



Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Departamento de Biociências
Curso de Ecologia

Filipe Mateus de Oliveira Costa

**PADRÕES ESPACIAIS E DIRECIONADORES DE INVASÕES DE PEIXES
ALIENÍGENAS NA ECORREGIÃO CAATINGA NORDESTE E DRENAGENS
COSTEIRAS**

MOSSORÓ-RN

2023

Filipe Mateus de Oliveira Costa

**PADRÕES ESPACIAIS E DIRECIONADORES DE INVASÕES DE
PEIXES ALIENÍGENAS NA ECORREGIÃO CAATINGA NORDESTE E
DRENAGENS COSTEIRAS**

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA,
Campus Mossoró para a obtenção do título de
Ecólogo

Orientador(a): Dr. Rodrigo Fernandes

MOSSORÓ-RN

2023

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C837p Costa, Filipe Mateus de Oliveira .

PADRÕES ESPACIAIS E DIRECIONADORES DE INVASÕES
DE PEIXES ALIENÍGENAS NA ECORREGIÃO CAATINGA

NORDESTE E DRENAGENS COSTEIRAS / Filipe Mateus de
Oliveira Costa. - 2023.

28 f. : il.

Orientador: Rodrigo Fernandes.

- Universidade Federal Rural do Semi-árido, --
Selecione um Curso ou Programa--, 2023.

1. pressão de propágulos. 2. repovoamento. 3.
transposição hidrológica. 4. heterogeneidade
espacial. I. Fernandes, Rodrigo, orient. II.
Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo) autor(a).

Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva

CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

FILIPPE MATEUS DE OLIVEIRA COSTA

Monografia apresentada à Universidade
Federal Rural do Semi-Árido – UFRSA,
Campus Mossoró para a obtenção do título de
Ecólogo

APROVADO EM: 10/ 05/ 2023

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 RODRIGO FERNANDES
Data: 24/05/2023 10:01:47-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Dr. Rodrigo Fernandes – UFRSA

Presidente

EVELINE:

Assinado digitalmente por EVELINE
ND: CN=EVELINE.03928868985, OU=UFRSA -
Universidade Federal Rural Do Semi-Arido, O=ICPEdu, C=
BR
Razão:
Localização:
Data: 2023.05.25 13:28:14-03'00'
Foxit PDF Reader Versão: 12.1.0

Dra. Eveline de Almeida Ferreira – UFRSA

Primeiro Membro

Dr. James Lucas da Costa Lima – UFRSA

Segundo Membro

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais, pela educação, confiança e apoio que depositaram em mim ao longo de toda minha trajetória acadêmica.

Ao meu orientador Rodrigo Fernandes pelos ensinamentos, paciência, confiança, oportunidade e por ser uma referência para mim. Sem sua orientação não seria possível concluir esta pesquisa. E pelo churrasco, oferecido também por Eveline Almeida.

A pessoas que me ajudaram por todo esse percurso acadêmico através de conversas e de companhias em campo e no RU como: Vitória, Neudo, Arthur, Gabi, Juliana, Guilherme, Thiara, Izabya, a duas pessoas que juntos formamos os melhores grupos de trabalho e de conversa Tayonara e Kauane que também se tornaram as melhores amizades que fiz na ecologia. Também a pessoas que me ajudaram muito no começo e se afastaram um pouco, Kevyn, Hélio, Thereza Jeamylle e João.

Aos professores do curso de Ecologia da UFRSA, pelo suporte e a dedicação ao ensino proporcionados por eles, como: Rodrigo Fernandes (novamente), Luciana Paiva, Vitor Lunardi, Darius Pukenis, Airton Torres, Eulene da Silva, Eveline Almeida, Milena Wachlevski, Michael Hrcir e James Costa Lima.

Aos amigos que me distanciei um pouco, mas que sempre vou lembrar, Felipe, Zé Vito, Pedim e João Paulo.

Também a Gabigol, Bruno, Arrascaeta e grande parte do elenco durante este período, as grandes conquistas rubro negras que proporcionaram diversas alegrias não só a mim, como a toda nação rubro negra.

Agradeço também a cada membro da banca por aceitarem participar deste momento e por todas as contribuições sugeridas.

Por fim, a Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFRSA) e ao Laboratório de Ecologia de Comunidades e de Paisagens (LECOMP) pela e infraestrutura no desenvolvimento da pesquisa.

RESUMO

Nesse estudo investigamos os padrões espaciais e direcionadores de invasão de espécies alienígenas de 38 bacias de drenagem da ecorregião Caatinga Nordeste e Drenagens Costeiras (ECNDC), uma importante área prioritária de conservação da biodiversidade aquática global. Usando um extensivo banco de dados de museus ictiológicos brasileiros, construímos uma abrangente matriz de ocorrência de espécies de água doce por bacia de drenagem. Identificamos também os principais vetores de introdução de espécies alienígenas, revisando a literatura e consultando especialistas da região. Por fim, analisamos a relação entre a variação da riqueza de espécies alienígenas e um conjunto de variáveis explanatórias associadas indiretamente à pressão de propágulos, processos ambientais abióticos e bióticos. Encontramos um total de 102 espécies de água doce, das quais 19 são alienígenas. *Oreochromis niloticus* e *Poecilia reticulata* foram as espécies com maior distribuição espacial, ocorrendo em mais de 65% das bacias de drenagem. Em relação às possíveis origens das espécies alienígenas, a atividade de estocagem de peixes foi associada à introdução da maioria das espécies (10 espécies), seguido pelo aquarismo (sete espécies), conexão com o rio São Francisco (duas espécies) e controle biológico (uma espécie). Um modelo de regressão de mínimos quadrados parciais demonstrou que a combinação linear entre as variáveis explanatórias explicou 67% da variação espacial da riqueza de espécies alienígenas. Esse modelo prediz que bacias com maiores tamanhos (área e amplitude de altitude), maiores tamanhos da população humana residente nas bacias, número de barragens suportam mais espécies alienígenas. Nossos resultados produzem evidência que processos associados à pressão de propágulos e heterogeneidade ambiental são importantes direcionadores da invasão de espécies alienígenas na ECNDC. Considerando as pressões políticas e da sociedade para o desenvolvimento socioeconômico regional, manutenção e estímulo de ampliação de programas municipais de repovoamento com espécies alienígenas e permanência de conexão entre bacias com faunas de peixes dissimilares (transposição do rio São Francisco), predizemos maiores níveis futuros de introdução de espécies alienígenas na ECNDC.

