

# EFEITOS DA TRANSFERÊNCIA DE ÁGUA INTERBACIAS DO SÃO FRANCISCO NAS ASSEMBLEIAS DE PEIXES DE UM RESERVATÓRIO RECEPTOR NO SEMIÁRIDO

Klisman José Santos Dantas <sup>1</sup>  
Gustavo de Oliveira Porto <sup>2</sup>  
Juliana dos Santos Severiano <sup>3</sup>  
José Etham de Lucena Barbosa <sup>4</sup>

## RESUMO

A demanda por recursos hídricos está aumentando em todo o mundo devido a intensificação das secas e mal gerenciamento desses recursos. Assim, para auxiliar esta necessidade, os projetos de transferências de água interbacias (TAIB), que consistem na transferência de água de corpos hídricos geograficamente distintos tem sido utilizado como medida para sanar os problemas hídricos. Entretanto, este empreendimento pode causar impactos negativos para a ictiofauna. Desse modo, este trabalho objetiva avaliar o impacto da transferência de água interbacia do Rio São Francisco sobre a estrutura das assembleias de peixes de um reservatório receptor no semiárido brasileiro. O estudo foi desenvolvido no reservatório Boqueirão, que recebeu as águas da transferência de água interbacias do São Francisco em 2017. As assembleias de peixes foram amostradas antes e depois da chegada do empreendimento utilizando redes de arrasto e espera. Foi calculada a riqueza, composição, abundância, frequência de ocorrência e Diversidade de Shannon-Wiener das espécies. Foram identificadas 15 espécies, sendo 12 e 13 ocorrentes antes e depois da transferência de água interbacias do São Francisco respectivamente. Characiformes e Perciformes foram as ordens dominantes. Apenas uma espécie é endêmica e não foi registrada após a transferência de água interbacias do São Francisco. As espécies nativas mais abundantes foram *Astyanax bimaculatus* e *Astyanax fasciatus*. A maioria das espécies foram muito frequentes diminuindo sua ocorrência após a transferência de água interbacias do São Francisco. Não houve diferença significativa entre os períodos com relação a diversidade de Shannon-Wiener. Portanto, sugerimos que monitoramentos a longo prazo sejam realizados e que medidas conservacionistas já sejam empregadas pelos órgãos de gestão das águas do estado da Paraíba para impedir o desaparecimento das espécies endêmicas. -

**Palavras-chave:** Recursos hídricos, Seca, Ictiofauna, Conservação.

## INTRODUÇÃO

---

<sup>1</sup> Mestrando no programa de pós-graduação em ecologia e conservação (PPGEC) da Universidade Estadual da Paraíba – PB, [klismanj51@gmail.com](mailto:klismanj51@gmail.com);

<sup>2</sup> Graduando pelo Curso de ciências biológicas da Universidade Estadual da Paraíba - PB, [gustavoporto822@gmail.com](mailto:gustavoporto822@gmail.com);

<sup>3</sup> Doutora, Professora do programa de pós-graduação em ecologia e conservação (PPGEC) da Universidade Estadual da Paraíba -PB, [jsantosseveriano@gmail.com](mailto:jsantosseveriano@gmail.com);

<sup>4</sup> Doutor, orientador, professor do departamento de biologia e do programa de pós-graduação em ecologia e conservação na Universidade Estadual da Paraíba – PB, [ethambarbosa@hotmail.com](mailto:ethambarbosa@hotmail.com);

Atualmente, a economia de todo o mundo depende de bens e serviços fornecidos pelo ecossistema (RIBEIRO, 2010), dentre eles, um dos mais importantes são os recursos hídricos, sendo primordial para o desenvolvimento de um país (AVELLAR, 2015; NELSON, 2018; RODRIGUES et al., 2019). No entanto, tanto as secas quanto o manejo irracional deste recurso vêm assolando todo o mundo, estima-se que até 2050 a demanda global por água aumentará em 55% (SCHEWE et al., 2014; COSTA, et al., 2015). Desse modo, para sanar esses problemas hídricos, projetos de transferências de água inter bacias (TAIB) têm sido amplamente utilizados ao longo de todo o planeta para o enfrentamento desses problemas hídricos (CIRILO, 2008; MA et al., 2021). Esses projetos estabelecem ligações entre corpos hídricos geograficamente distintos, visando nivelar a distribuição de água entre as regiões receptoras (ZHUANG, 2016; BARBOSA et al., 2021). Apesar disso, tais conexões podem trazer consigo vários impactos ecológicos: alteração das condições ambientais das bacias receptoras, alta salinidade da terra ocasionando a perda da fertilidade do solo (LIU et al., 2013), disseminação de poluentes e doenças (SIBLE et al., 2015) e entrada de espécies invasoras (GALLARDO & ALDRIDGE, 2018).

Um exemplo de transferência de água interbacias (TAIB) é o projeto de integração do rio São Francisco (PISF) no Nordeste do Brasil. Esta região é caracterizada por ter um clima quente e seco, com precipitações anuais que não ultrapassam 800mm, atrelado a isso, apresenta uma taxa de evapotranspiração maior que a taxa de precipitação e um período chuvoso de 3 ou 4 meses (SILVA et al., 2010; RAMALHO, 2013; SANTOS et al., 2014). Essas características têm contribuído para que historicamente essa região enfrentasse secas severas (MARENCO et al., 2016; GONDIM et al., 2017), sendo este o principal motivo para que a região fosse contemplada com o PISF, para que a região tivesse um maior desenvolvimento hídrico e social (SOARES, 2013).

Este projeto contempla dois eixos: o eixo norte, que conecta as bacias do Jaguaribe (Ceará), Piranhas-Açu (Rio Grande do Norte) e Apodi-Mossoró (Rio Grande do Norte); e o eixo leste, que conecta a bacia do rio Paraíba do Norte (Paraíba), rios Moxotó, Terra Nova e Brígida (Pernambuco) (LIMA, 2005; PITTOCK et al., 2009). O eixo leste foi o primeiro a ser inaugurado em 2017, iniciando na barragem de Itaparica (Itaparica-BA), desaguando nos reservatórios de São José, Poções, Camalaú e Boqueirão na Paraíba (MORAIS, 2020). Através das conexões hidráulicas que reduziram as barreiras biogeográficas, já era previsto que houvesse invasões biológicas nos sistemas receptores (ESPÍNOLA & FERREIRA, 2007; SANTOS & CALAFATE, 2018; DAGA, 2020). Portanto, após a entrada das águas do PISF na bacia do rio Paraíba do Norte, foi registrado invasões de peixes (RAMOS et al., 2021), algas

(SEVERIANO et al., 2021) e mudanças no estado trófico dos reservatórios, através de alterações na qualidade da água (BARBOSA et al., 2021).

