



Ministério da Saúde

FIOCRUZ
Fundação Oswaldo Cruz



ESCOLA POLITÉCNICA DE SAÚDE
JOAQUIM VENÂNCIO

Sophia Martins de Aguiar

O IMPACTO AMBIENTAL DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS EM AMBIENTES AQUÁTICOS

Rio de Janeiro
2022
Sophia Martins de Aguiar

O IMPACTO AMBIENTAL DE ESPÉCIES EXÓTICAS

Projeto de Monografia apresentado à Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio – Fundação Oswaldo Cruz (EPSJV-Fiocruz) como requisito parcial para aprovação no Curso Técnico em Biotecnologia.

Orientador(a): Flávio Paixão

Rio de Janeiro

2022

Sophia Martins de Aguiar

**O IMPACTO AMBIENTAL DE ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS EM AMBIENTES
AQUÁTICOS**

Projeto de Monografia apresentado como requisito
parcial para aprovação no Curso Técnico em
Biotecnologia em Saúde.

Aprovado em __/__/__.

BANCA EXAMINADORA

[Nome do/a Professor/a Orientador/a]
EPSJV/FIOCRUZ

Rio de Janeiro

2022

*Dedico esse trabalho a
todos que se aventurem a existir na Terra*

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio – Fundação Oswaldo Cruz (EPSJV-Fiocruz) pelo apoio institucional, pela oportunidade inesquecível de aprendizado e por despertar meu olhar para mim mesma como um indivíduo pensante.

Agradeço a banda Korn, por me ajudar a passar por todo esse percurso, a me concentrar em meus objetivos e pelas músicas que expressariam o que eu futuramente não poderia.

Agradeço ao meu orientador, e toda a sua paciência e compreensão sem limites, que me ajudou a chegar até aqui.

Agradeço a minha família e amigos, por terem escutado tanto sobre o *Pterois volitans*, mesmo não entendendo muito bem o porquê. Agradeço por sempre acreditarem em mim, mesmo quando eu não acreditei. Eu não mereço vocês.

*"a natureza que um dia você teve a intenção de
destruir, te perdoa, e lhe abraça em suas raízes
para ser parte dela novamente."*

(Luis Castillejos)

RESUMO

Este projeto possui como tema o impacto ambiental de espécies invasoras em ambientes aquáticos, com base na pergunta norteadora: "Por que mesmo sendo um problema antigo com soluções aparentes, continuamos encarando o mesmo problema?" Meu objetivo geral é entender o impacto dessas espécies em determinados ecossistemas através da revisão de literatura, estudando os casos do peixe-leão e do mexilhão dourado. Os objetivos específicos são: Descrever o conceito de espécies exóticas e apontar as principais que se encontram no Brasil; compreender os fatores que causam tais impactos; apresentar medidas de combate e prevenção. A monografia usará como estratégia de pesquisa a revisão da literatura por meio da busca nas bases de dados Scielo e Google Acadêmico, será composta por três capítulos referentes aos objetivos específicos. Os descritores são: espécies exóticas, impacto ambiental.

Palavras-chave: Espécies exóticas, Peixe-leão, mexilhão dourado

SUMÁRIO DE IMAGENS

FIGURA 1	18
FIGURA 2	22

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 O CONCEITO DE ESPÉCIES EXÓTICAS	12
2.1 O PROCESSO DE INVASÃO	12
2.2 O BRASIL E AS ESPÉCIES EXÓTICAS	14
2.2.1 HISTÓRICOS DE INVASÃO	15
3. ANÁLISE DO PEIXE-LEÃO E MEXILHÃO DOURADO	17
3.1 PEIXE-LEÃO	17
3.1.1 SOBRE A ESPÉCIE	18
3.1.2 MORFOLOGIA	18
3.1.3 PROCESSO DE INVASÃO	19
3.1.4 OS IMPACTOS	20
3.2 MEXILHÃO DOURADO	21
3.2.1 SOBRE A ESPÉCIE	21
3.2.2 MORFOLOGIA.....	21
3.2.3 PROCESSO DE INVASÃO	23
3.2.4 OS IMPACTOS	24
4. APRESENTAÇÃO DOS MÉTODOS DE COMBATE E MANEJO ..	25
4.1 PEIXE LEÃO.....	26

4.1.1	MEDIDAS	DE
MANEJO.....		26
4.1.2		MEDIDAS
PREVENTIVAS.....		26
4.1.3	MÉTODOS	DE
ERRADICAÇÃO.....		27
4.2	MEXILHÃO DOURADO.....	
		27
4.2.1	MEDIDAS DE MANEJO	
		27
4.2.2	MEDIDAS PREVENTIVAS	
		28
4.2.3	MÉTODOS	DE
.....	CONTROLE	E
	ERRADICAÇÃO
		28
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	
		30
6.	REFERÊNCIAS	31

1. INTRODUÇÃO

Espécies exóticas invasoras, são em sua totalidade, organismos que quando introduzidos fora de sua área de distribuição natural, se tornam ameaças para a diversidade biológica e aos serviços ecossistêmicos (IBAMA, 2019). Com isso, espécies exóticas podem e são consideradas a segunda maior causa de extinção de espécies no planeta – atrás apenas da ação humana –, afetando diretamente à biodiversidade, a economia e à saúde humana.

Os impactos ambientais, que por sua vez, são definidos como qualquer mudança nas propriedades físicas, químicas e biológicas do local. Tais mudanças podem afetar direta ou indiretamente a saúde, a segurança, o bem estar da população, atividades sociais e econômicas, a qualidade de qualquer categoria de recursos ambientais. Além, da biota — um conjunto de seres vivos de uma determinada região —, seja ela micro ou macro (SPADOTTO, 2002). Levando em consideração não apenas mudanças drásticas, mas sim alterações.

Impactos ambientais relacionados à espécies exóticas são de conhecimento do governo e da população a tempos, diversos casos já estiveram em análise e artigos foram publicados a respeito, e de certo modo, certas respostas já nos foram dadas a respeito de como agir. A problemática, sendo antiga, e tendo estudos e estratégias para combater tal problema, a questão central é simples.

Para sanar tal dúvida, pretendo fazer estudos de caso, desenvolvendo melhor tais ideias nos capítulos da monografia. O projeto estará baseado na abordagem qualitativa. Usará como estratégias de pesquisa a revisão da literatura por meio da busca nas bases de dados Scielo e Google Acadêmico. Também fez o uso da revisão bibliográfica de artigos referentes ao tema. A monografia foi composta por três capítulos, sendo eles referentes aos objetivos específicos.

Meu objetivo geral foi entender o impacto de espécies exóticas em determinados ecossistemas através do estudo dos casos do peixe-leão e do mexilhão-dourado, com forma de entendermos os impactos ambientais em sua magnitude e também as estratégias de prevenção para tal ocorrência. Já meus objetivos específicos foram: Apresentar o conceito de espécies exóticas com base nos casos do peixe leão e mexilhão dourado, compreender os fatores que causam tais impactos e apresentar as medidas de combate e mitigação das invasões.

