

Biogeografia Marinha

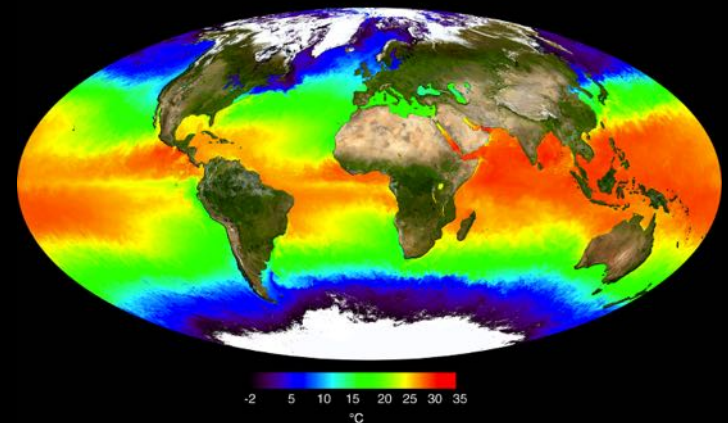
IOB100 – Fundamentos de Oceanografia Biológica

Biogeografia: padrões e processos

- Como se distribuem os componentes vivos do planeta?
- Por que distribuem-se assim?



OBIS

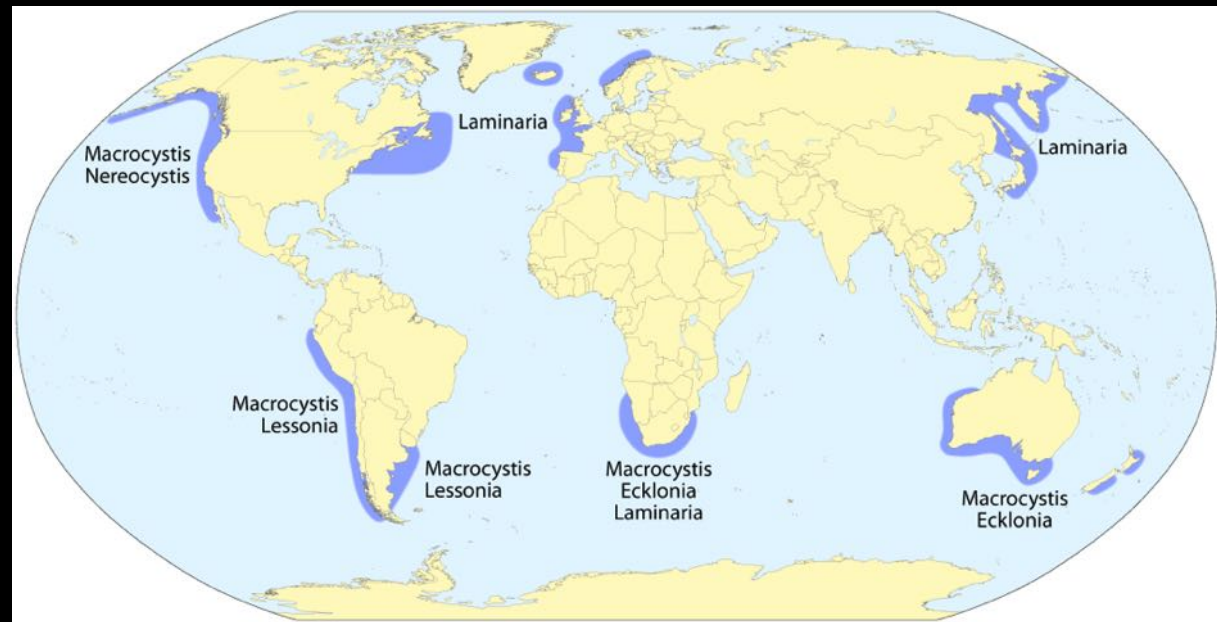
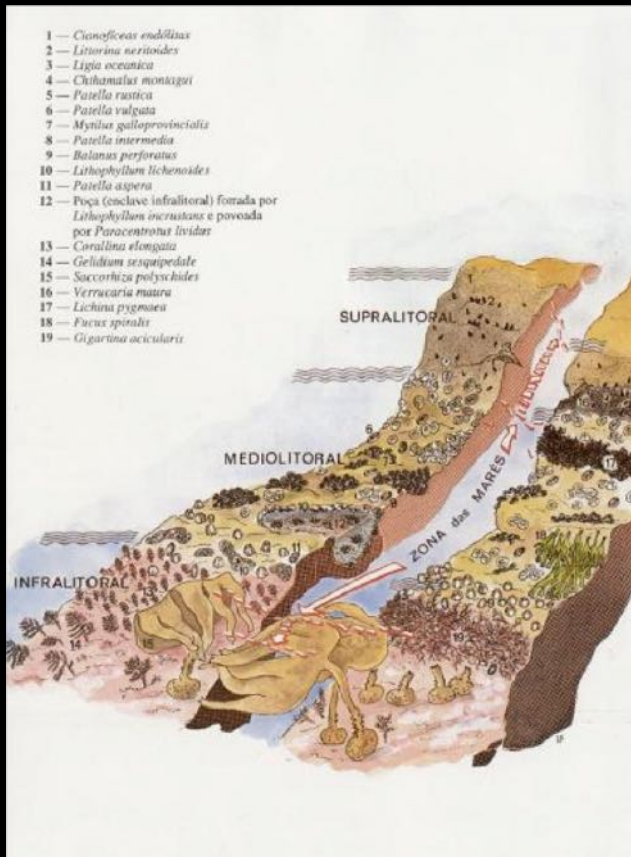


NASA, 2010

O que é BIOGEOGRAFIA?

- A biogeografia estuda os padrões de distribuição dos seres vivos;
- Os padrões podem ser espaciais, temporais ou espaço-temporais
- Questões trabalhadas pela biogeografia:
 - Como os organismos se diversificaram e se distribuíram?
 - Quantos seres vivos há no planeta? Essa diversidade está distribuída como no tempo e no espaço?
 - A distribuição espacial mudou ao longo do tempo?
 - Como as ações humanas estão modificando a distribuição dos organismos?
 - Como será a distribuição dos organismos no futuro?

Diferentes questões para diferentes escalas:



Escalas locais

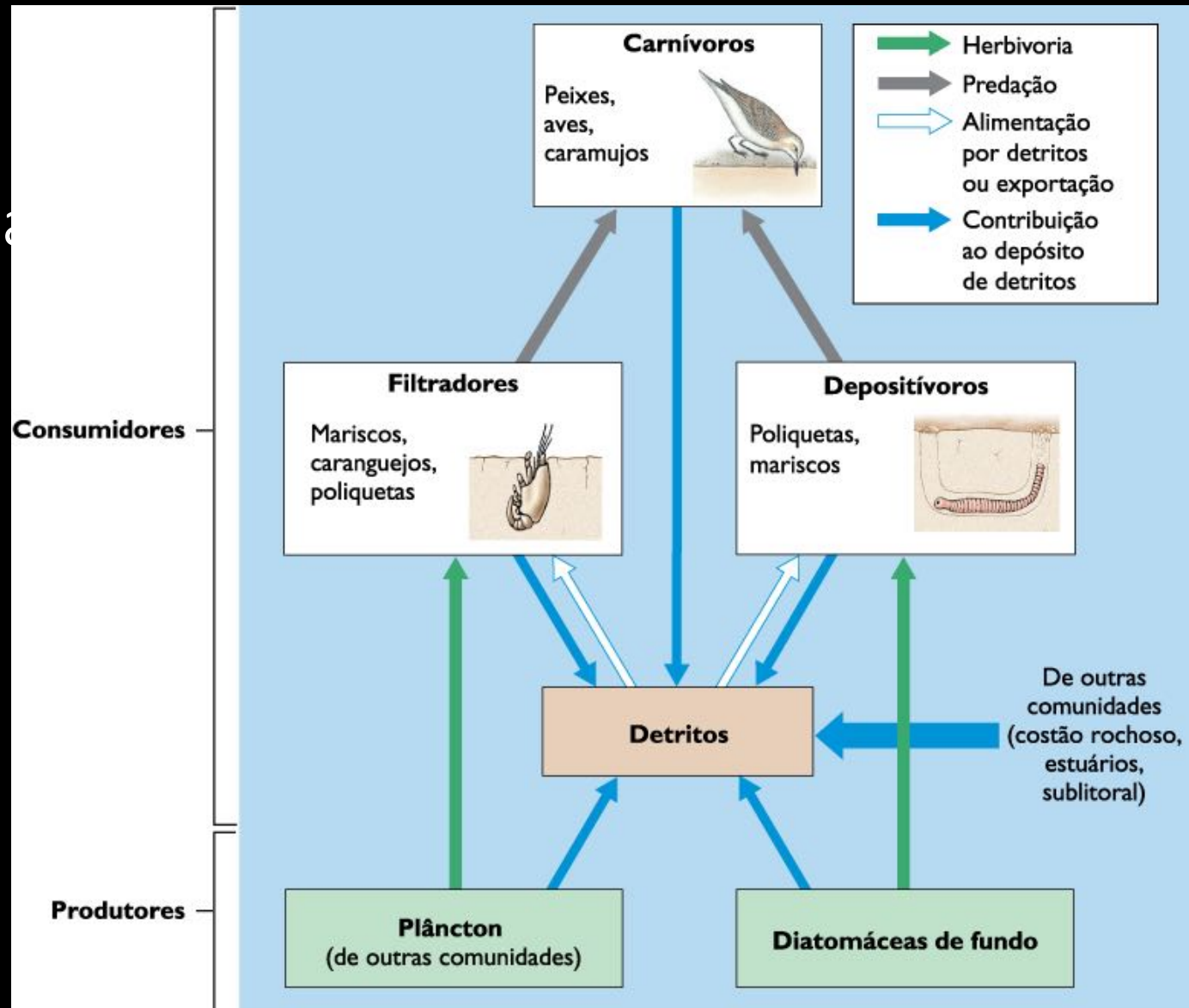
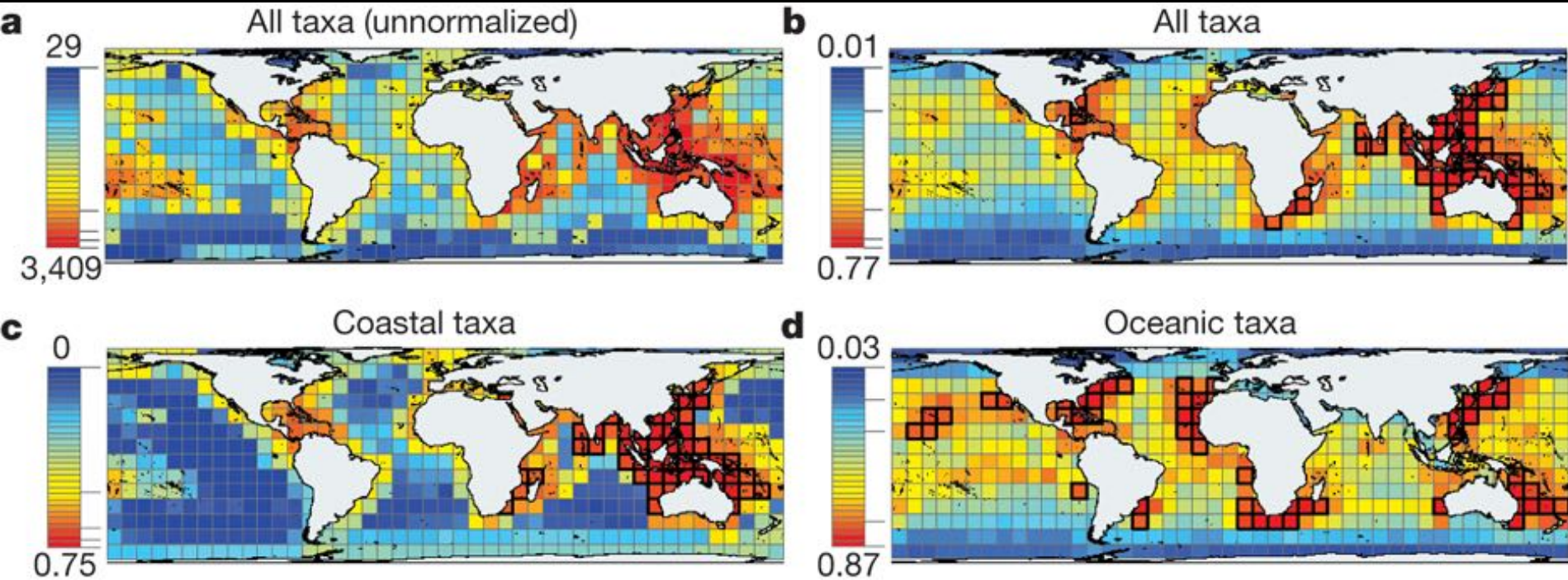
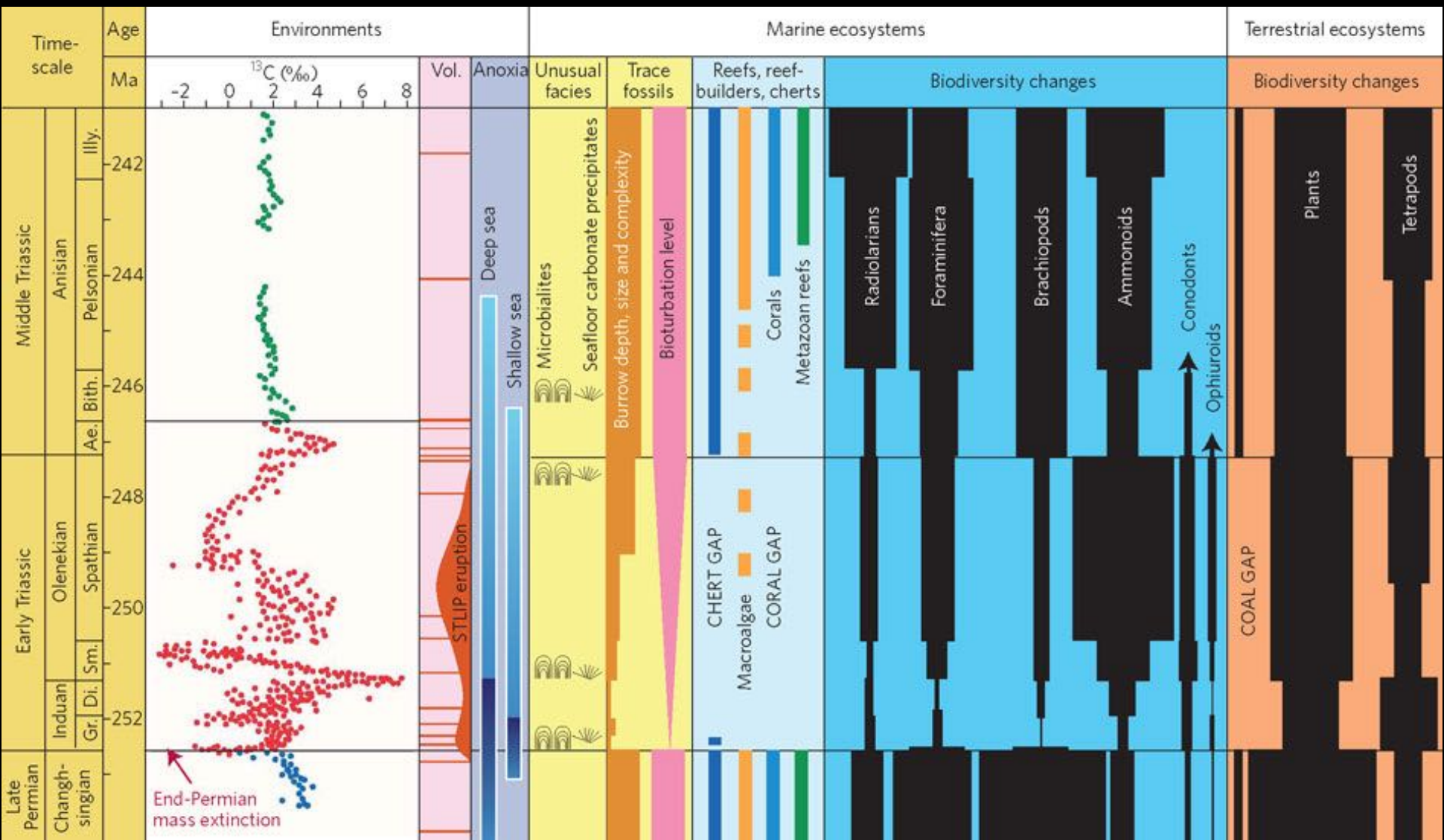


FIGURA 11.32 Uma teia alimentar generalizada em uma praia arenosa.

Macroecologia





Relações com outras ciências

- Biologia
- Geografia
- Oceanografia
- Geologia
- Paleontologia
- Ecologia
- Climatologia
- Genética
- Fisiologia
- Biologia evolutiva
- Pedologia
- Biogeoquímica
- Geofísica
- Etc.

Divisões da biogeografia

- Por táxon:
 - Fitogeografia
 - Zoogeografia
- Por escala/processo:
 - Biogeografia histórica
 - Biogeografia ecológica
 - Macroecologia
 - Paleoecologia

PADRÃO X PROCESSO

- Padrão: como algo está organizado no espaço ou no tempo
- Processo: o mecanismo que gerou o padrão

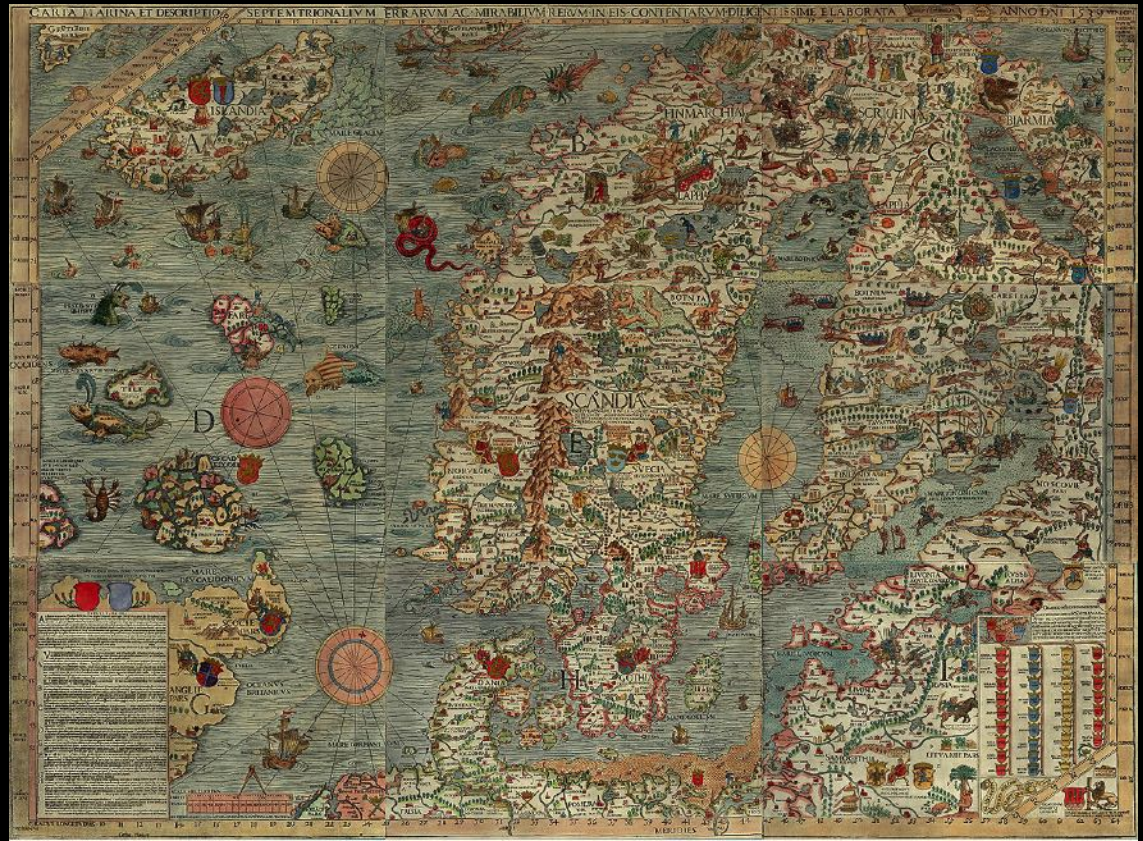
Em que a biogeografia difere de outras ciências naturais?

- É observacional, não experimental.
- Depende de várias outras ciências

Visão de mundo: da crença à ciência

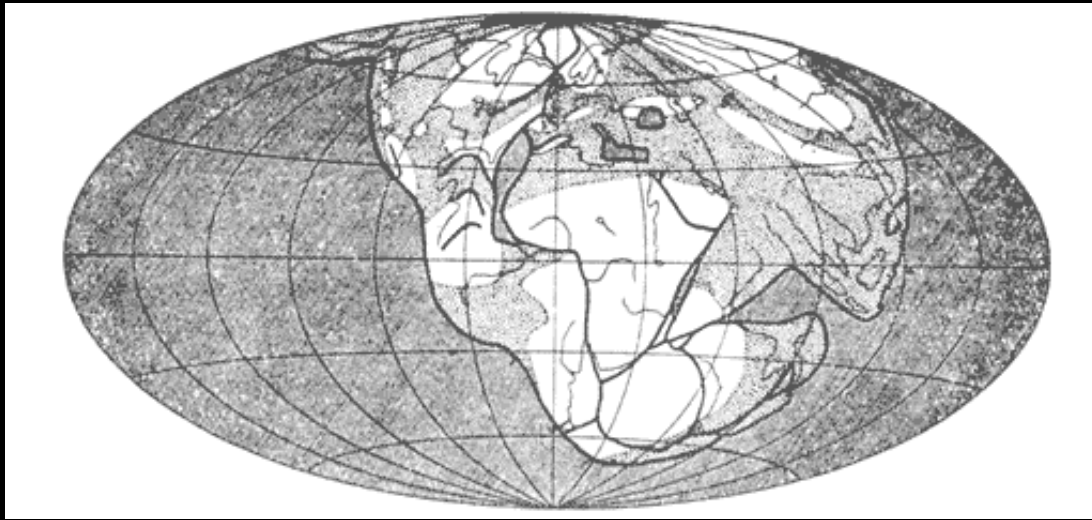


Hadji Ahmed Muhiddin Piri- 1513

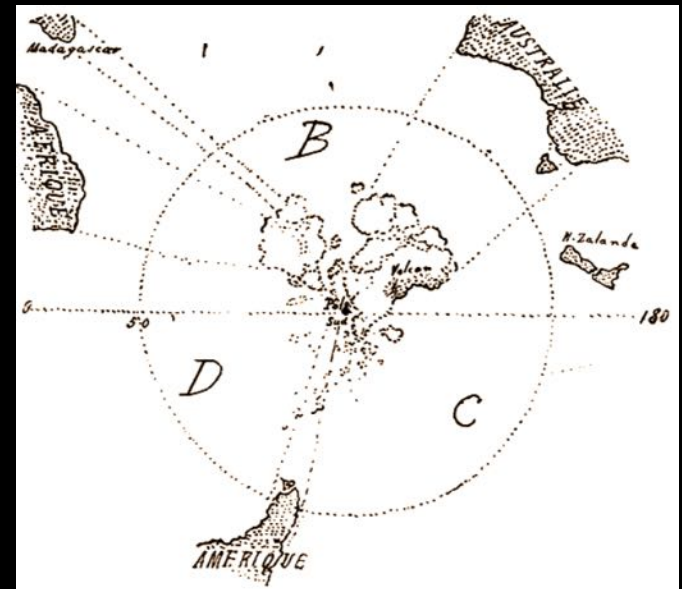


Olaus Magnus - 1539

Deriva continental: Alfred Wegener



Wegener, 1937



Roberto Mantovani, 1909

Tectônica de placas



Marie Tharp & Bruce Heezen, 1977

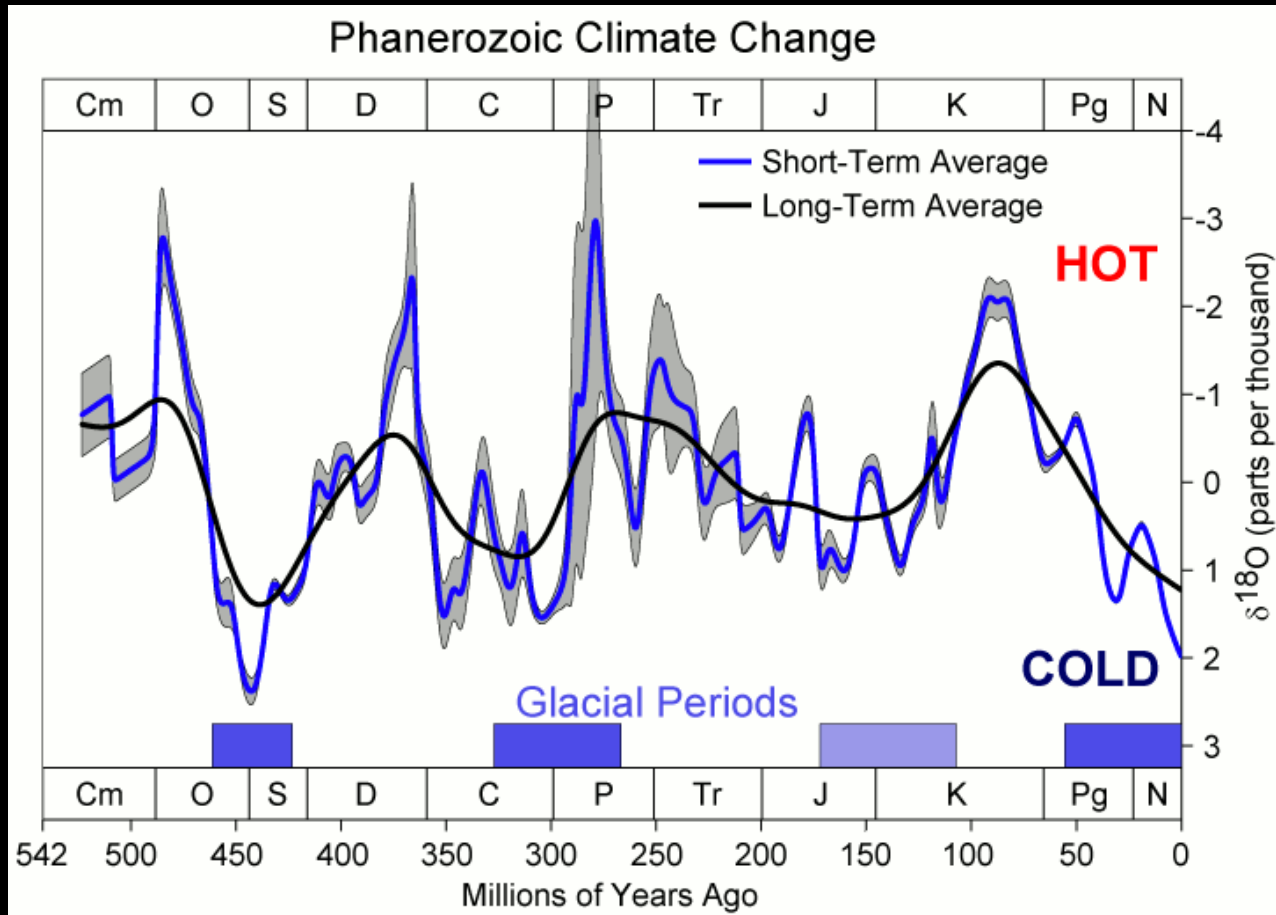
Origem do Atlântico

- Abertura inicial entre o Triássico e o Jurássico - 250 – 150 Ma
- Passagem de Neotethys é formada, e dará origem ao Mediterrâneo e Atlântico Norte

