III CONGRESSO INTERNACIONAL DE **GESTÃO E TECNOLOGIAS** COINTER - PDVGT 2019

INFLUÊNCIA DO CAMPO MAGNÉTICO NATURAL TERRESTRE NA MIGRAÇÃO DAS TARTARUGAS MARINHAS DA PRAIA DE INTERMARES, CABEDELO - PB.

INFLUENCIA DEL CAMPO MAGNÉTICO TERRESTRE NATURAL EN LA MIGRACIÓN DE TORTUGAS MARINAS DE LA PLAYA DE INTERMARES, CABEDELO - PB.

INFLUENCE OF THE TERRESTRIAL NATURAL MAGNETIC FIELD ON THE MIGRATION OF SEA TURTLES FROM INTERMARES BEACH, CABEDELO - PB.

Apresentação: Comunicação Oral

Michel Adelino da Silva¹; Cleomar Porto Bezerra²;

DOI:<https://doi.org/10.31692/2358-9728.VICOINTERPDVG.2019.0014>

Resumo

As tartarugas marinhas compreendem sete espécies que ocorrem no mundo todo, sendo cinco delas encontradas no Brasil: *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) (Tartaruga Oliva), *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) (Tartaruga Verde), *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) (Tartaruga-Gigante ou Tartaruga-de-couro), *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) (Tartaruga-de-Pente) e *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) (Tartaruga-cabeçuda). Estas espécies marinhas desenvolvem um ciclo de vida que envolve também a desova de ovos em praias urbanas. É evidente a grande eficiência de deslocamento dessas tartarugas marinhas, uma vez que as distâncias percorridas no meio oceânico são longas. Estes animais estão ameaçados de extinção e no litoral da Paraíba (Nordeste do Brasil) existe a ONG - Guajirú que cuida da preservação dessas espécies. A ONG - Guajirú tem como meta principal realizar o monitoramento desses indivíduos, estimando as taxas de natalidade e mortalidade nas praias urbanas da grande João Pessoa. Além disso, a ONG faz um trabalho de educação ambiental com a população local. Este estudo acadêmico teve como objetivo pesquisar o fenômeno da migração das tartarugas marinhas, suas causas e consequências, além dos problemas ambientais que impedem que estes animais completem seu ciclo de vida. Foram executadas pesquisas bibliográficas, realizadas visitas de campo, percorrendo um trecho das praias do Bessa e Intermares à procura de ninhos de desovas das tartarugas marinhas nesta região. Foram realizados também registros fotográficos nas áreas de desova. Como resultados podemos avaliar que embora o campo magnético seja uma fonte de informação muito precisa para a orientação dessas espécies e a taxa de natalidade ser elevada para as mesmas, retornam à praia poucos indivíduos, pois a maioria é vítima de problemas ambientais, como: poluição, urbanização ou fatores naturais.

¹ Eletrotécnica Integrado ao Ensino Médio, Instituto Federal da Paraíba, michel.a.s@hotmail.com.br

² Doutora, Instituto Federal da Paraíba, cleomar.ifpb.edu.br

Palavras-Chave: magnetobiologia, equilíbrio ecológico, tartarugas marinhas, Praia de Intermares, Campo magnético terrestre.

Resumen

Las tortugas marinas comprenden siete especies en todo el mundo, cinco de las cuales se encuentran en Brasil: *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) (Tortuga Olivácea), *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) (Tortuga Verde), *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) (Tortuga Laúd, Tinglar o Baula), *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) (Tortuga Carey) y *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) (Tortuga Caguama, Cayume, o Cabezona). Estas especies marinas desarrollan un ciclo de vida que también implica el desove de los huevos en las playas urbanas. La gran eficiencia del viaje de estas tortugas marinas es evidente, ya que las distancias recorridas en el océano son largas. Estos animales están en peligro de extinción y en la costa de Paraíba (noreste de Brasil) está la ONG - Guajirú que se encarga de la preservación de estas especies. La ONG - El objetivo principal de Guajirú es monitorear a estos individuos, estimando las tasas de natalidad y mortalidad en las playas urbanas del gran João Pessoa. Además, la ONG realiza trabajos de educación ambiental con la población local. Este estudio tuvo como objetivo investigar el fenómeno de la migración de las tortugas marinas, sus causas y consecuencias, así como los problemas ambientales que impiden que estos animales completen su ciclo de vida. Se llevaron a cabo investigaciones bibliográficas, se realizaron visitas de campo, recorriendo un tramo de la playa de Intermares en busca de nidos de tortugas marinas en la región. También se realizaron registros fotográficos en las zonas de desove. Como resultado, podemos evaluar que aunque el campo magnético es una fuente de información muy precisa para la orientación de estas especies y la tasa de natalidad es alta para ellos, pocos individuos regresan a la playa, ya que la mayoría son víctimas de problemas ambientales, como la contaminación, urbanización o factores naturales.

Palabras Clave: magnetobiología, equilibrio ecológico, tortugas marinas, playa de Intermares, campo magnético terrestre.

