

UNIVERSIDADE SANTA CECÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SUSTENTABILIDADE DE
ECOSSISTEMAS MARINHOS E COSTEIROS

MOISÉS OMAR DE SOUZA SILVA

Avaliação de risco da bioinvasão por fauna bentônica do *fouling* no
Estuário Santos – São Vicente

SANTOS 2024

MOISÉS OMAR DE SOUZA SILVA

Avaliação de risco da bioinvasão por fauna bentônica do *fouling*
no Estuário Santos – São Vicente

Dissertação apresentada a Universidade
Santa Cecília como parte dos requisitos
para obtenção do título de Mestre em
Ecologia, sob a orientação do Prof. Dr.
Fábio Giordano

SANTOS 2024

333.9523 Silva, Moisés Omar de Souza.
S581a Avaliação de risco da bioinvasão por fauna bentônica do *fouling*
no Estuário Santos – São Vicente /
Moisés Omar de Souza Silva.
2024

Orientador: Prof. Dr. Fábio Giordano.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Santa Cecília,
Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas
Marinhos e Costeiros, Santos, SP, 2024.

1.craca. 2. Espécie exótica. 3.porto. I. Giordano, Fábio

AGRADECIMENTOS

O autor do trabalho gostaria de agradecer a Coordenação de Aperfeiçoamento Superior (CAPES).

RESUMO

A maior ameaça à biodiversidade são as ações antrópicas como desmatamento dos biomas por todo o planeta. Em seguida temos as bioinvasões causadas por espécies exóticas, estas são aquelas encontradas fora de seus locais de origem. Estas espécies podem ser introduzidas de forma intencional caso tenham fins para o ser humano ou de maneira accidental. Destaca-se a chamada fauna bentônica, composta de seres que habitam fundo do corpo d'água e entre eles os animais da fauna incrustante. Este trabalho baseou-se em realizar uma avaliação de risco de bioinvasão na região estuarina de Santos - São Vicente tendo como alvo as espécies *Balanus trigonus*, *Bugula neritina*, *Monocorophium acherusicum*, *Perna perna* e *Styela plicata*. Com o uso do software Aquatic Species Invasiveness Screening Kit (AS – ISK) foram respondidas 50 questões sobre as espécies. Os resultados obtidos para Basic Risk Assessment (BRA) e Basic Risk Assessment + Climate Change Assessment (CCA) foram 27/31 (*Balanus trigonus*), 12/12 (*Bugula neritina*), 12/12 (*Monocorophium acherusicum*), 15/15 (*Perna perna*) e 13/13 (*Styela plicata*). Estas são espécies que facilmente conseguem se dispersar pelos variados ambientes, possuem altas taxas reprodutivas, são fortes competidoras de recursos e muitas vezes podem causar prejuízos econômicos. Com todas estas informações, concluiu-se que de fato são espécies invasoras e necessitam de estudos e monitoramento por parte das autoridades ambientais.

Palavras chave: Craca. Espécie exótica. Porto

ABSTRACT

The biggest threat to biodiversity is human actions such as deforestation of biomes across the planet. Next we have bioinvasions caused by exotic species, these are those found outside their places of origin. These species can be introduced intentionally if they are intended for humans or accidentally. The so-called benthic fauna stands out, made up of beings that inhabit the bottom of the water body and among them the fouling fauna. This work was based on carrying out a bioinvasion risk assessment in the estuarine region of Santos - São Vicente targeting the species *Balanus trigonus*, *Bugula neritina*, *Monocorophium acherusicum*, *Perna perna* and *Styela plicata*. Using the Aquatic Species Invasiveness Screening Kit (AS – ISK) software, 50 questions about the species were answered. The results obtained for Basic Risk Assessment (BRA) and Basic Risk Assessment + Climate Change Assessment (CCA) were 27/31 (*Balanus trigonus*), 12/12 (*Bugula neritina*), 12/12 (*Monocorophium acherusicum*), 15/15 (*Perna perna*) and 13/13 (*Styela plicata*). These are species that can easily disperse across varied environments, have high reproductive rates, are strong competitors for resources and can often cause economic losses. With all this information, it was concluded that they are indeed invasive species and require studies and monitoring by environmental authorities.

Keywords: Barnacle. Exotic specie. Harbor

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.	Tilápia	11
Figura 2.	Porto de Santos	16
Figura 3.	Interface AS-ISK.....	17
Figura 4.	Campo de informações.....	18
Figura 5.	Questionário de avaliação.....	19
Figura 6.	Gráfico BRA score	20
Figura 7.	Gráfico BRA + CCA score	20
Figura 8.	Mapa da distribuição <i>Balanus trigonus</i>	21
Figura 9.	Mapa da distribuição <i>Bugula neritina</i>	23
Figura 10.	Mapa da distribuição <i>Monocorophium acherusicum</i>	25
Figura 11.	Mapa da distribuição <i>Perna perna</i>	26
Figura 12.	Mapa da distribuição <i>Styela plicata</i>	28

Lista de abreviações e siglas

AS – ISK	Aquatic Species Invasiveness Screening Kit
BRA	Basic Risk Assessment
BRA + CCA	Basic Risk Assessment (BRA) + Climate Change Assessment
Scielo	Scientific Electronic Library Online

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. MATERIAIS E MÉTODOS	13
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4. CONCLUSÃO	29
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
6. APÊNDICE	38

1. INTRODUÇÃO

A Terra em 2023 vive um momento extremamente crítico por causa de guerras, pandemias, aquecimento global e a perda da biodiversidade.

Em relação a esta, a principal ameaça se configura pelas atividades antrópicas que diariamente causam extensas alterações no meio ambiente como o desmatamento dos biomas, poluição da água e ar. A segunda é pela introdução das chamadas espécies exóticas ou não-nativas, que por definição são aquelas encontradas em localidades diferentes da sua origem, sendo este processo intencional ou involuntário. (LEÃO *et al*, 2011).

Introdução intencional ou voluntária ocorre quando há um motivo específico e involuntária ou acidental na inexistência de propósito (CDB COP-6 DECISÃO VI/23,2002).

O novo hábitat pode ou não oferecer condições adequadas e recursos para o organismo ocupá-lo. Pode-se citar fatores abióticos como temperatura, salinidade e taxas de oxigênio dissolvido em ambientes aquáticos e fatores bióticos como alimento e presença ou não de predadores.

Quando o ambiente não é propício, a espécie exótica perece e nesta situação é denominada como espécie exótica casual (ROCHA e ROCHA, 2019).

Se a espécie exótica tem sucesso reprodutivo e consegue se perpetuar no habitat novo, usa-se o termo estabelecida para classificá-la. Caso ela passe a ameaçar a biodiversidade local, então será conhecida como invasora (LEÃO *et al*, 2011).

Processo invasivo pode ocorrer em quatro períodos. O primeiro é a introdução no novo hábitat, depois a fixação, terceiro é conhecido como expansão e por último tem-se o equilíbrio. Este é o estágio onde a espécie exótica de poder invasor começa a alterar o meio ambiente afetando espécies nativas (ROCHA e ROCHA, 2019).

Como exemplos pode-se citar o mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*), que é um molusco de água doce pertencente à família *Mytilidae* e é originário da China (INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS - IBAMA, 2020). No início dos anos 90 foi visto no Rio da Prata – Argentina, no ano 2001 já havia se descolado para o Rio Paraná na região da Usina de Itaipu e atualmente já ocupa áreas no Pantanal (LEÃO *et al*, 2011).

O peixe-leão (*Pterois volitans*) é nativo da região do Indo-Pacífico, sendo hoje encontrado até mesmo na costa brasileira. Acredita-se que previamente se distribuiu pelo Sul dos Estados Unidos, Golfo do México e Caribe (JÚNIOR *et al*, 2022).

A tilápia (figura 1) é um peixe de água doce que é nativo da África. A Tilápia-do-Nilo chegou ao Brasil nos anos 50 e hoje se tornou o mais importante peixe na aquicultura nacional, mas não é única espécie do peixe criada localmente (SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM - SENAR, 2017).



Figura 1 - Tilápia
Fonte: elaborado pelo autor

Nos anos 80, numa tentativa de comercializar uma alternativa mais barata ao escargot, chegou ao Brasil o caracol-gigante-africano. Um movimento feito sem qualquer estudo prévio sobre a espécie que não agradou o paladar dos brasileiros e consequentemente os animais foram libertos na natureza por seus criadores e já em 2007 havia se distribuído por quase todos os estados (LEÃO *et al*, 2011).

O tucunaré (*Cichla ocellaris*) e tilápia (*Oreochromis niloticus*) que são associadas com extinção de outros peixes nos rios e lagos. O sururu-branco (*Mytilopsis leucophaeta*) é um molusco bivalve originário do Golfo do México que forma colônias sobre o sururu nativo (LEÃO *et al*, 2011).

Phyllorhiza punctata que é um tipo de água-viva encontrada no Paraná e o caranguejo-anão (*Rhithropanopeus harrissi*) no Rio Grande do Sul (STANSKI et al, 2022).

Tem-se também o chamado coral-sol (*Tubastraea spp*) . Um recente estudo conduzido por 13 meses no Brasil mostrou que houve impacto na diversidade e alterações na relação entre peixes e seres bentônicos (NEVES DA ROCHA et al, 2024).

Tratando-se de espécies exóticas marinhas, os animais bentônicos são os mais conhecidos. São os que habitam no fundo do corpo d'água (TAGLIAPIETRA e SIGOVINI, 2010). Sendo muitos deles integrantes da chamada fauna incrustante (*fouling* no inglês), esta é composta por seres que se fixam em diversos substratos (AGOSTINI et al, 2018).

De acordo com a literatura , na região portuária de Santos pode-se encontrar os seguintes grupos de organismos bentônicos: Porífera, Cnidaria, Ectoprocta, Mollusca, Annelida, Arthropoda e Tunicata (GIORDANO, 2001; AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS, 2022).

Para o melhor entendimento sobre espécies exóticas, fauna bentônica e a incrustante há exemplos de literatura desenvolvida por Giordano (2001), Leão et al (2011), Bumbeer e da Rocha (2016), Rocha e Rocha (2019), Rama (2020) e Tiralongo et al (2022).

As espécies denominadas como *fouling* são muito comuns quando se trata de espécies exóticas por facilmente se expandirem pelo mundo, recebem destaque cada vez maior de pesquisadores pois causam diversos impactos negativos tanto para ecossistemas das quais não pertencem quando para atividades humanas (LONGO et al, 2021).