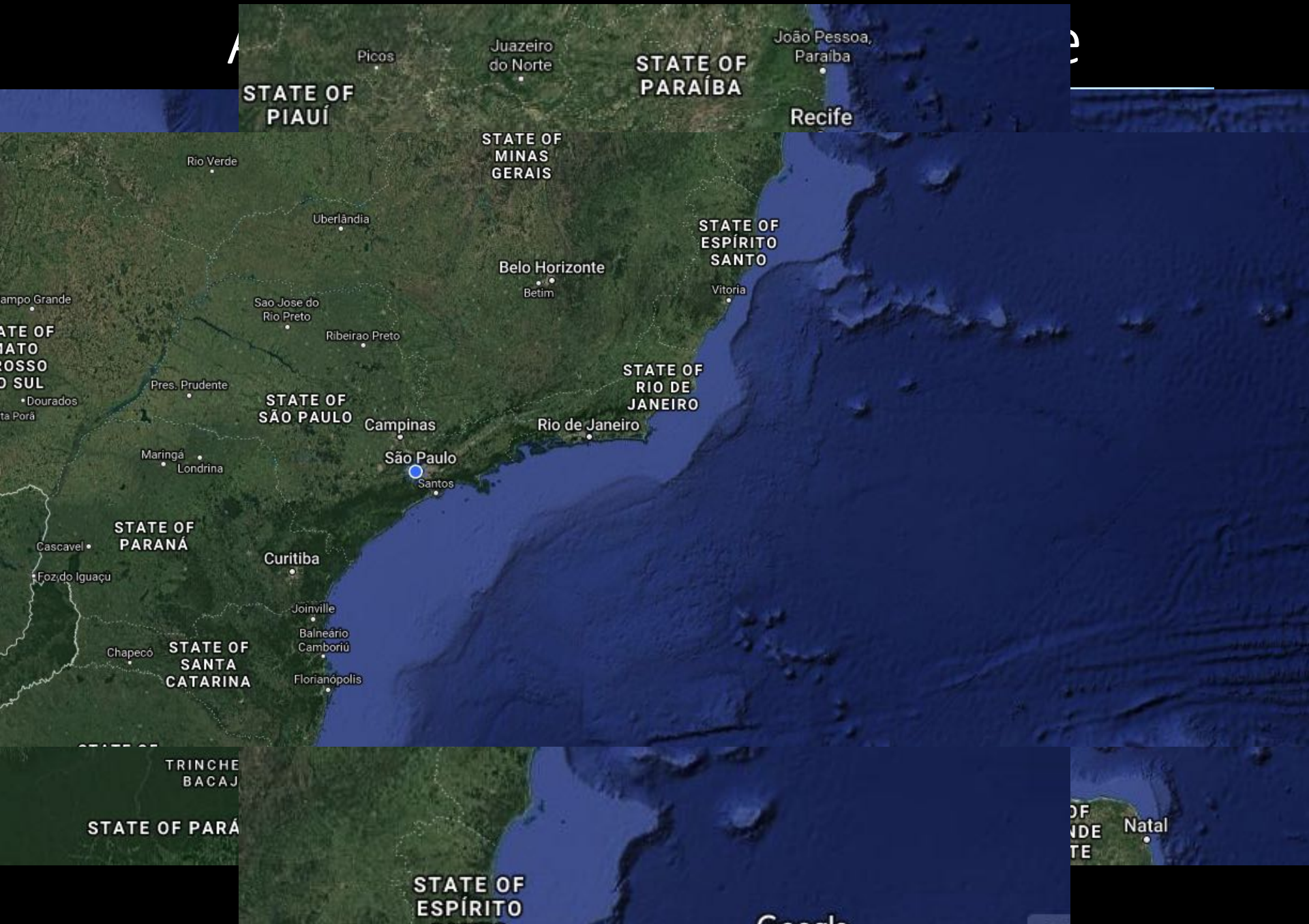


Christopher scotese

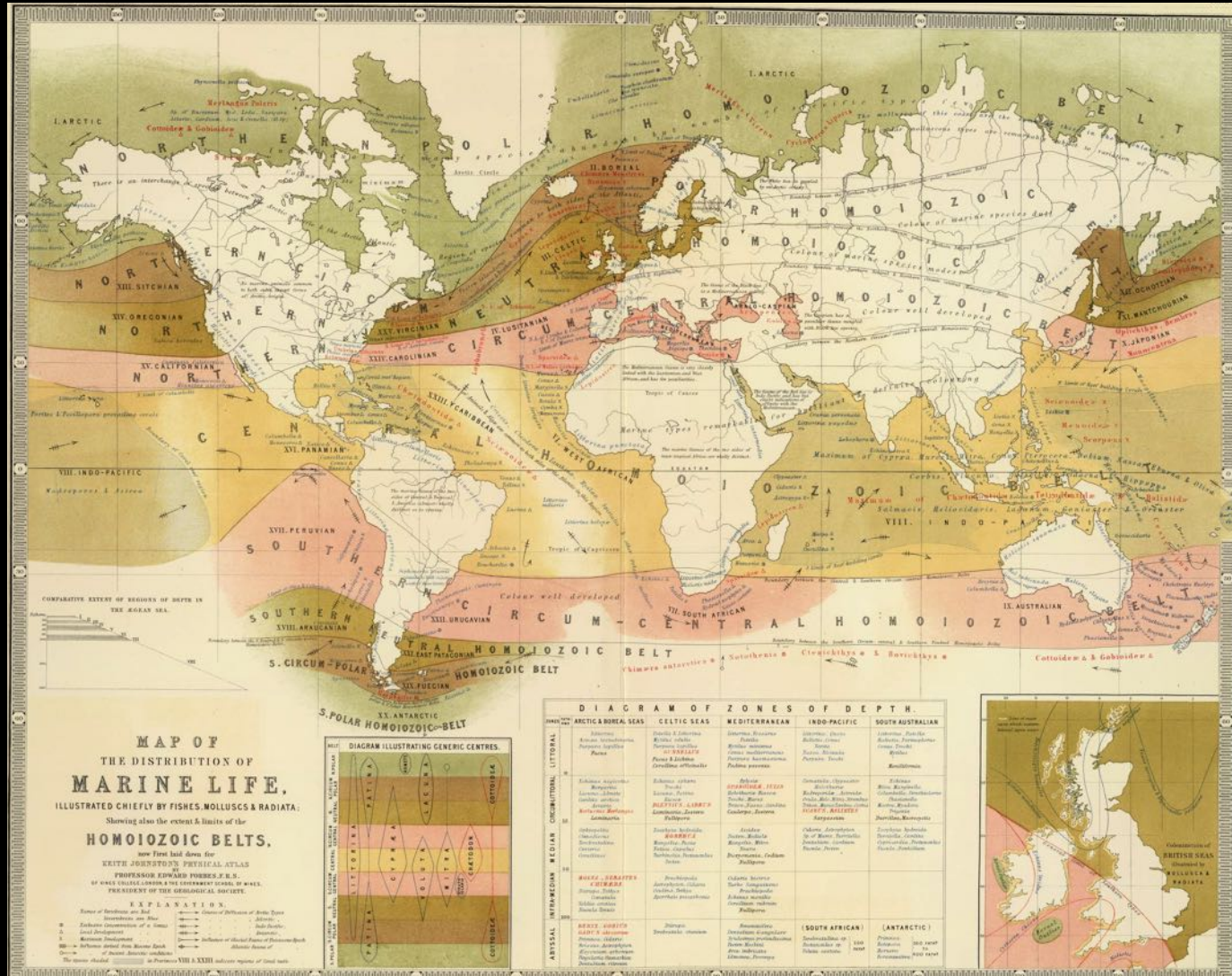
Glaciações



Robert Rohde



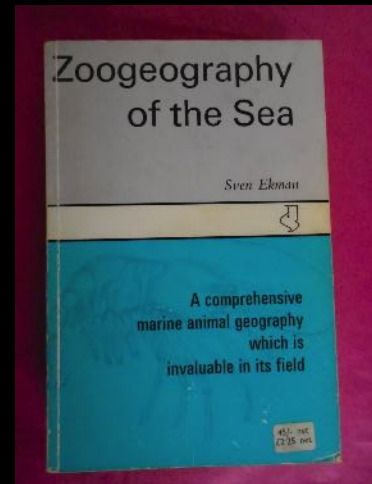
O desenvolvimento da biogeografia marinha



Edward Forbes, 1856

Sven Ekman (1876-1964)

- Tem grande relevância no desenvolvimento da oceanografia.
- Publica em 1935, em alemão: “Tiergeographie des Meeres”
- Versão em inglês em 1953



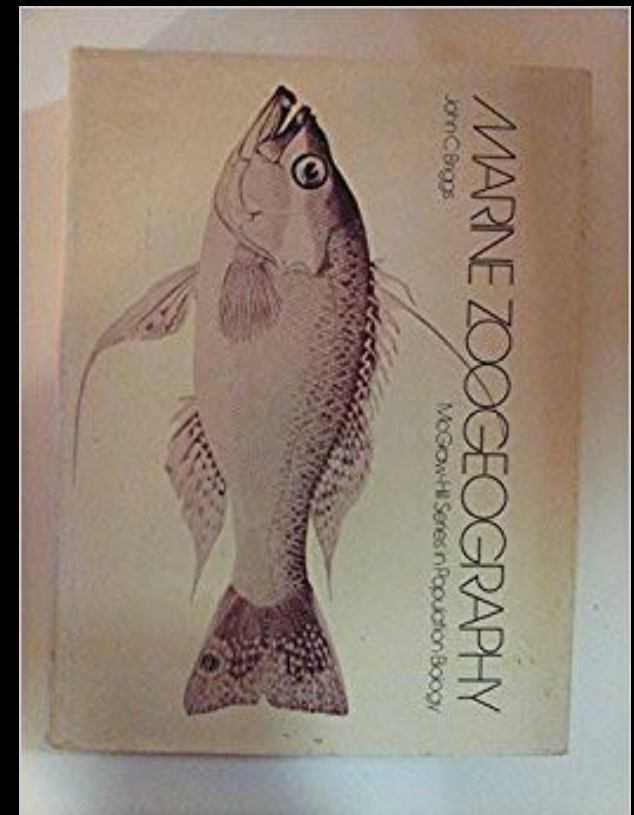
Kafanov, 2006

John C. Briggs (1919 -)



Carl Hubbs, 1973

- Publica “Marine Zoogeography” em 1974
- Utiliza o critério de endemismo (10%) para delimitação das unidades biogeográfica
- Baseia fortemente sua análise em dados sobre peixes e crustáceos



Spalding et al., 2007

Domínios

Províncias

Ecoregiões

Tropical Atlantic

12. Tropical Northwestern Atlantic

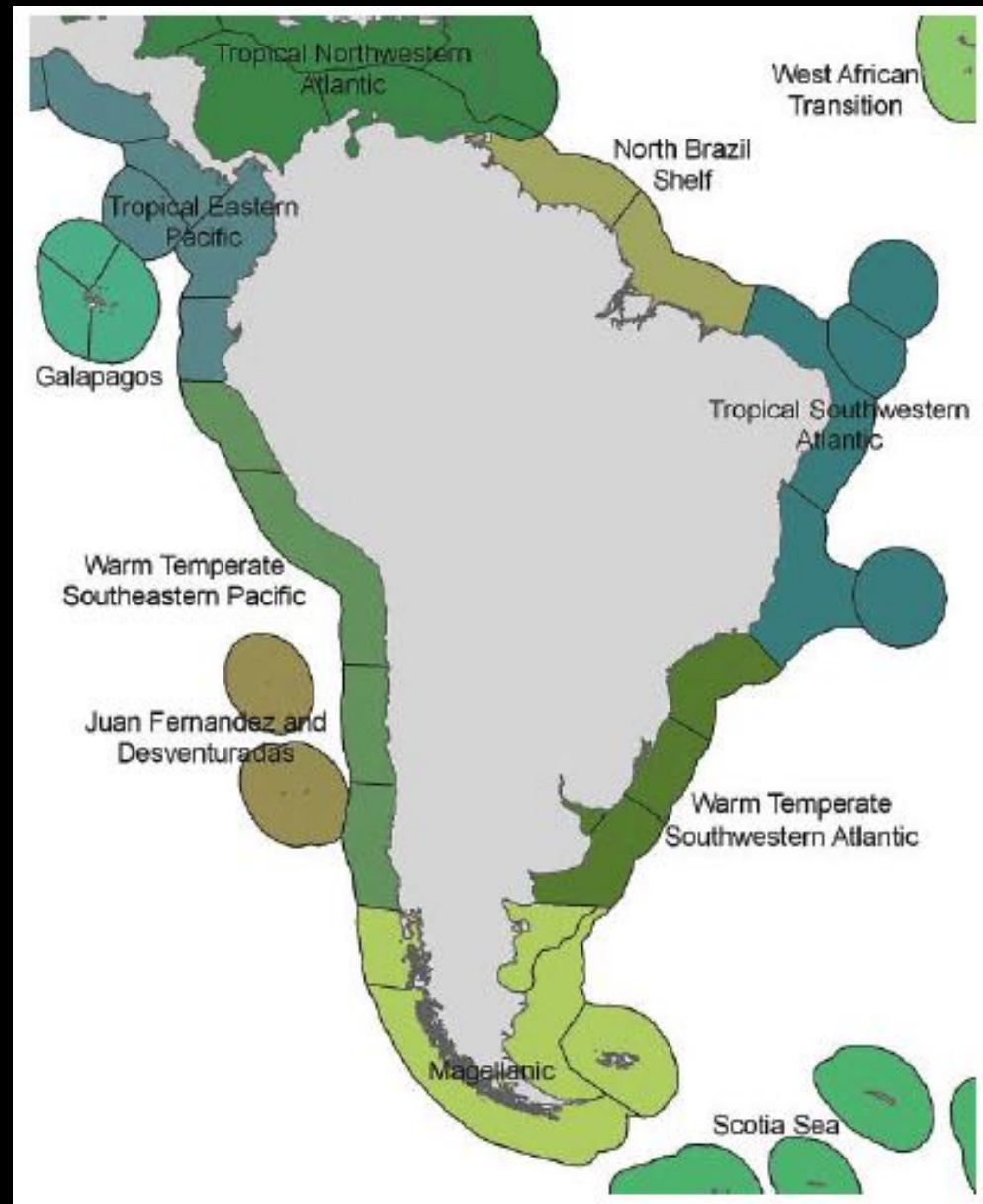
- 62. Bermuda
- 63. Bahamian
- 64. Eastern Caribbean
- 65. Greater Antilles
- 66. Southern Caribbean
- 67. Southwestern Caribbean
- 68. Western Caribbean
- 69. Southern Gulf of Mexico
- 70. Floridian

13. North Brazil Shelf

- 71. Guianan
- 72. Amazonia

14. Tropical Southwestern Atlantic

- 73. Sao Pedro and Sao Paulo Islands
- 74. Fernando de Naronha and Atoll das Rocas
- 75. Northeastern Brazil
- 76. Eastern Brazil
- 77. Trindade and Martin Vaz Islands



Barreiras potenciais no Atlântico



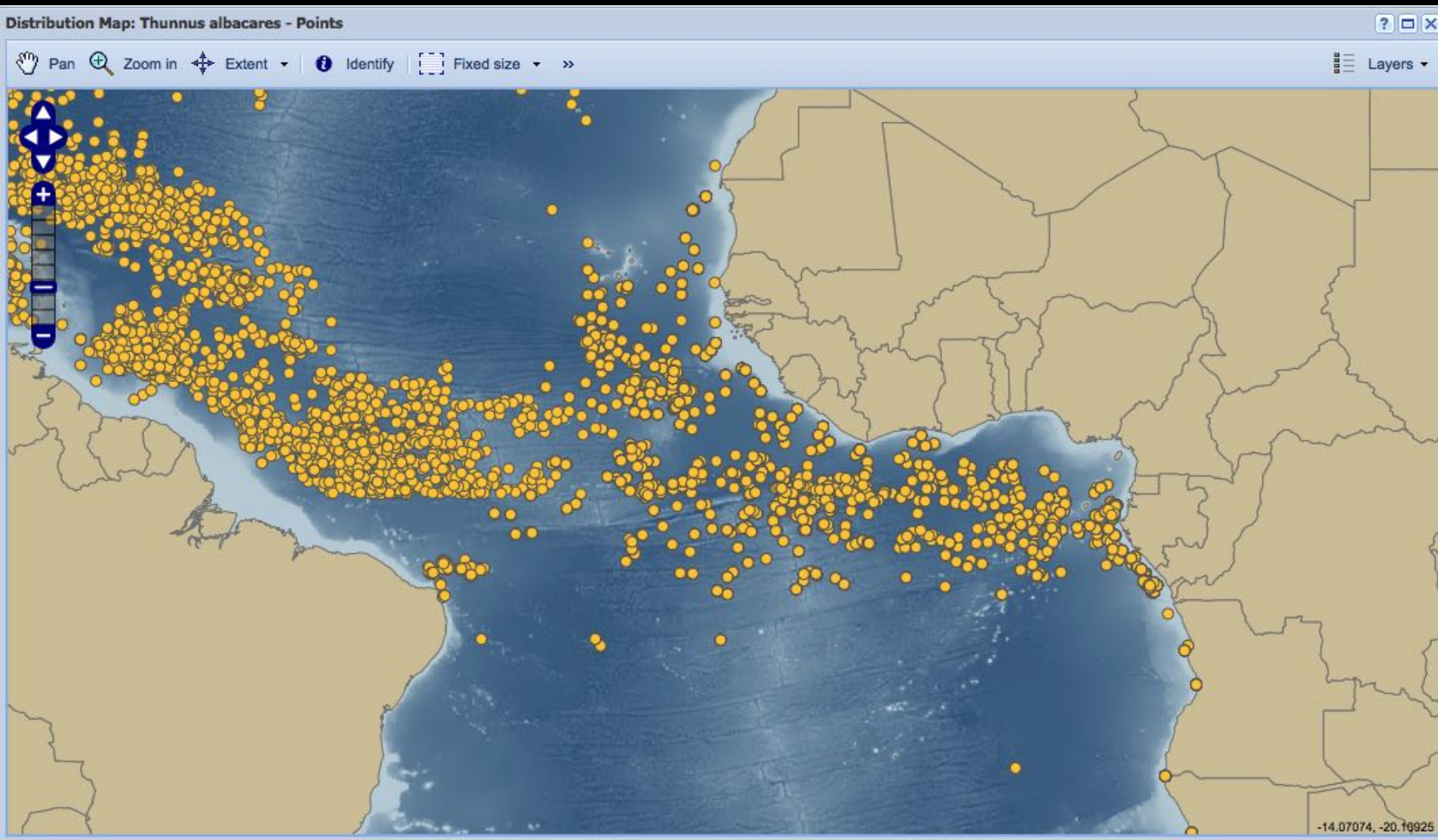
NASA, Terrametrics

Distribuição da Diversidade

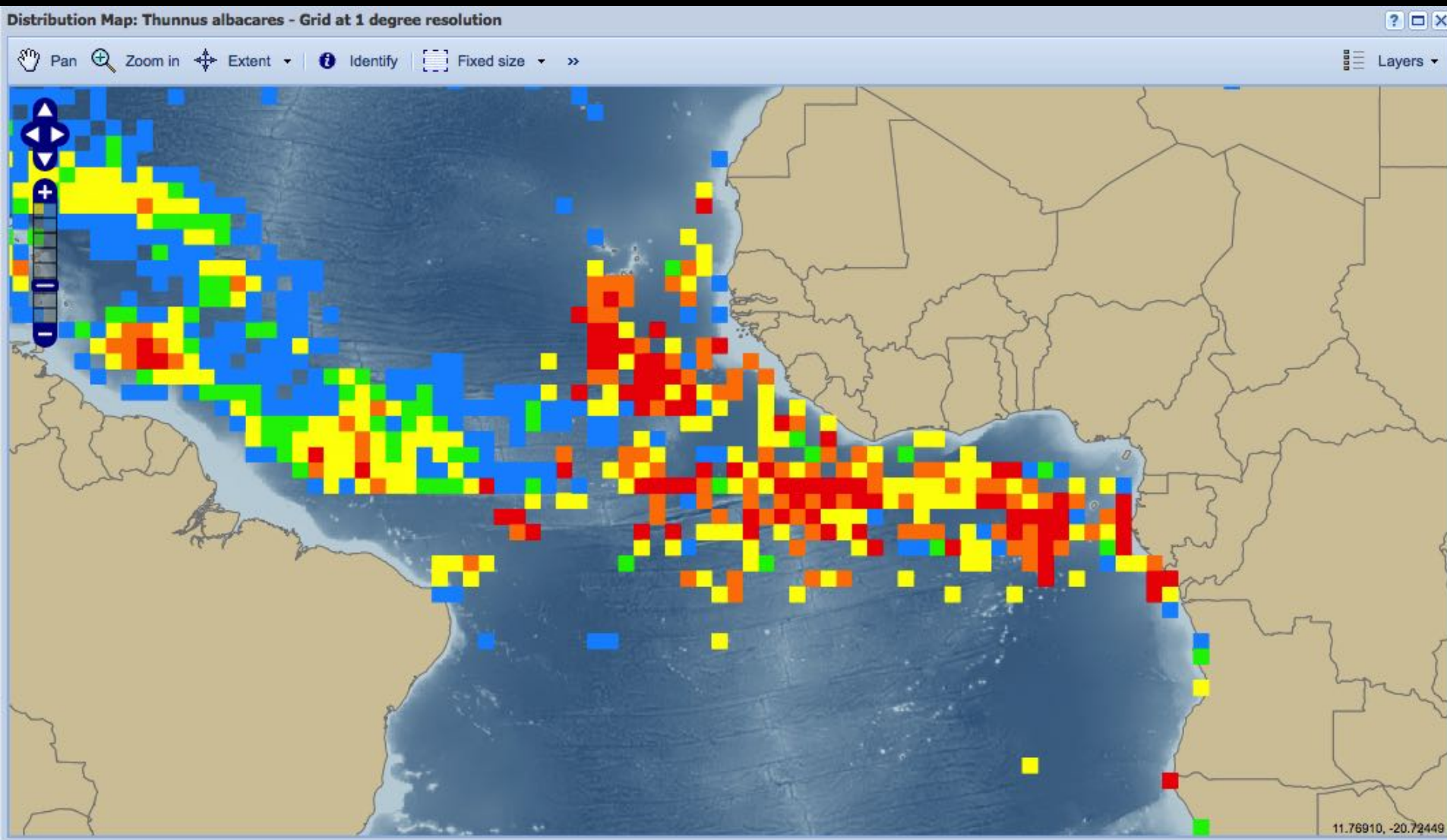
Distribuição de espécies

- Cada espécie tem sua própria distribuição
- A ocorrência das espécies pode gerar MAPAS DE DISTRIBUIÇÃO
 - Os mapas podem reproduzir PONTOS exatos onde as espécies foram coletadas ou avistadas
 - Podem também desenhar ÁREAS delineadas no mapa
- Mapas são as bases do trabalho em biogeografia

