

AVALIAÇÃO DE RISCO: UMA FERRAMENTA PARA O GERENCIAMENTO DA ÁGUA DE LASTRO



ANDREA DE O. R. JUNQUEIRA

UFRJ

Alguns conceitos

Risco

Avaliação de Risco

Manejo de Risco

Análise de Risco



PÓS-INVASÃO

CONTENÇÃO



POTENCIAL
INVASOR

INVASÃO

FISCALIZAÇÃO



DETECÇÃO E
IDENTIFICAÇÃO

**AVALIAÇÃO DE
RISCO**

ERRADICAÇÃO

PRÉ-INVASÃO

ANÁLISE DE
ROTAS E
VETORES

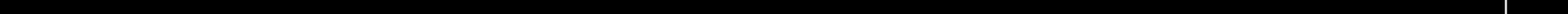
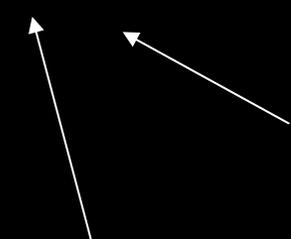
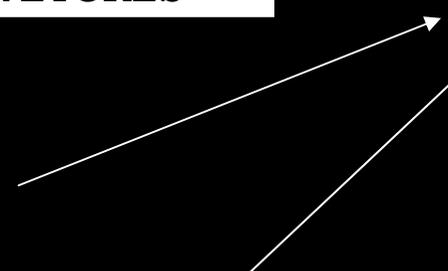
**AVALIAÇÃO DE
RISCO**

DADOS
BIOLÓGICOS

ECOLOGIA DA
INVASÃO

TAXONOMIA

DADOS
AMBIENTAIS



A Avaliação de Risco deve ser:

✓ NÃO TENDENCIOSA

✓ VÁLIDA CIENTIFICAMENTE

✓ APLICÁVEL E PRÁTICA

✓ EFETIVA EM RELAÇÃO AO CUSTO-BENEFÍCIO

Tipos de Avaliação de Risco

➤ **QUALITATIVA : BAIXO, MÉDIO E ALTO RISCO**

Baseada em parâmetros subjetivos

➤ **SEMI-QUANTITATIVA : Minimização da subjetividade**

➤ **QUANTITATIVA : Baseada em cálculos probabilísticos**

Avaliação das incertezas

ROTA

NAVEGAÇÃO

VETOR

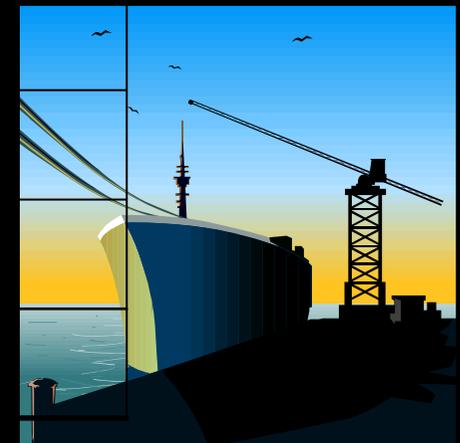
ÁGUA DE LASTRO

CASCO

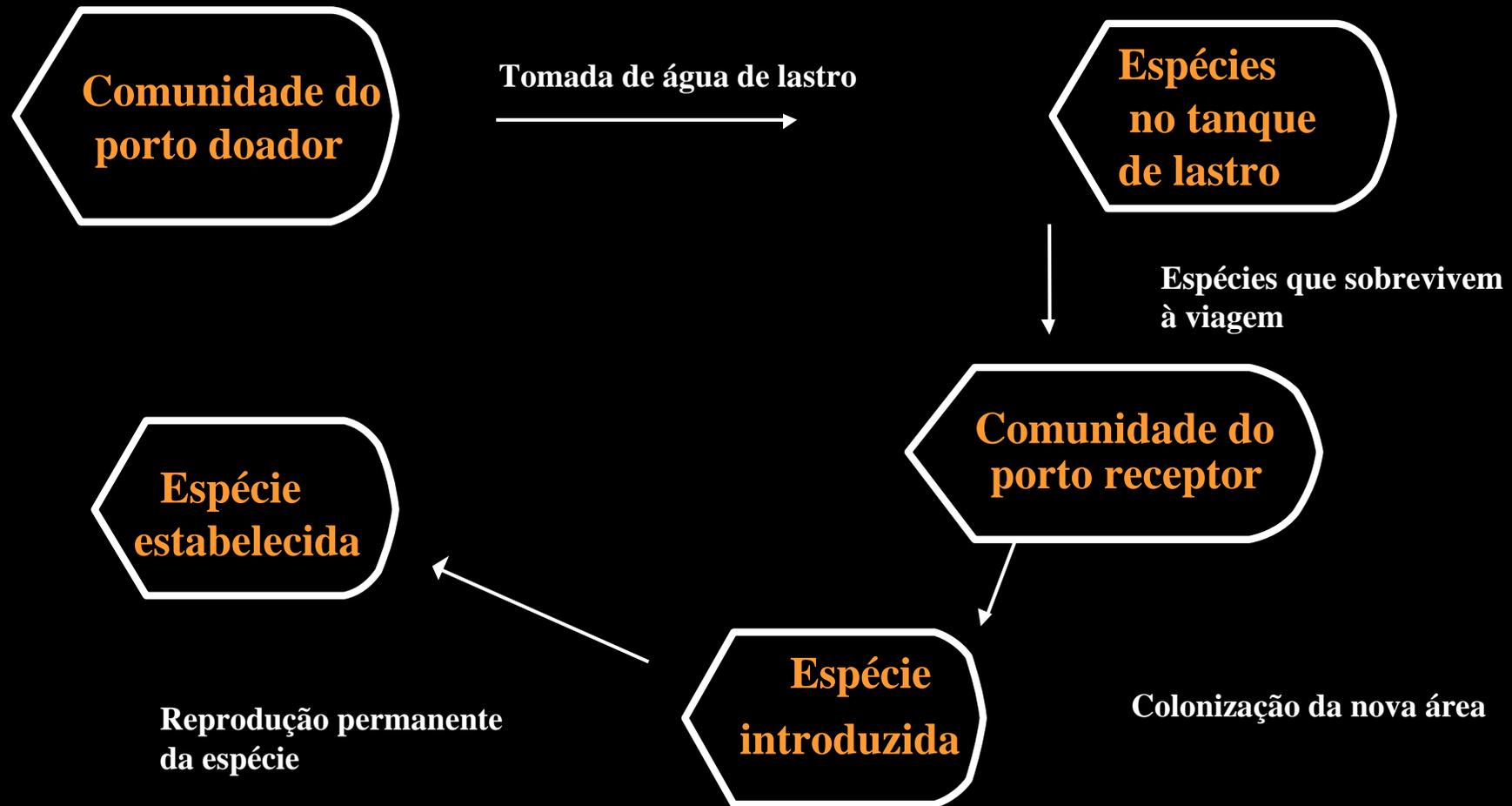
LASTRO SÓLIDO

CARGA

ÂNCORAS E
CORRENTES



Ciclo de Introdução Via Lastro



Abordagens na avaliação de risco de introdução por água de lastro

➤ **ESPÉCIES ALVO**

➤ **SIMILARIDADE AMBIENTAL**

ESPÉCIES-ALVO

$$\text{Risco}_{\text{espécie}} = p(A) \cdot p(B) \cdot p(C) \cdot p(D)$$

Onde: p(A)= probabilidade do porto doador estar contaminado com a espécie em questão