Para evitar ao máximo todos estes problemas, existe legislação referente às espécies exóticas tanto para animais quanto plantas. Convenção sobre Diversidade Biológica foi promulgada no Brasil com Decreto nº 2.519 em 16/03/1998 e estabelece que os países que assinam devem se comprometer em impedir introdução de espécies exóticas em seus territórios bem como controlar e eliminar as que causam danos aos ecossistemas, habitats e espécies (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - ICMBio, 2019).

Em 08/09/2017 entrou em vigor a Convenção Internacional para Controle e Gerenciamento de Água de Lastro e Sedimentos de Navios. Suas diretrizes já

estavam sendo aplicadas desde 2014 após a publicação da Portaria 26 da Diretoria de Portos e Costas da Marinha do Brasil (INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - ICMBio, 2019).

E para mensurar o impacto ambiental em potencial que elas podem desenvolver quando invadem outros ambientes, são desenvolvidas avaliações de risco de bioinvasão como no caso deste trabalho.

Ferramentas de apoio à decisão são de suma importância durante a análise de risco da bioinvasão por espécies exóticas. Considera-se o passo inicial para o estudos de identificação de quais taxa são nocivos e os que não são (COPP *et al*, 2016)

Baseia-se em informações sobre seus aspectos biológicos como ecologia e fisiologia como por exemplo se o novo hábitat possui fatores abióticos propícios para estabelecimento da espécie, se há disponibilidade de alimentos, presença ou ausência de predadores naturais entre outros. Dando informações necessárias para que medidas possam ser tomadas pelas autoridades ambientais (TARKAN *et al*, 2021).

O trabalho proposto e desenvolvido teve por objetivo realizar avaliação de risco da bioinvasão por 5 espécies bentônicas do fouling encontradas no Estuário Santos – São Vicente com intuito de descobrir se as espécies em questão possuem ou não potencial bioinvasor e seu grau em caso positivo.

E para justificar sua execução, cita-se sua grande importância pois em caso positivo, estas informações são valiosas e podem ser usadas tanto por outros pesquisadores quanto pelas autoridades ambientais que assim podem iniciar o monitoramento destas espécies , assim como medidas mitigadoras caso julguem necessário.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A escolha das espécies alvo do estudo foram organismos bentônicos encontrados na região estuarina de Santos – São Vicente : *Balanus trigonus*, *Bugula neritina*, *Monocorophium acherusicum*, *Perna perna* e *Styela plicata*.

Balanus trigonus

- Reino Animalia
- Filo Arthropoda
- Subfilo Crustacea
- Classe Maxillopoda
- Subclasse Thecostraca
- Infraclasse Cirripedia
- Superordem Thoracica
- Ordem Sessilia
- Subordem Balanomorpha
- Superfamília Balanoidea
- Família Balanidae
- Gênero Balanus
- Espécie trigonus

Bugula neritina

- Reino Animalia
- Filo Bryozoa
- Classe Gymnolaemata
- Ordem Cheilostomata
- Subordem Anasca
- Família Bugulidae
- Gênero Bugula
- Espécie neritina

Monochorophium acherusicum

- Reino Animalia
- Filo Arthropoda
- Subfilo Crustacea
- Classe Malacostraca
- Subclasse Eumalacostraca
- Superordem Peracarida
- Ordem Amphipoda

- Superordem Gammaridea
- Família Corophiidae
- Gênero Monocorophium
- Espécie acherusicum

Perna perna

- Reino Animalia
- Filo Mollusca
- Classe Bivalva
- Subclasse Pteriomorphia
- Ordem Mytiloisa
- Família Mytilidae
- Gênero Perna
- Espécie perna

Styela plicata

- Reino Animalia
- Filo Chordata
- Subfilo Tunicata
- Classe Ascidiacea
- Ordem Stolidobranchia
- Família Styelidae
- Gênero Styela
- Espécie plicata

Há inúmeros fatores que justificaram a escolha destas espécies como alvo do estudo proposto. Iniciando pelo local onde foi feita a avaliação de risco, o estuário Santos – São Vicente.

O Porto de Santos (figura 2) é o maior do Brasil , sua fundação foi em 1546 e atualmente conecta mais de 600 destinos e as movimentação de cargas envolvem 200 países. Em 2022, um volume de cargas de 162 milhões de toneladas foram operadas. Localiza-se a 70km da capital, está entre as cidades de Santos e Guarujá

com coordenadas geográficas 23°57'24"S e 46°18'37"W (AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS, 2023).

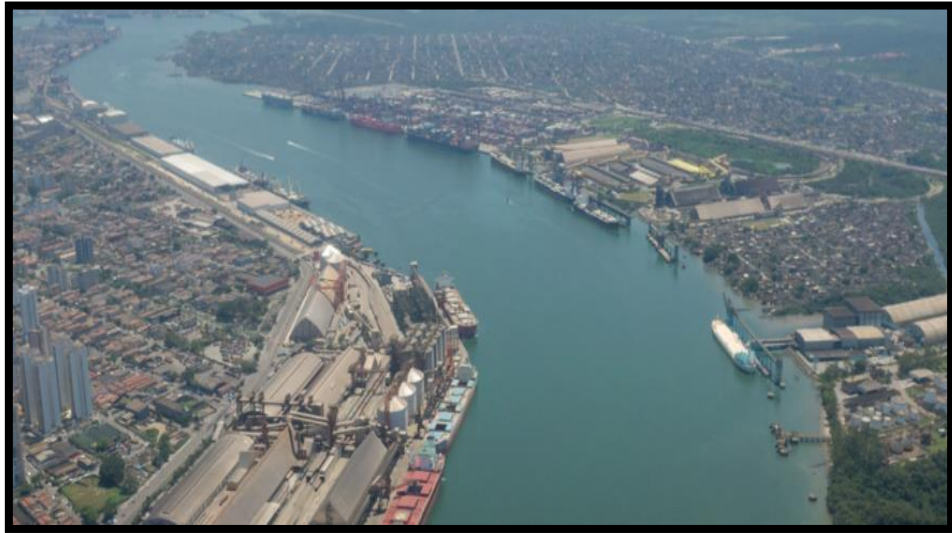


Figura 2 – Porto de Santos

Fonte: Autoridade Portuária de Santos

Regiões portuárias são excelentes vias de entrada para espécies exóticas marinhas por causa do fluxo de embarcações que transitam por todo a Terra. O principal problema é a água de lastro que frequentemente transporta inúmeros organismos. Estes também podem chegar aderidos aos cascos dos navios.

Estas espécies foram detectadas no litoral brasileiro há muito tempo, como *Balanus trigonus* em Florianópolis 1864 (CARLTON *et al*, 2011), *Bugula neritina* em Santos 1937 (MARCUS, 1937), *Perna perna* entre séculos XV – XVIII pela atividade do tráfico de escravos (SOUZA *et al*, 2003) e *Styela plicata* em 1883 no Rio de Janeiro (ROCHA e KREMER, 2005).

As cinco espécies foram detectadas no estuário Santos – São Vicente no início do século XXI (GIORDANO, 2021) e quatro delas recentemente (AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS, 2022).

Estas espécies, com exceção ao *Perna perna*, possuem elevado Índice de Valor Ecológico (IVE) que aponta a importância ecológicas das espécies e guildas no processo de sucessão ecológica (GIORDANO, 2021).

O *Perna perna* possui importante valor comercial. Moluscos bivalves são amplamente criados para fins culinários. Criação consiste em uso de

equipamentos como cordas, gaiolas e redes para servirem de substrato (BORGES 2021).

Porém os organismos em suas formas larvais não têm quaisquer impedimentos para se deslocarem ao alto mar e ocupar novas áreas, o que consequentemente pode afetar outros ambientes. Além do fato de que os animais pode ser liberados no mar caso os criadores desistam do negócio.

Em seguida, fez-se a avaliação que consistiu em uso de um software específico (figura 6) chamado Aquatic Species Invasiveness Screening Kit (AS – ISK).

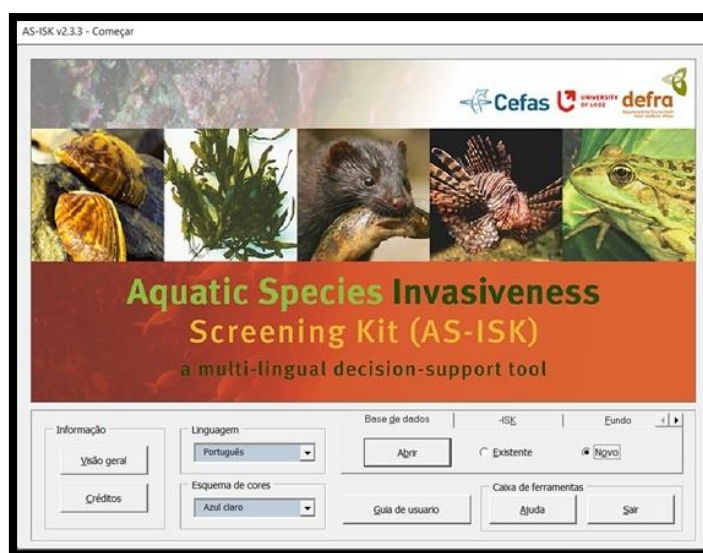


Figura 3 – Interface inicial do AS – ISK
Fonte: AS - ISK

O conhecimento sobre a existência desta ferramenta se deu durante uma palestra ministrada pelo Professor Dr. Branko Glamuzina da Universidade de Dubrovnik (Croácia) lecionada na Universidade Santa Cecília - Santos em 2022.

Este software é gratuito , disponível em 32 idiomas e pode ser obtido no seguinte endereço eletrônico [Decision support tools for the identification and management of invasive non-native aquatic species - Cefas \(Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science\)](https://www.cefasci.org/decision-support-tools-for-the-identification-and-management-of-invasive-non-native-aquatic-species) , o programa já passou por algumas modificações para agregar mais funções e recentemente foram criadas variantes para também avaliar animais e plantas terrestres. Trabalha na forma de planilha do Microsoft Excel e pode ser necessário o desbloqueio de macros nas configuração do

arquivo. Durante seu desenvolvimento, passou por modificações para ser ferramenta de estudos sobre espécies não-nativas na Europa (Guia de usuário do AS – ISK).

O AS – ISK fundamenta-se em um questionário composto por 55 questões sendo 49 relativas ao Basic Risk Assessment (BRA) e 6 correspondentes a Climate Change Assessment (CCA).

As iniciais 49 questões são sobre os pontos de vista biológico, ecológico e socioeconômicos, ao passo que as 6 restantes sobre mudanças climáticas e seus possíveis impactos nas espécies.