2. O CONCEITO DE ESPÉCIES EXÓTICAS

Espécie invasora, exótica, alóctone, entre outros adjetivos, referem-se ao mesmo problema. São caracterizadas como espécie, subespécie ou a menor subdivisão de um táxon identificável encontrada fora de sua área de distribuição natural e/ou histórica (atual ou precedente) ou de potencial dispersão, fora da área que ocupa naturalmente ou que poderia ocupar sem a interferência humana. (SAMPAIO, 2013)

Essas invasões biológicas estão entre as maiores causas de perda de biodiversidade, ao passo que até mesmo áreas protegidas são afetadas com a óbvia alteração da composição de espécies. Para além de interferir em processos ecossistêmicos e também em casos extremos, causa a extinção de espécies nativas. Na maior parte dos casos, tais situações ocorrem por meio da ação humana, e dessa forma, tomamos grande responsabilidade nos impactos ambientais gerados por esses organismos invasores. Tais espécies são as principais causas de ameaça à integridade da diversidade biológica, em especial em Unidades de Conservação (UC) e ilhas oceânicas. Porém também geram impacto negativo em demais locais. (SAMPAIO, 2013)

Existem também espécies que não foram ainda registradas como invasoras em ambientes naturais do país. Nesse caso, devem ser identificadas como espécies de risco eminente de introdução e invasão, em caso de aproximação e possuem um histórico de invasão já relatado, registrado e consagrado em outros locais. Como exemplo, podemos citar o peixe-leão (*Pterois volitans*), o qual foi introduzido no Brasil como algo ornamental, porém já foi capturado na Reserva Extrativista de Arraial do Cabo. (ICMBIO, 2021)

Abordaremos mais sobre a espécie nos capítulos subsequentes a este. Por hora, vamos a fundo em entender como de fato um processo de invasão ocorre.

2.1 O PROCESSO DE INVASÃO

Quando idealizamos o conceito de uma espécie exótica invasora, é comum que não compreendamos exatamente sobre o que de fato se trata o termo. Não sendo simplesmente sobre um animal que adentrou no território alheio, como a intuição há de se pensar, algo direto e simples. Na verdade, é algo muito mais dinâmico e crescente, ocorrendo assim de maneira exponencial, do que algo estável. (ZILLER e ZALBA, 2007)

Por isso, é importante entender que quando uma espécie sai de sua posição nativa, e ultrapassa uma barreira que originalmente limitaria sua área de distribuição natural, ela não se torna instantaneamente invasora. Na verdade, existem três tipos de possibilidades do que de fato ocorrerá com

essa espécie. Pode ser que não sobreviva, uma vez que sai de sua área de distribuição natural. (ZILLER e ZALBA, 2007)

Isso pode ocorrer devido às barreiras ambientais de determinados locais, que dificultam e muito a sobrevivência de determinadas espécies. Barreiras essas como predadores, condições climáticas e solos diferenciados dos habituais. Além de agentes patógenos como parasitos e outros organismos. E então, caso superadas essas barreiras, há a segunda alternativa. Como espécie, pode ser que ela persista apenas localmente, mas não se multiplique e se espalhe. (ZILLER E ZALBA, 2007)

Novamente, todos os casos são casos distintos, uma vez que a taxa de estabelecimento e invasão por espécies exóticas é altamente variável e depende de condições ambientais específicas. Portanto, mesmo que uma espécie não expresse comportamento invasor no local, é alta a possibilidade de que se inicie ali também uma invasão, dependendo se, em um possível levantamento anterior, essa espécie demonstrou ou não comportamento invasor em qualquer outro local (ICMBIO, 2019).

Contanto, a terceira possibilidade é que ela se torna invasora. E para que isso ocorra, é necessário que haja a capacidade de se dispersar para além do ponto em que se infiltrou o ecossistema alheio. Com isso, é necessário que a espécie encontre métodos e meios de se propagar por áreas mais extensas, para que então seja considerada uma espécie invasora. (ZILLER e ZALBA, 2007)

Esses meios podem ser diversos fatores, entre eles, por ajuda indireta do ser humano — como a propagação de determinadas plantas em canais de irrigação —, ou por outros meios, como o vento ou em caso de animais, adaptação ao local, terminando assim a fase de latência. (ZILLER E ZALBA, 2007)

O sagui-de-tufo-preto (*Callithrix penicillata*), por exemplo, é um exemplo de adaptação ao local. Introduzidos com ação direta do homem, por meio do tráfico animal em meados da década de oitenta a noventa, culminou na introdução da espécie para a mata atlântica, junto do sagui-de-tufo-branco (*Callithrix jacchus*). Contudo, ambos tinham como origem o Nordeste brasileiro. (ZANON, 2020)

Trazidos por meio da ação humana, foram traficados em grande número, o que gerou a multiplicação dos saguis nas grandes cidades do sudeste. Ao serem introduzidos em outro local diferente de seu domínio natural, os saguis se depararam com outras duas espécies endêmicas também de saguis, naturalmente distribuídas por Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo. E devido a esse embate, atualmente ambas encontram-se na Lista Vermelha de Espécies Ameaçadas da União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN, em inglês). Essas espécies seriam o sagui-da-serra-escuro (*Callithrix aurita*) e o sagui-da-serra (*Callithrix flaviceps*). (ZANON, 2020)

Além de tal ameaça aos saguis nativos, os invasores também são responsáveis por outros desequilíbrios ambientais. Por seus hábitos alimentares diferenciados, há um impacto significativo na flora, uma vez que sua dieta possui uma série de frutos específicos. Porém também impacta a fauna, já que em sua dieta estão ovos e filhotes de pássaros. (ZANON, 2020)

Além disso, adaptam-se ao local, procriando não somente entre si, mas com os nativos. Um estudo liderado pela pesquisadora Joanna Malukiewicz revela que por meio do cruzamento, o material genético das espécies exóticas teve entrada na genética das espécies nativas. O que significa que quando as espécies nativas e as espécies exóticas cruzam, são capazes de gerar híbridos férteis, que proliferam naturalmente. Com isso, no sudeste possuímos uma mistura de saguis exóticos, nativos e híbridos. (ZANON, 2020)

As causas de invasões podem ser diversas, através de vetores e rotas de dispersão de espécies invasoras. Vetores, então, seriam os meios físicos pelos quais as espécies terão de ser transportadas para ir de um local ao outro, como o caso do mexilhão dourado, que chegou ao Brasil por meio da água de lastro que é despejada dos navios ao chegarem aos portos. Mas também podem ser considerados como vetores os cascos de navios, a areia, um maquinário agrícola e contêineres, por exemplo. (ZILLER e ZALBA, 2007)

Já as rotas de dispersão são rotas por onde as espécies podem viajar até determinado local, como vias aquáticas, rotas comerciais marítimas, rodovias e etc. Tanto vetores quanto rotas são importantes para fazer um levantamento sobre onde de fato essas espécies invasoras vêm, e para prever de onde chegariam novas espécies alóctones. (ZILLER e ZALBA, 2007)

2.2 O BRASIL E AS ESPÉCIES EXÓTICAS

É verdade que boa parte dos processos evolutivos durante a história do planeta deu-se devido ao grande movimento de transição entre espécies sobre o globo. Transitando entre distintos ambientes, ecossistemas e pontos geográficos. Entretanto, era superiormente lento em comparação com os últimos séculos, em que o homem passou a explorar o meio ambiente e caminhar para o que se tornaria a sociedade atualmente. Quando exploravam as rotas comerciais, meios de transporte e mais recentemente o turismo. Com o tempo, esses meios foram cada vez mais explorados, o que otimizou a velocidade em que as espécies se propagavam. (ZILLER e ZALBA, 2007)

Logo, não é tão simples traçar um histórico do mundo. Essa movimentação acelerada de espécies para fora de seus habitats naturais, acarretou nos processos de invasão biológica. Poderia se dizer então, que o Brasil foi acometido com uma intensa migração de espécies desde seu descobrimento.