A invasão de espécies exóticas é uma das principais responsáveis pela perda de biodiversidade em nível global (LOOSE, 2010; LACERDA et al., 2013; BELLARD et al, 2016). Este fenômeno ocorre por conta da grande capacidade de adaptação e colonização dessas espécies em novos ambientes, através de suas características biológicas e ecológicas, a tolerância a fatores ambientais é amplamente fortalecida, conseqüentemente, tais espécies tendem a desequilibrar o ambiente, principalmente, promovendo a redução de populações de espécies nativas e endêmicas, com grande riscos de extinção (AGOSTINHO et al., 1999; MACHADO & OLIVEIRA, 2009; OLIVEIRA & MACHADO, 2009; RIBEIRO & FERRO, 2018).

Nesse cenário, a ictiofauna das bacias receptoras, sobretudo a ictiofauna de reservatórios semiáridos se encontra em grande risco, haja vista que apresenta baixa riqueza de espécies, além da alta propensão de manutenção de espécies exóticas em reservatórios (NOVAES et al., 2014; COSTA et al. 2017; GANASSIN et al., 2021). Desse modo, devido a redução das barreiras geográficas em função da construção de canais hidráulicos, transferências de água interbaciais podem causar impactos tanto a curto prazo (ecológico), quanto a longo prazo (evolutivo) (LYNCH et al, 2011). Porém, ainda não está claro na literatura, como a conectividade hídrica atrelada a projetos de transferências de águas entre bacias pode alterar a estrutura das assembleias de peixes nos reservatórios receptores. Portanto, trabalhos que possuem este intuito são de extrema importância, para propor ações para o enfrentamento desses problemas ecológicos, sobretudo, a perda de espécies nativas, as quais, constituem um acervo genético e natural da região. Com base no exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o impacto da transferência de água interbacia do Rio São Francisco sobre a estrutura das assembleias de peixes de um reservatório receptor no semiárido brasileiro.

## **METODOLOGIA**

### ***Descrição da área de estudo***

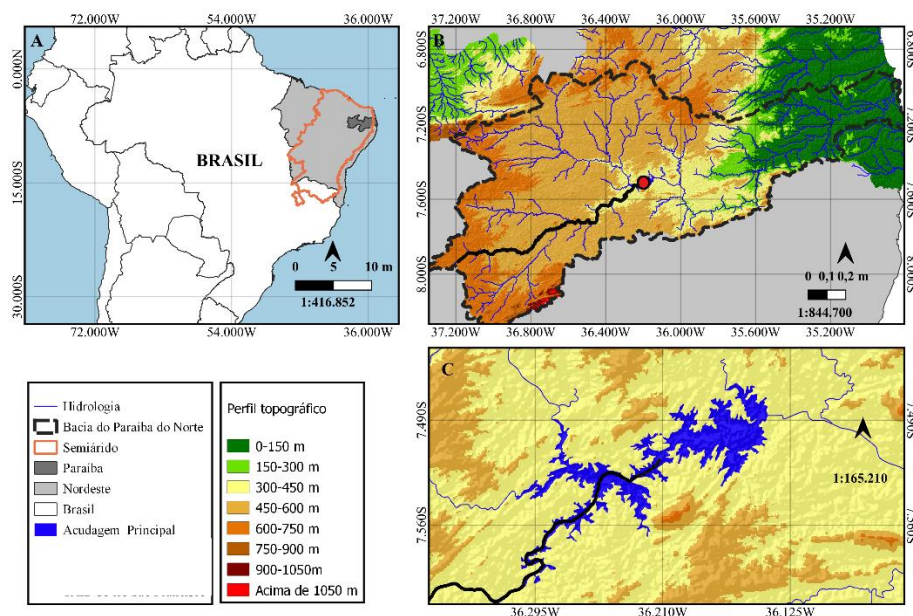
O estudo foi desenvolvido no reservatório Epitácio pessoa, popularmente conhecido como boqueirão, que está inserido na região do alto curso do Rio Paraíba do Norte, no Estado da Paraíba, Nordeste do Brasil ( $6^{\circ}51'31''$  e  $8^{\circ}26'21''$ ;  $34^{\circ}48'35''$  e  $37^{\circ}2'15''$ ) (Figura 1; Tabela 1). A bacia hidrográfica do rio Paraíba do Norte está inserida no domínio da região semiárida, no bioma Caatinga, compreende aproximadamente 32% do território do estado da Paraíba (i. e. 20.071,83 km<sup>2</sup>), abastecendo 52% (i.e 1.828.178 pessoas) da população paraibana (AZEVEDO

et al., 2014; AESA, 2021). O clima da bacia de acordo com a classificação de Koppen-Geiger é do tipo BSh ou seja, semiárido quente (ALVARES et al., 2013), com temperaturas anuais que variam de 19° a 30°C e precipitação média de 600 mm ao ano.

Com uma área de 48,44 Km<sup>2</sup>, este reservatório é o segundo maior do estado da Paraíba e tem capacidade máxima de 411.686.287 m<sup>3</sup> (Tabela 1), (AESA, 2021). Este reservatório constitui um importante sistema para o abastecimento público do estado da Paraíba, abastecendo Campina Grande (i.e segunda maior cidade do estado da Paraíba) e mais 19 cidades, o equivalente a 520 mil habitantes (GONDIM et al., 2017). Além disso, é também utilizado para outras atividades como a pesca, recreação, irrigação e dessedentação animal (AESA, 2021).

