



## MÓDULO 4.

### Ecologia espacial e migrações



**KIT DE FORMAÇÃO**  
BIOLOGIA E CONSERVAÇÃO DAS TARTARUGAS MARINHAS  
NA ÁFRICA OCIDENTAL



## MÓDULO 4.

### ECOLOGIA ESPACIAL E MIGRAÇÕES

#### DESCRIÇÃO DO MÓDULO

As tartarugas marinhas são altamente migratórias e ocupam amplas áreas geográficas, incluindo áreas de reprodução, de crescimento e de alimentação que são muitas vezes geograficamente distintas.

Compreender a ecologia espacial das tartarugas e identificar os habitats críticos de desenvolvimento e alimentação, áreas de alta e baixa densidade e como estes são ligados entre si através das migrações é parte integrante da conservação das tartarugas marinhas e sustenta todas as outras facetas da pesquisa sobre estes fascinantes animais. Permite compreender os impactos das ameaças antrópicas (de origem humana) ao nível da população, bem como para planear ações de conservação eficazes perante essas ameaças.

São várias as perguntas que procuramos responder para cada população que precisa de ser protegida ou conservada. Podemos começar a fazer perguntas simples como: “onde se alimentam?” ou “onde desovam?”, que podem ser respondidas por observações diretas nos habitats de alimentação ou nas praias de nidificação. O nível de complexidade começa a aumentar quando queremos saber, por exemplo, para onde migram as tartarugas marinhas após a reprodução ou quais são os corredores migratórios que estas utilizam, pois, para responder a estas questões, é necessária a utilização de equipamento especializado, como equipamentos de telemetria. Neste módulo respondemos a algumas destas perguntas, discutindo o que se sabe atualmente, com exemplos específicos das populações da sub-região oeste africana.

#### TEMAS ABORDADOS

#### SLIDES

a) Migrações de desenvolvimento	3 – 10
b) Migrações reprodutivas	11 – 16
c) Mecanismos de dispersão, orientação e navegação	17 – 22
d) Conetividade entre populações	23 – 29

#### DESCRIÇÃO DOS OBJECTIVOS

- ✓ Conhecer os diferentes tipos de migração realizados pelas tartarugas marinhas ao longo do seu ciclo de vida
- ✓ Perceber como varia a distribuição espacial entre diferentes espécies de tartarugas marinhas
- ✓ Compreender alguns mecanismos de dispersão, navegação e orientação usados pelas tartarugas marinhas
- ✓ Conhecer os padrões de conetividade entre as populações juvenis e adultas da região e no Atlântico

## GUIA DA APRESENTAÇÃO

#	TÍTULO E CONTEÚDO
1.	<b>Apresentação do Módulo (Capa)</b>
2.	<b>Descrição dos objetivos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Conhecer os diferentes tipos de migração realizados pelas tartarugas marinhas ao longo do seu ciclo de vida.</li><li>• Perceber como varia a distribuição espacial entre diferentes espécies de tartarugas marinhas.</li><li>• Compreender alguns mecanismos de dispersão, navegação e orientação usados pelas tartarugas marinhas.</li><li>• Conhecer os padrões de conectividade entre as populações juvenis e adultas da região e no Atlântico.</li></ul>
3.	<b>Migrações de desenvolvimento (separador)</b>
4.	<b>Ciclo de vida</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• As tartarugas marinhas são animais altamente migratórios, ocupando vastas áreas durante o seu ciclo de vida; as áreas vitais para estes animais incluem as áreas de alimentação (que podem ser nas zonas neríticas ou oceânicas) e as áreas ocupadas por tartarugas adultas durante o período reprodutivo, na zona nerítica. Algumas tartarugas ocupam áreas de invernada onde semi-hibernam durante as estações mais frias, normalmente em zonas temperadas.</li><li>• De uma forma geral, todas as tartarugas começam a sua vida na praia, em ambiente terrestre, e os seus primeiros 2 a 20 anos de vida, chamados de anos perdidos, são passados em alto mar, em habitats oceânicos. Depois, muitos juvenis fazem uma nova migração (que pode ser chamada de desenvolvimento) para irem recrutar para zonas neríticas, onde completam o seu crescimento e maturação, beneficiando de uma maior variedade de alimentos e de habitats.</li><li>• Na fase adulta a maior parte das espécies faz migrações reprodutivas desde as suas áreas de alimentação até às zonas de nidificação para se reproduzirem.</li></ul>
5.	<b>Anos perdidos</b>

- A duração da fase dos anos perdidos, durante a qual as tartarugas marinhas permanecem na zona oceânica, é mal conhecida (mas geralmente dura pelo menos uns 5 anos), tal como os locais exatos que as tartaruginhas usam. Em qualquer momento estas pequenas tartaruginhas podem estar em qualquer lugar no oceano tropical ou temperado, mesmo a milhares de quilómetros da praia onde nasceram. O seu movimento é largamente modulado pelas correntes marinhas, já que a sua capacidade de natação é ainda bastante limitada, sobretudo nos primeiros meses ou anos.
- No Atlântico Norte, as crias de tartaruga-comum (*Caretta caretta*) e de tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), por exemplo, frequentam principalmente zonas de convergência de correntes, como o Mar dos Sargaos, aproveitando a abundância de comida que a  encontram e a camuflagem oferecida pelas algas flutuantes. Nesta fase, as tartarugas marinhas são omn voras e crescem rapidamente.   possível que tartarugas juvenis de outras espécies aproveitem também as condi oes oferecidas neste ecossistema diverso, apesar da sua ocorrência não estar bem documentada.

