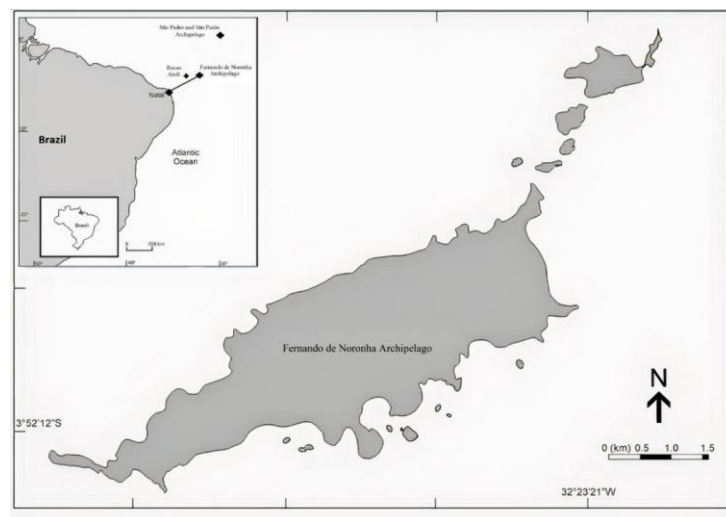


Figura 1. Localização do Arquipélago Fernando de Noronha. Fonte: Araújo, C, et al., 2023.

Procedimento de captura e marcação dos tubarões

As expedições científicas para a captura de tubarões foram realizadas entre os anos de 2021 e 2024, ocorrendo duas vezes ao ano: a primeira ao final do verão, entre os meses de

março e abril, e a segunda no início do verão, no mês de novembro. A quantidade de tubarões capturados em cada expedição foi limitada pelo número de transmissores acústicos disponíveis. As marcações tiveram como espécies-alvo os tubarões-limão; entretanto, capturas ocasionais de tubarões-lixia também ocorreram, sendo nesses casos apenas coletados os dados biométricos, com posterior devolução dos indivíduos ao ambiente natural.

Para a captura dos tubarões, foram utilizados espinhéis e linhas de espera. Os espinhéis eram compostos por dez linhas principais equipadas com anzóis do tipo circular, enquanto as linhas de espera foram distribuídas em locais previamente identificados como áreas de ocorrência de tubarões. As iscas utilizadas consistiram em peixe-rei (*Elagatis bipinnulata*), cavala (*Acanthocybium solandri*) e atum (*Thunnus* sp.). O tempo médio de permanência dos espinhéis na água foi de aproximadamente 1 hora e 45 minutos, sendo registrados os locais de lançamento e de captura.

Após a captura, os indivíduos foram conduzidos à popa da embarcação, onde a nadadeira caudal foi laçada para permitir sua contenção e posterior acomodação no convés. Durante o procedimento, os olhos dos animais foram cobertos com um pano escuro, e uma mangueira com fluxo contínuo de água do mar foi inserida na cavidade bucal, assegurando a ventilação e a respiração branquial.

Todos os tubarões foram identificados por meio da aplicação de marcas plásticas convencionais com numeração individual, possibilitando reconhecimento em eventuais recapturas. Os indivíduos foram sexados e tiveram registrados o comprimento total (CT), furcal (CF), pré-caudal (CPC) e interdorsal (ID). Nos machos, também foi mensurado o comprimento dos cláspers (CC).

Para a implantação cirúrgica do transmissor acústico, cada tubarão foi posicionado em decúbito dorsoventral, expondo a cavidade peritoneal. Foi realizada uma incisão de aproximadamente 5 cm, localizada alguns centímetros anteriormente à nadadeira pélvica, por onde foi inserido um transmissor acústico codificado modelo Vemco V16 (Vemco, Canadá). Em seguida, a incisão foi devidamente suturada, e os animais foram liberados ao ambiente natural. Todos os transmissores foram previamente testados quanto ao seu funcionamento, comprovando sua capacidade de detecção por receptores acústicos.

Todos os procedimentos foram conduzidos de acordo com métodos e técnicas adequadas, em conformidade com as normas do Conselho Nacional de Controle de

Experimentação Animal (CONCEA), e aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal Rural de Pernambuco (CEUA/UFRPE).

Matriz de Receptores Acústicos

Para a detecção dos transmissores acústicos, foi previamente instalado um conjunto de 16 receptores VR2W (Vemco, Canadá) no entorno do Arquipélago de Fernando de Noronha, posicionados de forma estratégica em profundidades variando entre 3 e 33 metros. Desses, seis receptores (01–06) foram alocados na região do Mar de Dentro, enquanto nove receptores foram instalados na região do Mar de Fora (07 – 15) (Figura 2).

Todos os receptores apresentavam capacidade de detectar indivíduos marcados com transmissores acústicos a distâncias de até aproximadamente 600 m, registrando e armazenando informações referentes à identificação do transmissor, bem como à data e ao horário de cada detecção.

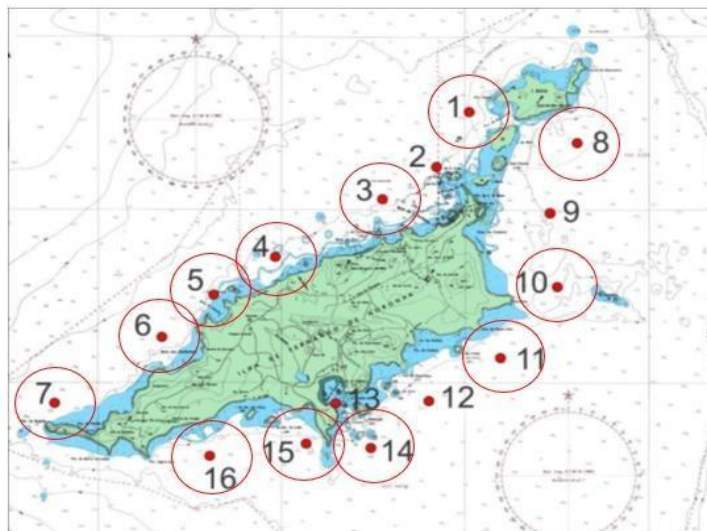


Figura 2. Localização dos receptores acústicos ativos (circulado) e inativos ao redor do Arquipélago Fernando de Noronha. Fonte: Ecotuba., 2022.

O processamento e a organização dos dados de telemetria acústica foram realizados por meio do software **Fathom Central** (Vemco/Innovasea), uma plataforma desenvolvida especificamente para o gerenciamento, visualização e análise de dados provenientes de transmissores e receptores acústicos. O Fathom Central permite a integração das informações de detecção, incluindo identificação do transmissor, data,

OLIVEIRA, C. V. N. Estudo da migração de *Negaprion brevirostris* (Poey, 1868) No Ar...

horário e receptor responsável pelo registro, possibilitando uma avaliação detalhada dos padrões espaço-temporais de movimentação dos indivíduos monitorados.

