

## **AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DOS ESTADOS ENVOLVIDOS NO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO (PISF)**

**JACKELINE LUCAS SOUZA**

**GEORJANE DE MELO CASTRO GONDIM**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

**CARLOS EXPEDITO DE CASTRO MONTE**  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ - UFC

### **Introdução**

A era da globalização ocasionou alta concentração de atividades e de pessoas nos aglomerados urbanos (Demanboro; Mariotoni; Bettine, 1999). Como consequência, a demanda por recursos naturais aumenta, ocasionando problemas de escassez de bens essenciais, como a água. Nesse cenário, a transposição de águas surge como uma estratégia para contornar essa adversidade (Khran; Maciel; Dourado, 2007). No Brasil, tem-se o Projeto de Integração do rio São Francisco (PISF), responsável pelo transporte de águas do rio São Francisco para os Estados do Ceará, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte.

### **Problema de Pesquisa e Objetivo**

É possível refletir sobre a seguinte questão: Quais as principais características dos estados envolvidos que integram o Projeto de Integração do rio São Francisco (PISF)? A fim de responder a esse questionamento, o estudo tem como objetivo geral evidenciar as características dos estados envolvidos no Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF). A relevância do estudo se justifica pela necessidade de entender as características dos estados envolvidos no projeto, a fim de que haja incentivo para que surjam mais estratégias para auxiliar a população afetada pela falta de água potável.

### **Fundamentação Teórica**

Transposição é o ato de transportar algo para lugar diferente de onde estava. A transferência de águas entre bacias hidrográficas busca ampliar o nível de distribuição hídrica em regiões que carecem desse recurso para atender às suas necessidades, tendo como finalidade suprir a escassez hídrica em algumas regiões (Khran; Maciel; Dourado, 2007). O que pode ocasionar impactos maléficos ou benéficos, os quais podem afetar os seguimentos social, ambiental, e econômico da bacia doadora, da receptora e do trajeto percorrido (Azevedo et al, 2005).

### **Metodologia**

Esta pesquisa é bibliográfica, documental e com estudo de caso múltiplo, a partir do sistema de adução de água bruta nos estados envolvidos no PISF (Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte), no período de 2022 a 2023. A interpretação dos dados permitiu relacionar a transposição do rio São Francisco com outros modelos de transferência de águas nacionais e internacionais. Com base nesta análise, os resultados foram demonstrados em gráficos e tabelas, a fim de identificar informações semelhantes nos modelos e evidenciar os fatores econômicos e ambientais envolvidos no processo.

### **Análise dos Resultados**

As 11 características mapeadas foram agrupadas a fim de proporcionar maior discussão nos tópicos correlacionados, para evitar a repetição dos achados, em três blocos: bloco I (características 1, 2, 3 e 4), bloco II (características 5 e 6) e bloco III (características 7, 8, 9, 10 e 11). Para o bloco I, maior destaque se deu que o PISF é uma obra maior que a do Projeto Big Thompson; para o bloco II, o maior destaque foi para o Estado da Paraíba, que contemplará 143 municípios, representando o maior dentre dos 4 estados; e o bloco III, o maior destaque de custos foi para o Estado de Pernambuco.

### **Conclusão**

As principais contribuições deste estudo são os diagramas unifilares (característica 1), representando a estrutura hídrica simplificada do PISF, nos quatro estados (CE, PB, PE e RN), possibilitando o detalhamento dos elementos componentes (reservatórios, aquedutos, túneis, bacias hidrográficas e estações de bombeamento); a quantidade de municípios beneficiados pelo PISF (característica 6) e os custos incrementais e totais, com suas respectivas rubricas (características 10 e 11).

### **Referências Bibliográficas**

AZEVEDO, L. G. T. de et al. Série Água Brasil: Transferência de Água entre Bacias Hidrográficas. 1. ed. Brasília: Banco Mundial, 2005. 93 p. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/292191468239984065/pdf/416090PAPER0BR0SerieAgua701PUBLIC1.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2022  
CERME/UnB - Centro de Estudos em Regulação de Mercados da Universidade de Brasília. Projeto de Integração do Rio São Francisco – PISF: estudo sobre o custo da água de transposição, sua regulamentação, estrutura tarifária e alternativa de exploração de atividades econômicas. 2021.

### **Palavras Chave**

PISF, Transposição de águas, Rio São Francisco

### **Agradecimento a órgão de fomento**

Agência Nacional de Águas (ANA) e Centro de Estudos em Regulação de Mercados (CERME/UnB)

# AValiação DAS CARACTERÍSTICAS DOS ESTADOS ENVOLVIDOS NO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO (PISF)

## 1. INTRODUÇÃO

A era da globalização teve como uma de suas principais consequências a alteração da dinâmica entre o homem e o meio ambiente em função da alta concentração de atividades e de pessoas nos aglomerados urbanos (Demamoro; Mariotoni; Bettine, 1999). Em detrimento disso, a demanda por recursos naturais, que por sua vez são limitados, passa a ser cada vez maior, ocasionando problemas de escassez de bens essenciais.

Essa escassez provoca, entre outras coisas, crises hídricas vivenciadas em áreas de menor acesso à água. A água potável desperdiçada nas grandes metrópoles fará falta para mais da metade da população do planeta até 2025. Nesse cenário, a transposição de águas surge como uma estratégia para contornar essa adversidade. Transportar águas significa levar esse recurso de uma bacia hidrográfica para outra, através de leitos e com base em estudos socioambientais, a fim de suprir necessidades relacionadas à escassez (Khran; Maciel; Dourado, 2007).

Os sistemas de transporte de água passaram a ser utilizados em diversas regiões do mundo, objetivando garantir o suprimento de água e aumentar a sua disponibilidade. São exemplos de modelos de transposição no mundo o Projeto Chavimochic (Peru) (Durango, 2016), o Colorado - Big Thompson canal (EUA), segundo a United States Bureau of Reclamation (USBR, 2004), o Aqueduto Tejo (Espanha) (Amorim, 2016), entre outros. No Brasil, um caso de transposição muito conhecido é o Projeto de Integração do rio São Francisco (PISF), responsável pelo transporte de águas do rio São Francisco para os Estados do Ceará, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte.

Os estados receptores das águas do PISF, localizados no Nordeste brasileiro, possuem características diversas; ora semelhantes, ora diferentes, que promovem o presente estudo a fim de responder ao seguinte questionamento: **Quais as principais características dos estados envolvidos que integram o Projeto de Integração do rio São Francisco (PISF)?**

A fim de responder a esse questionamento, o estudo tem como objetivo geral evidenciar as características dos estados envolvidos no Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF), propondo em seus objetivos específicos: *i)* levantar modelos nacionais e internacionais de transposição de águas no Brasil e demais países; *ii)* identificar os custos dos estados envolvidos na transposição de águas do Projeto de Integração do rio São Francisco (PISF); e *iii)* avaliar requisitos que são necessários para que haja transposição de águas como o Projeto de Integração do rio São Francisco (PISF). Desta forma, tomando como base o Relatório com as Diretrizes Gerais para Implementação do PISF, foram necessários o estudo e o conhecimento do sistema de adução de água bruta do PISF nos estados, bem como a regulação estadual quanto ao sistema de distribuição de água bruta, sistematização contábil de cada estado componente e receptor do sistema integrado, a fim de qualificar as principais características dos estados envolvidos.

Esta pesquisa é bibliográfica, qualitativa, descritiva e documental, a partir do sistema de adução de água bruta nos estados envolvidos no PISF, com estudo de caso múltiplo (Estados do Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte e Pernambuco), no período de 2022 a 2023.

A relevância do estudo se justifica pela necessidade de entender as características predominantes dos estados envolvidos no projeto, a fim de que haja incentivo para que surjam mais estratégias e soluções que visem garantir segurança hídrica para a população afetada pela falta de água potável. Além disso, o tema em questão é oportuno ao desenvolvimento dos Estados menos favorecidos da região Nordeste, os quais poderão competir em igualdade com os demais Estados do Brasil, quando há disponibilidade de um insumo fundamental para a região: a água.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Transposição de bacias hidrográficas: modelos nacionais e internacionais

Transposição é o ato de transportar algo para lugar diferente de onde estava ou devia estar. A transferência de águas entre bacias hidrográficas busca ampliar o nível de distribuição hídrica em regiões que carecem desse recurso para atender às suas necessidades, tendo como finalidade suprir a escassez hídrica em algumas regiões, e possibilitar o desenvolvimento para vários tipos de uso desse recurso hídrico transposto, como consumo humano e animal, geração de energia elétrica, irrigação, entre outros (Khran; Maciel; Dourado, 2007).

Essa carência relacionada à água é motivada, principalmente, pelo desalinhamento entre demanda e disponibilidade hídricas regionais, o que representa uma problemática de alocação e distribuição de água. Neste sentido, a transferência de águas surge como alternativa de equalizar esta distribuição, de forma a produzir o desenvolvimento econômico, social e sustentável de áreas menos favorecidas. Diversos impactos são gerados a partir das transposições, os quais podem afetar os seguimentos social, ambiental, cultural e econômico da bacia doadora, da bacia receptora e do trajeto percorrido pelas águas (Azevedo *et al.*, 2005).