Para estas 55 perguntas, há um nível de confiança atrelado às respostas que são recomendadas por Painel Internacional sobre Mudanças Climáticas 2005. Graus de confiança baixa, média, alta e muito alta (COPP *et al*, 2005).

O questionário possui algumas questões relacionadas ao local onde é feita a avaliação de risco. Por causa destas especificidades, o trabalho desenvolvido foi direcionado exclusivamente para a região estuarina Santos – São Vicente, portanto seus resultados não são aplicáveis à outras regiões.

Para iniciar uma avaliação, primeiramente foi necessário inserir informações sobre cada táxon eleito, como nome categoria, nome científico, nome popular, local da avaliação de risco, local de origem do táxon e locais de distribuição (figura 7).

A imagem mostra a interface de usuário do software AS-ISK v2.3.3 - Novo. O formulário é dividido em duas seções principais: 'Detalhes do táxon e do avaliador' e 'Contexto de análise de risco'.
 Na primeira seção, há campos para: 'Categoria*' (menu suspenso com o texto 'Por favor, selecione'), 'Nome do táxon*', 'Nome comum*' e 'Avaliador*'. Um asterisco indica que todos os campos são obrigatórios (*Campos requeridos).
 A segunda seção, 'Contexto de análise de risco', contém campos para: 'Motivo e benefícios socio-econômicos', 'Área da avaliação de risco*', 'Taxonomia', 'Distribuição nativa', 'Distribuição não-nativa' e 'URL'.
 No rodapé da interface, há três botões: 'Ajuda', 'Cancelar' e 'Guardar'.

Figura 4 – Campo de informações
Fonte: AS - ISK

A partir desta etapa, prosseguiu-se para a resolução do questionário com limites fixados no valor padrão de 1 (figura 8).

Avaliação de risco básica (BRA) - Questão 1 de 55

O táxon foi sujeito a domesticação (ou cultivo) por um mínimo de 20 gerações?

Guia de questões (G)

O táxon tem de ter sido cultivado/criado deliberadamente e sujeito a seleção (humana) por um mínimo de 20 gerações, ou ser facilmente criado em cativeiro (ex. aquacultura, aquários, lagos de jardim, lagoas, fordes). Aplicável para a distribuição nativa ou não-nativa.

Resposta: Por favor seleccione Confiança: Por favor seleccione Compatibilidade de questão -ISK: Similar (1) Ajuda

Justificação (referências e/ou outras informações)

Ir para a questão...

1 - O táxon foi sujeito a domesticação (ou cultivo) por um mínimo de 20 gerações?

Navegação: <<Primeira <Anterior Seguinte Última>> Avaliação: Limpar campos de t Limpar avaliação Cancelar Guardar

Questões respondidas

Questões não respondidas

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52

Questões não aplicáveis

Figura 5 – Questionário de avaliação
Fonte : AS - ISK

Ao se encerrar a resolução de todas as questões, o programa analisou as respostas e gerou um relatório contendo pontuação das espécies alvo. Esse foi concebido por ajuda de inteligência artificial que atua para garantir que avaliadores de diferentes graus de conhecimento sobre os taxa tenham igualmente obtido dados confiáveis.

Os valores de BRA e BRA + CCA possíveis variam de -20 a 68 e -32 a 80 respectivamente. Valores abaixo de 1 sugerem que o táxon em questão não é considerado ter perfil invasor, ao passo que pontuação até 10 representa risco mediano, risco alto até 40 pontos e muito alto acima de 40 (VILIZZI et al, 2021).

Por fim, houve a interpretação dos dados e sua respectiva discussão.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos após a resolução do questionário em sua totalidade estão representados nos gráficos 1 e 2 abaixo, onde os valores de BRA correspondem às 49 primeiras questões ao passo que os correspondentes para BRA + CCA são todas as 55 perguntas.

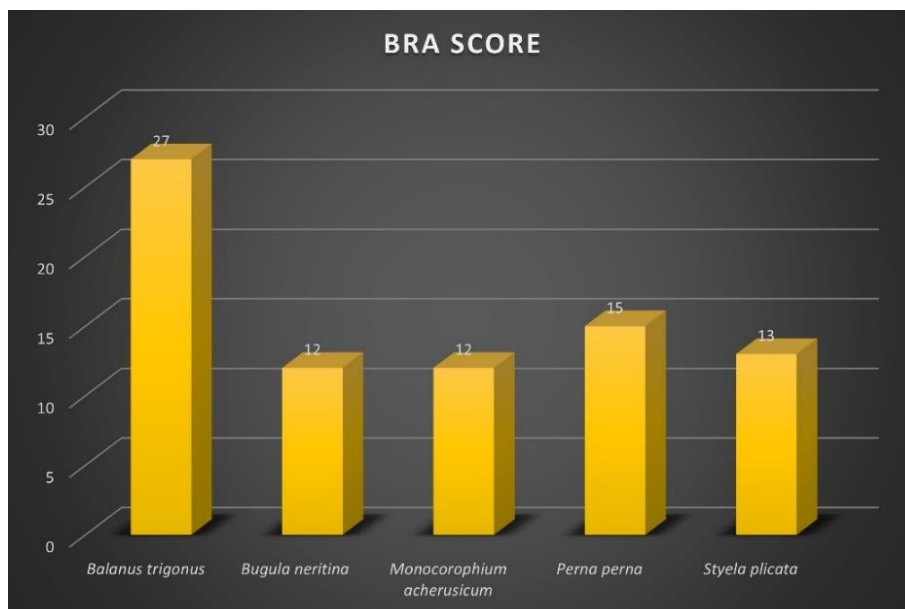


Figura 6 - Gráfico BRA score correspondente às 49 primeiras questões respondidas ao AS-ISK

Fonte: elaborado pelo autor

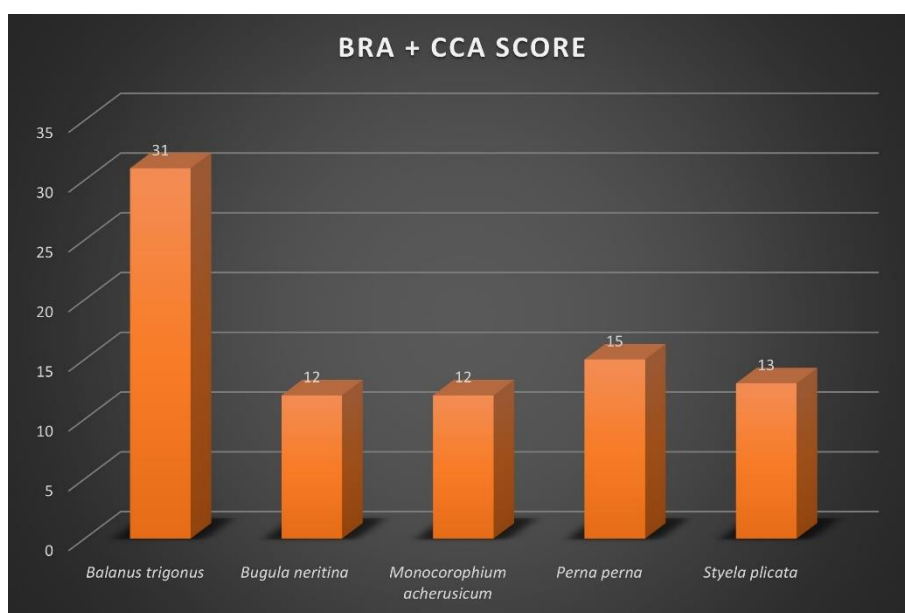


Figura 7 - Gráfico BRA + CCA score correspondentes à todas as 55 questões respondidas ao AS-ISK

Fonte: elaborado pelo autor

Balanus trigonus

Com uma pontuação bem superior ao resto, nesta avaliação destacou-se o *Balanus trigonus*. Existem inúmeros fatos que podem explicar a alta pontuação que este táxon recebeu na avaliação de risco de bioinvasão.

Tem sua origem nos Oceanos Pacífico e Índico , mas já se espalhou pelo Oceano Atlântico e Mar Mediterrâneo também (figura 9) . O principal meio de dispersão do *Balanus trigonus* é por meio de sua introdução acidental que ocorre através do transporte marítimo que envolve o uso da chamada água de lastro. Ou seja, em suas formas natantes, são transportados pelos navios de inúmeras regiões para outras.

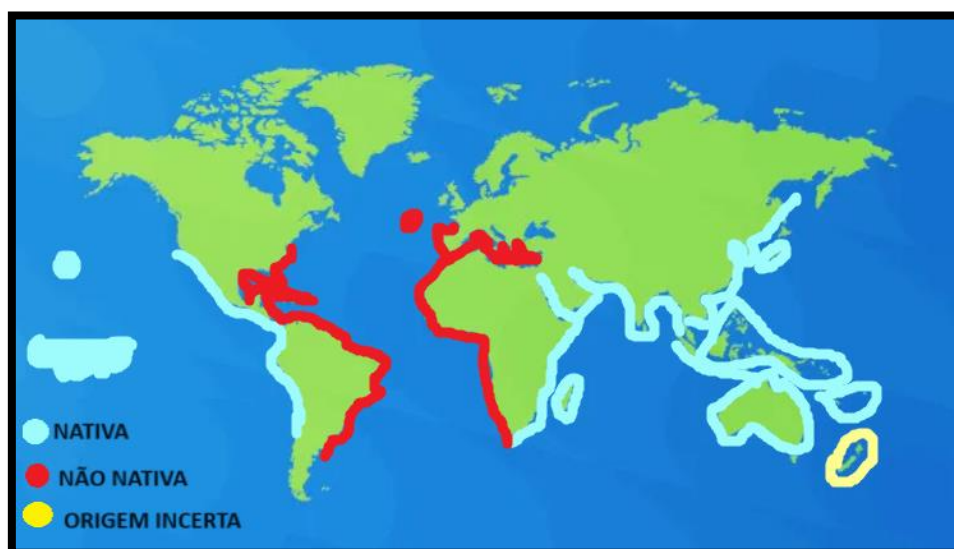


Figura 8 – Mapa distribuição nativa e não-nativa *Balanus trigonus*
 Fonte: Elaborado pelo autor, modificado Smithsonian Environmental Research Center

São invertebrados marinhos que vivem aderidos aos diferentes tipos de substratos como pedras, objetos trazidos pelas marés etc. São facilmente encontradas nas costeiras e estuarinas (REIS, 2017).