Neste estudo, o Fathom Central foi utilizado para importar os dados brutos obtidos a partir dos receptores acústicos submersos distribuídos ao redor da ilha principal do Arquipélago de Fernando de Noronha. Após a importação, os dados passaram por procedimentos de filtragem e validação, visando a remoção de registros inconsistentes ou espúrios, garantindo maior confiabilidade às análises subsequentes. Em seguida, foram gerados resumos temporais e espaciais das detecções, permitindo a quantificação do número de registros por indivíduo, por receptor e ao longo do período de monitoramento.

A plataforma também foi empregada para a visualização gráfica das detecções ao longo do tempo, bem como para a identificação de padrões de permanência, ausência e deslocamento dos indivíduos entre diferentes pontos da rede de receptores. Essas informações serviram de base para a avaliação da fidelidade espacial ao arquipélago, da intensidade de uso do habitat e dos deslocamentos locais dos tubarões-limão (*Negaprion brevirostris*), cujos resultados foram posteriormente organizados em tabelas e figuras para interpretação ecológica e discussão.

RESULTADOS

Resultados gerais

Durante o período analisado neste estudo, compreendido entre janeiro de 2021 e dezembro de 2024, foram avaliados cinco tubarões-limão que receberam os transmissores acústicos, totalizando 33.934 registros de detecção (Tabela 1).

Tabela 1 – Detecções de Tubarão Limão no arquipélago de Fernando de Noronha

Indivíduo	Transmissor Acústico	Primeira detecção	Última detecção	Total detecções
LIM1	A69-1602-19614	03/02/2022 (Sancho)	31/12/2024 (Sapata)	11.993
LIM2	A69-1602-19609	01/01/2022 (Leão-Caracas)	26/04/2023 (Sueste)	7.632

LIM3	A69-9001-51240	22/07/2024 (Pedras Secas)	31/12/2024 (Sapata)	7.559
LIM4	A69-9001-51235	27/07/2024 (Baía dos golfinhos)	31/12/2024 (Sancho)	5.025
LIM5	A69-1602-19608	01/01/2022 (Leão-Caracas)	24/07/2024 (Sueste)	1.725

Fonte: O autor.

A ampla distribuição espacial das detecções, registradas por 13 receptores ao redor da ilha, indica uma utilização recorrente do Arquipélago como habitat por tubarões-limão, corroborando a hipótese de que a área desempenha papel ecológico relevante para a espécie. Além disso, a presença dos indivíduos em múltiplos pontos de monitoramento sugere padrões de deslocamento e migração ao redor da ilha.

A maior concentração de detecções foi registrada no receptor localizado na **Praia do Sancho** (Figura 3), bem como ao longo da faixa costeira que se estende do **Sueste** até **Leão-capim-açu** (Figuras 4 e 5), indicando áreas de maior permanência e trânsito dos indivíduos monitorados.

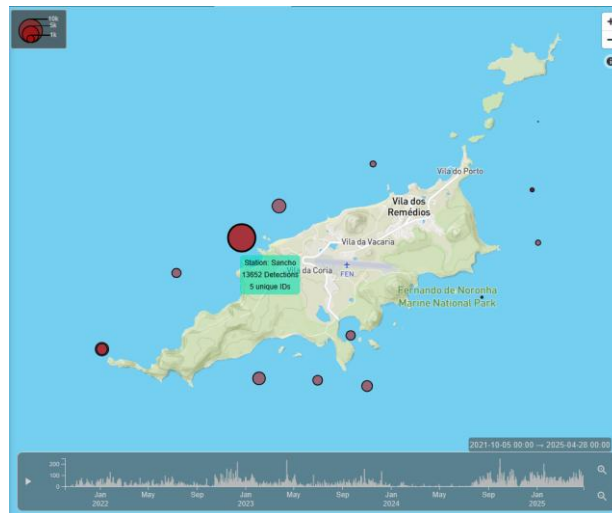


Figura 3. Número de detecções no transmissor localizado na praia do Sancho no Arquipélago Fernando de Noronha.

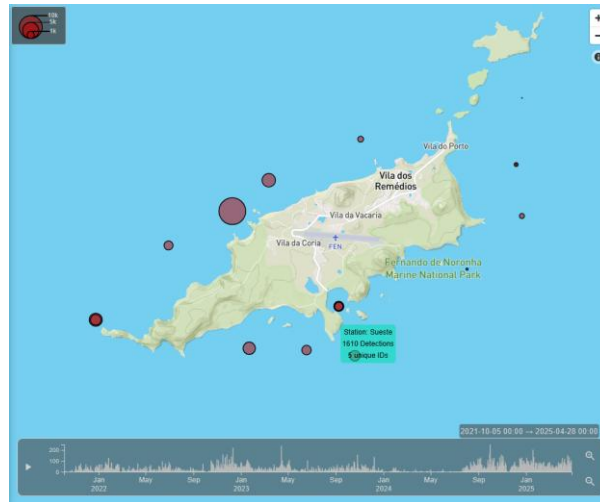


Figura 4. Número de detecções no transmissor localizado na praia do Sueste no Arquipélago Fernando de Noronha.

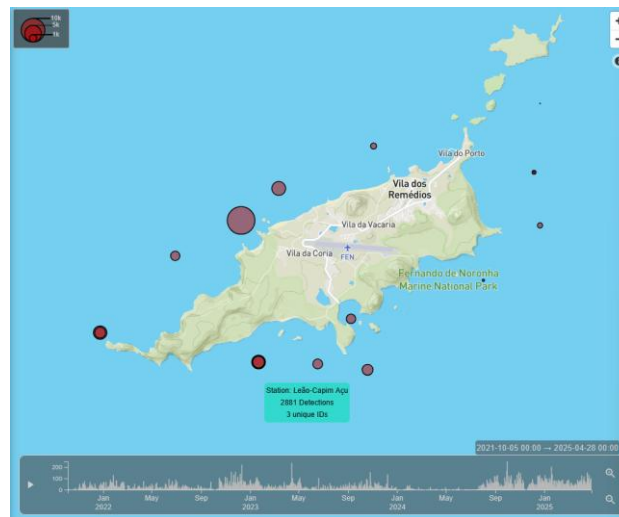


Figura 5. Número de detecções no transmissor localizado no Leão-Capim Açú no Arquipélago Fernando de Noronha.

Uso do habitat

A análise das detecções acústicas dos cinco tubarões-limão monitorados evidenciou padrões distintos de uso do habitat ao redor do Arquipélago de Fernando de Noronha, indicando tanto áreas de maior permanência quanto deslocamentos ao longo da ilha (Tabela 1).

O indivíduo **LIM1** apresentou o maior número total de detecções (11.993), com registros contínuos entre fevereiro de 2022 e dezembro de 2024. A distribuição espacial evidenciou uma área de vida bem definida e predominantemente costeira, com maior intensidade de uso nas proximidades da Praia do Sancho e da Sapata (Figura 6). Esse padrão indica elevada fidelidade ao habitat e permanência prolongada nessas localidades, sugerindo que a região norte e seus setores adjacentes desempenham papel central no uso espacial do indivíduo.