No Brasil, pode-se citar como exemplo a transposição da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba (SP) para a Barra do Pirai (RJ), para a queda livre de Caraguatatuba (SP), para o sistema Lagoa Feia (RJ) e para bacia hidrográfica do Rio Guandu (RJ). Esta, por sua vez, é formada pela união das bacias dos rios Guandu, da Guarda e Guandu Mirim. A bacia possui 1.395 km<sup>2</sup> de extensão, com 94% de sua vazão regularizada, que é advinda do rio Paraíba do Sul, e 6% derivados do rio Pirai (Carvalho; Thomas; Gontijo Júnior, 2007).

No contexto internacional, Khran, Maciel e Dourado (2007) reúnem a escassa informação da literatura acerca dos projetos de transposição, apontando os impactos sociais e ambientais e trazendo como exemplos o Aqueduto Tejo – Segura (Espanha), projeto Chavimochic (Peru), Colorado – Big Thompson (EUA), Projeto do Vale Central da Califórnia, Aqueduto e canais de Los Angeles, Canal Califórnia e Aqueduto Colorado.

#### 2.1.1 Modelos internacionais

Foram selecionados sete modelos de transposição internacionais, localizados nos Estados Unidos, Espanha, Austrália, África do Sul, Peru, China e Egito, e apontadas as contribuições e características dos projetos.

##### a) Projeto Colorado Big Thompson (EUA)

Segundo a USBR (2004), o projeto começou a ser construído em 1938, pelo custo estimado em US\$1.23 bilhão, com o objetivo de armazenar, regular e desviar água do rio Colorado, situado na encosta oeste da divisa continental à encosta oriental das Montanhas Rochosas, onde se localiza o rio Big Thompson.

Silva, Lima e Casimiro Filho (2017) verificaram como o projeto de transposição do rio São Francisco contextualiza as principais demandas afetadas pela obra, com relação à estrutura agrária e à gestão das águas, através da análise das características e principais impactos econômicos, sociais e ambientais de experiências internacionais. Os autores concluíram que é imprescindível a atuação conjunta da população e dos gestores dos projetos de transposição, a fim de garantir a melhor gestão dos recursos hídricos, evidenciando impactos negativos e positivos associados ao Projeto do rio Colorado Big Thompson.

##### b) Transposição Tajo-Segura (Espanha)

Segundo o Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MDR, 2019 *apud* Caldas, 2021) a transposição do rio Tajo para o rio Segura teve início em 1933, tendo sido concluída em 1973. O objetivo dessa transposição era transferir águas do rio Tajo, região centro-sul, para suprir a demanda hídrica na região do rio Segura ao sul da Espanha. Nesse sistema, a água percorre cerca de 242 km, e a vazão média transposta é de 33 m<sup>3</sup>/s, com um custo total estimado em US\$4.67 bilhões. Entretanto, a finalidade principal da transposição não

foi alcançada, tendo em vista que o projeto gerou um crescimento exponencial da demanda de água, acompanhado de um desenvolvimento insustentável.

Azevedo *et al.* (2005) apontou lições extraídas das experiências nacionais e internacionais em projetos de transposição de águas. O estudo evidenciou que houve destruição da vegetação nativa e ribeirinha, extinção de espécies, perda de qualidade da água em função do lançamento de efluentes, e problemas de salinização do solo, na transposição Tajo-Segura. Isso revela a ausência de planejamento e integração entre fatores ambientais, econômicos e sociais, os quais poderiam minimizar os impactos negativos e expandir os benefícios quando estudados em conjunto (Azevedo *et al.*, 2005).

c) Sistema hidrelétrico das montanhas de Snowy (Austrália)

Começou a ser construído em 1949 e foi finalizado em 1974, com um conjunto de sete usinas, 16 reservatórios, 80 km de aquedutos e 145 km de túneis interligados, objetivando coletar e armazenar a água que fluiria para o litoral, levando-a do rio Snowy para os rios Murray e Murrumbidgee. No entanto, no período em que o projeto estava sendo desenvolvido, não eram comuns estudos sobre impactos ambientais, logo o sistema foi construído sem que houvesse um planejamento e uma discussão para avaliar se os benefícios da transposição hídrica compensariam os malefícios. Como resultado, o fluxo do rio Snowy foi reduzido, impactando negativamente a biodiversidade, o *habitat* e o número de espécies (Azevedo *et al.*, 2005).

d) Projeto hídrico das montanhas de Lesotho (África do Sul)

O Lesotho Highlands Water Project (LHWP, 2004a) teve início em 1983, esse projeto realizou o aproveitamento das águas do rio Senqu, em Lesotho, e forneceu recurso hídrico para a região de Gauteng, localizada na África do Sul. Além de beneficiar mutuamente os dois países envolvidos, a transposição teve por objetivo exportar 70 m<sup>3</sup>/s de água e tornar Lesotho independente em relação ao suprimento de energia.

O projeto foi dividido em duas fases: fase 1A e fase 1B. A primeira fase (1A) foi concluída em 1998, transferindo 17m<sup>3</sup>/s, com um custo em torno de US\$2,5 bilhões, sendo composta pelo reservatório de Katse e pelo reservatório de Muela, por um túnel de transferência de 45 km, um túnel de 37 km até o rio Ash e pelo reservatório de Muela. Já a segunda fase (1B) teve sua conclusão em 2004, com um custo de US\$1,1 bilhão e uma transferência de 12 m<sup>3</sup>/s; fizeram parte dela, o reservatório de Mohale e dois túneis (LHWP, 2004a). Os resultados de 35 estudos das áreas impactadas pelo projeto, na fase 1B apresentou poucos impactos negativos. Na bacia doadora, houve redução da média anual de vazão dos rios represados e a receptora, o principal dano foi a erosão no rio Ash devido a vazão adicional (LHWP, 2004b).

e) Projeto especial Chavimochic (Peru)

É um sistema implementado em La Libertad, com o objetivo de transferir água do rio Santa para os vales dos rios Chao, Virú, Moche e Chicama. Além disso, o projeto busca abastecer a província de Trujillo, que concentra cerca de 87% da população da região de La Libertad, com vazão de 1,25 m<sup>3</sup>/s, e geração de 68,1 MW de energia elétrica (Durango, 2016).

f) Projeto de transferência de água de Wanjiashai (China)

No nordeste da China, o déficit hídrico, além de reduzir a disponibilidade de água para os habitantes, estava prejudicando a irrigação e elevando os custos da produção industrial. A demanda de água também vinha crescendo, ao passo que a economia do país passava por expansão. Nesse cenário, o projeto de transposição surgiu em 1998, com a finalidade de melhorar o abastecimento e a qualidade da água, controlar a intrusão salina nas cidades do litoral, reduzir a pobreza, minimizar o consumo de água, com o objetivo principal de atenuar a escassez hídrica nas áreas industriais de Tiyan, Pingsuo e Datong (Azevedo *et al.*, 2005).

g) Projeto do canal El-Salam no Sinai (Egito)

Segundo o MDR (2000), esse projeto foi Desenvolvido pelo Ministério de Obras Públicas e Recursos Hídricos do Egito, esse projeto transpõe águas do rio Nilo pelo Canal do Suez, atendendo uma área de irrigação de 308.000 hectares a oeste e de 560.000 hectares a leste

do canal. Além disso, também haverá a reutilização de águas dos rios Lower Serw e Bahr Hodous. A execução do projeto foi dividida em duas fases, uma cobrindo a região oeste do Canal de Suez e outra cobrindo a região leste. A primeira fase incluiu a construção da Barragem de Faraskour, construção da tomada d'água, escavação do canal e a construção de três estações de bombeamento, além de sifões com drenagens naturais. Já a segunda fase foi responsável pela construção do sifão sob o Canal de Suez, composto por quatro túneis com 750m de extensão cada, o canal Al-Salam (MDR, 2000).

### 2.1.2 Modelos nacionais

Foram listados cinco modelos de transposição nacionais, distribuídos nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Ceará e Paraíba, evidenciando características e marcos importantes relacionados a cada um deles.

#### a) Alto Tietê – Baixada Santista (São Paulo)

Com base na Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2014), essa transposição teve início com a inauguração de uma usina hidrelétrica no rio Tietê, em 1901, e a construção de um reservatório no rio Embu-Guaçu, em 1908. Tendo em vista problemas relacionados à insuficiência de energia, foi desenvolvido um projeto para reverter as águas do rio Tietê para a Serra do Mar, em 1927, com consequente geração de energia para a cidade de São Paulo e regiões vizinhas.

A elevação da barragem de Parnaíba e os bombeamentos nas usinas elevatórias de Traição e Pedreira possibilitaram o armazenamento de água no reservatório Billings e a transposição da bacia do Tietê para o rio Cubatão, na Baixada Santista. Por outro lado, culminou na eutrofização do reservatório Billings e de outros corpos d'água, devido à ausência de coleta e de tratamento do esgoto. Diante disto, a população que vivia ao seu redor conseguiu um dispositivo que proibia a transferência das águas do rio Tietê, já que estava havendo a transposição de esgotos de São Paulo para a represa (Braga, 2009).

#### b) Paraíba do Sul (Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais)

Segunda a Agência Nacional de Águas (ANA, 2019), a transposição das águas do rio Paraíba do Sul teve como objetivo inicial a geração de energia elétrica no complexo de Lajes. Posteriormente, o abastecimento considerável de água ao rio Guandu possibilitou o suprimento da demanda urbana do Rio de Janeiro e o desenvolvimento de importantes empreendimentos da região. Devido ao crescimento da demanda pelo recurso hídrico, esse bem torna-se cada vez mais escasso e as chances de haver conflitos pelo seu uso, cada vez mais prováveis de ocorrer. Em virtude disso, o Comitê para Integração da Bacia Hidrográfica do rio Paraíba do Sul (CEIVAP) – responsável pelo gerenciamento dos recursos hídricos – implementou o sistema de cobrança pelo uso da água e ações de incentivo ao uso sustentável desse recurso.