## 6. Padrões de história de vida

- Após um certo tamanho (e idade) as tartaruginhas comeoam a ter maior capacidade de natao o e de mergulho para se alimentarem a diferentes profundidades. Também já não são presas fáceis de peixes costeiros e, portanto, movem-se para áreas de alimenta o mais produtivas, sendo que estas variam consoante as espécies.
- Observam-se dois principais tipos de padrões de história de vida: Tipo 1 - estritamente oceânico (no mar aberto) e Tipo 2 – inicialmente oceânico (no mar aberto) e depois nerítico (em zonas costeiras pouco profundas).
- As espécies do Tipo 1 permanecem durante todas as fases da sua vida exclusivamente em águas oceânicas, regressando à zona nerítica apenas para se reproduzir. São exemplos a tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*) e certas populao es da tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*).
- As espécies do Tipo 2 passam os primeiros anos da sua vida em águas oceânicas, mas quando atingem um certo tamanho passam para águas neríticas, tanto na fase juvenil como na adulta. São exemplos a tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), a tartaruga-de-escamas (*Eretmochelys imbricata*) e a tartaruga-comum (*Caretta caretta*). Estas são as espécies mais comuns da região da África Ocidental. Contudo, é de notar que muitas tartarugas-comuns individuais (talvez mesmo a maioria da populao o de Cabo Verde) têm um comportamento distinto e permanecem em habitats pelágicos e oceânicos mesmo depois de adultas, seguindo, portanto, um padrão de história de vida Tipo 1. É possível que o mesmo se passe com algumas tartarugas-verdes (o que está demonstrado são em zonas distantes da África ocidental).
- Existe um terceiro padrão (Tipo 3 – Ner tico, não mostrado) que é adotado apenas pelas tartarugas-planas (*Natator depressus*) da Austrália, que se desenvolvem e habitam exclusivamente na zona nerítica durante todas as fases da sua vida.

## 7. Permanência em áreas oceânicas

- A tartaruga-de-couro (*Dermochelys coriacea*) e a tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*) são, como já referido, as duas espécies de tartarugas marinhas que se alimentam preferencialmente em águas oceânicas. A tartaruga-comum (*Caretta caretta*) é bastante flexível nos habitats que frequenta, podendo ser encontrada em águas oceânicas ou neríticas.
- Nestas vastas áreas oceânicas, independentemente da idade, as tartarugas marinhas procuram permanecer ou frequentar águas que ofereçam condições para a sua sobrevivência, como uma temperatura da superfície do mar confortável e uma boa disponibilidade de alimento.
- A temperatura superficial da água é um fator limitante devido, principalmente, ao facto de as tartarugas marinhas serem animais poiquilotérmicos e terem limites térmicos para a manter o seu metabolismo em funcionamento. Por esta razão, a maior parte das tartarugas então concentradas em zonas tropicais ou temperadas quentes, sendo extremamente raras (à exceção da tartaruga-de-couro, que consegue manter uma temperatura interna muito superior à da água que a rodeia) em latitudes mais elevadas.
- Frequentam principalmente zonas de alta produtividade, como zonas de convergência de correntes na zona pelágica, mas podem ser também observadas em zonas de afloramentos costeiros, onde alimento pode ser sazonalmente abundante.

## 8. Recrutamento para zonas neríticas

- O padrão de história de vida caracterizado pelo desenvolvimento inicial na zona oceânica, seguido por desenvolvimento posterior na zona nerítica é adotado por muitas tartarugas-comuns, tartarugas-verdes e tartarugas-de-escamas.
- Nestas espécies, a transição das correntes oceânicas para zonas neríticas ocorre após um número muito variável de anos (pode ir de cerca de 2 a cerca de 20), conforme as espécies, populações e indivíduos. As tartarugas mais pequenas que recrutam para os meios costeiros geralmente têm 30 a 40 cm de comprimento curvo da carapaça. As tartarugas-verdes mais pequenas nas zonas de alimentação costeiras da África ocidental, por exemplo, geralmente têm 35 cm de comprimento curvo da carapaça.
- Os principais habitats neríticos frequentados por tartarugas marinhas incluem zonas de mangais, recifes de coral e pradarias marinhas.

## 9. Alterações ontogenéticas de habitat

- Após o recrutamento para habitats neríticos a partir da zona oceânica, as tartarugas marinhas juvenis podem passar por alterações ontogenéticas de habitat, não se fixando

sempre no mesmo local durante o período de desenvolvimento, podendo passar de um local para outro até atingirem a maturidade sexual.

- Muitas vezes essas alterações estão relacionadas com uma especialização da dieta, como no caso das tartarugas-verdes. Os juvenis desta espécie, que apresentam uma dieta omnívora durante a fase oceânica e na zona costeira podem passar por uma mudança ontogenética na dieta com maior consumo de algas, inicialmente, e mais tarde comendo mais ervas marinhas (contudo, esta não é uma regra que se aplique a todas as regiões e populações, havendo muita variabilidade nestas mudanças).

## 10. Padrões de residência

- Estudos de telemetria, e mais recentemente técnicas não invasivas como o uso da foto-identificação, por vezes combinados com a análise de isótopos estáveis presentes nos tecidos de animais residentes nas áreas de alimentação, sugerem que as tartarugas marinhas podem ocupar a mesma área vital durante anos consecutivos.
- Estas áreas vitais podem ser extensas e compreender centenas de quilómetros quadrados, como vemos pelo estudo de telemetria de algumas tartarugas-comuns nos Estados Unidos, que ocuparam áreas de mais de 2 000 km<sup>2</sup>, mantendo-se em águas entre 18 e 29° C e entre 3 e 89 m de profundidade. Neste mesmo estudo, outras tartarugas fizeram migrações sazonais no inverno para zonas de invernada para escapar a águas frias, mostrando uma fidelidade impressionante aos locais de residência.
- A monitorização das áreas de alimentação fazendo recurso a programas de captura-recaptura podem mostrar padrões de ocupação ainda mais consistentes, com pouca ou nenhuma variação. Num exemplo dado sobre uma área de alimentação no oceano Índico, uma tartaruga-verde juvenil mostra fidelidade ao seu local de descanso ao longo de vários meses.
- Em tartarugas adultas também se comprovam padrões de fidelidade às zonas de alimentação, que podem ser visitadas anos após anos, intercalados por migrações reprodutivas.