Uma das principais espécies componentes da fauna incrustante, sendo reconhecida como um dos bioinvasores de maior sucesso no mundo. E isto está cada vez mais frequente pois as regiões costeiras se tornam mais atrativas a estes animais devido aos impactos das atividades antrópicas (KERCKHOF *et al*, 2018).

É considerada uma espécie muito oportunista e também considerada como de sucessão ecológica inicial, consegue rapidamente ocupar espaços disponíveis e seu recrutamento ocorre quase o ano inteiro (GIORDANO *et al*, 2013).

Significa que pode se espalhar em algum hábitat com facilidade, ocupando locais que em teoria serviriam para o estabelecimento de outras espécies, evidenciando potencial vantagem competitiva em relações interespecíficas.

Isto evidencia o motivo do porquê este táxon recebeu pontuação extra referentes às perguntas sobre mudanças climáticas. Com o aquecimento global que derrete as geleiras polares e eleva o nível dos oceanos, mais locais que não estão atualmente disponíveis se tornarão propícios para colonização.

Esta variedade de substratos que pode usar causa prejuízo do âmbito econômico, pois comumente se aderem aos barcos aumentando sua resistência contra a água, o que causa maior consumo de combustível e diminuição da velocidade de tráfego. Também podem danificar estruturas como deque, píer e ponte.

Possui preferência por ambientes com níveis de salinidade entre 22 – 40 ‰, temperatura da água entre 18 – 28°C. Condições que encontra nas região intertropicais (THIYAGARAJAN *et al*, 2003).

São organismos hermafroditas o que ajuda a potencializar mais suas taxas reprodutivas. Em cativeiro foi capaz de produzir ninhadas com até 35000 ovos (EL-KOMY e KAJIHARA, 1991).

Sua forma larval se alimenta do plâncton e passa por algumas metamorfoses nos dias seguintes (BARKER, 1976), enquanto nos estágios juvenil e adulto passam a ser filtradores (BARNES, 1983), assim competindo com outras espécies que também obtêm alimento por filtração.

Tem-se aqui uma espécie que se dispersa fácil, rapidamente coloniza substratos disponíveis, prefere locais de águas mais quentes e estes são muitos no mundo, uma forte concorrente para espécies nativas em disputa por recursos.

Além disto, sua carapaça provém segurança contra predadores, sendo mais difícil seu controle populacional comparado com outras espécies invasoras, o que lhe confere boa vantagem.

Tudo isto provavelmente contribuiu para que de acordo com as respostas apresentadas, fosse considerada de alto risco de invasão e em patamar superior aos outros táxons avaliados que a seguir serão discutidos.

Para também corroborar este resultados tem-se o estudo realizado por Hollatz *et al* (2021) nas regiões litorâneas de Portugal, Espanha e França em que na sub-região ABI (França, Baía de Biscaia, Atlântico Norte, Atlântico Sul e Portugal), a espécie foi considerada de risco alto e prioridade máxima.

Bugula neritina

A segunda espécie avaliada, *Bugula neritina* é um briozoário com provável origem no Mediterrâneo e já presente em diversas áreas (figura 10) que é encontrado na forma colonial. Sua forma larval já passa por metamorfose em apenas 2 dias, já desenvolvendo mecanismos de fixação em substrato, ao qual prefere os com estrutura dura (GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE, 2023).

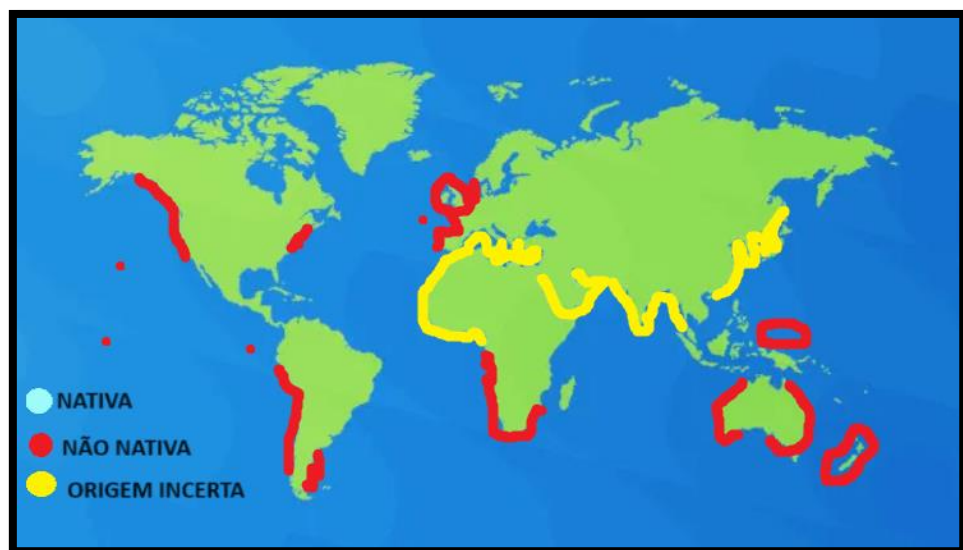


Figura 9 – Mapa distribuição nativa e não-nativa *Bugula neritina*
 Fonte: Elaborado pelo autor, modificado Smithsonian Environmental Research Center

Formam colônias em forma de tufos de ao menos 10cm de altura (HAYWARD e RYLAND, 1998), sendo na forma arbustiva de natureza calcárea com zooides individuais (BARNES, 1983).

Sua desova e abundância foram favorecidas com aumento da temperatura da água em 1º C em um período de 30 anos na Califórnia (SORTE e STACHOWICZ, 2011).

Briozoários em sua maioria são hermafroditas, suas larvas se fixam em diversos tipos de substratos. Sua dispersão ocorre principalmente através de embarcações (GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE, 2023).

É capaz de tolerar águas frias, em temperaturas de até 2.2°C, sendo detectada em regiões de altas latitudes assim como regiões intertropicais (ZEREBECKI e SORTE, 2011).

Há documentação sobre prejuízos causados na aquicultura, principalmente no cultivo de mexilhões como o *Perna perna* e outros bivalves. Assim como estes tipos de moluscos, o briozoário é um organismo filtrador, assim acaba se tornando um competidor por recursos no ambiente (DE SÁ *et al*, 2007). Consegue se aderir às redes de pesca, como foi descrito na pesca de salmão na Tasmânia (HODSON *et al*, 1997).

Outros prejuízos socioeconômicos causados por sua fixação em cascos dos navios e suas estruturas internas e em usinas hidroelétricas que usam água marinha (RYLAND, 1971).

Bugula neritina já se mostrou resistente ao cobre, substância presente em tinta anti-incrustantes, isto é uma enorme vantagem ecológica frente à outras espécies como *Schizophorella errata* e *Tricellaria occidentalis* (PIOLA e JOHNSTON, 2006). Assim a remoção de forma mecânica é a mais adequada para seu controle em embarcações e tanques de aquicultura.

Pode ser aproveitada na indústria o que ajuda a aumentar os esforços para controlar sua crescimento populacional. Compostos com propriedades quimioterápicos que valem \$836.000 por quilograma (LOVELL *et al*, 2006). No meio ambiente, seu controle populacional é realizado por ouriços-do-mar e camarões, isto foi verificado na Baía La Herradura no litoral sul da Espanha (DUMONT *et al*, 2011).

Monocorophium acherusicum

Os corófiídeos são anfípodes, um tipo de crustáceo que vivem em tubos em forma de U. Facilmente são levados por longas distâncias o que lhes permitem chegar em diversas localidades. Acredita-se sem consenso que sua origem seja a costa leste da América do Norte (ALBANO *et al*, 2018), mas assim como os taxa deste estudo já é visto no litoral de muitos países (figura 11).

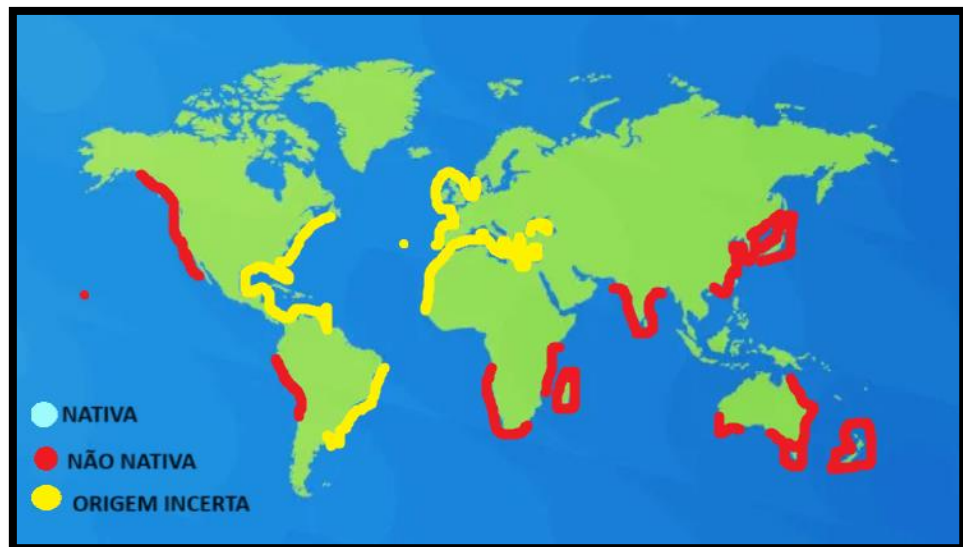


Figura 10 - Mapa distribuição nativa e não-nativa *Monocorophium acherusicum*
 Fonte: Elaborado pelo autor, modificado Smithsonian Environmental Research Center

A espécie é encontrada nas zonas entremarés ao batial, onde há os maiores graus de biodiversidade. Muito comum encontrá-lo em regiões estuarinas (VALÉRIO-BERARDO e MIYAGI, 2000)

Possui capacidade de formar grandes colônias com impressionante rapidez, em cerca de 4 semanas já pode se verificar população de mais de 100 indivíduos (MUNGUÍA, 2015).

Pode muitas vezes ser um dos colonizadores iniciais, assim criando ambiente propício para outras espécies. Pode construir seus tubos em estacas, o que em marinas pode ser considerado não-atrativo (BARNARD, 1958).

Ampla distribuição no mundo, sendo visto tanto em locais de baixas quanto maiores temperaturas, sendo inclusive tolerante em águas cuja superfícies estão congeladas (LEE *et al*, 2005), também capaz de resistir em ambientes de salinidades mais baixas como 6‰ (ONBE, 1966).

A espécie alimenta-se de detritos e algas, sendo assim uma competidora dos animais filtradores. No Japão, foi constatado que sua presença afetou cultura de ostras (ONBE, 1966).