Um estudo realizado por Magalhães (2007) evidenciou, sobre as condições sociais, econômicas e ambientais do rio Paraíba do Sul, a importância e a necessidade de uma maior atenção do poder público, das empresas de saneamento e de toda a sociedade voltada para a região; a fim de identificar as localidades mais críticas. O estudo concluiu que o racionamento do recurso hídrico por parte das empresas que demandam água da bacia representava um ponto crucial para o beneficiamento da região e dos resultados do projeto de transposição, bem como o estudo de soluções alternativas para amenizar os impactos negativos do sistema.

#### c) Piracicaba – Alto Tietê (Sistema Cantareira, São Paulo)

Esse projeto começou a ser elaborado em 1966, mas sua operação iniciou em 1973, a partir da construção de reservatórios nos rios Jaguari, Jacareí, Cachoeira, Atibainha e do reservatório Paiva Castro. O Sistema Cantareira possui uma vazão de 33 m<sup>3</sup>/s voltada para o abastecimento de cerca de 8,8 milhões de pessoas da Região Metropolitana de São Paulo. Esse sistema é operado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e tem como objetivos promover o abastecimento urbano, controlar as cheias no rio Piracicaba e regular as vazões para os rios Jaguari e Atibaia (DIÁRIOZONANORTE, 2023).

A bacia do rio Piracicaba, a qual o Sistema Cantareira faz parte, passou por uma expansão populacional e industrial, implicando em aumento da demanda de água para irrigação, afetando o abastecimento e a qualidade da água. Além disso, a ocupação urbana nas margens dos reservatórios contribuiu para o crescimento dos processos erosivos nos arredores, acúmulo de sedimentos e redução da qualidade da água, devido ao despejo de esgoto (Castro, 2003).

Segundo Groppo *et al.* (2006), entre os anos de 1979 e 2001, foi observada uma diminuição da qualidade da água em função de tendências positivas nos parâmetros de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), nitrogênio, fósforo total e cloreto, acompanhada de tendências positivas no parâmetro de Oxigênio Dissolvido (OD).

C. Curi, F. Curi e Oliveira (2004) avaliaram os reservatórios Coremas-Mãe D'Água, os quais são interligados e localizados no extremo sudoeste da Paraíba. Esse sistema de reservatórios é abastecido pelo maior reservatório do Estado da Paraíba e terceiro maior reservatório do Nordeste, formado pelos rios Piancó, Emas e Aguiar, contribuindo com um percentual de vazão afluente de 89,19%, 4,19% e 6,62%, respectivamente. A água transposta é utilizada para atender o abastecimento urbano, gerar energia elétrica, atividades de piscicultura, agricultura irrigada e regularização do rio Piancó para o Rio Grande do Norte.

Azevedo *et al.* (2005) avaliaram o projeto de construção do Canal da Redenção e a implantação de lotes de irrigação nos 112 municípios beneficiários, no sertão paraibano. O Canal da Redenção começa na tomada d'água do reservatório Mãe D'Água e percorre 37 km até chegar nas proximidades de Aparecida, onde a água é bombeada para um reservatório elevado e conduzida por 20km de adutora até as áreas de irrigação. A vazão do canal é de 4 m<sup>3</sup>/s, já a capacidade de acumulação de água dos reservatórios Coremas e Mãe D'Água, juntos, é de 1,4 bilhões de m<sup>3</sup>.

d) Transposição rio Paraguaçu para a Região Metropolitana de Salvador (Bahia)

Em função da insuficiência dos mananciais presentes na Região Metropolitana de Salvador (RMS), foi implementado o sistema de transposição da bacia do rio Paraguaçu a partir da barragem da Pedra do Cavalo, para fins de abastecimento público, irrigação, geração de energia e controle das cheias nas cidades de Cachoeira e São Felix. Esta barragem possui um volume útil de 1.646 hm<sup>3</sup> e contribui com cerca de 6,5 m<sup>3</sup>/s de vazão para o sistema de abastecimento de água da RMS, o que representa quase 50% da vazão total (Bahia, 2016).

e) Transposição rio Jaguaribe para a Região Metropolitana de Fortaleza (Ceará)

Segundo a Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (2010), os reservatórios Pacajus, Pacoti, Riachão, Gavião e Acarape do Meio compõem o sistema integrado de abastecimento de água da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), os quais possuem uma capacidade de 10,4 m<sup>3</sup>/s e são interligados por adutoras. Em tempos de seca, o Canal do Trabalhador transpõe águas do Baixo Jaguaribe para a RMF, complementando o sistema. O sistema implantado foi o Eixão de Integração Castanhão – RMF, o qual capta água no reservatório Castanhão e leva até a RMF e ao Porto do Pecém, por meio de canais e adutoras em um bombeamento único, totalizando cerca de 250 km e vazão máxima de 14,3 m<sup>3</sup>/s.

No Estado do Ceará, as águas transferidas para a RMF, por meio do Eixão das Águas, oriundas do Eixo Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF), chegam no reservatório Castanhão através do Cinturão das Águas do Ceará (CAC). Este último, aduz as vazões transpostas do rio São Francisco distribuindo-as em regiões hidrográficas do Estado do Ceará, melhorando a eficiência na condução das águas e garantindo a segurança hídrica à RMF, beneficiando 4,5 milhões de pessoas. O CAC faz a transposição para o riacho Seco, saindo em leito natural até o rio Salgado, depois até o rio Jaguaribe, até atingir o reservatório Castanhão, percorrendo 145,3 km, por meio de canais, túneis e sifões. Do reservatório Castanhão, as águas seguem para a RMF pelo Eixão das Águas (MDR, 2022).

## **2.2 Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF)**

O Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) é uma iniciativa do Governo Federal que visa assegurar água para cerca de 12 milhões de habitantes do semiárido dos Estados da Paraíba, Pernambuco, Ceará e Rio Grande do Norte, até 2025. Essa região sofre, historicamente, com reduzida disponibilidade hídrica devido à baixa e irregular precipitação pluviométrica. Além disso, a baixa capacidade de armazenamento de água pelo solo e as temperaturas altas durante a maior parte do ano corroboram para a situação difícil desses estados do Nordeste brasileiro (ANA, 2019).

Segundo Castro (2011), o Ministério de Integração Nacional (MIN) apresentou duas razões à transposição: a baixa oferta hídrica da região Nordeste em comparação ao resto do país e a má distribuição dentro do semiárido referente a oferta dos recursos hídricos. O Nordeste possui apenas 3% da oferta nacional de recursos hídricos embora possua cerca de 28% da população brasileira. Além disso, a densidade populacional ao longo da bacia do São Francisco é de 10 habitantes/km<sup>2</sup> e a disponibilidade hídrica está na faixa de 2.000 a 10.000 m<sup>3</sup>/hab/ano, enquanto, no Sertão Norte, a densidade é de 50 habitantes/km<sup>2</sup>, e a disponibilidade é de cerca de 400 m<sup>3</sup>/hab/ano.

A partir da Resolução Federal nº 411, de 22 de setembro de 2005, da ANA, o PISF iniciou seu desenvolvimento. Esta resolução concedeu ao Ministério da Integração Nacional a outorga de 20 anos dos recursos hídricos do PISF – oriundo do rio São Francisco (com 2.800 km de extensão) -, priorizando o consumo humano e dessedentação de animais (ANA, 2005).

O PISF transpõe águas por dois eixos, sendo estes: Eixo Norte, com 260 km de extensão, e Eixo Leste, com 217 km de extensão. “Ao todo, os eixos são compostos por nove estações de bombeamento, 27 reservatórios, quatro túneis, 13 aquedutos, nove subestações de 230 KW e 270 Km de linhas de transmissão em alta tensão” (Caldas, 2021, p.33).

Da realização do PISF, foram determinados alguns pré-requisitos, como: ser essencial a preservação das áreas das Unidades de Conservação (UCs) e das áreas ocupadas por comunidades especiais; além disso, o projeto deve ter o potencial para abastecer o maior número possível de cidades e povoados; e deve garantir fornecimento de água suficiente para o abastecimento humano nas áreas vizinhas aos canais utilizados no transporte de água e para a realização de atividades agropecuárias (MDR, 2004).

Tendo em vista os benefícios trazidos por este projeto e sua grandiosidade, o presente estudo analisa, nos quatro estados envolvidos no PISF, as seguintes características: quantidade de bacias, reservatórios, estações de bombeamento e portais, bem como suas descrições; número de comunidades rurais e municípios beneficiados; vazão; percurso; trajeto total e incremental e custos incrementais e totais.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1 Tipologia da pesquisa**

O presente trabalho caracteriza-se como um estudo de caso, qualitativo, bibliográfico, descritivo e documental. Estudo de caso por tratar de informações de quatro estados brasileiros que são atendidos pela transposição das águas do rio São Francisco; qualitativo na busca das características de um fenômeno, fazendo uso de gráficos e tabelas para demonstrar os resultados mediante a observação; bibliográfico e documental mediante levantamento de achados anteriores, a fim de propor metodologia semelhante e/ou dados comparativos, evidenciando as principais características dos estados envolvidos no PISF e interpretando os dados predominantes e mais relevantes do objeto de estudo com outros modelos de transferência de águas nacionais e internacionais; e descritivo relacionando características de um grupo.

