



Organización
de las Naciones Unidas
para la Educación,
la Ciencia y la Cultura

ISSN 2304-0963
doi: 10.25267/Costas



Vol. Esp. 3: 99-116. 2022

Invasão Biológica na Zona Costeira: Ameaça Ambiental e Perspectivas de Manejo nos Municípios Litorâneos da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí/RS

Biological Invasion in the Coastal Zone: Environmental Threat and Management Perspectives on the Tramandaí River Hydrographic Basin's Coastal Counties

Fernanda Carello-Collar^{1*}, Raquel Pretto²

*e-mail: fernandacollar@gmail.com

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Brasil

² Fundação Estadual de Proteção Ambiental
Henrique Luis Roessler - Brasil

Keywords: Invasive Alien Species; sandy beach; diagnosis; conservation; PAN Lagoas do Sul.

Abstract

Biological invasion is one of the main threats to natural environments. The invasive alien species cause a series of impacts on native species, especially on those endangered - which are one of the main conservation targets of the Plano de Ação Nacional dos Sistemas Lacustres e Lagoonares do Sul do Brasil. As a result of the human actions, invasive alien species become more frequent in regions under great demographic pressure, especially in degraded areas, such as those found in the coastal zone of the Tramandaí River Hydrographic Basin, a region within the Action Plan's territory and selected to be the study area of this report. This work aimed to characterize the situation of biological invasion in this part of the basin and identify management and control initiatives by coastal counties, in order to contribute to future conservation actions. We consulted the National Database of Invasive Alien Species

Submitted: April 2022

Accepted: October 2022

Associate Editor: Eduardo Martins

and the Conflict Management Plans for Urbanization, Sandy Fields and Dunes submitted to FEPAM/RS, to search for the data of the 12 water basin coastal municipalities. We found records of 30 out of 100 invasive alien species of the state of Rio Grande do Sul, mostly plant species. Only in Tramandaí, one of the most populous counties in the region, 21 different species were identified. The low number of records found in the other municipalities indicates a probable lack of information available in the consulted sources. Of the nine Dune's Management Plans consulted, five presented indications of the presence of invasive alien species and control action or dunes restoration plans, which implies some knowledge about this environmental problem. However, we observed that a more embracing strategy, reaching portions beyond the dune range, needs to be adopted to contain the invasion process, as well as the effort to increase invasive alien species identification. Community awareness and the integration of the society's different sectors for integrated environmental management of the territory will allow more actions to be taken and the reaching of PAN Lagoas do Sul conservation objectives.

Resumo

A invasão biológica é um dos principais fatores de ameaça aos ambientes naturais. As espécies exóticas invasoras geram uma série de impactos sobre as espécies nativas, principalmente àquelas ameaçadas de extinção - as quais são um dos alvos de conservação do Plano de Ação Nacional dos Sistemas Lacustres e Lagunares do Sul do Brasil. Resultado da ação humana, a introdução de espécies exóticas invasoras torna-se mais propícia nas regiões sob grande pressão demográfica e principalmente em áreas degradadas, como as encontradas na zona costeira da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí, região inserida no território de atuação do Plano de Ação e selecionada como área de estudo deste trabalho. O objetivo desta pesquisa foi caracterizar a situação de invasão biológica nessa porção da bacia e identificar iniciativas de manejo e controle dos municípios costeiros, a fim de contribuir com as ações de conservação futuras. Para tal, consultamos a Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras e os Planos de Manejo de Conflito de Urbanização, Campos Arenosos e Dunas protocolados na FEPAM/RS em busca de dados para os 12 municípios litorâneos da bacia. Encontramos registro de 30 das 100 espécies exóticas invasoras do estado do Rio Grande do Sul, sendo a maioria de espécies vegetais. Só em Tramandaí, um dos municípios mais populosos da região, foram encontradas 21 espécies diferentes. O baixo número de registros nos demais municípios indica uma provável lacuna de informação disponível nas fontes consultadas. Dos nove Planos de Manejo de Dunas consultados, encontramos indicação da presença de espécies exóticas invasoras e de ações de controle e de recuperação da faixa de dunas em cinco deles, o que denota certo conhecimento quanto ao problema. Porém, observamos que a adoção de um maior esforço de identificação das espécies exóticas invasoras, bem como de uma estratégia mais abrangente, atingindo porções além da faixa de dunas, são necessários para frear o processo de invasão. A sensibilização da comunidade e a integração de seus diferentes setores para uma gestão ambiental conjunta do território permitirá que mais ações sejam adotadas e os objetivos de conservação do PAN Lagoas do Sul sejam alcançados.

Palavras-chave: Espécies Exóticas Invasoras; faixa de praia; diagnóstico; conservação; PAN Lagoas do Sul.

1. Introdução

Espécies exóticas são aquelas que ocorrem fora dos limites de sua distribuição geográfica natural. Quando suas populações aumentam desordenadamente, gerando riscos aos processos ecológicos naturais, à saúde humana e à economia, passam a ser consideradas Espécies Exóticas Invasoras - EEI (CDB, 1992). A introdução e consequente adaptação, estabeleci-

mento e dispersão das exóticas em novos ambientes caracterizam o processo de invasão biológica. Essas espécies apresentam atributos que lhes proporcionam vantagens ecológicas, interferindo na competição por recursos essenciais à sobrevivência e levando à diminuição, em algum grau, da abundância das espécies nativas que ocupam o nicho ecológico invadido

(Sampaio *et al.*, 2013). Os impactos desse distúrbio aumentam em magnitude conforme aumentam a frequência e a intensidade em que as espécies exóticas são introduzidas (Perrings *et al.*, 2010).

O ingresso de espécies exóticas invasoras representa uma ameaça à preservação de ecossistemas (Amaral & Jablonski, 2005), em especial àqueles previamente degradados ou fragmentados, que possuem baixa resiliência e diversidade taxonômica e/ou funcional (Perrings *et al.*, 2010). Se enquadram nesse grupo os ecossistemas costeiros, categorizados como pouco conservados, que podem ter seu *status* de conservação agravado pela invasão biológica (Vecchio *et al.*, 2014), contando ainda com fatores potencializadores desse processo como a intensa pressão de propágulos de exóticas invasoras provenientes da ornamentação das cidades litorâneas (Carboni *et al.*, 2010) e das rodovias de acesso à costa. A invasão é reconhecida como um dos principais riscos à preservação da dinâmica e composição de espécies dos ambientes litorâneos (MMA, 2002), principalmente por ser resultado da acentuada ocupação humana na região costeira (Camargo *et al.*, 2020). O ingresso dessas espécies pode interferir na ecologia sucessional do ambiente costeiro (Stešević *et al.*, 2017) e modificar serviços

ecológicos, como a filtragem de água salgada ou a dinâmica de fixação de areia pela vegetação nativa (Rosa & Cordazzo, 2007).

