

10

## Processos físicos na foz do Amazonas

A campanha Amazomix é a primeira campanha multidisciplinar a ser realizada no planalto amazônico. Ela foi projetada para responder às muitas questões que surgem sobre os processos físicos e biogeoquímicos e seus impactos em todo o ecossistema marinho da plataforma continental diante à foz do Amazonas.

### PARCEIROS

Centro Nacional de Pesquisa Científica (CNRS), França

Centro Nacional de Estudos Espaciais (CNES), França

Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Brasil

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Brasil

Universidade Federal do Pará (UFPA), Brasil

Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Brasil

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Brasil

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Brasil

Universidade do Porto, Portugal

Rockland Scientific, Canadá

O rio Amazonas contribui com uma carga considerável de água, sedimentos e organismos para o Oceano Atlântico, mas sua foz é pouco estudada (ver Capítulo 8) e muitos aspectos de seu funcionamento ainda são desconhecidos. A plataforma continental amazônica vivencia uma variedade de processos físicos como insumos fluviais, correntes costeiras, variabilidade de mesoescala, vórtices ou filamentos, afloramento ou upwelling (uma forte corrente do fundo à superfície conhecida por gerar águas ricas em nutrientes, portanto favoráveis à pesca), ou a maré e suas ondas internas - propagadas na frequência da maré e criadas pela interação da corrente da maré com uma topografia íngreme em um oceano com várias camadas de diferentes densidades - ou mesmo todos os tipos de ondas internas devido ao vento ou correntes. Todos estes processos desempenham um papel fundamental na máquina climática, influenciando as concentrações de nutrientes, clorofila e matéria em suspensão e alterando os balanços energético, salino e térmico. Estes parâmetros, por sua vez, condicionam as interações entre o ambiente físico e o meio vivo, das bactérias ao plâncton e aos estoques de peixes.

A pluma ou pluma amazônica dessalinizada é um grande volume de água fresca, turva e rica em nutrientes de origem continental que é trazida para a faixa costeira. É um local de alta produção de fitoplâncton que tem efeitos benéficos em toda a cadeia alimentar. Ela entra em um grande corredor de circulação oceânica e na 'esteira transportadora oceânica', movida por ventos, temperatura e salinidade. A água morna e salgada se move para o norte, onde esfria. Esta água mais fria e mais densa afunda no fundo dos oceanos e retorna ao sul. Essa Circulação de Inversão Meridional do Atlântico (Atlantic Meridional Overturning Circulation, AMOC) é crucial para a regulação do



Aterragem de amostras biológicas, campanha Amazomix, Brasil.

Em conformidade com os acordos internacionais e a legislação brasileira, as amostras biológicas coletadas durante a campanha Amazomix foram desembarcadas no Brasil, onde foram coletadas. Aqui a tripulação está empenhada em transferir as amostras do Antea para o barco de pesca em mar aberto. De lá, elas foram transportadas para a Universidade Federal do Pará, parceiro do IRD.

clima global e é uma das razões pelas quais as temperaturas são mais altas ao longo da costa europeia do que na América do Norte.

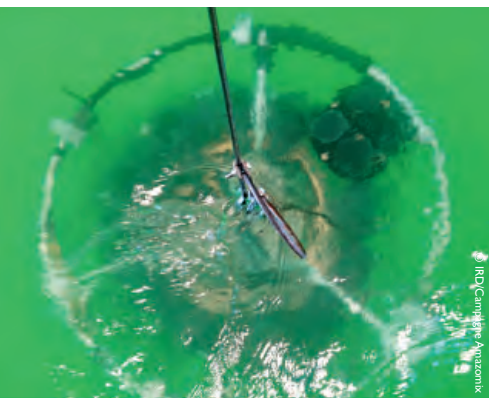
As marés internas são particularmente enérgicas nesta região. Através de seus fortes movimentos verticais ou da mistura turbulenta que elas podem criar, elas têm um impacto nos ciclos biogeoquímicos, permitindo uma entrada significativa de nutrientes na camada eufótica - que é a camada superior do ecossistema oceânico - favorecendo a produção primária, conforme observação da superfície a partir de dados de satélite. Assim, as marés internas poderiam influenciar a bomba biológica e o ciclo do carbono.

A biodiversidade marinha global da região, de bactérias a peixes, não está bem descrita. A presença de recifes de coral, apesar das águas turvas, não é explicada. A conectividade das espécies no Atlântico tropical também permanece uma questão em aberto. A região do Caribe é muito mais rica em biodiversidade do que o oceano ao largo do Brasil. Uma hipótese é que