Abstract

The Sea Turtles comprise seven species in the world, five of which are found in Brazil: *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) (Olive Ridley Sea Turtle), *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) (Green Turtle), *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) (Giant or Leatherback Turtle), *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) (Hawksbill Sea Turtle) and *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) (Loggerhead Sea Turtle). These marine species develop a life cycle that also involves egg spawning on urban beaches. The great efficiency of travel of these sea turtles is evident, since the distances traveled in the ocean are long. These animals are threatened with extinction and in the coast of Paraíba (Northeast Brazil) there is the NGO - Guajirú that takes care of the preservation of these species. The NGO - Guajirú's main goal is to monitor these individuals, estimating birth and mortality rates in the urban beaches of greater João Pessoa. In addition, the NGO does environmental education work with the local population. This study aimed to investigate the phenomenon of sea turtle migration, its causes and consequences, as

well as the environmental problems that prevent these animals from completing their life cycle. Bibliographical researches were carried out, field visits were carried out, along a stretch of Intermares beach in search of nesting sites for Sea Turtles in the region. Photographic records were also made in the spawning areas. As results we can evaluate that although the magnetic field is a very accurate source of information for the orientation of these species and the birth rate is high for them, few individuals return to the beach, since most of them are victims of environmental problems such as pollution, urbanization or natural factors.

Keywords: magnetobiology, ecological balance, Seas Turtles, Intermares beach, terrestrial magnetic field.

Introdução

Essa pesquisa aborda a investigação da correlação que existe entre o campo magnético natural terrestre e a migração das Tartarugas marinhas, da praia de Intermares - Cabedelo - PB. Além disso, verificou também, através do referencial teórico e informações obtidas pela ONG (Organização Não Governamental) - Guajirú, como o campo magnético influencia no deslocamento oceânico das tartarugas marinhas que frequentam a supracitada, bem como buscou-se identificar os possíveis empecilhos para a navegação das mesmas.

As tartarugas marinhas, compreendem sete espécies no mundo, todas encontram-se em risco de extinção. Desse modo, faz-se necessário a aplicação de leis de proteção ambiental para garantir a sobrevivência dessas espécies (SILVA, 2001; MARTINS e MOLINA, 2008; TAMAR, 2017). Das sete espécies de tartarugas marinhas citadas cinco delas ocorrem no Brasil, são elas:

- a) *Lepidochelys olivacea* (também conhecida por Tartaruga-pequena no Sergipe; Xibirro; Tartaruga-oliva; Oliva na Bahia/Sergipe). Essa espécie tem uma alimentação baseada principalmente em crustáceos, moluscos, peixes e algas. Apresentando os seguintes hábitos da postura dos ovos: sem a presença de companhia, com um bando e em arribada (desovando simultaneamente um grande número de indivíduos da espécie (PLOTKIN *et al.*, 1997; HOPE, 2002);
- b) *Chelonia mydas* (chamado popularmente de Tartaruga-verde, Aruanã ou Uruanã). A espécie é herbívora e vive em pastos tropicais e subtropicais e também é encontrada nas bacias oceânicas do planeta (HIRTH, 1997). Essa espécie marinha realiza longas rotas migratórias, principalmente durante a reprodução (BJORNDAL *et al.*, 1999);

- c) *Dermochelys coriacea* (Tartaruga-Gigante; Tartaruga-de-couro; Careba-mole (ES); Careba-gigante (ES); Tartaruga-de-leste (BA), é a espécie que possui um tamanho superior ao das demais, podendo chegar até 500kg (MARTINS e MOLINA, 2008). Inclui-se na sua lista nutricional: cnidários, ctenóforos e tunicados. Ela alcança uma profundidade de 1.000 m. Percebe-se que essa espécie é apta para imersões mais profundas, comparadas com as demais espécies, tendo em vista que as outras tartarugas não chegam a 200 m (ECKERT *et al.*, 1989). As fêmeas voltam com a finalidade de desovar a cada dois ou três anos após o período reprodutivo colocando cerca de 70 a 90 ovos por desova (SPOTILA *et al.*, 2000);
- d) *Eretmochelys imbricata* (Tartaruga-de-Pente, chamada vulgarmente de Tartaruga-verdadeira no Ceará), é uma espécie que identifica-se muito com o ambiente tropical, sendo encontrada especialmente na costa do Norte-Nordeste do Brasil. Podendo ser localizada de forma mais frequente nas águas brasileiras na fase adulta e juvenil. O espaço litorâneo de postura estende-se do Espírito Santo ao Ceará. Possui comportamento noturno, todavia existe também uma rara possibilidade de haver posturas durante o dia. Consome geralmente alimentos em lugares onde dispõem de substratos duros ou zonas que tem semelhança com recifes. Faz parte da sua dieta: crustáceos, moluscos, briozoários, celenterados, ouriços, esponjas e algas (SANCHES, 1999);
- e) *Caretta caretta* (Tartaruga-cabeçuda, também conhecida por Tartaruga-mestiça na Bahia e Careba-amarela, Espírito Santo). Apresenta uma estrutura morfológica diferente das outras espécies por possuir um crânio relativamente maior comparado ao seu corpo. Sua nutrição onívora engloba crustáceos, moluscos, peixes e cnidários (DODD, 1988; MARTINS e MOLINA, 2008).