Deste modo, as invasoras representam uma ameaça ao propósito conjunto de conservar espécies, ambientes e modos de vida tradicionais e sustentáveis na região das lagoas costeiras almejado pelo Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Sistemas Lacustres e Lagunares do Sul do Brasil (PAN Lagoas do Sul), o qual abrange a faixa litorânea e as regiões interiores das lagoas costeiras dos estados do Rio Grande do Sul (RS) e sul de Santa Catarina (SC). O desconhecimento exato da diversidade de espécies exóticas invasoras e da sua distribuição no território do PAN é um obstáculo para a gestão ambiental integrada de enfrentamento dessa ameaça. Portanto, o objetivo deste trabalho foi demonstrar a situação atual de invasão biológica nos municípios da região costeira da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí, bem como as possíveis ações de controle e manejo desenvolvidas nessas localidades, com a finalidade de orientar futuras ações do PAN Lagoas do Sul para um melhor gerenciamento ambiental costeiro nesta porção da bacia.

2. Metodologia

No território do Rio Grande do Sul, destacamos a Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí por ser a região mais povoada do litoral gaúcho. Localizada ao leste do estado, a bacia compreende 2.980 km² com dezoito municípios total ou parcialmente inseridos em seu limite, dos quais doze possuem faixa litorânea. Em conjunto, os municípios costeiros abrigam uma população estimada de 313.137 habitantes (IBGE, 2021), com uma média de acréscimo de 293.126 moradores durante os meses de veraneio (FEE, 2016).

A partir do recorte geográfico dos municípios costeiros inseridos na Bacia do Rio Tramandaí (figura 1), buscamos registros de ocorrência das 100 espécies exóticas consideradas invasoras no Rio Grande do Sul (Lista A da Portaria SEMA n.º 79/2013) nos bancos de dados disponíveis. Consultamos, em 2021, a Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras e os Planos de Manejo de Conflito de Urbanização, Campos Arenosos e Dunas (Código Ramo da atividade 3417,20¹) protocolados na Fundação Estadual

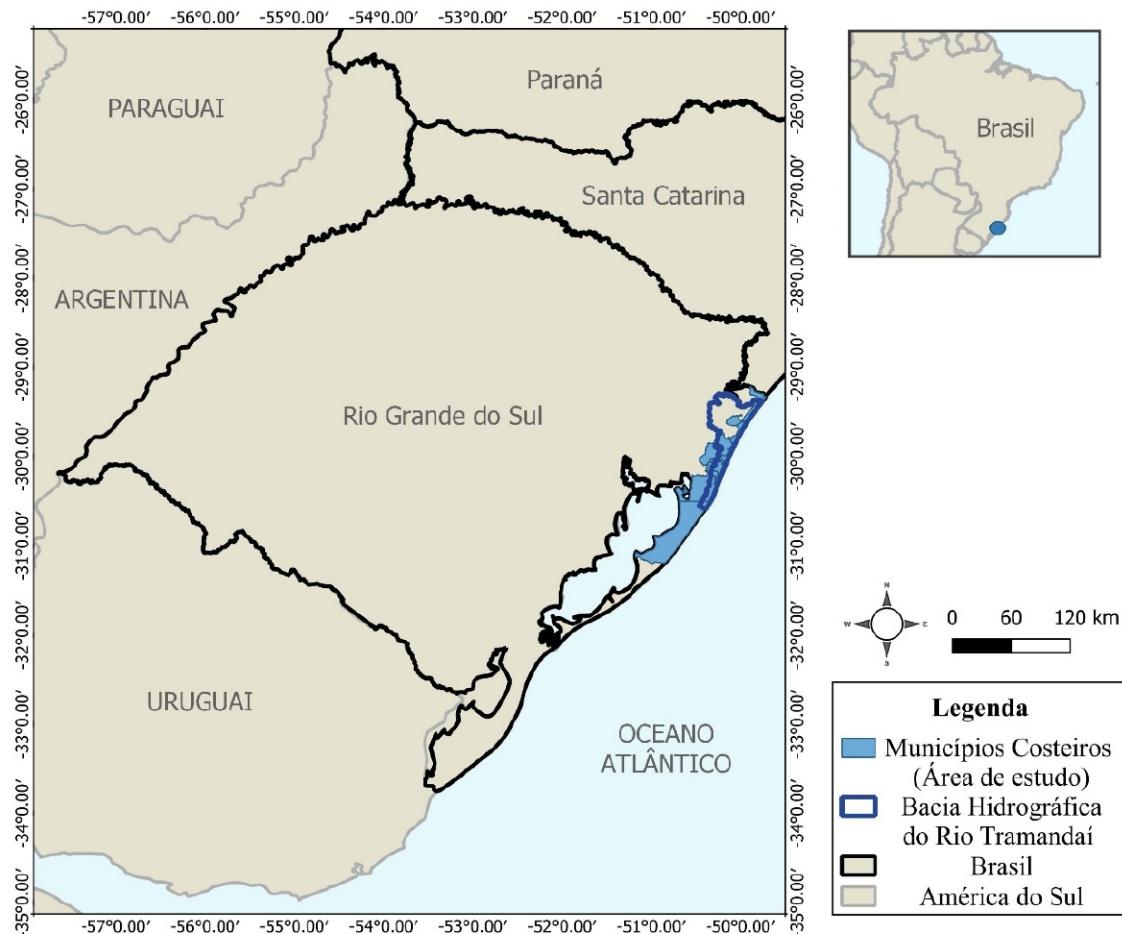


Figura 1. Área de Estudo: municípios costeiros da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí no estado do Rio Grande do Sul, Brasil.
Figure 1. Study area. Coastal counties of the Tramandaí River Hydrographic Basin in the state of Rio Grande do Sul, Brazil.

de Proteção Ambiental Henrique Luís Röessler - FEPAM. Tais Planos são apresentados no processo de licenciamento das infraestruturas urbanas na faixa de praia para que a instalação das mesmas seja consonante com a preservação das dunas litorâneas. Juntamente com os registros, procuramos nos Planos de Manejo possíveis ações de controle de espécies exóti-

cas invasoras previstas para a faixa litorânea.

Utilizando o mesmo recorte, buscamos os registros das espécies ameaçadas de extinção consideradas alvo de conservação do PAN Lagoas do Sul no Sistema *Live* (Livro Vermelho). Os dados desse sistema, utilizados no processo de revisão das listas estaduais de espécies ameaçadas (Decreto Estadual nº.

¹ Conforme relacionado na Resolução nº. 372/2018 do Conselho Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul.

51.797/2014 - fauna - e 52.109/2014 - flora), foram consultados no Sistema de Informações Geográficas da Biodiversidade do Rio Grande do Sul - SIGBio-RS, onde estavam disponíveis.

Todos os registros reunidos foram espacializados para se obter a distribuição das EEI e das espécies ameaçadas nos municípios do estudo. Como a maioria dos dados não possuía sua localização específica (coordenada geográfica), a fim de uniformizá-los e de permitir uma melhor análise dos resultados, todos os

registros foram padronizados para a escala municipal neste diagnóstico, o que não interfere na qualidade dos dados, visto que a invasão biológica dificilmente se limita a um ponto isolado. Um *shapefile* para cada categoria de espécies foi gerado no *software* QGis (versão 3.16.7), tornando possível avaliar a distribuição de ambas e um possível potencial impacto das EEI sobre as espécies ameaçadas alvo de conservação do PAN Lagoas do Sul.