A transferência de água interbacias do Rio São Francisco chegou ao rio Paraíba em Março de 2017, e em Boqueirão em Abril de 2017 através do eixo leste que atravessa 6 estações de bombeamento, cinco aquedutos, 23 canais e 13 reservatórios (PIRES, 2019; MORAIS et al., 2020). O cenário antes da transferência de água interbacias do São Francisco era de seca extrema (MARENGO et al., 2016), assim, a chegada dessas águas ocasionou o aumento do volume hídrico deste reservatório, e conseqüentemente na mudança do seu estado trófico (LUCENA-BARBOSA et al., 2021). Todavia, devido a falhas estruturais, essa transferência de água foi interrompida em diferentes meses ao longo de 2018 e 2019 (LUCENA-BARBOSA et al., 2021).

**Figura 1:** Localização geográfica do Brasil (A), bacia do Rio Paraíba do Norte (B) e do reservatório Boqueirão (C).





**Tabela 1:** Latitude, longitude, área, capacidade e profundidade de máxima do reservatório Boqueirão.

Reservatório	Município	Latitude (S)	Longitude (W)	Área (km <sup>2</sup> )	Capacidade máxima (m <sup>3</sup> )	Profundidade máxima (m)
Boqueirão	Boqueirão	7°28'9"	36°8'2"	48,44	411.686.287	43,90

### *Delimitação amostral*

Campanhas amostrais foram realizadas nos períodos antes da transposição (Novembro de 2016 e fevereiro de 2017) e depois da transposição (junho de 2017 e abril de 2018) totalizando 1 ano e 5 meses de acompanhamento. A amostragem foi realizada ao longo de 3 pontos: P1, região de entrada do Rio Paraíba; P2, Região de transição entre a zona de entrada do rio e a zona de barragem; P3, região de barragem.

### *Assembleias de peixes*

Os peixes foram coletados a partir de arrastos na superfície e redes de espera que foram colocadas das 18h às 6h, totalizando 12h de exposição. As redes de arrasto e de espera utilizadas nas coletas possuíam 7 a 12 cm de abertura de malha. Os peixes coletados foram anestesiados a partir de solução de eugenol a 4% e sacrificados com formol a 10% partir do (LUCENA et al., 2013). Após todo este processo, os peixes foram acondicionados em álcool 70%. A identificação se deu a partir da utilização de literatura específica (BRITSK et al., 1999; RAMOS, 2012; RAMOS et al., 2018).

### *Análise de dados*

Utilizamos as métricas da estrutura de comunidades para avaliar os efeitos da transferência de água interbacias nas assembleias de peixes. Assim, a riqueza de espécies compreende o número de espécies encontradas no reservatório em cada período. A composição de espécies refere-se a lista de espécies presente em ambos os períodos no reservatório. A abundância relativa (%) é definida como sendo a proporção da quantidade de espécies em cada período. Esta foi calculada a partir da equação a seguir e interpretada de acordo com os critérios estipulados por Lobo e Leighton (1986), onde: dominante – abundância maior do que 50%; abundante – abundância entre 50 e 30%; pouco abundante - abundância entre 30 e 10%; rara - menor de 10%. Calculamos a abundância relativa considerando as espécies individualmente e a sua origem (endêmica: espécies que só ocorrem na bacia do rio Paraíba do norte; Nativa: espécies que são originárias do Nordeste, mas, podem ocorrer em outros biomas na região; Exótica: ocorrem em outras regiões, países e continentes (COSTA et al., 2017)), para avaliar se

a transferência de água interbacias do São Francisco beneficiou ou prejudicou algumas destas classes.

$$AR (\%) = \frac{(n \cdot 100)}{N}$$

Onde:

AR = Abundância relativa;

n = Número de organismos de um táxon;

N = Número total de organismos.

A frequência de ocorrência (%) é definida como sendo o número de vezes em que a espécie ocorreu ao longo dos períodos. Este índice foi empregado para mensurar o padrão temporal (i.e entre os períodos) de ocorrência das espécies no reservatório Boqueirão, sendo calculada a partir da equação a seguir e interpretados a partir dos critérios pré-estabelecidos por Mateucci e Colma (1982), onde: muito frequente - ocorrência em mais de 70% das amostras; frequente - ocorrência entre 70% e 40% das amostras; pouco frequente - ocorrência entre 40% e 20% e esporádica menos de 20%.

$$F = P \times \frac{100}{p}$$

Onde:

P = número de amostras contendo a espécie;

p = número total de amostras examinadas.

Calculamos a diversidade das espécies em cada período para estimar a diversidade da ictiofauna entre os períodos no reservatório Boqueirão. A diversidade foi calculada com base em Shannon-Weaver, que leva em consideração a riqueza de espécies e à abundância bruta das espécies (SHANNON & WEAVER, 1949), a partir da equação a seguir.

$$H' = - \sum_{i=1}^s Pi \cdot \ln Pi$$

Onde:

Pi = Abundância relativa;

$\ln$  = Logarítmo neperiano;

$S$  = Número de espécies.

Diferenças significativas entre as espécies e as classes de ocorrência foram verificadas utilizando a análise de variância de dois fatores (ANOVA *two way*), onde, o fator “espécies” compara os valores das espécies e o fator “PISF” compara os valores antes e depois da transferência de água interbacias do São Francisco. O teste a posteriori de tuckey foi utilizado para evidenciar as espécies e/ou as classes que apresentaram diferença significativa. Antes de proceder a análise, os dados foram submetidos aos pressupostos de homocedasticidade (Bartlet) e normalidade dos dados (Kolmogorov-Smirnov).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas 15 espécies de peixes no reservatório Boqueirão (Tabela 2). As espécies estão distribuídas em 3 ordens: Characiformes que obteve a maior riqueza de espécies, sendo 7 famílias e 9 espécies, seguido de Cichliformes com 1 família e 5 espécies, e por fim, Perciformes com uma família e 1 espécie (Tabela 2). A alta riqueza de Characiformes pode estar relacionada com a sua dominância na região neotropical, onde é bastante difundida nas bacias hidrográficas a partir da forte ocorrência de famílias como Characidae, Erytrinae e Anostomidae (REIS et al., 2003; RAMOS et al., 2005; NOVAES, et al., 2013; COSTA et al., 2017). Padrão refletido no reservatório boqueirão.