Fundamentação Teórica

Biologia das Tartarugas Marinhas

As tartarugas marinhas podem ter um ciclo de vida longo, por volta de 100 anos (GOMES *et al.*, 2006). A idade reprodutiva varia de acordo com cada espécie, a *Lepidochelys olivacea* entre 10 e 18 anos (CASTILHO *et al.*, 2011), *Chelonia mydas* entre 26 e 40 anos (ALMEIDA *et al.*, 2011a), *Dermochelys coriacea* entre 24,5 e 29 anos (ALMEIDA *et al.*,

2011b), *Eretmochelys imbricata* entre 25 e 35 anos (MARCOVALDI *et al.*, 2011) e *Caretta caretta* entre 25 e 35 anos (SANTOS *et al.*, 2011).

Além disso, as fêmeas sexualmente maduras conseguem acasalar-se por 25 horas com vários machos. Sua velhice é alcançada aos 65 anos e acompanhado a esse acontecimento, existem também poucos indivíduos chegando à idade reprodutiva (*apud* GOMES *et al.*, 2006).

Figura 1 - Maturidade Reprodutiva das Tartarugas Marinhas

Fonte: ALMEIDA *et al.*, (2011a); ALMEIDA *et al.*, (2011b); CASTILHO *et al.*, (2011); MARCOVALDI *et al.*, (2011); SANTOS *et al.*, (2011). Organização: própria (2018).

A habilidade de deslocamento que as tartarugas marinhas apresentam é de excelente precisão nas migrações transoceânicas dessas espécies (LUTZ *et al.*, 1996; HAYS e SCOTT, 2013). Existem pesquisas feitas com o DNA mitocondrial, apontando que as tartarugas marinhas migram para regiões costeiras onde nasceram com a finalidade de desovar (GOMES *et al.*, 2006). Assim, pode-se dizer que elas são capazes de realizar longas migrações, voltando para o lugar exato de onde nasceram (LOHMANN *et al.*, 2008). Isso permite o questionamento sobre a sua forma de deslocamento e a capacidade de navegação desses animais. Pois, essa forma de orientação assemelha-se muito ao das aves migratórias (SILVA, 2001).

É importante ressaltar que elas vivem praticamente todo o seu ciclo de vida na água e somente as fêmeas é que visitam as praias com o objetivo de pôr seus ovos (OLIVEIRA, 2018). Porém, ainda há muito que conhecer-se sobre a percepção do campo magnético da Terra por estas espécies marinhas.

A ação do campo magnético terrestre

A presença do campo magnético terrestre é anterior ao começo de vida na Terra, no entanto o debate em torno da relação entre organismos e campo magnético é escasso no cenário acadêmico. Uma vez que, o ambiente marinho representa cerca de 72% da superfície terrestre, e que a existência dos seres vivos iniciou-se na água, fica visível a relevância de investigar-se como o campo magnético terrestre influencia os organismos aquáticos (GONÇALVES, 2009). Sendo assim, é necessário executar também estudos sobre a forma de migração das tartarugas marinhas, as quais se aproveitam do campo magnético terrestre para realizarem grandes percursos de forma exata, retornando com enorme precisão ao local de desova.

Há muito tempo os chineses e os gregos já detinham o conhecimento sobre o magnetismo da Terra. Todavia, foram os gregos que usaram pela primeira vez o termo magnetismo. Além do que, só em 1600 é que se teve a comprovação do magnetismo terrestre nas análises do físico William Gilbert no século XV (SILVA, 2013).

Atualmente, a teoria mais aceita sobre campo magnético é que ele é derivado de uma série de fatores eletromagnéticos, os quais originam-se do interior do globo terrestre. Funcionando semelhante a um ímã, onde seus elementos de magnetização dirigem-se ao polo norte magnético, por razão da existência de materiais magnéticos, a exemplo da magnetita (Fe_3O_4) e hematita (Fe_2O_3) (GONÇALVES, 2009).

Em 1835, Carl Friedrich Gauss criou um método para medição da intensidade do campo magnético, sendo por isso homenageado com seu nome na unidade do campo magnético (SILVA, 2013).

As primeiras suposições acerca do envolvimento do geomagnetismo nos seres vivos foram em 1950, através de pesquisas com pombos. (GONÇALVES, 2009). Diante dessas descobertas, facilitou-se o entendimento sobre como funciona a orientação desses organismos em relação à sua recepção dos efeitos magnéticos.