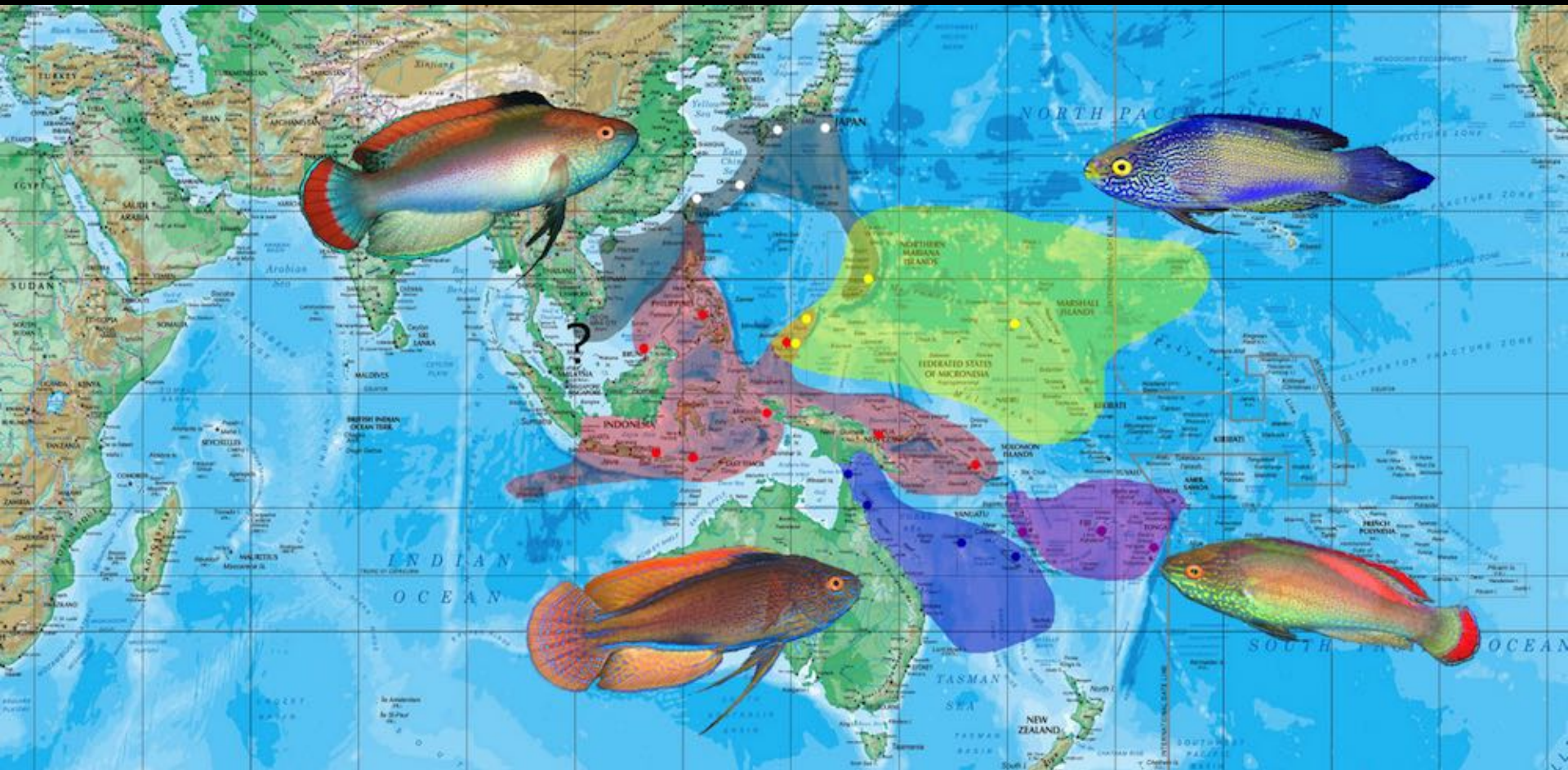
Distribuição por pontos exatos



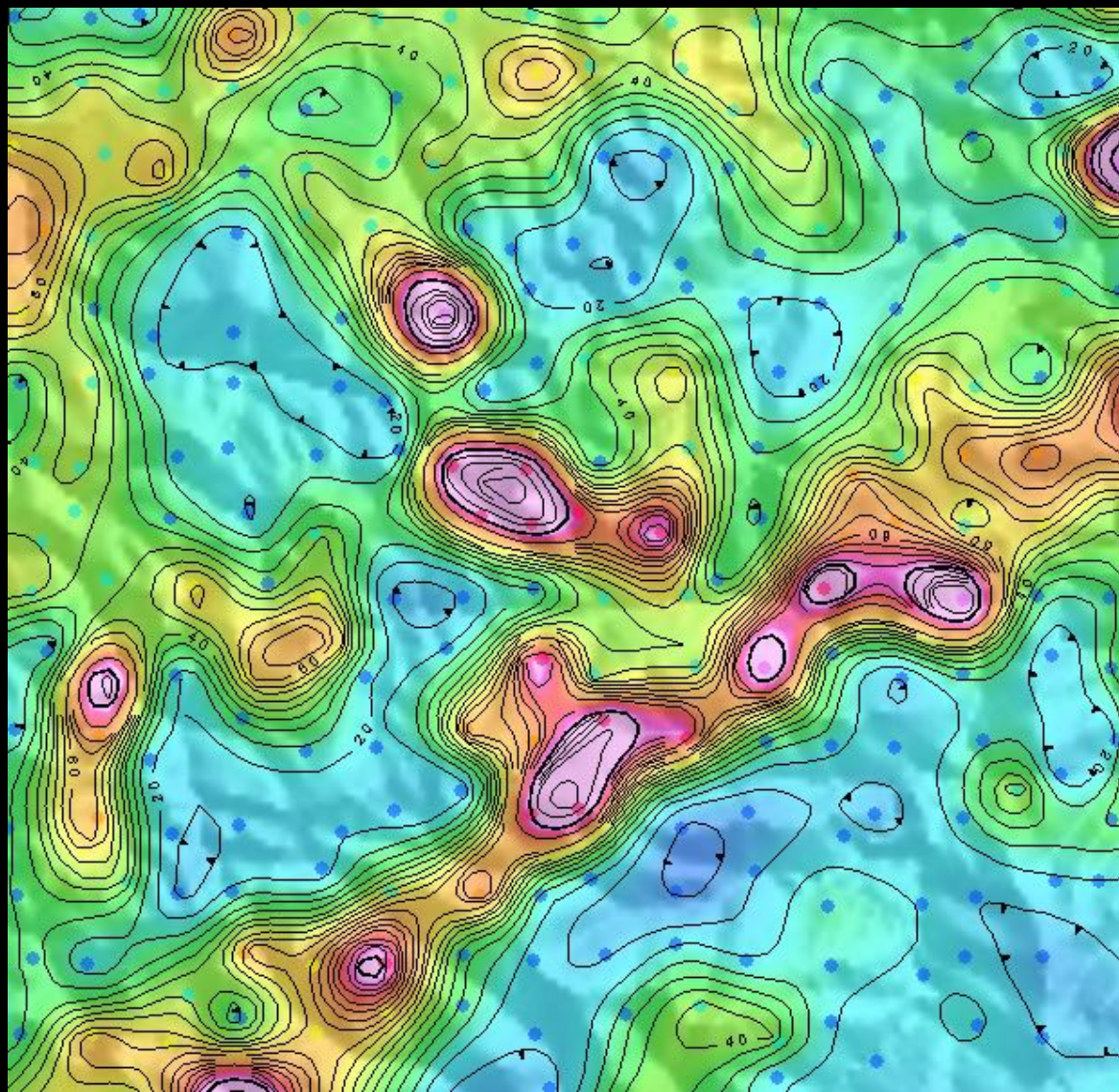
Distribuição por quadículas



Áreas de distribuição



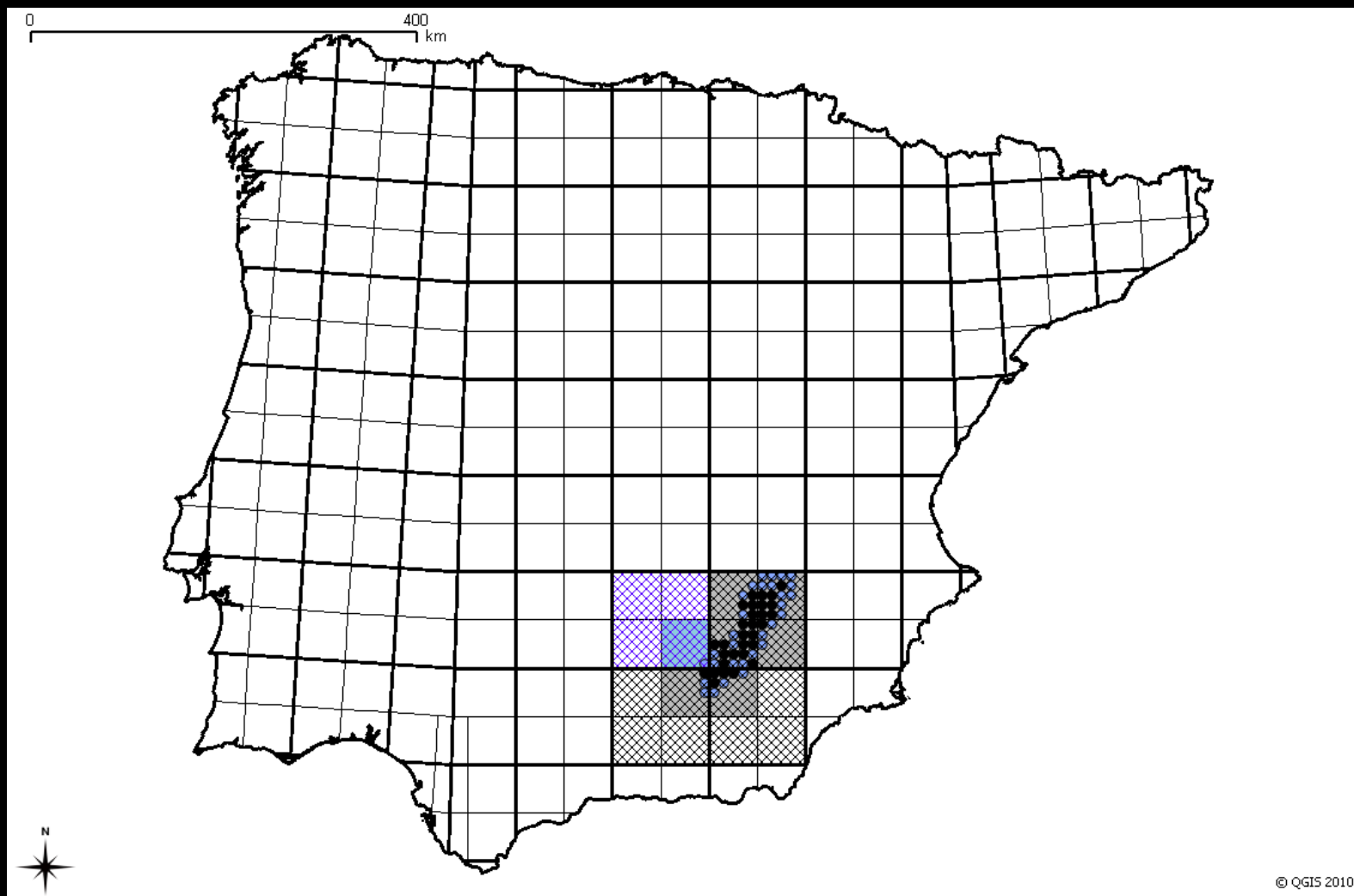
Mapas de contorno

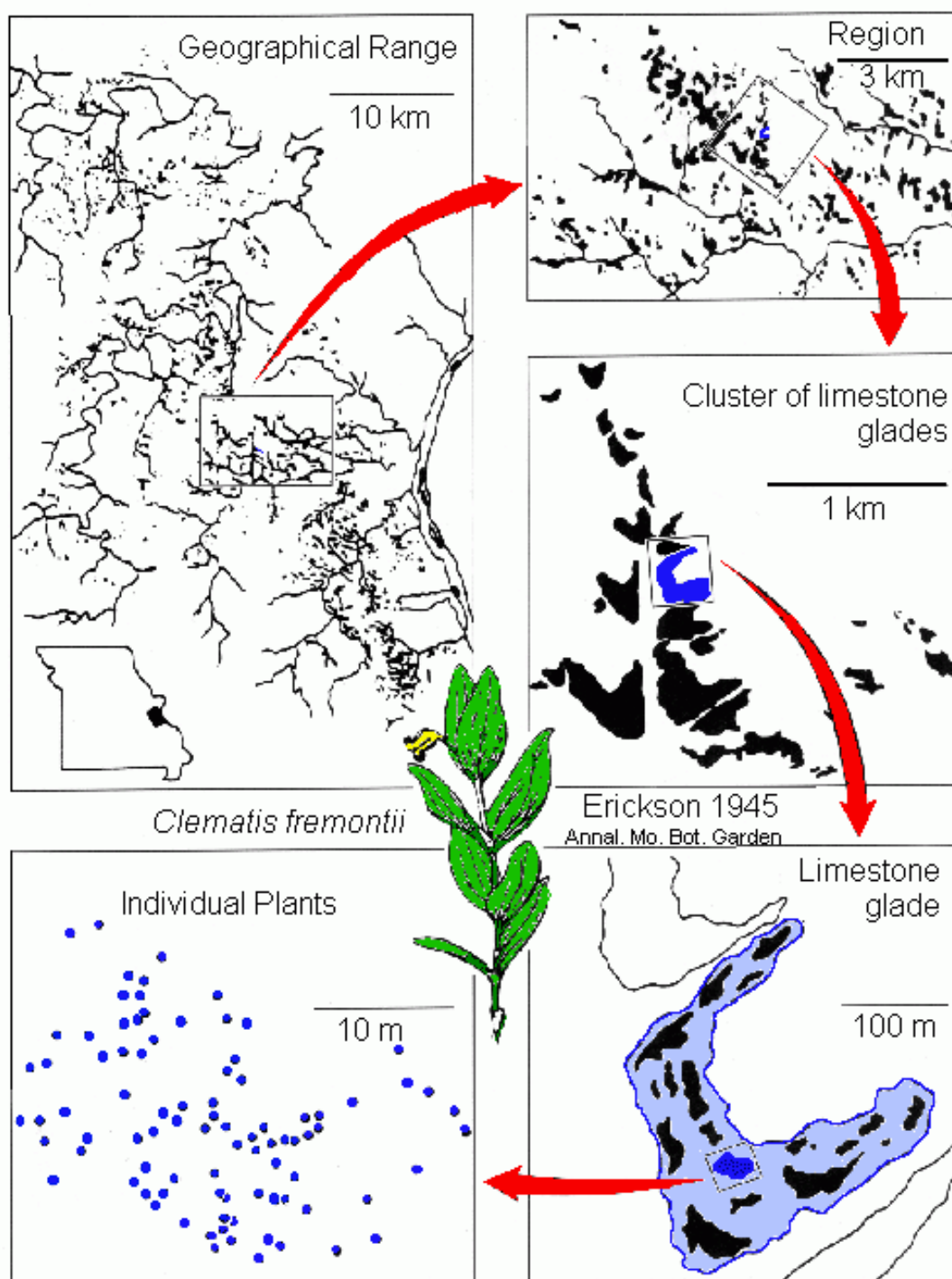


Distribuição de indivíduos

- São as verdadeiras unidades de distribuição aferidas em campo
- Idealmente se teria um mapa da localização de cada indivíduo da espécie, e isso definiria sua distribuição

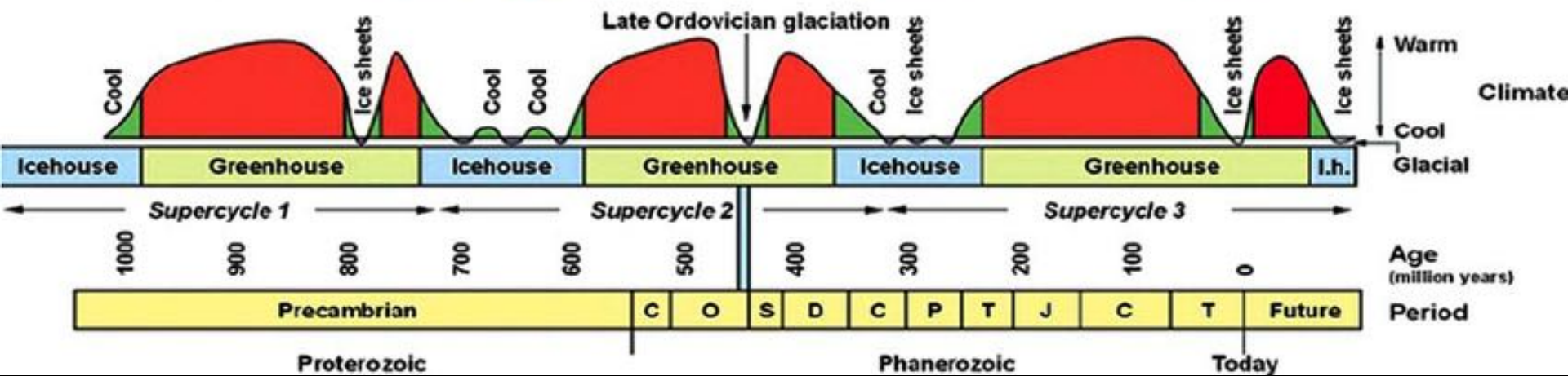
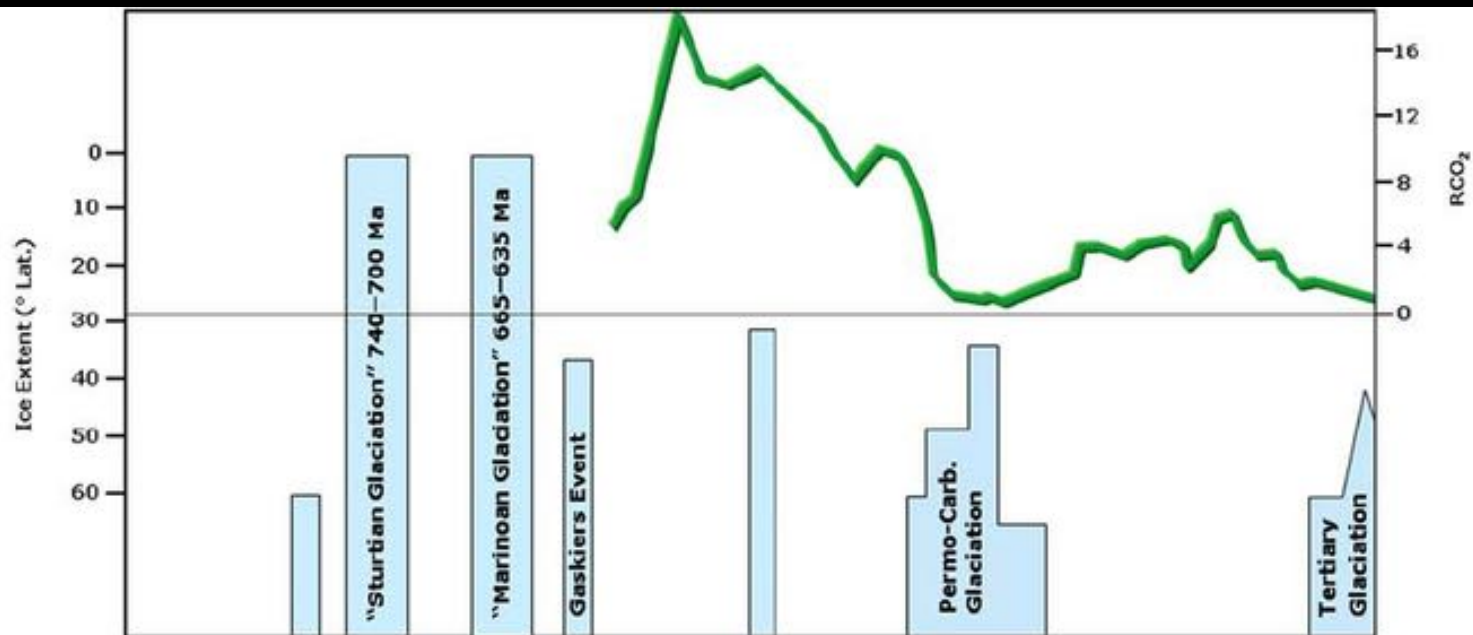
Resolução e escalas

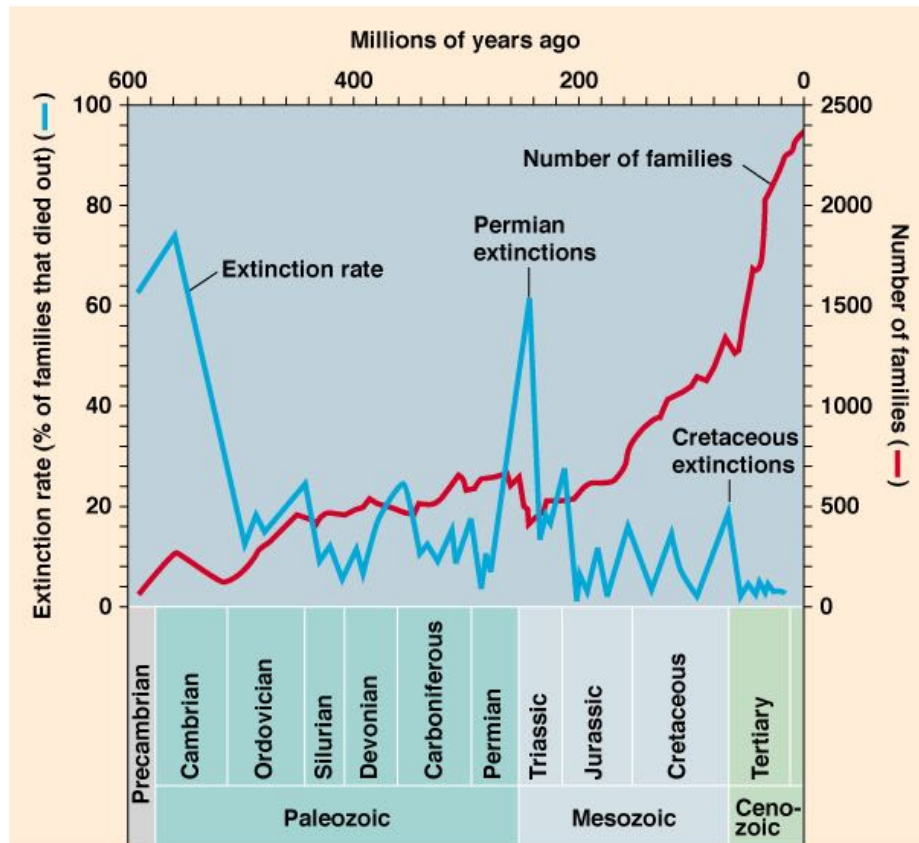




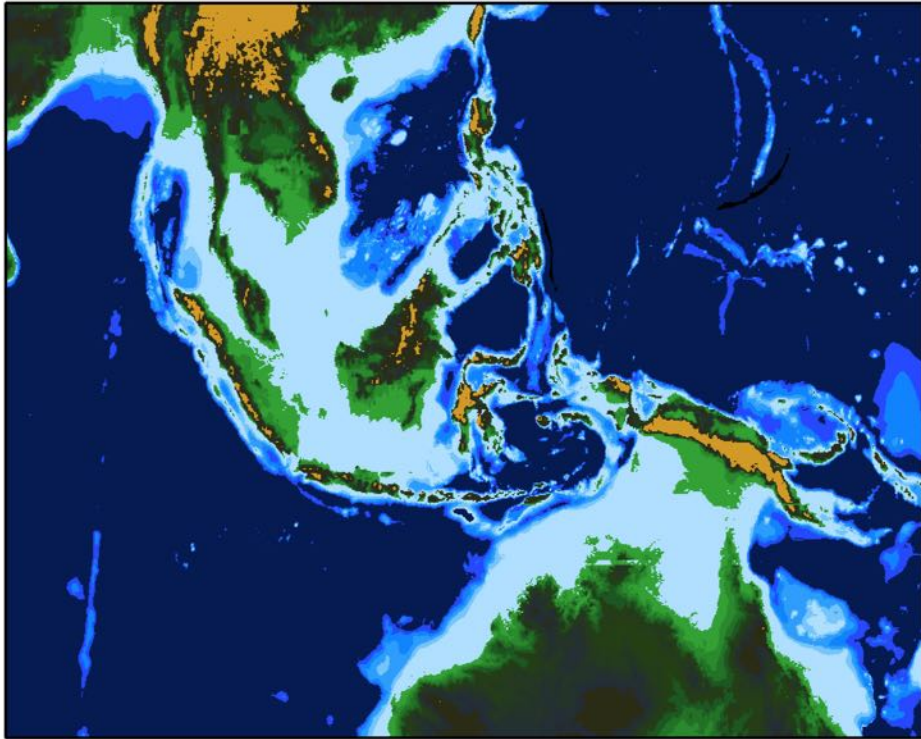
Distribuição no tempo

- Os limites das distribuições dos organismos não são estáticos, e flutuam ao longo do tempo
- Expansões e contrações nas áreas de distribuição são comuns e podem responder a eventos em diferentes escalas: dias, semanas, meses, anos, décadas etc.