p(B)= probabilidade que a embarcação seja infectada pela espécie

p(C)= probabilidade que a espécie sobreviva à viagem

p(D)= probabilidade que a espécie sobreviva no porto receptor

ESPÉCIES-ALVO

- ✿ **A avaliação é modelada em cada etapa da cadeia de invasão e aplicada a uma lista de espécies reconhecidas como pestes em suas áreas nativas ou de introdução.**
- ✿ **Componente central do Sistema Suporte de Decisão implementado pela AQIS (Australian Quarantine and Inspection Service) na Austrália.**
- ✿ **O sistema permite que opções de manejo sejam aplicadas diretamente a uma embarcação ou a rotas de risco.**

ESPÉCIES-ALVO

✿ **A exata composição da biota não é conhecida para várias áreas de origem da água de lastro.**

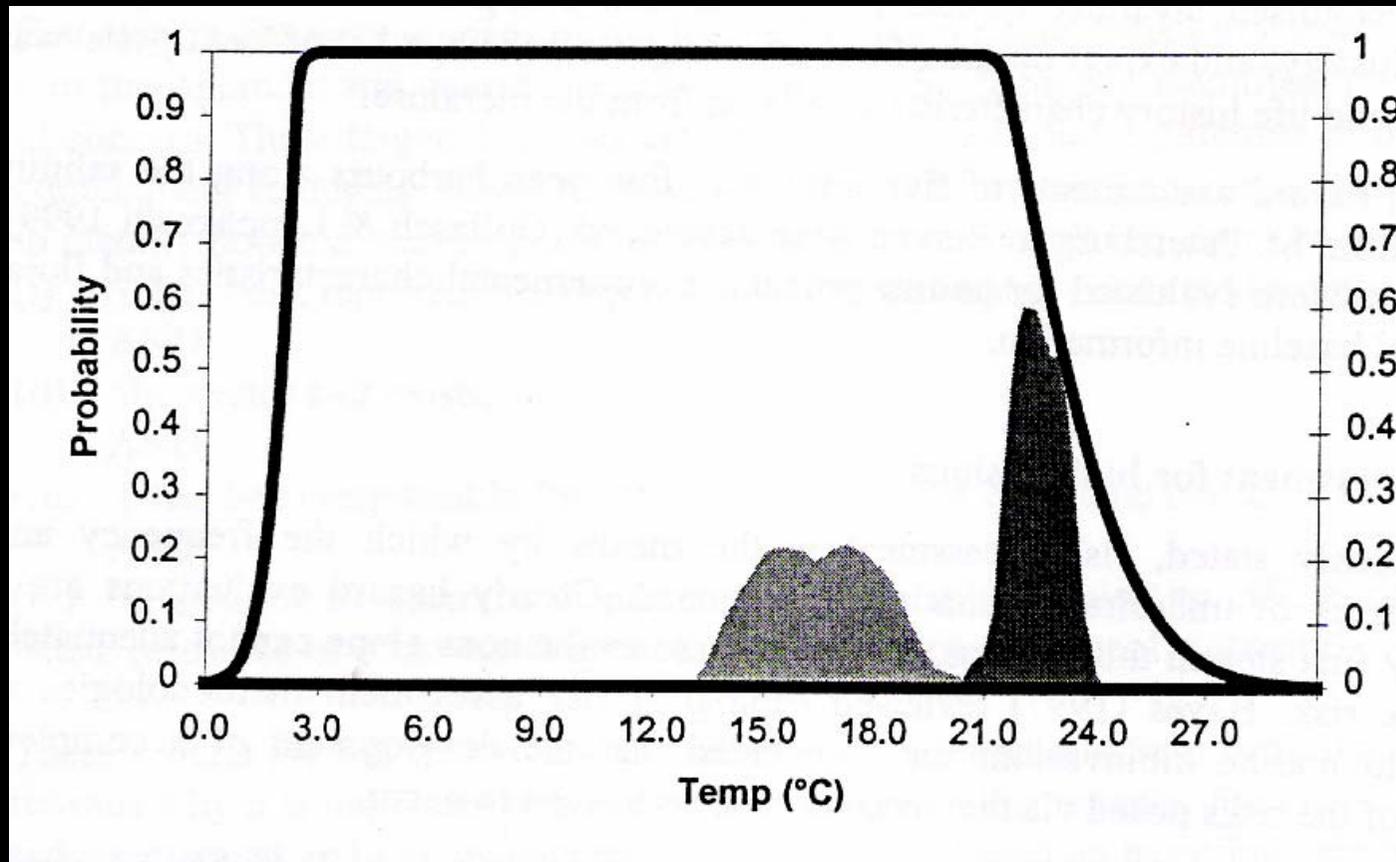
✿ **Impossível prever quais espécies presentes no porto doador irão estabelecer populações viáveis quando introduzidas no porto receptor.**