Seu controle biológico é geralmente feito por peixes, fato verificado por estudos no delta do Rio Fraser (Canadá) ao se excluir os peixes, o que consequentemente permitiu crescimento populacional do corofídeo (AMUNDRUD *et al*, 2015).

mexilhões em geral animais dioicos e raramente existe hermafroditismo nas espécies (PANINI, 2013).

Podem se fixar em diversos substratos, o que acarreta em potenciais malefícios socioeconômicos pois podem danificar estruturas como dutos, alicerces, pontes e embarcações.

No Brasil, com frequência a Marinha precisa removê-los de boias para que estas não afundem devido ao peso extra dos animais. Danos similares também já foram vistos no Texas, além de sua incrustação nas plataformas de petróleo (HICKS e TUNNELL, 1995).

Colônia de diversos tamanhos são formadas, sendo já documentadas densidades populacionais altíssimas de até 27 mil indivíduos por metro quadrado na região do estado americano Texas (KRAMPAH *et al*, 2019).

Preferem águas com temperaturas entre 7.5 – 31.5°C (HICKS e MCMAHON, 2002) e conseguem sobreviver a uma taxa de 80% se expostos a alta salinidade de 50‰ por um intervalo de 30 dias (HICKS *et al*, 2000).

Bivalves são moluscos filtradores assim como inúmeros animais bentônicos, desta forma lutando pelos recursos ali existentes. Quando em grande quantidade podem modificar o ambiente causando problemas para fauna nativa (DOUEK *et al*, 2021).

No litoral do Brasil, pode ter substituído a ostra da espécie *Pinctada imbricata* na zona intermaré baixa (SOUZA *et al*, 2003). No Uruguai, o mexilhão-marrom invadiu hábitat da espécie nativa *Brachidontes rodriguezii* e a superou em quantidade populacional na porção baixa da zona entremaré. Seu controle populacional é feito por caranguejos e peixes (DOUEK *et al*, 2021).

Além do controle biológico, seu controle populacional também é feito por humanos já que possui aplicações econômicas como a culinária. Inclusive há sua produção em aquicultura.

Styela plicata

A espécie *Styela plicata* é um tunicado, popularmente conhecido como ascídia. Vive de modo solitária e já se distribuiu em diversas localidades, ao passo que sua região original é desconhecida (NOVAK *et al*, 2017).

Atualmente é encontrada em regiões de águas quentes como Caribe, Golfo do México, Brasil, Mar Mediterrâneo, sul da África e Austrália (LORD *et al*, 2015) assim como descrito na figura 13.

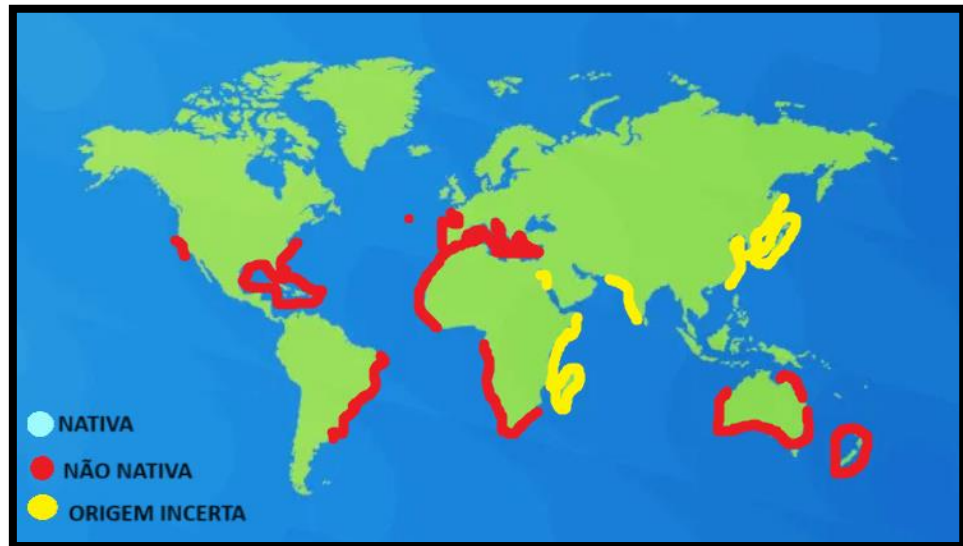


Figura 12 – Mapa distribuição nativa e não-nativa *Styela plicata*
 Fonte: Elaborado pelo autor, modificado Smithsonian Environmental Research Center

É um organismo hermafrodita, sua forma larval dura 1 dia antes da transformação, mas este tempo pode ser prolongado em baixas temperaturas (BARNES, 1983).

Tem grande capacidade dispersora, assim se espalhando com ajuda de embarcações e estando presente em tanques de aquicultura, barcos, marinas e estruturas nas zonas costeiras (NOVAK *et al*, 2017).

Podem causar grandes problemas na aquicultura pois além de se fixarem nos tanques podem também se proliferar sobre os próprios animais ali criados. Por serem animais filtradores, acabam competindo por alimentos com muitas espécies, inclusive outros incrustantes (BORGES, 2021).

O mexilhão marrom (*Perna perna*) é uma das culturas muito afetadas pela presença da *Styela plicata*. Esta consome oxigênio na água, sequestra alimento, causa danos na mecânica da concha e reduz fluxo de água que circula ali (BORGES, 2021).

Os juvenis foram em laboratório capazes de inibir o desenvolvimento de *Microcosmus squaminger* por mecanismo desconhecido que poderia ser alelopatia (RIUS *et al*, 2009).

Junto com outras espécies de ascídias, substituíram as espécies nativas *Pyura haustor* e *Ascidia ceratodes* em enseadas na região setentrional da Califórnia (LAMBERT e LAMBERT, 1998). Em Beaufort na Carolina do Norte (EUA), conseguiu invadir placas já colonizadas e em questão de somente 4 meses criou um monopólio sobre elas (SUTHERLAND e KARLSON, 1977).

Possui capacidade de suportar grandes variações ambientais como mudanças de temperatura e distintos graus de salinidade. Estudos evidenciam tolerância em ambientes poluídos, sendo considerada uma espécie bioindicadora (BORGES, 2021), tem uma microbiota associada, nesta se encontram seres capazes de fixar carbono, oxidar amônia e com resistência aos metais pesados. É possível que esta microbiota ajuda em seu estabelecimento no ambiente (PLATIN e SHENKAR, 2023).

No mesmo trabalho feito por Hollatz *et al* (2021) nas regiões litorâneas de Portugal, Espanha e França, que além do *Balanus trigonus* também teve *Styela plicata* como uma das várias espécies alvo do estudo. Os pesquisadores concluíram que este tunicado tem alto potencial de invasão e foi classificada como prioridade alta. Outro estudo realizado em Long Island (EUA) também considera *Styela plicata* como invasor de alto risco (HEINONEN, 2007).

4. CONCLUSÃO

Este trabalho se baseou em realizar avaliações de risco da bioinvasão por fauna bentônica do fouling no Estuário Santos – São Vicente. Com uso do software AS – ISK, concluiu-se que todas as espécies estudadas possuem alto potencial bioinvasor, sendo o *Balanus trigonus* quem apresentou maior pontuação. Muitas evidências para corroborar os resultados existem, sendo estas relativas aos pontos de vistas ecofisiológicos, ecológicos e econômicos. Somando-se a isto, tem-se alguns resultados de outros pesquisadores que reforçaram os dados obtidos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTINI, V.O; MACEDO,A.J; MUXAGATA,E. O papel do biofilme no acoplamento benta-pelágico durante o processo de bioincrustação. **Revista Liberato** v.9, n.31, p.01 – 134. 2018 Disponível em: <https://revista.liberato.com.br/index.php/revista/article/view/520> Acesso em: 12 fev.2024

ALBANO,M.J; RUMBOLD,C; CHIESA,I.L; VAZQUEZ,G; SPIVAK,E.D; OBENAT,S.M. DNA barcode , taxonomic and ecological notes for the identification of the invasive amphipod *Monochorophium acherusicum* (Costa,1851). **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**. 2018 Disponível em: www.researchgate.net/publication/324950871_DNA_barcode_taxonomic_and_ecological_notes_for_the_identification_of_the_invasive_amphipod_Monochorophium_acherusicum_Costa_1851. Acesso em: 30 jul.2023

AMUNDRUD,S.L; SRIVASTAVA,D.S; O'CONNOR,M.I. Indirect effects of predators control herbivore richness and abundance in a benthic eelgrass (*Zostera marina*) mesograzer community. **Journal of Ecology** , v.84, p.1092-1102. 2015. Disponível em: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2656.12350> Acesso em: 03 ago.2023

AQUATIC SPECIES INVASIVENESS SCREENING KIT – guia do usuário

AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS. **Diagnóstico de espécies exóticas do porto de Santos**. 2022. Disponível em: <https://www.portodesantos.com.br/wp-content/uploads/Diagnostico-de-Especies-Exoticas-do-Porto-de-Santos.pdf> Acesso em: 01 mar. 2023

AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS. **Fatos e dados**. 2023. Disponível em: <https://www.portodesantos.com.br/wp-content/uploads/Fatos-e-Dados-2023-FF.pdf> Acesso em 12 fev.2024

BARKER,M.F. Culture and morphology of some New Zealand barnacles (Crustacea: Cirripedia). **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, v.10 p.139-158, 1976 . Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00288330.1976.9515605> Acesso em: 11 fev.2024

BARNARD,J.L. Amphipod crustaceans as fouling organisms in Los Angeles – Long Beach harbors, with reference to the influence of seawater turbidity. 1958. **California Fish and Game**, v.44(2) , p.161-170, 1958.