#### **3.2 Coleta de dados, população e amostra**

As informações coletadas foram distribuídas em tabelas do Excel 2016 e comparadas com os dados levantados acerca de outros modelos de transposições nacionais e internacionais. Foram selecionadas 11 características nesse estudo: diagrama Unifilar (Figuras 1 a 4),

quantidade/nomenclatura de bacias, quantidade/nomenclatura de reservatórios, quantidade de estações de bombeamento, número de comunidades rurais, número de municípios beneficiados, vazão disponível (m<sup>3</sup>/s), percurso (trajeto) incremental (em Km), percurso (trajeto) total (em Km), custo total (em R\$) e custo incremental (em R\$). O Quadro 1 evidencia as características levantadas com os respectivos estudos que mencionam as mesmas informações em outras transposições nacionais e internacionais.

Quadro 1 – Características evidenciadas na transposição do Projeto de Integração do rio São Francisco (PISF) e em estudos anteriores

Seq.	Característica	Estudos anteriores
1	Diagrama unifilar	Contribuição deste estudo
2	Quantidade/nomenclatura de bacias	Caldas (2021); USBR (2004); LHWP (2004)
3	Quantidade/nomenclatura de reservatórios/portais	Caldas (2021); USBR (2004); LHWP (2004)
4	Quantidade de estações de bombeamento	Caldas (2021)
5	Número de comunidades rurais	USBR (2004)
6	Número de municípios beneficiados	Contribuição deste estudo
7	Vazão	Durango (2016); Azevedo <i>et al</i> (2005); Campos <i>et al</i> (2003); Bahia (2014)
8	Percurso (trajeto) incremental	LHWP (2004); USBR (2004); Caldas (2021); Azevedo <i>et al</i> (2005); Carvalho, Thomas, Gontijo Júnior (2007);
9	Percurso (trajeto) total	Contribuição deste estudo
10	Custo total	MDR (2019)
11	Custo incremental	Contribuição deste estudo

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

O Quadro 1 evidencia as 11 características mapeadas para fins de análise. Destas 11 características, quatro (1, 6, 9 e 11) representam contribuições deste estudo, ou seja, especificamente do PISF, uma vez que não foram identificadas em estudos anteriores.

#### 4. ANÁLISE DE RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os estados envolvidos no PISF estão segmentados em dois eixos: Norte e Leste. O Eixo Norte é formado pelos Estados do Ceará (CE) e do Rio Grande do Norte (RN) e o Eixo Leste pelos Estados de Pernambuco (PE) e da Paraíba (PB). Entre as características dos estados envolvidas no PISF, as características fisiográficas não são tão diferentes entre si, encontrados climas semiáridos e com alta elevação de evaporação, mas há atenção especial para ocorrências periódicas de secas (2 a 7 anos), em uma grande área do planalto da Borborema com precipitações muito baixas (médias de 300 a 500mm anuais). As 11 características mapeadas foram agrupadas a fim de proporcionar maior discussão nos tópicos correlacionados, para evitar a repetição dos achados, em três blocos: bloco I (características 1, 2, 3 e 4), bloco II (características 5 e 6) e bloco III (características 7, 8, 9 10 e 11).

##### 4.1 Bloco I: diagrama unifilar, quantidade/nomenclatura de bacias, de reservatórios e de portais de entrada, e quantidade de estações de bombeamento

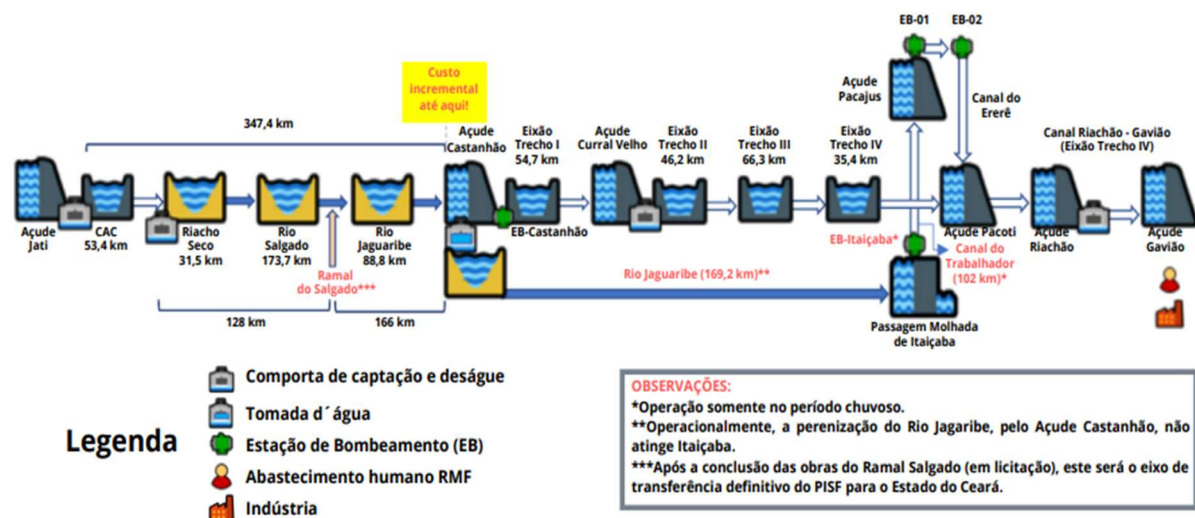
O diagrama unifilar é uma representação gráfica de uma estrutura hídrica simplificada pela disposição dos componentes e a conexão entre eles. O PISF é uma obra de infraestrutura hídrica no Brasil, cujo objetivo é o repasse de águas do Rio São Francisco para abastecer áreas secas e semiáridas no Nordeste, mais especificamente de quatro estados (CE, RN, PE e PB).

###### a) Ceará

No Estado do Ceará quase toda a estrutura hídrica já existia, independentemente das águas do PISF. As águas provenientes de algumas estruturas, como açudes e barragens, foram construídas ao longo de vários anos, por meio de adutoras e sistemas de distribuição, sendo endógenas no Estado do Ceará, e foram completadas por águas exógenas, via transposição do PISF, de acordo com disposição do diagrama unifilar (Figura 1).

Figura 1 – Diagrama unifilar do PISF no estado do Ceará.





Fonte: Conselho de Monitoramento e Avaliação de Políticas Públicas (CMAP, 2021).

No Estado do Ceará, a estrutura do sistema físico total está projetada no diagrama unifilar (Figura 1), o qual está distribuído em: sete reservatórios (Jati, Castanhão, Curral Velho, Pacajus, Pacoti, Riachão e Gavião), três rios (Seco, Salgado e Jaguaribe), envolvendo 12 bacias hidrográficas (Curu, Baixo Jaguaribe, Médio Jaguaribe, Banabuiú, Alto Jaguaribe, Salgado, Metropolitanas, Acaraú, Litoral, Coreau, Serra da Ibiapaba e Sertões de Crateús) e quatro estações de bombeamento (EB-Castanhão, EB-Itaiçaba, EB-01 e EB-02).

Iniciando pelo Açude de Jati, a água passa pela primeira comporta de captação e deságue de água (CCDA), e segue para o Cinturão das águas do Ceará (CAC), de onde passa por mais uma CCDA, até abastecer o Riacho Seco, o Rio Salgado e o Rio Jaguaribe, nesta ordem.

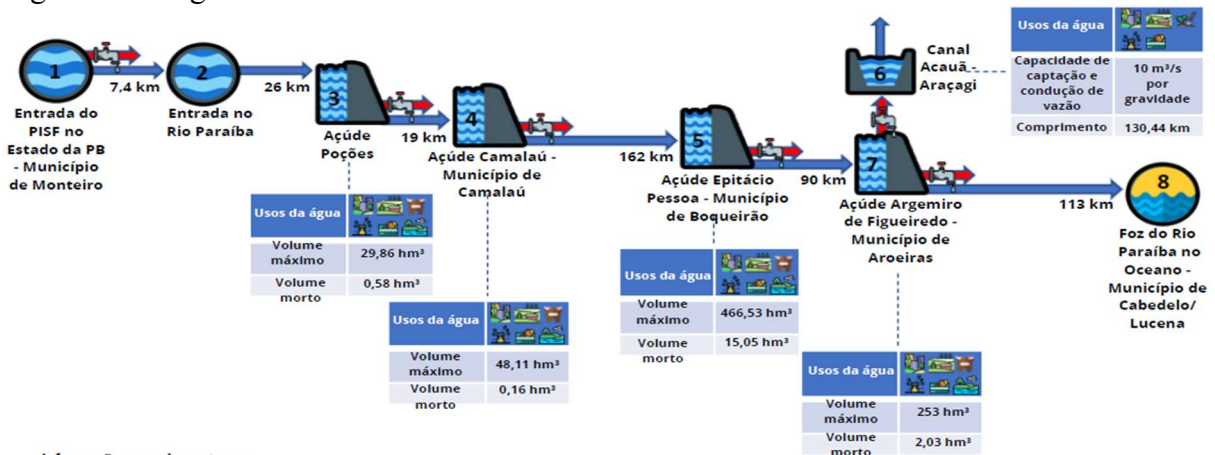
Após sair do Rio Jaguaribe, a água segue para o Açude Castanhão, o qual possui uma tomada d'água, que é um componente estrutural feito de concreto armado, comum em centrais hidroelétricas, e cuja função é a captação hídrica, para posterior alimentação do circuito hidráulico. O trajeto envolve a passagem por três estações de bombeamento (EB) até chegar, na terceira EB que é a do Castanhão. De lá em diante, segue percurso com as água endógenas geradas pela estrutura hídrica, já disponível antes do PISF, até chegar ao abastecimento humano e industrial da RMF, considerada uma demanda prioritária.