## 11. Migrações reprodutivas (separador)

## 12. Migrações reprodutivas

- As migrações reprodutivas, das áreas de alimentação para as áreas de nidificação, começam quando as tartarugas marinhas atingem a maturidade sexual, com idades que podem variar entre 12 e 50 anos.
- Devido ao fenómeno da filopatria natal, pelo qual as tartarugas marinhas adultas regressam ao seu local de nascimento para se reproduzirem, as rotas de migração entre as áreas de alimentação (muitas vezes fixas) e as praias de nidificação estão normalmente

bem estabelecidas. Estas rotas são normalmente estudadas a partir do rastreamento de animais desde as áreas de reprodução, onde são mais acessíveis.

- Perceber a distribuição espaço-temporal das fêmeas durante e após a reprodução é útil no desenho, implementação e manutenção de áreas marinhas protegidas.

### **13. Movimentos entre desovas**

- Durante um ciclo reprodutivo, uma tartaruga marinha pode desovar várias vezes, normalmente com intervalos de 10 a 15 dias. A maioria das fêmeas das diferentes espécies parecem exibir uma grande fidelidade à praia da desova, havendo, no entanto, alguma variabilidade entre indivíduos e também entre espécies (por exemplo, a tartaruga-de-couro muda com maior frequência de local de desova do que a generalidade das outras espécies).
- No período entre duas desovas consecutivas as tartarugas geralmente não se alimentam, movendo-se apenas na região da praia de nidificação e esperando que os ovos madurem dentro do corpo, porventura acasalando também.
- O estudo dos movimentos de pequena escala produzidos pelos adultos neste intervalo de tempo é importante, pois além do seu valor intrínseco, permite perceber como os animais se distribuem ao longo da zona costeira e identificar ameaças às quais possam estar expostas nessas áreas.
- Por exemplo, algumas tartarugas-verdes no arquipélago dos Bijagós, na Guiné-Bissau, mostram diferentes comportamentos entre desovas consecutivas: podem explorar as águas entre ilhas e ir fazendo as desovas em várias ilhas próximas, podem desovar sempre na mesma ilha ou podem até escolher praias alternativas a distâncias maiores, depois de desovar algumas vezes na mesma ilha. Mas os dados disponíveis mostram que a grande maioria das fêmeas permanece a maior parte do tempo num raio de apenas 2 a 10 quilómetros da praia de desova.

### **14. Estratégias de migração pós-reprodutiva**

- Uma vez terminadas todas as posturas, as fêmeas normalmente não permanecem junto à área de reprodução, partindo quase de seguida de regresso à sua área de alimentação.
- As rotas adotadas para a migração de regresso podem variar entre espécies e indivíduos, podendo alguns animais viajar através do mar aberto e alimentar-se na zona pelágica, como por exemplo algumas tartarugas-comuns que desovam em Cabo Verde.
- Outras fêmeas usam corredores migratórios na zona junto à costa, provavelmente usando a topografia costeira como auxílio à navegação. Um exemplo desta estratégia é dado por algumas fêmeas de tartaruga-verde que desovam na Guiné-Bissau, que uma vez terminada a temporada reprodutiva, rumam em direção ao Senegal ou à Mauritânia seguindo a linha de costa. Estes dois exemplos são discutidos adiante.

### 15. Migração pós-reprodutiva: tartaruga-comum (Cabo Verde)

- A colocação de transmissores de satélite em indivíduos reprodutores de tartaruga-comum em Cabo Verde tem revelado dados fascinantes sobre o comportamento migratório desta espécie na região. Sabe-se já, por exemplo, que fêmeas (e possivelmente machos também) de tamanhos distintos tendem a adotar estratégias migratórias distintas, sendo que as fêmeas mais pequenas exploram a zona pelágica entre Cabo Verde e a África Ocidental continental, enquanto que as tartarugas maiores tendem a estabelecer-se em zonas mais costeiras, sobre as plataformas continentais.
- Contudo, apesar desta variabilidade, já se sabe que a maioria da população adulta de tartarugas-comuns que se reproduzem em Cabo Verde utilizam a zona oceânica, podendo explorar tanto áreas extensas sem núcleo definido bem como zonas de afloramentos.
- As tartarugas-comuns que permanecem na zona oceânica fazem mergulhos curtos (cerca de 8 minutos de duração) e de pouca profundidade (até cerca de 9 metros), alimentando-se na zona epipelágica, que é rica em alimento, poupando energia na alimentação.
- As tartarugas-comuns neríticas alimentam-se na zona bentónica e tendem a fazer mergulhos profundos (até cerca de 40 metros) e de longa duração (até cerca de 35 minutos).