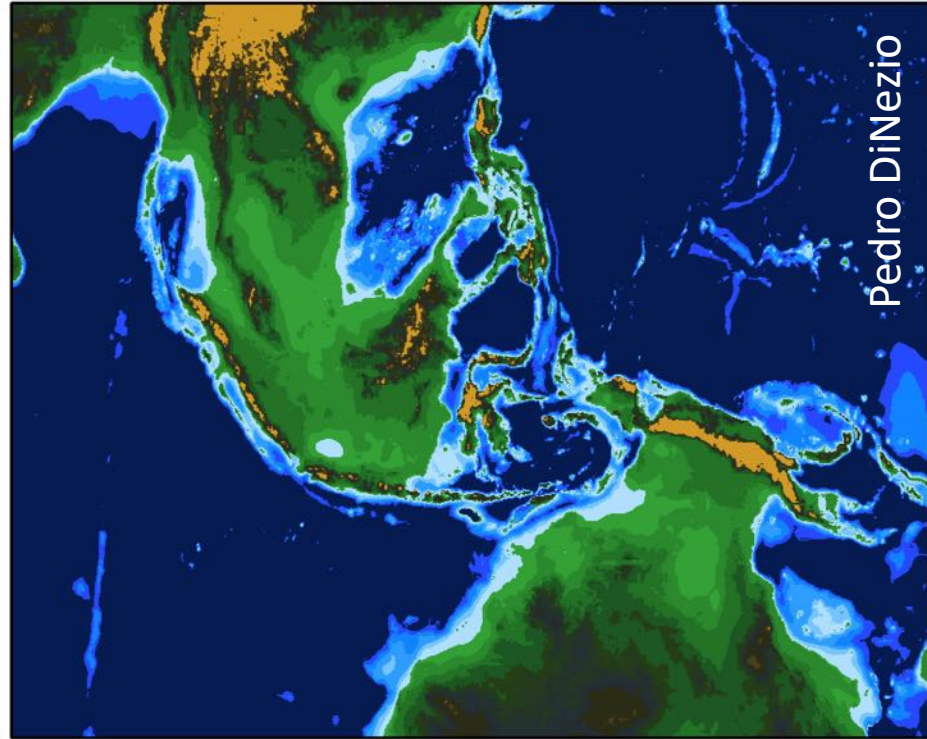




Plataforma de Sunda



Hoje



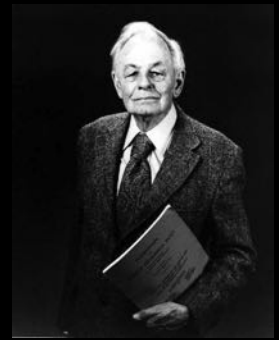
Último máximo glacial

Pedro DiNezio

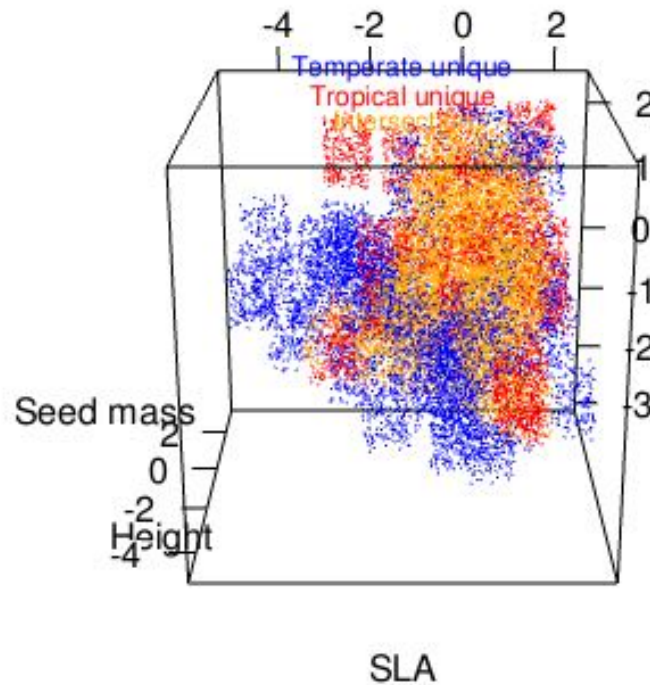
Distribuição de populações

- Populações são conjuntos de indivíduos da mesma espécie que podem inter-cruzar;
- Em ecologia nos referimos a uma população ou metapopulação a indivíduos que habitam uma mesma área;
- Populações podem aumentar ou diminuir como reflexo das taxas de nascimento, mortalidade, imigração e emigração;
- O que mantém uma população dentro de certos limites geográficos?

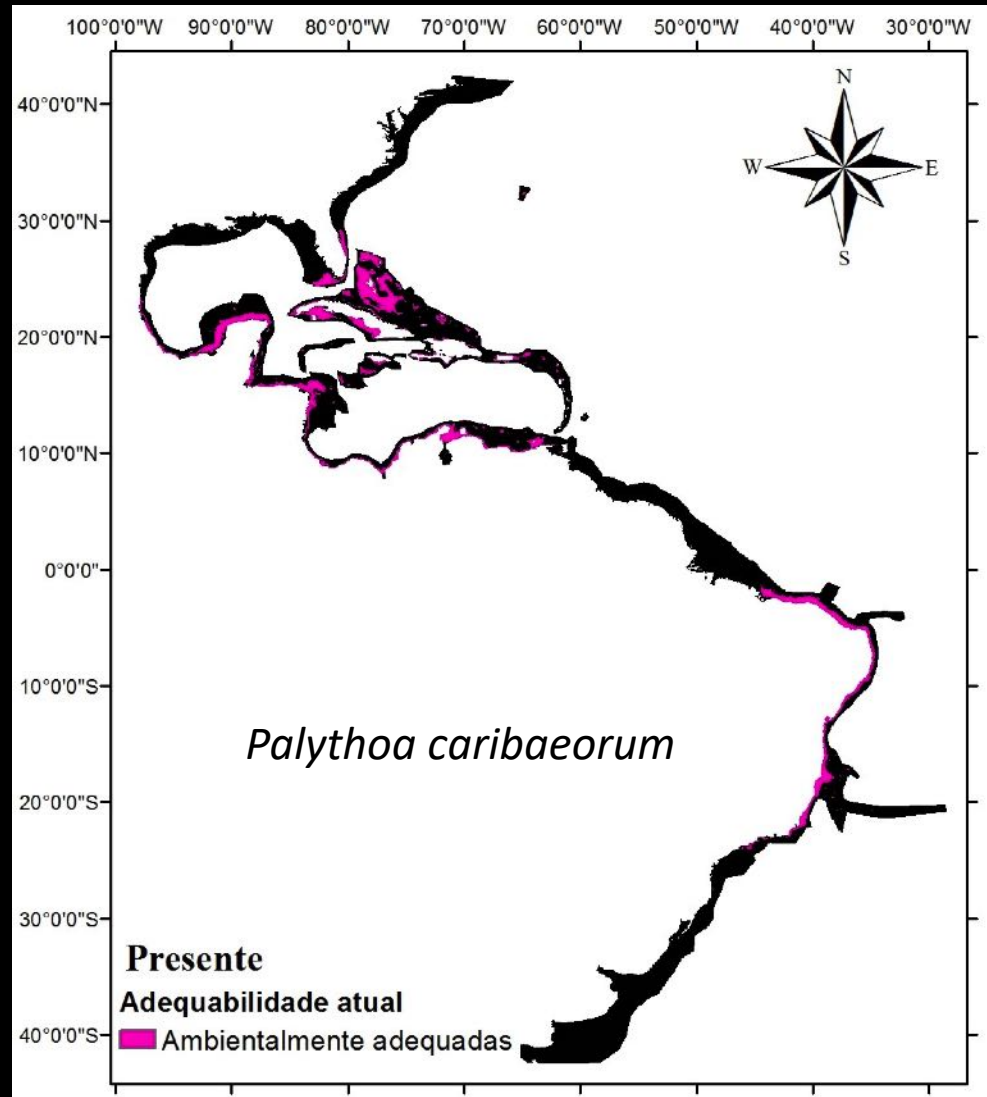
Nicho multidimensional



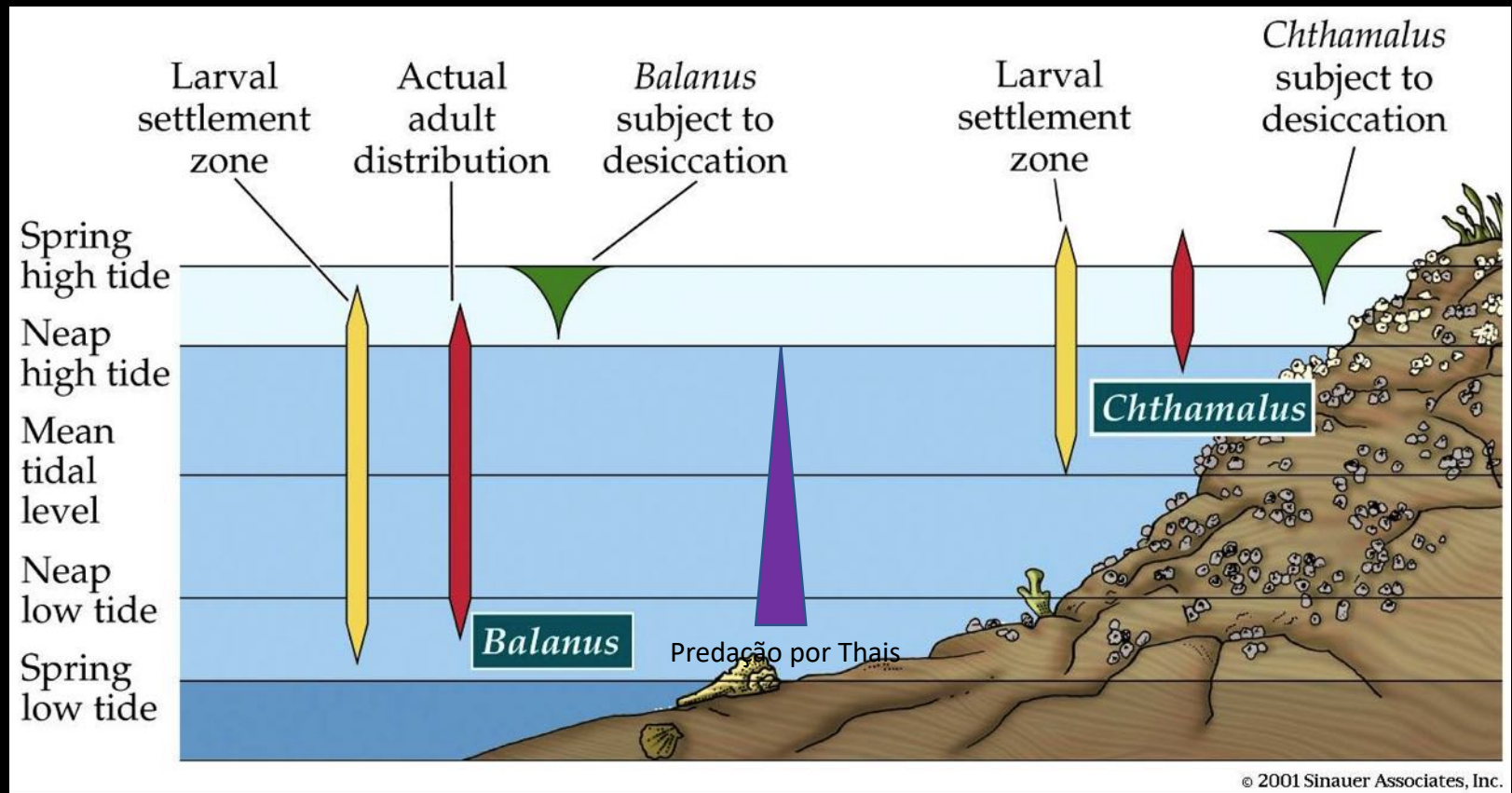
- Conceito desenvolvido por George Evelyn Hutchinson



Distribuição Potencial

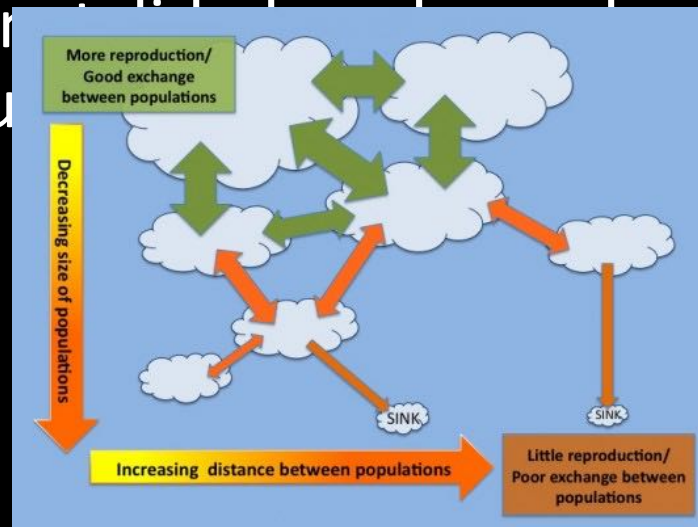


Connell e a distribuição das cracas



Conceitos importantes para a distribuição das populações

- Fontes: locais onde as taxas de nascimentos excedem as de mortalidade –o excedente emigra para outras áreas
- Sumidouros: locais onde as taxas de mortalidade excedem as de reprodução, levando a uma diminuição de imigração de outras áreas e manutenção da população



Distribuição da lagosta *Panulirus argus*

- Abundância X Limites



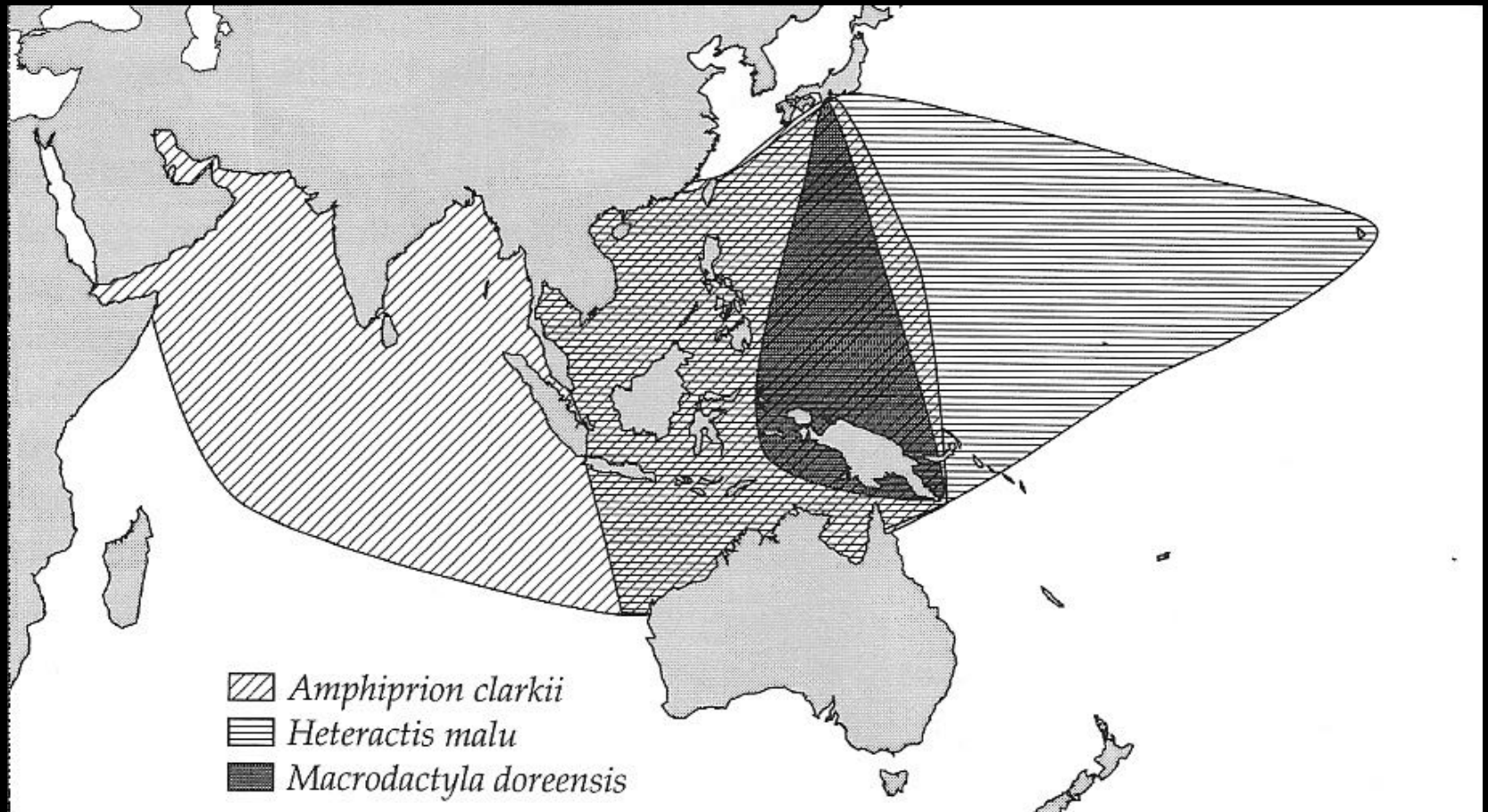
Tipos de padrões de distribuição atuais (latitudinais e longitudinais) baseados na proposta feita por Melo (1985).

Classificação	Definição
Padrões latitudinais	
1. Padrão Magalhânico*	Característico de espécies que ocupam a plataforma patagônica, Ilhas Malvinas, litoral Magalhânico, Terra do Fogo e litoral do Chile; limite norte bastante variável (29° - 45°S), podendo raras vezes alcançar a latitude de 21°S.
1. Padrão Argentino*	Característico de espécies que ocupam a franja costeira da plataforma da Província de Buenos Aires; limites meridionais variando entre 43° - 44°S (no inverno) e 47°S (no verão) e limite setentrional podendo alcançar os 29°S.
1. Padrão Centro-Sul Americano restrito*	Característico de espécies que ocupam o litoral sul-americano, com limite norte variando entre 18° - 21°S.
1. Padrão Centro-Sul Americano amplo*	Característico de espécies que ocupam de modo contínuo o litoral sul-americano, alcançando algumas vezes a América Central, mas nunca encontradas na Flórida e nas Antilhas.
1. Padrão Endêmico	Característico de espécies que só ocorrem na costa brasileira.
1. Padrão Antilhano contínuo	Característico de espécies que ocupam de modo contínuo desde a Flórida e Antilhas até o sul do Brasil; com algumas exceções o limite norte pode se estender até a Geórgia (EUA).
1. Padrão Antilhano disjunto	Característico de espécies que ocorrem na Flórida e/ou Antilhas e no litoral sudeste brasileiro; apresentando um hiato de pelo menos 30° de latitude.
1. Padrão Caroliniano contínuo	Característico de espécies que se distribuem continuamente desde as Carolinas do Norte e do Sul (EUA) até o sul do Brasil.
1. Padrão Caroliniano disjunto	Característico de espécies que ocorrem nas Carolinas do Norte e do Sul (EUA) e no litoral sudeste do Brasil, do Rio de Janeiro (21°S) para o sul; apresentando um hiato de pelo menos 45° de latitude.
1. Padrão Virginiano contínuo	Característico de espécies cujo limite norte de distribuição é Massachusetts, New Jersey, Delaware ou a Virgínia e limites meridionais entre Rio de Janeiro (21°S) e Argentina.
1. Padrão Virginiano disjunto	Característico de espécies que apresentam uma área de distribuição norte e outra sul, com um hiato de pelo menos 50° de latitude.
1. Padrão Terra Nova (Boreal)	Característico de espécie que habitam desde o Canadá até o nordeste dos Estados Unidos (Terra Nova).
Padrões longitudinais	
1. Padrão Atlântico Ocidental*	Característico de espécies restritas ao Atlântico Ocidental.
1. Padrão Anfiatlântico restrito*	Característico de espécies que ocorrem no litoral brasileiro e no litoral da África Ocidental.
1. Padrão Anfiatlântico amplo*	Característico de espécies que estão amplamente distribuídas dos dois lados do Atlântico.
1. Padrão Anfiamericano*	Característico de espécies que ocorrem dos dois lados da América.
1. Padrão Cosmopolita*	Característico de espécies que ocorrem nos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico.
1. Padrão Circuntropical	Característico de espécies que ocorrem na região tropical dos três oceanos: Atlântico, Pacífico e Índico.
1. Padrão Circumpolar	Característico de espécies que ocorrem nas águas frias dos oceanos Atlântico, Pacífico e Índico.

•*Padrões de distribuição alterados/acrescentados com base na proposta feita por Melo (1985).

Fatores que limitam a distribuição das espécies

- Abióticos:
 - Temperatura, salinidade, hidrodinamismo, tipo de substrato, granulometria, nutrientes, luminosidade, oxigênio
- Bióticos:
 - Alimento, predação, competição, simbioses
- Fator único X Fatores múltiplos



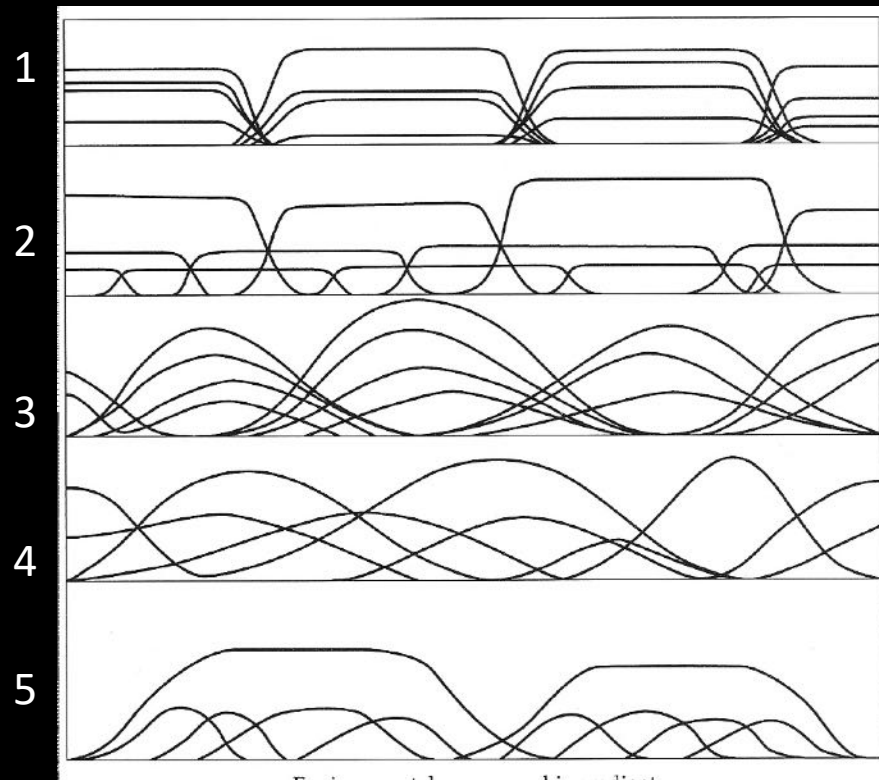
Distribuições de comunidades

- Comunidades: conjunto de organismos de diferentes espécies que vivem e interagem em uma mesma área
- Muitas vezes os limites de distribuição acompanham mudanças drásticas nas condições ambientais, p. ex.: continente/oceano
- Muitas vezes há gradientes mais suaves, gerando ecótonos
- Como as comunidades estão organizadas espaço-temporalmente diante das variações ambientais?

Hipóteses sobre a estrutura das comunidades ao longo de gradientes ambientais

1. As espécies estão reunidas em grupos bem definidos e tem limites muito parecidos, gerando comunidades discretas (Clements). Não há muitas espécies em comum entre diferentes comunidades.
2. Algumas espécies individualmente excluem outras criando limites bem definidos, mas muitas espécies não tem uma associação bem definida para formar comunidades discretas
3. Semelhante à hipótese 1, mas com limites mais graduais.
4. Espécies aparecem e desaparecem de forma gradual e independente umas das outras. Não há padrão bem definido.
5. Os limites da maioria das espécies está encaixado dentro dos limites de poucas espécies dominantes, que por sua vez não sobrepõem seus limites com outras espécies dominantes.