No entanto, a família mais rica foi Cichlidae (Cichliformes) com 5 espécies (Tabela 2), isso pode estar relacionado ao fato que esta ordem apresenta majoritariamente espécies exóticas que apresentam facilidade de dispersão e adaptação em reservatórios, haja vista que a condição lântica dos reservatórios favorece a predominância dessas espécies, associada a alta concentração de nutrientes (COSTA et al., 2017; SANTOS et al., 2021). A riqueza de espécies depois da transferência de água interbacias do São Francisco aumentou (Tabela 2). Esse aumento no número de espécies pode ter sido efeito da transferência de água interbacias haja vista que, maior conectividade propicia o aumento na riqueza de espécies a nível local (GRANT et al., 2012; QUIRINO, 2018). Todavia, como todas as espécies ocorrentes no reservatório ao longo do estudo são características da bacia do rio Paraíba do Norte, o aumento da riqueza de espécies depois da transferência de água interbacias pode ter ocorrido também devido a dinâmica de ocorrência temporal das espécies.

**Tabela 2:** Riqueza, composição e ocorrência das espécies no reservatório Boqueirão antes e depois da transferência de água interbacias do rio São Francisco. Consideramos como endêmica as espécies que ocorrem

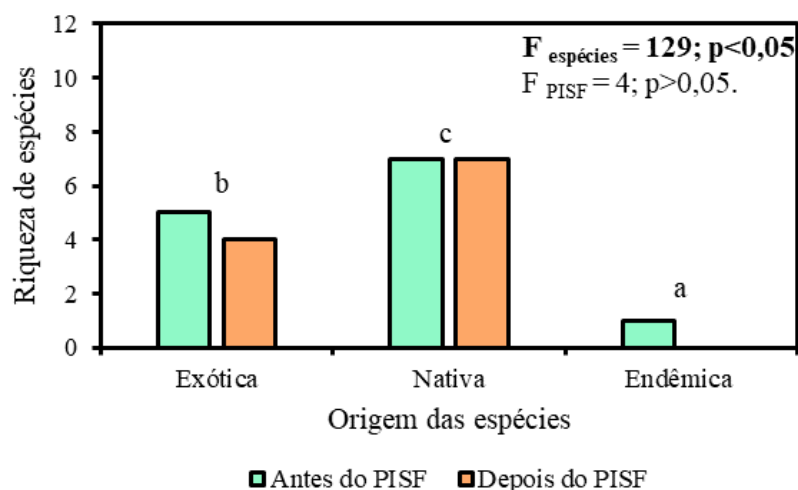
apenas na bacia do Rio Paraíba do Norte; Nativa: Espécies que ocorrem no Nordeste; Exótica: Espécies que ocorrem fora do Nordeste.

ESPÉCIES	NOME POPULAR	ORIGEM	ANTES DO PISF	DEPOIS DO PISF
<b>CHARACIFORMES</b>				
<b>Anostomidae</b>				
<i>Leporinus piau</i> Fowler, 1914	Piau	Nativa	X	X
<b>Characidae</b>				
<i>Astyanax bimaculatus</i> (Linnaeus, 1758)	Piaba	Nativa	X	X
<i>Psalidon fasciatus</i> (Cuvier, 1819)	Piaba	Nativa	X	X
<b>Triporthidae</b>				
<i>Triporthus signatus</i> (German, 1890)	Sardinha	Nativa	X	X
<b>Erytrinidae</b>				
<i>Hoplias malabaricus</i> (Bloch, 1794)	Traíra	Nativa	X	X
<b>Prochilodontidae</b>				
<i>Prochilodus brevis</i> Steindachner, 1875	Curimatã	Nativa	X	X
<b>Curimatidae</b>				
<i>Psectrogaster rhomboides</i> Eigenmann & Eigenmann, 1889	Curimatã	Nativa		X
<i>Steindachnerina notonota</i> (Miranda Ribeiro, 1937)	Piaba	Nativa		X
<b>Poeciliidae</b>				
<i>Poecilia vivipara</i> Bloch & Schneider, 1801	Barrigudinho	Nativa		X
<b>CICHLIFORMES</b>				
<b>Cichlidae</b>				
<i>Astronotus ocellatus</i> (Agassiz, 1831)	Óscar	Exótica	X	
<i>Cichla monoculus</i> Spix & Agassiz, 1831	Tucunaré	Exótica	X	X
<i>Cichlasoma orientale</i> Kullander, 1983	Corró-preto	Endêmica	X	
<i>Crenicichla brasilienses</i> (Bloch, 1792)	Quatro-olhos	Exótica	X	X
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	Tilápia	Exótica	X	X
<b>PERCIFORMES</b>				
<b>Sciaenidae</b>				
<i>Plasgioscion squamosissimus</i> (Heckel, 1840)	Pescada	Exótica	X	X
<b>TOTAL</b>			12	13