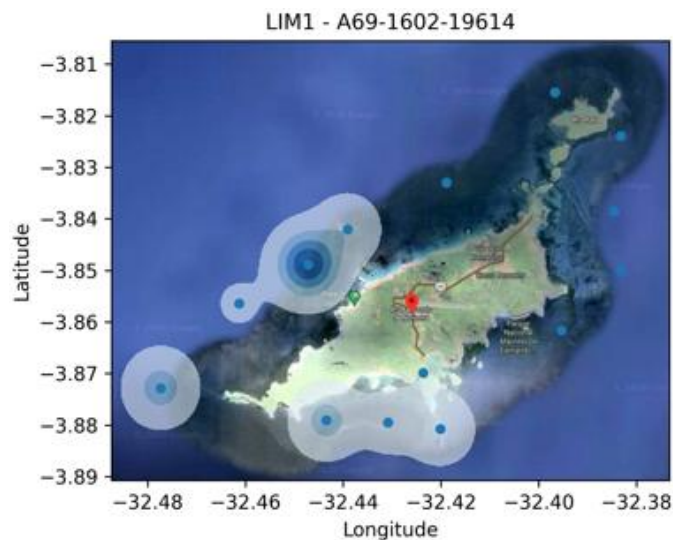


Figura 6. Área de vida do tubarão-limão LIM1 (*Negaprion brevirostris*) no Arquipélago de Fernando de Noronha, estimada a partir de dados de telemetria acústica.

O **LIM2** foi monitorado entre janeiro de 2022 e abril de 2023, totalizando 7.632 detecções. Sua área de vida apresentou maior amplitude espacial quando comparada à de alguns outros indivíduos, abrangendo trechos da região norte e da porção leste da ilha (Figura 7). Esse padrão indica deslocamentos ao longo da faixa costeira e sugere conectividade entre diferentes setores do arquipélago, caracterizando um comportamento de movimentação costeira recorrente.

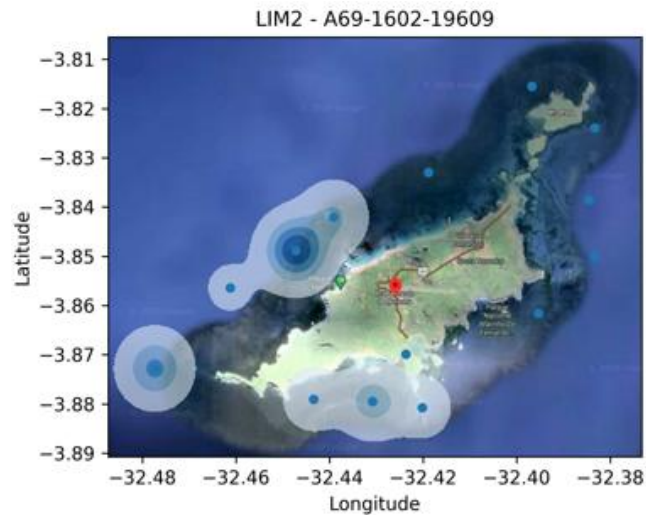


Figura 7. Área de vida do tubarão-limão LIM2 (*Negaprion brevirostris*) no Arquipélago de Fernando de Noronha.

O indivíduo **LIM3**, apesar do período de monitoramento mais curto — entre julho e dezembro de 2024 —, registrou elevado número de detecções (7.559). A área de vida revelou forte concentração em setores específicos, especialmente entre Pedras Secas e Sapata (Figura 8), indicando uso intensivo dessas áreas em um intervalo temporal reduzido. Esse padrão sugere a existência de zonas preferenciais de permanência, possivelmente associadas à disponibilidade de recursos ou condições ambientais favoráveis.

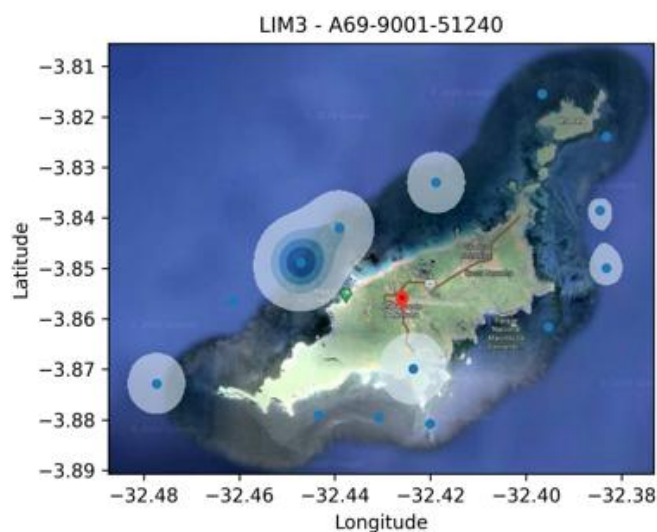


Figura 8. Área de vida do tubarão-limão LIM2 (*Negaprion brevirostris*) no Arquipélago de Fernando de Noronha.

O **LIM4** apresentou 5.025 detecções entre julho e dezembro de 2024, com área de vida claramente concentrada na região norte do arquipélago (Figura 9). A maior intensidade espacial próxima à Baía dos Golfinhos e à Praia do Sancho indica uso preferencial dessa faixa costeira, reforçando a importância ecológica desse setor como habitat funcional para a espécie.

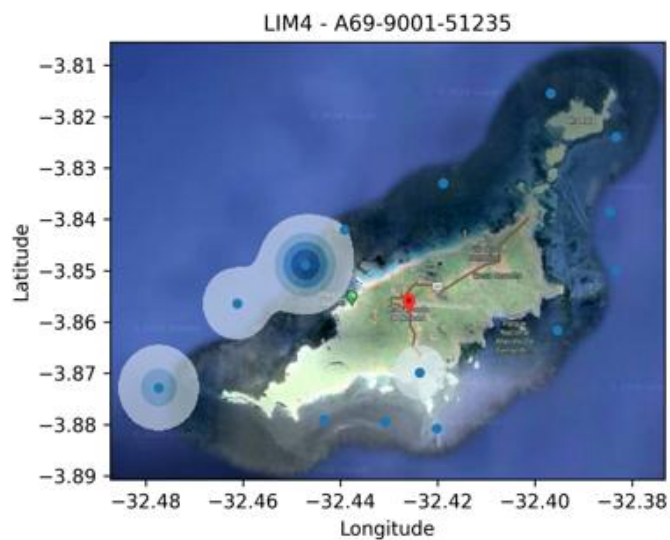


Figura 9. Área de vida do tubarão-limão LIM2 (*Negaprion brevirostris*) no Arquipélago de Fernando de Noronha.