Hipóteses sobre a estrutura das comunidades ao longo de gradientes ambientais

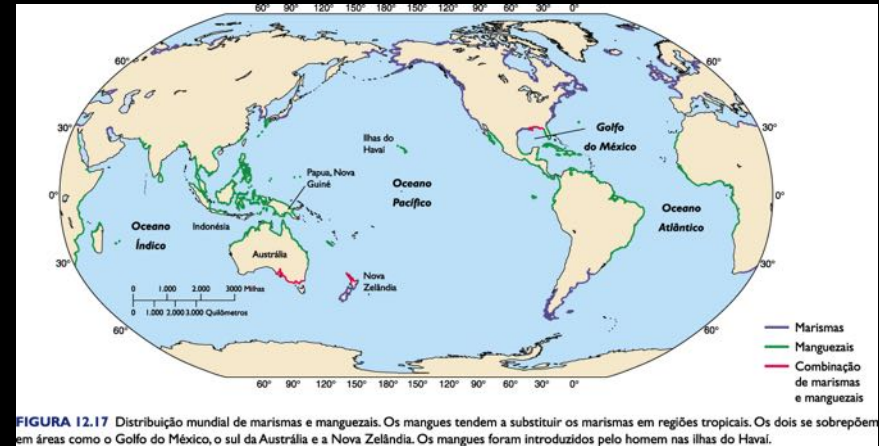


Divisões biogeográficas do Atlântico Tropical Americano

References	Balech (1954)	Vannucci (1964)	Coelho & Ramos (1972)	Briggs (1974)	Palácio (1982)	Castro & Miranda (1998)	Boschi (2000)	Lotufo (2002)	Spalding <i>et al.</i> (2007)	Floeter <i>et al.</i> (2008)	Almeida (2009)	Briggs e Bowen (2013)	Petuch (2013)	Present study
analyzed group	several groups	several groups	crustaceans	several groups	several groups	physical parameters	crustaceans	ascidians	several groups	reef fishes	crustaceans	fishes	mollusks	mollusks
Brazilian coastal areas	Amapá	Tropical Zone	Guyanense Province	Brazilian Province	Tropical Province	Amazon Shelf	Brazilian Province	?	North Brazil Shelf Province Amazonia Ecoregion	?	Guyanense Province	Caribbean Province	Caribbean Province Surinamian Subprovince	Guyanese Province
	Pará													
	Maranhão													
	Piauí													
	Ceará													
	R. G. Norte													
	Paraíba													
	Pernambuco													
	Alagoas													
	Sergipe													
	Bahia													
	Espírito Santo													
	Rio de Janeiro													
	São Paulo	Subtropical Zone	Paulinian Province	Eastern South America Region	Paulinian Province	South Brazil Abrolhos-Campos Region	Argentinian Province	Paulinian Province	Tropical Southwestern Atlantic Eastern Brazil Ecoregion	Brazilian Province	Brazilian Province	Brazilian Province	Brazilian Province	Brazilian Province
	Paraná													
	Santa Catarina													
	Rio Grande do Sul	Argentinian Province	?	Argentinian Province	Eastern South America Region	Southern Brazilian Shelf	Argentinian Province	?	Warm Temperate Southwestern Atlantic Province Rio Grande Ecoregion	?	Argentinian Province	Argentinian Province	Paulinian Subprovince	Argentinian Province

Padrões de distribuição:

- Táxons
- Comunidades
- Descritores (Diversidade / Produtividade)
- Alelos / Linhagens

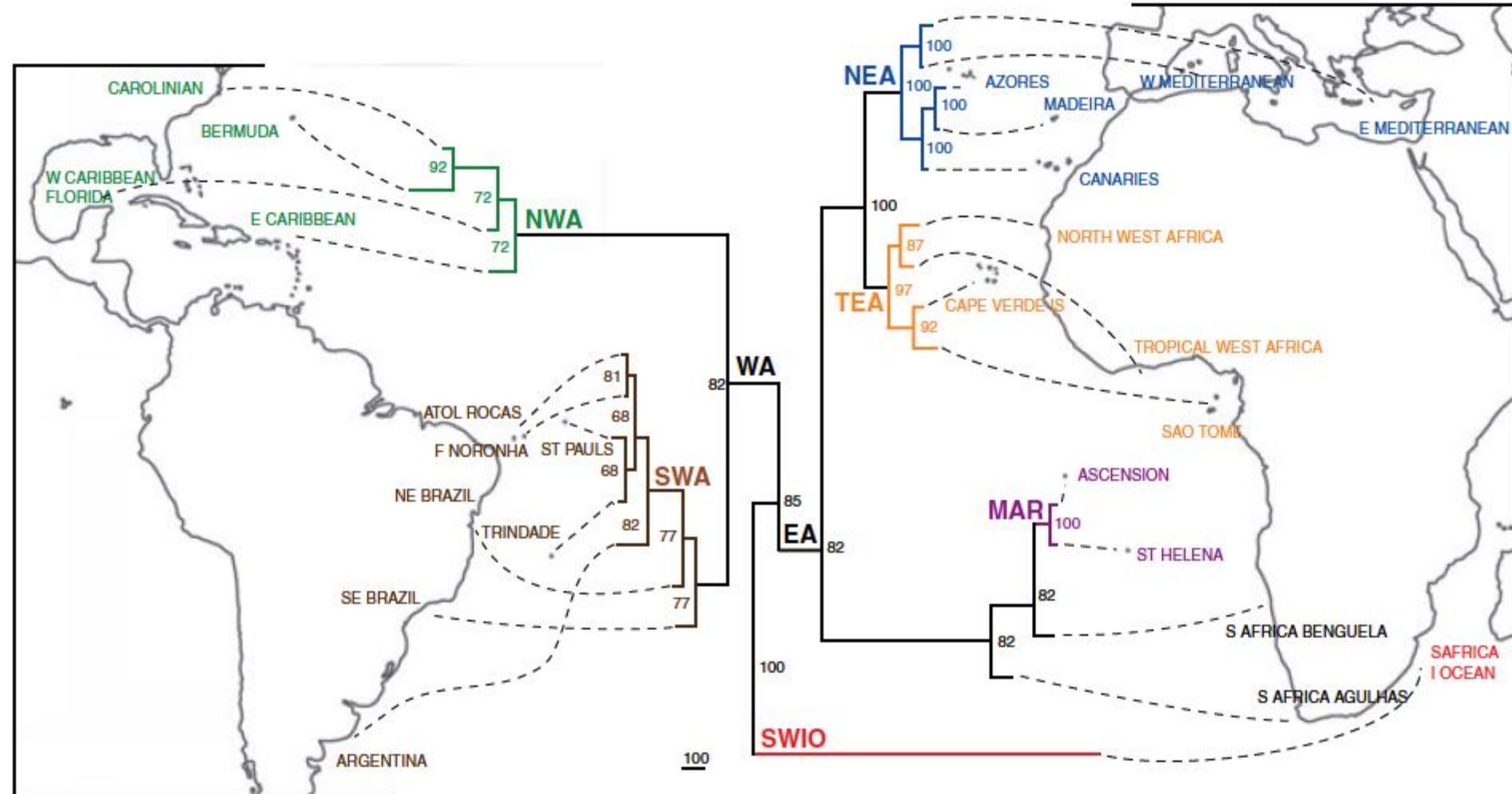


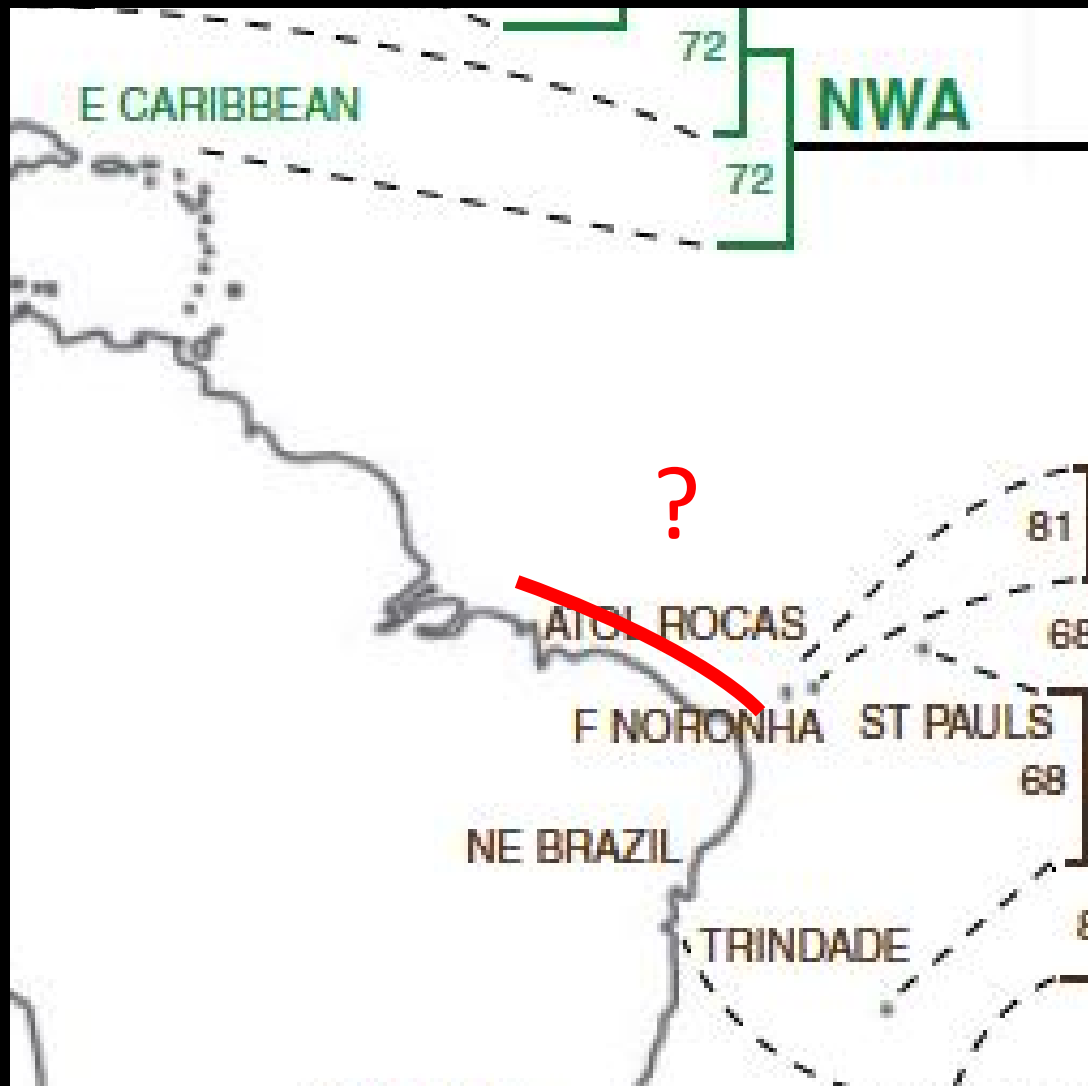


Distribuição dos peixes recifais



Padrão de distribuição dos peixes recifais no Atlântico





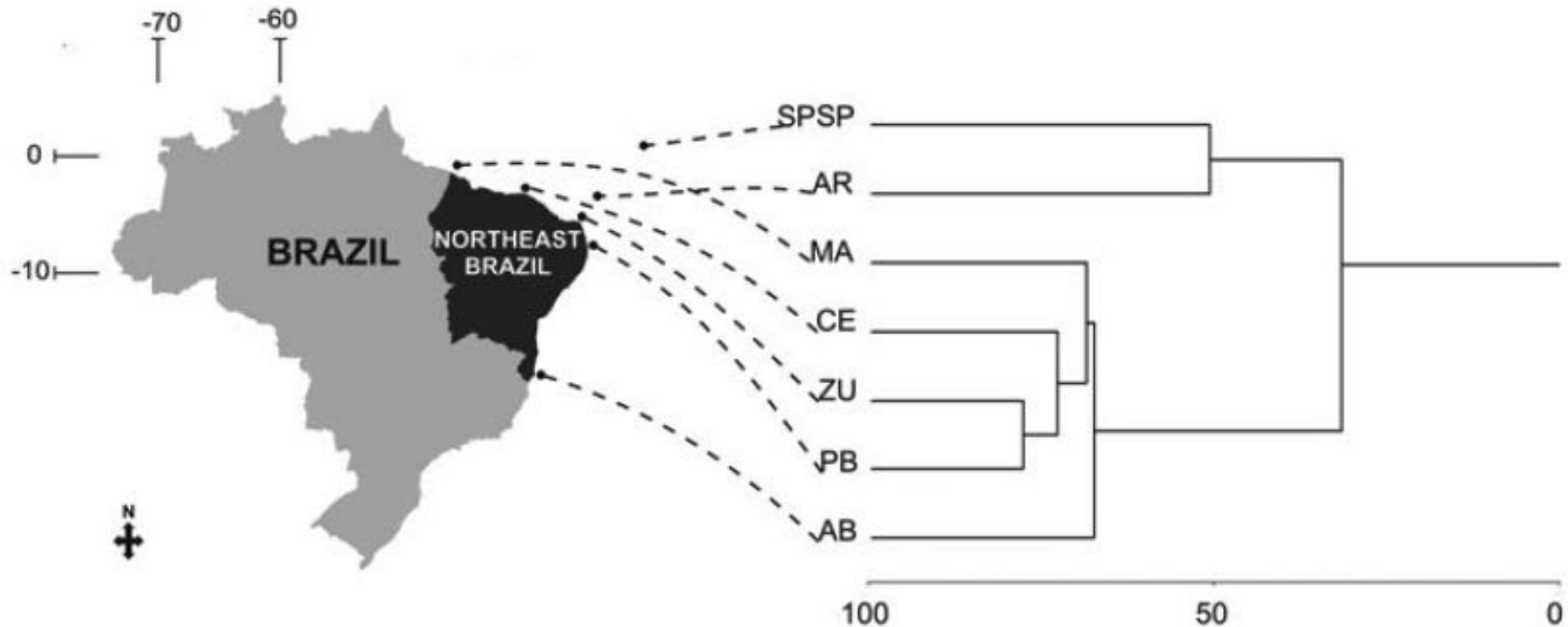
Reef fish assemblage and zoogeographic affinities of a scarcely known region of the western equatorial Atlantic

JOÃO EDUARDO PEREIRA DE FREITAS AND TITO MONTEIRO DA CRUZ LOTUFO

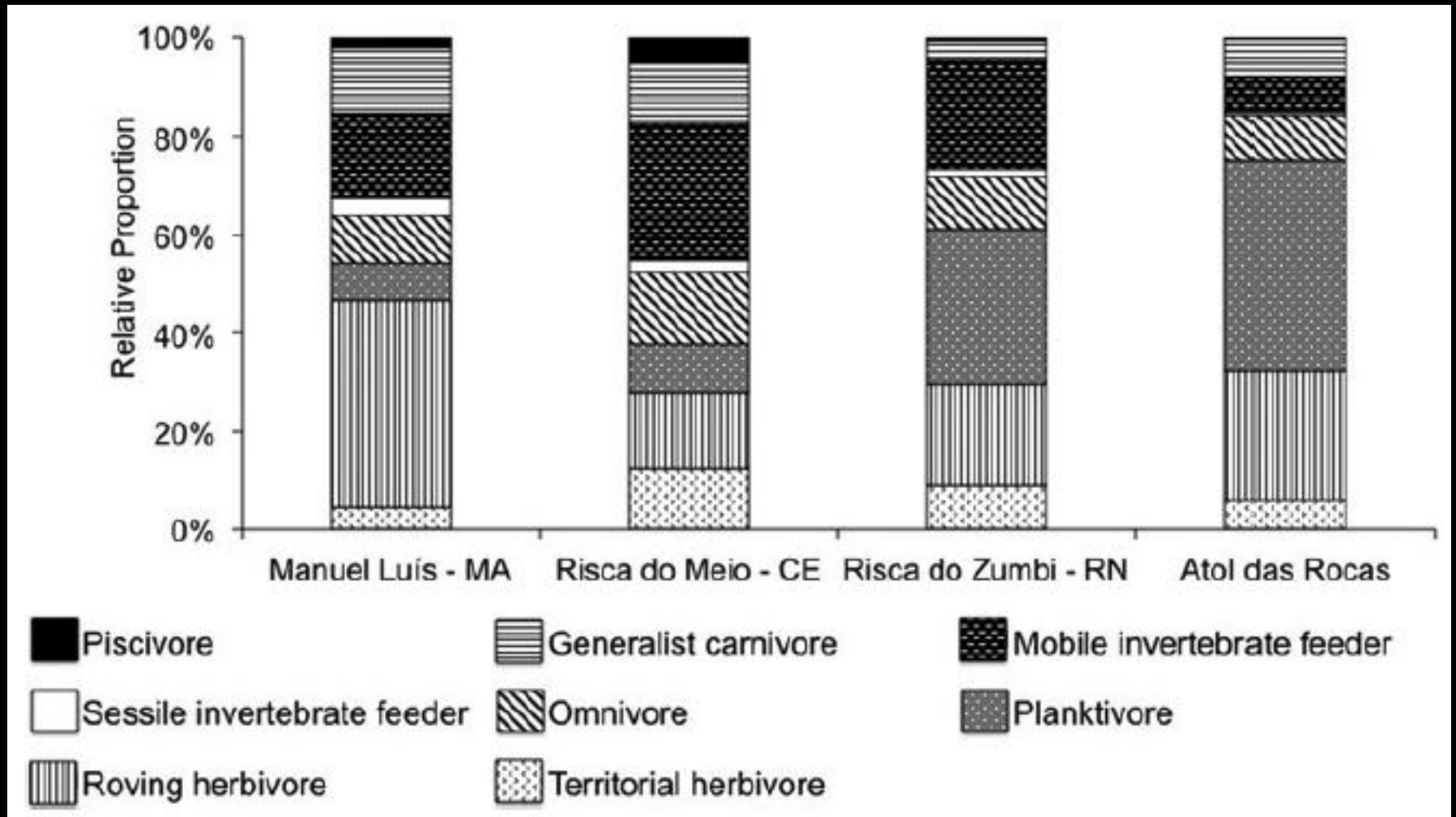
Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR – UFC, Universidade Federal do Ceará, Av. Abolição 3207, CEP 60165-082 Fortaleza, CE, Brasil

- 151 mergulhos usando censo visual estacionário em 16 localidades ao largo do Ceará
- Compilação de informações de publicações e teses
- Análises de agrupamento com índices de Sørensen e Bray-Curtis
- Classificação por grupos funcionais

Dendrograma com base qualitativa (Sørensen)



Padrões funcionais



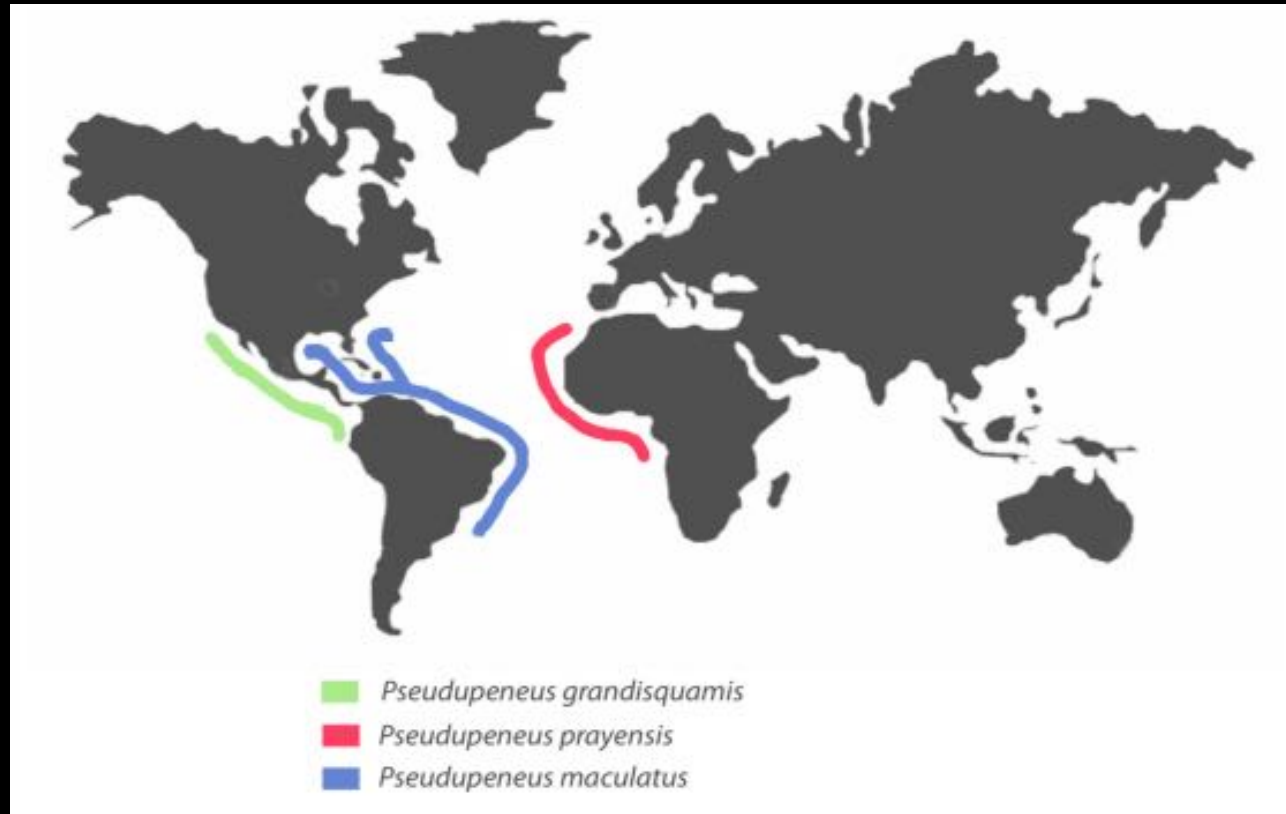
Filogenia de *Pseudupeneus* e padrão filogeográfico para *Pseudupeneus maculatus*



João Eduardo Freitas



Distribuição das três espécies do gênero *Pseudupeneus* Bleeker, 1862



Métodos

Amostragens

Foram obtidas amostras das seguintes localidades:

Expedições (nacionais)

Atol das Rocas

Ceará

Espirito Santo

Fernando de Noronha

Pernambuco

Expedições (internacionais) e colaborações

Austrália - Macquarie University

Cabo Verde - Ministério do Ambiente e Instituto Nacional do desenvolvimento da Pesca

Califórnia (EUA) - Scripps Institution of Oceanography

Marcadores

Filogenia

Mitocondriais - Citocromo oxidase I (COI), Citocromo B (Cyt b), 16S ribossomal RNA (16S rRNA)

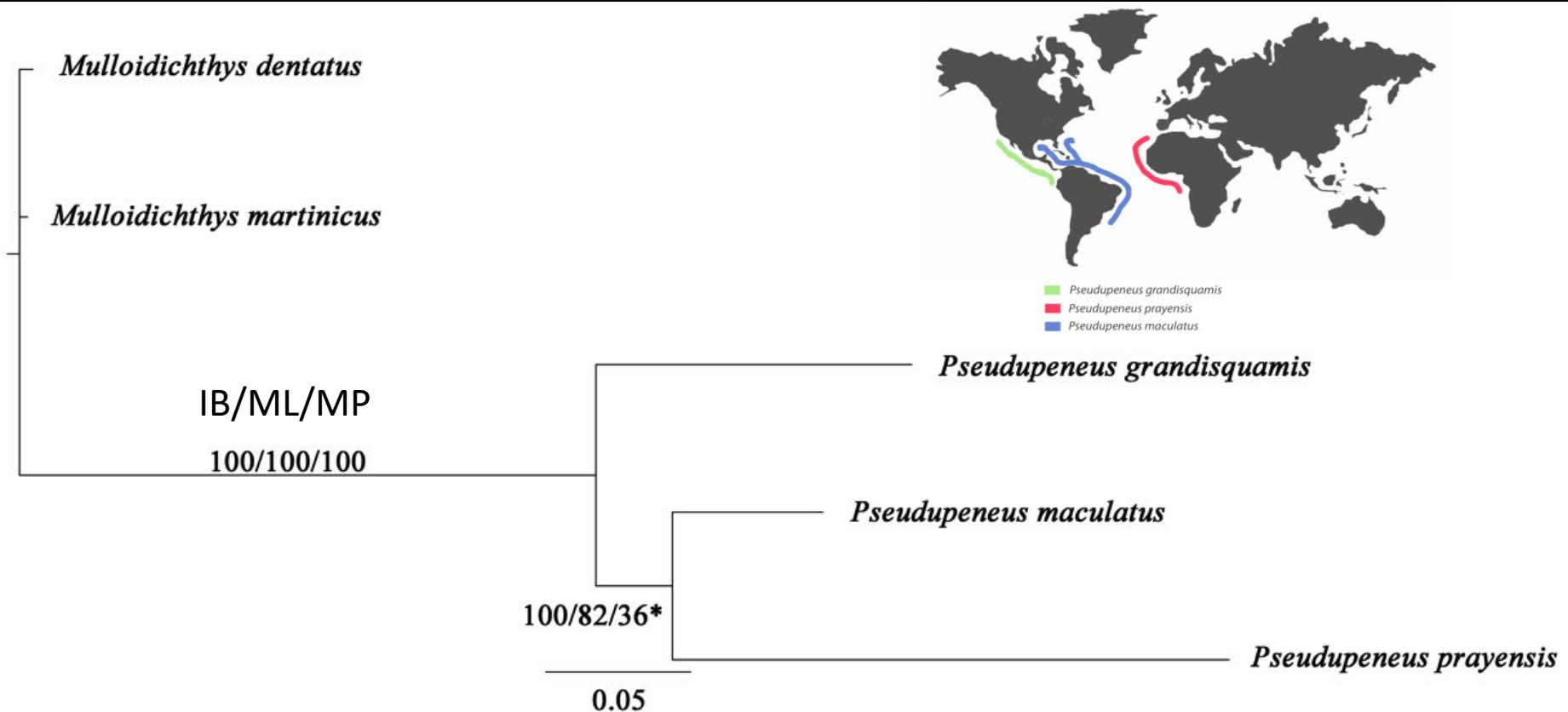
Nuclear - Primeiro intron da proteína ribossomal nuclear S7 (S7),