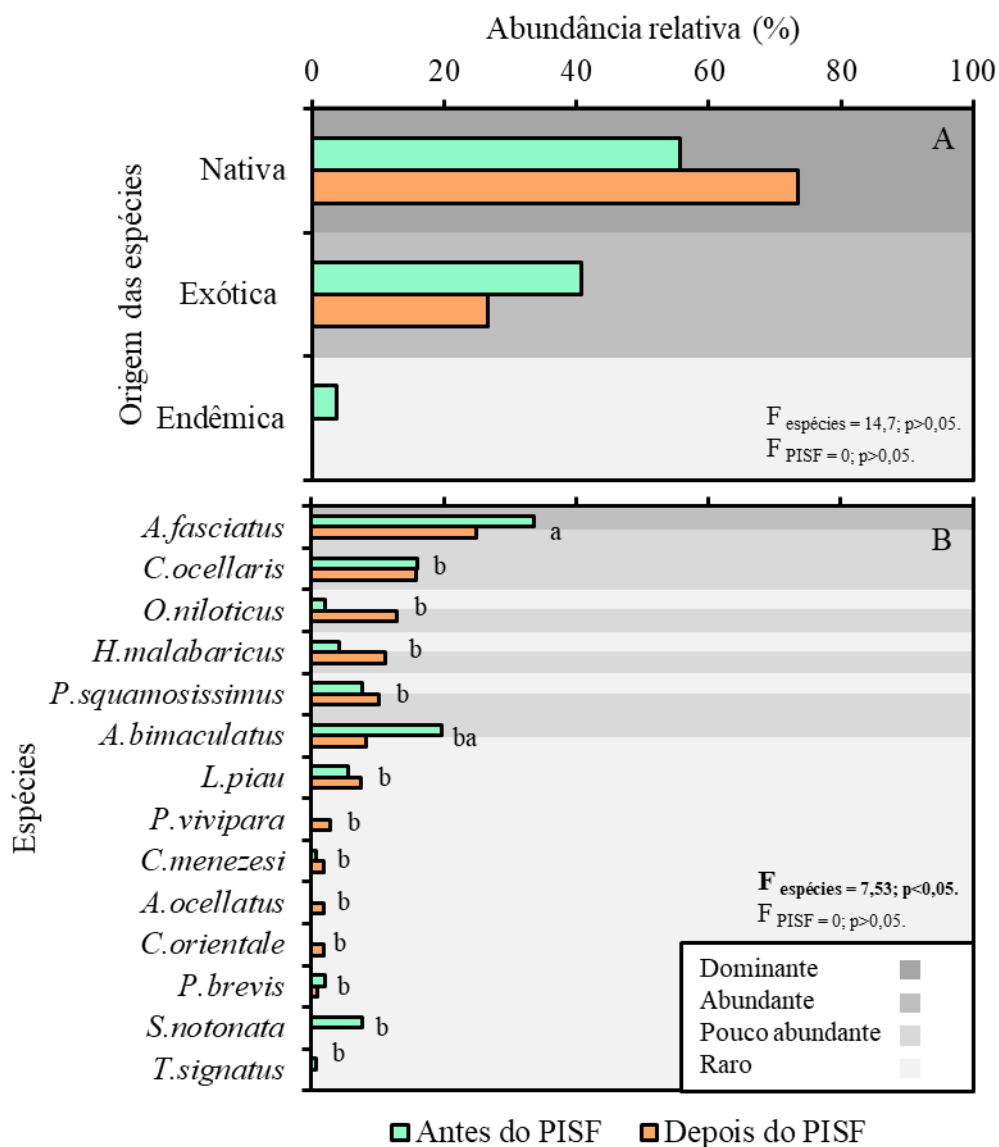
Com relação a origem das espécies, a maioria (46%) são nativas (Figura 2) e apenas uma o corró *Cichlasoma orientale* é endêmica, todavia, esta espécie não foi coletada após a TAIB do São Francisco (Tabela 1; Figura 2). A maior riqueza de espécies nativas é um padrão característico de reservatórios associado a transformação do ambiente lótico em lêntico (MOL et al., 2007; AGOSTINHO et al., 2016; GUEDES et al., 2020). A dinâmica temporal das espécies aliado a estruturação dos microhabitats de Boqueirão, podem ter favorecido para que a espécie *C. orientale* não ocorresse após a transferência de água interbacias do São Francisco haja vista que, a ANOVA de duas evidenciou que não existe relação entre a ocorrência de espécies e a transferência de água (figuta 4). Todavia, se faz muito importante o monitoramento dessas assembleias haja vista, que essas transferências de águas interbacias pode levar ao declínio de espécies endêmicas, uma vez que, propicia uma maior conectividade hídrica entre os sistemas (CLAVEL et al., 2010; NYOBER et al., 2019; HIDASI-NETO et al., 2020). Desse modo, sugerimos o monitoramento ictiofaunístico de todos os sistemas receptores de transferências de água interbacias, para que seja acompanhado a dinâmica das espécies endêmicas, e seus impactos nos serviços ecossistêmicos, sobretudo a pesca.

A ANOVA de duas vias evidenciou que a variação interespecífica foi significativa ( $p < 0,05$ ), não sendo impulsionada pela TAIB do São Francisco ( $p > 0,05$ ) (Figura 2). As espécies *Astronotus ocellatus* (óscar) e *Cichlasoma orientale* (corró) só ocorreram antes da TAIB do São Francisco e, *Psectrogaster rhomboides* (curimatã), *Steindachnerina notonota* (piaba) e *Poecilia vivipara* (barrigudinho) ocorreram apenas após a TAIB do São Francisco (Tabela 1). Tal fato pode estar relacionado com a influência das variações sazonais nas assembleias de peixes, mudando seus hábitos comportamentais e alimentares, como seus nichos tróficos, no decorrer das diferentes estações do ano (SACCOL, 2008; NEVES et al., 2021), além disso, trabalhos anteriores desenvolvidos nesse sistema já catalogaram muitas dessas espécies no presente reservatório (COSTA et al., 2017).



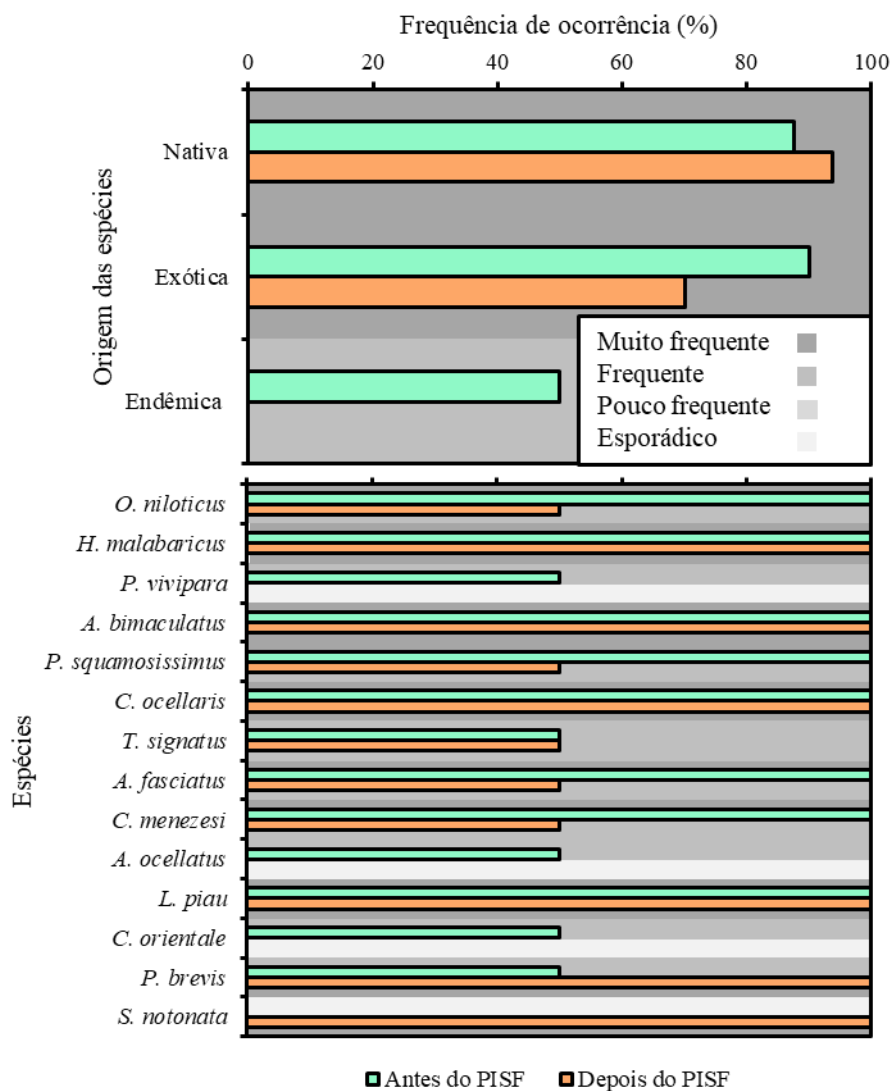
**Figura 2:** Riqueza de espécies das classes de distribuição no reservatório Boqueirão antes e depois da transferência de água interbacias do São Francisco.