Em 1963, o italiano Salvatore Bellini descobriu bactérias capazes de perceber a atuação de campos magnéticos (BELLINI, 1963). Posteriormente, no ano de 1975, Richard P. Blackmore encontrou em suas análises a influência do geomagnetismo nessas bactérias que se orientavam seguindo rumo ao norte geomagnético em seu experimento, nomeando as de “magnetotáticas” (BLACKMORE, 1975).

Estudos na hidrografia do Rio de Janeiro apontaram bactérias que se guiavam também através do campo magnético, uma vez que sintetizam magnetita nas suas células (BARROS e ESQUIVEL, 2000). Segundo especialistas células magnetotáticas são aquelas aptas a elaborar dentro do seu corpo citoplasmático cristais magnéticos (BARROS e ESQUIVEL, 2000).

Existem dois termos importantes que devem ainda ser evidenciados neste estudo: magnetobiologia e biomagnetismo. A magnetobiologia é a área de estudo que analisa as ações de campos magnéticos sobre os organismos bióticos. E o biomagnetismo investiga as ondas magnéticas geradas por esses organismos, bem como da composição de biomateriais que são capazes de criar campos magnéticos (ARAÚJO *et al.*, 1999; CARNEIRO *et al.*, 2000).

As migrações das tartarugas marinhas não eram bem compreendidas pelos pesquisadores, pois eles atribuíam esses fenômenos a diversos elementos como: alimentação, correntes marítimas e ventos oceânicos, sem a inclusão do campo geomagnético. Pesquisas atuais declaram que tal orientação esteja associada ao campo magnético terrestre, diante de resultados obtidos com experiências em laboratórios (LOHMANN *et al.*, 1995; AKESSON *et al.*, 2003; JOHNSEN e LOHMANN, 2008; LOHMANN *et al.*, 2008; LOHMANN *et al.*, 2012; SILVA, 2013).

É importante destacar que além das tartarugas marinhas, outros organismos, como: aves, peixes, mamíferos, anfíbios, insetos, moluscos e crustáceos, também se utilizam desse recurso para sua navegação e localização (GONÇALVES, 2009 e 2014).

Nos dias atuais, percebe-se, notadamente, a presença de mudanças ambientais, por conta da ação humana. Tais mudanças alteram o comportamento e a biologia de algumas espécies, principalmente aquelas estreitamente dependentes do campo geomagnético para orientação nas suas migrações (MASCARENHAS *et al.*, 2004; SILVA, 2013; WITHERINGTON e MARTIN, 2000). Outros fatores abióticos, como ondas sonoras, posicionamento do sol, das estrelas, ciclo lunar, sentido do vento, também influenciam na orientação de espécies dependentes de fenômenos migratórios (ABLE, 1980).

Metodologia

Dados do local

A praia de Intermares localizada na região sul de Cabedelo - PB que faz fronteira com a praia do Bessa, pertencente ao município de João Pessoa. Ambas as praias são cobertas pela vegetação de dunas típicas de ecossistemas costeiros.

Figura 2 - Localização do trecho percorrido.

Fonte: AESA/ PB (2019); PMJP (2018); IBGE (2007); BING MAPS (2019). Organização: própria (2019).

Foram realizadas pesquisas bibliográficas no período de outubro de 2017 a fevereiro de 2018. Foram executadas também visitas de campo no período de dezembro de 2017 a fevereiro de 2018, devido à informação de que, na costa brasileira, a reprodução de tartarugas marinhas estende-se de setembro a março (CAMILLO, *et al.*, 2009).

Nessas visitas foram percorridos trechos entre as praias do Bessa e de Intermares, a procura de desovas das tartarugas marinhas da região, como também foi realizado registros fotográficos do local de pesquisa. Os ninhos visualizados foram marcados pela ONG - Guajirú, que atua nessa área desde 2002, monitorando e protegendo esses ninhos. Realizam também palestras de educação ambiental, sensibilizando a comunidade local e os turistas que frequentam a praia.

O município de Cabedelo é um lugar com visão turística, onde tem sido crescente a urbanização na região. O problema da iluminação pública próximo a ecossistemas marinhos é intensificado pelas edificações. Interferindo diretamente no comportamento das tartarugas, as quais se desorientam na hora do nascimento dos filhotes, que migram em direção ao continente.

Resultados e Discussão

Ações realizadas pela ONG

É importante salientar que em meio a poluição dos mares e a fragilidade das tartarugas, a ONG - Guajirú atua com o intuito de solucionar esses problemas agindo no espaço litorâneo com o Projeto Tartarugas Urbanas.

Os ninhos das tartarugas marinhas são monitorados pela ONG - Guajirú que comunica aos interessados o horário e o local do nascimento das tartarugas através das redes sociais da ONG. Os membros da ONG realizam uma espécie de “cesariana” dos filhotes, ou seja, é antecipado o nascimento das tartarugas para evitar que elas nasçam à noite (GUAJIRÚ, 2017).