3. Resultados

No total, encontramos registros de 30 espécies exóticas invasoras presentes nos 12 municípios da região costeira da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí. A consulta à Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras indicou a presença de 20 espécies de plantas e 10 espécies de animais na área de estudo. No grupo das plantas, o gênero *Pinus* (10 registros) e a espécie *Urochloa subquadripala* (4) foram os mais abundantes, considerando apenas essa fonte. Dentro os animais, *Trachelyopterus lucenai* e *Corbicula fluminea* foram as que apresentaram mais registros, ambas encontradas em três municípios (tabela 1).

Quanto aos Planos de Manejo de Dunas, dos 12 municípios analisados, nove possuíam tal documento protocolado na FEPAM durante o período de realização da consulta (2021). Desses, cinco indicaram a presença de uma mesma exótica invasora, *Casuarina equisetifolia*, dentre as espécies identificadas na faixa de praia (Arroio do Sal, Capão da Canoa, Osório, Torres e Xangri-Lá). O município de Palmares do Sul citou previsão de manejo para a mesma espécie, porém, diferente dos municípios mencionados acima, não indicou tratar-se de uma EEI. Somando estes registros com o outro encontrado na Base de Dados Nacional, a espécie *Casuarina equisetifolia* passou a ser registrada em sete municípios, ficando também

entre as mais frequentes (tabela 1). Cabe destacar que foram encontradas citações apenas de espécies de plantas nos Planos de Manejo de Dunas, não havendo informação sobre registros de animais.

Tramandaí foi o município com o maior número de EEI registradas, com 21 espécies diferentes. Esse resultado diferiu bastante dos demais, pois a maioria dos municípios apresentou um baixo número de espécies (entre 1 e 7). Balneário Pinhal foi exceção, pois foi o único município que não apresentou registros. O resultado dos dados de invasão por município pode ser observado na figura 2.

Quanto às espécies ameaçadas de extinção distribuídas nos 12 municípios da região costeira da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí, encontramos registros de 22 das 162 espécies que são alvo de conservação do PAN Lagoas do Sul. A consulta ao Sistema *Live* (Livro Vermelho) indicou a presença de 17 espécies de plantas e cinco espécies de animais para a área de estudo (tabela 2). *Olivancillaria contortuplicata* (4), uma espécie de invertebrado aquático, foi a que esteve presente em mais municípios, seguida do mamífero *Ctenomys flamarioni* e das espécies da flora *Annona maritima* e *Ocotea catharinensis*, com três registros cada.

Tabela 1. Espécies Exóticas Invasoras com registros nos municípios costeiros da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí. Fontes: A - Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras; B - Planos de Manejo de Dunas.

Table 1. Invasive alien species registered in the coastal counties of the Tramandaí River Hidrographic Basin. Source: A - National Database of Invasive Alien Species; B - Dune's Management Plans.

Espécie	Origem	Município com registro	Fonte	Nº. de registros
Plantas				
<i>Acacia longifolia</i>	Oceania	Capão da Canoa Tramandaí	A	2
<i>Acacia mearnsii</i>	Oceania	Tramandaí	A	1
<i>Archontophoenix cunninghamiana</i>	Oceania	Tramandaí	A	1
<i>Asparagus setaceus</i>	África	Tramandaí	A	1
<i>Bryophyllum pinnatum</i>	África	Arroio do Sal Capão da Canoa	A	2
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Ásia e Oceania	Arroio do Sal Capão da Canoa Osório Palmares do Sul Tramandaí Torres Xangri-Lá	B B B B A B B	6
<i>Eragrostis plana</i>	África	Tramandaí	A	1
<i>Hedychium coronarium</i>	Ásia	Tramandaí	A	1
<i>Hovenia dulcis</i>	Ásia	Terra de Areia	A	1
<i>Impatiens walleriana</i>	África	Tramandaí Terra de Areia	A	2
<i>Livistona chinensis</i>	Ásia	Tramandaí	A	1
<i>Lonicera japonica</i>	Ásia	Tramandaí	A	1
<i>Melia azedarach</i>	Ásia	Tramandaí	A	1
<i>Morus nigra</i>	Ásia	Tramandaí	A	1
<i>Pinus elliottii</i>	América do Norte	Cidreira Tramandaí	A	2
<i>Pinus sp.</i>	América do Norte, Europa e Ásia	Arroio do Sal Capão da Canoa Cidreira Terra de Areia Tramandaí Xangri-Lá	A	6
<i>Pinus taeda</i>	América do Norte	Palmares do Sul Torres	A	2
<i>Sansevieria trifasciata</i>	África	Tramandaí	A	1
<i>Tecoma stans</i>	América do Norte	Osório Tramandaí	A	2

Tabela 1. Espécies Exóticas Invasoras com registros nos municípios costeiros da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí. Fontes: A - Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras; B - Planos de Manejo de Dunas.

Table 1. Invasive alien species registered in the coastal counties of the Tramandaí River Hidrographic Basin. Source: A - National Database of Invasive Alien Species; B - Dune's Management Plans.

Espécie	Origem	Município com registro	Fonte	Nº. de registros
Plantas				
<i>Ulex europaeus</i>	Europa	Mostardas	A	1
<i>Urochloa subquadripala</i>	Ásia	Imbé Osório Palmares do Sul Tramandaí	A	4
<i>Urochloa</i> sp.	África	Terra de Areia	A	1
Animais				
<i>Acestrorhynchus pantaneiro</i>	Nativa do Brasil	Cidreira	A	1
<i>Corbicula fluminea</i>	Ásia	Cidreira Mostardas Palmares do Sul	A	3
<i>Lepus europaeus</i>	Ásia, Europa e África	Palmares do Sul Tramandaí	A	2
<i>Limnoperna fortunei</i>	Ásia	Palmares do Sul	A	1
<i>Megabalanus coccopoma</i>	América do Norte	Capão da Canoa Tramandaí	A	2
<i>Mus musculus</i>	Ásia	Palmares do Sul Tramandaí	A	2
<i>Rhitropanopeus harrisii</i>	Oceano Atlântico - América do Norte	Mostardas Palmares do Sul	A	2
<i>Sus scrofa</i>	África, Ásia e Europa	Terra de Areia	A	1
<i>Trachelyopterus lucenai</i>	Nativa do Brasil	Arroio do Sal Cidreira Osório	A	3
<i>Trachemys scripta elegans</i>	América do Norte	Tramandaí	A	1

Osório foi o município com o maior número de espécies ameaçadas de extinção registradas, 14 espécies diferentes. Esse resultado diferiu bastante dos demais, pois a maioria dos municípios apresentou um baixo número de espécies (entre 1 e 5), com exceção de Balneário Pinhal, Mostardas e Torres que não apresentaram registros. Os dados de distribuição das espécies ameaçadas por município podem ser observados na figura 3.