A abundância relativa evidenciou que as espécies nativas foram dominantes em ambos os períodos, associada a abundância das espécies de piaba *Astyanax fasciatus* e *Astyanax bimaculatus* antes da transferência de água interbacias do rio São Francisco que diminuiu depois do empreendimento (Figura 3 A e B). Esse fato já era esperado haja vista que, além da alta riqueza de espécies nativas, essas espécies de Piaba são muito abundantes no nordeste brasileiro, uma vez que, são espécies onívoras, pequenas e estacionárias, características fundamentais para a proliferação de espécies em reservatórios (FILHO, et al., 2003; CARNEIRO et al., 2011; COSTA et al., 2017). A ANOVA de duas vias mostrou que não houve diferença significativa na abundância relativa das espécies quando consideradas as classes de ocorrência (Figura 3<sup>a</sup>), muito embora, individualmente, *A. fasciatus* e *A. bimaculatus* diferiram das demais espécies (Figura 3B), porém, não houve relação com a transferência de água interbacias do rio São Francisco.

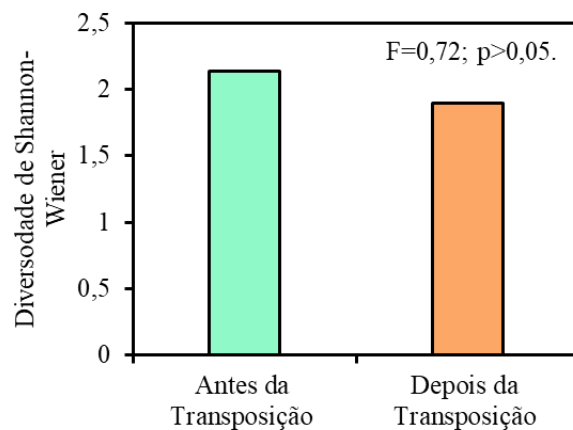


**Figura 3:** Abundância relativa (%) das espécies com relação a sua origem (A) e individualmente (B) no reservatório Boqueirão antes e depois da transferência de água interbacias do São Francisco.

Apenas as espécies endêmicas foram classificadas como frequentes, desaparecendo no período depois da TAIB do São Francisco (Figura 4A). De forma individual, a maioria das espécies foram classificadas como muito frequente e frequente, com exceção das espécies que ocorreram apenas em um período específico (Figura 4B). Não houve diferença significativa na diversidade de Shannon entre os períodos (Figura 5). A dinâmica da frequência de ocorrência das espécies pode ter sido impulsionada pelas mudanças ambientais causadas no reservatório boqueirão após a entrada da transferência de águas interbacias do São Francisco, atrelado ao aumento no seu estado trófico (BARBOSA et al., 2021), sendo este um novo filtro para a seleção das espécies que permanecerão no local.



**Figura 4:** Frequência de ocorrência (%) das espécies com relação a sua origem (A) e individualmente (B) no reservatório Boqueirão antes e depois da transferências de água interbacias do São Francisco.



**Figura 5:** Diversidade de Shannon-Wiener das espécies no reservatório Boqueirão antes e depois da transferências de água interbacias do São Francisco.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Monitoramentos ictiofaunísticos a longo prazo devem ser realizados para evidenciar ainda mais os impactos da transferência de água interbacias, sobretudo para acompanhar a dinâmica da perda de espécies nativas. Medidas conservacionistas devem ser adotadas pelos órgãos de gestão das águas, para que espécies endêmicas possam ser preservadas. Políticas públicas precisam ser adotadas para conscientizar os pescadores acerca do status de conservação das espécies, para que serviços ecossistêmicos como a pesca não sejam prejudicados por transferências de água interbacias.

## REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, A. A.; GOMES, L. C.; SUZUKI, H. I.; JÚLIO JUNIOR, H. F. Riscos da implantação de cultivos de espécies exóticas em tanques-redes em reservatórios do Rio Iguazu. **Cad. biodivers.**, v.2, n.2, 1999.
- ATTAYDE, J. L.; OKUN, N.; BRASIL, J.; MENEZES, R.; MESQUITA, P. Os impactos da introdução da tilápia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, sobre a estrutura trófica dos ecossistemas aquáticos do Bioma Caatinga. **Oecologia Brasiliensis**, v.11, n.3, p.450-461, 2007.
- AVELLAR, R. G. Rio Paraíba do Sul—Sua Importância como Recurso Hídrico e os Impactos de sua Exploração em Relação aos Usos Múltiplos. **Projeto Final (tecnológico) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckov da Fonseca**, 2015.
- Barbosa, T. M. Análise da conectividade entre populações de *Carijoa riisei* (Duchassaing e Michelotti)(Cnidaria: Octocorallia) na costa brasileira através de abordagens morfológica, molecular e reprodutiva. **Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal de Pernambuco, Recife**, 2015.
- BACCARIN, A. E. Impacto ambiental e parâmetros zootécnicos da produção de tilápia do Nilo (*Oreochromis niloticus*) sob diferentes manejos alimentares. 2002.
- BARBOSA, J. E. L.; SEVERIANO J. S.; CAVALCANTE, H.; SILVA, D. L.; MENDES, C. F.; BARBOSA, V. V.; SILVA, R. D. S.; OLIVEIRA, D. A.; MOLOZZI, J. Impacts of inter-basin water transfer on the water quality of receiving reservoirs in a tropical semi-arid region. **Hydrobiologia**, v. 848, pp.651–673, 2021.
- BELLARD, C.; CASSEY, P.; & BLACKBURN, T.M. Alien species as a driver of recent extinctions. **Biology letters**. v.12, n.2, p.201-506, 2016.
- CARNEIRO, I. S. C.; FILHO, V. P. F.; CLOOSTERMAN, L. A.; COLLIER, C. A.; NETO, M. S. A.; FELIX, R. T. S.; EL-DEIR, A. C. A. ANÁLISE DA REPRODUÇÃO DA PIABA *Moenkhausia costae* (STEINDACHNER, 1907) (ACTINOPTERYGII, CHARACIFORMES) NO RESERVATÓRIO DE SOBRADINHO NO RIO SÃO FRANCISCO. **CEP**, v. 52171, p. 900, 2011.
- CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. **Estudos Avançados**, v. 22, p.61-82, 2008.
- CROKE, J.; MOCKLER, S.; FORGARTY, P.; TAKKEN, I. Sediment concentration changes in runoff pathways from a forest road network and resultant spatial pattern of catchment connectivity. **Geomorphology**. v.3-4. n.68. p. 257-268, 2005.
- COSTA, C. W.; PIGA, F. G.; MORAES, M. C. P.; DORICI, M.; SANGUINETTO, E. C.; LOLLO, J. A.; MOSCHINI, L. E.; LORANDI, R.; OLIVEIRA, L. J. Fragilidade ambiental e escassez hídrica em bacias hidrográficas: Manancial do Rio das Araras - Araras SP. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.20, n.4, p.946-958, 2015.



- COSTA, S. Y. L.; BARBOSA, J.; VIANA, L. G.; RAMOS, T. P. A. Composition of the ichthyofauna in Brazilian semiarid reservoirs. **Biota Neotropica**, v.17, n.3, p.1 – 11, 2017.
- DAGA, V. S.; SANTOS, V. M. A.; PELICICE, F. M.; FEARNSIDE, P. M.; NEVES, G. P.; PASCHOAL, L. R. P.; CAVALLARI, D.C.; ERICKSON, J.; RUOCCO, A. M.; OLIVEIRA, I.; PADIAL, A. A.; VITULE, J. L. S. Water diversion in Brazil threatens biodiversity. **Ambio**. 49:165–172, 2020.
- ESPÍNOLA, L. A.; FERREIRA, J. J. H. Espécies invasoras: conceitos, modelos e atributos. **Interiencia**, v.32, n.9, p.580-585, 2007.
- FILHO, V. P. F.; GUERRA, T. P.; COLLIER, C. A.; ALMEIDA, M. S.; NETO, T. D. N. M.; EL-DEIR, A. C. A. RESERVATÓRIO DE SOBRADINHO NO RIO SÃO FRANCISCO. **REIS**, v. 63, n. 1, p. 69-74, 2003.
- GONDIM, J.; FIOREZE, A. P.; ALVES, R. F. F.; SOUZA, W. G. D. A seca atual no Semiárido nordestino-Impactos sobre os recursos hídricos. **Parcerias Estratégicas**, v.22, n.44, p.277-300, 2017.
- LACERDA, A. C. F.; YAMADA, F. H.; ANTONUCCI, A. M.; TAVARES-DIAS, M. Peixes introduzidos e seus parasitos. **Embrapa Amapá-Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2013.
- LIMA, L.C. Além das águas, a discussão no nordeste do rio São Francisco. **Revista do Departamento de Geografia**. v.17, p.94-100, 2005.
- LOOSE, E. B. Mundo Invadido. **Página 22**, n.46, p.46-48, 2010.
- LYNCH, H. J.; GRANT, E. H. C.; MUNEEPEERAKUL, R.; ARUNACHALAM, M.; ITURBE, I. R.; FAGAN, W. F. How restructuring river connectivity changes freshwater fish biodiversity and biogeography. **Water Resources Research**, v. 47, n. 5, 2011.
- MA, Y.; CHANG, J.; GUO, A.; CHEN, L.; WANG, X. Conjunctive operation of interbasin transferred water and local water in a multisource diversion-supply-allocation system. **Journal of Water Resources Planning and Management**, v.147, n.10, p.502-1018, 2021.
- MACHADO, C. J. S.; OLIVEIRA, A. E. C. ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS: PROBLEMA NACIONAL AINDA POUCO CONHECIDO. **Cienc. Cult.**, v.61, n.1, 2009.
- MARENGO, J. A.; CUNHA, A. P.; ALVES, L. M. A seca de 2012-15 no semiárido do Nordeste do Brasil no contexto histórico. **Revista Climanalise**, v.3, n.1, p.49-54, 2016.
- MORAIS, E. A.; CARVALHO, J. S. F.; ALMEIDA, P. L. R.; ALCÂNTARA, H. M.; MEDEIROS, P. C. Conflitos de acesso e uso da água na bacia do rio Paraíba após operação do projeto de integração do rio São Francisco. **Brazilian Journal of Development**. v.6, n.1, p.5098-5108, 2020.
- MILARDI, M.; LANZONI, M.; GAVIOLI, A.; FANO, E. A.; CASTALDELLI, G. Long-term fish monitoring underlines a rising tide of temperature tolerant, rheophilic, benthivore and generalist exotics, irrespective of hydrological conditions. **Journal of Limnology**. v. 77, n.2, 2018.
- MILARDI, M.; GAVIOLI, A.; SOININEN, J.; CASTALDELLI, G. Exotic species invasions undermine regional functional diversity of freshwater fish. **Nature**, v.9, p.1-7, 2019.
- NELSON, R. A. R. R. Da importância dos recursos hídricos e a organização administrativa para sua proteção. **Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas**, n.9, p.71-88, 2018.
- NEVES, M. P.; KATRINA, P.; DELARIVA, R. L.; JONES, J. I.; FIALHO, C. B. Seasonal feeding plasticity can facilitate coexistence of dominant omnivores in Neotropical streams. **Rev. Fish Biol Fisheries**, 2021.
- NOVAES, J.L.C., MOREIRA, S.I.L., FREIRE, C.E.C., SOUSA, M.M.O.; COSTA, R.S. Fish assemblage in a semi-arid Neotropical reservoir: composition, structure and patterns of diversity and abundance. **Brazilian Journal of Biology**. v.74, n.2, p.290-301, 2013.