De acordo com dados da ONG - Guajirú (2017) são depositados cerca de 12 mil ovos de tartarugas por ano nas praias de João Pessoa e Cabedelo. Em cada desova tem-se em média 120 ovos. Com uma média de 76 nascimentos. Dentre as espécies que frequenta as praias estão elas: *Eretmochelys imbricata*, *Caretta caretta*, *Lepidochelys olivacea*, *Chelonia mydas*, com os seus respectivos percentuais de ovos depositados nas praias, como consta na tabela 1.

Tabela 1 - Percentual de tartarugas marinhas que depositam ovos nas praias analisadas.

Espécies	%
<i>Eretmochelys imbricata</i>	98
<i>Caretta caretta</i>	1
<i>Lepidochelys olivacea</i>	0,5
<i>Chelonia mydas</i>	0,5

Fonte: ONG - Guajirú (2017).

De acordo com Pessoa (2014) o período do verão favorece um alto pico de reprodução. Normalmente, os filhotes nascem no período noturno, uma vez que a areia está mais fria à noite do que durante dia. Além do mais, à noite, os filhotes orientam-se em direção ao oceano devido ao reflexo da lua no mar (CAMILO *et al.*, 2006).

Figura 3 - registro de uma desova com a sinalização da ONG - Guajirú para monitoramento do ninho, encontrada na visita de campo.

Fonte: própria (2017).

Ordinariamente, após a eclosão dos ovos os filhotes vão em direção ao oceano, porém com o aumento do número de construções, ou seja, da urbanização das praias, fatores como a iluminação pública traz problemas para as tartarugas, pois desorientam os filhotes, os quais acabaram de nascer, fazendo com que estes tomem a direção errada (WITHERINGTON e MARTIN, 2000; DAVIES *et al.*, 2014).

Influência magnética

De acordo com as pesquisas bibliográficas existem três tipos de propostas de como o campo geomagnético pode atuar sobre os organismos marinhos: a) relação com a proteína citocromo; b) indução eletromagnética; ou c) magnetita.

a) Relações com a proteína citocromo

Segundo Gonçalves (2009) os organismos capazes de perceber campos eletromagnéticos são os que apresentam elementos paramagnéticos em seu interior. Duran (2011) afirma que através de sinais químicos as mensagens magnéticas são recebidas dentro das células produtoras de proteínas citocromos, as quais são encarregadas de sintetizar moléculas magnetizantes. Embora esse complexo proteico tenha participação fundamental no metabolismo de organismos multicelulares, o citocromo está envolvido, principalmente, no transporte de elétrons. Ademais, de acordo com Johnsen e Lohmann (2008) as indicações dessa capacidade magneto-receptora da determinada proteína foram detectadas em olhos de aves migratórias.

b) Indução eletromagnética

Os organismos que apresentam maior sensibilidade na capacidade de medir a corrente elétrica do campo magnético apresentam um sentido de movimentação espacial.

Um exemplo desses organismos são os peixes elasmobrânquios, os quais podem perceber essas correntes induzidas, uma vez que são mais receptíveis à indução eletromagnética (DURAN, 2011).

Ademais, pode-se igualmente citar o caso dos cupins da espécie *Cryptotermes brevis*, que além da capacidade de perceber a existência da ação de fluxo magnético gerado por um campo eletromagnético, também conseguem reagir a essa atuação (GIOVANELLA *et al.*, 2014).

c) Magnetita

Segundo Simões *et al.* (2014) a magnetita é o elemento que é encontrado em rochas ígneas, sedimentares e também em rochas metamórficas. Sendo considerado um mineral de grande importância na natureza, ela aparece também agregado com outros minerais de ferro.

A magnetita possui uma estrutura cristalina, com propriedades magnetizantes, empregadas na indústria, além de ser explorada pela nanobiotecnologia com pesquisas contra células cancerígenas (GONÇALVES, 2009).

Gonçalves (2009) afirma que vários seres vivos são capazes de sintetizar magnetita em seu corpo. E esses organismos utilizam a magnetita em suas rotas de migração, como evidenciado nos salmões, onde foram detectados elementos magnéticos junto as suas linhas laterais.

Foi revelado também que os elementos de origem magnética são sintetizados por alguns seres vivos. Logo, provavelmente os seres vivos utilizam esses elementos em suas rotas nos períodos de migração. Comprovações mais evidentes provêm de experimentos com trutas, onde foram identificados cristais de magnetita em células que estão localizadas em uma região perto de nervos que reagem a estímulos magnéticos nestes peixes (*apud* JOHNSEN e LOHMANN, 2008).

Cientistas propõem que existem cristais de magnetita na base do bico dos pombos. Esses locais possuiriam uma interação nervosa, possibilitando uma maior percepção da atuação do campo magnético da Terra (TSUGIYAMA, 2013; JOHNSEN e LOHMANN, 2008).

Estudos com artrópodes mostram que foram identificados cristais de magnetita em maior quantidade no tórax e no abdômen nas espécies de cupins *Nasutitermes exitiosus* e *Amitermes meridionalis* (GIOVANELLA *et al.*, 2014); a magnetita também foi encontrada no abdômen de abelhas *Apis mellifera*, através de análises espectroscópicas, como também em formigas da espécie *Pachycondyla marginata* encontraram elementos magnéticos na parte do abdômen (GONÇALVES, 2009).