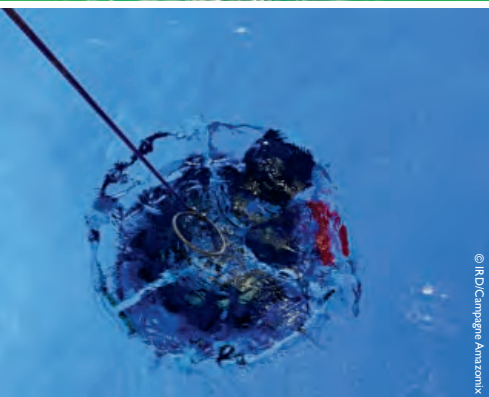




© IRD/Campagne Amazomix



© IRD/Campagne Amazomix



© IRD/Campagne Amazomix

#### Lançamento de uma roseta, campanha oceanográfica Amazomix.

Uma roseta é um instrumento oceanográfico de garrafas de amostra que coletam água em profundidades selecionadas, utilizando um sistema que opera sua abertura a partir do navio. Aqui o instrumento é visto lançado três vezes no mesmo oceano, embora sua cor varie muito.

a pluma amazônica, que pode se estender até 3.000 km fora da foz, poderia atuar como uma barreira para alguns organismos.

A plataforma amazônica é, portanto, um laboratório experimental ideal para estudar o impacto dos processos físicos na estrutura e função dos ecossistemas marinhos, costeiros e oceânicos.

#### A campanha Amazomix

Todas estas questões levaram os pesquisadores do IRD e seus parceiros a conduzir uma campanha marítima em grande escala no final de 2021, a campanha Amazomix. Uma equipe multidisciplinar de 17 pesquisadores franceses e brasileiros embarcou no Antea, um navio semissubmersível da frota oceanográfica francesa. O navio partiu de Cayenne (Guiana Francesa) e navegou por águas brasileiras, explorando a foz do Amazonas ao longo de mais de 6.000 km. Esta campanha cobriu a plataforma amazônica e a encosta continental para estudar o impacto das correntes de fina escala, desde a pluma amazônica e processos turbulentos (resultantes das ondas internas que se formam no oceano, estes movimentos de alguns milímetros por quilômetro causam uma mistura irreversível de águas e suas propriedades ao longo de vários milhares de quilômetros) no funcionamento do ecossistema marinho de um ponto de vista físico, biogeoquímico e biológico. A expedição também teve como objetivo rastrear a origem e distribuição de poluentes, metais pesados e microplásticos, e determinar seu papel na cadeia alimentar.

Além dos cientistas a bordo, o Amazomix contou com uma equipe de 70 pesquisadores do Brasil, da França e de outros países.

As medições e análises de amostras in situ serão estudadas em interação com ferramentas e dados digitais (modelagem e dados de satélite). A análise dos dados coletados será realizada em conjunto pelos diferentes parceiros e os resultados serão compartilhados. A campanha também terá uma função de formação de pesquisa para cerca de 50 estudantes internacionais.

#### Em conclusão

Os resultados preliminares revelam um forte impacto das ondas internas na estrutura e funcionamento do ecossistema marinho, desde os processos físicos até os ecológicos. A amostragem biológica extensiva dos diferentes compartimentos, desde a superfície até mais de 1.300 m de profundidade, revelou uma biodiversidade muito maior do que a registrada anteriormente na região.



© IRD/A. Bertrand

Seleção de amostras biológicas antes da embalagem.

#### Para mais informações

<https://www.ird.fr/campagne-amazomix-etude-des-processus-physiques-et-leurs-impacts-sur-lecosysteme-marin-lembouchure>

#### Participaram das pesquisas

Ariane Koch Larouy (IRD), Flavia Lucena Fredou (UFRPE), Moacyr Araujo (UFPE), Arnaud Bertrand (IRD) e mais de setenta pesquisadores.

---

## Lista de autores

---

### PARTE 1 **Monitorar as dinâmicas, entender os processos**

#### **1 O Observatório HyBAm em grandes rios da Amazônia**

William Santini, engenheiro hidrológico, UMR GET  
Naziano Filizola, geólogo,  
Universidade Federal do Amazonas, Brasil  
Jean-Michel Martinez, hidrólogo, UMR GET  
Jean-Loup Guyot, hidrólogo, UMR GET

#### **2 Mensurar a diversidade florestal**

Raphael Pélissier, ecólogo, UMR Amap  
Eduardo Falconi, biólogo, IRD Representação Brasil  
Frédérique Seyler, pedóloga, sensoriamento remoto,  
UMR Espace-DEV

#### **3 Monitorar o desmatamento e a degradação florestal**

Laurent Polidori, sensoriamento remoto, geodésia,  
Universidade Federal do Pará, UMR Cesbio, Brasil  
Claudio Almeida, sensoriamento remoto,  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Brasil

#### **4 Os solos : da dinâmica das lateritas à degradação da terra e da biodiversidade**

Thierry Desjardins, pedólogo, UMR IEES  
Paulo Martins, agrônomo, Universidade Federal do Pará, Brasil  
Frédérique Seyler, pedóloga, sensoriamento remoto,  
UMR Espace-DEV

#### **5 O papel essencial das várzeas no funcionamento do hidrossistema amazônico**

Patrick Seyler, geoquímico, UMR HSM, emérito  
Geraldo Boaventura, geoquímico,  
Universidade de Brasília, Brasil