Por fim, o **LIM5** apresentou o menor número de detecções (1.725), com registros entre janeiro de 2022 e julho de 2024. Sua área de vida mostrou-se mais difusa e espacialmente ampla ao longo da zona costeira (Figura 10), sugerindo menor fidelidade a áreas específicas e maior mobilidade em comparação aos demais indivíduos. Esse padrão pode indicar exploração de diferentes setores do arquipélago ou utilização de áreas além da cobertura da rede de receptores.

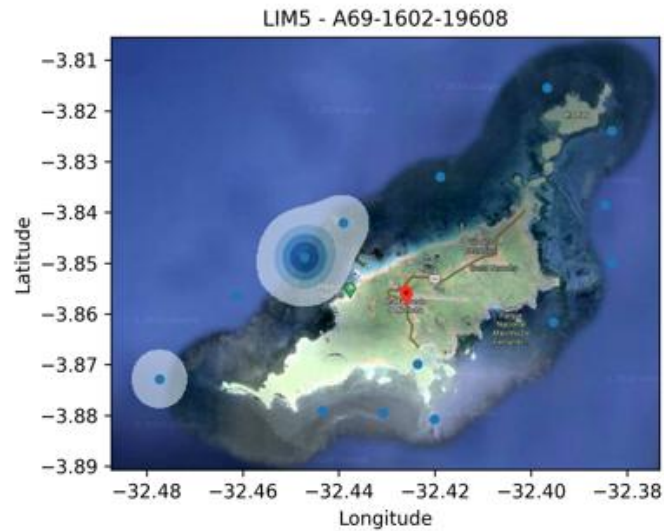


Figura 10. Área de vida do tubarão-limão LIM2 (*Negaprion brevirostris*) no Arquipélago de Fernando de Noronha.

De forma geral, os resultados corroboram a utilização recorrente do Arquipélago de Fernando de Noronha como habitat por tubarões-limão, evidenciando tanto áreas de maior fidelidade quanto padrões de deslocamento ao redor da ilha, com destaque para a região norte como área de uso frequente por múltiplos indivíduos.

Deslocamento

A distribuição temporal das detecções acústicas ao longo do período analisado evidencia padrões claros de uso do espaço e deslocamento dos tubarões-limão entre os diferentes receptores instalados ao redor da ilha. Observa-se que alguns receptores apresentaram detecções recorrentes e contínuas ao longo de meses ou anos, enquanto outros registraram eventos pontuais, sugerindo diferenças entre áreas de permanência e áreas de passagem (Figura 11).

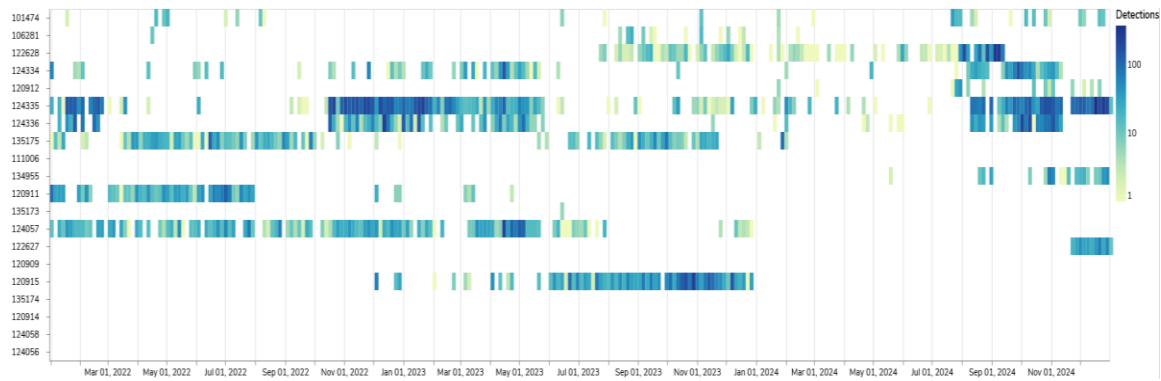


Figura 11. Análise de detecções por receptor a partir do Software Fathom Central.

Receptores como 124335 (Sancho), 124336 (Cacimba), 124057 (Sapata) e 135175 (Caracas) apresentaram longos períodos de detecções contínuas, com elevada intensidade ao longo de 2022 e 2023. Esse padrão indica forte fidelidade dos indivíduos a essas áreas, caracterizando-as como zonas de uso frequente e possível permanência prolongada. A recorrência das detecções nesses receptores sugere que tais regiões desempenham papel relevante como habitat para os tubarões-limão.

Em contraste, receptores como 101474 (Pedras Secas), 106281 (Frade) e 122628 (Sueste) apresentaram registros mais esparsos e descontínuos ao longo do tempo, indicando que essas áreas foram utilizadas principalmente como corredores de deslocamento ou áreas de passagem ocasional, em vez de locais de permanência contínua.

Ao longo de 2023, observa-se um aumento significativo na intensidade das detecções em receptores como 120915 (Leão-Capim Açú), 122627 (Sapata) e 135174 (Canal da Rata), com registros concentrados em janelas temporais específicas. Esse padrão sugere deslocamentos direcionais dos indivíduos, possivelmente associados a variações sazonais, disponibilidade de recursos ou comportamentos reprodutivos.

Durante 2024, nota-se uma redistribuição das detecções, com maior concentração em receptores como 124335 (Sancho), 135174 (Canal da Rata) e 134955 (Morro do Meio), enquanto outros receptores apresentaram redução ou ausência de registros. Essa mudança espacial reforça a ideia de movimentação ao redor da ilha e indica que o uso do habitat pelos tubarões-limão não é homogêneo ao longo do tempo.

A análise das captações demonstra que os tubarões-limão utilizam amplamente a área costeira monitorada, alternando períodos de alta permanência em determinados setores com deslocamentos entre diferentes regiões da ilha. Esse padrão corrobora a hipótese de que o Arquipélago funciona tanto como habitat essencial quanto como área de movimentação e conectividade espacial para a espécie, evidenciando comportamento migratório em escala local ao redor da ilha.

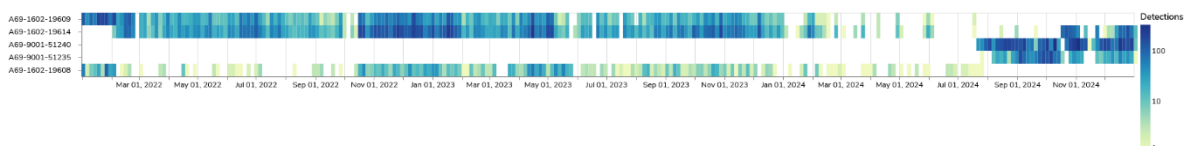


Figura 12. Padrão temporal de detecções por transmissor acústico dos tubarões-limão

A análise temporal das detecções acústicas por transmissor (Figura 12) revelou diferenças nos padrões de permanência e movimentação entre os cinco tubarões-limão monitorados, considerando o período de marcação de cada indivíduo. Observou-se que alguns tubarões apresentaram detecções contínuas ao longo de extensos intervalos temporais, enquanto outros exibiram registros concentrados em janelas específicas, refletindo diferenças tanto no tempo de monitoramento quanto no uso do habitat.