Palavras-chave: pressão de propágulos, repovoamento, transposição hidrológica, heterogeneidade espacial.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Distribuição espacial das bacias de drenagem da ecorregião Caatinga Nordeste e Drenagens Costeiras (ECNDC). 1 - Abiaí, 2 - Acaraú, 3 - Apodi/Mossoró, 4 - Boqueirão, 5 - Camaragibe, 6 - Camaratuba, 7 - Capibaribe, 8 - Catú, 9 - Ceará Mirim, 10 - CELMM, 11 - Coreaú, 12 - Coruripe, 13 - Curimataú, 14 - Curu, 15 - Goiana, 16 - Gramame, 17 - Ipojuca, 18 - Jacú, 19 - Jaguaribe, 20 - Litoral-CE, 21 - Litoral-Norte, 22 - Mamanguape, 23 - Maxaranguape, 24 - Metropolitana, 25 - Miriri, 26 - Mundaú, 27 - Paraíba, 28 - Paraíba do Norte, 29 - Pirangi, 30 - Piranhas Açu, 31 - Potengi, 32 - Pratagi, 33 - Punaú, 34 - Rio Doce, 35 - São Miguel, 36 - Sirinhaém, 37 - Trairí e 38 – Una..... 13

Figura 2 – Distribuição espacial da 1) riqueza de espécies alienígenas, 2) nativas e 3) de proporção de espécies alienígenas na ecorregião Caatinga Nordeste e Drenagens Costeiras. 16

Figura 3 – Frequência relativa de ocorrência de espécies alienígenas de bacias de drenagem da ecorregião Caatinga Nordeste e Drenagens Costeiras..... 17

Figura 4 – Frequência absoluta de espécies associadas à cada vetor de introdução em bacias de drenagem da ecorregião Caatinga Nordeste e Drenagens Costeiras. 18

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados do modelo de regressão de mínimos quadrados parciais entre variáveis explanatórias (modelo PAB) e a riqueza de espécies alienígenas em bacias de drenagem da ecorregião Caatinga Nordeste e Drenagens Costeiras	19
--	----

LISTA DE ABREVIACÕES

DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas

ECNDC - Ecorregião Aquática Caatinga Nordeste e Drenagens Costeiras.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

PIB - Produto Interno Bruto.

PLSR - Regressão de mínimos quadrados parciais.

SNISB - Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens.

UFBA - Universidade Federal da Bahia.

UFPB - Universidade Federal da Paraíba.

UFRN - Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

UFRS - Universidade Federal de Sergipe.

Sumário

INTRODUÇÃO	11
MATERIAL E MÉTODOS	13
Área de estudo	13
Distribuição espacial das espécies de peixes	14
Vetores de introdução de espécies alienígenas	14
Direcionadores dos padrões espaciais de invasão	15
Análise de dados	15
RESULTADOS	16
Padrões espaciais de riqueza e distribuição de espécies alienígenas	16
Vetores de introdução de espécies alienígenas	17
DISCUSSÃO	19
REFERÊNCIAS	22
ANEXO I	25

INTRODUÇÃO

A prática de introdução de espécies pode ser datada há cerca de 100 mil anos, quando se iniciaram as migrações humanas pelo globo, e está intimamente associada ao desenvolvimento evolutivo e social das populações humanas (MCNEELY, 2001). Entretanto, processos associados à globalização e facilidades de transporte têm aumentado drasticamente as taxas atuais de introdução de espécies (DAVIS, 2009), e como resultado, espécies invasoras representam um dos principais fatores associados a perda de biodiversidade local e regional (homogeneização biótica) (CLAVERO; GARCÍA-BERTHOU, 2005; DAVIS, 2009; VITULE; PRODOCIMO, 2012). Nesse contexto, a identificação de padrões espaciais de invasão e a compreensão dos seus processos determinantes servem como informações fundamentais na elaboração de planos de avaliação de risco e de manejo da fauna silvestre (BUENO et al., 2021), principalmente em regiões tropicais mega diversas.

Peixes de água doce estão entre os vertebrados mais amplamente introduzidos em todo planeta (LEPRIEUR et al., 2008) e esses processos estão ligados a diversas atividades humanas (vetores de introdução), tais como: controle biológico, conservação de espécies por razões culturais ou religiosas, piscicultura ou até mesmo por escape de atividade de aquarismo (SASANAMI et al., 2021). A importância desses vetores na introdução de espécies varia entre diferentes regiões (SOUZA; CALAZANS; SILVA, 2009). Por exemplo, alguns estudos têm demonstrado que a ictiofauna alienígena dos reservatórios da região neotropical, é influenciada por introduções associadas à piscicultura local (NAYLOR; WILLIAMS; STRONG, 2001; ORTEGA et al., 2015), enquanto que em lagos europeus o aquarismo é um vetor importante para introdução de peixes alienígenas (COPP; WESLEY; VILIZZI, 2005). Além disso, alterações antrópicas induzidas com a construção de barragens são também associadas a introdução de espécies não nativas. Um exemplo disso é documentado para a barragem de Itaipu, pois após sua construção, pesquisadores observaram um aumento no número de espécies não nativas, bem como redução no tamanho corporal médio de espécies nativas (VITULE; SKÓRA; ABILHOA, 2012). O reconhecimento da importância relativa de diferentes vetores é essencial, porque ajuda a direcionar esforços em atividades de fiscalização e controle de espécies invasoras (ABELL et al., 2008; GILMAN; ABELL; WILLIAMS, 2004).

Além do conhecimento dos vetores de introdução, é essencial identificar quais mecanismos explicam a susceptibilidade dos ecossistemas à novas invasoras (DAVIS, 2009). A identificação desses processos é complexa, porque o sucesso de estabelecimento de uma

espécie alienígena depende da combinação de múltiplos fatores que ocorrem em diferentes escalas de tempo e espaço. Como resultado, existem dezenas de hipóteses que tentam explicar o sucesso de invasão (LEPRIEUR et al., 2008). Recentemente, (CATFORD; JANSSON; NILSSON, 2009) resumiram várias hipóteses dentro de um único modelo, denominado PAB. De acordo com o modelo PAB, o sucesso de estabelecimento de espécies alienígenas é uma combinação entre pressão de propágulos (P), fatores ambientais abióticos (A) e bióticos (B). O modelo PAB tem explicado padrões de invasão de peixes de água doce em vários ecossistemas temperados, mas até o momento, pouco é conhecido sobre a sua aplicação em ecossistemas tropicais. Essa informação é importante, porque ajudaria a compreender o potencial de generalização do modelo.

A Ecorregião Aquática Caatinga Nordeste e Drenagens Costeiras (ECNDC) é uma das 49 ecorregiões prioritárias para a conservação da biodiversidade aquática global (ABELL et al., 2008), devido ao endemismo em sua fauna de peixes de água doce (BERBEL-FILHO et al., 2018). A região tem um longo histórico de introduções de espécies de peixes alienígenas, associado principalmente à necessidade de produção de alimentos para mitigação dos efeitos das secas sazonais e suprasazonais (ROSA et al., 2003). Apesar desse histórico e importância da ECNDC para a conservação da fauna de peixes, informações sobre os padrões de distribuição de espécies alienígenas, vetores de introdução e mecanismos associados ao estabelecimento de espécies de peixes ainda são desconhecidos. Essa lacuna de conhecimento prejudica a avaliação da atual extensão da invasão de peixes de água doce em amplas escalas espaciais, bem como avaliar o risco potencial que essas espécies podem causar sobre a fauna endêmica da ECNDC.

Nesse estudo, investigamos os padrões de distribuição espacial de espécies alienígenas da ECNDC, bem como mecanismos direcionadores de introdução dessas espécies. Adicionalmente, avaliamos a aplicação do modelo PAB na explicação dos padrões de riqueza de peixes alienígenas. Mais especificadamente, nossos objetivos foram responder as seguintes questões: 1) Qual a composição da fauna de peixes alienígenas e sua distribuição? 2) Quais são os vetores de introdução e suas importâncias relativas? 3) Qual a relação entre variáveis associadas ao modelo PAB e a riqueza de peixes alienígenas?