## 6 Ictiologia Amazônica

Marc Pouilly, ictiólogo, UMR Borea  
Carlos Freitas, Universidade Federal do Amazonas, Brasil

## 7 Recursos hídricos e dados espaciais

Rodrigo Paiva, hidrólogo larga escala,  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil  
Fabrice Papa, hidrólogo, climatólogo, UMR Legos

## PARTE 2 Interações global-local

### 8 O sistema estuarino amazônico

Fabien Durand, oceanógrafo, UMR Legos  
Alice César Fassoni Andrade, hidróloga, pós-doutorando  
Patrick Seyler, geoquímico, UMR HSM, emérito  
Daniel Moreira, engenheiro cartográfico, hidrólogo,  
geodésia, Serviço geológico do Brasil  
Pieter van Beek, geoquímico, UMR Legos

### 9 O sistema costeiro da Amazônia

Jean-François Faure, geógrafo, UMR Espace-DEV  
Maria Teresa Prost, geomorfóloga,  
Museu Paraense Emílio Goeldi, Brasil

### 10 Processos físicos na foz do Amazonas

Ariane Koch Larouy, oceanógrafa, UMR Legos  
Flavia Lucena Fredou, ecóloga,  
Universidade Federal Rural do Pernambuco, Brasil  
Moacyr Araujo, oceanógrafo, climatólogo,  
Universidade Federal de Pernambuco, Brasil  
Arnaud Bertrand, ecólogo, UMR Marbec

### 11 Climas do passado

Renato Campelo Cordeiro, geoquímico,  
Universidade Federal Fluminense, Brasil  
Abdel Sifeddine, climatólogo, UMR Locean

### 12 Climas atuais

Josyane Ronchail, geógrafa, UMR LOCEAN  
Jhan Carlo Espinoza, agrônomo, UMR IGE

## PARTE 3 Povos indígenas, populações locais e o ecossistema

### 13 Um observatório socioambiental na Amazônia, o INCT Odisseia

Marie-Paule Bonnet, hidróloga modeladora,  
UMR Espace-DEV

### 14 Reconfigurações dos padrões de vida e dinâmicas territoriais

Stéphanie Nasuti, antropóloga,  
Universidade de Brasília, Brasil

### 15 Plantas cultivadas: produção e conservação da diversidade

Mauro Almeida, sócio-antropólogo, Professor colaborador,  
Universidade Estadual de Campinas, Brasil  
Laure Emperaire, etnobotânica, UMR PALOC, emérita

### 16 O sistema alimentar

Esther Katz, antropóloga, UMR Paloc  
Lucia Van Velthem, antropóloga,  
Museu Paraense Emílio Goeldi, Brasil

### 17 Biodiversidade espontânea nos agrossistemas: plantas silvestres úteis e plantas invasoras

Izildinha Miranda, ecóloga,  
Universidade Federal Rural da Amazônia, Brasil  
Danielle Mitja, botânica, UMR Espace-DEV

**18 Desmatamento, garimpo e mercúrio**

Jérémie Garnier, geoquímico,  
Universidade de Brasília, Brasil

Patrick Seyler, geoquímico, UMR HSM, emérito

**19 Meio ambiente e saúde na Amazônia,  
uma abordagem de saúde única**

Emmanuel Roux, matemático, UMR Espace-DEV

Helen Gurgel, geógrafa,  
Universidade de Brasília, Brasil

# TRAJETÓRIAS DE PESQUISA NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

O IRD \_\_\_\_\_  
e seus parceiros

---

IRD Éditions

INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT

Marseille, 2022

#### Coordenação editorial

Frédérique Seyler

#### Preparação editorial

Sabrina Milani

#### Design do modelo

Charlotte Devanz

#### Layout

Aline Lugand – Gris Souris

Maíra Zannon – Ilha Design

A menos que de outra forma indicado, todas as fotos deste livro são oriundas da base fotográfica do IRD Multimedia (<https://multimedia.ird.fr/>).

#### Foto de capa

*Pupunha*, fruta da palmeira *Bactris gasipaes*, Amazônia brasileira

© IRD/Laure Empeaire



Esta publicação de livre acesso é colocada à disposição do público nos termos da Creative Commons CC BY-NCND 4.0 licença, disponível em: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>. Autoriza qualquer distribuição do trabalho original (compartilhar, copiar, reproduzir, distribuir, comunicar), desde que os autores e editores sejam mencionados e um link para a licença CC By-NC-ND 4.0 está incluído. Nenhuma modificação é permitida e o trabalho deve ser distribuído em sua totalidade. Nenhuma utilização comercial é permitida.

© IRD, 2022

ISBN papel: 978-2-7099-2968-4

ISBN PDF: 978-2-7099-2968-1

ISBN epub: 978-2-7099-2970-7

#### COMITÊ CIENTÍFICO

Frédérique Seyler

Marie-Pierre Ledru

Laure Empeaire

#### Assistente de Redação

Eduardo Falconi



Apoio à esta publicação: Embaixada da França no Brasil