

Tecnologias emergentes em redes de observação de ecossistemas marinhos

Como a nova tecnologia pode ajudar a oceanografia biológica no avanço do conhecimento dos ecossistemas oceânicos.

É esta situação: O Oceano Atlântico Tropical e Sul é muito menos observado do que o Atlântico Norte. A falta de dados e conhecimento sobre o vasto Atlântico Sul impede a sua conservação eficiente e o fornecimento sustentável de serviços ecossistêmicos.

TRIATLAS é um projeto de investigação científica focado neste problema. Pela primeira vez e com nova tecnologia, existe agora um ponto de partida para melhor estudar os ecossistemas nesta região. Entre 2019 e 2023, uma série de tecnologias avançadas foi desenvolvida pelo projeto e partilhada entre os seus numerosos parceiros distribuídos pelas zonas Sul e Tropical do Atlântico.

O projeto foi concebido não apenas para melhorar as medições de propriedades físicas e químicas marinhas, como também pela primeira vez, de propriedades biológicas na mesma escala espacial. Essas metodologias permitem estudar tanto o habitat quanto as comunidades vivas que neste se encontram, permitindo que se observe de forma muito mais compreensiva o ecossistema pelágico.

Para investigar o vasto oceano e tudo o que nele vive, desde o menor plâncton até os peixes grandes, precisamos de observações (isto e,

O que é oceanografia?

- Em **oceanografia física**, cientistas investigam o movimento das massas de água, como correntes oceânicas. Medem temperaturas, salinidade, direções e velocidade das correntes.
- Em **oceanografia química**, cientistas investigam a química do oceano, como pH, oxigênio e carbono nas massas de água, e em que profundidade.
- Em **oceanografia biológica**, cientistas investigam como é a comunidade de organismos vivos em diferentes profundidades, incluindo bactérias, plancton maior até os peixes, da superfície ao fundo do oceano.

dados recolhidos através de medições). Se quisermos entender algo sobre as mudanças atuais e as possíveis mudanças futuras, devemos estabelecer um ponto de partida, uma linha de base, para avaliar as variações. Para saber mais sobre possíveis mudanças devido às mudanças climáticas, é importante também conhecer as variações naturais do ecossistema.

Como os ecossistemas oceânicos foram observados?

Durante o projeto TRIATLAS e o projeto irmão PIRATA, várias expedições no Atlântico Tropical e Sul reuniram um grande número de dados biológicos e ambientais. A acústica subaquática,

comumente conhecida como sonares, e sensores de imagem como câmeras in situ fornecem dados valiosos dos ecossistemas marinhos.



Usar o som tem várias vantagens

Os sonares são recursos comuns em navios de pesquisa e pesca modernos, usados para navegação, mapeamento e detecção de estruturas subaquáticas e de peixes. Um sonar pode ser usado como um dispositivo em movimento, sem a necessidade de parar. Ele pode amostrar toda a coluna de água até milhares de metros num piscar de olhos. Isso coloca a hidroacústica na vanguarda da investigação científica em alto mar. Finalmente, a acústica é um método não invasivo para amostragem biológica, tornando possível medir a abundância de peixes em áreas marinhas protegidas e reservas naturais.

A principal desvantagem reside na natureza abstrata dos dados, sendo apenas “ecos” em vez de imagens ou animais reais. Usando modelagem inversa, progressos foram feitos durante o TRIATLAS para categorizar os diferentes tipos de ecos provenientes de crustáceos e peixes.

Usando técnicas de imagem tem várias vantagens

As imagens de todo o plâncton e partículas na coluna de água podem ser obtidas após a recolha de amostras rede e sua análise microscópica ou diretamente in situ com câmara montada em plataformas CTD/rosette presas ao navio de investigação ou montadas em flutuadores autônomos como o ARGO.