### 16. Migração pós-reprodutiva: tartaruga-verde (Guiné-Bissau)

- Os movimentos de várias tartarugas-verdes que se reproduzem na Guiné-Bissau, obtidos a partir de vários estudos de telemetria, mostram padrões comportamentais interessantes e de relevância para a conservação destes animais na região, desde a existência de diversas estratégias de migração, assim como de corredores migratórios.
- Os estudos mais recentes sugerem que, em termos de estratégias de migração, cerca de um quarto das fêmeas permanecem na região de Bolama-Bijagós, alimentando-se entre 40 e 90 km das praias de desova. Outras fêmeas migram entre 300 e 400 km em direção à Gambia e ao Senegal (também cerca de 1/4), enquanto as fêmeas restantes deslocam-se mais de 1000 km até ao norte da Mauritânia (cerca de metade das fêmeas da população). As migrações mais distantes levam cerca de um mês a percorrer. Existe ainda um caso (não presente na figura) de uma tartaruga que migrou dos Bijagós para o Gana.
- Algumas tartarugas migram junto à costa e outras passam mais ao largo. Há um ponto de confluência que é usado por muitas tartarugas no promontório do Cabo Verde, onde se situa a cidade de Dakar.
- As tartarugas-verdes da Guiné-Bissau asseguram a conectividade entre algumas das principais áreas marinhas protegidas da região (particularmente o Parque Nacional Marinho de João Vieira Poilão, o Parque Nacional do Delta do Saloum, a Área Marinha Protegidas Comunitária de Joal Fadiouth e o Parque Nacional do Banco de Arguim), alertando para a importância da colaboração a nível regional para a conservação, não

só desta espécie, mas também da generalidade dos animais migradores e dos seus habitats.

### 17. Mecanismos de dispersão, orientação e navegação (separador)

### 18. Dispersão inicial

- As migrações das tartarugas marinhas durante as diferentes fases do seu ciclo de vida envolvem deslocações que podem chegar a abranger dezenas de milhares de quilómetros e que ocorrem muitas vezes em mar aberto. Aqui os movimentos estão continuamente suscetíveis à influência das correntes, o que pode facilmente levá-las a desviar-se da rota pretendida. A capacidade que as tartarugas marinhas possuem de se orientarem no mar aberto e de navegarem em direção a uma praia longínqua a milhares de quilómetros de distância das suas áreas de alimentação é um dos aspetos mais fascinantes da sua biologia.
- Após a eclosão, as crias de tartarugas marinhas usam a luz da lua ou das estrelas refletidas no mar como uma pista visual importante para orientar o seu movimento da praia para o oceano. Uma vez em contacto com a água, as crias conseguem detetar a direção do movimento das ondas e usar essa informação para nadar perpendicularmente às cristas das ondas, o que as faz dirigir-se para o alto-mar, onde passam a usar o campo magnético da Terra para manter uma direção *offshore*.

### 19. Dispersão oceânica

- Para se dispersarem pelo Atlântico Norte, as crias e juvenis (e possivelmente alguns adultos) tiram proveito das diferentes grandes correntes que aí ocorrem: a corrente do Golfo permite às crias de tartaruga-comum nascidas no continente americano chegar aos Açores e, a partir daí, usam a Corrente das Canárias para viajar rumo ao sul, atravessando a costa ocidental da África até passar pelas Ilhas Canárias e Cabo Verde. A sul deste arquipélago, a corrente muda de rumo e volta para o Oceano Atlântico na direção oeste, rumo às águas das Caraíbas e da costa leste das Américas.

### 20. Dispersão ativa

- Investigadores conseguiram colocar pela primeira vez transmissores em tartarugas-comuns nascidas em praias do Atlântico ocidental com apenas alguns meses de idade (mantidas em cativeiro). Como esperado, a corrente do Golfo, dominante na região e que é quente e forte, foi o principal motor de dispersão inicial, com as tartarugas marinhas a moverem-se em águas costeiras, a profundidades acima dos 200 m.
- Mas surpreendentemente, as pequenas crias não se restringiram à deriva passiva e unidirecional que seria esperada uma vez chegadas às grandes correntes associadas aos giros do Oceano Atlântico Norte. As trajetórias das tartarugas marinhas estudadas

mostraram que estas podem escolher outras trajetórias menos óbvias para chegar às zonas de crescimento nos arquipélagos da Madeira, dos Açores e de Cabo Verde.

- Frequentam, por exemplo, as zonas entre os remoinhos oceânicos, o que lhes permite nadar ativamente para locais onde podem evitar temperaturas letais ou não benéficas para o seu crescimento, alimentação e sobrevivência.

## 21. Orientação magnética

- A capacidade de orientação magnética parece ser, pelo menos em parte, inata. Pensa-se que esta capacidade de orientação magnética pode dever-se à presença de magnetite junto ao cérebro das tartarugas marinhas, uma substância que também é encontrada, por exemplo, em pombos correios e outros animais migratórios.
- Estudos em que crias de tartaruga-comum recém-eclodidas foram expostas, em laboratório, a campos magnéticos semelhantes aos encontrados em diferentes zonas do Oceano Atlântico e a diversas distâncias das praias onde nasceram mostraram que estas se orientam na direção apropriada, de acordo com os fluxos migratórios típicos desta espécie, mostrando que já desde muito cedo as tartarugas marinhas têm capacidade de orientação informada por pistas magnéticas.

## 22. Navegação

- As tartarugas são aparentemente capazes de memorizar características magnéticas das áreas em que nascem e vivem, o que lhes permite depois voltar a localizar essas áreas através de mecanismos ainda mal esclarecidos.
- Um exemplo fascinante e que demonstra esta capacidade de combinar a orientação e a navegação é dada pelas tartarugas que desovam em ilhas oceânicas, como no caso da ilha da Ascensão, no Atlântico Sul. A migração das tartarugas-verdes (*Chelonia mydas*) entre as zonas de alimentação na costa do Brasil e a praia onde desovam na remota ilha da Ascensão implica uma travessia de mais de 2 000 quilómetros em oceano aberto. Pequenos erros no cálculo da direção a tomar a partir das zonas de alimentação para a ilha iriam resultar em grandes desvios na rota migratória, resultado em perda de tempo (e energia): entre 77 km (2° de erro) e 192 km (5° de erro). Os investigadores acreditam que usar uma bússola por si só é insuficiente para guiar as tartarugas até a pontos tão específicos no meio do oceano, sugerindo que as tartarugas utilizam primeiro a orientação magnética para encontrar o rumo certo para chegar perto da ilha e depois refinam a sua busca com uma combinação de outras pistas sensoriais.
- Estas pistas sensoriais, usadas principalmente na proximidade do destino alvo poderão incluir informação química (há evidências fortes de que o olfato tem aqui um papel importante), visuais (uso de contornos e contrastes na paisagem) e percepção dos elementos de hidrodinâmica do oceano (direção de ondas e correntes).
- Mesmo com estas estratégias, a busca ativa poderá ser necessária para encontrar o destino-alvo, algo bem demonstrado num estudo em que uma tartaruga-verde nidificante