Desde o século XVI então, houve no continente a transição de espécies exóticas desde que fora encontrado, com os colonizadores, em sua grande maioria. Um exemplo disso seria a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*). Originada de Nova Guiné, foi introduzida nas Américas em 1493, por Cristóvão Colombo, em sua segunda vinda ao continente, onde hoje seria a República Dominicana. Porém, ao

decorrer do tempo, com a descoberta e exploração do ouro e da prata nos territórios Asteca e Inca, já no início do século XVI, o cultivo da cana foi deixado de lado e somente em 1532 que a primeira muda de cana chegou de fato ao Brasil. (MACHADO, 2006)

Com isso, o cultivo começou na capitania de São Vicente, e desde então, a cana de açúcar passou a ser matéria prima para a produção de açúcar no Brasil, no primeiro engenho de açúcar do país. Nesse caso, assim como muitos outros, a cana de açúcar se adaptou ao território brasileiro graças a interferência humana, que se intensificou 50 anos após sua introdução, quando o país passou a monopolizar a produção de açúcar. (MACHADO, 2006)

Porém, o Brasil em sua realidade como um país que já foi colônia, possui uma vasta gama de casos de invasões, e uma maior ainda de introduções de espécies no território. Não podemos dizer com precisão se há um fluxo migratório e introdutório mais intenso do que países que não sofreram colonização, mas há fortes indícios.

Com isso, faremos então uma pequena linha do tempo com o recorte de certos casos que ocorreram.

2.2.1 HISTÓRICO DE INVASÕES

Certas datas se embaralham com o real momento em que as jaqueiras (*Artocarpus heterophyllus*) foram trazidas ao Brasil. Porém, acredita-se que esse feito tenha ocorrido em 1780.

Após devastar o Maciço da Tijuca para dar lugar à plantação comercial de algumas espécies, em especial o café, houve o reflorestamento. Restaurado como ecossistema florestal, com ajuda de outras espécies exóticas, e entre elas a jaqueira, que é nativa do sudeste asiático e Oceania. (FERREIRA e AVILA, 2019)

Entretanto, até o dia de hoje surgem-se dúvidas a respeito da invasão das jaqueiras, se realmente é uma planta invasora ou não, e quando ela invadiu ou não. Seriam necessários os registros de monitoramento fitossociológico¹ de longa duração, que nesse caso, são dados inexistentes. Isso se dá porque por muito tempo, para os antigos gestores de áreas protegidas, espécies exóticas se propagando não eram necessariamente um problema. Naquele momento, além de apreciação estética, não se era um tópico tão importante, e não se era considerado a corrente conservacionista. Com isso, a invisibilidade histórica do problema que constitui a jaqueira precisa ser problematizada. (FERREIRA e AVILA, 2019)

Todavia, diante da visão tradicional da biologia de conservação, a jaqueira já é considerada uma espécie invasora, e sua presença na Floresta da Tijuca é um bom indicador da ação humana na floresta,

¹ Fitossociologia é o estudo que permite descrever a estrutura de determinado povoamento florestal, e favorece a correlação de diferentes estruturas das populações de espécies vegetais. (LIMA, 2019)

tanto no passado quanto no presente. Especialmente porque estas espécies invasoras constituem um sistema emergente, com um grande potencial para prover serviços ecológicos importantes. (FERREIRA e AVILA, 2019)

Principalmente, considerando a jaca como uma fruta que possui diversos caroços, e cada jaqueira pode produzir anualmente de 50 a 100 frutos. Com isso, há uma grande quantidade de mudas por ano, que devem ser retiradas cautelosamente, para que não se espalhem exponencialmente e sufoquem as demais espécies presentes na Floresta da Tijuca. (FERREIRA e AVILA, 2019)

Acredita-se que o mosquito transmissor da dengue, *Aedes aegypti*, chegava ao Brasil por meio dos navios que traficavam escravizados. Originado do Egito, na África, o inseto vem se espalhando pelas regiões tropicais e subtropicais desde o século 16, mas não há ao certo uma data fixa a respeito de quando ele chegou por fim ao Brasil. (FIOCRUZ, 2013)

Por mais que o conheçamos atualmente como o portador do vírus da dengue, zika e Chikungunya, o primeiro caso de Dengue registrado no país ocorreu no final do século XIX, em Curitiba (PR), e no início do próximo século, em Niterói (RJ). (FIOCRUZ, 2013)

Entretanto, a dengue não era a maior preocupação durante aquele tempo, já que o mosquito carregava consigo também o vírus da febre amarela, e no início do século XX, causou um sério problema. Com a epidemia de febre amarela, foram tomadas medidas para erradicação do vetor em território nacional, e de fato conseguiram em 1955, porém não por muito tempo, já que no final da década de sessenta, foi indicado novamente o retorno do vetor, presente novamente. Atualmente, o mosquito é encontrado em todos os estados brasileiros, sendo nas Américas, o único mosquito envolvido na transmissão da dengue. Hoje em dia, considera-se praticamente impossível sua erradicação, entre demais motivos, ligado ao crescimento desordenado da população, assim como a ocupação desordenada e a falta de infraestrutura nos grandes centros urbanos. O que também dificulta o enfrentamento de tal inseto seria a industrialização, já que os produtos descartáveis que são produzidos, são eliminados de forma incorreta e acabam por se transformarem em possíveis focos para a multiplicação do vetor. (FIOCRUZ, 2013)

A princípio, os ovos não são colocados diretamente na água, mas a milímetros acima, e recipientes que acumulem água. Desse jeito, quando chove, os ovos entram em contato com a água da chuva e eclodem poucos minutos após. Dentre cinco a sete dias, as larvas do mosquito passam por quatro fases até dar origem a um novo mosquito. A densidade natural do *A. aegypti* é mais elevada durante o verão, já que há maior pluviosidade durante o verão, que aumenta então os possíveis focos, onde a fêmea poderá deixar seus ovos, além das altas temperaturas, que acabam por acelerar o desenvolvimento e a transição entre as fases de ovo até o mosquito estar completamente formado. (FIOCRUZ, 2013)

A doença no Brasil apresenta ciclos endêmicos e epidêmicos, com intervalos de quatro a cinco anos. Desde a introdução do vírus no país através do vetor, mais de sete milhões de casos foram

notificados. E até hoje, as doenças transmitidas pelo mosquito causam um impacto sério na vida de crianças que foram afetadas com a microcefalia através do vírus Zika. (FIOCRUZ, 2013)