BARNES,R.D. **Invertebrate Zoology**. Saunders College, p.883, 1983

BLANCO,C.G. **Macrofauna associada aos bancos de mexilhões *Perna perna*: padrões naturais , pressão de predação e o efeito da pesca.** 2013. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/0f8186dc-d8c2-424e-9356-3a8926b22c8d>
Acesso em: 06 jun.2023

BORGES,P.V. **Ciclo reprodutivo da ascídia *Styela plicata* em cultivo de mexilhão na Lagoa de Albufeira, Portugal.** 2021. Disponível em: <https://iconline.ipleiria.pt/handle/10400.8/6635>. Acesso em: 15 out.2023

BUMBEER,J; ROCHA,R.M. Invading the natural marine substrates : a case study with invertebrates in South Brasil. **Zoologia: An international jornal for Zoology** , v.33, 2016 Disponível em: <https://www.scielo.br/j/zool/a/KzYjCmXVnbnbFTggHtnqjnP/?lang=en#>. Acesso em: 07 mar.2023

CARLTON,J.T; NEWMAN,W.A; PITOMBO,F.B. Barnacle invasions: cryptogenic and range expanding Cirripedia of North and South America. In the wrong place – Alien marine crustacians: Distribution, biology and impacts. **Invading Nature – Springer series in Invasion Ecology**, v.6, 2011 . Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/226553242_Barnacle_Invasions_Introduced_Cryptogenic_and_Range_Expanding_Cirripedia_of_North_and_South_America
Acesso em: 11 fev 2024

CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. COP 6 DECISION VI/23 : **Alien Species that threaten ecosystems, habitats or Species.** Disponível em: <https://www.cbd.int/decision/cop/default.shtml?id=7197> Acesso em: 13 fev.2024

COPP,G.H; GARTHWAITE,R; GOZLAN,R.E. Risk identification and assessment of non-native freshwater fishes : concepts and perspectives on protocols of the UK. **Cefas Science Technical Report**, n.129, 2005. Disponível em: <https://www.cefas.co.uk/publications/techrep/tech129.pdf> Acesso em: 28 fev.2024

COPP,G.H; VILIZZI,L; TIDBURY,H; STEBBING,P.D; TARKAN,A.S; MIOSSEC,L; GOULLETQUER,P. Development of a generic decion-support tool for identifying potentially invasive aquatic taxa: AS-ISK. **Management of Biological Invasions**, v.7, p.343-350, 2016 Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/308414801_Development_of_a_generic_decision-support_tool_for_identifying_potentially_invasive_aquatic_taxa_AS-ISK
Acesso em: 28 fev.2024

CUNHA,R.L; NICASTRO,K.R; COSTA,J; McQUAID,C.D; SERRÃO,E.A; ZARDI,G.I. Wider sampling reveals a non-sister relationship foe geographically contiguous lineages of marine mussel. **Ecology and Evolution**, v.4 , p.2070-2081, 2014 Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/261924419_Wider_sampling_reveals_a_non-sister_relationship_for_geographically_contiguous_lineages_of_a_marine_mussel
Acesso em: 12 fev.2024

DOUEK,J; PAZ,G; GAYER,K; MENDELSON,M; RINKEVICH,B; GALILB.S. An outbreak of *Perna perna* (Linnaeus, 1758) (Mollusca, Bivalvia, Mytilidae) in the

Eastern Mediterranean. **Bioinvasion Records** v.10, p.136-148. 2021. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/348546363_An_outbreak_of_Perna_perna_Linnaeus_1758_Mollusca_Bivalvia_Mytilidae_in_the_Eastern_Mediterranean.

Acesso em: 06 jun.2023

DUMONT,C.P; HARRIS,L.G; GAYMER,C.F. Anthropogenic structures as a spatial refuge from predation for invasive bryozoan *Bugula neritina*. **Marine Ecology Progress Series**, v.427, p.95-103, 2011 Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/270039300_Anthropogenic_structures_as_a_spatial_refuge_from_predation_for_the_invasive_bryozoan_Bugula_neritina.

Acesso em: 07 jun 2023

EL-KOMY,M.M; KAJIHARA,T. Breeding and moulting of barnacles under rearing conditions. **Marine Biology**, v.108, p.83-89 , 1991

GIORDANO,F. **Colonização de placas de fouling no estuário de Santos (Santos – SP) : análises transicional e de sensibilidades complementando a abordagem baseada em recobrimentos específicos e diversidade**. 2001

GIORDANO,F; BORGES,R.P; SANTOS,J.A.P; ROSSO,S. Recrutamento e colonização de cirripédios *Balanus trigonus* em painéis artificiais em águas estuarinas de Santos – SP, Brasil : um estudo de 45 meses. **Unisanta Bioscience** v.2, n.1, p.35-41, 2013 Disponível em:

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewjiutz0m4qEAXW3pZUCHcMjAJ8QFnoECBEQAQ&url=https%3A%2F%2Fperiodicos.unisanta.br%2Findex.php%2Fbio%2Farticle%2Fdownload%2F133%2F114&usq=AOvVaw1GQQem_wpOlkGtF3_0iW16&opi=89978449. Acesso em:

06 jun.2023

GLOBAL INVASIVE SPECIES DATABASE. **Species profile *Bugula neritina***. 2023. Disponível em:

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKewjU2quBnYqEAXV-rJUCHf57DdYQFnoECA8QAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.iucngisd.org%2Fgisd%2Fpdf.php%3Fsc%3D1080&usq=AOvVaw1_a-6hh5tMpKttbeclci97&opi=89978449.

Acesso em: 30 jul.2023

HAYWARD,P.J; RYLAND,J.S. British ascophoran bryozoans. Keys and notes for the identification of the Species. **Synopses of British fauna**, v.14, p.1-312 Disponível em: <https://www.pemberleybooks.com/ProductPrint.asp?PID=57130>

HEINONEN,K. **Risk assessment review of invasive species in Long Island Sound**. 2007. Disponível em: https://longislandsoundstudy.net/wp-content/uploads/2010/02/Heinonen.STAC.Paper_rev.pdf

. Acesso em: 12 dez.2023

HICKS,D.W; TUNNELL,J.W. Ecological notes and patterns of dispersal in the recently introduced mussel, *Perna perna*, in the Gulf of Mexico. **American Malacological Bulletin**, v.11 , p.203-206, 1995. Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/303484442_Ecological_notes_and_pattern

[s of dispersal in the recently introduced mussel *Perna perna* Linne 1758 in the Gulf of Mexico](#) Acesso em: 11 fev.2024

HICKS,D.W; HAWKINS,D.L; MCMAHON,R.F. Salinity tolerance of brown mussel *Perna perna* from the Gulf of Mexico: an extension life table analysis to estimate median survival time in the presence of regressor variables. **Journal of Shellfish Research**, v.19, p.203-212, 2000. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/286062069_Salinity_tolerance_of_brown_mussel_Perna_perna_L_from_the_Gulf_of_Mexico_An_extension_of_life_table_analysis_to_estimate_median_survival_time_in_the_presence_of_regressor_variables Acesso em: 11 fev.2024

HICKS,D.W; MCMAHON,R.F. Temperature acclimation of upper and lower thermal limits and freeze resistance in the nonindigenous brown mussel, *Perna perna* from Gulf of Mexico. **Marine Biology**, v.140, p.1167-1179, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/226207848_Temperature_acclimation_of_upper_and_lower_thermal_limits_and_freeze_resistance_in_the_nonindigenous_brown_mussel_Perna_perna_L_from_the_Gulf_of_Mexico Acesso em: 11 fev.2024

HODSON,S.L; LEWIS.T.E; BURKEA,C.M. Biofouling of fish-cage netting : efficacy and problems of in situ cleaning. **Aquaculture** v.152. p.77-90, 1997. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0044848697000070> Acesso em 11 fev.2024

HOLLATZ,C; BRIGNON,J; CHAPON,V; BARTILOTTI,C; TUATY-GUERRA,M; ARTEAGA,J.L; CARDOSO,I; CHAINHO,P; GIZZI,F; MONTEIRO,J; MACEDO,J; GAUDÊNCIO,M.J; CANNING-CLAUDE,J; CARREIRA,G. **Applicarion of risk-based approach to non-indigenous species (descriptor 2)**. 2021. Disponível em: https://www.msfd.eu/rages/D3_5.pdf. Acesso em: 11 dez.2023

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS (IBAMA). **Mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* : Plano nacional de prevenção, controle e monitoramento no Brasil**. 2020. Disponível em: https://www.ibama.gov.br/phocadownload/biodiversidade/mexilhao-dourado/2020/2020-11-10-Plano_Mexilhao_Dourado.pdf. Acesso em: 08 mar.2023

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em Unidades de Conservação Federais**. 2019. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cbc/images/stories/Publicações/EEI/Guia_de_Manejo_de_EEI_em_UC_v3.pdf. Acesso em: 09 abr.2023

JÚNIOR,V.H; GIARIZZO,T; OLIVEIRA SOARES,M. Lionfish envenomation on the brazilian coast: first report. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v.55, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsbmt/a/mXMmncpbv7tpD8KggvMKJ6F/?lang=en> Acesso em: 06 jun.2023

KERCKHOF, F; DE MESEL, I.; DEGRAER, S. First european record of the invasive barnacle *Balanus glandula* Darwin, 1854. **Bioinvasion Records**, v.7, p.21-31, 2018 Disponível em:

https://www.reabic.net/journals/bir/2018/1/BIR_2018_Kerckhof_etal.pdf. Acesso em: 06 jun.2023

KRAMPAH, E.A; YANKSON, K; BLAY, J. Population dynamics of the brown mussel *Perna perna* at a rocky beach near Cape Coast, Ghana. **Marine Ecology**, v.41, 2019 Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/maec.12575>. Acesso em: 06 jun.2023

LAMBERT, C; LAMBERT, G. Non-indigenous ascidians in Southern California harbors and marinas. **Marine Biology**, v.130, p.675-688, 1998. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s002270050289> Acesso em: 12 fev.2024

LEÃO, C.C.T; ALMEIDA, W.R; DECHOUM, M.S; ZILLER, S.R. Espécies exóticas invasoras no Nordeste Brasileiro. **Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste e Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental, Recife-PE**. 2011 Disponível em:

http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/2011_12%20Especies%20Exoticas%20Invasoras%20no%20Nordeste%20do%20Brasil.pdf. Acesso em: 01 mar.2023

LEE, J.S; LEE, K.T; KIM, D.H; KIM, C.K; LEE, J.H; PARK, K.H; PARK, G.S. Application of indigenous benthic amphipods as sediment toxicity testing organisms. **Ocean Science Journal**, v.40, p.17-24, 2005 Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/226748673_Application_of_indigenous_benthic_amphipods_as_sediment_toxicity_testing_organisms. Acesso em: 27 out.2023

LONGO, C; TRANI, R; MARZANO, C.N; MERCURIO, M; LAZIC, T; COTUGNO, P; SANTOBIANCHI, E; GRAVINA, M.F. Anti-fouling activity and toxicity of the Mediterranean alien sponge *Paraleucilla magna* Klautau, Monteiro & Borojevic, 2004 (Porifera, Calcarea). **PeerJ**. 2021 Disponível em:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34733587/>. Acesso em: 12 nov.2023

LORD, P.J; CALINI, J.M; WHITLATCH, R.B. Influence of seawater temperature and shipping on the spread and establishment of marine fouling species 2015. **Marine Biology**, v.162, p.2481-2492, 2015 Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/282964731_Influence_of_seawater_temperature_and_shipping_on_the_spread_and_establishment_of_marine_fouling_species. Acesso em: 29 nov.2023