A síntese temporal e a intensidade das detecções acústicas por indivíduo estão apresentadas na **Tabela 2**, evidenciando diferenças nos padrões de permanência e uso do habitat entre os tubarões-limão monitorados.

Tabela 2 – Síntese temporal e intensidade de detecções por indivíduo.

Indivíduo	Transmissor	Período de detecção	Continuidade	Intensidade relativa	Interpretação ecológica
LIM1	A69-1602-19614	2022–2024	Alta	Muito alta	Forte fidelidade ao arquipélago, longos períodos de permanência
					Uso recorrente por período

LIM2	A69-1602-19609	2022–2023	Moderada	Alta	específico, seguida de emigração
LIM3	A69-9001-51240	2024	Alta (curto prazo)	Alta	Uso intenso imediato após marcação
LIM4	A69-9001-51235	2024	Alta (curto prazo)	Moderada–Alta	Possível estabelecimento temporário
LIM5	A69-1602-19608	2022–2024	Baixa	Baixa	Maior mobilidade ou uso de áreas fora da cobertura

Fonte: O autor.

A **Tabela 3** sintetiza o grau de fidelidade espacial dos tubarões-limão ao Arquipélago de Fernando de Noronha, evidenciando diferenças interindividuais quanto ao tempo de permanência e intensidade de uso da área.

Tabela 3 – Grau de fidelidade espacial ao Arquipélago.

Indivíduo	Fidelidade espacial	Tempo de permanência	Padrão geral
LIM1	Muito alta	Longo	Residente
LIM2	Moderada	Médio	Residente temporário
LIM3	Moderada–Alta	Curto	Uso sazonal
LIM4	Moderada	Curto	Uso temporário

LIM5	Baixa	Irregular	Altamente móvel
------	-------	-----------	-----------------

Fonte: O autor.

Os resultados evidenciam heterogeneidade nos padrões individuais de uso do habitat, demonstrando que, embora o Arquipélago de Fernando de Noronha funcione como área de ocorrência recorrente para tubarões-limão, os indivíduos diferem quanto ao grau de fidelidade espacial, tempo de permanência e intensidade de uso do ambiente ao longo do tempo.

DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo demonstram que o Arquipélago de Fernando de Noronha constitui um habitat de uso recorrente para o tubarão-limão (*Negaprion brevirostris*), caracterizado tanto por áreas de permanência prolongada quanto por deslocamentos ao redor da ilha. A distribuição espacial das detecções evidencia que, embora os indivíduos utilizem amplamente o entorno do arquipélago, essa ocupação ocorre predominantemente na faixa costeira, indicando uma forte associação com ambientes rasos e protegidos. Esse padrão reforça a relevância ecológica da área no contexto regional e é consistente com estudos prévios que descrevem elevada fidelidade espacial da espécie a habitats costeiros específicos (Morrissey & Gruber, 1993; Gruber et al., 1988).

A concentração das detecções em determinados setores, especialmente na região norte do arquipélago (Mar de Dentro), evidencia a existência de áreas preferenciais de uso do habitat. Ambientes costeiros protegidos, recifais e de menor profundidade são frequentemente utilizados por *N. brevirostris* devido à elevada disponibilidade de presas, menor gasto energético e maior estabilidade ambiental (Compagno, 1984; Heithaus et al., 2006). Essas áreas funcionam como zonas estratégicas para atividades essenciais, como forrageamento, descanso e interações intraespecíficas, o que explica a maior intensidade de registros em localidades como Praia do Sancho, Sapata e Leão–Caracas.

Apesar da fidelidade observada a áreas específicas, os dados também evidenciam deslocamentos frequentes dos indivíduos entre diferentes setores do arquipélago. A presença de áreas-núcleo interligadas por zonas de menor intensidade de uso sugere que os tubarões-limão realizam migração em escala local, utilizando determinados trechos como corredores de conectividade espacial. Esse comportamento é amplamente descrito para elasmobrânquios costeiros, que combinam permanência em habitats favoráveis com deslocamentos regulares entre áreas adjacentes, muitas vezes associados à disponibilidade de recursos, condições ambientais ou ciclos reprodutivos (Simpfendorfer et al., 2002; Papastamatiou et al., 2013; Knip et al., 2012).

A análise individual revelou heterogeneidade nos padrões de uso do habitat, com alguns indivíduos apresentando maior fidelidade espacial e outros exibindo comportamento mais móvel. Essa variação é considerada comum em predadores de topo e pode refletir diferenças ontogenéticas, comportamentais ou ambientais (Bolnick et al., 2003; Jacoby et al., 2015). Ainda assim, mesmo os indivíduos com maior mobilidade mantiveram associação com a zona costeira, reforçando o papel do arquipélago como ambiente funcional dentro do ciclo de vida da espécie.

Os indivíduos marcados mais recentemente apresentaram altas taxas de detecção logo após a marcação, indicando rápida incorporação da área monitorada ao seu uso espacial. Esse padrão sugere que Fernando de Noronha não atua apenas como área de passagem ocasional, mas como um habitat efetivamente utilizado pelos indivíduos, corroborando estudos que apontam a importância de ilhas oceânicas como habitats-chave para grandes predadores marinhos (Heupel et al., 2019).

Os resultados sustentam a hipótese de que o Arquipélago de Fernando de Noronha funciona simultaneamente como habitat essencial e como área de conectividade para *Negaprion brevirostris*, desempenhando papel relevante em diferentes etapas do ciclo de vida da espécie. A utilização recorrente da zona costeira e de ambientes recifais sugere que o arquipélago pode atuar como área importante para alimentação, crescimento e, potencialmente, para processos reprodutivos, conforme descrito para a espécie em outros sistemas tropicais.

Nesse contexto, a presença contínua de indivíduos ao longo de múltiplos anos reforça a importância ecológica do tubarão-limão em Noronha, não apenas como predador de topo responsável pela regulação das cadeias tróficas locais, mas também como componente estrutural da dinâmica ecológica do ecossistema marinho. Esses resultados evidenciam a necessidade de estratégias de manejo que reconheçam Fernando de Noronha como área-chave para a conservação da espécie, especialmente diante da intensa atividade turística e do aumento das interações entre tubarões e humanos (MacNeil et al., 2020; Dulvy et al., 2021).

CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que o Arquipélago de Fernando de Noronha exerce papel fundamental como habitat para o tubarão-limão (*Negaprion brevirostris*), sendo utilizado de forma recorrente por indivíduos monitorados ao longo de diferentes períodos. A elevada quantidade de detecções, distribuídas espacialmente por grande parte da área costeira monitorada, evidencia que a espécie utiliza o arquipélago não apenas como área de passagem, mas como um ambiente funcional para sua permanência e atividades ecológicas essenciais.