#### b) Paraíba

Segundo o Centro de Estudos em Regulação de Mercados da Universidade de Brasília (CERME/UnB, 2021), a infraestrutura hídrica do PISF, no Estado da Paraíba, se dá pelos Eixos Norte e Leste, neste último está a principal entrada das águas do PISF no Estado, enquanto no Eixo Norte estão previstos três pontos de entrada de água. Dos três pontos de entrega, o ramal do Piancó e do Apodi, respectivamente o primeiro e o terceiro ponto, ainda, estão inativos.

O principal reservatório no estado é o Eptácio Pessoa, com capacidade de mais de 450 milhões m<sup>3</sup>, além disso, são atendidos mais de 110 municípios. A água do rio Paraíba é utilizada para o abastecimento humano, para isso, são utilizadas adutoras em tubulação pressurizada, as quais, em sua maioria, possuem estruturas de captação hídrica nos açudes. Esse rio possui quatro reservatórios fluviais: os açudes Poções (município de Monteiro), Camalaú (município de Camalaú), Boqueirão (município de Boqueirão) e Acauã (município de Aroeiras) (CERME/UnB, 2021).

Figura 2 – Diagrama unifilar no Estado da Paraíba



**Informações complementares**

- 1 - Ponto de entrada da tubulação/canal de água do PISF (Eixo Leste) Região do Alto curso do rio Paraíba.
- 2 - Portal de entrada da água no rio Paraíba. Região do Alto curso do rio Paraíba.
- 3 - Região do Alto curso do rio Paraíba. Altura da barragem: 16,7 m. Extensão da barragem principal: 206 m. Material: Terra homogênea. Proprietário: DNOCS.
- 4 - Região do Alto curso do rio Paraíba. Altura da barragem: 27,4 m. Extensão da barragem principal: 320 m. Material: Terra homogênea. Proprietário: Estado da Paraíba.
- 5 - Região do Alto curso do rio Paraíba. Altura da barragem: 43,9 m. Extensão da barragem: 347 m. Material: Terra homogênea. Proprietário: DNOCS.
- 6 - Região da bacia hidrográfica do Médio Paraíba. Extensão: 130,44 km compreendendo 17 segmentos de canais abertos com seção trapezoidal, intercalados por cinco trechos de sifões invertidos em tubos de aço, sete aquedutos e galerias. Proprietário: Estado da Paraíba. Construção e manutenção: SERHIMA. Gestão da água: AESA. Andamento da obra: cerca de 50%.
- 7 - Região do Médio curso do rio Paraíba. Altura da barragem: 40,0 m. Extensão da barragem: 440 m. Material: Concreto CCR. Proprietário: Estado da Paraíba.
- 8 - Foz do rio Paraíba no Oceano Atlântico.

**Legendas**

- Abastecimento urbano
- Abastecimento rural
- Dessedentação animal
- Irrigação
- Aquicultura
- Regularização do rio Paraíba
- Agricultura familiar
- Captações diversas

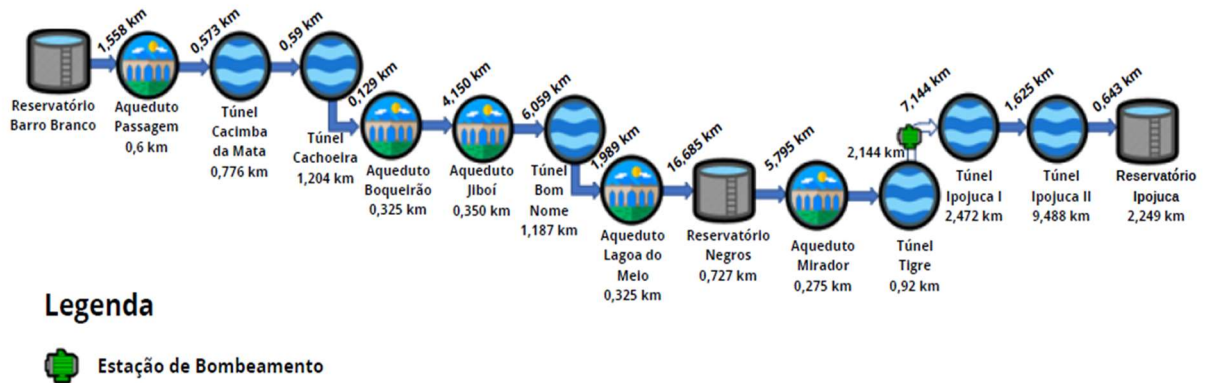
Fonte: CMAP (2021).

c) Pernambuco

O PISF atravessa o Estado de Pernambuco por meio dos Eixos Norte e Leste. O Eixo Norte inicia depois de Sobradinho (BA), enquanto o Eixo Leste inicia sua captação no reservatório de Itaparica (BA) e se destina a atender às necessidades do Ramal do Agreste – região de maior escassez hídrica no Estado de Pernambuco (Figura 3). A principal estrutura do PISF destinada ao Estado de Pernambuco foi a do Eixo Leste, via Ramal do Agreste.

As bacias hidrográficas, localizadas no Estado de Pernambuco, por onde passa o Eixo Leste são dos rios Pajeú, Moxotó e do Agreste do estado, enquanto as que percorrem o Eixo Norte são representadas pelos rios Terra Nova, Brígida e Pajeú.

Figura 3 – Diagrama unifilar do PISF no Ramal do Agreste do Estado de Pernambuco



Fonte: CMAP (2021).

O diagrama unifilar do Ramal do Agreste é composto por uma série de infraestruturas, incluindo reservatórios, aquedutos, túneis e uma estação de bombeamento. Nele, o

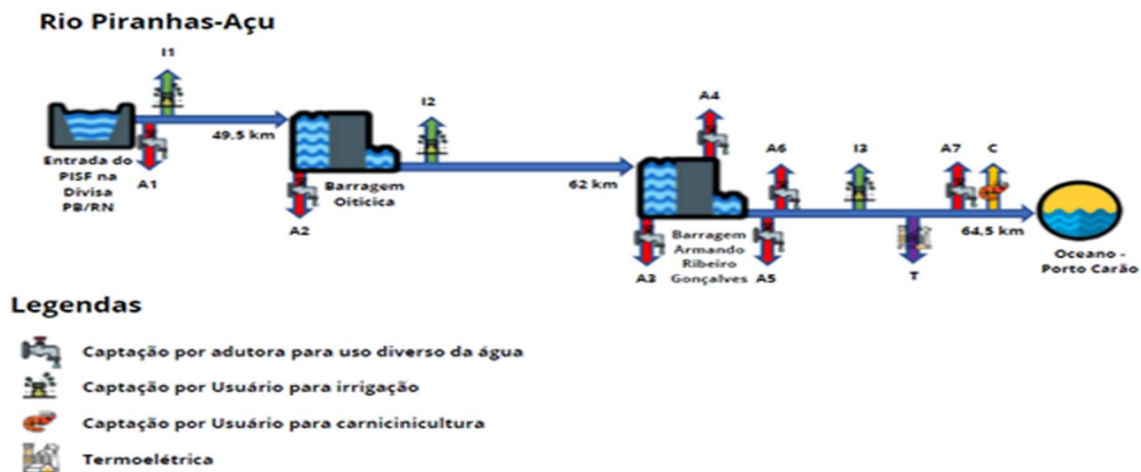
fornecimento da água do PISF se dá a partir do Reservatório Barro Branco e vai até o reservatório de Ipojuca, que é o ponto de entrega à Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA). O percurso total é de 70,75km, e por meio deste fornecimento, 2,2 milhões de pessoas de 68 municípios pernambucanos são beneficiados com a água (CERME/UnB, 2021).

d) *Rio Grande do Norte*

No Estado do Rio Grande do Norte, há dois portais de entrada para o PISF. Um, situa-se no rio Piranhas-Açu, na divisa PB/RN, e o outro no rio Apodi-Mossoró, ambos derivados do Eixo Norte, totalizando um percurso de 388,8 km.

A estrutura hídrica com portal de entrada pelo rio Piranhas-Açu (Figura 4) conta com sete adutoras: Manuel Torres (A1), Seridó (A2), Médio Oeste (A3), Serra de Santana (A4), Jerônimo Rosado (A5), Sertão Central Cabugi (A6) e (A7) (CERME/UnB, 2021), três pontos de irrigação (I1, I2 e I3), um ponto de fornecimento de água para carcinicultura (C) e um ponto de abastecimento de uma usina termoeletrica (T). Ademais, o portal fornece água para as barragens Oiticica e Armando Ribeiro Gonçalves.