foi deslocada 245 km das imediações da sua praia natal na pequena ilha Europa, no Oceano Índico. Face à presença de correntes contrárias e a alguma desorientação, a tartaruga marinha demorou 59 dias e percorreu 3 515 km até conseguir completar o trajeto de apenas 500 km de distância em linha reta.

### **23. Conetividade entre populações (separador)**

### **24. Filopatria natal**

- Enquanto a telemetria tem sido fundamental para elucidar a conetividade migratória entre as diferentes áreas vitais de indivíduos, o uso de marcadores como o ADN mitocondrial tem ajudado a elucidar a conectividade entre populações.
- As sequências de nucleótidos de algumas regiões do ADN mitocondrial (mtDNA - herdado maternamente), que se traduzem em haplótipos, permitem confirmar a existência de filopatria natal nas populações de tartarugas marinhas. Ou seja, estas regressam ao seu local de nascimento para se reproduzirem.
- Por outro lado, o recrutamento para habitats neríticos é relativamente aleatório, podendo numa mesma área de alimentação serem encontrados indivíduos de populações de origem distintas. O estudo da composição genética dos indivíduos destas populações mistas e sua comparação com a composição genética de potenciais populações adultas de origem pode ser usado para inferir possíveis rotas de migração de desenvolvimento. É também através da análise do ADN que podemos estimar a proporção de tartarugas com origem em diferentes populações misturadas numa mesma área de alimentação.
- É importante mencionar que nem todas as tartarugas marinhas exibem comportamento filopátrico, sendo os animais errantes que permitem aumentar o fluxo genético e, como consequência, a diversidade genética das populações.

### **25. Conetividade genética: tartarugas-verdes (Guiné-Bissau)**

- Investigadores procuraram saber onde se localizam as áreas de crescimento das tartarugas-verdes que nascem no arquipélago dos Bijagós. Para tal, analisaram a composição genética da população da Guiné-Bissau e compararam-na com a composição genética dos stocks de juvenis amostrados em várias áreas do Oceano Atlântico.
- Os resultados indicam que quase um terço das tartarugas-verdes juvenis observadas em crescimento ao longo das costas sul-americanas, nomeadamente no Brasil, no Uruguai e no norte da Argentina têm origem na população guineense. Em muitos locais da costa atlântica de África a proporção de tartarugas com origem na Guiné-Bissau é ainda muito mais elevada.

### **26. Conetividade genética: tartarugas-verdes (Cabo Verde)**

- As tartarugas-verdes juvenis de Cabo Verde foram sujeitas a um estudo semelhante, revelando que uma percentagem surpreendente dos juvenis estudados (38%) tinha como provável origem as praias do Suriname, na América do Sul.
- Os resultados confirmaram que os juvenis desta espécie são capazes de grandes migrações transatlânticas, percorrendo em média cerca de 3 000 km no seu percurso entre as áreas onde nasceram e as áreas de crescimento. Mais tarde, as tartarugas têm que fazer a migração inversa de regresso à zona natal para a reprodução.
- Outras populações de origem identificadas foram as da ilha da Ascensão e da Guiné-Bissau.

#### **27. Conetividade genética: tartarugas-de-escamas (Cabo Verde)**

- No Atlântico existem populações nidificantes de tartarugas-de-escamas (*Eretmochelys imbricata*) de tamanho apreciável do lado do continente americano (como por exemplo, em várias ilhas das Caraíbas, no Panamá ou no Brasil). Do lado africano a desova é dispersa e pouco frequente, com apenas duas pequenas populações identificadas, ambas localizadas nas ilhas do Golfo da Guiné (Bioko, São Tomé e Príncipe), mas muito reduzidas, de apenas poucas dezenas de indivíduos reprodutores.
- Seria expectável que a população de juvenis desta espécie em Cabo Verde tivesse então uma maioria de tartarugas de origem americana, mas a análise dos dados do ADN mitocondrial revelou que 68% destes animais tinham origem numa população desconhecida à data da realização do estudo, pois era composta por um haplótipo ainda desconhecido. Noutro estudo feito pouco depois, em que foi analisado o ADN mitocondrial da população de tartarugas-de-escama do arquipélago de São Tomé e Príncipe, este haplótipo foi identificado, mostrando que esta era a principal população de origem dos juvenis de Cabo Verde.
- Este tipo de estudos é de grande importância, pois estabelece a ligação entre áreas de alimentação e desenvolvimento de juvenis e as áreas de reprodução de adultos da principal população de tartarugas-de-escamas da costa atlântica do continente africano, permitindo estabelecer prioridades para a gestão e conservação desta espécie e dos seus habitats.