Os resultados indicaram a existência de áreas de maior uso e fidelidade espacial, especialmente na região norte da ilha, associadas a ambientes costeiros protegidos e recifais. Paralelamente, os padrões de detecção revelaram deslocamentos frequentes ao redor da ilha, caracterizando migração em escala local e destacando a importância da conectividade entre diferentes setores do arquipélago para a espécie.

A análise individual dos padrões de movimentação evidenciou heterogeneidade comportamental entre os tubarões monitorados, com variações no grau de permanência e mobilidade espacial. Essa diversidade de estratégias reforça a complexidade do uso do habitat por *N. brevirostris* e destaca a necessidade de abordagens de manejo que considerem tanto áreas-núcleo quanto corredores de movimentação.

O uso da telemetria acústica, aliado a métodos não letais de captura e marcação, mostrou-se uma ferramenta eficaz para a investigação dos padrões espaciais e temporais

OLIVEIRA, C. V. N. Estudo da migração de *Negaprion brevirostris* (Poey, 1868) No Ar... do tubarão-limão em áreas protegidas. Os dados obtidos fornecem subsídios relevantes para a conservação da espécie e para o aprimoramento de estratégias de manejo no Arquipélago de Fernando de Noronha, especialmente no contexto de intensa atividade turística e de potenciais interações entre tubarões e seres humanos.

Por fim, este estudo reforça a importância de Fernando de Noronha como área prioritária para a conservação de grandes predadores marinhos no Atlântico Sul, contribuindo para o avanço do conhecimento sobre a ecologia espacial do tubarão-limão e fornecendo bases científicas para ações de gestão voltadas à sustentabilidade dos ecossistemas marinhos da região.

REFERÊNCIAS

Poey, F. (1868). Repertorio físico-natural de la Isla de Cuba. *Repertorio Físico-Natural de la Isla de Cuba*, 2, 373-417.

Bonnaterre, P. J. (1788). *Tableau encyclopédique et méthodique des trois règnes de la nature, Ichthyologie*. Paris: Panckoucke. 215 p.

Poey, F. (1876). Poissons nouveaux ou peu connus de l'Île de Cuba. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, 5, 131-151.

BRASIL. Decreto n. 96.693, de 14 de setembro de 1988. Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha. Brasília, DF, setembro 1988.

LEITE, I. S.; HAIMOVICI, M. Biodiversidade e habitat dos polvos de águas rasas das ilhas oceânicas do nordeste brasileiro. In: MOHR, L. V.; CASTRO, J. W. A.; COSTA, P. M. S. (editores). *Ilhas oceânicas brasileiras: da pesquisa ao manejo II*. Brasília, DF: MMA-SBF, 2006. p. 199-214.

SANDIN, S. A.; ZGLICZYNSKI, B. J. Inverted trophic pyramids. In: MORA, C. (Ed.). *Ecology of fishes on coral reefs*. Cambridge University Press, 2015, pp. 247-251.

MOURIER, J. et al. Extreme inverted trophic pyramid of Reef sharks supported by spawning groupers. *Current Biology*, v. 26, p. 2011-2016, 2016.

STEVENS, J. D.; BONFIL, R.; DULVY, N. K.; WALKER, P. A. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*, v. 57, n. 3, p. 476-494, 2000.

ROBBINS, W. D.; HISANO, M.; CONNOLLY, S. R.; CHOAT, J. H. Ongoing collapse of coral-reef shark populations. *Current Biology*, v. 16, n. 23, p. 2314-2319, 2006.

FERRETTI, F.; WORM, B.; BRITTEN, G. L.; HEITHAUS, M. R.; LOTZE, H. K. Patterns and ecosystem consequences of shark declines in the ocean. *Ecology Letters*, v. 13, n. 8, p. 1055-1071, 2010.

- OLIVEIRA, C. V. N. Estudo da migração de *Negaprion brevirostris* (Poey, 1868) No Ar...
- MYERS, R. A.; BAUM, J. K.; SHEPHERD, T. D.; POWERS, S. P.; PETERSON, C. H. Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. *Science*, v. 315, n. 5820, p. 1846-1850, 2007.
- SIMPFENDORFER, C. A. et al. Widespread diversity deficits of coral reef sharks and rays. *Science*, v. 380, p. 1155-1160, 2023.
- MACNEIL, M. A. et al. Global status and conservation potential of reef sharks. *Nature*, v. 583, p. 801-806, 2020.
- DULVY, N. K. et al. Overfishing drives over one-third of all sharks and rays toward a global extinction crisis. *Current Biology*, v. 31, p. 4773-4787, 2021.
- WARD-PAIGE, C. A.; WORM, B. Global evaluation of shark sanctuaries. *Global Environmental Change*, v. 47, p. 174-189, 2017.
- CASTRO, J. *The Sharks of North American Waters*. College Station: Texas A&M University Press, 1983.
- SIMPFENDORFER, C. A.; MILWARD, N. E. Utilization of a tropical bay as nursery area by sharks of the families Carcharhinidae e Sphyrnidae. *Environmental Biology of Fishes*, v. 37, p. 337-345, 1993.
- COMPAGNO, L. J. V. FAO Species Catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 2 - Carcharhiniformes. FAO Fish. Synop., v. 125, n. 4/2, p. 251-655. Rome: FAO, 1984.
- VÉRAS, D. P.; TOLOTTI, M. T. *Guia para identificação de peixes do Atol das Rocas*. Recife: Sem editora, 2011.
- DIEGUEZ LEUZINGER, Márcia; CAMPANHA SANTANA, Paulo; RAQUEL DE SOUZA, Lorene. **Áreas de proteção ambiental**: desafio do desenvolvimento territorial sustentável. Brasília: instituto CEUB de pesquisa e desenvolvimento, 2018. 349 p. ISBN 978-85-61990-98-5.
- INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). *Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental de Fernando de Noronha – Rocas – São Pedro e São Paulo*. Brasília, 2017.
- UNESCO. *Fernando de Noronha and Atol das Rocas Reserves*. Disponível em: <<https://whc.unesco.org/en/list/1000>>. Acesso em: 17 jul. 2024.
- FERREIRA, L. M.; JESUS, F.; SILVA, H. A. *Plano de manejo do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha*. IBAMA/FUNATURA, 253 p., 1990.
- GARLA, R. C. et al. Fernando de Noronha as an insular nursery area for lemon sharks (*Negaprion brevirostris*) and nurse sharks (*Ginglymostoma cirratum*) in the equatorial Western Atlantic Ocean. *Marine Biodiversity Records*, Cambridge, v. 2, p. 1–5, 2009. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/marine-biodiversity-records/article/abs/fernando-de-noronha-as-an-insular-nursery-area-for-lemon-sharks-negaprion-brevirostris-and-nurse-sharks-ginglymostoma-cirratum-in-the-equatorial-western-atlantic-ocean/F20C65639EAD6861498601C9AF5A17E6>. Acesso em: 29 jul. 2025.