A consulta aos Planos de Manejo revelou a existência da atuação municipal no controle de exóticas invasoras e em ações de recuperação ambiental. Cinco dos nove documentos consultados continham previsão de manejo das EEI. Arroio do Sal, Osório e Torres detalharam em seus Planos técnicas de manejo como anelamento e corte/arranquio manual de plantas invasoras e comprometeram-se a realizar monitoramento contínuo após o controle e, ainda, ações

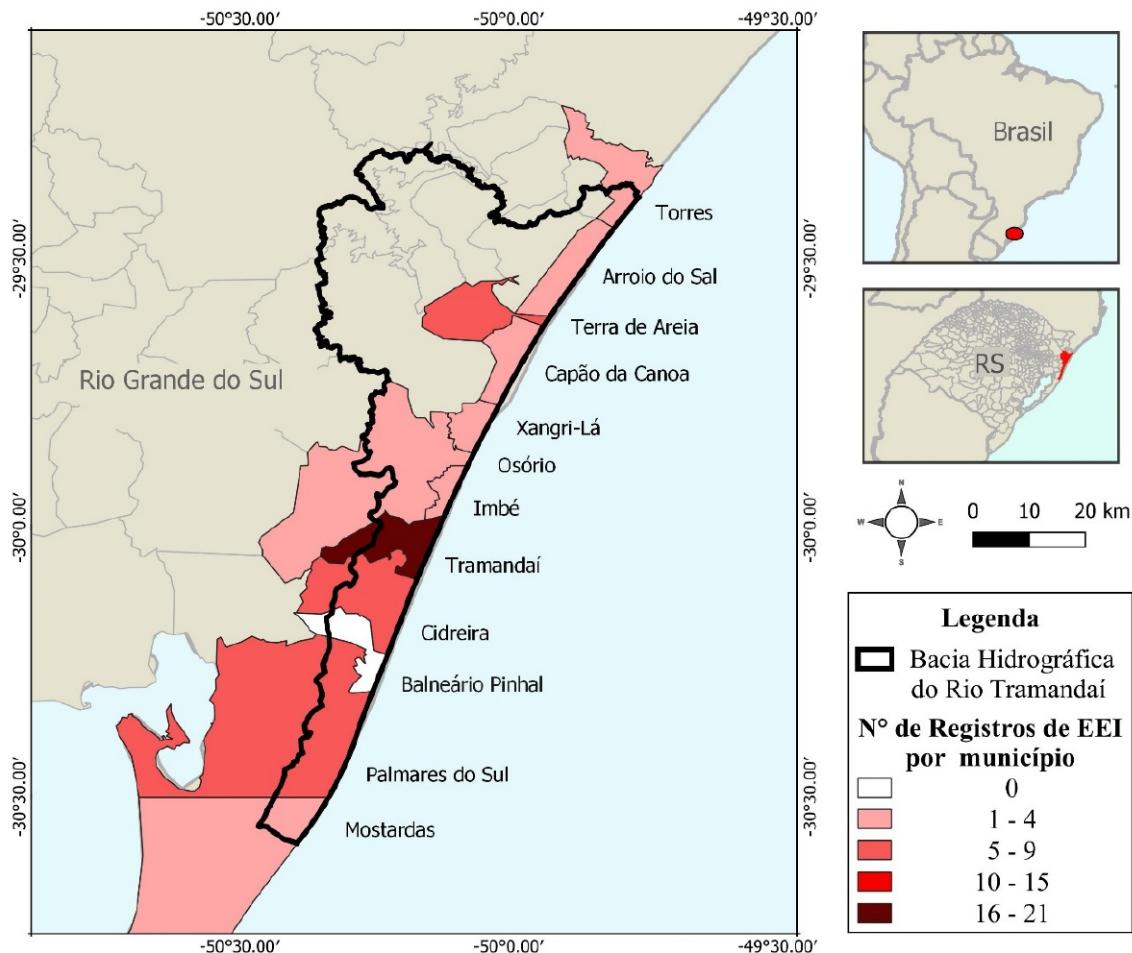


Figura 2. Distribuição dos registros de Espécies Exóticas Invasoras (EEI) dentro dos municípios costeiros da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí.

Figure 2. Invasive alien species (IAS) register distribution within the coastal counties of the Tramandaí River Hydrographic Basin.

de recuperação da vegetação nativa das dunas. Nos dois últimos municípios citados, havia no Plano a orientação da retirada gradual da vegetação invasora, em função do seu papel na fixação de dunas e a fim de evitar o impacto visual nos moradores. Da mesma forma, a reposição de espécies nativas seria efetuada de forma progressiva, considerando o momento propício para o plantio de mudas e a época de baixa

temporada turística. Outra técnica de recomposição ambiental foi apresentada por Arroio do Sal que propôs a utilização de árvores aneladas de *Casuarina* sp. e *Pinus* sp. como poleiros artificiais. Já os municípios de Palmares do Sul e Capão da Canoa citaram de forma mais breve as ações de manejo a serem adotadas. O primeiro menciona o corte da vegetação exótica (sem especificar a técnica) e uso dos galhos de *Casu-*

Tabela 2. Registro das espécies ameaçadas de extinção alvo de conservação do PAN Lagoas do Sul nos municípios costeiros da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí (Fonte: Sistema Live). Graus de Ameaça: CR - Criticamente Ameaçada; EN - Em Perigo; VU - Vulnerável; NT - Quase Ameaçada; DD - Dados Insuficientes.

Table 2. Registers of the PAN Lagoas do Sul' threatened species conservation target, located in the coastal counties of the Tramandaí River Hidrographic Basin. (Source: Live System). Conservation Status: CR - Critically Endangered; EN - Endangered; VU - Vulnerable; NT - Near Threatened; DD - Data Deficient.

Categoría	Nome científico	Grau de ameaça no RS	Município com registro	Nº. de registros
Ave	<i>Circus cinereus</i>	VU	Osório	1
Invertebrado Aquático	<i>Olivancillaria contortuplicata</i>	EN	Arroio do Sal Cidreira Palmares do Sul Xangri-Lá	4
Mamífero	<i>Ctenomys flamarioni</i>	EN	Cidreira Osório Tramandaí	3
Peixe Continental	<i>Cynopoecilus multipapillatus</i>	VU	Cidreira	1
Peixe Continental	<i>Odontesthes bicudo</i>	EN	Osório	1
Flora	<i>Aeschynomene fructipendula</i>	CR	Osório	1
Flora	<i>Annona maritima</i>	EN	Cidreira Osório Tramandaí	3
Flora	<i>Brasiliaea purpurata</i>	EN	Capão da Canoa	1
Flora	<i>Cattleya intermedia</i>	VU	Osório Terra de Areia	2
Flora	<i>Cattleya tigrina</i>	EN	Osório	1
Flora	<i>Euterpe edulis</i>	EN	Osório Terra de Areia	2
Flora	<i>Gunnera herteri</i>	VU	Tramandaí	1
Flora	<i>Mikania hastato-cordata</i>	NT	Arroio do Sal Capão da Canoa	2
Flora	<i>Mikania variifolia</i>	VU	Osório	1
Flora	<i>Moquiniastrum sordidum</i>	EN	Osório	1
Flora	<i>Ocotea catharinensis</i>	VU	Cidreira Osório Tramandaí	3
Flora	<i>Ocotea odorifera</i>	CR	Arroio do Sal Terra de Areia	2
Flora	<i>Perezia multiflora</i>	EN	Imbé	1
Flora	<i>Recordia reitzii</i>	EN	Osório Terra de Areia	2
Flora	<i>Schwenckia curviflora</i>	DD	Osório Tramandaí	2
Flora	<i>Solanum arenarium</i>	EN	Osório	1
Flora	<i>Virola bicuhyba</i>	EN	Terra de Areia	1