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

Nosso estudo foi conduzido em 38 bacias de drenagens contidas na ECNDC, as quais abrangem aproximadamente 85% da área total da ecorregião (Figura 1). A ecorregião está inserida predominantemente no Nordeste Brasileiro, no domínio do bioma Caatinga e trechos remanescentes de Floresta Atlântica. O clima regional predominante é semiárido, marcado pela alternância sazonal de períodos chuvosos entre os meses de novembro e maio e períodos secos de junho a dezembro (ROSA et al., 2003). Como resultado desse regime hidrológico, a ECNDC é composta por bacias de pequeno e médio porte, marcadas por uma dinâmica de intermitência nos rios (ROSA et al., 2003; SARMENTO-SOARES et al., 2017). Além da fragmentação natural imposta pela seca sazonal, a maioria das bacias de ECNDC tem conectividade hidrológica limitada devido ao elevado número de barragens construídos com a finalidade de armazenar água para múltiplos usos (ex. abastecimento, irrigação, aquicultura).



Figura 1 – Distribuição espacial das bacias de drenagem da ecorregião Caatinga Nordeste e Drenagens Costeiras (ECNDC). 1 - Abiaí, 2 - Acaraú, 3 - Apodi/Mossoró, 4 - Boqueirão, 5 - Camaragibe, 6 - Camaratuba, 7 - Capibaribe, 8 - Catú, 9 - Ceará Mirim, 10 - CELMM, 11 -

Coreaú, 12 - Coruripe, 13 - Curimataú, 14 - Curu, 15 - Goiana, 16 - Gramame, 17 - Ipojuca, 18 - Jacú, 19 - Jaguaribe, 20 - Litoral-CE, 21 - Litoral-Norte, 22 - Mamanguape, 23 - Maxaranguape, 24 - Metropolitana, 25 - Miriri, 26 - Mundaú, 27 - Paraíba, 28 - Paraíba do Norte, 29 - Pirangi, 30 - Piranhas Açu, 31 - Potengi, 32 - Prategi, 33 - Punaú, 34 - Rio Doce, 35 - São Miguel, 36 - Sirinhaém, 37 - Trairí e 38 - Una

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS ESPÉCIES DE PEIXES

Construímos uma matriz com a distribuição espacial e composição das assembleias de peixes das bacias selecionadas através da compilação de registros georreferenciados de ocorrência das espécies, disponíveis no portal digital Species Link (<http://www.splink.org.br/>) e de material depositado nos museus ictiológicos da Universidade Federal da Bahia (UFBA), Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), e Universidade Federal de Sergipe (UFS) (dados não disponíveis online). O conjunto dos dados depositados nessas coleções ictiológicas, abriga a melhor descrição de registros de ocorrência da região (LIMA et al. 2017).

Como todas as bacias selecionadas apresentam estuários, espécies marinhas, anádromas e catádromas apareceram na nossa primeira filtragem. Entretanto, as removemos das listas finais e mantivemos somente as de água doce. Seguindo LIMA et al. (2017) classificamos cada espécie de peixes de água doce registrada em relação a sua origem biogeográfica em: nativa ou alienígena.

Informações sobre o status de invasão de cada espécie alienígena em cada bacia são insuficientes. Similarmente à outros estudos, usamos a riqueza de espécies alienígenas como uma aproximação (*proxy*) da magnitude de invasão de cada bacia.

VETORES DE INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES ALIENÍGENAS

Investigamos os principais vetores de introdução das espécies alienígenas registradas, usando informações da literatura científica, relatórios técnicos e consulta com taxonomistas da UFPB. Informações sobre os vetores de introdução para cada bacia são inexistentes, mas nossa revisão dá uma noção geral mais abrangente do número de vetores e importância relativa deles para toda a ECNDC.

DIRECIONADORES DOS PADRÕES ESPACIAIS DE INVASÃO

Usamos um conjunto de variáveis explanatórias para representar os mecanismos do modelo PAB, os quais têm sido usados também em outros trabalhos similares (CATFORD; JANSSEN; NILSSON, 2009). Para quantificar indiretamente a importância da pressão de propágulos (P), usamos os valores da população humana total, produto interno bruto e número de barragens para cada bacia de drenagem. Os valores do tamanho de população humana e PIB por bacia foram obtidos a partir de banco de dados do censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). O número de barragens por bacia foi estimado através do banco de dados do Relatório de Segurança de Barragens do Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens (SNISB). Para quantificar a variação abiótica (A), usamos a precipitação anual média (mm), área das bacias (km²), amplitude de altitude (m) e temperatura anual média (°C) por bacia de drenagem. A precipitação e a temperatura foram calculadas a partir de imagens raster da plataforma WorldClim (<https://www.worldclim.org/>) e a amplitude por imagens raster da plataforma TOPODATA do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Por fim, usamos o número de espécies de peixes nativas para representar a variação biótica (B) de cada bacia de drenagem.

ANÁLISE DE DADOS

Usamos distribuições de frequências relativa e absoluta, respectivamente, para descrever os padrões de invasão das espécies alienígenas e importância dos vetores de introdução.

Utilizamos uma regressão de mínimos quadrados parciais (PLSR) para avaliar as relações entre as variáveis explanatórias (modelo PAB) e a riqueza de espécies alienígena. Modelos de PLSR são recomendados em casos em que o número de variáveis explanatórias é aproximado ou maior que o número de observações, ou quando ocorre uma elevada colinearidade entre suas variáveis explanatórias, que é o que ocorre neste estudo (CARRASCAL; GALVÁN; GORDO, 2009). Além disso o teste consegue identificar as cargas positivas ou negativas da relação entre as variáveis explanatórias e os eixos da PLRS, o que ajuda a compreender indiretamente, a importância relativa das variáveis explanatórias na variação da riqueza de espécies alienígenas. A PLSR apresenta resultados mais estáveis, pois retira uma multicolinearidade removendo a inflação dos coeficientes e previne problema de sobre ajuste. A partir da análise, separamos os componentes principais por uma validação

cruzada, pois ela consegue calcular a capacidade preditiva dos modelos para assim determinar o número apropriado de componentes a serem utilizados. Após isso, utilizamos estimadores de *Jackknife* para avaliar quais variáveis explanatórias tiveram maior contribuição na variação de riqueza de espécies de peixes alienígenas (MARTENS; MARTENS, 2000).

RESULTADOS

PADRÕES ESPACIAIS DE RIQUEZA E DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES ALIENÍGENAS

Registramos ao todo, a ocorrência de 102 espécies de peixes de água doce, das quais 81% são nativas e 19% alienígenas (ANEXO I). O conjunto de alienígenas foi composto por oito espécies da família Cichlidae, as famílias Anostomidae, Poeciliidae e Serrasalminidae foram representadas por duas espécies cada e as famílias Characidae, Clariidae, Engraulidae, Osphronemidae e Sciaenidae, foram representadas por 1 espécie de cada (Figura 2).

Espécies alienígenas foram registradas em 89% das bacias de drenagem, com uma a riqueza média observada de três espécies por bacia ($DP = 2,7$, amplitude = 12 - 0), o que representou em média de 14% do pool regional (Figura 2).