OLIVEIRA, C. V. N. Estudo da migração de *Negaprion brevirostris* (Poey, 1868) No Ar...

LESSA, R. et al. Observações sobre comportamento de acasalamento do tubarão-limão em Fernando de Noronha: evidências de uso de habitat por adultos. *Revista de Biologia Tropical*, San José, v. 70, n. 1, p. 702–712, 2022. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/449/44971236038/movil/>. Acesso em: 29 jul. 2025.

NORONHA ISRA PROJECT. Shark aggregations and feeding behavior in shallow beaches of Fernando de Noronha. *Shark Ray Areas*, 2025. Disponível em: <https://sharkrayareas.org/portfolio-item/noronha-isra/>. Acesso em: 29 jul. 2025.

BRITO, A. C.; ALMEIDA, M. G.; SILVA, T. C. et al. **Oceanographic and biological processes of Fernando de Noronha Archipelago, Brazil.** *Continental Shelf Research*, v. 206, 2020.

FERREIRA, C. E. L. et al. **Benthic composition and reef fish assemblages of Brazilian offshore archipelagos.** *Marine Biodiversity*, v. 48, p. 727–738, 2018.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Fernando de Noronha – Aspectos territoriais e geográficos.** Rio de Janeiro, 2022.

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de Manejo do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha.** Brasília, 2023.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Unidades de Conservação: Fernando de Noronha.** Brasília, 2023.

MOURA, R. L. et al. **Ecological and oceanographic processes structuring reef fish assemblages across the South Atlantic.** *Journal of Fish Biology*, v. 79, n. 6, p. 1441–1461, 2011.

SILVA, A. C. C.; MAIDA, M.; HAZIN, F. H. V. **Oceanographic and ecological characterization of Noronha's coastal environments.** *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 63, n. 4, p. 367–376, 2015.

BOLNICK, D. I. et al. The ecology of individuals: incidence and implications of individual specialization. *The American Naturalist*, v. 161, n. 1, p. 1–28, 2003.

DULVY, N. K. et al. Overfishing drives over one-third of all sharks and rays toward a global extinction crisis. *Current Biology*, v. 31, n. 21, p. 4773–4787, 2021.

GRUBER, S. H.; NELSON, D. R.; MORRISSEY, J. F. Patterns of activity and space utilization of lemon sharks. *Environmental Biology of Fishes*, v. 21, p. 201–220, 1988.

HEITHAUS, M. R. et al. Habitat use and foraging behavior of tiger sharks. *Marine Ecology Progress Series*, v. 308, p. 257–268, 2006.

HEUPEL, M. R. et al. Advances in acoustic telemetry and its application to shark ecology and management. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, v. 29, p. 1–20, 2019.

JACOBY, D. M. P. et al. Individual variation in movement ecology. *Oecologia*, v. 178, p. 1–11, 2015.

KNIP, D. M.; HEUPEL, M. R.; SIMPFENDORFER, C. A. Sharks in nearshore environments. *Marine Ecology Progress Series*, v. 460, p. 1–15, 2012.

OLIVEIRA, C. V. N. Estudo da migração de *Negaprion brevirostris* (Poey, 1868) No Ar...

MACNEIL, M. A. et al. Global status and conservation potential of reef sharks. *Nature*, v. 583, p. 801–806, 2020.

MORRISSEY, J. F.; GRUBER, S. H. Habitat selection by juvenile lemon sharks (*Negaprion brevirostris*). *Environmental Biology of Fishes*, v. 38, p. 311–319, 1993.

PAPASTAMATIOU, Y. P. et al. Telemetry reveals complex movements of sharks. *Marine Ecology Progress Series*, v. 483, p. 125–138, 2013.

SIMPFENDORFER, C. A. et al. Movements and habitat use of sharks. *Marine Biology*, v. 132, p. 665–676, 2002.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste estudo confirmam a relevância do Arquipélago de Fernando de Noronha como habitat funcional e área de conectividade espacial para o tubarão-limão (*Negaprion brevirostris*), contribuindo de forma consistente para o entendimento da ecologia espacial da espécie em áreas marinhas protegidas. A utilização de telemetria acústica permitiu identificar padrões claros de permanência e deslocamento, reforçando o papel do arquipélago na conservação de grandes predadores marinhos no Atlântico Sul.

Os achados apresentados fornecem uma base sólida para o avanço do conhecimento científico sobre a espécie na região e para o embasamento de ações de manejo e conservação. Estudos futuros, com a ampliação do monitoramento e a incorporação de novas abordagens, poderão complementar e aprofundar os resultados aqui apresentados, fortalecendo ainda mais a compreensão sobre os padrões de uso do habitat e movimentação do tubarão-limão em Fernando de Noronha.

6. REFERÊNCIAS

Poey, F. (1868). Repertorio físico-natural de la Isla de Cuba. *Repertorio Físico-Natural de la Isla de Cuba*, 2, 373-417.

Bonnaterre, P. J. (1788). *Tableau encyclopédique et méthodique des trois règnes de la nature, Ichthyologie*. Paris: Panckoucke. 215 p.

Poey, F. (1876). Poissons nouveaux ou peu connus de l'Île de Cuba. *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, 5, 131-151.

BRASIL. Decreto n. 96.693, de 14 de setembro de 1988. Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha. Brasília, DF, setembro 1988.

LEITE, I. S.; HAIMOVICI, M. Biodiversidade e habitat dos polvos de águas rasas das ilhas oceânicas do nordeste brasileiro. In: MOHR, L. V.; CASTRO, J. W. A.; COSTA, P. M. S. (editores). *Ilhas oceânicas brasileiras: da pesquisa ao manejo II*. Brasília, DF: MMA-SBF, 2006. p. 199-214.

SANDIN, S. A.; ZGLICZYNSKI, B. J. Inverted trophic pyramids. In: MORA, C. (Ed.). *Ecology of fishes on coral reefs*. Cambridge University Press, 2015, pp. 247-251.

MOURIER, J. et al. Extreme inverted trophic pyramid of Reef sharks supported by spawning groupers. *Current Biology*, v. 26, p. 2011-2016, 2016.

STEVENS, J. D.; BONFIL, R.; DULVY, N. K.; WALKER, P. A. The effects of fishing on sharks, rays, and chimaeras (chondrichthyans), and the implications for marine ecosystems. *ICES Journal of Marine Science*, v. 57, n. 3, p. 476-494, 2000.

ROBBINS, W. D.; HISANO, M.; CONNOLLY, S. R.; CHOAT, J. H. Ongoing collapse of coral-reef shark populations. *Current Biology*, v. 16, n. 23, p. 2314-2319, 2006.