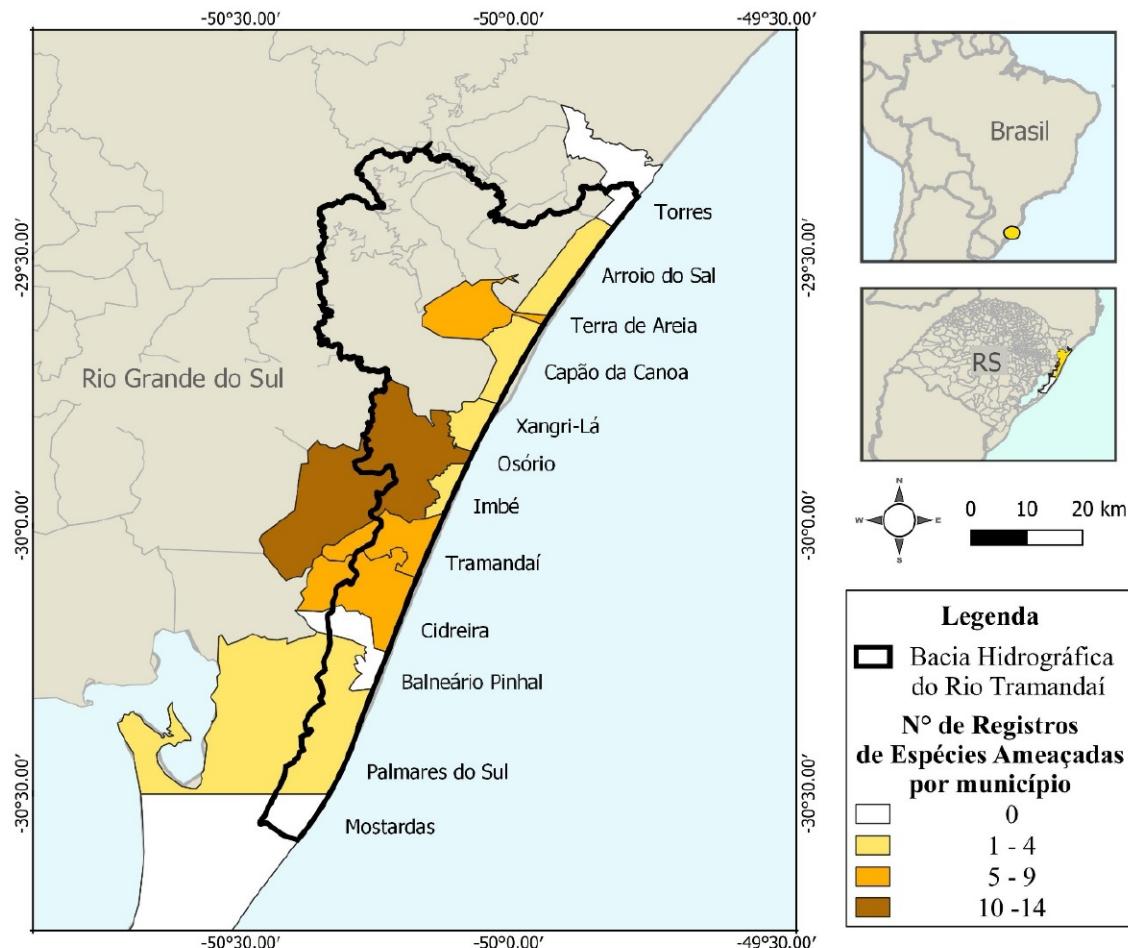


Figura 3.Distribuição dos registros das espécies ameaçadas de extinção alvo do PAN Lagoas do Sul dentro dos municípios costeiros da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí.

Figure 3. Distribution of the PAN Lagoas do Sul' threatened species conservation target within the coastal counties of the Tramandaí River Hydrographic Basin.

arina sp. para a manutenção das dunas. O segundo cita o uso de máquinas para retirada das invasoras e uma posterior estabilização das dunas com cobertura

de matéria orgânica e o plantio de herbáceas nativas do gênero *Ipomoea* ou arbustivas e arbóreas da Mata Atlântica nas áreas de lazer próximas às dunas.

4. Discussão

Os resultados encontrados revelam uma lacuna de conhecimento acerca da presença de espécies exóticas invasoras nos municípios costeiros, principalmente em relação à sua distribuição geográfica exata. Porém, apesar da escassez de registros encontrados, a consulta em apenas duas fontes de dados nos permitiu verificar que 30 das 100 espécies da atual lista de espécies exóticas invasoras do Rio Grande do Sul estão presentes na região, o que pode ser interpretado como um sinal de alerta. A situação de invasão observada nos municípios costeiros tem potencial para funcionar como propulsora de iniciativas de pesquisa e manejo, consideradas essenciais para o enfrentamento das EEI (IUCN, 2000). Measey *et al.* (2019) destacam que o compartilhamento de informações, análises e orientações entre cientistas e a comunidade são urgentes para reverter o cenário de desconhecimento dessa ameaça. Iniciativas que envolvam a participação social, como a coleta de dados via ciência cidadã e atividades práticas com voluntários, são oportunidades para a promoção dessa troca, como constatado por Dechoum *et al.* (2018) que observaram uma maior obtenção de informações sobre a ocorrência de espécies exóticas invasoras a partir do envolvimento de cidadãos em projetos que envolvem mitigar os impactos das invasões biológicas.

Em relação aos grupos de espécies analisados, o diagnóstico realizado demonstrou uma maior abundância de registros de plantas invasoras em relação às EEI animais na área de estudo. Dentre as espécies arbóreas da flora com o maior número de registros, *Pinus* sp. e *Casuarina equisetifolia* têm uso antrópico associado. Seja com finalidade ornamental ou produtivo/comercial, o uso é o motivo de introdução intencional de cerca de 70% das exóticas invasoras terrestres no país (Leão *et al.*, 2011). As características que conferem a estas espécies grande interesse comercial, como desenvolvimento rápido, adaptação

a diferentes ambientes e alta produção de sementes, também lhes atribuem grande potencial invasor (Ziller e Zalba, 2007). A probabilidade de invasão pode ainda ser acentuada pela ação das correntes de ar no ambiente costeiro, uma vez que ambas as espécies têm suas sementes dispersadas pelo vento, como também pela presença dessas na faixa de dunas - onde foram erroneamente introduzidas com o propósito de fixar a movimentação das dunas e proporcionar sombra e conforto térmico aos veranistas. A inserção de arbóreas em ambientes com predomínio de componentes herbáceos-arbustivos afeta diretamente a comunidade nativa e as propriedades deste ecossistema. Luz (2019) constatou, em seu estudo nas dunas do município de Osório/RS, que a cobertura de serapilheira gerada pela *Casuarina equisetifolia* altera fatores abióticos como temperatura e composição química do solo, dificultando a colonização do ambiente por plantas nativas.