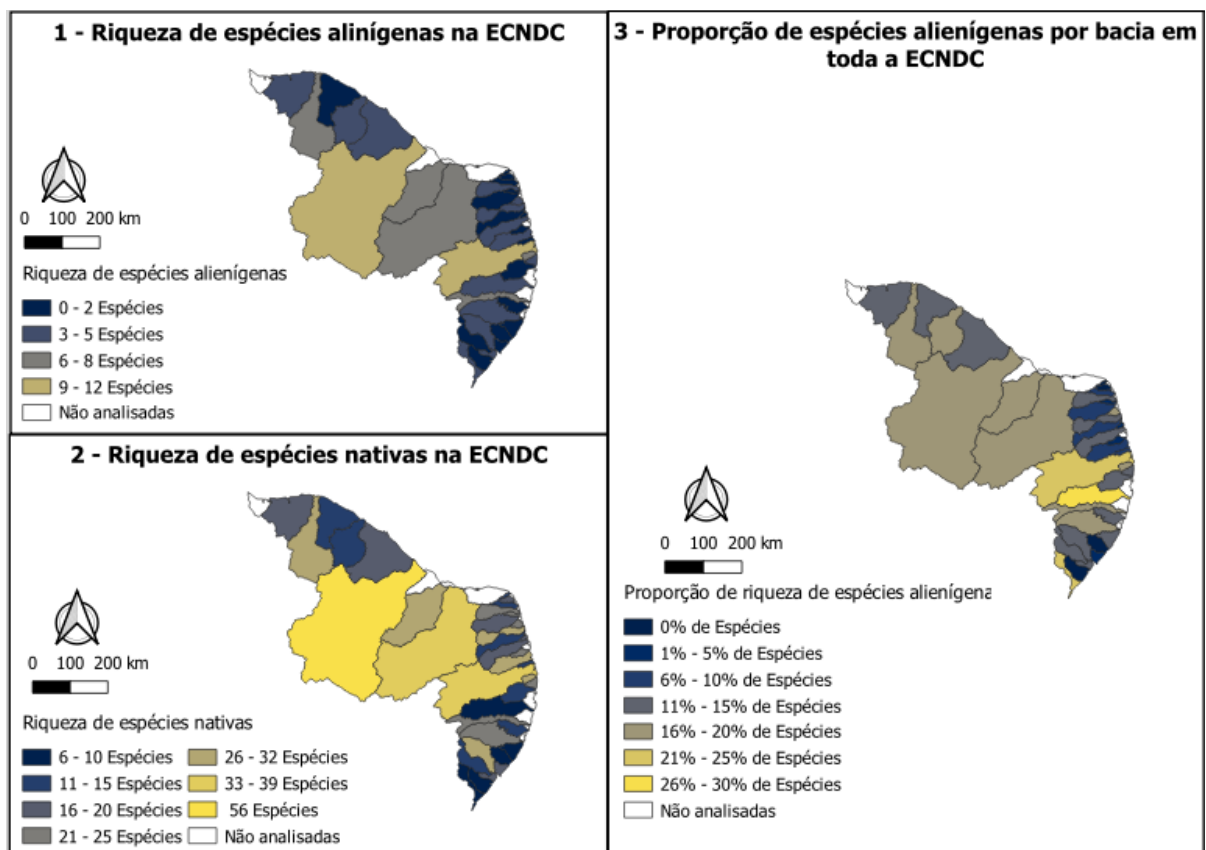


Figura 2 – Distribuição espacial das espécies de peixes de água doce da Ecorregião Caatinga Nordeste e Drenagens Costeiras. 1) Riqueza de espécies alienígenas. 2) Riqueza de espécies nativas. 3) Proporção de espécies alienígenas por bacias.

Dentre as espécies registradas, *Poecilia reticulata* (presente em 71% das bacias) e *Oreochromis niloticus* (em 68%) apresentaram as maiores amplitudes de distribuição, enquanto as demais espécies foram registradas em menos de 35% das bacias (Figura 3).

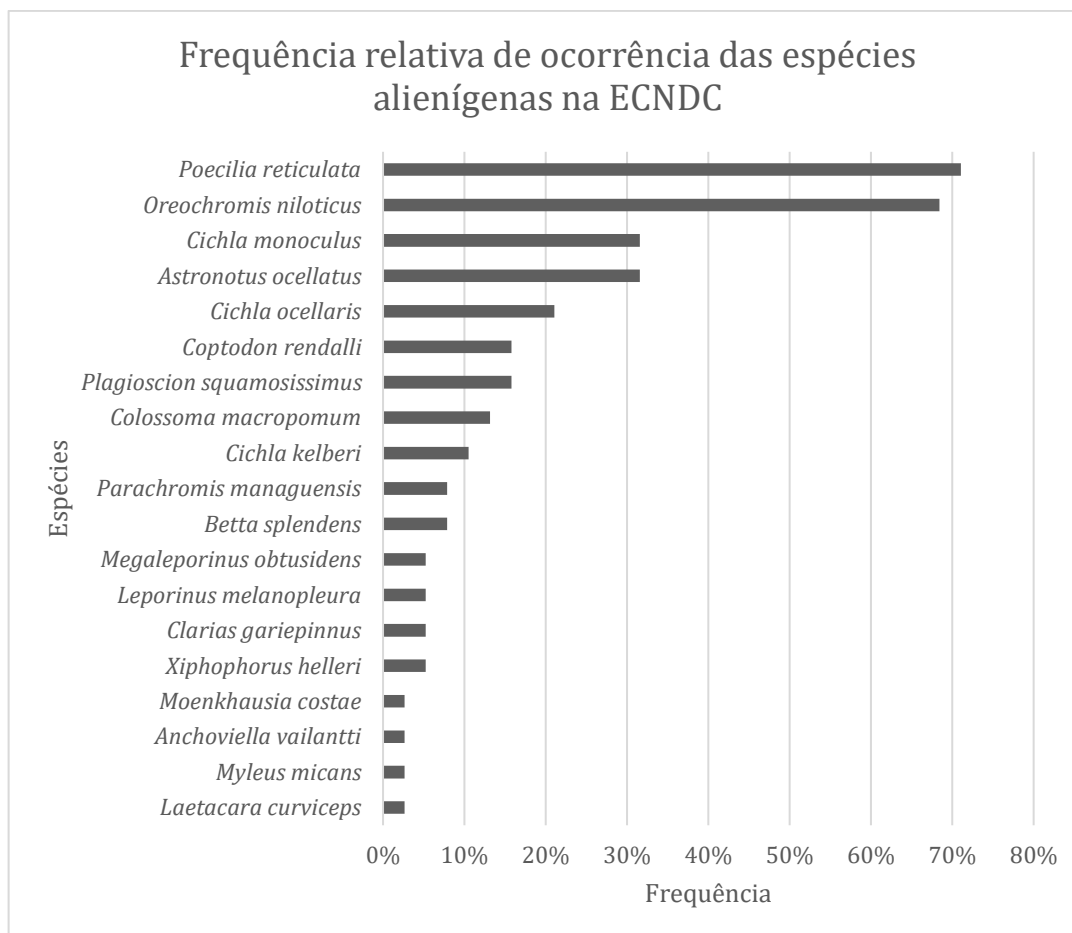


Figura 3 – Frequência relativa de ocorrência de espécies alienígenas de bacias de drenagem da ecorregião Caatinga Nordeste e Drenagens Costeiras.

VETORES DE INTRODUÇÃO DE ESPÉCIES ALIENÍGENAS

Identificamos quatro atividades principais determinantes da introdução de espécies alienígenas: estocagem (ou peixamento), aquarismo, controle biológico e introduções ligadas à transposição do rio São Francisco (Figura 4). A atividade de estocagem foi associada como um potencial vetor da introdução para a maioria das espécies alienígenas (*A. ocellatus*, *C. kelberi*, *C. monoculus*, *C. ocellaris*, *C. gariepinus*, *C. macropomum*, *C. rendalli*, *L. melanopleura*, *M. obtusidens* e *O. niloticus*), particularmente as de maior porte. A atividade de aquarismo, foi

associada à introdução de sete espécies (*B. splendens*, *L. curviceps*, *M. micans*, *P. managuensis*, *P. sqamosissimus*, *X. helleri* e *P. reticulata*). Controle biológico foi associado com a introdução de *P. reticulata*, enquanto a introdução de *A. vailanti* e *M. costae* foram associadas à transposição do rio São Francisco (Figura 4).