Além do mais, podem ser encontrados fragmentos de magnetita em outros seres, a exemplo de bactérias (*Magnetospirillum* e *Magnetotacticum*) (NOGUCHI *et al.*, 1999; BARROS e ESQUIVEL, 2000). Da mesma forma, esses fragmentos são encontrados até mesmo na região cerebral humana de acordo com estudos neurológicos (MARQUES, 2013).

Pesquisadores indicam a capacitação de magneto-recepção das tartarugas marinhas em virtude da existência de cristais de magnetita no cérebro desses animais marinhos (LUTZ, *et al.*, 2003; LIMPUS e MUSICK, 2017). De maneira que podem obter informações sobre o ângulo, bem como a intensidade do campo magnético da Terra. Desse modo, essas espécies recebem as coordenadas de latitude e longitude da sua posição no meio oceânico para a orientação das suas migrações (LOHMANN *et al.*, 2012).

Conclusões

A pesquisa realizada mostra que o campo geomagnético influencia as espécies de Tartarugas Marinhas da Praia de Intermares na sua navegação e localização geográfica, proporcionando uma grande eficiência de trajetória para esses animais quando retornam ao local de nascimento anos depois.

Outrossim, como resultados podemos avaliar que embora o campo magnético seja uma fonte de informação muito precisa para a orientação dessas espécies e a taxa de natalidade ser elevada para as mesmas, retornam à praia poucos indivíduos, pois são vítimas dos problemas ambientais, como: poluição, urbanização ou fatores naturais.

Portanto, esta investigação contribuiu, incentivando estudos acadêmicos, ações governamentais e não governamentais - atuações realizadas por ONGs - que visem minimizar a ameaça de extinção sofrida pelas espécies de tartarugas marinhas, bem como favorecendo futuras pesquisas que relacionem a atuação do campo magnético terrestre com organismos vivos.

Referências

ABLE, K. P. Mechanism of Orientation, Navigation and Homing. In: S.A Gauthreaux (Ed.). **Animal Migration**. 1st ed. New York: Academic Press, New York, p. 283-373. 1980.

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS - AESA. Geo AESA. Disponível em: <www.siegrh.aesa.pb.gov.br:8080/aesa-sig/>. Acesso: 20 de fev. 2019.

ÅKESSON, S. *et al.* Navigation by green turtles: which strategy do displaced adults use to find Ascension Island? **Oikos**, v. 103, n. 2, p. 363-372, 2003.

ALMEIDA, A. de P. *et al.* Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, n. 1, 2011a.

ALMEIDA, A. de P. *et al.* Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, n. 1, 2011b.

ANDRADE, D. B. Resultados do processo de Educação Ambiental na prevenção dos impactos ambientais: o caso das ações do Projeto Guajirú na praia de Intermares, Cabedelo – PB. **Revista Connepi**, 2012.

ARAÚJO, D. B.; CARNEIRO, A. A. O.; MORAES, E. R.; BAFFA, O. Biomagnetismo – Nova interface entre a Física e a Biologia, **Revista Ciência Hoje**, v. 26, n. 24, p. 74-88, 1999.

BARROS, H. G. P. L. e ESQUIVEL, D. M. S. Interação do Campo Magnético da Terra com os Seres Vivos: História da sua Descoberta - **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol. 22, n. 3, setembro, 2000.

BELLINI, S. Ulteriori Studi Sui “Batteri Magnetosensibili.”. **Salvatore Istituto di Microbiologia dell'Università di Pavia**, Institute of Microbiology, University of Pavia, Italy, 1963.

BING MAPS. [Localização do trecho percorrido]. [2019]. Disponível em: <<https://binged.it/2Nz45tl>>. Acesso: 22. fev. 2019.

BJORN DAL, K. A., *et al.* Twenty- six years of green turtle nesting at Tortuguero, Costa Rica: an encouraging trend. **Conservation Biology**, v. 13, n. 1, p. 126-134, 1999.

BLAKEMORE, R. Magnetotactic bacteria. **Science**, v. 190, n. 4212, p. 377-379, 1975.

CAMILLO, C. S. *et al.* Características da reprodução de tartarugas marinhas (Testudines, Cheloniidae) no litoral sul da Bahia, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 9, n. 2, 2009.

CAMPBELL, W. H. **Introduction to Geomagnetic Fields**. Cambridge University Press. 179 p., 2003.

CARNEIRO, A. A. O., *et al.* Biomagnetismo: Aspectos Instrumentais e Aplicações. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 3, p. 324 – 328, 2000.

CASTILHOS, J. C. *et al.* Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, n. 1, 2011.

DAVIES, T. W. *et al.* The nature, extent, and ecological implications of marine light pollution. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 12, n. 6, p. 347-355, 2014.