Filogeografia

Não codificante - Região Controle do DNA mitocondrial (D-loop)

Codificante - Citocromo B (Cyt b)

Árvore obtida por inferência bayesiana para CO1, CytB, 16S e S7 concatenados



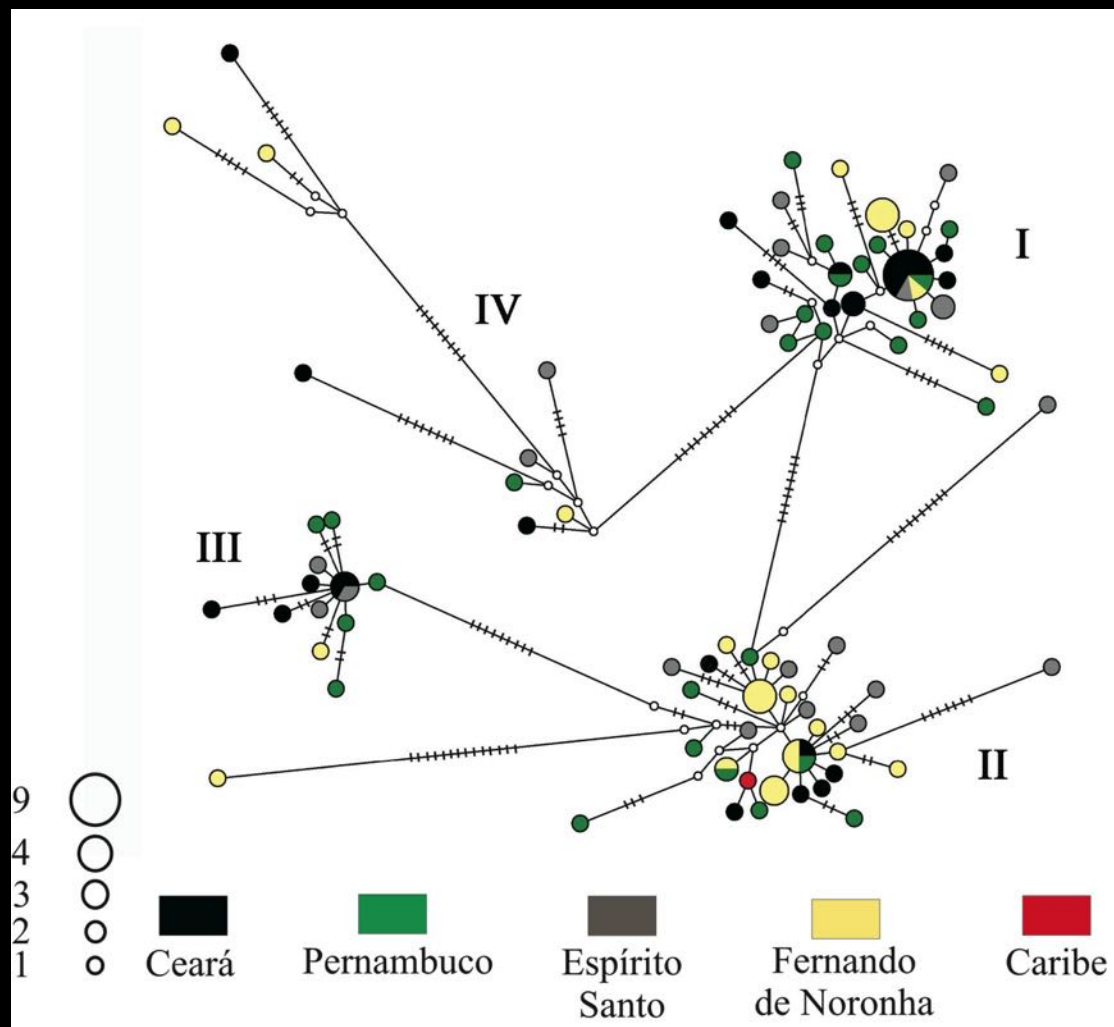
Distâncias Kimura 2 parâmetros para pares de espécies

Espécies / Distribuição		Distância (K2P) em %
Pacífico	Atlântico	S7
<i>Pseudupeneus grandisquamis</i>	<i>Pseudupeneus maculatus</i> / <i>Pseudupeneus prayensis</i>	13,43*
<i>Conodon serrifer</i>	<i>Conodon nobilis</i>	1,90
<i>Haemulon steindachneri</i> (Pacífico)	<i>Haemulon steindachneri</i> (Atlântico)	1,85
<i>Anisotremus taeniatus</i>	<i>Anisotremus virginicus</i>	1,26
<i>Anisotremus interruptus</i>	<i>Anisotremus surinamensis</i>	0,62
<i>Mulloidichthys dentatus</i>	<i>Mulloidichthys martinicus</i>	0,23
Oeste do Atlântico	Leste do Atlântico	
<i>Pseudupeneus maculatus</i>	<i>Pseudupeneus prayensis</i>	5,78

Rede de haplótipos de *Pseudupeneus maculatus* (região controle mitocondrial – d-loop)

4 haplogrupos

Fluxo irrestrito



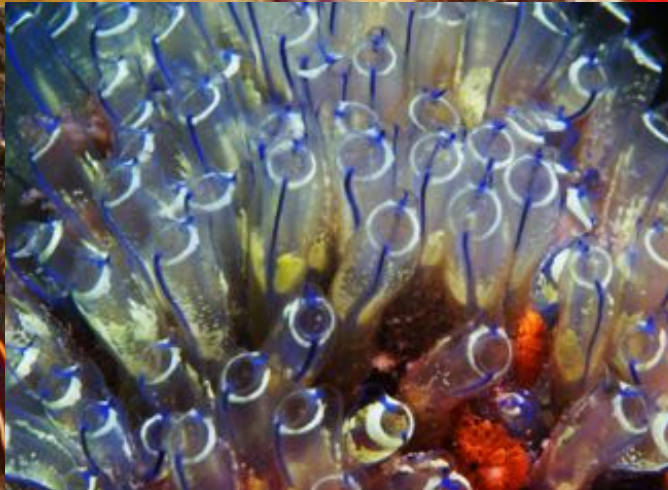
Freitas, 2015

Conclusões

- As espécies atlânticas são mais próximas entre si
- Distâncias entre os pares de espécies parecem indicar divergências mais antigas do que o observado em outros pares de espécies separadas pelo istmo do Panamá
- Hipóteses alternativas: maiores taxas de evolução, diferentes tamanhos efetivos de população



Distribuições de Invertebrados Marinhos



ORIGINAL
ARTICLE

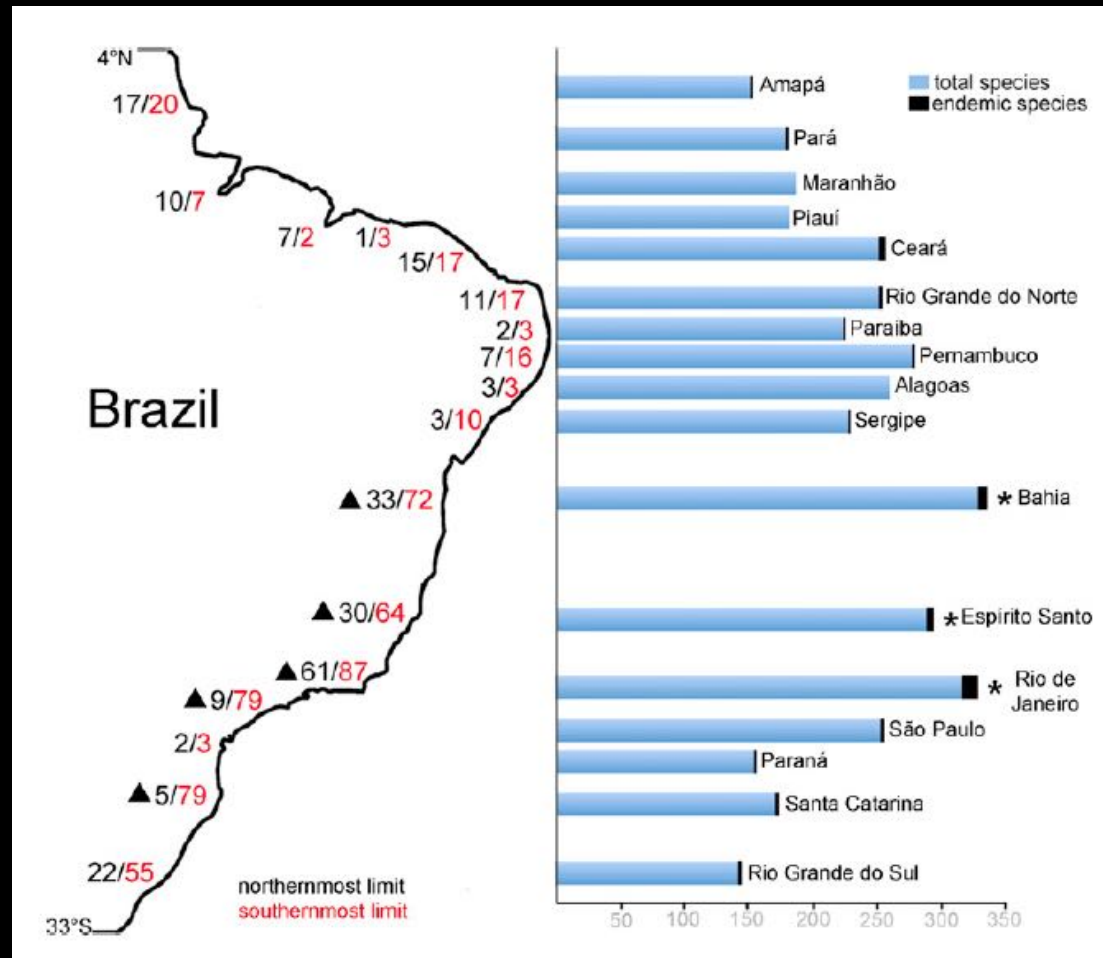


Biogeography of Brazilian prosobranch gastropods and their Atlantic relationships

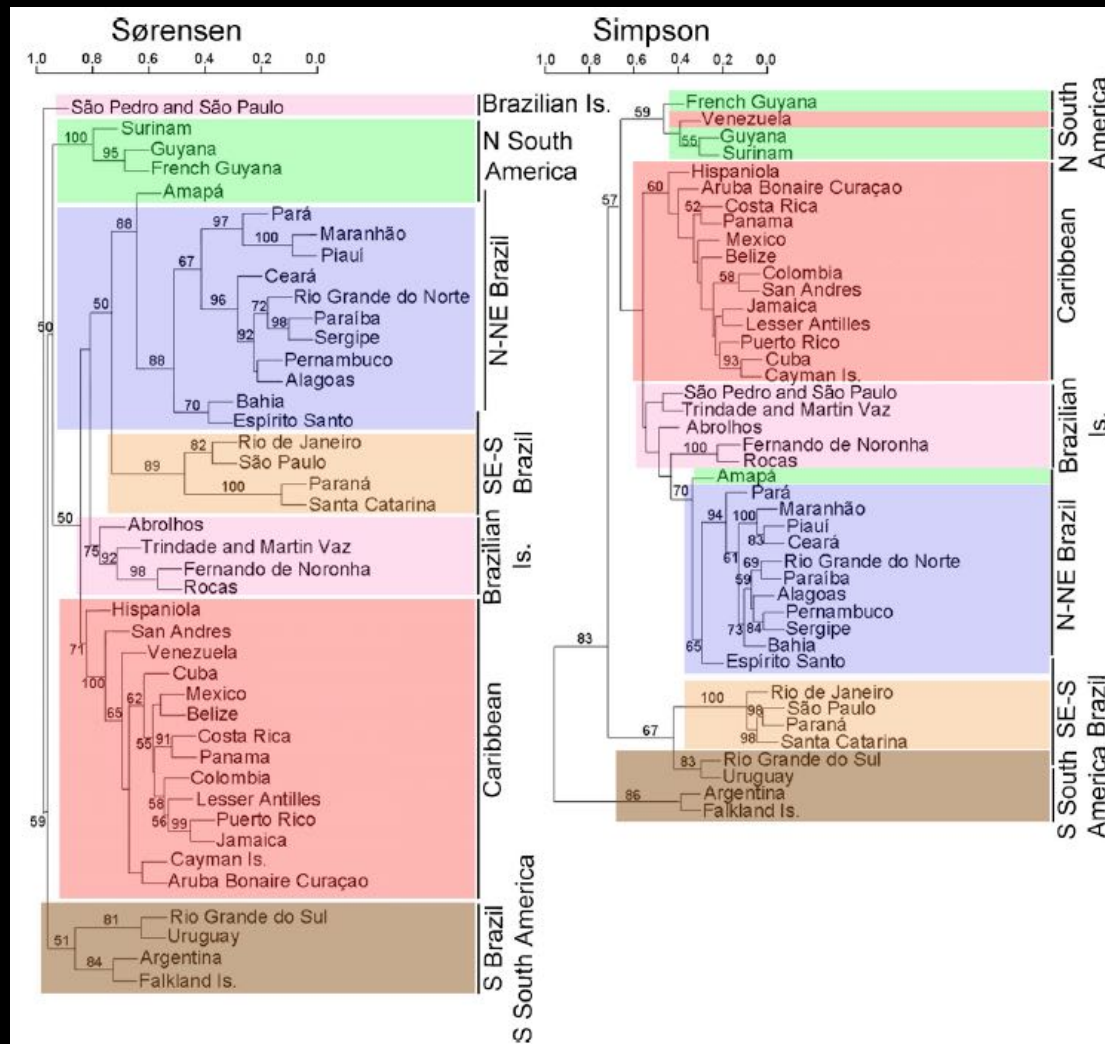
Cristiane Xerez Barroso^{1,2*}, Tito Monteiro da Cruz Lotufo^{2,3} and Helena Matthews-Cascon^{1,2}

- Objetivo: avaliar a distribuição de moluscos prosobrânquios marinhos em águas até 200m de profundidade
- Métodos:
 - Obtenção de dados secundários, informações de coleções, revisão taxonômica
 - Análise da distribuição com índices qualitativos e métodos de ordenamento

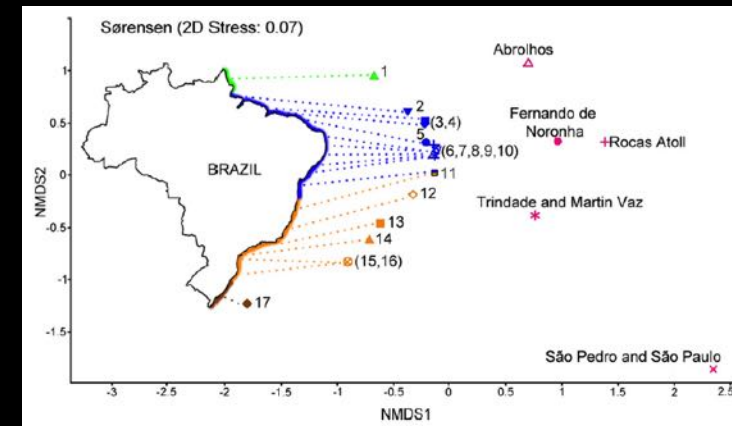
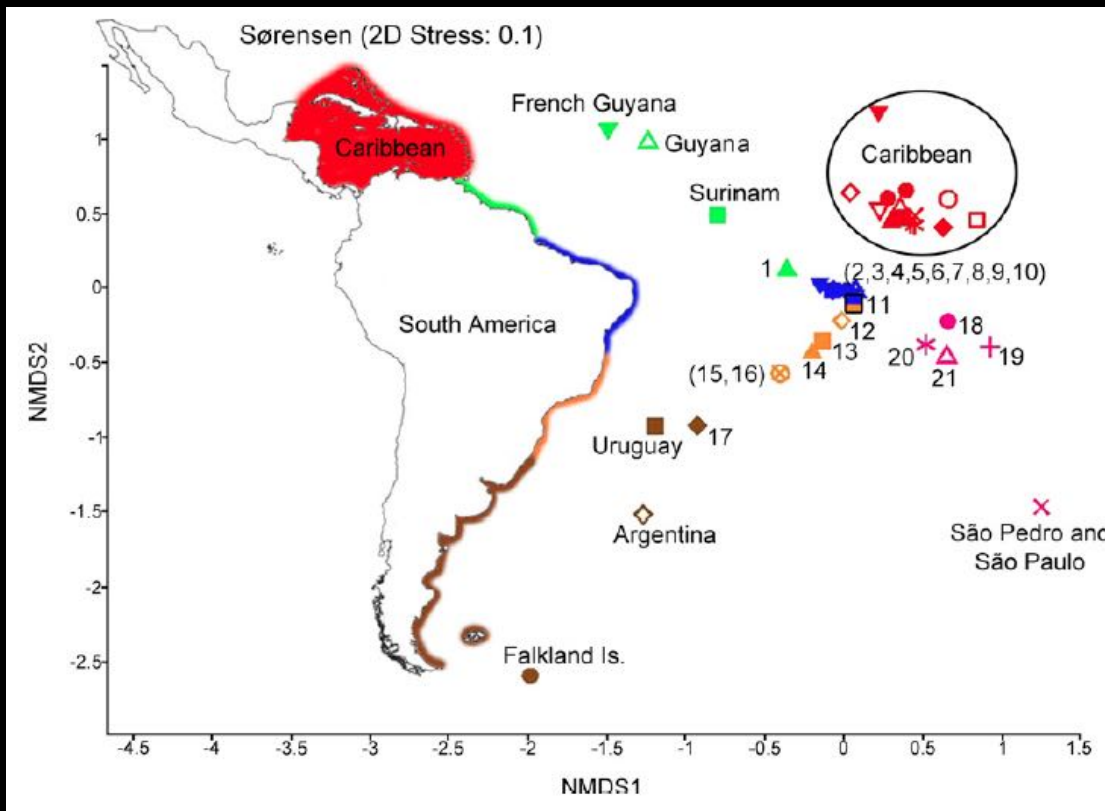
Padrão da riqueza de espécies de prosobrânquios no litoral brasileiro



Análise de agrupamento para os prosobrânquios do Atlântico Sulamericano



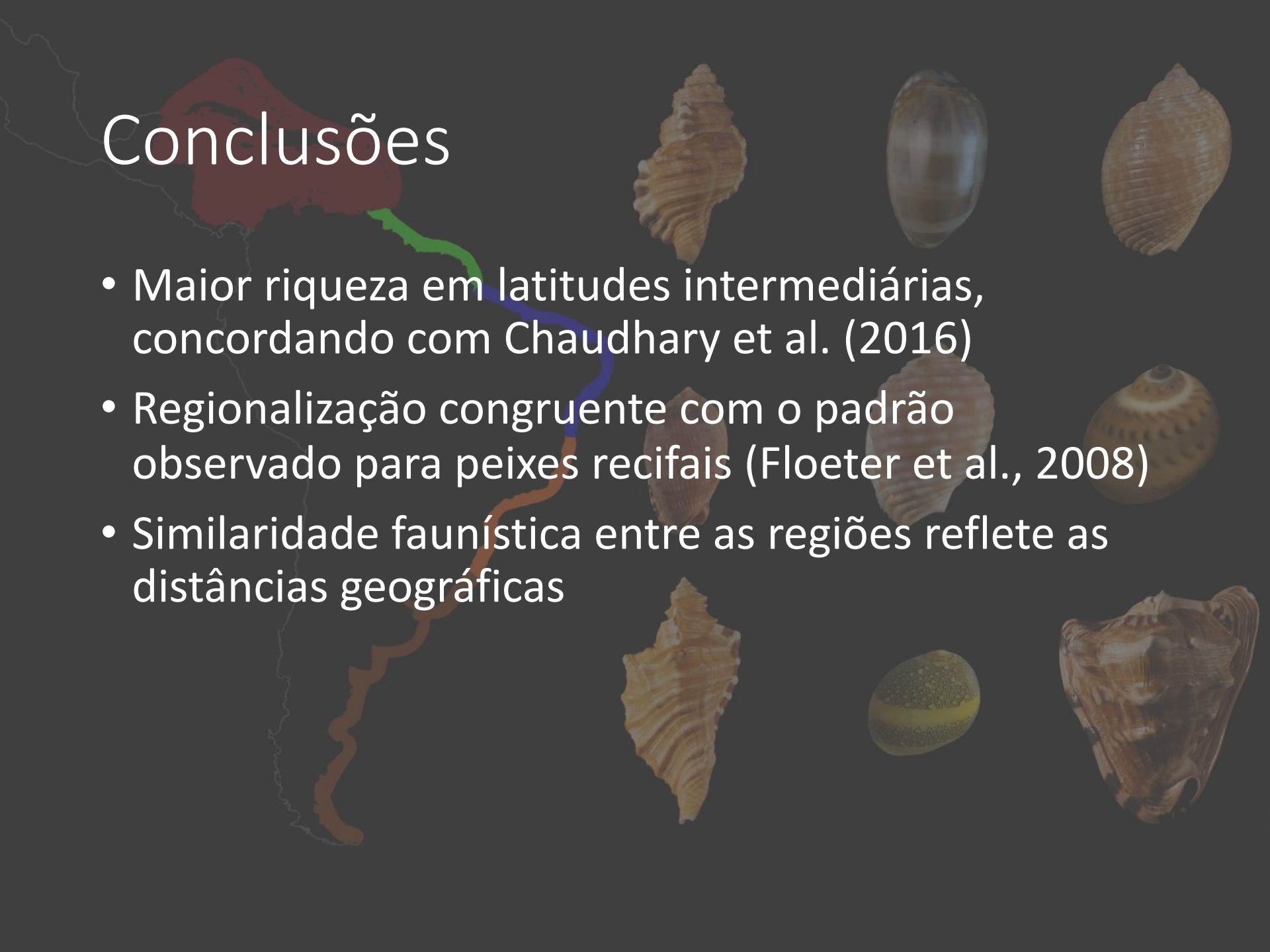
NMDS para a América do Sul e Brasil



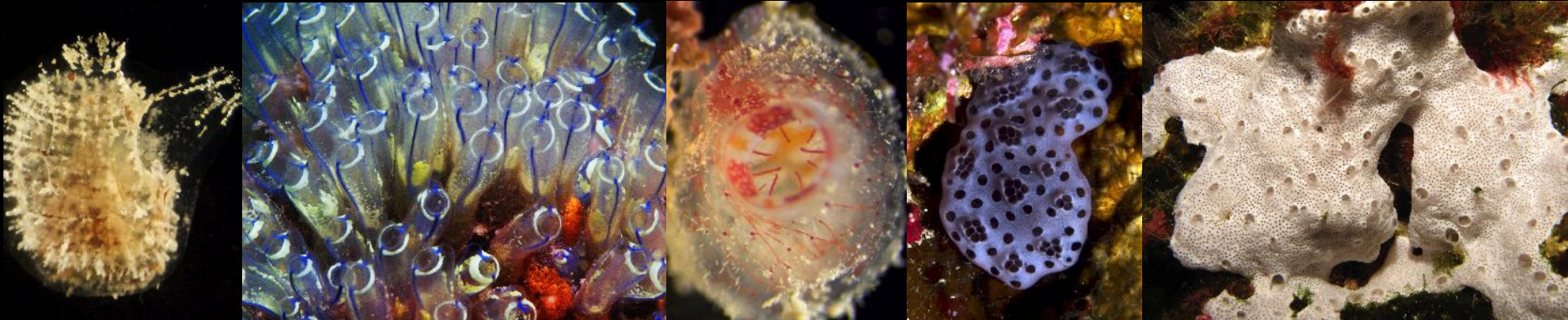
Barroso et al., 2016

Conclusões

- Maior riqueza em latitudes intermediárias, concordando com Chaudhary et al. (2016)
- Regionalização congruente com o padrão observado para peixes recifais (Floeter et al., 2008)
- Similaridade faunística entre as regiões reflete as distâncias geográficas