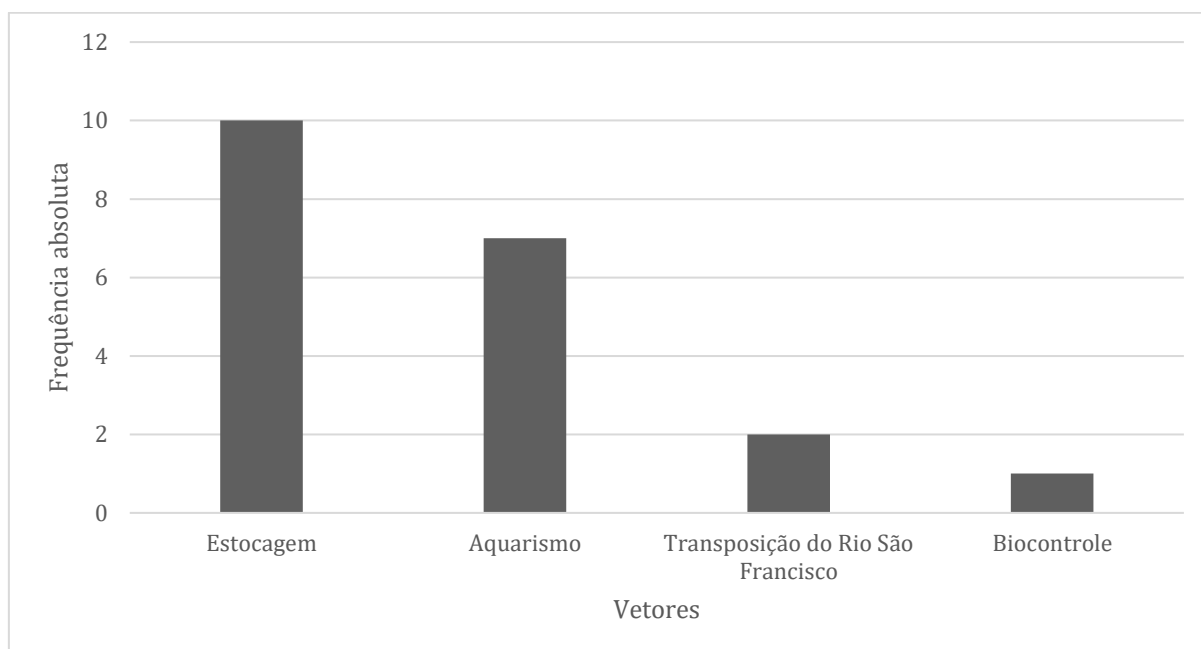


Figura 4 – Frequência absoluta de espécies associadas à cada vetor de introdução em bacias de drenagem da ecorregião Caatinga Nordeste e Drenagens Costeiras.

Somente o primeiro eixo da PLRS foi considerado para análise que explicou 67% da variação da ocorrência de espécies alienígenas. O método Jack-knife indicou que as variáveis precipitação anual média ($P=0,019$), o número de barramentos ($P=0,005$), a amplitude ($P=0,002$), a área da bacia ($P<0,001$), a população humana total ($P=0,046$) e a riqueza de espécies nativas ($P<0,001$) apresentaram relação significativa e positiva com a riqueza de espécies alienígenas, com exceção da precipitação que demonstrou uma relação negativa com a riqueza de espécies alienígenas (Tabela 1), o que indica que bacias maiores (área e altitude) mais populosas, com mais barragens e em áreas mais áridas apresentam em média mais espécies de peixes alienígenas.

Tabela 1 - Resultados do modelo de regressão de mínimos quadrados parciais entre variáveis explanatórias (modelo PAB) e a riqueza de espécies alienígenas em bacias de drenagem da ecorregião Caatinga Nordeste e Drenagens Costeiras.

Variáveis	Estimativa	EP	GL	<i>t</i>	<i>P</i>
Temperatura	-0.03609	0.16325	35	-0.2211	0.826
Precipitação	-0.31951	0.13060	35	-2.4465	0.019
PIB por bacia	0.21402	0.15957	35	1.3412	0.188
Número de barramentos	0.52938	0.17905	35	2.9565	0.005
Amplitude de variação da altitude	0.45587	0.13668	35	3.3354	0.002
Área da bacia	0.63487	0.11420	35	5.5592	<0,001
População total humana	0.35131	0.16982	35	2.0687	0.046
Riqueza de espécies nativas	0.78480	0.10802	35	7.2654	<0,001

DISCUSSÃO

Nossos resultados demonstraram a ocorrência de peixes de água doce alienígenas na grande maioria das bacias da ECND, evidenciando assim a amplitude de distribuição das invasões por peixes em toda região. O número total de espécies alienígenas registradas correspondeu à 19% de todo o pool regional de espécies de peixes de água doce, as quais foram introduzidas por diferentes vetores de introdução. Adicionalmente, demonstramos que os padrões espaciais de invasão são relacionados à diferentes processos associados à atividade humana e pressão de propágulos e fatores ambientais abióticos.

Aspectos biológicos intrínsecos (ex. traços funcionais) são importantes determinantes do sucesso de estabelecimento de peixes alienígenas (MILARDI et al., 2019). No nosso estudo, encontramos que 42% do pool de espécies alienígenas são da família Cichlidae (ex. tilápias e tucunarés), as quais são reconhecidas pelo seu elevado potencial invasor, devido a presença de cuidado parental, plasticidade trófica e oportunismo (BERGMANN; MOTTA, 2005; RIBEIRO et al., 2007). Similarmente, as espécies mais frequentes nas bacias estudadas, como *O. niloticus* e *P. reticulata*, apresentam elevada tolerância fisiológica, possibilitando sua sobrevivência em ambientes de baixa qualidade ambiental, caracterizados por baixos níveis de oxigênio e pH e elevada condutividade elétrica (ATTAYDE; BRASIL; MENESCAL, 2011; BEVERIDGE; BAIRD, 2000; DIANA, 2009; LOWE-MCCONNELL, 2000; MAGALHÃES; JACOBI, 2017;

RICCIARDI; RASMUSSEN, 1998), talvez por possuírem curto tempo de geração, crescimento rápido e maturação sexual precoce (DIANA, 2009; RICCIARDI; RASMUSSEN, 1998).

Encontramos que as introduções de espécies foram associadas à diferentes vetores de introdução deliberada e acidental, revelando a dinâmica complexa das invasões na ECNDC. Introduções deliberadas associadas à programas de estocagem de peixes foram mais frequentes para o pool de espécies alienígenas. Estocagens de peixes têm sido utilizadas como estratégia para mitigar os impactos da seca em várias bacias da região semiárida, executadas particularmente pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). Repovoamentos através de estocagem tendem ser eficientes no estabelecimento de novas espécies, porque envolvem a adição de um elevado número de indivíduos (tamanho do propágulo) e são repetidos ao longo do tempo. A maioria das espécies associadas com essa prática são de médio a grande porte, o que é desejável para a atividade pesqueira. Entretanto, muitas delas são piscívoras vorazes (ex., *Cichla spp.*, *A. ocelatus*, *O. niloticus*) e têm impactos sobre a fauna nativa bem descritos como a eutrofização de reservatórios (AGOSTINHO; GOMES; PELICICE, 2007; CASSEMIRO et al., 2018; LOWE-MCCONNELL, 2000; STARLING et al., 2002).