Um pouco mais a frente, nos anos oitenta, foi trazido para o Brasil o molusco terrestre *Achatina fulica*. Popularmente conhecido como Caramujo Gigante Africano, é uma espécie de caracol de origem do Leste da África, que foi introduzido em diversos países. Atualmente é reconhecido como uma das espécies invasoras mais notáveis do mundo, por causar impactos ambientais, econômicos e sociais, mediante à saúde pública. No Brasil, já foi notada a presença do caramujo africano em 23 estados, porém, atualmente populações do caramujo africano podem ser encontradas em abundância em municípios do litoral e no interior. Aparecem em focos principalmente em locais com clima quente e úmido, ocorrendo em focos de infestação principalmente, como quintais, hortas, jardins e terrenos baldios. (PARANÁ, 2010)

O caramujo *A. fulica* é hermafrodita, mas dificilmente ocorre a autofecundação, portanto, para que a reprodução aconteça, é preciso que um caramujo encontre outro parceiro para copular. Como essa espécie reproduz-se majoritariamente durante o verão, e durante todo o ano em locais quentes e úmidos, o que explica sua infestação ocorrendo durante estações mais quentes. Pouco tempo após a cópula, os ovos são postos no solo. Cada reprodução pode render de dez a quatrocentos ovos, além de serem realizadas várias vezes ao longo do ano, uma ou duas vezes ao mês. Com isso, são necessários poucos indivíduos para "colonizar" uma área em um curto período de tempo. (PARANÁ, 2010)

Finalizando, o maior prejuízo causado pelo caramujo africano é a perda de biodiversidade. Agindo no ambiente como uma espécie exótica invasora que compete com as espécies nativas por espaço e alimento, logo, durante o processo de competição, o *A. fulica* se supera em tamanho, resistência e por não possuir um predador natural, o que explicaria sua taxa de reprodução exponencial. Entretanto, outro problema considerável é que o caramujo pode servir como vetor para doenças, se tornando hospedeiro de vários parasitos. Mas além disso, quando mortos, podem ser utilizadas suas conchas vazias como aculadores de água, se tornando também um foco para a reprodução de mosquitos. (PARANÁ, 2010)

As espécies invasoras estão presentes em praticamente todos os ecossistemas, ameaçando a sobrevivência de espécies nativas e o equilíbrio de ecossistemas. No Brasil, até o ano de 2019, foram identificadas e classificadas como invasoras cerca de 365 espécies, sendo em sua maioria – mas não tão grande maioria – composta por fauna (IBAMA, 2019). Com isso, resolvi fazer um recorte de duas espécies em evidência no atual cenário em que se encontra o ecossistema brasileiro.

3. ANÁLISE DO PEIXE-LEÃO E MEXILHÃO DOURADO

3.1 — PEIXE-LEÃO

3.1.1 — SOBRE A ESPÉCIE

Por mais que a imagem mental de um peixe-leão seja o conceito de uma única espécie, o "peixe-leão" é um nome popular atribuído a peixes do gênero *Pterois*, que são espécies recifais, os quais são originários do Indo-Pacífico. O exemplar mais conhecido do gênero é o *Pterois volitans*, inclusive sendo essa a espécie identificada no Brasil. Por ser um peixe com características precatórias impactantes para a fauna dos recifes em que habita e invade, sua expansão territorial vem sendo estudada e monitorada através dos anos. (ICMBIO, 2020)

É descrito como uma das espécies que causa maior dano à fauna marinha durante seu processo de invasão. São predadores generalistas, o que implica na capacidade de consumir uma grande quantidade e variedade de peixes nativos, o que poderia até mesmo acarretar em extinções locais. Equipados de espinhos ao decorrer de seu corpo, a aparência específica atrai o olhar de diversos aquaristas ao redor do mundo. (ICMBIO, 2020)

3.1.2 – MORFOLOGIA

É um gênero de peixes com características morfológicas únicas, o que torna mais fácil a diferenciação entre eles e os demais peixes. Os padrões em seus corpos com linhas vermelhas e alaranjadas, linhas brancas e amarronzadas podem variar de acordo com a espécie e o ambiente em que é avistado. Em áreas estuarinas e com menos visibilidade, podem possuir uma coloração mais escura, já indivíduos em ambientes com mais luz e uma boa visibilidade, apresentam o contrário — tons mais claros. (ICMBIO, 2020)

Apresenta o corpo repleto de espinhos, sendo cerca de 13 em sua nadadeira dorsal, um em cada nadadeira pélvica e três na nadadeira anal. Por eles, inocula uma toxina capaz de causar dor, náuseas e convulsões em humanos, utilizada para capturar suas presas. (ICMBIO, 2020)

Figura 1 – Peixe-leão fotografado de lado



Fonte: iStock photo

Podem crescer até 47 centímetros e serem encontrados majoritariamente em zonas oceânicas epipelágicas, mas também podem ser avistados no início da mesopelágica, a trezentos metros de profundidade. (LUCAS et al. 2021)

3.1.3 — O PROCESSO DE INVASÃO

Vindo originalmente dos oceanos Índico e Pacífico, acredita-se que os primeiros do gênero *Pterois* foram vistos no Atlântico foram reportados próximos à costa da Flórida, no ano de 1985, devido ao movimento de aquarismo crescente, que movia peixes exóticos de diversas partes do mundo. Acredita-se que foram soltos na costa. Com isso, o despejo desses animais no oceano teria se dado no primeiro avistamento do animal. Não muito tempo após, no início dos anos 2000, duas espécies desse gênero, *Pterois volitans* e *Pterois miles*, que já eram bem recorrentes e comuns no litoral Leste dos Estados Unidos, haviam chegado nas Bahamas, e posteriormente chegou ao litoral do Caribe e Golfo do México até 2010, se estabelecendo com sucesso. (LUCAS et al. 2021)

O estabelecimento do peixe em tais locais e sua expansão para além de seus limites nativos progrediu extraordinariamente rápido. Em menos de trinta anos, a distribuição no nordeste do Atlântico expandiu em uma área de aproximadamente 7.3 milhões km². (LUCAS et al. 2021).

Quando chegaram ao Brasil, sua invasão já era algo esperado, especialmente por não serem o primeiro caso de peixes recifais com procedência caribenha no litoral brasileiro. Especialmente quando ocorre uma troca de espécies entre os litorais ao longo do tempo. Troca essa que ocorre entre o Norte e Sul do Atlântico devido aos rios Amazonas e Orinoco. Porém, esse caminho acaba soando como um filtro devido às plumas dos rios, o que deixa o trecho um tanto insalubre para as diferentes espécies que por ali passam. A "barreira amazônica" acaba se caracterizando como a maior barreira biogeográfica marinha, formada pela combinação das descargas de água doce dos rios, o que separa as províncias Caribenhas e Brasileiras, do Atlântico do norte e sul. (LUCAS et al. 2021)

A barreira em si é formada pela maior descarga de água doce e sedimentos, se alongando por cerca de 2300 km da costa do nordeste da América do Sul. As plumas produzem mudanças notáveis nas propriedades físico-químicas das águas costeiras da área. Essas alterações reduzem a conectividade entre as populações de organismos marinhos do norte e sul do Atlântico, funcionando assim como uma barreira costeira que contém o habitat apropriado para apenas uma pequena parcela de organismos que conseguem viver em águas de baixa salinidade, pH alterado e alta turbidez. (LUCAS et al. 2021)

Entretanto, essas trocas de espécies entre norte e sul ainda podem ocorrer, e se dão de duas formas: em períodos de deglaciação ou quando a espécie possui um conjunto de características que a ajuda a suportar uma série de condições extremas que abrangem a condição dos rios.