A vantagem da imagem in situ é a possibilidade de detectar e reconhecer rapidamente organismos ou partículas frágeis que são destruídos durante a recolha de amostras. Sua desvantagem é o pequeno volume de observações e menor resolução. Esta técnica pode ser usada para estimar contagens e a biomassa de grupos maiores de plâncton, mas raramente para estimativas de biodiversidade.

Os flutuadores ARGO são uma espécie de robôs

Um fenômeno natural afetando os ecossistemas

No Atlântico Tropical e Sul, há um fenômeno natural afetando o ciclo do oceano. É chamado de Modo Meridional do Atlântico, e ele domina as variações das temperaturas da superfície do mar e dos ventos de superfície – algo como seu primo mais conhecido no Pacífico, o El Niño.

A série temporal de alta qualidade do programa TRIATLAS contribuiu para uma melhor compreensão dos processos que impulsionam os ciclos do oceano no Atlântico tropical oriental.

que flutuam no oceano em diferentes profundidades recolhendo dados. No TRIATLAS, sensores chamados UVP6LP foram montados em flutuadores ARGO e largados no oceano. Durante um ano e meio, os instrumentos monitorizaram a zona do Equador e na Corrente de Benguela, antes do flutuador ARGO ser recuperado. Eles adquiriram dados oceanográficos básicos (CTD, O₂, fluorescência) e imagens de partículas e de plâncton, da superfície do mar até 2000 metros de profundidade. Essas novas observações foram combinadas com dados existentes de imagem e ópticos.

Todos os dados, incluindo as imagens, dos flutuadores ARGO foram analisados no laboratório. O principal obstáculo está na classificação do grande número de imagens que ainda requerem validação humana. É aqui que a IA pode desempenhar um papel crucial, com novos algoritmos para reconhecer tipos e características de plâncton esperados.

As recolhas de dados bem-sucedidas durante o TRIATLAS também ajudarão a desenvolver melhores algoritmos de IA para classificar não apenas o plâncton, como também partículas que têm uma infinidade de formas no oceano.



O Legado TRIATLAS: Atividade de rede e capacitação

Uma das principais realizações do TRIATLAS foi a criação de um grupo de trabalho sobre “Espectros de Tamanho desde Células Pequenas até Peixes Grandes”, com investigadores de várias instituições do Brasil, África e Europa.

Este grupo de trabalho tem estado ativo na recolha, standardização e arquivamento de dados sobre distribuições de tamanho das diferentes componentes dos ecossistemas pelágicos do Atlântico Tropical, Subtropical e Sul.

Foram recolhidos dados sobre plâncton mínimo do tamanho de picoplâncton, nanoplâncton, micropoplâncton, como também macrozooplâncton capturado com rede (> 500 microns), e até organismos de maiores tamanhos nas comunidades de peixes mesopelágicos e de macroinvertebrados pelágicos. Recolheu-se também plâncton e partículas detectadas pelos sensores.

Esses dados foram usados para construir seus espectros de biovolume normalizados por tamanho (NBSS) em vários ecossistemas marinhos distintos do Oceano Atlântico. As análises indicam que ecossistemas mais quentes e menos produtivos sustentam um menor número de organismos de grande porte, com consequências relevantes para as previsões ecossistêmicas no contexto das mudanças climáticas.

Durante o TRIATLAS, a criação e o reforço de colaborações foi realizada através da rede I/

ITAPINA e através da capacitação. O TRIATLAS também permitiu aumentar a colaboração em rede ao propor para a comunidade científica da África Ocidental uma infraestrutura para monitorização de plâncton dentro do projeto Plankt'Eco.

O parceiro TRIATLAS, Institut Senegalais de Recherches Agricoles – ISRA-CRODT, foi selecionado como a instituição anfitriã para o equipamento (UVP6, zooscan e planktoscope). O pessoal técnico deste instituto e de outros beneficiará de formação e assistência em imagiologia pelágica no contexto do projeto Plankt'Eco.