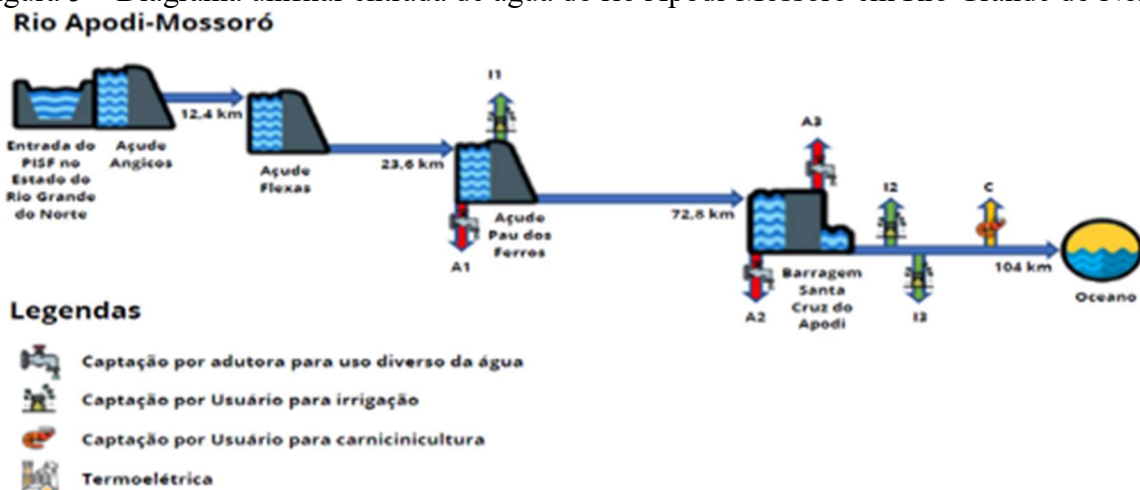
Figura 4 – Diagrama unifilar do portal de entrada de água do rio Piranhas-Açu no Estado do Rio Grande do Norte



Fonte: CMAP (2021).

Já no portal do rio Apodi-Mossoró, há três adutoras - Alto Oeste (A1), Mossoró (A2) e (A3) (CERME/UnB, 2021), três pontos de irrigação (I1, I2 e I3) e um ponto de fornecimento de água para carcinicultura (C). Além disso, o portal fornece água para os açudes Angicos, Flexas e Pau dos Ferros, além da barragem Santa Cruz do Apodi. As setas azuis representam calhas ou leitos de rio naturais.

Figura 5 – Diagrama unifilar entrada de água do rio Apodi-Mossoró em Rio Grande do Norte



Fonte: CMAP (2021).

Segundo Caldas (2021), o PISF conta com a implantação e construção de nove estações de bombeamento, 27 reservatórios e 13 aquedutos, quatro túneis, entre outros componentes. Brasil (2021), entretanto, relata que o PISF conta com 28 reservatórios, sendo 12 no Eixo Leste (Areias, Baraúnas, Mandantes, Salgueiro, Muquém, Cacimba Nova, Bagres, Copiti, Moxotó, Barreiro, Campos, Barro Branco) e 16 no Eixo Norte (Tucutu, Terra Nova, Serra do Livramento, Mangueira, Negreiros, Milagres, Jati, Atalho, Porcos, Canabrava, Cipó, Boi I, Boi II, Morros, Boa Vista, Caiçara). Os reservatórios Atalho e Engenheiro Ávidos, ambos no Eixo Leste, Poções, Camalaú, Epitácio Pessoa e Acauã, os cinco localizados no Eixo Norte, já existiam antes da implantação do PISF e, por isso, não foram contabilizados como parte do Projeto no estudo de Caldas (2021).

Além disso, a partir da observação dos diagramas unifilares apresentados neste estudo, nota-se, a presença de cinco EB's, sendo quatro localizadas no Estado do Ceará e uma no Estado de Pernambuco, além de três reservatórios, cinco aquedutos, seis túneis, todos em Pernambuco.

Quanto às bacias hidrográficas atendidas pelo PISF, foram identificadas quatro bacias no Eixo Leste (Pajeú, Moxotó, Ipojuca, Paraíba) e duas no Eixo Norte (Jaguaribe, Piancó-Piranhas-Açu), totalizando seis bacias (Brasil, 2021), diferentemente do que encontrou Caldas (2021), ao evidenciar no Eixo Leste as bacias GI 3 (tem como delimitações os rios Pajeú e São Francisco, e a bacia do Moxotó), Pajeú, Moxotó e Rio Paraíba, sem menção da bacia de Ipojuca.

O presente estudo quantificou como portais de entrada de água no PISF, um no Estado do Ceará, quatro no Estado da Paraíba (um do Eixo Leste e três no Eixo Norte), dois no Estado de Pernambuco (um no Eixo Leste e um no Eixo Norte) e dois no Rio Grande do Norte (ambos derivados do Eixo Norte) totalizando nove portais de entrada. Não foram encontrados dados comparativos quanto a essa característica por Caldas (2021).

Em comparação com o PISF, o Projeto Big Thompson – projeto internacional que realizou a transposição de águas do Rio Colorado para o Rio Big Thompson, por meio de 153km de canais, nos Estados Unidos – conta com apenas 12 reservatórios (15 a menos que o PISF), 56km de túneis e três estações elevatórias (Azevedo *et. al.*, 2005).

#### 4.2 Bloco II: Número de comunidades rurais e de municípios beneficiados

Sabe-se que o PISF busca garantir um abastecimento hídrico de longo prazo para as áreas atendidas. Além dos grandes centros urbanos beneficiados, como Fortaleza e Juazeiro do Norte, nos Estados do Ceará; Campina Grande e João Pessoa, no Estado da Paraíba; e Caruaru, no Estado de Pernambuco, o Projeto atende a outras centenas de cidades com potencial econômico no interior do semiárido nordestino, e 294 comunidades rurais, localizadas na região semiárida dos estados receptores envolvidos (CE, PB, PE e RN) (CMAP, 2021).

No Estado do Ceará, 86 municípios são beneficiados pelo PISF, via Eixo Norte. Segundo Lima, Albuquerque e Medeiros (2012), o estado é o quarto maior da região nordeste brasileira; no Estado da Paraíba, 143 municípios são beneficiados pelo PISF, via Eixos Norte e Leste, respectivamente, com 63 e 80, correspondendo a um percentual de 64,13% do território paraibano, o qual possui 223 cidades, de acordo com a Lei nº 11.259, de 28 de dezembro de 2018 (Paraíba, 2018); no Estado de Pernambuco, 98 municípios são beneficiados pelo PISF, via Eixos Norte e Leste, respectivamente, com 17 e 81 (CMAP, 2021) e no Estado do Rio Grande do Norte, 71 municípios, via Eixo Norte (CMAP, 2021) (Tabela 1).

Tabela 1 – Municípios beneficiados pelo PISF

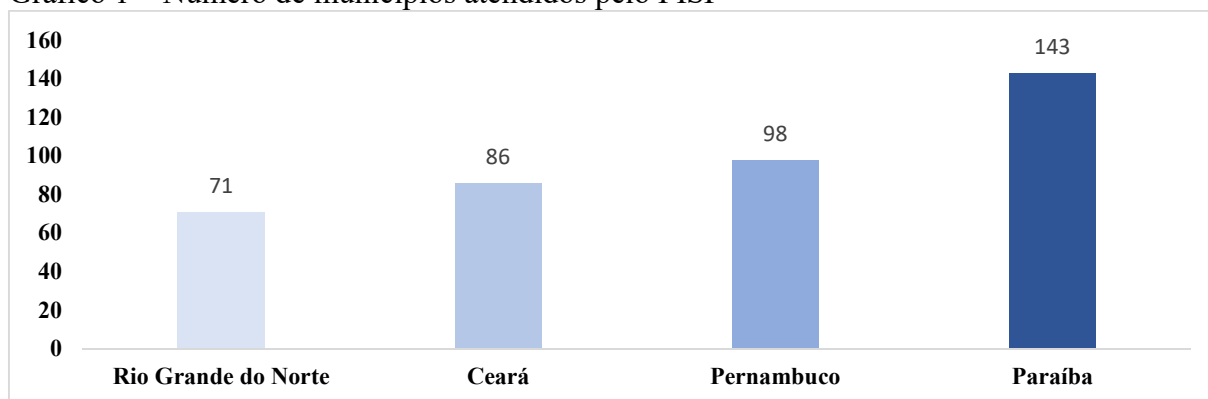
Estados	CE		PB		PE		RN		Total
	L	N	L	N	L	N	L	N	
<b>Número de municípios atendidos pelo PISF</b>	-	86	80	63	81	17	-	71	398
<b>Municípios atendidos pelo PISF (%)</b>	46,74		64,13		53,26		42,51		52,51
<b>Total de municípios</b>	184		223		184		167		758

Legenda: (L) - Eixo Leste e (N) – Eixo Norte.

Fonte: Elaborada pelos autores (2023).

De acordo com a Tabela 1, o Estado da Paraíba é o que tem maior amplitude de localidades a serem atendidas pelo PISF (64,13%), enquanto o Estado de menor amplitude é Rio Grande do Norte (42,51%). Em uma análise ampla, nota-se que o Programa de Integração do Rio São Francisco (PISF) beneficia 52,51% dos municípios dos quatro estados nordestinos (CE, PB, PE e RN) (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Número de municípios atendidos pelo PISF



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

MDR (2019 *apud* Caldas, 2021) delimitou a abrangência do PISF a 390 municípios, porém, neste estudo observou-se que o Projeto atende a 398 localidades, além de comunidades rurais. Quanto às comunidades rurais atendidas, observou-se que, somente, conseguem ser atendidas àquelas que se localizam próximas aos canais da transposição, as quais são beneficiadas por meio dos Sistemas de Abastecimento de Água (SAAs), de modo que não foram quantificadas (CMAP, 2021). O Colorado-Big Thompson Project, por sua vez, atende apenas ao Estado do Colorado, com suas cidades e vilas, nos Estados Unidos (USBR, 2004), evidenciando que a dimensão de atendimento do PISF é mais ampla a do Colorado-Big Thompson Project.