#### **28. Distâncias de migração**

- Como vemos nos exemplos dados, as tartarugas marinhas juvenis podem estabelecer-se em locais de crescimento muito distantes das áreas onde mais tarde se vão reproduzir e o mesmo é observado para as áreas de reprodução e alimentação de adultos. As distâncias percorridas podem depender da espécie, da fase do ciclo de vida e da estratégia de alimentação durante a migração.
- Por exemplo, os animais que não precisam de completar migrações regulares entre zonas de reprodução e de alimentação (como as tartarugas juvenis que ainda não se

reproduzem) podem realizar o seu crescimento mais longe das suas praias natais do que adultos, que precisam de regressar à praia de origem com bastante frequência, tipicamente a cada 2 a 4 anos. Por outro lado, tartarugas adultas que se alimentam ao longo dos seus percursos migratórios (como as tartarugas de couro) não estão tão limitadas em termos de gastos energéticos e podem fazer deslocações mais extensas.

- Os juvenis e adultos das tartaruga-de-couro são os que viajam distâncias mais longas e podem atravessar bacias oceânicas regularmente, sendo limitadas apenas pela sua tolerância à temperatura da água. As distâncias máximas de migração estimadas a partir de dados de telemetria para tartarugas marinhas adultas estão indicadas no slide.
- Na África ocidental, as distâncias percorridas por fêmeas adultas após a desova são de apenas uns 40 a 50 km para as tartarugas-de-escamas de Poilão, de 50 até 2 000 km para as tartarugas-verdes de Poilão e até 1 400 km para as tartarugas-comuns de Cabo Verde.

## **29. A tartaruga Yoshi**

- A distância máxima até agora registada com telemetria foi para uma tartaruga-comum chamada Yoshi, que foi resgatada apenas com 2 kg na costa ocidental africana e foi mantida em cativeiro num centro de recuperação de animais selvagens na África do Sul durante 20 anos. Durante esse tempo engordou 180 kg e atingiu a maturidade sexual, razão pela qual foi libertada.
- O rastreamento revelou uma trajetória inesperada: em 30 meses a tartaruga marinha viajou até à Austrália, percorrendo cerca de 40 000 km e viajando em média de 44 km por dia. Não se sabe o seu destino depois do transmissor falhar, mas pensa-se que seria na Austrália que esta tartaruga nasceu e que, após atingir a maturidade, regressou ao continente australiano, presumidamente, para se reproduzir.

## **30. Questões?**

## BIBLIOGRAFIA RELEVANTE

- Arthur, K. E., Boyle, M. C., & Limpus, C. J. (2008). Ontogenetic changes in diet and habitat use in green sea turtle (*Chelonia mydas*) life history. *Marine Ecology Progress Series*, 362, 303-311. [Link](#)
- Avens, L., & Lohmann, K. J. (2003). Use of multiple orientation cues by juvenile loggerhead sea turtles *Caretta caretta*. *Journal of Experimental Biology*, 206(23), 4317-4325. [Link](#)
- Bolten, A. B., Lutz, P. L., Musick, J. A., & Wyneken, J. (2003). Variation in sea turtle life history patterns: neritic vs. oceanic developmental stages. *The biology of sea turtles*, 2, 243-257. [Link](#)
- Davenport, J. (1997). Temperature and the life-history strategies of sea turtles. *Journal of Thermal Biology*, 22(6), 479-488. [Link](#)
- Eder, E., Ceballos, A., Martins, S., Pérez-García, H., Marín, I., Marco, A., & Cardona, L. (2012). Foraging dichotomy in loggerhead sea turtles *Caretta caretta* off northwestern Africa. *Marine Ecology Progress Series*, 470, 113-122. [Link](#)
- Fuxjager, M. J., Eastwood, B. S., & Lohmann, K. J. (2011). Orientation of hatchling loggerhead sea turtles to regional magnetic fields along a transoceanic migratory pathway. *Journal of Experimental Biology*, 214(15), 2504-2508. [Link](#)
- Girard, C., Sudre, J., Benhamou, S., Roos, D., & Luschi, P. (2006). Homing in green turtles *Chelonia mydas*: oceanic currents act as a constraint rather than as an information source. *Marine Ecology Progress Series*, 322, 281-289. [Link](#)
- Godley, B. J., Almeida, A., Barbosa, C., Broderick, A. C., Catry, P. X., Hays, G. C., ... & Godley, B. J. (2003). Using Satellite Telemetry to Determine Post-Nesting Migratory Corridors and Foraging Grounds of Green Turtles Nesting at Poilão, Guinea Bissau. *Methodology*, 5(7). [Link](#)
- Godley, B. J., Barbosa, C., Bruford, M., Broderick, A. C., Catry, P., Coyne, M. S., ... & Witt, M. J. (2010). Unravelling migratory connectivity in marine turtles using multiple methods. *Journal of Applied Ecology*, 47(4), 769-778. [Link](#)
- Hawkes, L. A., Witt, M. J., Broderick, A. C., Coker, J. W., Coyne, M. S., Dodd, M., ... & Godley, B. J. (2011). Home on the range: spatial ecology of loggerhead turtles in Atlantic waters of the USA. *Diversity and Distributions*, 17(4), 624-640. [Link](#)
- Hawkes, L. A., Broderick, A. C., Coyne, M. S., Godfrey, M. H., Lopez-Jurado, L. F., Lopez-Suarez, P., ... & Godley, B. J. (2006). Phenotypically linked dichotomy in sea turtle foraging requires multiple conservation approaches. *Current Biology*, 16(10), 990-995. [Link](#)
- Hays, G. C., Fossette, S., Katselidis, K. A., Mariani, P., & Schofield, G. (2010). Ontogenetic development of migration: Lagrangian drift trajectories suggest a new paradigm for sea turtles. *Journal of the Royal Society Interface*, 7(50), 1319-1327. [Link](#)
- Hays, G. C., & Scott, R. (2013). Global patterns for upper ceilings on migration distance in sea turtles and comparisons with fish, birds and mammals. *Functional Ecology*, 27(3), 748-756. [Link](#)
- Hays, G. C., Cerritelli, G., Esteban, N., Rattray, A., & Luschi, P. (2020). Open ocean reorientation and challenges of island finding by sea turtles during long-distance migration. *Current Biology*, 30(16), 3236-3242. [Link](#)
- Haywood, J. C., Fuller, W. J., Godley, B. J., Margaritoulis, D., Shutler, J. D., Snape, R. T., ... & Broderick, A. C. (2020). Spatial ecology of loggerhead turtles: Insights from stable isotope markers and satellite telemetry. *Diversity and Distributions*, 26(3), 368-381. [Link](#)
- Jensen, M. P., Dalleau, M., Gaspar, P., Lalire, M., Jean, C., Ciccione, S., ... & Bourjea, J. (2020). Seascape Genetics and the Spatial Ecology of Juvenile Green Turtles. *Genes*, 11(3), 278. [Link](#)
- Lohmann, K., & Lohmann, C. (1996). Orientation and open-sea navigation in sea turtles. *The Journal of Experimental Biology*, 199(1), 73-81. [Link](#)
- Lohmann, K. J., Hester, J. T., & Lohmann, C. M. F. (1999). Long-distance navigation in sea turtles. *Ethology, Ecology & Evolution*, 11(1), 1-23. [Link](#)
- Lohmann, K. J., Lohmann, C. M., Ehrhart, L. M., Bagley, D. A., & Swing, T. (2004). Geomagnetic map used in sea-turtle navigation. *Nature*, 428(6986), 909-910. [Link](#)