Nesse caso, o peixe-leão agrega-se ao segundo caso, sendo capaz de resistir a uma ampla faixa de profundidade, podendo alcançar até 300 metros abaixo da superfície, toleram águas de baixa salinidade, turvas, de pH variado e de diversas temperaturas. Além de outros fatores como uma boa capacidade natatória e poder se alimentar de grande parte dos organismos presentes no ecossistema em que invadem. (ICMBIO, 2020)

Com isso, o peixe torna-se um invasor de grande periculosidade para a fauna local.

Nos últimos dez anos desde que o peixe-leão atingiu o sul do Caribe, apenas um único indivíduo foi avistado na costa brasileira. Como foi observado longe da barreira amazônica, não se sabia ao certo se aquele exemplar seria o resultado do despejo feito por um aquarista ou de fato uma invasão do peixe. É provável que o motivo da demora para o *P. volitans* expandir para a parte sudeste do Atlântico seja justamente a barreira, mesmo que seja um peixe resistente. (LUIZ et al. 2021)

No ano de 2015, foi avistado um exemplar em águas brasileiras, em Arraial do Cabo, quatorze meses após o primeiro ser relatado no sul do Atlântico. O peixe foi fotografado por um mergulhador, próximo à Cabo Frio. No dia seguinte, equipes apareceram para capturar o peixe, mas não pôde ser encontrado novamente. (LUIZ et al. 2021)

Em 2020, foram observados três indivíduos em águas brasileiras: o primeiro foi observado em setembro, fazendo o uso de uma manzuá — adicionar nota de rodapé —, durante uma pesca comercial. Já o segundo exemplar foi coletado junto a outro animal, porém não foi fotografado. (LUIZ et al. 2021)

Em Fernando de Noronha, um arquipélago localizado a 345 km da costa nordestina brasileira, um exemplar adulto foi observado em dezembro de 2020. Foi coletado próximo ao norte da ilha principal do arquipélago. Foi avistado e capturado por uma equipe local de turismo e mergulho, em um recife chamado "Laje dos Cabos". (LUIZ et al. 2021)

Por ser um local sem lojas de peixes para aquarismo, é entendido que esse peixe haveria chegado até a área como um organismo ou larva pelágica. Isso se devia ao fato de Fernando de Noronha ter fortes ligações com a província Caribenha, ultrapassando às vezes o continente brasileiro. (LUIZ et al. 2021)

3.1.4 — OS IMPACTOS

Quando o nordeste do Atlântico foi invadido pelo *P. volitans*, foi considerado e anunciado como a invasão marinha mais danosa da história. O peixe-leão é um predador generalista muito sucessivo em suas caçadas. Comparado com predadores nativos, o peixe apresenta um meio de locomoção e características morfológicas diferentes, que até então não existiam no Atlântico. Com isso, instiga baixas respostas das presas expostas ao novo predador. (Luiz et al. 2021)

Diferentemente das espécies nativas do Caribe, que não possuem um grande risco de extinção, já que se distribuem de forma extensa pelo norte do Atlântico. Porém não pode ser dito o mesmo do Brasil, que possui espécies que se disponibilizam geograficamente em ilhas oceânicas. Um terço de todas as espécies endêmicas do sul do Atlântico são distribuídas em pequenas e remotas ilhas oceânicas. Algumas são consideradas até espécies que possuem os menores alcances geográficos como espécies marinhas conhecidas. Esses pequenos espaços geográficos abrigam diversas espécies, sendo um desses espaços o arquipélago de Fernando de Noronha. (LUIZ et al. 2021)

Em um possível cenário onde o peixe-leão consiga de fato popular estas ilhas do mesmo modo que populou densamente o Caribe com sua chegada, extinções entre as espécies endêmicas na fauna brasileira são uma possibilidade. Extinções essas que possuem uma taxa de probabilidade menor na costa continental, já que as espécies nativas da costa brasileira possuem um distribuição e alcance muito maior em relação às espécies das ilhas oceânicas, assim como superam em números de população. (LUIZ et al. 2021)

É acreditado que a presença do peixe-leão nas águas costeiras brasileiras possuirá um impacto similar ao ocorrido no nordeste do Atlântico, o que incluiria redução da população das presas com a consequência da redução de comida para predadores nativos. Desse modo, causando um efeito "cascata" na cadeia trófica, e a queda de a redução de diversas espécies comercialmente importantes para a pescaria. Tudo isso, mediante a condição direta de predação e competição do peixe-leão com outros predadores locais. (LUIZ et al. 2021)

3.2 MEXILHÃO DOURADO

3.2.1 SOBRE A ESPÉCIE

O mexilhão-dourado (*Limnoperna fortunei*) é um molusco bivalve tem sua origem restrita à China, porém se expandiu para outros países da Ásia. O molusco está cada vez mais se tornando uma espécie invasora ao redor do mundo, e está atraindo olhares de diversos pesquisadores brasileiros desde a década de 80. Chegando a partir da água de lastro de navios, atualmente é encontrado na América latina, tendo seu ponto de entrada pela Argentina. Do país vizinho, chegou ao Brasil, e atualmente é encontrado em quase toda região Sul e em alguns pontos do Sudeste e Centro-Oeste. É uma das duas espécies de mexilhões de água doce da família Mytilidae, onde sua maior parte está representada por mexilhões que habitam oceanos e estuários. (BARBOSA, 2013)

3.2.2 – MORFOLOGIA

O *L. fortunei* é um molusco bivalve, o que significa que possui o corpo protegido por duas valvas. Assim como os demais bivalves, o mexilhão dourado possui duas valvas. Essas valvas possuem formato triangular modioliforme, variando entre 2,5cm e 6cm. A coloração externa das conchas variam entre o marrom-escuro e o esverdeado, enquanto a parte interna da concha atribui uma coloração próxima do castanho-claro abaixo da carena, o que atribui ao mexilhão uma cor levemente próxima do violeta em certas ocasiões. (IBAMA, 2020)

Figura 2 – valvas do *Limnoperna fortunei*



Fonte: U.S. Fish and Wildlife Service

Apresenta sífões curtos, que consistem basicamente em aberturas simples entre as duas conchas, desprovidas de tentáculos ou papilas. Possuem brânquias, e quanto a isso o *L. fortunei* possui cílios filtradores que se organizam em correntes para filtrar e selecionar partículas e levá-las até os papos labiais, e de lá, encaminhar até a boca. (IBAMA, 2020)

Indivíduos maiores de cinco milímetros atingem a maturidade sexual, o que leva cerca de três a quatro meses para ocorrer. Não existe tanta recorrência de hermafroditismo entre os exemplares da espécie, entretanto a taxa não ultrapassa os 0,6%. Nos ínfimos casos, os gametas ficam separados ao serem desenvolvidos em folículos distintos, impossibilitando a autofecundação. O *L. fortunei* possui uma reprodução contínua, com picos de fecundação entre a primavera e o final do verão. A produção das larvas ocorre em cerca de seis a dez meses ao ano. Porém, isso tende a mudar à medida que o local em que se estabelece oferece uma opção climática diferente. Por exemplo, no Japão a reprodução se restringe a ocorrer apenas de um a dois meses, sendo os meses mais quentes. Esse fator faz com que o Brasil sofra com uma taxa elevada da reprodução da espécie, tendo as condições climáticas perfeitas. (IBAMA, 2020)