Distribuição das Ascídias no Atlântico Tropical

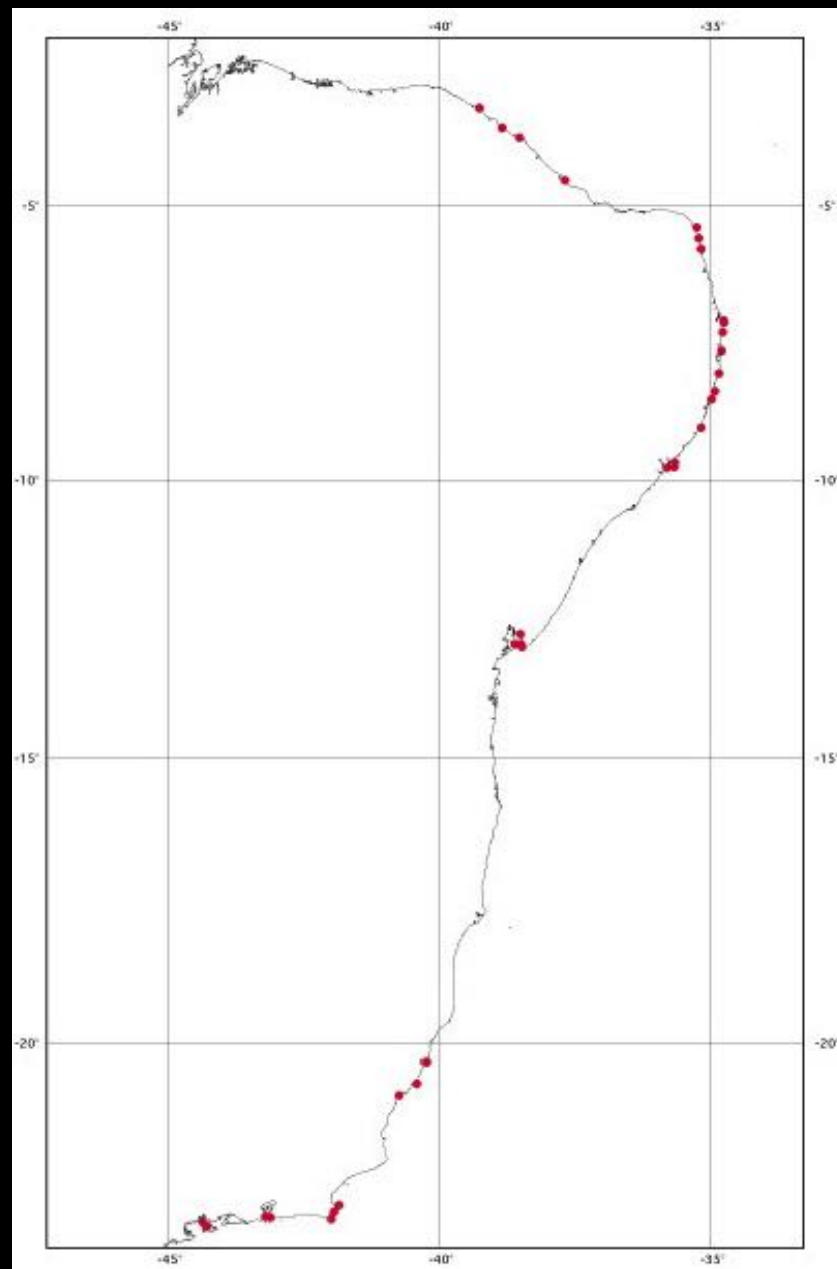


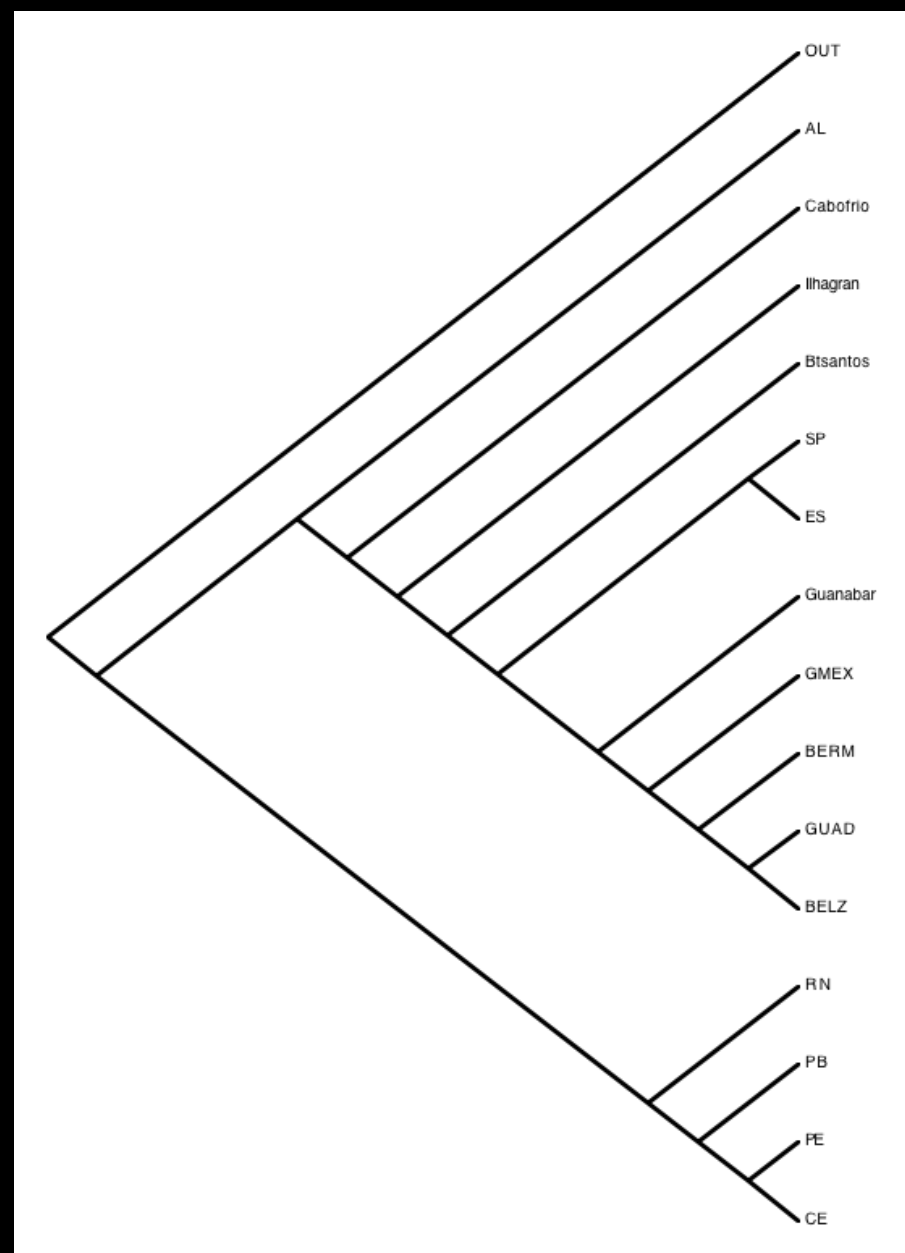
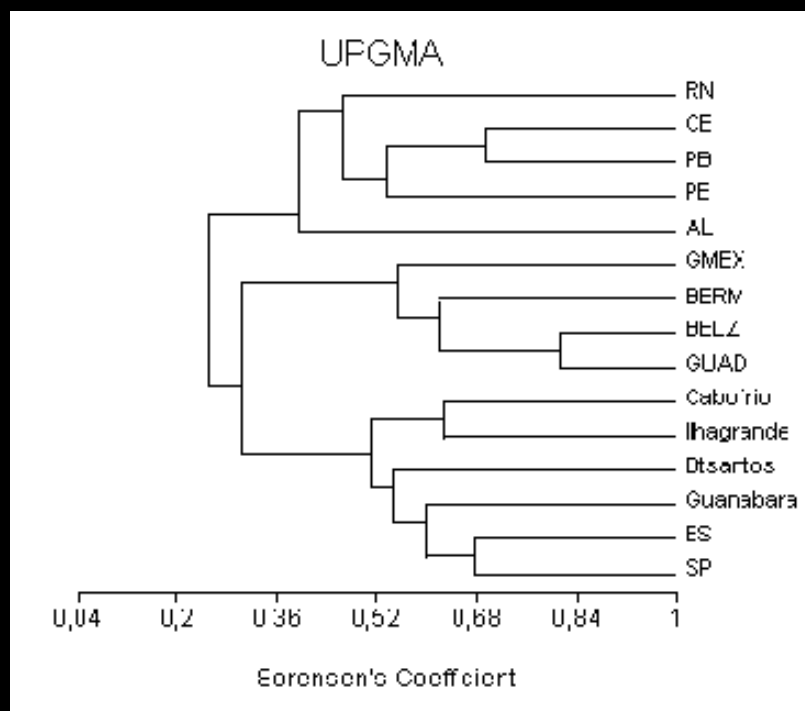
ASCIDIACEA (CHORDATA: TUNICATA) DO LITORAL TROPICAL BRASILEIRO

Tese apresentada ao Insituto de Biociências
da Universidade de São Paulo, para
obtenção do Título de Doutor em Ciências,
na Área de Zoologia.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio de Almeida
Rodrigues

2002

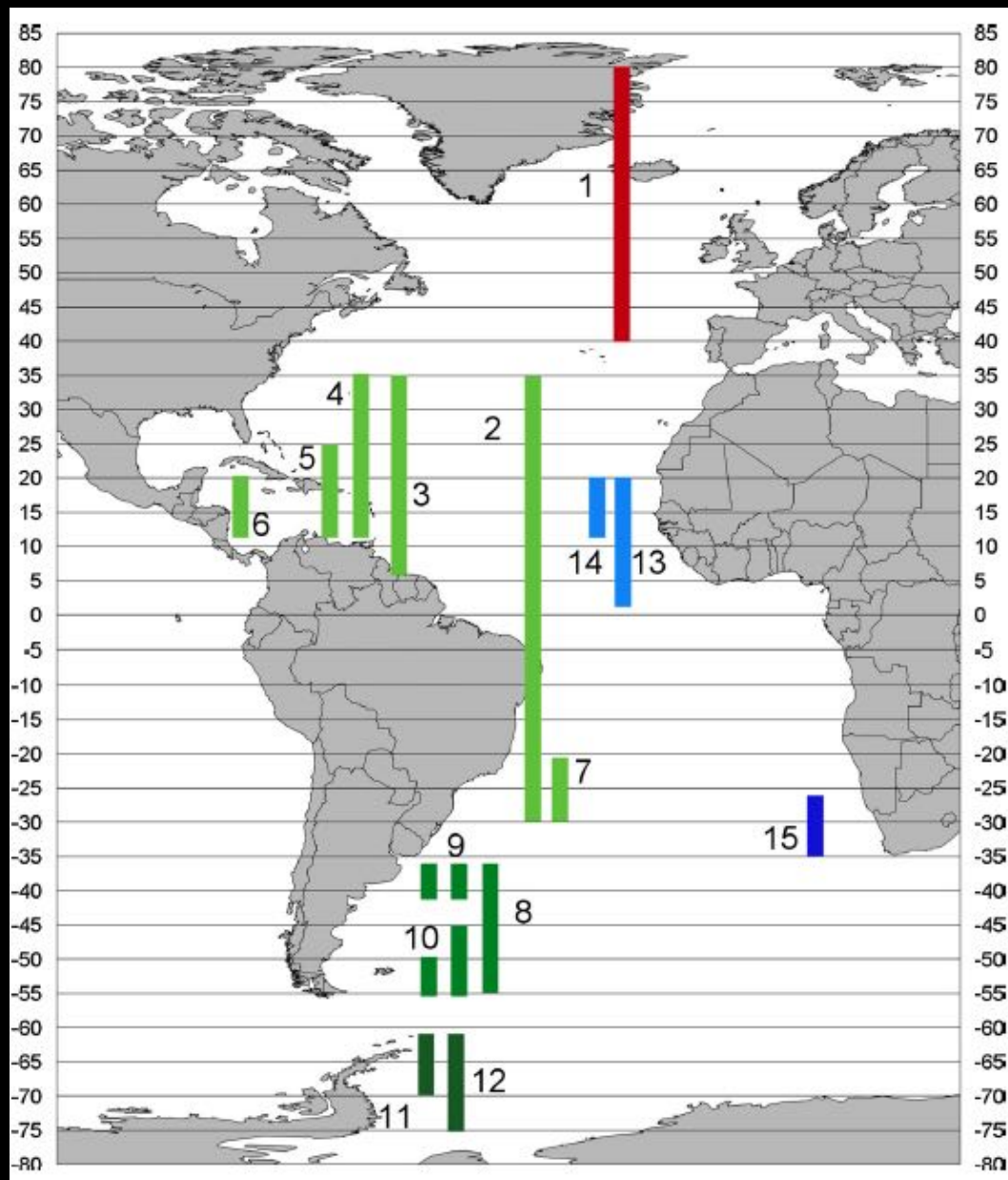




Áreas de Endemismo (PAE)

Detecção de 15 áreas de endemismo

3 regiões principais



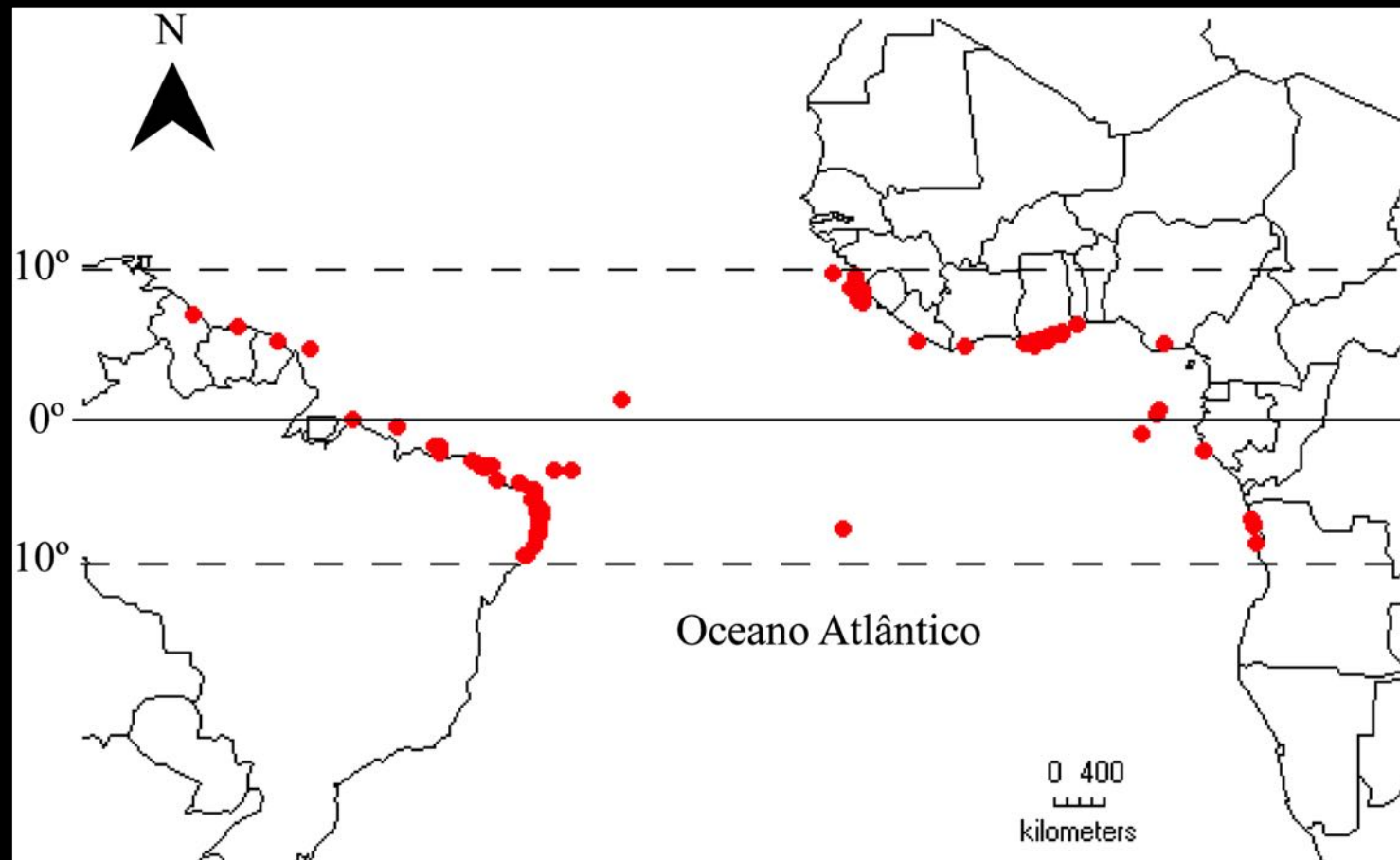
Distribuição das ascídias no Atlântico Equatorial

- Objetivo: avaliar a distribuição das ascídias no Atlântico Equatorial
- Métodos:
 - Inventário de áreas que representavam lacunas: Ilhas Oceânicas, Maranhão
 - Reunião de dados secundários
 - Divisão das área em quadrículas de $5^{\circ} \times 5^{\circ}$
 - Análises de agrupamento

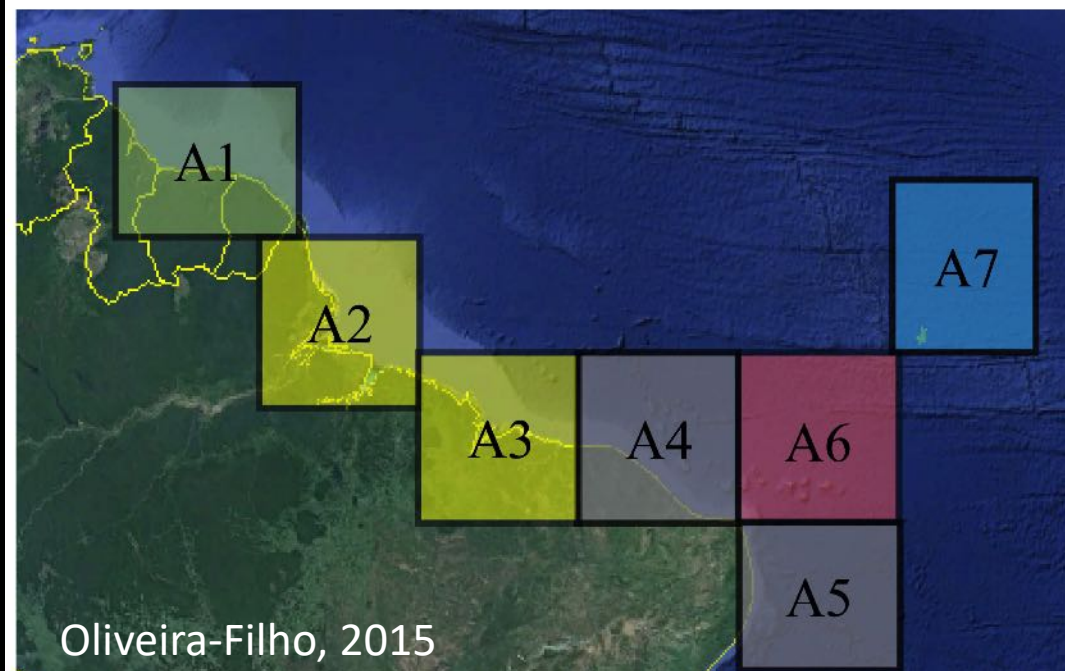
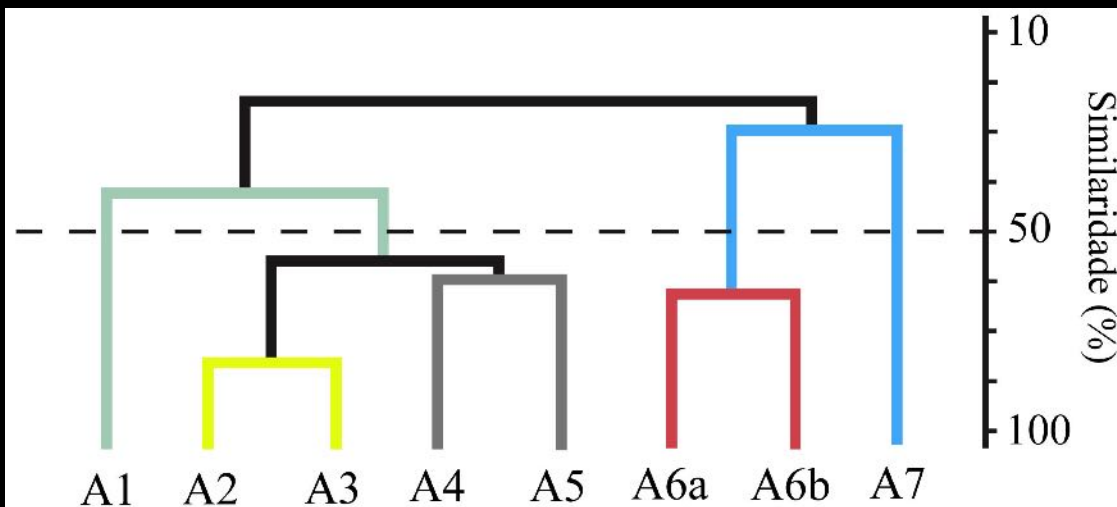


Ronaldo Oliveira Filho

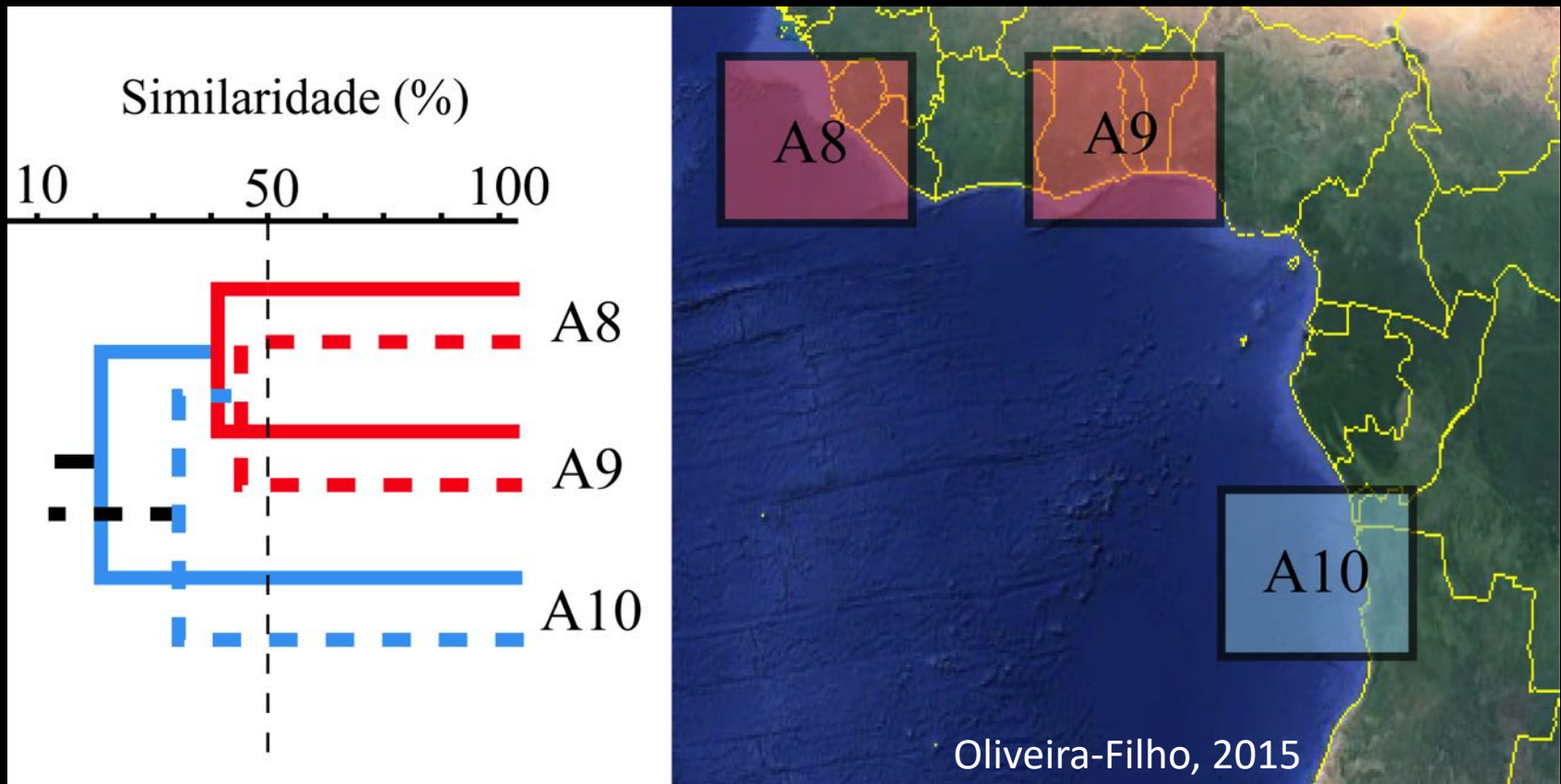
Ocorrências registradas de ascídias no Atlântico Equatorial



Agrupamento por similaridade da Simpson



Agrupamentos por Sørensen (traço cheio) e Simpson (tracejado)



Conclusões

- A barreira atlântica é bastante efetiva para as ascídias
- A costa nordestina tem uma fauna que, embora tenha alguns elementos em comum, difere daquela presente as ilhas oceânicas equatoriais
- A foz do Amazonas parece limitar a ocorrência de várias espécies de ascídias, delineando uma província Guianense
- A costa atlântica equatorial Africana é caracterizada por baixa diversidade e endemismo

The background of the slide is a close-up photograph of various green macroalgae. The algae have different textures and forms, including feathery, branching, and leaf-like structures, all in various shades of green. A dark, semi-transparent rectangular box is overlaid on the lower half of the image, containing the title and subtitle text.