#### 4.3 Bloco III: vazão, percursos incrementais e total, e custos total e incremental

Este bloco III compreende três análises: vazão (em m<sup>3</sup>/s), percursos (em km) e custos (em R\$). As vazões para fins de atendimento pelo PISF foram demandadas pelos quatro estados favorecidos, da seguinte forma: 50m<sup>3</sup>/s no Estado do Ceará (Eixo Norte – sendo 30m<sup>3</sup>/s via CAC – Cinturão das Águas do Ceará – e 20m<sup>3</sup>/s via Ramal do Salgado, em construção), pelo único portal de entrada reservatório de Jati; no Estado da Paraíba, 4,35m<sup>3</sup>/s (Eixo Leste) pelo primeiro portal de entrada, 2,68m<sup>3</sup>/s (Eixo Norte) pelo segundo portal de entrada, 3,0m<sup>3</sup>/s (Eixo Norte) pelo terceiro portal de entrada e 20m<sup>3</sup>/s pelo quarto portal de entrada (Eixo Norte, via rio Apodi, em construção); no Estado de Pernambuco e do Rio Grande do Norte, por dois portais de entrada (Eixo Norte, via rio Piranhas-Açu e via rio Apodi-Mossoró) não foram identificadas as vazões demandadas ao PISF.

Os percursos incrementais e totais, percorridos pelas águas do PISF, nos estados receptores são de 548,1km no Estado do Ceará (sendo 347,4km incremental que está contido neste total), de 417,4km no Estado da Paraíba (total), de 388,8km no Estado do Rio Grande do Norte (total, sendo: 176km, via Piancó-Piranhas-Açu, e 212,8km, via Apodi-Mossoró) e 477km (total, sendo: 217km via Eixo Leste e 260km via Eixo Norte). O único estado, contemplado com as águas do PISF, que tem mapeado o percurso incremental é o Estado do Ceará, e os demais estados não apresentaram estas informações segregadas.

Já os custos incrementais e totais, estimados para manutenção da segurança hídrica, promovida e garantida pelo PISF, e geridos pelos estados, estão distribuídos como custos de operação e manutenção (O&M) à estrutura hídrica do PISF (adução de água bruta). Custos incrementais são àqueles decorrentes do incremento (inclusão/aumento) das águas inseridas, nos estados receptores, pelo PISF, ou seja, somente, os gastos necessários para a manutenção e



operação das águas do PISF nas estruturas físicas e na gestão das águas endógenas que já são disponibilizadas pelos estados. Já a segregação dos gastos de O&M foi feita pelo mapeamento das atividades envolvidas, a fim de alocar os custos fixos e variáveis estimados (Tabela 2):

Tabela 2 – Custos incrementais nos estados receptores das águas do PISF (em R\$)

Atividade	CE	PB	PE	RN	Total
Fiscalização do Uso da Água	362.335	120.000	2.682.547	240.000	3.404.882
Fiscalização/Segurança de Barragem	-	40.000	891.212	120.000	1.051.212
Monitoramento quantitativo	362.334	473.280	10.544.816	180.000	11.560.430
Monitoramento qualitativo				240.000	
Manutenção de barragem de terra	-	150.000	3.342.044	2.000.000	5.492.044
Manutenção de peças hidromecânicas	-	40.000	891.212	500.000	1.431.212
Reforços estruturais	-	-	-	1.000.000	1.000.000
Desassoreamento de represa	-	-	-	500.000	500.000
Limpeza de canais	-	190.000	4.233.255	500.000	4.923.255
Bombeamento: energia elétrica	-	-	4.679.597	-	4.679.597
<b>Total</b>	<b>724.669</b>	<b>1.013.680</b>	<b>27.264.683</b>	<b>5.280.000</b>	<b>34.283.032</b>
<b>% participação dos custos/estado</b>	<b>2,11%</b>	<b>2,96%</b>	<b>79,53%</b>	<b>15,40%</b>	<b>100%</b>

Fonte: CERME/UnB (2021).

De acordo com a Tabela 2, estão distribuídos os custos nas 10 atividades, sendo a atividade de ‘monitoramento quantitativo e qualitativo’ a que absorve maior parte dos custos, com 35% e a de ‘limpeza de canais’ a que representa menor custo (1%). Em relação aos custos distribuídos por estados, o Estado do Ceará representa o de menor custo incremental (2,11%) e o Estado de Pernambuco o de maior custo incremental (79,53%), este último sendo apontando em sua magnitude por conta do Ramal do Agreste, o qual necessita de uma estrutura de fiscalização diferenciada por causa da dimensão e da gestão inicial, ainda, em construção.

Esta característica é um diferencial apontado neste estudo, em comparação com estudos anteriores, contribuindo para novas pesquisas que se propõem a investigar a temática de transposição de águas.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral desta pesquisa foi evidenciar algumas características do PISF nos estados receptores da transposição de águas. Para alcançá-lo foram traçados três objetivos específicos.

O primeiro objetivo específico foi de levantar modelos nacionais e internacionais de transposição de águas no Brasil e outros países, o qual foi plenamente alcançado. Entre os internacionais, foram identificados sete modelos e nos nacionais seis modelos.

Quanto ao segundo objetivo específico identificar os custos dos estados envolvidos na transposição de águas do Projeto de Integração do rio São Francisco (PISF) este foi atingido, quase integralmente. A maior parte dos custos foi apontado pelo Estado de Pernambuco e o maior nível de detalhamento entre os estados, coube ao Estado do Ceará.

O terceiro objetivo específico foi de avaliar os requisitos necessários para se efetuar um projeto de transposição como o PISF, sendo atingido parcialmente, na parte de infraestrutura (reservatório, aquedutos, túneis e estações de bombeamento), porém, no que tange à atuação conjunta da população e dos gestores, o processo está em andamento (via consulta pública, com a população, e via discussões com a gestão hídrica dos estados envolvidos).

As principais contribuições deste estudo são os diagramas unifilares (característica 1), representando a estrutura hídrica simplificada do PISF, nos quatro estados (CE, PB, PE e RN), possibilitando o detalhamento dos elementos componentes (reservatórios, aquedutos, túneis, bacias hidrográficas e estações de bombeamento); a quantidade de municípios beneficiados

pelo PISF (característica 6) e os custos incrementais e totais, com suas respectivas rubricas (características 10 e 11). As análises efetuadas neste estudo não esgotam as possibilidades de investigação não mapeadas e atualizadas ao longo do período subsequente a 07/2022, visto que o PISF continua em desenvolvimento, para sua plenitude de execução ser estabelecida. Assim, como sugestão para futuros trabalhos, recomenda-se um estudo aprofundado sobre os impactos ambientais e sociais do PISF, a fim de identificar formas de reduzi-los e aprimorar a eficiência do PISF e atualização dos dados apresentados e lacunas identificadas.

## REFERÊNCIAS

- AMORIM, A. L. de. Mecanismos de resolução de conflitos em bacias hidrográficas compartilhadas: o caso das bacias dos Rio Piranhas- Açú (Brasil) e Tejo (Península Ibérica). 282f. 2016. (Tese de Doutorado em Recursos Naturais), Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais, Centro de Tecnologias e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, 2016. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/16863>. Acesso em: 7 jun. 2022.
- ANA - Agência Nacional de Águas. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019: informe anual/Agência Nacional de Águas. Brasília, DF, 2019. Disponível em: [http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura\\_informe\\_anual\\_2019-versao\\_web-0212-1.pdf](http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_informe_anual_2019-versao_web-0212-1.pdf). Acesso em: 5 jun. 2022.
- ANA - Agência Nacional de Águas. Resolução nº 411, de 22 de setembro de 2005. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 2005. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/arquivos/resolucoes/2005/ANALegis/LEGISResolucao411-2005.pdf?103032>. Acesso em 1 jun. 2022.
- AZEVEDO, L. G. T. de *et al.* Série Água Brasil: Transferência de Água entre Bacias Hidrográficas. 1. ed. Brasília: Banco Mundial, 2005. 93 p. Disponível em: <https://documents1.worldbank.org/curated/en/292191468239984065/pdf/416090PAPER0BR0SerieAgua701PUBLIC1.pdf>. Acesso em: 1 jun. 2022.
- BAHIA. Secretaria de Infraestrutura Hídrica e Saneamento. Plano de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Salvador, Santo Amaro e Saubar. 2016. Disponível em: <http://www.sih.ba.gov.br/arquivos/File/114300TomoVDiretrizeseProposicoesR00.pdf>. Acesso em: 15 out. 2022.
- BRAGA, B. P. F. *et al.* Integrated water resources management in a federative country: the case of Brazil. *Water Resources Development*, v. 25, n. 4, p. 611-628, 2009. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07900620903273432>. Acesso em: 6 ago. 2022.
- CALDAS, H. F. M. Análise da evolução espaço-temporal da qualidade da água no eixo leste do projeto de integração do Rio São Francisco. 2021. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/41294>. Acesso em: 9 jun. 2022.
- CARVALHO, G. B. B. de; THOMAS, P. T.; GONTIJO JÚNIOR, W. C. Cobrança pelo uso de recursos hídricos na transposição da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul para a Bacia Hidrográfica do Rio Guandu. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007. Disponível em: <https://www.comiteguandu.org.br/downloads/ARTIGOS%20E%20OUTROS/COBRANCA%20PELO%20USO%20DE%20RECURSOS%20HIDRICOS%20NA%20TRANSPOSICAO%20DA%20BACIA%20HIDROGRAFICA%20DO%20RIO%20PARAIBA%20DO%20SUL%20PARA%20A%20BACIA%20HIDROGRAFICA%20DO%20RIO%20GUANDU.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2022.
- CASTRO, C. N. de. Transposição do Rio São Francisco: análise de oportunidade do projeto. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/1418>. Acesso em: 1 jun. 2022.