Quanto à distribuição das EEI na área de estudo, os três municípios mais populosos na bacia, Capão da Canoa, Tramandaí e Osório, em ordem decrescente, corresponderam aos municípios com mais registros (5, 21 e 4, respectivamente). O mesmo resultado foi encontrado por Camargo *et al.* (2020) no estuário do Rio Tramandaí. Ambos são corroborados pelo estudo de Moura *et al.* (2015) que observou uma alta taxa de invasão biológica correlacionada a altos índices de crescimento demográfico e urbanização anuais na mesma localidade. Rosa & Cordazzo (2007) igualmente identificaram ações antrópicas como as principais vias de introdução de espécies exóticas nas dunas da praia do Cassino (litoral sul do Rio Grande do Sul), sendo as de maior impacto o depósito de galharia de poda (48,6%), a invasão após alterações no ambiente (31,4%) e o plantio intencional para fixação de dunas (8,6%).

Além da origem antrópica associada à introdução de EEI, os resultados encontrados neste diagnóstico podem estar associados ao fato da realização de pesquisas acadêmicas ter como enfoque os principais centros urbanos. A falta de esforço na identificação de espécies invasoras de forma mais abrangente pode ser um dos motivos pelos quais houve um baixo número de espécies registradas em alguns municípios analisados. De toda forma, o baixo número de registros é um resultado válido e assume um papel importante, pois pode ser interpretado de forma positiva no contexto da gestão ambiental da zona costeira: municípios como Balneário Pinhal (sem registros), Imbé (1) e Torres (2) devem ser priorizados como locais para a realização de ações de prevenção à introdução de EEI (IUCN, 2000), com objetivo de preservar a integridade do ecossistema costeiro. Dar preferência às medidas de precaução no enfrentamento das EEI é uma das recomendações da Convenção de Diversidade Biológica (1992), pois é essencial para que o estabelecimento das espécies exóticas invasoras seja evitado, fazendo com que as chances de ocorrer invasão e/ou seus impactos associados sejam reduzidas. Como algumas espécies registradas nesses municípios, como dos gêneros *Pinus* ou *Urochloa*, são ecologicamente capazes de se desenvolver em ambientes previamente degradados (Zenni & Ziller, 2011) isso pode indicar a presença de outras exóticas invasoras ainda não identificadas ou uma vulnerabilidade do ambiente ao processo de invasão, fazendo com que a necessidade de gestão em tais municípios ganhe ainda mais destaque.

Além dos impactos ambientais diretos causados pelas exóticas invasoras, como a alteração da composição dos habitats, por exemplo, é importante que pesquisadores e gestores saibam quais grupos de espécies nativas podem estar em risco devido ao processo de invasão biológica. Estudos revelam que as EEI ameaçam cerca de 5% das espécies da Lista Vermelha da IUCN (Gurevitch & Padilla, 2004, *apud* Dueñas

et al., 2021). Neste trabalho, diagnosticamos a presença de 22 espécies ameaçadas de extinção alvo de conservação do PAN Lagoas do Sul na área analisada, porém não houve uma coincidência espacial entre a ocorrência dessas espécies ao sobrepormos os dados com os registros das invasoras. Esse resultado revela um potencial descompasso entre os trabalhos realizados por pesquisadores com interesses diferentes, em invasão biológica ou em estudos de conservação de espécies ameaçadas que não consideram esta ameaça. Muitas vezes a especificidade em cada uma dessas áreas faz com que o foco das pesquisas dificilmente contemple ambas. Da mesma forma, a metodologia de levantamento de dados ou os diferentes períodos de realização dos estudos podem não ser eficientes para a identificação dos dois grupos de espécies concomitantemente.

Neste trabalho observamos uma maior concentração de registros de espécies ameaçadas no município de Osório (14) e apenas quatro registros de exóticas invasoras, o que denota que o ambiente, apesar de garantir a sobrevivência dessas espécies, ainda é alvo de distúrbios ambientais que podem representar uma adversidade para a conservação das mesmas. Em situações como a descrita, é oportuno investigar a ameaça de invasão biológica para melhor entender a relação entre as espécies e os potenciais riscos envolvidos e, consequentemente, ampliar os esforços para identificar as espécies potencialmente danosas àquelas mais vulneráveis para que medidas de prevenção ou de controle sejam adotadas. De acordo com García-Díaz *et al.* (2020), o controle das exóticas invasoras e o manejo e acompanhamento das espécies nativas ameaçadas pelas EEI, bem como dos ambientes impactados, são ações que devem ser tomadas em conjunto; com o objetivo de frear e reverter o cenário de degradação, recuperando ao menos parcialmente os serviços ecológicos prestados naturalmente.

Sobre as ações de controle de espécies exóticas invasoras, as técnicas encontradas nos Planos de Manejos

de Dunas de Arroio do Sal, Osório e Torres vão de encontro com as recomendações da literatura, como as mencionadas na Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras. Porém, também nos deparamos com técnicas não aconselhadas, como o uso dos galhos de *Casuarina* sp. após o corte dos exemplares para a manutenção das dunas, observado no Plano de Manejo do município de Palmares do Sul. Estudos indicam que o uso de galhos dessa espécie para fixação de dunas descaracterizam a paisagem, além de reduzir populações de espécies nativas que de fato realizam esse serviço ecológico no sedimento, como *Panicum racemosum* e *Blutaparon portulacoides* (Tabajara *et al.*, 2003 *apud* Luz, 2019; Rosa & Cordazzo, 2007). A indicação de tal técnica de manejo reforça a ausência de conhecimento dos gestores e profissionais ambientais sobre como proceder em relação às espécies exóticas invasoras. Mesmo com a informação disponível na literatura, essa muitas vezes tem dificuldade em ultrapassar as barreiras dos centros de pesquisa onde são realizadas e chegar até a gestão prática do território.

Tendo em vista que um dos objetivos do Gerenciamento Costeiro no Brasil é prezar pela melhoria da qualidade de vida da população e pela proteção dos patrimônios natural, histórico, étnico e cultural (art. 2º Lei Federal n.º 7661/1988), as ações de prevenção e controle à invasão biológica tem total conexão com tal propósito e deveriam ser integradas a este planejamento. Isso permitiria que iniciativas de controle de EEI observadas nos Planos de Manejo de Dunas pudessem atingir uma maior abrangência, contemplando outras porções do território que atuam como fonte de propágulos, como a arborização urbana, por exemplo. Por ter como princípio fundamental a cooperação entre as esferas de governo, e dessas com a sociedade, para o estabelecimento de políticas públicas (art. 5º Decreto Federal n.º 5.300/2004), a gestão da zona costeira se caracteriza como o instrumento ideal para tratar das invasões. Outro princípio que reforça

tal papel é o da precaução, pois incentiva a adoção de ações que minimizem o impacto ambiental, mesmo que estas estejam embasadas em dados científicos ainda incompletos, situação comumente encontrada quando se tratam de EEI..