DODD JR, C. K. **Synopsis of the biological data on the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* (Linnaeus 1758)**. Florida Cooperative Fish And Wildlife Research Unit Gainesville, 1988.

DURAN, J. H. R. **Biofísica: conceitos e aplicações** / José Enrique Rodas Duran. – 2.ed. – São Paulo: Pearson Prentice Hall, p. 340-355, 2011.

ECKERT, Scott A. *et al.* Diving and foraging behavior of leatherback sea turtles (*Dermochelys coriacea*). **Canadian journal of zoology**, v. 67, n. 11, p. 2834-2840, 1989.

ESQUIVEL, D. M. S.; Lins, H. G. P. e Farina, M. Diversity of magnetic crystals found in magnetotactic bacteria. In: **Iron Biominerals**. Springer, Boston, MA. edited for Frankel, R.B. e Blackmore, R. P. Plenum Press, 117, 1991.

GIOVANELLA, R.; ROCHA, M. P. DA; BERLEZE, S. L. M. Campo eletromagnético e o Fenômeno de Taxia em Cupins de Madeira Seca (*Cryptotermes Brevis*). **Floresta Ambiente**, Seropédica, v. 21, n. 4, p. 551-560, 2014.

GOMES, M. G. T.; Santos, M. de D.; Henry, M. Tartarugas marinhas de ocorrência no Brasil: hábitos e aspectos da biologia da reprodução. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 30, n. 1/2, p. 19-27, 2006.

GONÇALVES, C. G. B. **Influência do campo magnético artificial sobre o comportamento do camarão *litopenaeus vannamei* (penaeidae) e a captura de peixes na pesca com covos**. Recife: UFPE, 2009. 69 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2009.

GONÇALVES, C. G. B. **Efeitos do campo magnético artificial sobre o Camarão *Litopenaeus vannamei* (Penaeidae) e sobre as capturas com covos de peixes e crustáceos no litoral sul de Pernambuco** / Carlos Geraldo Barreto Gonçalves. – Recife: UFPE, 2014. 190 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Pernambuco. CTG, 2014.

GUAJIRÚ - Projeto Tartarugas Urbanas. Disponível em:
<www.facebook.com/tartarugasurbanas/>. Acesso: 25 out. de 2017.

HAYS, G. C.; SCOTT, R. Global patterns for upper ceilings on migration distance in sea turtles and comparisons with fish, birds and mammals. **Functional Ecology**, v. 27, n. 3, p. 748-756, 2013.

HIRTH, H. F. 1997. Synopsis of the biological data on the green turtle, *Chelonia mydas* (Linnaeus, 1758). **United States Fish and Wildlife Service Biological Report**. 97(1). 120p, 1997.

HOPE, R. A. Wildlife harvesting, conservation and poverty: the economics of olive ridley egg exploitation. **Environmental Conservation**. 29(3): f. 375-384, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Bases cartográficas de 2007. Disponível em: <<https://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/mapas-municipais.html>>. Acesso: 22 fev. 2019.

JOHNSEN, S. e LOHMANN, K.J. Magnetoreception in animals. American Institute of Physics. **Physics Today** 1 (3), 29–35, 2008.

LIMPUS, C. J.; MUSICK, J. A. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. In: **The Biology of Sea Turtles**, v. 1. CRC Press, 2017. p. 151-178.

LOHMANN, K. J.; SWARTZ, A. W.; LOHMANN, C. M. F. Perception of ocean wave direction by sea turtles. **Journal of Experimental Biology**, v. 198, n. 5, may p. 1.079-1.085, 1995.

LOHMANN, K. J.; LOHMANN, C. M. F.; ENDRES, C. S. The sensory ecology of ocean navigation. **Journal of Experimental Biology**, v. 211, n. 11, p. 1719-1728, 2008.

LOHMANN, K. J.; PUTMAN, N. F.; LOHMANN, C. M. F. The magnetic map of hatchling loggerhead sea turtles. **Current opinion in neurobiology**, v. 22, n. 2, p. 336-342, 2012.

LUTZ, P., MUSICK, J. Ed. 1, LUTZ, P., *at al.* **The Biology of Sea Turtles**. Boca Raton: CRC Press v. 1, 446 p, 1996.

LUTZ, P.L.; MUSICK, J.A.; WYNEKEN, J. **The biology of Sea Turtles**. Boca Raton: CRC Press v. 2, 472p, 2003.

MARCOVALDI, M. Â. et al. Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Eretmochelys imbricata* (Linnaeus, 1766) no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, n. 1, 2011.

MARQUES, G. M. de A. **Estudo das propriedades magnéticas de tecidos humanos**. 47 f. Dissertação (Mestrado) - Ciências Forenses. Faculdade de Medicina da Universidade do Porto. Porto, 2013. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/71163/2/28884.pdf>>. Acesso: 23 fev. 2019.