3.2.3 – PROCESSO DE INVASÃO

O mexilhão-dourado é uma espécie de água doce pouco seletiva quanto ao seu habitat natural, e com isso, o *L. fortunei* colonizou diversos ambientes aquáticos na América do Sul, entre eles lagos, córregos, lagoas costeiras e rios. Atualmente, podem ser encontrados em diversos habitats – sejam eles micro ou meso –, sendo antes ocupados por organismos não formadores de crosta. Mesmo sendo seletivo quanto aos valores de salinidade da água, espalha-se com facilidade, devido aos seus métodos de reprodução e sua resiliência. (IBAMA, 2020)

Quando em córregos e rios, o mexilhão dourado ocorre tanto em corredeiras quanto no remanso de rios, fixado nos substratos endurecidos quando submersos. Já em lagos e lagoas costeiras, pode se encontrado tanto em zonas próximas quanto afastadas da superfície, fixados em substratos rígidos ou em outros animais de carapaça rígida que permitem a fixação através dos fios de bisso, que estão presentes em organismos bivalves, os auxiliando no processo de fixação. Entretanto, a ocorrência em zonas mais profundas tende a ser de menor número quando comparada com a incidência próxima a superfície, às vezes tendendo ao zero dependendo da profundidade do corpo lântico. Em sistemas deltaicos, são comumente encontrados em canais distributários, com ramificações, anexados a macrófitas aquáticas. Quando há inundação de grandes rios, tendem a ocorrer em baías. (ICMBIO, 2018)

Em represas, a distribuição dependerá da profundidade do rio, da constituição do substrato em que o *L. fortunei* irá se fixar e do fluxo da água, podendo variar sua profundidade para até 14 metros em substratos formados de areia, seixo e fundo rochoso. Em lagoas, a distribuição salina influencia nos habitats, com isso, há mais predominância em locais que há limnificação de estuários. Quando há entrada de cunha salina, o índice de mortalidade é alto. (IBAMA, 2020)

Durante a fase larval, o mexilhão dourado ocupa a coluna d'água em que se encontra, e nessa fase, podem chegar a atingir trinta mil indivíduos por metro cúbico, possuindo uma certa flutuação sazonal, uma vez que há ausência de larvas em meses frios, assim como em quentes demais, quando o nível da água está mais baixo. Entretanto, na fase adulta, os indivíduos preferem um substrato mais consolidado, mas não possuem uma preferência estrita. Entre esses substratos estão os costões e fundos rochosos, vegetação ribeirinha e conchas de crustáceos. Quanto a substratos construídos pelo homem também são colonizados pela espécie, entre eles estão grandes turbinas estacas, paredões de concreto e barcos. (IBAMA, 2020)

O *L. fortunei* possui alta tolerância à poluição da água e a concentrações de cálcio muito baixas, o que favorece em sua colonização de águas pobres em cálcio de lagos e rios brasileiros. Requer temperatura mínima de quinze graus para se reproduzir, possui resistência a valores contínuos de

salinidade de 2% e descontínuos de até 23%, se tornando uma espécie invasora bem resistente e de difícil controle. (IBAMA, 2020)

O mexilhão-dourado foi introduzido de forma não intencional via água de lastro, resistindo ao transporte e estabelecendo populações inicialmente no estuário do rio La Plata, localizado na Argentina. Dentro do continente, a dispersão da espécie deu-se devido a uma ampla gama de vetores relacionados à ação humana. A partir de tal ponto, se dispersou através da Bacia do Prata, entre outras, causando impactos ambientais e econômicos. Acredita-se que seu local de origem tenha sido restrito à Bacia do Rio Pearly, localizado na China, e foi transferido para outros pontos em rios próximos através de navios durante as décadas de 60 e 70. Após os anos 80, a espécie começou a expandir ainda mais sua distribuição geográfica para as bacias dos rios Amarelo, Huaihe e Haihe, para Tianjin, uma cidade ao mar de Bohai localizada ao norte da China, e áreas em torno de Pequim. Da década de oitenta até o início dos anos 2000, a espécie se espalhou para outros pontos da Ásia. (IBAMA, 2020)

Porém, a espécie estava introduzida na América do Sul desde o início da década de 90, onde houve seus primeiros registros, sendo seu primeiro registro feito em Balneário Blagliardi, que fica no estuário do Rio La Plata. No Brasil, os primeiros indivíduos foram registrados em 1998, no Rio Grande do Sul, no lago Guaíba, na lagoa Mirim e no Delta Jacuí. Do início dos anos 2000 até o início dos anos 2010, a dispersão do *L. fortunei* atingiu outros estados do Sul e uma parte de São Paulo, através do Rio Tietê. (IBAMA, 2020)

3.2.4 — OS IMPACTOS

As populações invasoras do *L. fortunei* afetam direta e indiretamente em diversos corpos hídricos, e na biodiversidade que são impactados por esses corpos. (IBAMA, 2020)

Macrófitas são, como o nome sugere, plantas aquáticas que são possíveis de se ver a olho nu. São classificadas de acordo com seu grau de adaptação em meio aquático, podendo variar entre serem submersas, emergentes, com folhas flutuantes e flutuantes livres. Tais plantas desempenham um papel importante como bioindicadores, uma vez que dependendo da quantidade de matéria orgânica, pode culminar no estímulo de produção de mais algas e macrófitas. (PET, 2020)

O mexilhão dourado, nesse caso, contribui para a deterioração do ecossistema, uma vez que a presença de muitos indivíduos aumenta a quantidade de matéria orgânica do meio aquático, por meio da liberação de fezes e pseudofezes. O acúmulo de pseudofezes impediu a circulação do oxigênio, acarretando no apodrecimento de raízes rizomas. Essa ação acarreta o impacto na vida de diversos pescadores, diminuindo os recursos pesqueiros locais devido à redução de habitat para a reprodução de espécies de peixes que despertam um certo interesse comercial. (ICMBIO, 2020)

Assim como o mexilhão-zebra (*Dreissena polymorpha*), o *L. fortunei* afeta diretamente os fitoplanctons e os zooplanctons locais, causando a decadência de biomassa no ecossistema, além de causar mudanças na composição e na produtividade. Tal impacto sobre a comunidade de fitoplanctons é considerado grave, já que o mexilhão dourado se alimenta mais de fitoplanctons, em uma espécie de pastagem seletiva. Entretanto, a densidade das larvas do mexilhão dourado excede a soma da densidade de rotíferos e crustáceos zooplanctônicos, durante um período de 8 a 9 meses, quando a espécie invasora se torna dominante, devido seus hábitos reprodutivos. Com isso, acabam entrando em competição por recursos alimentares com os demais indivíduos. (IBAMA, 2020)

O *L. fortunei* afeta organismos associados com o habitat de fundo dos rios e lagos, consolidados a substratos e rochas ou não consolidados – fauna bentônica –, em especial, tal fauna localizada nas margens. Esse impacto acarreta no incremento de diversidade e densidade de organismos, como ocorreu anteriormente com *D. polymorpha*. O molusco também impacta na concentração de matéria orgânica particulada no corpo d'água, além de elevarem os teores de amônia, nitrato, fosfato e com isso aumenta a relação fósforo e nitrogênio. Ademais, causam o aumento da transparência da água e diminuição da produtividade primária. (IBAMA, 2020)