LOVELL, S.J; STONE, F.S; FERNANDEZ, L. The economic impacts of aquatic invasive species: a review of the literature. **Agricultural and Resource Economics Review**. 2006 Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/4902884_The_Economic_Impacts_of_Aquatic_Invasive_Species_A_Review_of_the_Literature. Acesso em: 29 nov.2023

MARCUS, E. **Bryozoários marinhos brasileiros**. Boletim de faculdade de filosofia, ciências e letras, Universidade de São Paulo, Zoologia v.1, p.1 – 224, 1937

MUNGUIA,P. Role of sources and temporal sinks in a marine amphipod. **Bio Lett**, v.11, 2015 Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rsbl.2014.0864>. Acesso em: 30 jul.2023

NEVES DA ROCHA,L.S; NUNES,J.A.C.C; MIRANDA,R.J; KIKUCHI,R.K.P. Effects of invasive sun corals on habitat structural complexity mediate reef trophic pathways. **Marine Biology**, v.171, 2024 Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/378398004_Effects_of_invasive_sun_corals_on_habitat_structural_complexity_mediate_reef_trophic_pathways Acesso em: 22 feb.2024

NOVAK,L; LÓPEZ-LEGENTIL,S; SIERADZKI, SHENKAR,N. Rapid establishment of the non-indigenous ascidian *Styela plicata* and its associated bacteria in marinas and fishing harbors along the Mediterranean coast of Israel. **Mediterranean Marine Science** , v.18, n2, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/319092116_Rapid_establishment_of_the_n_on-indigenous_ascidian_Styela_plicata_and_its_associated_bacteria_in_marinas_and_fishing_harbors_along_the_Mediterranean_coast_of_Israel. Acesso em: 15 out.2023

ONBE,T. Observations on the tubicolous amphipod, *Corophium acherusicum* , in Fukushima harbor area. **Journal of the Faculty of Fisheries and Animal Husbandry of Hiroshima University**, v.6 , p.323-338, 1966 Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/197305244.pdf> Acesso em: 11 fev.2024

PANINI,R.L. **Caracterização morfológica , extração, e identificação das proteínas do pé do mexilhão *Perna perna* responsáveis pela formação do bisso**. 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/106917>. Acesso em: 06 jun.2023

PIOLA,R.F; JOHNSTON,E.L. Differential tolerance to metals among populations of the introduced bryozoan *Bugula neritina*. **Marine Biology**, v.148, p.997 – 1010, 2006. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/224815793_Differential_tolerance_to_metals_among_populations_of_the_introduced_bryozoan_Bugula_neritina. Acesso em: 20 nov.2023

PLATIN,R; SHENKAR,N. Can stand the heat – ecology of the potentially invasive ascidian *Styela plicata* along the Mediterranean coast of Israel. **Frontiers in Marine Science**. 2023 Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2023.1159231/full>. Acesso em: 20 nov.2023

RAJAGOPAL,S; VENUGOPLAN,V.G; VAN DER VELDE,G; JENNER,H.A. Greening of the coasts: a review of the *Perna viridis* success story. **Aquatic Ecology**, v.40, p.273-297, 2006 Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/225767516_Greening_of_the_coasts_A_review_of_the_Perna_viridis_success_story Acesso em 12 fev.2024

RAMA,A.C.M. **Prevalência, intensidade e distribuição de *Xenobalanus globicipitis* (Cirripedia: Coronulidae) em crustáceos na Bacia de Santos, Brasil.** 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/219064>. Acesso em: 19 mar.2023

REIS,R.M. **Distribuição espacial de cracas (Crustacea, Cirripedia) na Baía de Guanabara com base em dados pretéritos e atuais.** 2017. Disponível em: <https://dot.uff.br/wp-content/uploads/sites/476/2021/08/273-DISSERT-Rayssa-Reis-2017.pdf>. Acesso em: 06 jun.2023

RIUS,M; TURON,X; MARSHALL,D.J. Non-lethal effects of an invasive species in the marine environment. The importance of early life-history stages. **Oecology**, v.159, p.873-882, 2009 Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/23804275_Non-lethal_effects_of_an_invasive_species_in_the_marine_environment_The_importance_of_early_life-history_stages Acesso em: 12 fev.2024

ROCHA,R.M; KREMER,L.P. Introduced ascidians in Paranagua Bay, Paraná, Southern Brazil. **Revista Brasileira da Zoologia**, v.22 p.1170-1184, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbzool/a/jQVdwm5smwwwyzQSgqWGLzrf/> Acesso em: 11 fev.2024

ROCHA, R.O; ROCHA, M.B. Levantamento de espécies exóticas em Unidades de Conservação: o caso do Estado do Rio de Janeiro. **Research, Society and Development** , v.8 n.10, 2019 Disponível em: <https://www.redalyc.org/journal/5606/560662201040/html/>. Acesso em: 01 mar.2023

RYLAND,J.S. Bryozoa (Polyzoa) and marine fouling. Marine borers, fungi and fouling organisms of wood. **Paris**, p.137-154, 1971

SÁ,F.S; NALESSO,R.C.; PARESQUE,K. Fouling organisms on *Perna perna* mussels: is it Worth removing them? **Brazilian Journal of Oceanography**, v.55 , p.155-161, 2007 Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjoce/a/M8SHdVyHsgmL5Yrf88nBy6n/?lang=en#>. Acesso em: 12 out.2023

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM RURAL (SENAR). **Piscicultura: reprodução, larvicultura, e alevinagem de tilápias.** 2017. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/197-TILAPIAS-NOVO.pdf>. Acesso em: 12 mar.2023

SORTE,C.J.B; STACHOWICZ,J.J. Patterns and processes of compositional change in a californian epibenthic Community. **Marine Ecology Progress Series**, v.435, p.63-74, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/272863684_Patterns_and_process_of_compositional_change_in_a_California_epibenthic_community Acesso em: 12 fev.2024

SOUZA,R.C.C; FERNANDES,F.C; SILVA,E.P. A study on the occurrence of the brown mussel *Perna perna* on the sambaquis of the brazilian coast. **Revista do Museu de Arqueologia e Etnologia**, v.13, 2003 Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/310815978> A study on the occurrence of the brown mussel *Perna perna* on the sambaquis of the Brazilian coast.

Acesso em: 12 nov.2023

STANSKI,G; BOOS,H; PINHEIRO,M.A.A . Animais marinhos exóticos invasores no sul do Brasil. **Revista CEPSUL – Biodiversidade e Conservação Marinha**, v.11, 2022 Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/365228854> Animais marinhos exóticos in vasos no Sul do Brasil Acesso em: 10 fev.2024

SUTHERLAND,J.P; KARLSON,R.H. Development and stability of the fouling Community at Beaufort, North Carolina. **Ecological Monographs**, v.47, p.425-446, 1977 Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/216123648> Development and Stability of the Fouling Community at Beaufort North Carolina Acesso em 12 fev.2024

TAGLIAPIETRA,D; SIGOVINI,M. Benthic fauna: collection and identification of macrobenthonic invertebrates. **Terre et Environnement**, v.88, p.253 – 261, 2010. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/311368612> Benthic fauna Collection and identification of macrobenthic invertebrates Acesso em: 12 fev.2024

TARKAN,A.S; TRICARICO,E; VILIZZI,L; BILGE,G; EKMEKÇI,F.G; FILIZ,H; GIANETTO,D; ILHAN,A; KILLI,N; KIRANKAYA,Ş.G; KOUTSIKOS,N; KOZIC,S; KURTUL,I; LAZZARO,R; MARCHINI,A; OCCHIPINTI-AMBROGI,A; PERDIKARIS,C; PIRIA,M; POMPEI,L; SARI,H; SMETI,H; STASOLLA,G; TOP,N; TSIAMIS,K; VARDAKAS,L; YAPICI,S; YOĞURTÇUOĞLU,B; COPP,G.H. Risk of invasiveness of non-native aquatic species in the Eastern Mediterranean region under current and projected climate conditions. 2021. **European Zoological Journal**, v.88, p.1130-1143, 2021. Disponível em:

<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/24750263.2021.1980624>. Acesso em: 01 mar.2023

TIRALONGO,F; HALL-SPENCER,J.M; GIOVOS,I; KLEITOU,P. Biological invasions in the Mediterranean Sea. **Frontiers in Marine Science**, v.9, 2022 Disponível em:

<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2022.1016168/full>. Acesso em: 01 mar.2023

THIYAGARAJAN,V.; HARDER,T.; QIAN,P. Combined effects of temperature and salinity on larval development and attachment of the subtidal barnacle *Balanus trigonus* Darwin. **Journal of Experimental marine biology and ecology** ,v.287. p.223-236, 2003 Disponível em:

<https://repository.hkust.edu.hk/ir/Record/1783.1-10990>. Acesso em: 16 jul.2023

VALÉRIO-BERARDO,M.T; MIYAGI,V.K. Corophiidae (Crustacea, Amphipoda) da costa brasileira. **Revista Brasileira de Zoologia**,v.17 n.2, p.481-504, 2000

Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbzool/a/NTVyKSRBS5vphpFjQSDXHWb/#>. Acesso em: 30 jul.2023