- Lohmann, K. J., Luschi, P., & Hays, G. C. (2008). Goal navigation and island-finding in sea turtles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 356(1-2), 83-95. [Link](#)
- Luschi, P., Hays, G. C., Del Seppia, C., Marsh, R., & Papi, F. (1998). The navigational feats of green sea turtles migrating from Ascension Island investigated by satellite telemetry. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 265(1412), 2279-2284. [Link](#)
- Mansfield, K. L., Wyneken, J., Porter, W. P., & Luo, J. (2014). First satellite tracks of neonate sea turtles redefine the 'lost years' oceanic niche. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1781), 20133039. [Link](#)
- Mansfield, K. L., Mendilaharsu, M. L., Putman, N. F., Dei Marcovaldi, M. A., Sacco, A. E., Lopez, G., ... & Swimmer, Y. (2017). First satellite tracks of South Atlantic sea turtle 'lost years': seasonal variation in trans-equatorial movement. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1868), 20171730. [Link](#)
- Mansfield, K. L., Wyneken, J., & Luo, J. (2021). First Atlantic satellite tracks of 'lost years' green turtles support the importance of the Sargasso Sea as a sea turtle nursery. *Proceedings of the Royal Society B*, 288(1950), 20210057. [Link](#)
- McClellan, C. M., & Read, A. J. (2007). Complexity and variation in loggerhead sea turtle life history. *Biology letters*, 3(6), 592-594. [Link](#)
- Monzón-Argüello, C., López-Jurado, L. F., Rico, C., Marco, A., López, P., Hays, G. C., & Lee, P. L. (2010). Evidence from genetic and Lagrangian drifter data for transatlantic transport of small juvenile green turtles. *Journal of Biogeography*, 37(9), 1752-1766. [Link](#)
- Monzón-Argüello, C., Rico, C., Marco, A., López, P., & López-Jurado, L. F. (2010). Genetic characterization of eastern Atlantic hawksbill turtles at a foraging group indicates major undiscovered nesting populations in the region. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 387(1-2), 9-14. [Link](#)
- Monzón-Argüello, C., Loureiro, N. S., Delgado, C., Marco, A., Lopes, J. M., Gomes, M. G., & Abreu-Grobois, F. A. (2011). Príncipe island hawksbills: genetic isolation of an eastern Atlantic stock. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 407(2), 345-354. [Link](#)
- Patrício, A. R., Formia, A., Barbosa, C., Broderick, A. C., Bruford, M., Carreras, C., ... & Godley, B. J. (2017). Dispersal of green turtles from Africa's largest rookery assessed through genetic markers. *Marine Ecology Progress Series*, 569, 215-225. [Link](#)
- Patrício, A. R., Beal, M., Barbosa, C., Diouck, D., Godley, B. J., Madeira, F. M., ... & Catry, P. (2022). Green turtles highlight connectivity across a regional marine protected area network in West Africa. *Frontiers in Marine Science*, 9, 812144. [Link](#)
- Putman, N. F., & Naro-Maciél, E. (2013). Finding the 'lost years' in green turtles: insights from ocean circulation models and genetic analysis. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1768), 20131468. [Link](#)
- Putman, N. F., & Mansfield, K. L. (2015). Direct evidence of swimming demonstrates active dispersal in the sea turtle "lost years". *Current Biology*, 25(9), 1221-1227. [Link](#)
- Putman, N. F., Seney, E. E., Verley, P., Shaver, D. J., López-Castro, M. C., Cook, M., ... & Mansfield, K. L. (2020). Predicted distributions and abundances of the sea turtle 'lost years' in the western North Atlantic Ocean. *Ecography*, 43(4), 506-517. [Link](#)
- Scott, R., Marsh, R., & Hays, G. C. (2014). Ontogeny of long distance migration. *Ecology*, 95(10), 2840-2850. [Link](#)
- Varo-Cruz, N., Hawkes, L. A., Cejudo, D., López, P., Coyne, M. S., Godley, B. J., & López-Jurado, L. F. (2013). Satellite tracking derived insights into migration and foraging strategies of male loggerhead turtles in the eastern Atlantic. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 443, 134-140. [Link](#)