O mexilhão dourado é considerado uma espécie engenheira devido às alterações estruturais que podem causar impactos devido a sua alta capacidade de filtração; a clarificação do corpo d'água que causa o aumento da penetração da luz, crescimento de macrófitas aquáticas submersas e alterações na comunidade planctônica. Além disso, intensificar a ciclagem de nutrientes com a produção de grande quantidade de material orgânico, fornecendo habitats e recursos alimentares para organismos bentônicos escavadores; também há alterações estruturais em função dos aglomerados de conchas, devido a maior disponibilidade de substratos duros e aumento da fauna móvel e a diminuição da fauna endêmica. Com o aumento da quantidade de conchas, há a diminuição do fluxo da água. Certos impactos sobre a produção de aglomerados podem gerar o aumento de peixes onívoros, competição de bivalves nativos e a degradação de raízes de junco devido seu apodrecimento, como citado anteriormente. (IBAMA, 2020)

Além dos impactos no ecossistema em que a espécie invasora se instala, os impactos econômicos afetam em grande escala o setor elétrico, devido a danificação de equipamentos e redução de eficiência da geração de energia. Entretanto, a presença do *L. fortunei* também afeta a navegação, pesca, piscicultura e captação e tratamento de água. (IBAMA, 2020)

4. APRESENTAÇÃO DOS MÉTODOS DE COMBATE E MANEJO.

Este capítulo servirá como uma apresentação das medidas de combate, controle e mitigação das espécies exóticas que foram abordadas no capítulo anterior.

4.1 — PEIXE LEÃO

4.1.1 — MEDIDAS DE MANEJO

Segundo o ICMBio, o manejo do peixe-leão deverá seguir um protocolo de captura com a finalidade de padronizar o método amostral do peixe-leão nas Unidades de Conservação. Este protocolo de captura está no Guia Estratégico para pesquisa, manejo e atividade de interpretação ambiental sobre o peixe. (ICMBIO, 2021)

De acordo com o guia, uma vez que o ICMBio ou o grupo de pesquisa for notificado sobre o avistamento de um peixe-leão, o órgão deve providenciar a operação de captura no local do avistamento. Havendo oportunidade, os responsáveis pela operação deverão solicitar o apoio da embarcação, e/ou da pessoa que realizou o avistamento exato do indivíduo. A equipe deve ter pelo menos dois mergulhadores que tenham credenciamento adequado (de Advanced Open Water para realizar mergulho profundo) e que tenham sido treinados para usar um arpão, arbalète ou outro equipamento similar. O equipamento para a operação deve ser preparado e mantido atualizado para fazer o trabalho de forma eficaz. (ICMBIO, 2021)

4.1.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

Informações sobre os impactos das espécies do gênero Pterois devem ser divulgadas ao público em geral, especialmente aquaristas e locais de comércio de aquarismo, para evitar que soltem no mar por falta de conhecimento. Também devem ser divulgadas informações sobre a ilegalidade e impactos ambientais da introdução de espécies exóticas. As ações preventivas podem incluir a conscientização de pescadores, mergulhadores e ribeirinhos sobre a necessidade de retirar o peixe-leão encontrado no oceano, bem como o registro das coordenadas geográficas da ocorrência e seu repasse aos gestores públicos. Quando poucos indivíduos isolados são observados, eles devem ser eliminados o mais rápido possível para evitar o estabelecimento de uma população viável. Se a erradicação não for possível, todos os esforços devem ser feitos para avaliar a taxa e a direção da propagação para evitar a invasão de novas áreas e seus impactos ecológicos associados. Os monitoramentos e capturas são feitos em sua maioria com busca ativa através do mergulho autônomo, que é a principal forma de identificação de novas ocorrências (ICMBIO, 2021)

4.1.3 MÉTODOS DE CONTROLE E ERRADICAÇÃO

O controle físico é o melhor método indicado. Porém, devido aos espinhos venenosos do peixe-leão, o controle deve ser feito com cuidado para evitar acidentes. O treinamento específico é essencial para garantir a segurança do controlador. O comportamento diurno sedentário do peixe-leão facilita sua identificação e captura, mas ele pode se mover rapidamente e escapar com facilidade. A captura é feita por mergulhadores, preferencialmente com redes, mas também pode ser feita com arpão. Instrumentos como linhas, anzóis e armadilhas de queda podem ser usados em áreas com alta densidade de espécies. Portanto, requer treinamento e experiência dos mergulhadores. Este método não deve ser realizado por pessoas não treinadas para evitar impactos no fundo do mar devido a danos em corais ou outros peixes. (ICMBIO, 2020)

O uso de redes de mão (redes de mão) é possível principalmente em áreas onde a caça submarina é restrita. A rede é mais eficaz para peixes pequenos, para os quais a captura com lança ou arpão é menos eficaz. As redes são geralmente feitas com armação de alumínio e malha de vinil transparente ou com armação de acrílico e malha de monofilamento. (ICMBIO, 2021)

Não existem armadilhas seletivas para capturar peixe-leão (em que outras espécies não são capturadas), então a captura acidental de espécies nativas é alta em relação ao número de peixes-leão capturados. As capturas de peixe-leão com anzol e linha em recifes rasos são raras; no entanto, capturas acidentais em águas profundas (150-200 m) e capturas pouco frequentes em águas rasas por pescadores esportivos foram relatadas. Assim, esses métodos não devem ser usados principalmente para controlar o peixe-leão, principalmente no caso de populações pequenas, quando os indivíduos são difíceis de localizar. (ICMBIO, 2021)

Após a captura, o peixe-leão deve ser transferido para um recipiente de armazenamento subaquático apropriado — em casos de captura em áreas profundas — ou para um recipiente de armazenamento de superfície. O uso de equipamentos de segurança, como luvas resistentes a cortes ou perfurações de espinhos de peixe-leão, é fundamental para a captura, para minimizar picadas e permitir o manuseio seguro durante a coleta, manuseio e preparo para disposição final. (ICMBIO, 2021)

4.2 MEXILHÃO DOURADO

4.2.1 MEDIDAS DE MANEJO

Existem diversas medidas de manejo e controle da população de *L. fortunei*. De acordo com o Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento de Mexilhão-dourado no Brasil, as ações de

prevenção são de suma importância para conter a dispersão do mexilhão-dourado para as bacias hidrográficas não contaminadas no Brasil. Tais medidas devem envolver diferentes atores da sociedade e serem implementadas anteriormente à detecção da espécie invasora, com a finalidade de alertar para os principais vetores de dispersão, que são em sua maioria decorrentes de atividades humanas. (IBAMA, 2020)

4.2.2 MEDIDAS PREVENTIVAS

Nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Goiânia, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, onde a ocorrência do *L. fortunei* é mais expressiva, há uma série de medidas preventivas baseadas na conscientização, com ações integradas, utilizando diversos meios de comunicação como rádio, televisão e internet. As ações foram realizadas em grandes festivais de pesca e festas regionais, com auxílio de autoridades locais, educadores, gestores e artistas. Além disso, uma série de palestras e materiais educativos foi distribuída à rede pública de educação. (IBAMA, 2020)