Ações articuladas e participativas têm se mostrado eficientes no enfrentamento das espécies exóticas invasoras. Por exemplo, a articulação das esferas municipal e privada no desenvolvimento de políticas públicas para simplificar a realização do manejo de EEI em propriedades privadas podem aumentar o esforço de controle e contribuir com a gestão municipal dessa ameaça (Dechoum *et al.*, 2018). Integrar, em prol da defesa do ambiente natural, o setor ambiental com outros setores que influenciam no processo de invasão (IUCN, 2020) é outro meio de tornar eficaz medidas de gestão, à exemplo da participação de pescadores e turistas na campanha nacional promovida pelo Ministério do Meio Ambiente para monitoramento e controle da dispersão do invasor peixe-leão (*Pterois* sp.) no Brasil (MMA, 2022). A organização de atos que envolvam voluntários da comunidade são iniciativas participativas que atuam na divulgação do conhecimento sobre os impactos das EEI e potencializam tanto o seu reconhecimento como a adoção de medidas preventivas, desestimulando o uso comercial ou ornamental inadequado dessas espécies, ao mesmo tempo em que fortalece os laços de conservação do ambiente compartilhado da zona costeira com atividades práticas e incentivadoras.

A IUCN (2000) recomenda que a comunicação entre esferas do governo e as comunidades locais, bem como outras entidades interessadas ou afetadas, seja estabelecida durante a fase de planejamento dos programas de controle ou prevenção de EEI com o intuito de resolver possíveis desacordos, já que muitas vezes os impactos socioeconômicos positivos, como o das cadeias comerciais estabelecidas com EEI, divergem dos impactos ecológicos negativos das mesmas (García-Díaz *et al.*, 2020). O diálogo segue

necessário na fase seguinte de realização dos programas, ainda mais quando adotada a metodologia de manejo adaptativo, a qual é recomendada por Zalba & Ziller (2007), permitindo com que se aprimore o planejado a partir de novas técnicas e estudos que são constantemente desenvolvidos e divulgados.

Ainda há muito para se avançar, principalmente em países em desenvolvimento, onde questões como

legislação e aplicação de medidas de prevenção e controle das espécies exóticas invasoras ainda são incipientes (Measey *et al.*, 2019). O envolvimento das instituições e diferentes esferas de gestão nos Planos de Ação Nacionais e no gerenciamento costeiro são espaços importantes que abrem a oportunidade para abordar e avançar na discussão desse tema específico da conservação.

5. Conclusão

A presença de 30% das espécies exóticas invasoras do RS nos 12 municípios litorâneos da Bacia Hidrográfica do Rio Tramandaí nos dá indícios da situação de invasão da região, ainda que os dados sejam insuficientes para demonstrar o real cenário, principalmente em relação às espécies da fauna. O número de espécies encontradas permite alertar para a necessidade de incluir mais ações de enfrentamento da ameaça de invasão no território. Como indicado nos resultados da análise dos Planos de Manejos de Dunas, algumas ações de retirada de EEI na faixa de dunas são observadas, envolvendo principalmente espécies vegetais arbóreas. Porém, tais iniciativas tornam-se localizadas se as fontes de origem de propágulos não forem controladas, como a substituição das EEI na arborização urbana e a adoção de medidas protetivas contra a disseminação das espécies de uso comercial. Como essa questão envolve o uso coletivo do ambiente, alcançar este objetivo de conservação envolvendo todo o território depende da integração entre distintos atores, setores e instituições. Além disso, para que a gestão ambiental passe a contemplar essa demanda de forma abrangente, um dos primeiros obstáculos a ser vencido é o desconhecimento do problema pelas comunidades. Os danos causados por essas espécies precisam ser noticiados para que os riscos ao ecossistema sejam

reconhecidos e a invasão biológica seja tratada na sua integralidade e complexidade. Neste sentido, os resultados alcançados neste trabalho permitem orientar para uma atuação de conservação em duas frentes distintas: prevenção e controle. Os municípios onde encontramos menos registros de EEI devem ser priorizados, pois apresentam um cenário ainda inicial de invasão, para a realização de ações de educação ambiental com intuito de prevenir a introdução de EEI na zona costeira. Já nos municípios com mais registros, será possível direcionar ações de controle e pesquisa às espécies exóticas invasoras identificadas. Da mesma forma, o registro das espécies alvo de conservação deve ser utilizado também em ações de educação para estimular a participação e envolver a comunidade em um propósito de conservação, associando, assim, o esforço de prevenção e controle das EEI com os objetivos de conservação do PAN Lagoas do Sul. O sucesso dessa abordagem, que perpassa por diferentes setores da sociedade, depende, portanto, da integração das comunidades costeiras em um propósito comum: proteger e preservar seus ecossistemas e seu patrimônio natural. Por ser esse um dos objetivos do gerenciamento costeiro, ele, como estratégia de gestão ambiental, é um meio propício para atuar no enfrentamento da invasão biológica.

6. Agradecimentos

Agradecemos a equipe do Programa Invasoras RS pelos momentos de troca, aprendizagem e discussões acerca dessa temática tão importante para a conservação ambiental, bem como parabenizamos pelo es-

forço de atuação no estado. Dirigimos nossos agradecimentos igualmente aos profissionais do grupo do Gerenciamento Costeiro - GERCO pela oportunidade de divulgar este trabalho.

7. Referências

- Amaral, A. C., & Jablonski, S. 2005. Conservation of Marine and Coastal Biodiversity in Brazil. *Conservation Biology*, 19(3): 625–631. DOI: 10.1111/j.1523-1739.2005.00692.x.
- Base de Dados Nacional de Espécies Exóticas Invasoras. Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental, Florianópolis - SC. Disponível em: <http://bd.institutohorus.org.br>. Acesso em 2021.
- Brasil. Casa Civil. Decreto Federal nº. 5.300, de 07 de dezembro de 2004. Regulamenta a Lei nº. 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5300.htm. Acesso em set. 2022.
- _____. Lei Federal nº. 7661, de 17 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7661.htm. Acesso em set. 2022.
- Brasil. Ministério do Meio Ambiente. 2002. Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil. Secretaria de Biodiversidade e Florestas/Gerência de Biodiversidade Aquática e Recursos Pesqueiros. Brasília: MMA/SBF/GBA. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/secirm/sites/www.marinha.mil.br.secirm/files/mma-205_publicacao27072011042233.pdf.
- _____. 2022. Ministério do Meio Ambiente lança campanha para alertar turistas e pescadores sobre peixe-leão. MMA, Brasília, 11 fev. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/ministerio-do-meio-ambiente-lanca-campanha-para-aler>-tar-turistas-e-pescadores-sobre-peixe-leao. Acesso em abril 2022.
- Camargo, Y. R. R., et al. 2020. Diagnóstico ambiental do estuário do rio Tramandaí, litoral norte do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista CEPSUL: Biodiversidade e Conservação Marinha*, 9. DOI: 10.37002/re-vistacepsul.vol9.1625e2020002.
- Carboni, N. et al. 2010. Are some communities of the coastal dune zonation more susceptible to alien plant invasion? *Journal of Plant Ecology*, 3(2): 139-147. DOI: 10.1093/jpe/rtp037.
- Convenção Internacional sobre Diversidade Biológica (CDB), 1992 (ECO 92), Rio de Janeiro. Texto da Convenção. Nações Unidas: Rio de Janeiro. Disponível em: <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>
- Dechoum, M. et al. 2018. Citizen engagement on the management of non-native invasive species: Does it make a difference? *Biological Invasions*, pág. 1-15. DOI: 10.1007/s10530-018-1814-0.
- García-Díaz et al. 2020. Management Policies for Invasive Alien Species: Addressing the Impacts Rather than the Species. *BioScience*, XX: 1-12. DOI: doi:10.1093/biosci/biaa139.
- Gurevitch, J. & Padilla, D. 2004. Are invasive species a major cause of extinctions? *Trends in Ecology and Evolution*, vol. 19, nº. 9, pág. 470-474. DOI: 10.1016/j.tree.2004.07.005. In: Dueñas, N et al. 2021. The threat of invasive species to IUCN-listed critically endangered species: A systematic review. *Global Ecology & Conservation*, vol. 26, pág. 1-7.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2021. Estimativas da população residente com data de referência 1º de julho de 2020. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de População e Indicadores