OLIVEIRA, A. E. S.; MACHADO, C. J. S. A experiência brasileira diante das espécies exóticas invasoras e a perspectiva de formulação de uma política pública nacional. **Cienc. Cult.**, v.61, n.1, p.23-26, 2009.

PAMPLONA, J. B.; CACCIAMALI, M. C. O paradoxo da abundância: recursos naturais e desenvolvimento na América Latina. **Estudos Avançados**, v.31, p.251-270, 2017.

PITTOCK, J. J.; MENG, A. K. Chapagain. Interbasin Water Transfers and Water Scarcity in a Changing World: A Solution or a Pipedream? A Discussion Paper in a Burning Issue. **WWF Germany, Frankfurt**, 2009.

QUIRINO, B. A. Influência da conectividade hidrológica na dieta de peixes de pequeno porte que habitam regiões litorâneas de lagoas. Dissertação de mestrado, **Universidade Estadual de Maringá**, 2018.

RAMALHO, M. F. D. J. L. A fragilidade ambiental do Nordeste brasileiro: o clima semiárido e as imprevisões das grandes estiagens. **Sociedade e Território**, v.25, n.2, p.104-115, 2013.

RAMOS, H. N. Biodiversidade em crise: extinções, invasões e homogeneização biótica no antropoceno, 2018.

RAMOS, T. P. A.; LIMA, J. A. S.; COSTA, S. Y. L.; SILVA, M. J.; AVELLAR, R. C.; SILVA, L. O. Continental ichthyofauna from the Paraíba do Norte River basin pre-transposition of the São Francisco River, Northeastern Brazil. **Biota neotropical**, v.18, n.4, p.1-10, 2018.

RAMOS, T. P. A.; COSTA, S. Y. L.; LIMA, R. M. O.; BARBOSA, J. E. L.; MENEZES, R. F. First record of *Moenkhausia costae* (Steindachner 1907) in the Paraíba do Norte basin after the São Francisco River diversion. **Biota Neotrópica**, v. 21, p. 1-25, 2021.

RIBEIRO, C. W. Geografia política e gestão ambiental dos recursos naturais. **Estudos Avançados**, v.24, n.68, 2010.

RIBEIRO, G. T.; FERRO, D. A. M. INTRODUÇÃO DO TUCUNARÉ (CICHLA) NA BACIA DORIO PARANÁ. **ANAIS DO FÓRUM DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO UNIFUNEC**, v. 9, n. 9, 2018.

RODRIGUES, S. C. M.; DIAS, L. A. L.; CARVALHO, A. C.; FENZL, N.; LOPES, L. O. C. Os recursos naturais no processo de desenvolvimento econômico capitalista: uma breve reflexão. **SEMIOSES: Inovação, Desenvolvimento e Sustentabilidade**, v.13, n.4, p.50-68, 2019.

SACCOL, A. P. Variação sazonal e estrutura trófica da assembléia de peixes do delta do rio Jacuí, RS, Brasil. Tese de Doutorado, **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, 2008.

SANTOS, A. R. R.; SANTOS, C. A.; SANTOS, A. R. As relações de poder no semiárido Nordeste. **Revista Ambivalências**, v. 2, n. 4, p. 151-164, 2014.

SANTOS, A. I.; CALAFATE, L. Espécies Invasoras. **Revista de Ciência Elementar**, v.6, n.1, 2018.

SANTOS, B. M.; SANTOS, S. M.; SOUZA, C. A.; SANTOS, C. R. A.; BORTOLINI, J. C. A variabilidade ambiental influencia a composição e biomassa fitoplanctônica de um reservatório neotropical. **Oecologia Australis**, v. 25, n. 1, p.90-102, 2021.

SCHEWE, J.; HEINKE, J.; GERTEN, D. HADDELAND, I.; ARNELL, N. W.; CLARK, D. B.; DANKERS, R.; EISNER, S.; FEKETE, B. M.; COLÓN-GONZÁLEZ, F. J.; GOSLING, S. N.; KIM, H.; LIU, X.; MASAKI, Y.; PORTMANN, F. T.; SATOH, Y.; STACKE, T.; TANG, Q.; WADA, Y.; WISSER, D.; ALBRECHT, T. FRIELER, K.; PIONTEK, F.; WARSZAWSKI, L.; KABAT, P. Multimodel assessment of water scarcity under climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States*, v. 111, n. 9, p. 3245-3250, 2014.

SEVERIANO, J. S.; OLIVEIRA, E. S.; SILVA, D. L.; MOURA, G. C.; SILVA, E. A.; BARBOSA, J. E. L. Invasion of the dinoflagellate *Ceratium furcoides* (Levander) Langhans 1925 in South America: record of the pattern of expansion and persistence in tropical reservoirs in Northeastern Brazil. **Biological Invasions**, v. 1, p. 1, 2021.

SILVA, P. C. G.; MOURA, M. S. B. KIILL, L. H. P.; BRITO, L. D. L. PEREIRA, L. A. SÁ, I. B.; CORREIA, R. C.; TEIXEIRA, A. H. C.; CUNHA, T. J. F.; GUIMARÃES FILHO, C. Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. **CPATSA**, p.18-48, 2010.  
SOARES, E. Seca no Nordeste e a transposição do rio São Francisco. **Revista Geograficas**, p.75-86, 2013.