A atividade a longo prazo desta infraestrutura dependerá de futuros projetos nos quais esta infraestrutura de imagiologia da África Ocidental estará envolvida.

Antevemos a necessidade de monitorização de recursos naturais e cultivados no ambiente costeiro e também na zona de ressurgência. Combinar estes instrumentos de imagiologia com sensores acústicos será o próximo passo.

A colaboração em rede permitiu que os cientistas do TRIATLAS propusessem um projeto para financiar capacidades de observação por imagiologia na África Ocidental.



Autores e informações de contato

Este resumo foi feito pelo projeto EU Horizon 2020 TRIATLAS, com contribuições dos seguintes:

- Pavanee Angelee Annasawmy, Université de Bretagne Occidentale, França
- Tim Dudeck, ZMT Bremen, Alemanha
- Yawouvi Dodji Soviadan Sorbonne Université, França
- Rainer Kiko, Sorbonne Université, França, e GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel, Alemanha

- Lars Stemmann, Sorbonne Université, França
- Gudrun Urd Sylte, Universidade de Bergen, Noruega
- Ralf Schwamborn, UFPE, Recife, Brasil
- Rubens M. Lopes, UFPE, Recife, Brasil

Contato

Lars Stemmann
lars.stemmann@imev-mer.fr

Referências

- Drago, L., T. Panaiotis, J.-O. Irisson, M. Babin, T. Biard, F. Carlotti, L. Coppola, L. Guidi, H. Hauss, L. Karp-Boss, F. Lombard, A. M. P. McDonnell, M. Picheral, A. Rogge, A. M. Waite, L. Stemmann, and R. Kiko. 2022. Global Distribution of Zooplankton Biomass Estimated by In Situ Imaging and Machine Learning. *Frontiers in Marine Science* 9. doi:10.3389/fmars.2022.894372
- Picheral, M., C. Catalano, D. Brousseau, H. Claustre, L. Coppola, E. Leymarie, J. Coindat, F. Dias, S. Fevre, L. Guidi, J. O. Irisson, L. Legendre, F. Lombard, L. Mortier, C. Penkerch, A. Rogge, C. Schmechtig, S. Thibault, T. Tixier, A. Waite, and L. Stemmann. 2022. The Underwater Vision Profiler 6: an imaging sensor of particle size spectra and plankton, for autonomous and cabled platforms. *Limnology and Oceanography Methods* 20: 115–129. doi:10.1002/lom3.10475
- Kiko, R., M. Picheral, D. Antoine, M. Babin, L. Berline, T. Biard, E. Boss, P. Brandt, F. Carlotti, S. Christiansen, L. Coppola, L. de la Cruz, E. Diamond-Riquier, X. D. de Madron, A. Elineau, G. Gorsky, L. Guidi, H. Hauss, J.-O. Irisson, L. Karp-Boss, J. Karstensen, D. Kim, R. M. Lekanoff, F. Lombard, R. M. Lopes, C. Marec, A. M. P. McDonnell, D. Niemeyer, M. Noyon, S. H. O'Daly, M. D. Ohman, J. L. Pretty, A. Rogge, S. Searson, M. Shibata, Y. Tanaka, T. Tanhua, J. Taucher, E. Trudnowska, J. S. Turner, A. Waite, and L. Stemmann. 2022. A global marine particle size distribution dataset obtained with the Underwater Vision Profiler 5. *Earth System Science Data* 14: 4315–4337. doi:10.5194/essd-14-4315-2022
- Irisson, J.-O., S.-D. Ayata, D. J. Lindsay, L. Karp-Boss, and L. Stemmann. 2022. Machine Learning for the Study of Plankton and Marine Snow from Images. *Annual review of marine science* 14: 277–301. doi:10.1146/annurev-marine-041921-013023



Esta iniciativa recebeu financiamento do programa para a investigação e inovação da União Europeia Horizonte 2020 ao abrigo do contrato de subvenção N° 817578.