- Sociais. IBGE: Brasil. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/panorama>. Acesso em mar. 2022. Acesso em 2021.
- Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. 2018. Plano de Ação Nacional para a Conservação dos Sistemas Lacustres e Lagunares do Sul do Brasil. Florianópolis: CEPSUL. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/pan/pan-lagoas-do-sul>. Acesso em 2021.
- International Union for Conservation of Nature. 2000. IUCN Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss Caused by Alien Invasive Species. Invasive Species Specialist Group (org.). Switzerland: IUCN. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/efiles/documents/Rep-2000-052.pdf>. Acesso em fev. 2022.
- Leão, T. *et al.* 2011. Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil: Contextualização, Manejo e Políticas Públicas. Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste e Instituto Hórus de Desenvolvimento e Conservação Ambiental. Recife, PE. 99 p. Disponível em: http://www.lerf.eco.br/img/publicacoes/2011_12%20Especies%20Exoticas%20Invasoras%20no%20Nordeste%20do%20Brasil.pdf. Acesso em out. 2021.
- Luz, F. 2019. Flora Nativa e Exótica das Dunas Frontais dos Balneários do Município de Osório - Rio Grande do Sul. Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas, Imbé - Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/206804>. Acesso em out. 2021.
- Measey, J. *et al.* 2019 The world needs BRICS countries to build capacity in invasion science. *PLOS Biology*, pág. 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000404>.
- Moura, N. S. V., *et al.* 2015. A Urbanização na Zona Costeira: Processos Locais e Regionais e as Transformações Ambientais – o caso do Litoral Norte do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Ciência e Natura, Santa Maria*, 37(42): 594-612. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/2179460X1>.
- Perrings, C., Mooney, H. & Williamson, M. 2010. Bio-invasions & Globalization - Ecology, Economics, Management, and Policy. In: The Problem of Biological Invasions. 1^a ed., Oxford Scholarship Online, Oxford. pág. 1-16. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199560158.001.0001.
- Rio Grande do Sul. Decreto nº. 51.797, de 8 de setembro de 2014. Declara as Espécies da Fauna Silvestre Ameaçadas de Extinção no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/filerepository/replegis/arquivos/dec%2051.797.pdf>. Acesso em 2021.
- _____. Decreto nº. 52.109, de 01 de dezembro de 2014. Declara as espécies da flora nativa ameaçadas de extinção no Estado do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.al.rs.gov.br/filerepository/repLegis/arquivos/DEC%2052.109.pdf>. Acesso em 2021.
- _____. Secretaria do Planejamento, Mobilidade e Desenvolvimento Regional / Fundação de Economia e Estatística (FEE). 2016. Estimativas para a população flutuante do Litoral Norte do RS / Pedro Tonon Zuanazzi, Mariana Bartels. - Porto Alegre: FEE. Disponível em: <https://xdocs.com.br/doc/20160711relatorio-populacao-flutuante-do-litoral-norte-loxw3wxvp3nx>. Acesso em 2021.
- _____. Secretaria Estadual de Meio Ambiente. 2013. Reconhece a Lista de Espécies Exóticas Invasoras do Estado do Rio Grande do Sul e demais classificações, estabelece normas de controle e dá outras providências. Portaria nº. 79, de 31 de outubro de 2013. Disponível em: <https://www.sema.rs.gov.br/upload/arquivos/201612/23180118-portaria-sema-79-de-2013-especies-exoticas-invasoras-rs.pdf>. Acesso em 2021.
- _____. 2021. Sistema de Informações Geográficas da Biodiversidade do Rio Grande do Sul (SIGBio-RS), Porto Alegre: SEMA. Disponível em: <https://sema.rs.gov.br/sigbio-rs>. Acesso em 2021.
- Rosa, L. S. & Cordazzo, C. V. 2007. Perturbações antrópicas na vegetação das Dunas da Praia do Cassino (RS). *Cadernos de Ecologia Aquática*, 2(2): 1-12.
- Sampaio, A. B. & Schmidt, I. B. 2013. Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais do Brasil. Biodiversidade Brasileira Bio-Brasil, vol. 2 (Número Temático: Diagnóstico e Controle de Espécies Exóticas Invasoras em Áreas Protegidas), pág. 32-49.
- Stešević, D. *et al.* 2017. Distribution of alien species along sand dune plant communities zonation. *Periodicum Biologorum*, vol. 119, nº. 4, pág. 239-249. DOI: 10.18054/pb.v119i4.4917.
- Tabajara, L. 2003. Interações onda-praia-duna e manejo das dunas das praias de Atlântida Sul e Mariápolis, RS. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil. In: LUZ,

- F. 2019. Flora Nativa e Exótica das Dunas Frontais dos Balneários do Município de Osório - Rio Grande do Sul. Trabalho de Conclusão de Curso em Ciências Biológicas, Imbé - Rio Grande do Sul. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/206804>.
- Vecchio, S., Pizzo, L. & Buffa, G. 2014. The response of plant community diversity to alien invasion: evidence from a sand dune time series. *Biodiversity and Conservation*, 24: 371-392. DOI: 10.1007/s10531-014-0814-3
- Zalba, S. & Ziller, S. 2007. Manejo adaptativo de espécies exóticas invasoras: colocando a teoria em prática. *Natureza & Conservação*, 5(2): 16-22.
- Ziller, S. & Zalba, S. 2007. Propostas de ação para prevenção e controle de espécies exóticas invasoras. *Natureza & Conservação*, 5(2): 8-15.
- Zenni, R. & Ziller, S. 2011. An overview of invasive plants in Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, 34(3): 431-446. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-8404201100030001>