MARTINS, M.; MOLINA, F. de B. Panorama geral dos répteis ameaçados do Brasil. In: Machado, A. B. M.; Drummond, G. M.; Paglia, A. P. **Livro vermelho da Fauna Brasileira ameaçada de extinção**. – 1.ed. - MMA, Brasília, Fundação Biodiversitas, Belo Horizonte, p. 327-334, 2008.

MASCARENHAS, R.; GUIMARÃES- SANTOS, R., SOUZA, A.; ZEPPELINI, D. - Nesting of *Eretmochelys imbricata* in Paraíba state –Brazil; testing a new method to avoid light pollution effects. **Marine Turtles Newsletter** 104:1-3, 2004.

MASCARENHAS, R.; SANTOS, R.; ZEPPELINI, D. Stranded sea turtles on the coast of Paraíba, Brazil. **Marine Turtle Newsletter**, v. 107, p. 13-14, 2005.

MASCARENHAS, R.; BATISTA, C. P.; MOURA, I. F.; CALDAS, A. R.; DA COSTA NETO, J. M.; VASCONCELOS, M. Q.; ROSA, S. S.; DE BARROS, TAÍSSA V. S. Lixo

marinho em área de reprodução de tartarugas marinhas no Estado da Paraíba (Nordeste do Brasil) - **Revista de Gestão Costeira Integrada** – Journal of Integrated Coastal Zone Management, vol. 8, n. 2, p. 221-231 Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos. Lisboa, Portugal, 2008.

NOGUCHI, Y. et al. Iron reductase for magnetite synthesis in the magnetotactic bacterium *Magnetospirillum magnetotacticum*. **Journal of bacteriology**, v. 181, n. 7, p. 2142-2147, 1999.

OLIVEIRA, G. C. dos S. **Evidência de retardo no pico de desova da tartaruga de pente na costa sul do Rio Grande do Norte**. 65 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Centro de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

PESSOA, A. de A. **Distribuição espaço-temporal das áreas de nidificação da espécie de tartaruga marinha *eretmochelys imbricata* no litoral norte da Paraíba**. 44 f. Trabalho de conclusão de curso (Monografia) - Curso de Ecologia, Universidade Federal da Paraíba – UFPB, Paraíba, Rio Tinto, 2014.

PLOTKIN, P. T. *et al.* Reproductive and developmental synchrony in female *Lepidochelys olivacea*. **Journal of Herpetology**, p. 17-22, 1997.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA - PMJP. Mapa paraibano. Disponível em: Diretoria de geoprocessamento. <<http://geo.joaopessoa.pb.gov.br/digeoc/htmls/>>. Acesso: 10 fev. 2018.

SANCHES, T.M. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira marinha. Tartarugas Marinhas, **Projeto TAMAR e IBAMA**, 1999.

SANTOS, A. S. et al. Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Caretta caretta* Linnaeus, 1758 no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, n. 1, 2011.

SERRANO, I. de L. **Distribuição e conservação de aves migratórias neárticas da ordem Charadriiformes (família Charadriidae e Scolopacidae) no Brasil**. 174 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Pará, Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém. Programa de Pós-Graduação em Zoologia, 2010.

SILVA, C. R. O. **Tartarugas marinhas do Brasil - comportamento e conservação**. Brasília: UNICEUB, 2001. 22 f. Monografia (Graduação) – Programa de Licenciatura em Ciências Biológicas. Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2001.

SILVA, G. P. da. **O campo magnético natural terrestre como parâmetro da movimentação oceânica de tartarugas marinhas** / Recife, 2013. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2013.

SIMÕES, H. de O. *et al.* **Avaliação da influência das trincas no índice de permeabilidade magnética das pelotas para definição de novo método de medição do feo**. Seminário de Redução de minério de ferro e matérias-primas. 944.: 2014: Belo Horizonte, MG; Programa

Oficial e Livreto de Resumo do 44º Seminário de Redução de minério de ferro e matérias-primas, 15º Simpósio brasileiro de minério de ferro, 2º Simpósio brasileiro de aglomeração de minério de ferro / Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração. São Paulo: ABM, 2014.

SPOTILA, J. R *et al.* Pacific leatherback turtles face extinction. **Nature**, v. 405, n. 6786, p. 529, 2000.

TAMAR - Projeto Tamar – Tartarugas Marinhas. Disponível em: <www.tamar.org.br/>. Acesso: 22 de nov. de 2017.

TSUGIYAMA, L. E. **Análise de áreas encefálicas ativadas em pombos por estímulos magnéticos e olfativos** – São Paulo. Tsugiyama Lucila Emiko Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Instituto de Ciências Biomédicas. Departamento de Fisiologia e Biofísica, São Paulo, 2013.

WITHERINGTON, B. E. e MARTIN, R. E. **Understanding, assessing, and resolving light-pollution problems on sea turtle nesting beaches**. ed. 2, Florida Marine Research Institute Technical Report. 73 f. Florida, 2000. Disponível em: <http://aquaticcommons.org/115/1/TR2_c.pdf>. Acesso: 23 de fev. 2018.