VILIZZI,L; COPP,G.H; HILL,J.E; ADAMOVICH,B; AISLABIE,L; AKIN,D; AL-FAISAL,A.J; ALMEIDA,D; AMAL AZMAI,M.N; BAKIU,R; BELLATI,A; BERNIER,R; BIES,J.M; BILGE,G; BRANCO,P; BUI,T.D; CANNING-CLODE,J; RAMOS,H.A.C; CASTELLANOS-GALINDO,G.A, CASTRO,N; CHAICHANA,R; CHAINHO,P; CHAN,J; CUNICO,A.M; CURD,A; DANGCHANA,P; DASHINOV,D; DAVISON,P.I; CAMARGO,M.P; DODD,J.A; DONAHOU,A.L.D; EDSMAN,L; EKMEKÇI,F.G; ELPHINSTONE-DAVIS,J; ĖROS,T; EVANGELISTA,C; FENWICK,C; FERINCZ,Á; FERREIRA,T; FEUNTEUN,E; FILIZ,H; FORNECK,S.C; GAJDUCHENKO,H.S; MONTEIRO,J.G; GESTOSO,I; GIANETTO,D; GILLES JR,A.S; GIZZI,F; GLAMUZINA,B; GLAMUZINA,L; GOLDSMIT,J; GOLLASCH,S; GOULLETQUER,P; GABROWSKA,J; HARMER,R; HAUBROCK,P.J; HE,D; HEAN,J.W; HERCZEG,G; HOWLAND,K.L; ILHAM,A; INTERESOVA,E; JAKOBČINOVÁ,K; JELMERT,A; JOHNSEN,S.I; KAKAREKO,T; KANONGDATE,K; KILLI,N; KIM,J; KIRANKAYA,Ş.G; KŇAZOVICKÁ,D; KOPECKÝ,O; KOSTOV,V; KOUTSIKOS,N; KOZIC,S; KULJANISHVILI,T; KUMAR,B; KUMAR,L; KURITA,Y; KURTUL,I; LAZZARO,L; LEE,L; LEHTINIEMI,M; LEONARDI,G; LEUVEN,R,S,E,W; LI,S; LIPINSKAYA,T; LIU,F; LLOYD,L; LORENZONI,M; LUNA,S.A; LYONS,T.J; MAGELLAN,K; MALMSTRØM,M; MARCHINI,A; MARR,S.M; MASSON,G; MASSON,L; MCKENZIE,C.H; MEMEDEMINE,D; MENDOZA,R; MINCHIN,D; MIOSSEC,L; MOGHADDAS,S.D; MOSHOBANE,M,C; MUMLADZE,L; NADDAFI,N; NAJAFI-MAJD,E; NĀSTASE,A; NĀVODARU,I; NEAL,J.W; NIENHUIS,S; NINTIM,M; NOLAN,E.T; OCCHIPINTI-AMBROGI,A; OJAVEER,H; OLENIN,S; OLSSON,K; ONIKURA,N; O'SHAUGHNESSY,K; PAGANELLI,D; PARRETTI,P; PATOKA,J; PAVIA JR,R.T.B; PELLITTERI-ROSA,D; PELLETIER-ROUSSEAU,M; PERALTA,E.M; PERDIKARIS,C; PIETRASZEWSKI,D; PIRIA,M; PITOIS,S; POMPEI,L; POULET,N; PREDAC,C; PUNTILA-DODD,R; QASHQAEI,A.T; RADOČAJ,T; RAHMANI,H; RAJ,S; REEVES,D; RISTOVSKA,M; RIZEVSKY,V; ROBERTSON,D.R; ROBERTSON,P; RUYKYS,L; SABA,A.O; SANTOS,J.M; SARI,H.M; SEGURADO,P; SEMENCHENKO,V; SENANAN,W; SIMARD,N; SIMINOVIĆ,P; SKÓRA,M.E; ŠVOLÍKOVÁ,K.S; SMETI,E; ŠMÍDOVÁ,T; ŠPELIĆ,I; SREBALIENE,G; STASOLLA,G; STEBBING,P; ŠTEVOVE,B; SURESH,V.R; SZAJBERT,B; TA,K.A.T; TARKAN,A.S; TEMPESTI,J; THERRIAULT,T.W; TIDBURY,H.J; TOP-KARAKUŞ,N; TRICARICO,E; TROCA,D.F.A; TSIAMIS,K; TUCKETT,Q.M; TUTMAN,P; UYAN,U; UZUNOVA,E. A global scale screening of non-native aquatic organisms to identify potentially invasive species under current and future climate conditions. **Science of Total Environment** ,v.788, 2021
Disponível em: <https://kyushu-u.elsevierpure.com/en/publications/a-global-scale-screening-of-non-native-aquatic-organisms-to-ident>. Acesso em: 01 mar.2023

ZEREBECKI,R.A; SORTE,C.J.B. Temperature tolerance and stress proteins as mechanisms of invasive species success. **Plos One** , v.6, 2011 Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3082523/>. Acesso em: 12 out.2023

APÊNDICE A - Questionário do AS – ISK para a avaliação do risco da bioinvasão por animais aquáticos

1. O táxon foi sujeito a domesticação (ou cultura) por um mínimo de 20 gerações?
2. O táxon é capturado no estado selvagem e com elevada probabilidade de ser comercializado ou usado em vivo?
3. O táxon inclui raças, variedades, sub-taxa ou congêneres com características invasoras?
4. Qual a semelhança entre as condições climáticas da área da avaliação de risco e da distribuição nativa do táxon?
5. Qual a qualidade dos dados para a comparação das condições climáticas?
6. O táxon já se encontra fora de cativeiro na área da avaliação de risco?
7. Qual o número de vetores potenciais que o táxon pode usar para entrar na área da avaliação de risco?
8. Atualmente, o táxon encontra-se na proximidade e com elevada probabilidade de entrar na área da avaliação de risco?
9. O táxon já se naturalizou (estabelecimento de populações viáveis) fora da sua distribuição nativa?
10. Na distribuição não-nativa do táxon, são conhecidos impactos adversos em stocks selvagens ou em taxa com interesse comercial?
11. Na distribuição não-nativa do táxon, são conhecidos impactos adversos para atividades de aquacultura?
12. Na distribuição não-nativa do táxon, são conhecidos impactos adversos em serviços de ecossistema?
13. Na distribuição não-nativa do táxon, são conhecidos impactos socioeconômicos negativos?
14. É provável o táxon ser venenoso ou que represente outros riscos para a saúde humana?
15. É provável o táxon excluir um ou mais taxa nativos (que não se encontrem ameaçados ou protegidos)?
16. Existem taxa ameaçados ou protegidos que o táxon não-nativo possa parasitar na área da avaliação de risco?
17. O táxon é adaptável a condições ambientais e climáticas, aumentando a sua potencial persistência em caso de invasão da área da avaliação de risco?
18. É provável o táxon perturbar a estrutura/função da cadeia alimentar de ecossistemas aquáticos em caso de invasão da área da avaliação de risco?

19. É provável o táxon exercer um impacto adverso em serviços de ecossistema na área da avaliação de risco?
20. É provável o táxon servir de hospedeiro e/ou como vetor para pragas reconhecidas e agentes infecciosos endêmicos da área da avaliação de risco?
21. É provável o táxon servir de hospedeiro e/ou como vetor para pragas reconhecidas e agentes infecciosos atualmente ausentes na área da avaliação de risco?
22. É provável o táxon atingir dimensões que aumentem a probabilidade de ser libertado de cativeiro?
23. O táxon apresenta a capacidade de se manter numa variedade de condições de velocidade da água?
24. É provável o comportamento do táxon (ex. estratégia de alimentação) ou a sua biologia (ex. excreção de produtos secundários) reduzirem a qualidade do habitat para os taxa nativos?
25. É provável o táxon manter uma população viável mesmo quando em densidades baixas (ou de persistir em condições adversas recorrendo a uma estratégia ou forma dormente)?
26. É provável o táxon consumir taxa nativos ameaçados ou protegidos na área da avaliação de risco?
27. É provável o táxon sequestrar recursos (incluindo nutrientes) em detrimento de taxa nativos da área da avaliação de risco?
28. É provável o táxon demonstrar cuidados parentais e/ou reduzir a idade de maturação em resposta a condições ambientais?
29. É provável o táxon produzir gâmetas ou propágulos viáveis (na área da avaliação de risco)?
30. É provável o táxon hibridizar naturalmente com taxa nativos?
31. É provável o táxon ser hermafrodita ou apresentar reprodução assexuada?
32. O táxon está dependente de outros taxa (ou de características particulares de habitat) para completar o seu ciclo de vida?
33. Existe conhecimento prévio ou probabilidade do táxon produzir um elevado número de propágulos ou descendentes num curto espaço de tempo (ex. < 1 ano)?

34. Quanto tempo (em número de dias, meses ou anos) é necessário para que o táxon atinja a idade de primeira reprodução?
35. Dentro da área da avaliação de risco, quantos modos de dispersão (vias/vetores) existem (com habitats adequados na proximidade) que possam potencialmente ser usadas pelo táxon?
36. Alguma destas vias/vetores de dispersão colocam o táxon na proximidade de uma área protegida (ex. AMP, SIC, Reserva)?
37. O táxon dispõe de meios ativos para se prender ou fixar a substratos sólidos (ex. cascos de navios, boias, pilares submersos) de modo que aumenta a probabilidade de dispersão?
38. É provável que ocorra dispersão natural do táxon na forma de ovos (para animais) ou propágulos (para plantas: sementes, esporos) dentro da área da avaliação de risco?
39. É provável que ocorra dispersão natural do táxon na forma de larvas/juvenis (para animais) ou de fragmentos (para plantas) dentro da área da avaliação de risco?
40. É provável os indivíduos mais maduros do táxon migrarem na área da avaliação de risco para se reproduzirem?
41. É provável outros animais dispersarem ovos ou propágulos do táxon na área da avaliação de risco?
42. É provável que a dispersão do táxon através das vias/vetores referidas nas últimas sete questões seja de forma rápida?
43. A dispersão do táxon está dependente da densidade?
44. O táxon apresenta, em algum estágio do seu ciclo de vida, a capacidade de permanecer fora de água por períodos longos (ex. mínimo de uma ou mais horas)?
45. O táxon apresenta tolerância a uma amplitude de condições de qualidade de água?
46. O táxon pode ser controlado ou erradicado, em habitat selvagem, recorrendo a agentes químicos e biológicos ou a outros meios ou agentes?
47. É provável o táxon apresentar tolerância ou beneficiar de perturbações ambientais/humanas?
48. O táxon apresenta tolerância a níveis de salinidade maiores ou menores do que aqueles típicos do seu habitat usual?

49. O táxon apresenta tolerância a níveis de salinidade maiores ou menores do que aqueles típicos do seu habitat usual?
50. Num cenário assente nas atuais previsões para futuras condições climáticas, prevê que os riscos do táxon entrar na área da avaliação de risco irão aumentar, diminuir ou manter-se?
51. Num cenário assente nas atuais previsões para futuras condições climáticas, prevê que os riscos do táxon se estabelecer irão aumentar, diminuir ou manter-se?
52. Num cenário assente nas atuais previsões para futuras condições climáticas, prevê que os riscos do táxon se dispersar na área da avaliação de risco irão aumentar, diminuir ou manter-se?
53. Num cenário assente nas atuais previsões para futuras condições climáticas, qual a magnitude de potenciais impactos futuros na biodiversidade e/ou na integridade/estado ecológico?
54. Num cenário assente nas atuais previsões para futuras condições climáticas, qual a magnitude de potenciais impactos futuros na estrutura e/ou função do ecossistema?
55. Num cenário assente nas atuais previsões para futuras condições climáticas, qual a magnitude de potenciais impactos futuros em serviços de ecossistema/fatores socioeconômicos?