4.2.3 MÉTODOS DE CONTROLE E ERRADICAÇÃO

Devido a rápida dispersão de indivíduos no território brasileiro, não existem casos de erradicação da espécie. Porém existem diversos métodos de controle, uma vez que combater a propagação de mais exemplares tornou-se prioridade. (IBAMA, 2020)

O controle físico é utilizado com frequência, através de remoções mecânicas, bombas de alta pressão, ondas sonoras, radiação ultravioleta e por meio de revestimentos anti-incrustantes, sem a utilização de biocidas. (IBAMA, 2020)

Uma forma de controle físico é a remoção mecânica por raspagem, com o uso de robôs ou mergulhadores, sendo este último amplamente utilizado pelas empresas públicas de captação e tratamento de água do Rio Grande do Sul. Entretanto, esse tipo de controle danifica as superfícies dos materiais e pode abrir precedentes para correção, além do alto custo e tempo requerido para mancar, o que requer a parada do equipamento. (IBAMA, 2020)

No guia também é sugerida a prevenção com a filtragem da água. O autor sugere filtros de areia ou filtros mecânicos para remoção de larvas de mexilhão em plantas industriais, utilizando um tamanho de para de 150 µm. É uma forma eficaz de tratamento com resultados satisfatórios. (IBAMA, 2020)

O jateamento também é uma das formas de processamento, e é uma forma de processamento reativo, em que o controle físico pode ser feito por jateamento, utilizando bombas de alta pressão. É um excelente recurso para remover mofo aderido a equipamentos, superfícies metálicas e concreto. A medida

é eficaz, mas exige atenção especial ao descarte dos mexilhões retirados, que devem ser descartados em terra para evitar o aumento da matéria orgânica e, portanto, da demanda bioquímica de oxigênio no ambiente aquático. Revestimentos anti-incrustantes com diferentes formulações biocidas à base de cobre e zinco foram testados para o controle do mexilhão dourado. Porém, não apresentaram resultados satisfatórios, já que o crescimento de biofilmes nos espécimes revestidos com essas tintas foi acompanhado de incrustações do mexilhão dourado. (IBAMA, 2020)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, ao fim das pesquisas, concluí que o resultado havia sido parcialmente satisfatório. Por mais que houvesse o alcance dos objetivos no decorrer dos capítulos, houve uma diferença notável entre a quantidade de informações dispostas sobre os casos do Peixe-leão e os casos a respeito do *L. fortunei*. Não é possível dizer com exatidão o porquê, mas mediante a permanência do mexilhão dourado, e por ser um problema extremamente notável, a espécie ganhar uma atenção maior dos pesquisadores não seria espanto, uma vez que atinge locais de extrema importância econômica como hidrelétricas. Mesmo que o *P. volitans* não tenha o mesmo tempo de “permanência” em solo brasileiro, as pesquisas a respeito do peixe quando postas em comparativo com a quantidade de pesquisas para o mexilhão dourado, são muito escassas.

Há uma espécie de juízo de valores que mal se camufla em relação a esse fato. Não é surpresa alguma que a espécie invasora conhecida como “o inimigo das indústrias” – o mexilhão – fosse priorizado ao extremo, enquanto “o inimigo dos pescadores locais” que dependem de uma fauna equilibrada para conseguir tirar do mar o seu sustento, fosse uma espécie que os métodos de manejo se resumem apenas ao combate imediato, de retirar o peixe ao encontrá-lo – caso encontrá-lo. Não que o peixe leão seja uma espécie mais “importante de se considerar” do que o mexilhão dourado. Ambas são invasoras e impactam locais diferentes, e devem ser levadas a sério igualmente.

Para finalizar, foi possível notar que através da história de colonização do Brasil, a terra, a fauna e a flora foram severamente maltratadas pelos colonizadores. Não havia o sentimento de cuidado que migrou para o país durante sua época de colônia e é uma prática perigosa que persiste silenciosamente na mente dos brasileiros mal informados. E por isso, a conscientização funciona como um método eficaz de prevenção. A amazônia estar queimando no norte do país, por exemplo, não impede de impactar alguém que mora no sul do país. Talvez devamos começar a agir mais como os moradores originais desse país, tratar nossa casa como nossa de fato, e não como uma casa emprestada.

Somos filhos dessa terra, devemos honrá-la como mãe.

6. REFERÊNCIAS

Artigos:

ÁVILA, Isabel et al. História ambiental da jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* LAM.) No maciço da Tijuca: Introdução, Distribuição e Produção de novos Ecossistemas.

BARBOSA, Fabiana G. The scientific literature on *Limnoperna fortunei* (Dunker 1857) from 1982 to 2012. 2013

Lima, R., et al. Análise fitossociológica de um trecho de floresta ombrófila densa na Amazônia Oriental. *Revista Arquivos Científicos (IMMES)*, 2(2), 89-100. 2019

LUIZ, Osmar J. et al. Multiple lionfish (*Pterois* spp.) new occurrences along the Brazilian coast confirm the invasion pathway into the Southwestern Atlantic. 2021

IBAMA, Plano Nacional de Prevenção, Controle e Monitoramento no Brasil. 2020

IBAMA, Sobre as Espécies Exóticas Invasoras. 2019

ICMBIO, Guia Estratégico para pesquisa, manejo e atividade de interpretação ambiental sobre o Peixe-leão. 2021

JUNIOR, Vidal Haddad. Infecções cutâneas e acidentes por animais traumatizantes e venenosos ocorridos em aquários comerciais e domésticos no Brasil: descrição de 18 casos e revisão do tema. 2004

SAMPAIO, Alexandre Bonesso et al. Espécies Exóticas Invasoras em Unidades de Conservação Federais do Brasil. 2013

SPADOTTO, C.A. Classificação de Impacto Ambiental. Comitê de Meio Ambiente, Sociedade Brasileira da Ciência das Plantas Daninhas. 2002

ZALBA, Sérgio et al. Propostas de ação para a prevenção do controle de espécies exóticas invasoras. 2007

Material da Internet

FIOCRUZ, **Aedes aegypti, introdução dos aspectos científicos do vetor.** 2013. Disponível em: <http://auladengue.ioc.fiocruz.br/?p=68>

PET, **Importância das macrófitas aquáticas na engenharia sanitária e ambiental.** 2020. Disponível em: <https://petesa.eng.ufba.br/blog/importancia-das-macrofitas-aquaticas-na-engenharia-sanitaria-e-ambiental>

Sibélia Zanon, **Vítimas do tráfico, saguis invasores podem levar macacos da Mata Atlântica à extinção**. 2020. Disponível em:
<<https://brasil.mongabay.com/2020/10/vitimas-do-traffic-saguis-invasores-podem-levar-macacos-da-mata-atlantica-a-extincao/>>.

União Nacional da Bioenergia, **A História da Cana-de-açúcar - Da Antiguidade aos Dias Atuais**. 2003. Disponível em:

<<https://www.udop.com.br/noticia/2003/01/01/a-historia-da-cana-de-acucar-da-antiguidade-aos-dias-atuais.html>>

Secretaria da Saúde do Estado do Paraná, **Caramujo Africano (Achatina fulica)**. 2010. Disponível em:

<<https://www.saude.pr.gov.br/Pagina/Caramujo-Africano-Achatina-fulica>>