Junto com as estocagens, observamos uma elevada quantidade de introduções associadas a atividade de aquarismo. Apesar de algumas dessas introduções serem acidentais, em muitos casos a introdução dessas espécies ocorrem pela liberação intencional de criadores que desistem da atividade. Nota-se que espécies morfológicamente tidas como exuberantes, caracterizadas com variabilidade nas colorações, como *P. reticulada* (SHERLEY, 2000), e amplamente comercializadas, apresentam uma maior distribuição espacial de ocorrência na ECNDC. Para *P. reticulada*, especificamente, sua ampla distribuição também pode ser explicada pelo seu uso em programas de controle biológico de larvas de insetos em vários municípios da região nordeste (CAVALCANTI et al., 2007; CHANDRA et al., 2008). Esses resultados sugerem que a combinação de diferentes vetores de introdução pode contribuir na expansão da distribuição espacial de espécies invasoras.

Identificamos também a presença de duas espécies (*Anchoviella vailanti* e *Moenkhausia costae*) cuja ocorrência tem sido associada a conectividade artificial entre bacias dos rios Jaguaribe e Paraíba do Norte (receptores) e a bacia do rio São Francisco (doador), após a conclusão da obra de transposição (RAMOS et al., 2021; SILVA et al., 2023). Apesar do baixo número de espécies introduzidas após a transposição, é importante considerar que a conclusão as obras nas bacias e ligação hidrológicas das bacias receptoras ainda é recente, e em alguns

trechos, como no rio Apodi-Mossoró, das obras ainda não foram finalizadas. Similarmente à outros casos de conexão entre bacias, é esperado ao longo do tempo, uma colonização massiva de espécies nas bacias receptoras, visto que, aparentemente, sistemas de bloqueio dentro do canal de transposição, não parecem efetivos (VITULE; SKÓRA; ABILHOA, 2012).

Nosso modelo de análise indicou que a combinação entre variáveis associadas à pressão de propágulos, atividade humana e a heterogeneidade ambiental explicam uma parte significativa da variação espacial da riqueza de espécies alienígenas. Esses resultados sugerem que bacias maiores e com maior atividade humana suportam um maior número de espécies alienígenas. Os padrões encontrados no nosso estudo são similares à outros estudos realizados em regiões temperadas, que tem demonstrado a importância do componente humano e fatores ambientais na invasão de peixes alienígenas (BLANCHET et al., 2009; VITULE; SKÓRA; ABILHOA, 2012). Apesar da limitação do nosso modelo em avaliar a explicação relativa independente de cada variável explanatória, acreditamos que o número de reservatórios por bacia seja o principal fator associado ao estabelecimento da maioria das espécies alienígenas. Reservatórios são ecossistemas mais susceptíveis ao estabelecimento de peixes alienígenas, principalmente pela elevada variação sazonal de recursos e pela erosão da ictiofauna nativa (menor resistência biótica) (COSTA et al., 2017). Reservatórios podem também funcionar como trampolins ecológicos, de forma que as espécies podem colonizar outros pontos das bacias a partir do reservatório, principalmente na estação chuvosa, com o reestabelecimento da conectividade hidrológica entre diferentes pontos das bacias hidrográficas no semiárido (DAVIS; GRIME; THOMPSON, 2000; ELTON, 2020; HAVEL; LEE; VANDER ZANDEN, 2005). Adicionalmente, os programas de estocagem ocorrem predominantemente dentro de reservatórios, devido ao volume de água perenizado em boa parte do ano, o que reforça a nossa hipótese que o número de barramentos apresenta maior influência na riqueza de espécies alienígenas.

Não encontramos evidência da atuação de mecanismos de resistência biótica no nosso estudo. A riqueza de espécies nativas foi positivamente associada à riqueza de espécies alienígenas. Entretanto, é importante considerar que a relação entre a riqueza de nativas e alienígenas é dependente da escala espacial do estudo. Em largas escalas espaciais, como nosso estudo, é mais frequente se observar relações positivas, porque as bacias provavelmente não atingiram sua capacidade suporte (FRIDLEY et al., 2007; LEPRIEUR et al., 2008). Por outro lado, relações negativas entre as riquezas de espécies nativas e alienígenas são mais frequentes em estudos em escalas espaciais mais restritas, porque nessa escala, a atuação de interações

ecológicas é mais forte (SANTOS; HOEINGHAUS; GOMES, 2018). Assim, não é possível inferir que processos de resistência biótica não são importantes no estabelecimento das espécies alienígenas na ECNDC.

Em conclusão, nossos resultados revelam o status atual de invasão de espécies de água doce em bacias da ECDNC, bem como a importância de diferentes vetores de introdução e influência da atividade humana e processos ambientais na composição e riqueza de espécies alienígenas. Considerando as pressões políticas e da sociedade para o desenvolvimento socioeconômico regional, manutenção e estímulo de ampliação de programas municipais de repovoamento com espécies alienígenas e permanência de conexão entre bacias com faunas de peixes dissimilares (transposição do rio São Francisco), predizemos maiores níveis futuros de introdução de espécies alienígenas na ECNDC. Esse cenário é preocupante, visto a importância da composição de ictiofauna da ECNDC na biodiversidade global de peixes de água doce.

REFERÊNCIAS

- ABELL, R. et al. Freshwater Ecoregions of the World: A New Map of Biogeographic Units for Freshwater Biodiversity Conservation. **BioScience**, v. 58, n. 5, p. 403–414, 1 maio 2008.
- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; PELICICE, F. M. ECOLOGIA E MANEJO DE RECURSOS PESQUEIROS EM RESERVATÓRIOS DO BRASIL. n. 1, p. 501, 2007.
- ATTAYDE, J. L.; BRASIL, J.; MENESCAL, R. A. Impacts of introducing Nile tilapia on the fisheries of a tropical reservoir in North-eastern Brazil. **Fisheries Management and Ecology**, v. 18, n. 6, p. 437–443, dez. 2011.
- BERBEL-FILHO, W. M. et al. Updated checklist and DNA barcode-based species delimitations reveal taxonomic uncertainties among freshwater fishes from the mid-north-eastern Caatinga ecoregion, north-eastern Brazil. **Journal of Fish Biology**, v. 93, n. 2, p. 311–323, 2018.
- BERGMANN, G. T.; MOTTA, P. J. Diet and morphology through ontogeny of the nonindigenous Mayan cichlid ‘Cichlasoma (Nandopsis)’ urophthalmus (Günther 1862) in southern Florida. **Environmental Biology of Fishes**, v. 72, n. 2, p. 205–211, 1 fev. 2005.
- BEVERIDGE, M. C. M.; BAIRD, D. J. Diet, feeding and digestive physiology. Em: BEVERIDGE, M. C. M.; MCANDREW, B. J. (Eds.). **Tilapias: Biology and Exploitation**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2000. p. 59–87.
- BLANCHET, S. et al. Broad-scale determinants of non-native fish species richness are context-dependent. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 276, n. 1666, p. 2385–2394, 25 mar. 2009.
- BUENO, M. L. et al. Alien fish fauna of southeastern Brazil: species status, introduction pathways, distribution and impacts. **Biological Invasions**, v. 23, n. 10, p. 3021–3034, 1 out. 2021.

CARRASCAL, L. M.; GALVÁN, I.; GORDO, O. Partial least squares regression as an alternative to current regression methods used in ecology. **Oikos**, v. 118, n. 5, p. 681–690, 2009.