## CRÉDITOS DE IMAGENS

1. “*Chelonia mydas*”, Joana Hancock
2. “*Chelonia mydas*”, Joana Hancock
3. “*Chelonia mydas*”, Rita Patrício (com permissão)
5. “Loggerhead”, FWC Fish and Wildlife Research Institute (CC BY-NC-ND 2.0)
6. “Open ocean”, “seagrass lagoon”, Joana Hancock
7. “Annual mean sea surface temperature from the World Ocean Atlas 2005”, “Annual mean sea surface dissolved inorganic carbon (DIC)” Plumbago (CC-BY-SA-3.0)
8. “Scout Key: Mangrove Ecosystem, Florida Keys”, Phil’s 1stPIX (CC BY-NC-SA 2.0); “The Coral Reef at the Andaman Islands”, Ritiks (CC BY-SA 3.0); “seagrass”, Joana Hancock
10. “*Chelonia mydas* em recife”, Joana Hancock; Mapa em: Hawkes, L. A., Witt, M. J., Broderick, A. C., Coker, J. W., Coyne, M. S., Dodd, M., ... & Godley, B. J. (2011). Home on the range: spatial ecology of loggerhead turtles in Atlantic waters of the USA. *Diversity and Distributions*, 17(4), 624-640 (publicado em open access)
11. “*Chelonia mydas*”, Rita Patrício (com permissão)
12. “*Chelonia mydas* – praia”, “*Chelonia mydas* – mar”, Joana Hancock
13. Mapas cedidos por Rita Patrício; “*Chelonia mydas*”, Joana Hancock
14. Mapas cedidos por Rita Patrício
15. Mapas e figuras em: Hawkes, L. A., Broderick, A. C., Coyne, M. S., Godfrey, M. H., Lopez-Jurado, L. F., Lopez-Suarez, P., ... & Godley, B. J. (2006). Phenotypically linked dichotomy in sea turtle foraging requires multiple conservation approaches. *Current Biology*, 16(10), 990-995 (publicado em open access)
16. Mapas cedidos por Rita Patrício
17. “Green turtles in open sea”, Papahānaumokuākea Marine National Monument (CC BY 2.0)
18. “*Chelonia mydas* hatchling at beach”, “*Chelonia mydas* hatchling at sea”, Sabine Bean (com permissão); “*Chelonia mydas* juvenile at sea”, Joana Hancock
19. “Green turtles in open sea”, Papahānaumokuākea Marine National Monument (CC BY 2.0); “Seaweed”, Axel Kristinsson (CC BY 2.0)
20. Figuras em: Mansfield, K. L., Wyneken, J., Porter, W. P., & Luo, J. (2014). First satellite tracks of neonate sea turtles redefine the ‘lost years’ oceanic niche. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 281(1781), 20133039 (publicado em open access)
21. Figura em: Fuxjager, M. J., Eastwood, B. S., & Lohmann, K. J. (2011). Orientation of hatchling loggerhead sea turtles to regional magnetic fields along a transoceanic migratory pathway. *Journal of Experimental Biology*, 214(15), 2504-2508 (publicado em open access); “*Caretta caretta* hatchlings”, Joana Hancock
22. “Ilha da Ascensão”, figura em: Lohmann, K. J., Luschi, P., & Hays, G. C. (2008). Goal navigation and island-finding in sea turtles. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 356(1-2), 83-95; “Ilha Europa”, figura em: Girard, C., Sudre, J., Benhamou, S., Roos, D., & Luschi, P. (2006). Homing in green turtles *Chelonia mydas*: oceanic currents act as a constraint rather than as an information source. *Marine Ecology Progress Series*, 322, 281-289.
23. “*Chelonia mydas* with tag”, Joana Hancock
24. “*Chelonia mydas* - adult”, Joana Hancock; “*Chelonia mydas* - hatchling”, Sabine Bean (com permissão), “*Chelonia mydas* - juvenile”, Jenni Choma (com permissão)
25. “Mapa de dispersão de *Chelonia mydas* no Atlântico”, Rita Patrício (com permissão); “*Chelonia mydas* hatchlings”, Joana Hancock

26. “*Chelonia mydas* swimming”, Joana Hancock. Figura em: Monzón-Argüello, C., López-Jurado, L. F., Rico, C., Marco, A., López, P., Hays, G. C., & Lee, P. L. (2010). Evidence from genetic and Lagrangian drifter data for transatlantic transport of small juvenile green turtles. *Journal of Biogeography*, 37(9), 1752-1766 (publicado em open access)
27. “Ilustração da forma de crescimento da espécie *Millepora alcicornis* visualizado nas comunidades coralinas do Arquipélago de Cabo Verde”, Rui Freitas, em Lopes, Evandro & Freitas, Rui & Siva, Osvaldina. (2016). Os Corais em Cabo Verde: um património a proteger. RILP: REVISTA INTERNACIONAL EM LÍNGUA PORTUGUESA. III. 45-64.
28. Ilustrações por Renata Reynaud
29. “Yoshi tracking”, Two Ocean Aquarium
30. “*Chelonia mydas*”, Paulo Catry (com permissão)
32. “*Chelonia mydas*”, Joana Hancock

Ilustrações por Renata Reynaud. Ícones disponíveis em [www.thenounproject.org](http://www.thenounproject.org)

## FICHA TÉCNICA

Título do Módulo:

Ecologia espacial e migrações

Autoria:

Joana Hancock e Paulo Catry

Ispa – Instituto Universitário

Revisão:

Ana Rita Patrício e Daniel Lopes

Ilustrações:

Renata Reynaud

Web Designer:

Daniel Lopes

Data de Publicação:

Maio, 2022

© ISPA

© PRCM