✿ **Por outro lado as opções de manejo impostas às espécies-alvo que apresentam geralmente grande tolerância ambiental e alta resistência à viagem, estarão também protegendo de bioinvasões de mais espécies.**

SIMILARIDADE AMBIENTAL

- ✿ Quanto maior a similaridade ambiental entre o porto de carregamento (doador) e o porto de descarga (receptor), maior será a possibilidade da espécie se estabelecer.**
- ✿ O grande problema é determinar que parâmetros ambientais serão utilizados na avaliação.**
- ✿ Alguns podem não apresentar relevância para tolerâncias ambientais específicas.**
- ✿ Outras questões: tanques de lastro contém águas e sedimentos de diferentes origens e a ocorrência de micro-ambientes.**

TOLERÂNCIA DE *Asterias amurensis*



Porto de Hobart (Tasmania)- cinza

Porto de Sydney (Australia)-preto

Programa Global de Gestão de Água de Lastro



Brasil



China



Índia



Irã



África do Sul



Ucrânia



GEF



IMO



Ministério do
Meio Ambiente

Sistema de Aplicação Uniforme

Considera que todos os navios impõem algum risco (não especificado) e, portanto, devem ser igualmente tratados.

- **Vantagens:** não há julgamentos a serem realizados
informações mínimas para gestão
maior proteção para espécies não-alvo
- **Desvantagens:** gastos desnecessários
sistema de maior porte
proteção apenas aparente

Sistema de Aplicação Seletiva

Considera que quanto maior o risco, maior deverá ser o esforço dedicado através do sistema de Monitoramento das Regras e Imposição para garantir que as exigências sejam atendidas.

- **Vantagens:** redução do número de navios sujeitos ao controle.
medidas mais rigorosas justificadas.
melhor compreensão do processo de invasão
- **Desvantagens:** efetividade depende da qualidade da informação.
infra-estrutura para gestão.
vulnerabilidade maior a riscos desconhecidos.

PORTO DE SEPETIBA



Num raio de 500 km:

- **69% do PIB**
- **65% dos serviços**
- **32% da população do país**
- **40% da produção agrícola**
- **60% da produção de petróleo**
- **64% e 77% das exportações e importações brasileiras**

Premissas da Avaliação de Risco

1. Quanto maior a frequência e magnitude de inoculação de água de lastro maior será a possibilidade da espécie se estabelecer



Premissas da Avaliação de Risco

2. Quanto maior a similaridade ambiental entre o porto de carregamento (doador) e o porto de descarga (receptor), maior será a possibilidade da espécie se estabelecer



Premissas da Avaliação de Risco

3. Quanto maior o número de espécies de risco presente num determinado porto doador, maior será o risco para o porto receptor



Componentes da Avaliação de Risco

Fontes, frequências e volumes de descargas de água de lastro

C_1 : frequência relativa do número de tanques de lastro de um porto em relação ao total de tanques descarregados.

C_2 : proporção do volume de água de lastro de um porto em relação ao volume total descarregado

Exemplo de C1 (Frequência de Descargas de AL)

500 tanques de AL
C1 = 0.50 (50% do total)
Porto Fonte XXX

100 tanques de AL
C1 = 0.10 (10% do total)
Porto Fonte YYY

Porto Receptor

RECEBE: 1000 tanques (total)

Porto Fonte WWW

150 tanques de AL
C1 = 0.15 (15% do total)

Porto Fonte ZZZ

250 tanques de AL
C1 = 0.25 (25% do total)

Componentes da Avaliação de Risco

Similaridade ambiental entre o porto receptor e portos doadores de água de lastro

C₃: proveniente de uma análise multivariada conduzida paralelamente

- 34 variáveis ambientais
- coeficiente de Distância Euclidiana

Parâmetros ambientais (34)

- Temperatura da água
- Temperatura do ar
- Salinidade
- Maré
- Precipitação
- Distância entre os berços e a foz do rio mais próxima
- Tamanho da bacia hidrográfica
- Distâncias entre o porto e os diferentes habitats marinhos

Componentes da Avaliação de Risco

Risco relacionado ao número de espécies introduzidas, potencialmente nocivas e nocivas presentes na bioregião do porto

C₄: proporção de risco que um determinado porto apresenta em relação ao risco total que é a soma de todas as espécies de risco identificadas nas bioregiões de todos os portos doadores.