CASTRO, H. L. Avaliação da disponibilidade hídrica para abastecimento público da Região Metropolitana de São Paulo com o uso de um SSD – Sistema de Suporte a Decisões. Dissertação apresentada à Escola Politécnica da USP para a obtenção do Título de Mestrado em Engenharia. Universidade de São Paulo, 2003. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001361946>. Acesso em: 15 ago. 2022.

CERME/UnB - Centro de Estudos em Regulação de Mercados da Universidade de Brasília. Projeto de Integração do Rio São Francisco – PISF: estudo sobre o custo da água de transposição, sua regulamentação, estrutura tarifária e alternativa de exploração de atividades econômicas. 2021. Disponível em: [https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/pisf/estudos-sobre-o-pisf/copy2\\_of\\_Produto2.pdf](https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/pisf/estudos-sobre-o-pisf/copy2_of_Produto2.pdf). Acesso em: 9 set. 2023.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Caracterização das águas do Alto Tietê em relação à presença de cianobactérias e toxicidade aos organismos aquáticos. São Paulo, 2014. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2018/03/Caracteriza%C3%A7%C3%A3o-das-%C3%A1guas-do-Alto-Tiet%C3%AA-em-rela%C3%A7%C3%A3o-%C3%A0-presen%C3%A7a-de-cianobact%C3%A9rias-e-toxicidade-aos-organismos-aqu%C3%A1ticos.pdf>. Acesso em: 7 ago. 2022.

CMAP - Conselho de Monitoramento e Avaliação de Políticas Públicas. Relatório de Avaliação: Projeto de Integração do rio São Francisco – PISF, ciclo 2021. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/economia/pt-br/aceso-a-informacao/participacao-social/conselhos-e-orgaos-colegiados/cmap/politicas/2021/gastos-diretos/pisf-relatorio-de-avaliacao.pdf>. Acesso em: 10 set. 2023.

COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO ESTADO DO CEARÁ. Plano Diretor de Abastecimento de Água do Sistema Integrado de Fortaleza PDAA - FOR. 2010. Disponível em: [https://www.cagece.com.br/wp-content/uploads/PDF/Documentos/planos/10%C2%B0-Relat%C3%B3rio\\_PDAA-FOR.pdf](https://www.cagece.com.br/wp-content/uploads/PDF/Documentos/planos/10%C2%B0-Relat%C3%B3rio_PDAA-FOR.pdf). Acesso em: 8 ago. 2022.

CURI, R. C.; CURI, W. F.; OLIVEIRA, M. B. A. Análise de alterações na receita líquida otimizada de um perímetro irrigado no semi-árido sob condição de variações hídricas e econômicas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. v. 9, n. 3, p. 39-53, 2004. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/cb89/8494e24c602592d056a81be09a589397b0fb.pdf>. Acesso em: 2 out. 2022.

DEMANBORO, A. C.; MARIOTONI, C. A.; BETTINE, S. C. A escala demográfica no planeta e a demanda por recursos hídricos: cenários para o desenvolvimento sustentável. *Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, v. 13, 1999. Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/149/ABRH228.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2022.

DIÁRIOZONANORTE. Após 10 anos, Sistema Cantareira atinge seu maior volume de água e ultrapassa 70%. 2023. Disponível em: <https://www.diariozonanorte.com.br/apos-10-anos-sistema-cantareira-atinge-seu-maior-volume-de-agua-e-ultrapassa-70/>. Acesso em: 10 set. 2023.

DURANGO, A. N. I. El proyecto de Chavimochic y su impacto en la economía del departamento de La Libertad. *Ex Cathedra en Negocios*, v. 1, n. 2, p. 26–35, 2016. Disponível em: <https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/excathedraennegocios/article/view/1945>. Acesso em: 11 mar. 2022.

GROPPO, J. D.; MORAES, J. M.; GENOVEZ, A. M.; MARTINELLI, L. A. Estudo de tendência de parâmetros de qualidade de água na bacia do Rio Piracicaba. *RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 11, n. 3, p. 79-87, 2006. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Juliano-Grosso-2/publication/305306076\\_Estudo\\_de\\_Tendencia\\_de\\_Parametros\\_de\\_Qualidade\\_de\\_Agua\\_na\\_Bacia\\_do\\_Rio\\_Piracicaba/links/57cf9a3108ae83b374623d0e/Estudo-de-Tendencia-de-Parametros-de-Qualidade-de-Agua-na-Bacia-do-Rio-Piracicaba.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Juliano-Grosso-2/publication/305306076_Estudo_de_Tendencia_de_Parametros_de_Qualidade_de_Agua_na_Bacia_do_Rio_Piracicaba/links/57cf9a3108ae83b374623d0e/Estudo-de-Tendencia-de-Parametros-de-Qualidade-de-Agua-na-Bacia-do-Rio-Piracicaba.pdf). Acesso em: 8 out. 2022.



IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Municípios de Rio Grande do Norte. 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 16 set. 2023.

KHRAN, F. S.; MACIEL, S.; DOURADO, T. M. Transposição de águas e bacias: aspectos teóricos e conceituais. In: SEMINÁRIO DE INTEGRAÇÃO, Universidade Federal do Tocantins, 2007. 49 p. Disponível em: [https://docs.uft.edu.br/share/proxy/alfresco-noauth/api/internal/shared/node/zMgBb0hJTT66-ATNUj2eaQ/content/transposicao\\_de\\_aguas\\_968.pdf](https://docs.uft.edu.br/share/proxy/alfresco-noauth/api/internal/shared/node/zMgBb0hJTT66-ATNUj2eaQ/content/transposicao_de_aguas_968.pdf). Acesso em: 25 jul. 2022.

LHWP - Lesotho Highlands Water Project. Annual Report. 2004b. Disponível em: <https://www.lhwp.org.ls/>. Acesso em: 3 ago. 2022.

LHWP - Lesotho Highlands Water Project. Overview of Lesotho Highlands water project. 2004a. Disponível em: <https://www.lhwp.org.ls/>. Acesso em: 3 ago. 2022.

LIMA, L. M. V. de; ALBUQUERQUE, E. L. S.; MEDEIROS, C. N. de. **A questão dos limites municipais do estado do Ceará**. Fortaleza: IPECE, 2012. 40 p. v. 1. ISBN 978-85-98664-22-4. Disponível em: [https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2015/02/QUESTAO\\_LIMITES\\_MUNICIPAIS\\_CEARA.pdf](https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2015/02/QUESTAO_LIMITES_MUNICIPAIS_CEARA.pdf). Acesso em: 8 set. 2023.

MAGALHÃES, P. C. A água no Brasil e os instrumentos de gestão e o setor mineral. 2007. Disponível em: <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/1281/1/Tend%C3%AAsAnciasParte1.1.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.

MDR - Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Cinturão das Águas do Ceará recebe mais R\$ 20,7 milhões para continuidade de obras. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/ultimas-noticias/cinturao-das-aguas-do-ceara-recebe-mais-r-20-7-milhoes-para-continuidade-de-obras>. Acesso em: 24 jul. 2022.

MDR - Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Projeto Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional; Relatório R32 – Relatório Síntese de Viabilidade Técnico-Econômica e Ambiental. São Paulo: ENGECORPS/HARZA, 2000. 330 p. Disponível em: <https://www.bndes.gov.br/arquivos/pisf/r32-sintese.pdf>. Acesso em: 2 ago. 2022.

MDR - Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Relatório de Impacto Ambiental - RIMA - do Projeto de Integração do Rio São Francisco. 2004. Disponível em: <https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ProjetoRioSaoFrancisco/ArquivosPDF/documentostecnicos/RIMAJULHO2004.pdf>. Acesso em: 2 set. 2023.

PARAÍBA. Lei nº 11.259 de 28 de dezembro de 2018. Consolida e moderniza a divisão intermunicipal do Estado da Paraíba e dá outras providências. 2008. Disponível em: <http://www3.emater.pb.gov.br/lei11259/LEI11259.pdf>. Acesso em: 15 set. 2023.

PERNAMBUCO. Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação. Produto Interno Bruto dos municípios. 2020. Disponível em: [http://www.condepefidem.pe.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?p\\_1\\_id=20012&folderId=143167&name=DLFE-532501.pdf](http://www.condepefidem.pe.gov.br/c/document_library/get_file?p_1_id=20012&folderId=143167&name=DLFE-532501.pdf). Acesso em: 16 set. 2023.

SILVA, E. N.; LIMA, P. V. P. S.; CASIMIRO FILHO, F. Contextualizando a transposição do rio São Francisco: considerações sobre a integração entre o projeto e demandas das comunidades rurais. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, v. 14, n. 25, p. 1772-1787, 2017. Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/974>. Acesso em: 23 ago. 2022.

USBR - United States Bureau of Reclamation. Colorado – Big Thompson project. 2004. Disponível em: <https://www.usbr.gov/projects/index.php?id=432>. Acesso em: 25 ago. 2022.