CASSEMIRO, F. A. S. et al. The invasive potential of tilapias (Osteichthyes, Cichlidae) in the Americas. **Hydrobiologia**, v. 817, n. 1, p. 133–154, 1 jul. 2018.

CATFORD, J. A.; JANSSON, R.; NILSSON, C. Reducing redundancy in invasion ecology by integrating hypotheses into a single theoretical framework. **Diversity and Distributions**, v. 15, n. 1, p. 22–40, jan. 2009.

CAVALCANTI, L. P. D. G. et al. Competência de peixes como predadores de larvas de *Aedes aegypti*, em condições de laboratório. **Revista de Saúde Pública**, v. 41, n. 4, p. 638–644, ago. 2007.

CHANDRA, G. et al. Mosquito control by larvivorous fish. **Indian Journal of Medical Research**, v. 127, n. 1, p. 13, jan. 2008.

CLAVERO, M.; GARCÍA-BERTHOU, E. Invasive species are a leading cause of animal extinctions. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 20, n. 3, p. 110, 1 mar. 2005.

COPP, G. H.; WESLEY, K. J.; VILIZZI, L. Pathways of ornamental and aquarium fish introductions into urban ponds of Epping Forest (London, England): the human vector*. **Journal of Applied Ichthyology**, v. 21, n. 4, p. 263–274, ago. 2005.

COSTA, S. Y. L. et al. Composition of the ichthyofauna in Brazilian semiarid reservoirs. **Biota Neotropica**, v. 17, 14 ago. 2017.

DAVIS, M. A. **Invasion biology**. Oxford ; New York: Oxford University Press, 2009.

DAVIS, M. A.; GRIME, J. P.; THOMPSON, K. Fluctuating resources in plant communities: a general theory of invasibility. **Journal of Ecology**, v. 88, n. 3, p. 528–534, jun. 2000.

DIANA, J. S. Aquaculture Production and Biodiversity Conservation. **BioScience**, v. 59, n. 1, p. 27–38, jan. 2009.

ELTON, C. S. **The Ecology of Invasions by Animals and Plants**. Cham: Springer International Publishing, 2020.

FRIDLEY, J. D. et al. THE INVASION PARADOX: RECONCILING PATTERN AND PROCESS IN SPECIES INVASIONS. **Ecology**, v. 88, n. 1, p. 3–17, jan. 2007.

GILMAN, R. T.; ABELL, R. A.; WILLIAMS, C. E. How can conservation biology inform the practice of Integrated River Basin Management? **International Journal of River Basin Management**, v. 2, n. 2, p. 135–148, 1 jun. 2004.

HAVEL, J. E.; LEE, C. E.; VANDER ZANDEN, J. M. Do Reservoirs Facilitate Invasions into Landscapes? **BioScience**, v. 55, n. 6, p. 518–525, 1 jun. 2005.

LEPRIEUR, F. et al. Fish Invasions in the World's River Systems: When Natural Processes Are Blurred by Human Activities. **PLoS Biology**, v. 6, n. 2, p. e28, 5 fev. 2008.

- LIMA, S. M. Q. et al. Diversity, Distribution, and Conservation of the Caatinga Fishes: Advances and Challenges. Em: SILVA, J. M. C. DA; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. (Eds.). **Caatinga: The Largest Tropical Dry Forest Region in South America**. Cham: Springer International Publishing, 2017. p. 97–131.
- LOWE-MCCONNELL, R. H. The roles of tilapias in ecosystems. Em: BEVERIDGE, M. C. M.; MCANDREW, B. J. (Eds.). **Tilapias: Biology and Exploitation**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2000. p. 129–162.
- MAGALHÃES, A. L. B.; JACOBI, C. M. Colorful invasion in permissive Neotropical ecosystems: establishment of ornamental non-native poeciliids of the genera *Poecilia/Xiphophorus* (Cyprinodontiformes: Poeciliidae) and management alternatives. **Neotropical Ichthyology**, v. 15, p. e160094, 23 mar. 2017.
- MARTENS, H.; MARTENS, M. Modified Jack-knife estimation of parameter uncertainty in bilinear modelling by partial least squares regression (PLSR). **Food Quality and Preference**, v. 11, n. 1, p. 5–16, 1 jan. 2000.
- MCNEELY, J. **native biodiversity**. , 2001. Disponível em: <<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.578.2328&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 6 out. 2022
- MILARDI, M. et al. Exotic species invasions undermine regional functional diversity of freshwater fish. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 17921, 29 nov. 2019.
- NAYLOR, R. L.; WILLIAMS, S. L.; STRONG, D. R. Aquaculture--A Gateway for Exotic Species. **Science**, v. 294, n. 5547, p. 1655–1656, 23 nov. 2001.
- ORTEGA, J. C. G. et al. Fish farming as the main driver of fish introductions in Neotropical reservoirs. **Hydrobiologia**, v. 746, n. 1, p. 147–159, 1 mar. 2015.
- RAMOS, T. P. A. et al. First record of *Moenkhausia costae* (Steindachner 1907) in the Paraíba do Norte basin after the São Francisco River diversion. **Biota Neotropica**, v. 21, 5 maio 2021.
- RIBEIRO, F. et al. Variability in feeding ecology of a South American cichlid: a reason for successful invasion in mediterranean-type rivers? **Ecology of Freshwater Fish**, v. 16, n. 4, p. 559–569, dez. 2007.
- RICCIARDI, A.; RASMUSSEN, J. B. Predicting the identity and impact of future biological invaders: a priority for aquatic resource management. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences**, v. 55, n. 7, p. 1759–1765, jul. 1998.
- ROSA, R. S. et al. DIVERSIDADE, PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO E CONSERVAÇÃO DOS PEIXES DA CAATINGA. p. 135–181, 2003.
- SANTOS, D. A. DOS; HOEINGHAUS, D. J.; GOMES, L. C. Spatial scales and the invasion paradox: a test using fish assemblages in a Neotropical floodplain. **Hydrobiologia**, v. 817, n. 1, p. 121–132, 1 jul. 2018.
- SARMENTO-SOARES, L. et al. Ictiofauna das ecorregiões de água doce e marinhas do nordeste brasileiro. **Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia**, p. 16–35, 6 jul. 2017.

SASANAMI, M. et al. Does anthropogenic introduction of guppy fish (*Poecilia reticulata*) impact faunal species diversity and abundance in natural aquatic habitats? A systematic review protocol. **Environmental Evidence**, v. 10, n. 1, p. 1–11, dez. 2021.

SHERLEY, G. (ED.). **Invasive species in the Pacific: a technical review and draft regional strategy**. Samoa: South Pacific Regional Environment Programme, 2000.

SILVA, A. L. B. et al. Ichthyofauna on the move: fish colonization and spread through the São Francisco Interbasin Water Transfer Project. **Neotropical Ichthyology**, v. 21, p. e220016, 13 mar. 2023.

SOUZA, R. C. C. L. DE; CALAZANS, S. H.; SILVA, E. P. Impacto das espécies invasoras no ambiente aquático. **Ciência e Cultura**, v. 61, n. 1, p. 35–41, 2009.

STARLING, F. et al. Contribution of omnivorous tilapia to eutrophication of a shallow tropical reservoir: evidence from a fish kill. **Freshwater Biology**, v. 47, n. 12, p. 2443–2452, dez. 2002.

VITULE, J. R. S.; PRODOCIMO, V. Introdução de espécies não nativas e invasões biológicas. **Estudos de Biologia**, v. 34, n. 83, 27 nov. 2012.