Componentes da Avaliação de Risco

$$C_4 = \frac{[I + (w1 \times P) + (w2 \times N)]}{\text{Número total de espécies de risco nas Bioregiões de todos os portos fonte}} \times w3$$

Onde:

I: número de espécies introduzidas

P: número de espécies potencialmente nocivas

N: número de espécies nocivas

Cálculo do Coeficiente de Risco Global

$$\text{CRG} = (C1 + (C2 \times R1) + C3 + (C4 \times R2)) / 4$$

Tabela de tanques
de água de lastro

(C1) % do número total de tanques de AL
descarregados

(C2) % do volume total de AL descarregada

(R1) Fator de redução de risco relacionado ao volume
de AL descarregada por tanque

(R2) Fator de redução de risco relacionado ao tempo de
armazenamento da AL

Software PRIMER

(C3) Coeficiente da Similaridade Ambiental: -
- uma medida de similaridade em relação aos
outros portos-fonte

Cálculo do Coeficiente de Risco Global

$$CRG = (C1 + (C2 \times R1) + C3 + (C4 \times R2)) / 4$$

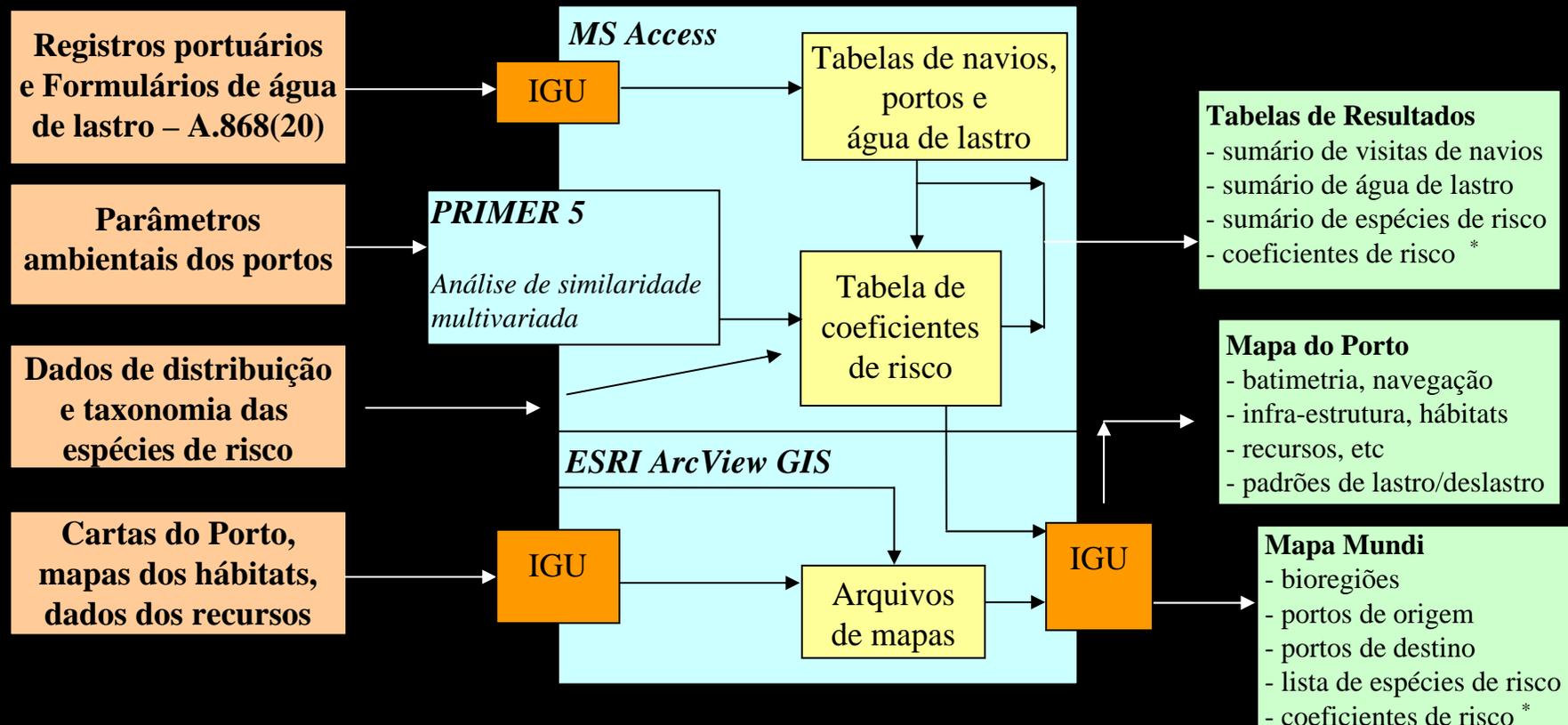
Tabela de espécies
de risco por
bioregião

Tabela da
fórmula de risco

(C4) Coeficiente de Espécies de Risco =
$$\frac{[\text{Introduzidas} + (\text{suspeitas} \times w1) + (\text{nocivas} \times w2)] \times w3}{\text{Número total de espécies de risco nas Bioregiões de todos os portos fonte}}$$

(w1) peso para espécies suspeitas (3)
(w2) peso para espécies nocivas conhecidas (10)
(w3) peso para o coeficiente de espécies de risco (1)