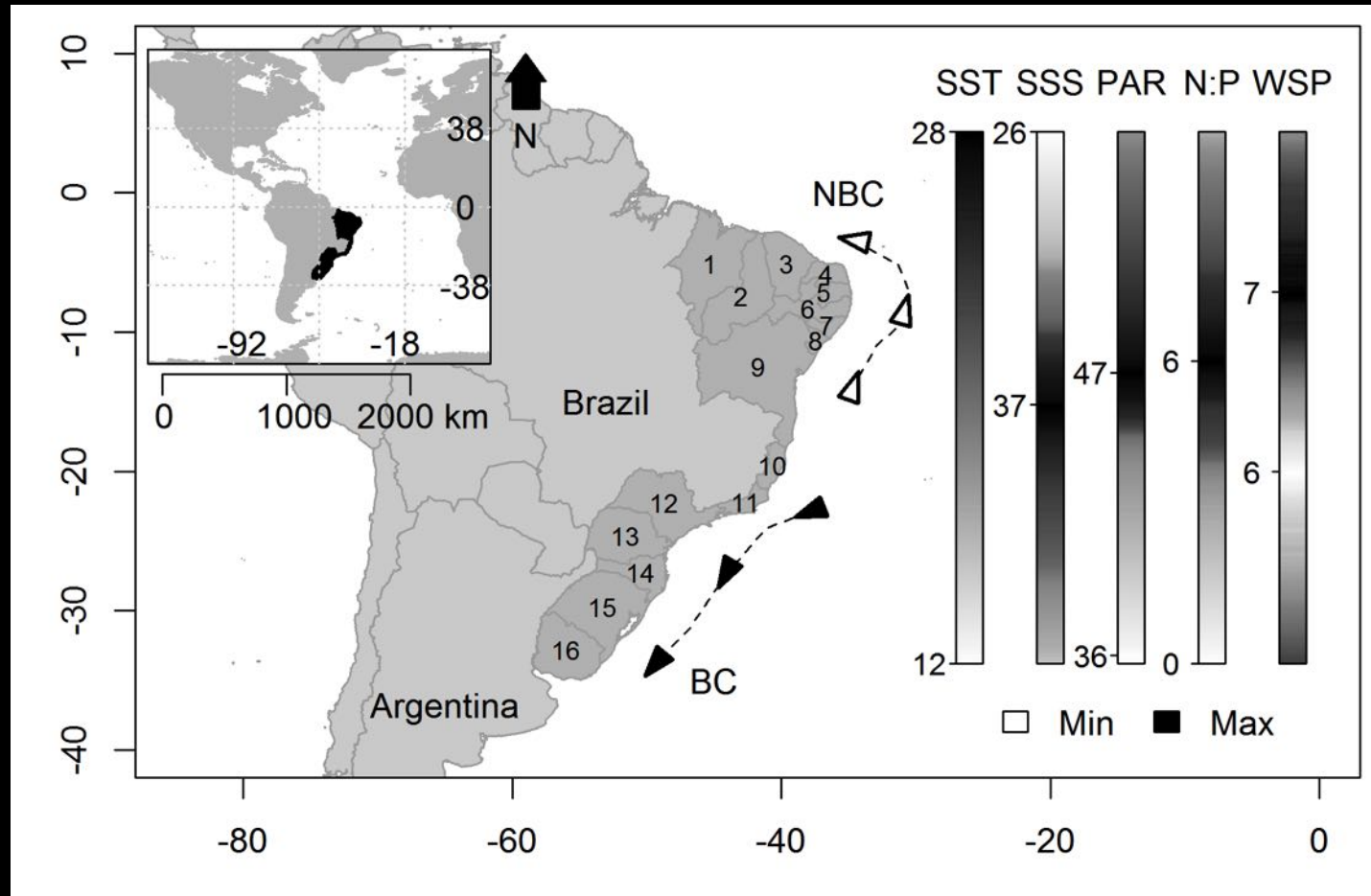
Distribuição de macroalgas

Tese de doutorado de Pedro Bastos de Macêdo Carneiro

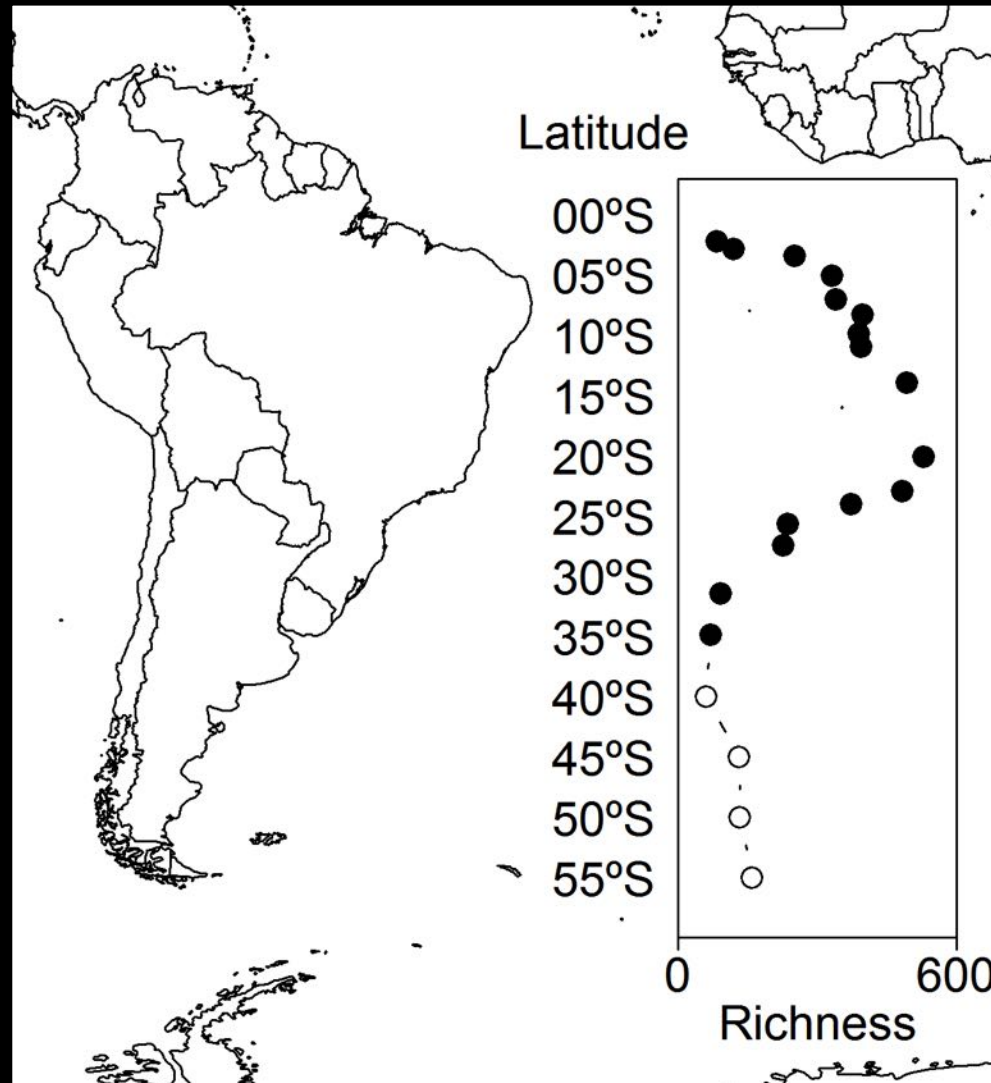
Métodos

- Compilação de dados de bibliografia e revisão da taxonomia
- 93 localidades entre 2°S e 32°S
- Modelagem da distribuição da riqueza com funções lineares e não lineares
- Comparação com modelo aleatório (mid-domain)
- Variáveis ambientais foram utilizadas como fatores explanatórios

Área do estudo e variáveis abióticas

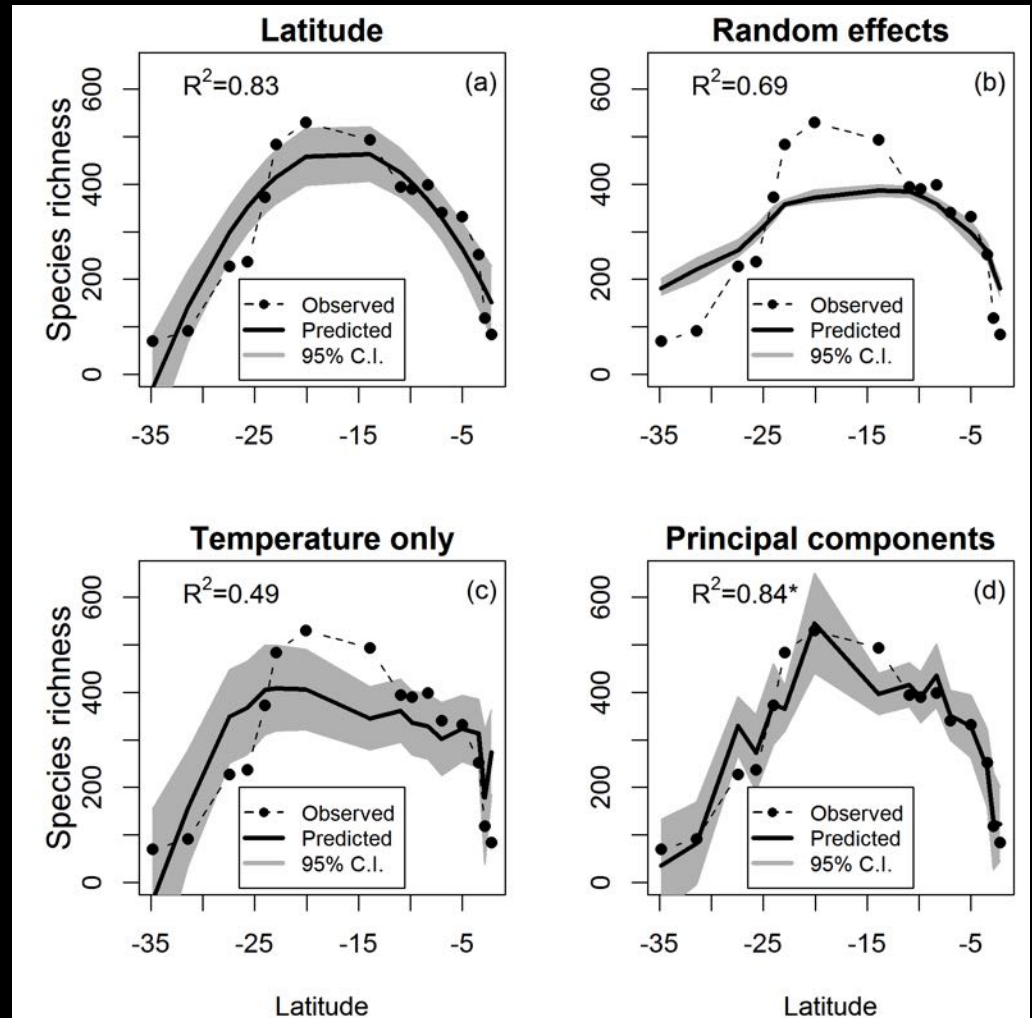


Distribuição da riqueza

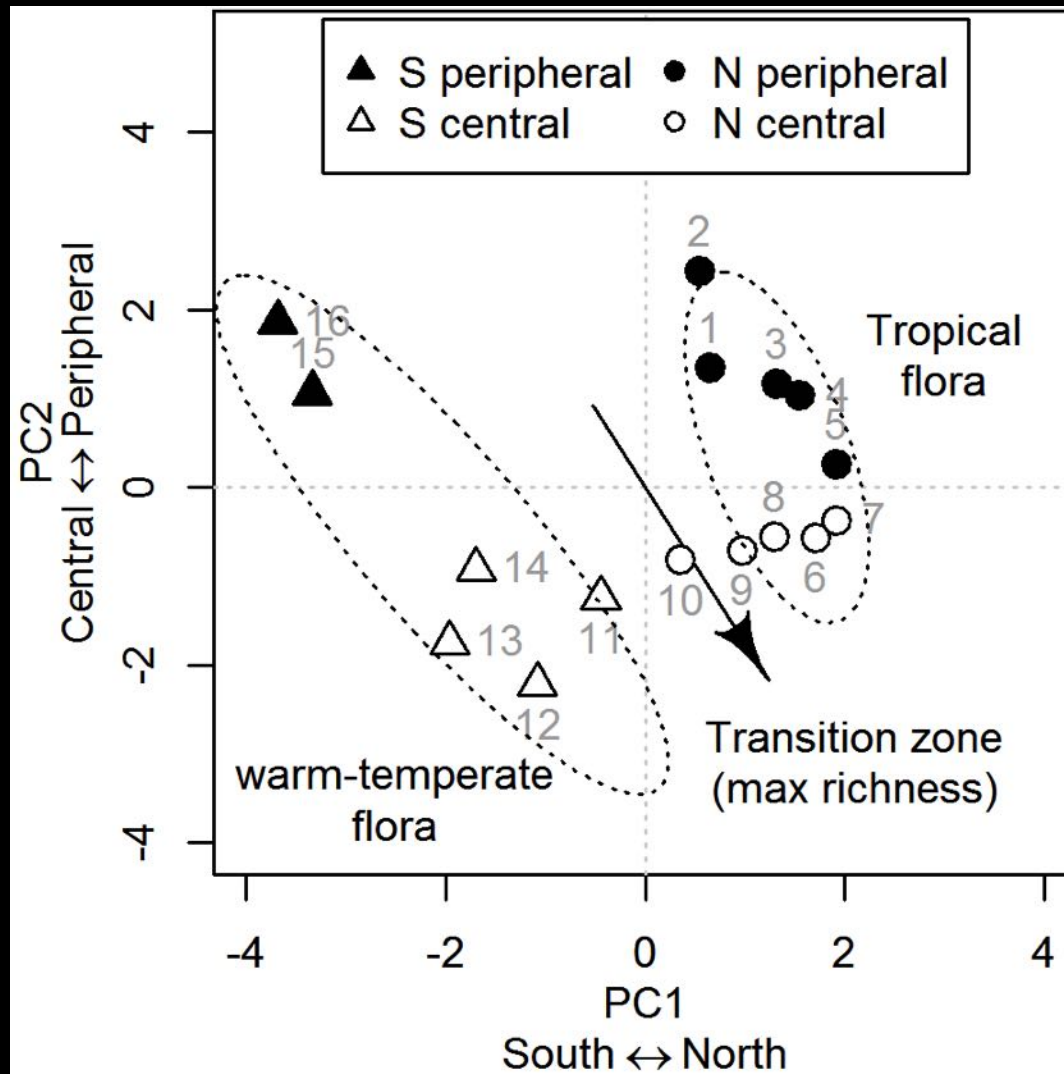


Fatores que explicam o padrão de riqueza

- *Mid-domain* não parece explicar muito bem o padrão
- Latitude sozinha tem maior correlação com a riqueza
- Temperatura sozinha não consegue boa correlação
- Quando múltiplos fatores são considerados (Temperatura, salinidade, vento) a correlação é melhor



ACP para a flora marinha



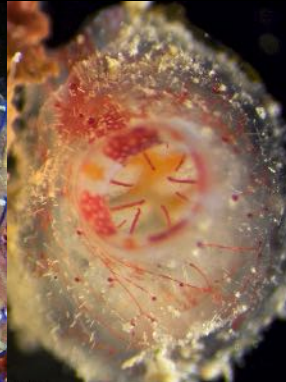
Conclusões

- Para as macroalgas, a maior riqueza de espécies está concentrada em latitudes intermediárias tropicais
- O padrão de riqueza não é explicado pelo *mid-domain effect*
- Temperatura, velocidade do ventos e tamanho da costa nas unidades amostradas explicam relativamente bem o padrão de diversidade
- A costa brasileira possui uma flora tipicamente tropical e uma flora tipicamente subtropical, com uma região de transição mais rica, com componentes das duas floras

Conclusões gerais

- Padrões de distribuição para diversos grupos de organismos marinhos de águas rasas no Atlântico Tropical Sulamericano são, em geral, coincidentes.
- Para os grupos estudados, a maior diversidade no Atlântico Tropical Americano está concentrada em latitudes intermediárias

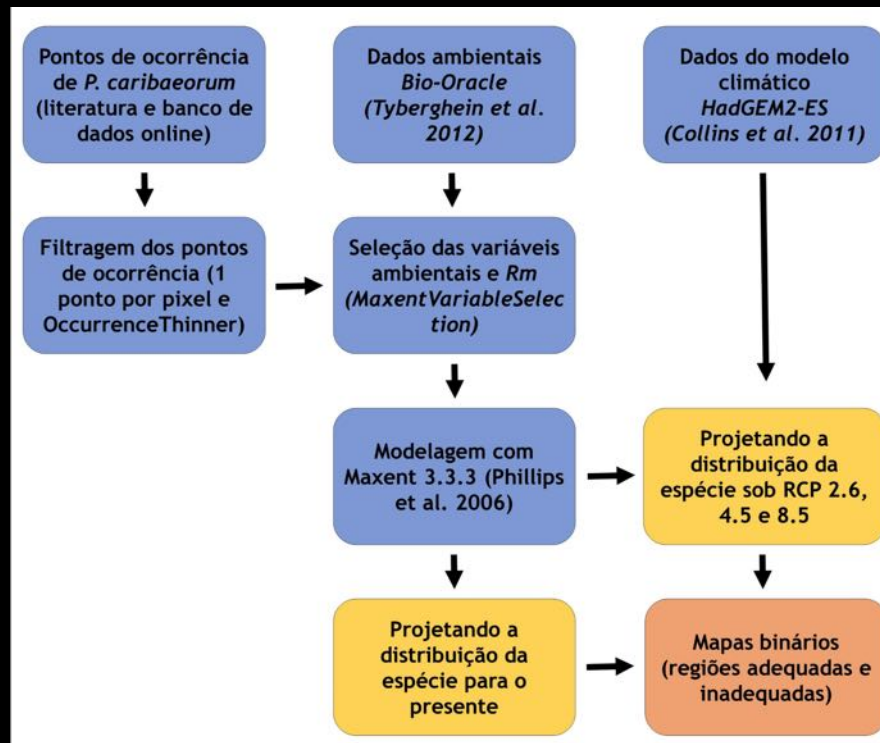
Outros exemplos



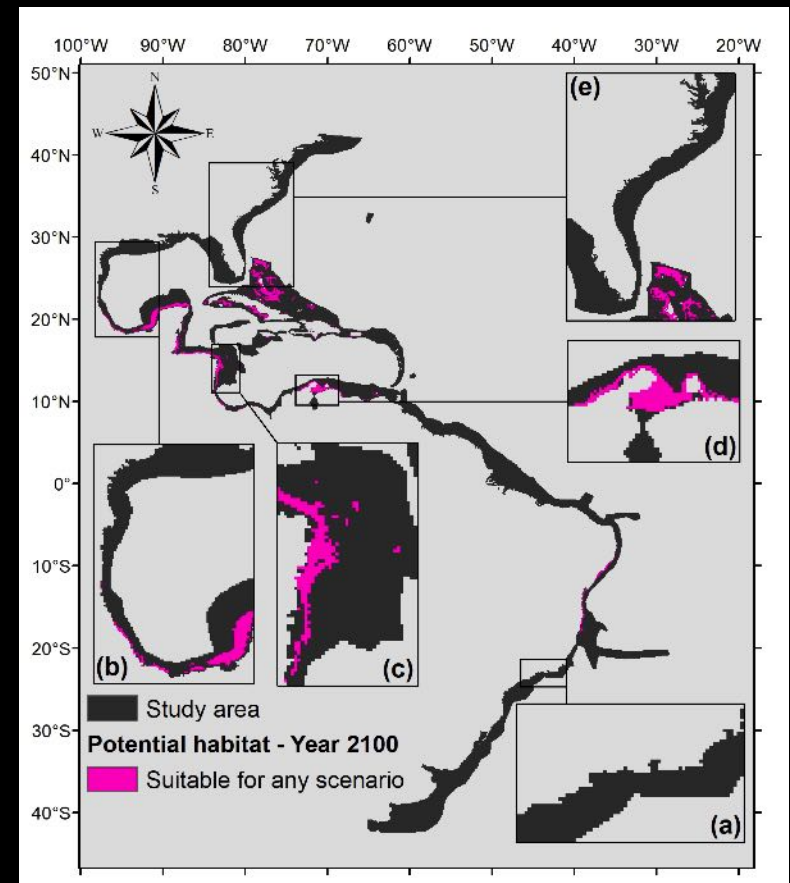
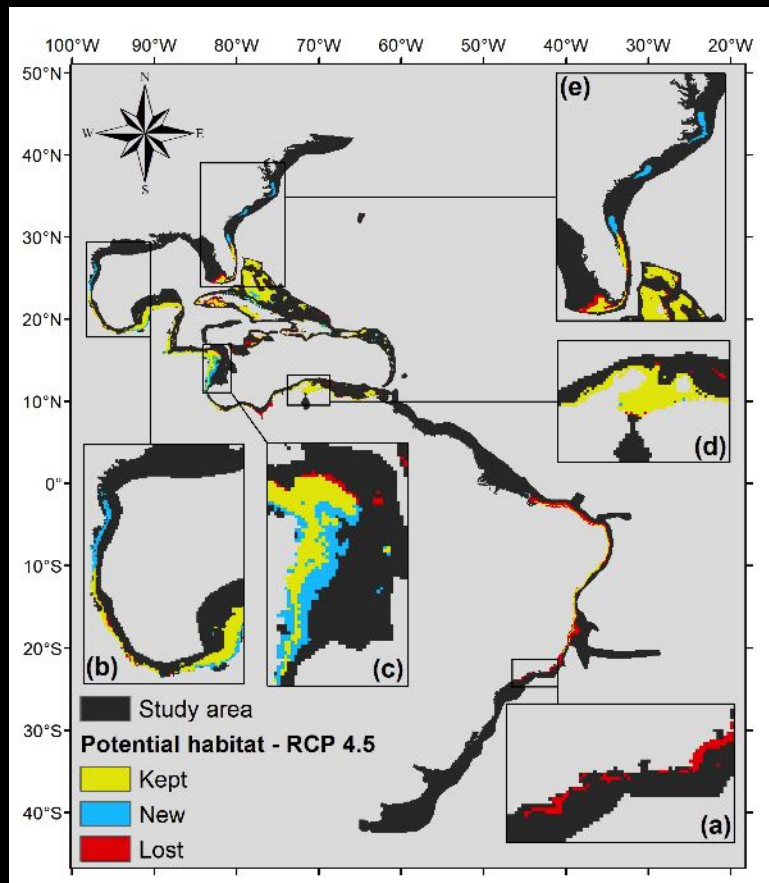
The effect of climate change on the distribution of a tropical zoanthid (*Palythoa caribaeorum*) and its ecological implications

Leonardo Durante, Igor Cruz & Tito Lotufo

Em revisão na revista Journal of Marine Systems



Distribuição potencial projetada para *Palythoa caribaeorum*





Cite this: DOI: 10.1039/c7cc08411k

Received 1st November 2017,
Accepted 19th December 2017

DOI: 10.1039/c7cc08411k

rsc.li/chemcomm

Chemical profiling of two congeneric sea mat corals along the Brazilian coast: adaptive and functional patterns†

L. V. Costa-Lotufo,  ^{*a} F. Carnevale-Neto,  ^b A. E. Trindade-Silva,  ^c
R. R. Silva, ^b G. G. Z. Silva,  ^d D. V. Wilke,  ^c F. C. L. Pinto,  ^e
B. D. B. Sahm,  ^a P. C. Jimenez,  ^f J. N. Mendonça, ^b T. M. C. Lotufo,  ^g
O. D. L. Pessoa  ^e and N. P. Lopes  ^{*b}

- Objetivos: avaliar o perfil metabolômico e metagenômicos de 2 espécies simpátricas de *Palythoa* em diferentes escalas espaciais e ao longo de um gradient latitudinal