VITULE, J. R. S.; SKÓRA, F.; ABILHOA, V. Homogenization of freshwater fish faunas after the elimination of a natural barrier by a dam in Neotropics. **Diversity and Distributions**, v. 18, n. 2, p. 111–120, 2012.

ANEXO I

Anexo - Lista de espécies nativas e alienígenas registradas na ecorregião caatinga nordeste e drenagens costeiras e vetores de introdução.

Espécie/Família	Origem	Vetor
Anostomidae		
<i>Leporinus melanopleura</i>	Alienígena	Estocagem
<i>Leporinus piau</i>	Nativa	-
<i>Leporinus taeniatus</i>	Nativa	-
<i>Megaleporinus obtusidens</i>	Alienígena	Estocagem
Auchenipteridae		
<i>Trachelyopterus cratensis</i>	Nativa	-
<i>Trachelyopterus galeatus</i>	Nativa	-
Osphronemidae		
<i>Betta splendens</i>	Alienígena	Aquarismo
Callichthyidae		
<i>Aspidoras depinnai</i>	Nativa	-
<i>Callichthys callichthys</i>	Nativa	-
<i>Megalechis thoracata</i>	Nativa	-
<i>Hoplosternum littorale</i>	Nativa	-
<i>Aspidoras raimundi</i>	Nativa	-

<i>Aspidoras rochai</i>	Nativa	-
Characidae		
<i>Astyanax bimaculatus</i>	Nativa	-
<i>Cheirodon jaguaribensis</i>	Nativa	-
<i>Hemigrammus guyanensis</i>	Nativa	-
<i>Hemigrammus marginatus</i>	Nativa	-
<i>Hemigrammus rodwayi</i>	Nativa	-
<i>Hemigrammus unilineatus</i>	Nativa	-
<i>Hyphessobrycon piabinhas</i>	Nativa	-
<i>Moenkhausia costae</i>	Alienígena	Transposição do Rio São Francisco
<i>Moenkhausia dichroua</i>	Nativa	-
<i>Phenacogaster calverti</i>	Nativa	-
<i>Psalidodon fasciatus</i>	Nativa	-
<i>Psellogrammus kennedyi</i>	Nativa	-
<i>Serrapinnus heterodon</i>	Nativa	-
<i>Serrapinnus piaba</i>	Nativa	-
<i>Serrapinnus potiguar</i>	Nativa	-
<i>Tetragonopterus argenteus</i>	Nativa	-
<i>Compsura heterura</i>	Nativa	-
Cichlidae		
<i>Astronotus ocellatus</i>	Alienígena	Estocagem
<i>Cichla kelberi</i>	Alienígena	Estocagem
<i>Cichla monoculus</i>	Alienígena	Estocagem
<i>Cichla ocellaris</i>	Alienígena	Estocagem
<i>Cichlasoma orientale</i>	Nativa	-
<i>Cichlasoma sanctifranciscense</i>	Nativa	-
<i>Geophagus brasiliensis</i>	Nativa	-
<i>Oreochromis niloticus</i>	Alienígena	Aquarismo
<i>Parachromis managuensis</i>	Alienígena	Aquarismo
<i>Coptodon rendalli</i>	Alienígena	Estocagem
<i>Crenicichla brasiliensis</i>	Nativa	-
<i>Laetacara curviceps</i>	Alienígena	Aquarismo
Clariidae		
<i>Clarias gariepinus</i>	Nativa	-
Crenuchidae		
<i>Characidium bimaculatum</i>	Nativa	-
Curimatidae		
<i>Psectrogaster rhomboides</i>	Nativa	-
<i>Psectrogaster saguiru</i>	Nativa	-
<i>Steindachnerina notonota</i>	Nativa	-
<i>Curimatella lepidura</i>	Nativa	-
Engraulidae		
<i>Anchoviella vailanti</i>	Alienígena	Transposição do Rio São Francisco
Erythrinidae		
<i>Erythrinus erythrinus</i>	Nativa	-

<i>Hoplerythrinus unitaeniatus</i>	Nativa	-
<i>Hoplias malabaricus</i>	Nativa	-
Gymnotidae		
<i>Gymnotus darwini</i>	Nativa	-
<i>Gymnotus carapo</i>	Nativa	-
Heptapteridae		
<i>Pimelodella dorseyi</i>	Nativa	-
<i>Pimelodella enochi</i>	Nativa	-
<i>Pimelodella papariae</i>	Nativa	-
<i>Pimelodella witmeri</i>	Nativa	-
<i>Rhamdia quelen</i>	Nativa	-
Lebiasinidae		
<i>Nannostomus beckfordi</i>	Nativa	-
Loricariidae		
<i>Aphanotorulus gomesi</i>	Nativa	-
<i>Hypostomus carvalhoi</i>	Nativa	-
<i>Hypostomus jaguribensis</i>	Nativa	-
<i>Hypostomus nudiventris</i>	Nativa	-
<i>Hypostomus paparie</i>	Nativa	-
<i>Hypostomus pularum</i>	Nativa	-
<i>Hypostomus salgadae</i>	Nativa	-
<i>Hypostomus sertanejo</i>	Nativa	-
<i>Loricariichthys derbyi</i>	Nativa	-
<i>Loricariichthys platymetopom</i>	Nativa	-
<i>Paratocinclus cesarpintoi</i>	Nativa	-
<i>Paratocinclus cearensis</i>	Nativa	-
<i>Paratocinclus haroldoi</i>	Nativa	-
<i>Paratocinclus jacksoni</i>	Nativa	-
<i>Paratocinclus jumbo</i>	Nativa	-
<i>Paratocinclus seridoensis</i>	Nativa	-
<i>Paratocinclus spilosoma</i>	Nativa	-
<i>Paratocinclus spilurus</i>	Nativa	-
<i>Pseudancistrus genisetiger</i>	Nativa	-
<i>Pseudancistrus papariae</i>	Nativa	-
Parodontidae		
<i>Apareiodon davisi</i>	Nativa	-
Poeciliidae		
<i>Pamphorichthys hollandi</i>	Nativa	-
<i>Poecilia reticulata</i>	Alienígena	Biocontrole/Aquarismo
<i>Poecilia sarrafae</i>	Nativa	-
<i>Poecilia vivipara</i>	Nativa	-
<i>Xiphophorus helleri</i>	Alienígena	Aquarismo
Prochilodontidae		
<i>Prochilodus brevis</i>	Nativa	-
Rivulidae		

<i>Anablepsoides cearensis</i>	Nativa	-
<i>Cynolebias microphthalmus</i>	Nativa	-
<i>Hypsolebias antenori</i>	Nativa	-
<i>Hypsolebias martinsi</i>	Nativa	-
<i>Kryptolebias hermaphroditus</i>	Nativa	-
Sciaenidae		
<i>Plagioscion squamosissimus</i>	Alienígena	Aquarismo
Serrasalmidae		
<i>Colossoma macropomum</i>	Alienígena	Estocagem
<i>Metynnis lippincottianus</i>	Nativa	-
<i>Myleus micans</i>	Alienígena	Aquarismo
<i>Pygocentrus nattereri</i>	Nativa	-
<i>Serrasalmus brandtii</i>	Nativa	-
<i>Serrasalmus rhombeus</i>	Nativa	-
<i>Serrasalmus spilopleura</i>	Nativa	-
Synbranchidae		
<i>Synbranchus aff.</i>		
<i>marmoratus</i>	Nativa	-
Triportheidae		
<i>Triportheus signatus</i>	Nativa	-