VISÃO ESQUEMÁTICA DO SISTEMA DE AVALIAÇÃO DE RISCO



IGU = Interface Gráfica do Usuário

* para os locais de demonstração relativos a cada porto fonte e destino



Frequência de Descargas

C_1

Número de Portos

148

117

30

1

16 portos=50%

0-0.01

0.01-0.05

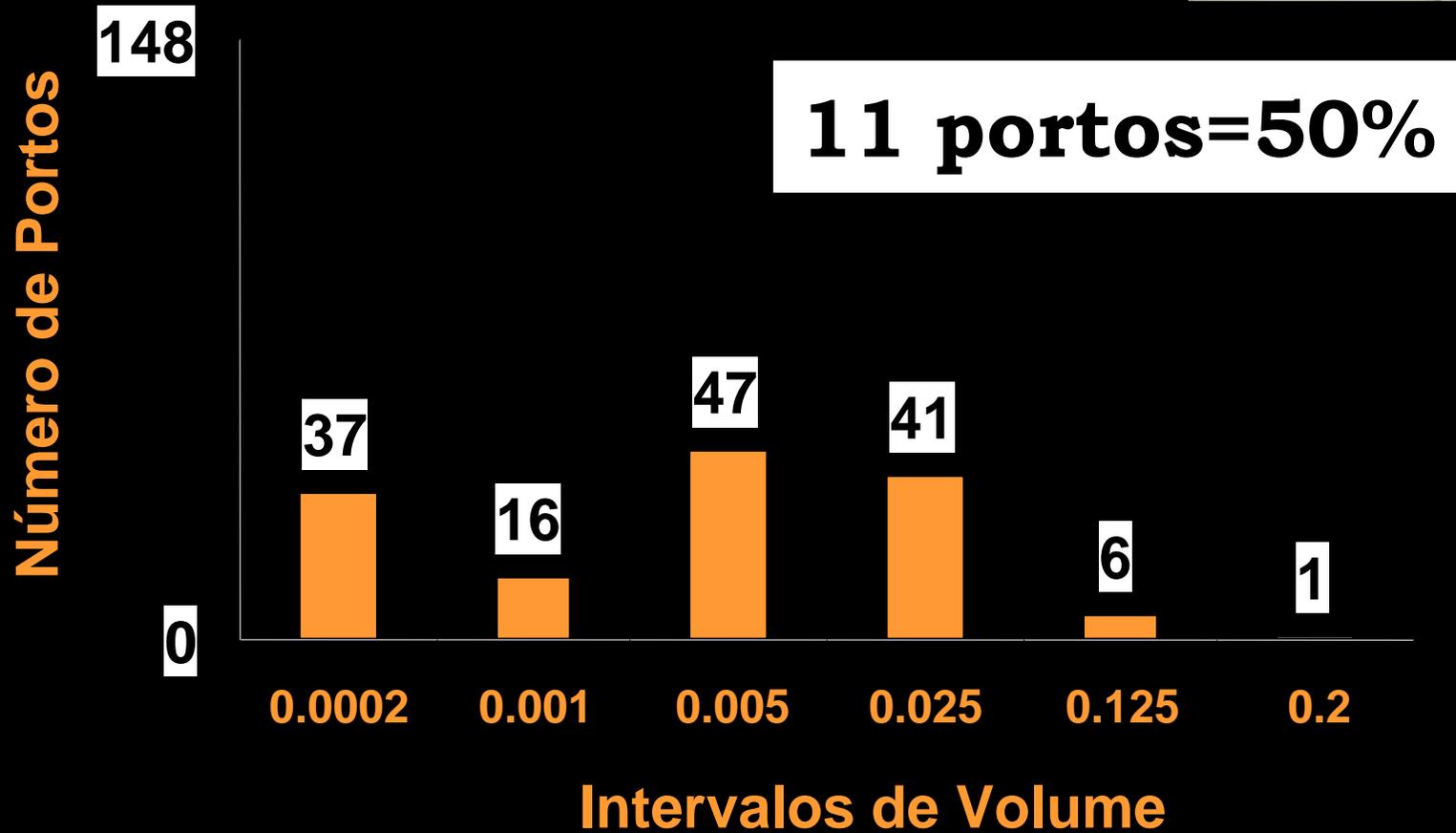
0.05-0.10

Intervalos de frequência

0

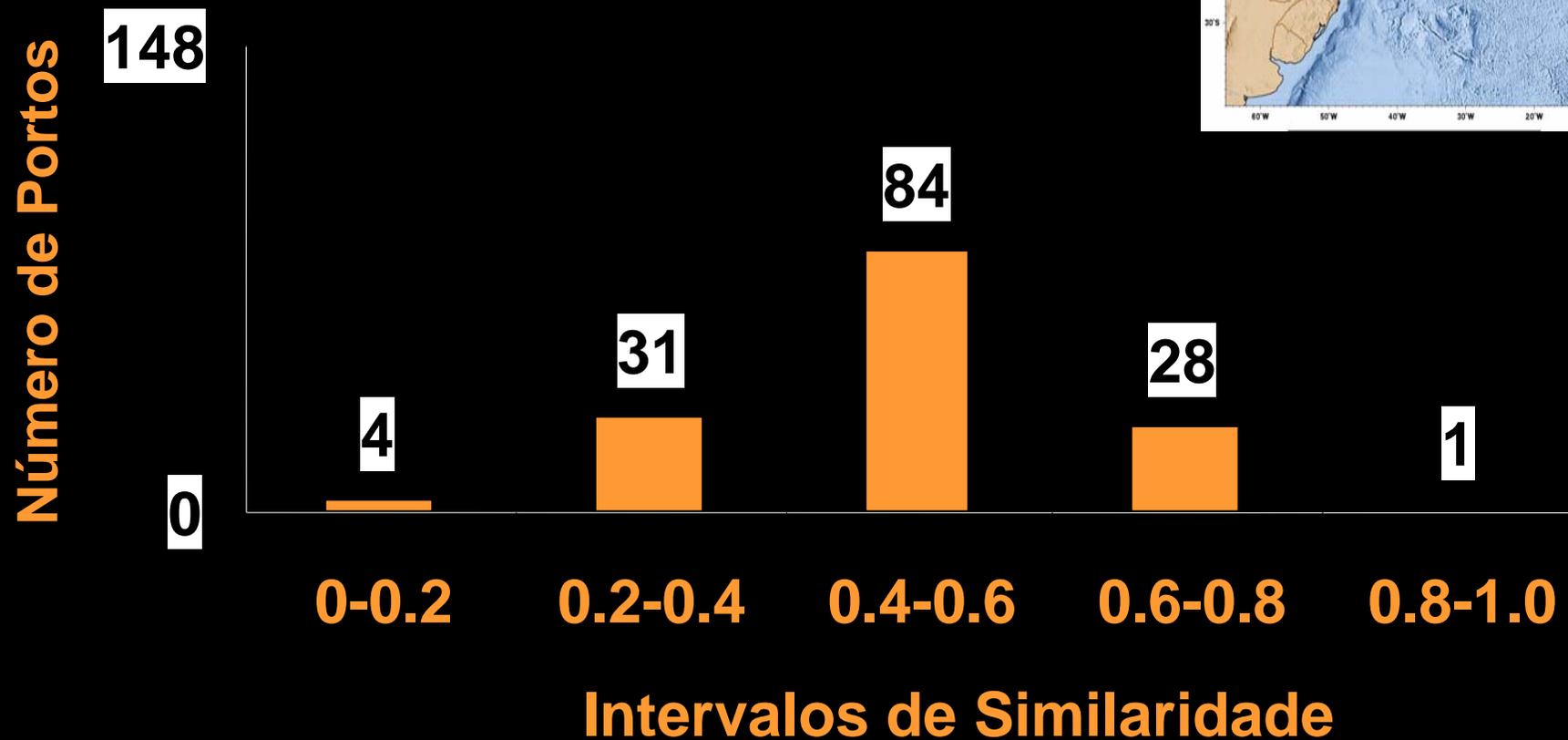
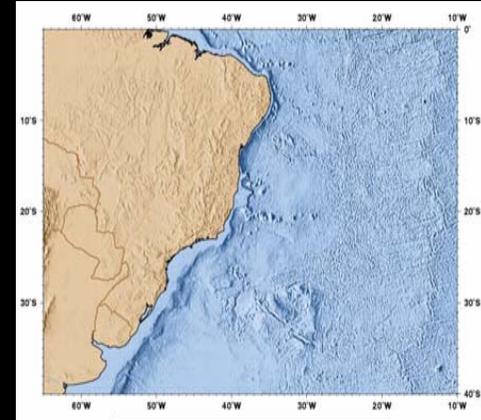
Volume de Descargas