FERRETTI, F.; WORM, B.; BRITTEN, G. L.; HEITHAUS, M. R.; LOTZE, H. K. Patterns and ecosystem consequences of shark declines in the ocean. *Ecology Letters*, v. 13, n. 8, p. 1055-1071, 2010.

MYERS, R. A.; BAUM, J. K.; SHEPHERD, T. D.; POWERS, S. P.; PETERSON, C. H. Cascading effects of the loss of apex predatory sharks from a coastal ocean. *Science*, v. 315, n. 5820, p. 1846-1850, 2007.

SIMPFENDORFER, C. A. et al. Widespread diversity deficits of coral reef sharks and rays. *Science*, v. 380, p. 1155-1160, 2023.

MACNEIL, M. A. et al. Global status and conservation potential of reef sharks. *Nature*, v. 583, p. 801-806, 2020.

DULVY, N. K. et al. Overfishing drives over one-third of all sharks and rays toward a global extinction crisis. *Current Biology*, v. 31, p. 4773-4787, 2021.

WARD-PAIGE, C. A.; WORM, B. Global evaluation of shark sanctuaries. *Global Environmental Change*, v. 47, p. 174-189, 2017.

CASTRO, J. *The Sharks of North American Waters*. College Station: Texas A&M University Press, 1983.

OLIVEIRA, C. V. N. Estudo da migração de *Negaprion brevirostris* (Poey, 1868) No Ar...

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

COMPAGNO, L. J. V. FAO Species Catalogue. Vol. 4. Sharks of the world. An annotated and illustrated catalogue of shark species known to date. Part 2 - Carcharhiniformes. FAO Fish. Synop., v. 125, n. 4/2, p. 251-655. Rome: FAO, 1984.

VÉRAS, D. P.; TOLOTTI, M. T. *Guia para identificação de peixes do Atol das Rocas*. Recife: Sem editora, 2011.

DIEGUEZ LEUZINGER, Márcia; CAMPANHA SANTANA, Paulo; RAQUEL DE SOUZA, Lorene. **Áreas de proteção ambiental: desafio do desenvolvimento territorial sustentável**. Brasília: instituto CEUB de pesquisa e desenvolvimento, 2018. 349 p. ISBN 978-85-61990-98-5.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). *Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental de Fernando de Noronha – Rocas – São Pedro e São Paulo*. Brasília, 2017.

UNESCO. *Fernando de Noronha and Atol das Rocas Reserves*. Disponível em: <<https://whc.unesco.org/en/list/1000>>. Acesso em: 17 jul. 2024.

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

GARLA, R. C. et al. Fernando de Noronha as an insular nursery area for lemon sharks (*Negaprion brevirostris*) and nurse sharks (*Ginglymostoma cirratum*) in the equatorial Western Atlantic Ocean. *Marine Biodiversity Records*, Cambridge, v. 2, p. 1–5, 2009. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/marine-biodiversity-records/article/abs/fernando-de-noronha-as-an-insular-nursery-area-for-lemon-sharks-negaprion-brevirostris-and-nurse-sharks-ginglymostoma-cirratum-in-the-equatorial-western-atlantic-ocean/F20C65639EAD6861498601C9AF5A17E6>. Acesso em: 29 jul. 2025.

LESSA, R. et al. Observações sobre comportamento de acasalamento do tubarão-limão em Fernando de Noronha: evidências de uso de habitat por adultos. *Revista de Biología Tropical*, San José, v. 70, n. 1, p. 702–712, 2022. Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/449/44971236038/movil/>. Acesso em: 29 jul. 2025.

NORONHA ISRA PROJECT. Shark aggregations and feeding behavior in shallow beaches of Fernando de Noronha. *Shark Ray Areas*, 2025. Disponível em: <https://sharkrayareas.org/portfolio-item/noronha-isra/>. Acesso em: 29 jul. 2025.

BRITO, A. C.; ALMEIDA, M. G.; SILVA, T. C. et al. **Oceanographic and biological processes of Fernando de Noronha Archipelago, Brazil**. *Continental Shelf Research*, v. 206, 2020.

FERREIRA, C. E. L. et al. **Benthic composition and reef fish assemblages of Brazilian offshore archipelagos**. *Marine Biodiversity*, v. 48, p. 727–738, 2018.

OLIVEIRA, C. V. N. Estudo da migração de *Negaprion brevirostris* (Poey, 1868) No Ar...

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Fernando de Noronha – Aspectos territoriais e geográficos**. Rio de Janeiro, 2022.

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Plano de Manejo do Parque Nacional Marinho de Fernando de Noronha**. Brasília, 2023.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Unidades de Conservação: Fernando de Noronha**. Brasília, 2023.

MOURA, R. L. et al. **Ecological and oceanographic processes structuring reef fish assemblages across the South Atlantic**. *Journal of Fish Biology*, v. 79, n. 6, p. 1441–1461, 2011.

SILVA, A. C. C.; MAIDA, M.; HAZIN, F. H. V. **Oceanographic and ecological characterization of Noronha's coastal environments**. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 63, n. 4, p. 367–376, 2015.

BOLNICK, D. I. et al. The ecology of individuals: incidence and implications of individual specialization. *The American Naturalist*, v. 161, n. 1, p. 1–28, 2003.

DULVY, N. K. et al. Overfishing drives over one-third of all sharks and rays toward a global extinction crisis. *Current Biology*, v. 31, n. 21, p. 4773–4787, 2021.

GRUBER, S. H.; NELSON, D. R.; MORRISSEY, J. F. Patterns of activity and space utilization of lemon sharks. *Environmental Biology of Fishes*, v. 21, p. 201–220, 1988.

HEITHAUS, M. R. et al. Habitat use and foraging behavior of tiger sharks. *Marine Ecology Progress Series*, v. 308, p. 257–268, 2006.

HEUPEL, M. R. et al. Advances in acoustic telemetry and its application to shark ecology and management. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, v. 29, p. 1–20, 2019.

JACOBY, D. M. P. et al. Individual variation in movement ecology. *Oecologia*, v. 178, p. 1–11, 2015.

KNIP, D. M.; HEUPEL, M. R.; SIMPFENDORFER, C. A. Sharks in nearshore environments. *Marine Ecology Progress Series*, v. 460, p. 1–15, 2012.

MACNEIL, M. A. et al. Global status and conservation potential of reef sharks. *Nature*, v. 583, p. 801–806, 2020.

MORRISSEY, J. F.; GRUBER, S. H. Habitat selection by juvenile lemon sharks (*Negaprion brevirostris*). *Environmental Biology of Fishes*, v. 38, p. 311–319, 1993.

PAPASTAMATIOU, Y. P. et al. Telemetry reveals complex movements of sharks. *Marine Ecology Progress Series*, v. 483, p. 125–138, 2013.

SIMPFENDORFER, C. A. et al. Movements and habitat use of sharks. *Marine Biology*, v. 132, p. 665–676, 2002.