C_2



Similaridade Ambiental

C_3



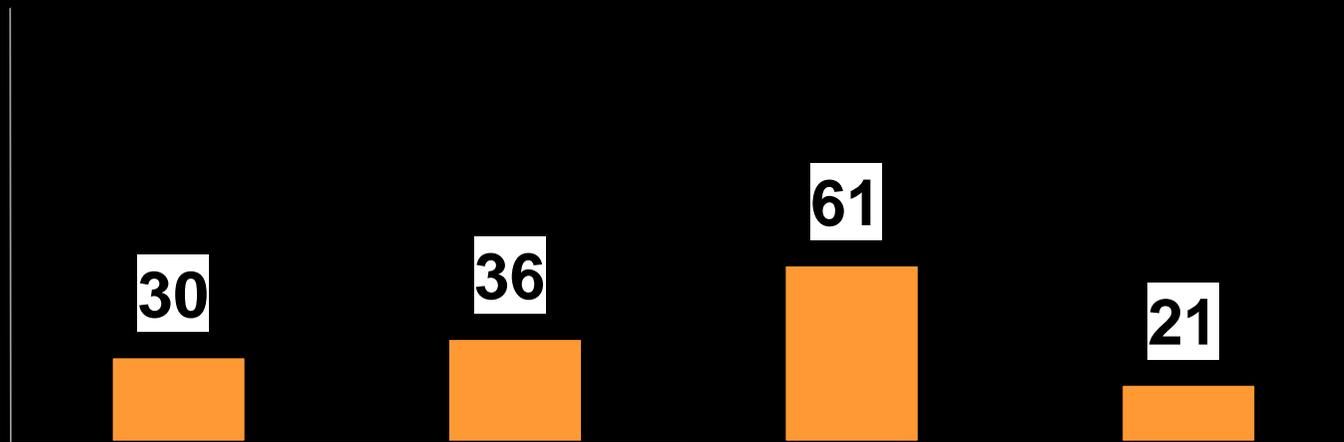
C₄

Espécies de Risco

Número de Portos

148

0



0-0.1

0.1-0.2

0.2-0.3

0.3-0.4

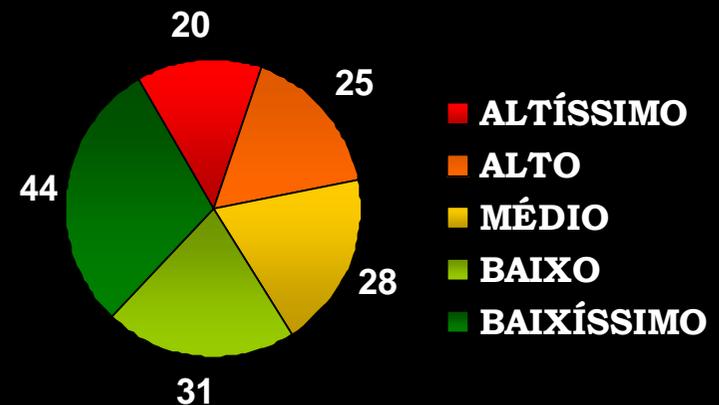
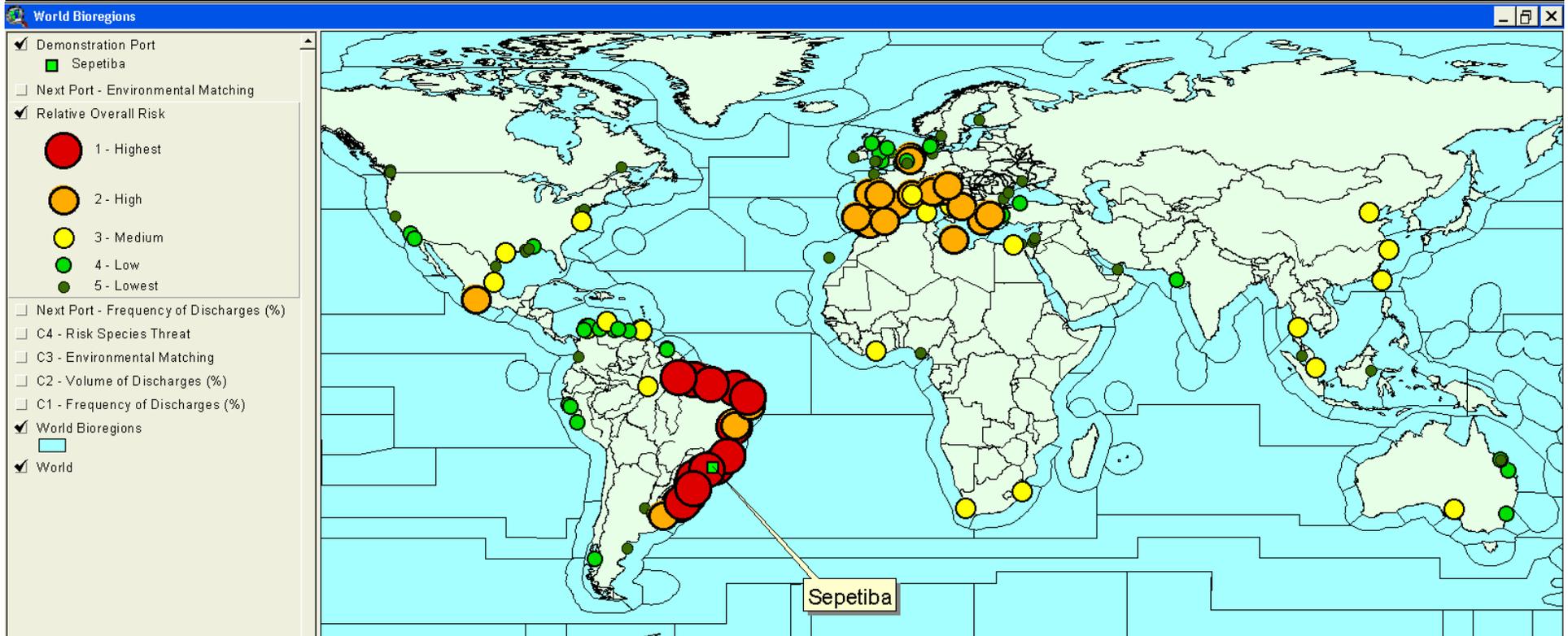
Categorias

C₄

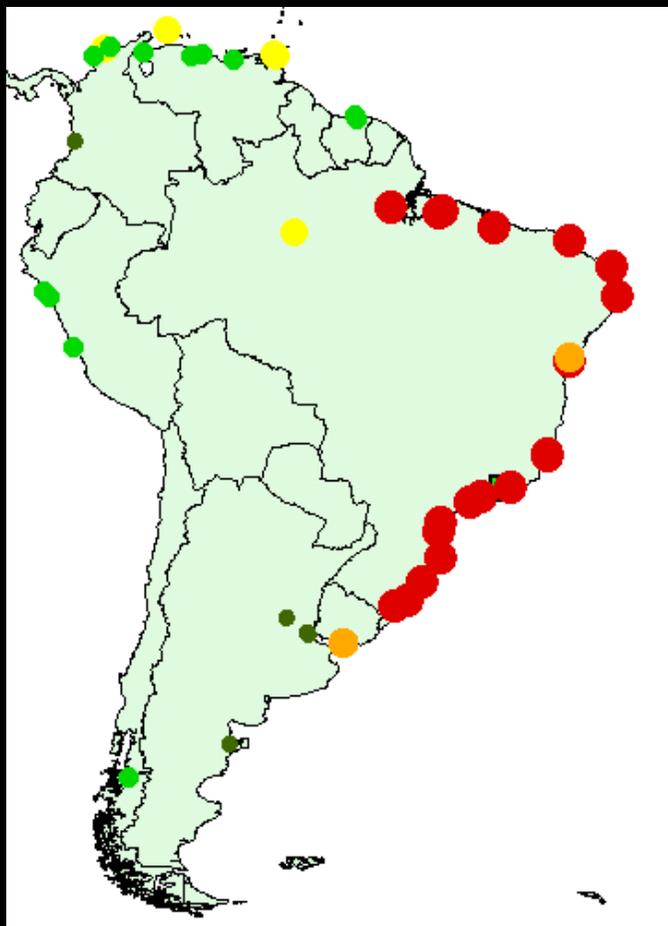


Porto	País	Biorregião
1 Roberts Bank	Canada	NEP-III
2 Vancouver British	Canada	NEP-III
3 Pittsburg	Estados Unidos	NEP-V
4 Port Pirie	Austrália	AUS-VII
5 Beilun	China	NWP-3a
6 Shanghai	China	NWP-3a
7 Tianjinxingang	China	NWP-4a
8 Kaohsiung	Taiwan	NWP-2
9 Taranto	Itália	MED-IV
10 Carboneras	Espanha	MED-II
11 Savona	Itália	MED-II
12 Misurata	Líbia	MED-IV
13 Tarragona	Espanha	MED-II
14 Fos sur Mer	França	MED-II
15 Kalamata	Grécia	MED-IV
16 La Spezia	Itália	MED-II
17 Caronte (Marseilles)	França	MED-II
18 Genoa	Itália	MED-II
19 Porto Vesme	Itália	MED-II
20 Napoli	Itália	MED-III

RESULTADO GLOBAL



RESULTADO GLOBAL



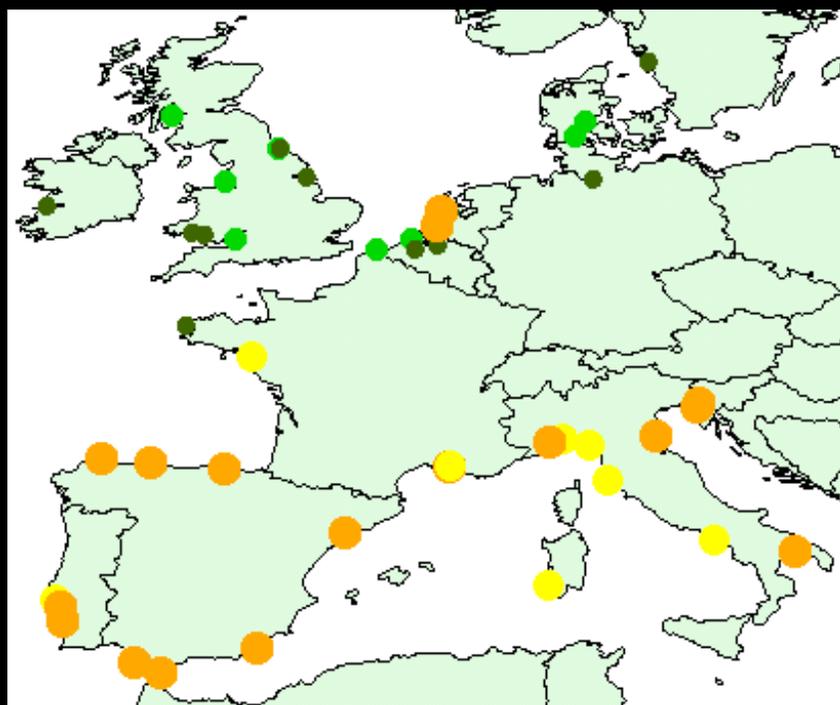
ALTÍSSIMO RISCO

Porto

País

1 Santos	Brasil
2 Rio de Janeiro	Brasil
3 Rio Grande	Brasil
4 Praia Mole	Brasil
5 Porto Alegre	Brasil
6 Paranaguá	Brasil
7 São Francisco do Sul	Brasil
8 Tramandai	Brasil
9 São Sebastião	Brasil
10 Imbituba	Brasil
11 Salvador	Brasil
12 Tubarão	Brasil
13 Vitória	Brasil
14 Natal	Brasil
15 Vila Do Conde	Brasil
16 Alumar	Brasil
17 Fortaleza	Brasil
18 Munguba	Brasil
19 Belém	Brasil
20 Recife	Brasil

RESULTADO GLOBAL



ALTO RISCO

Porto

- 21 Aratu
- 22 Montevideo
- 23 Rotterdam
- 24 Taranto
- 25 Koper
- 26 São Luis
- 27 Carboneras
- 28 Trieste
- 29 Savona
- 30 Misurata
- 31 Gijon
- 32 Gibraltar
- 33 Ravenna
- 34 IJmuiden
- 35 Tarragona
- 36 Fos sur Mer
- 37 Milaki
- 38 Eleusis
- 39 Bilbao
- 40 Kalamata
- 41 Cadiz
- 42 Lazaro Cardenas
- 43 San Ciprian
- 44 Sines
- 45 Setubal

País

- Brasil
- Uruguai
- Países Baixos
- Itália
- Eslovênia
- Brasil
- Espanha
- Itália
- Itália
- Líbia
- Espanha
- Gibraltar
- Itália
- Países Baixos
- Espanha
- França
- Grécia
- Grécia
- Espanha
- Grécia
- Espanha
- Mexico
- Espanha
- Portugal
- Portugal

CONCLUSÕES

- **A avaliação de risco constitui uma importante ferramenta para auxiliar no sistema de inspeção de navios, componente essencial na gestão de água de lastro**
- **Dados utilizados precisam ser aprimorados no que se refere à caracterização ambiental dos portos e ao banco de dados das espécies de risco que apresenta grande defasagem entre as diferentes bioregiões**
- **Embora a metodologia aplicada represente uma primeira iniciativa de abordagem híbrida ela ainda dá um grande peso à similaridade ambiental**
- **Tratamento diferenciado para a navegação de cabotagem e internacional**