



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
CURSO DE AGRONOMIA

ADRIANA CRUZ DE OLIVEIRA

A QUESTÃO HÍDRICA E O DESENVOLVIMENTO NO SEMIÁRIDO CEARENSE

FORTALEZA

2019

ADRIANA CRUZ DE OLIVEIRA

A QUESTÃO HÍDRICA E O DESENVOLVIMENTO NO SEMIÁRIDO CEARENSE

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda.

Coorientador: Prof. Dr. Renato Sílvio da Frota Ribeiro.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

O45q Oliveira, Adriana Cruz de.
A Questão Hídrica e o Desenvolvimento no Semiárido Cearense / Adriana Cruz de Oliveira. – 2019.
42 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda.

Coorientação: Prof. Dr. Renato Sílvio da Frota Ribeiro.

1. Transposição de bacias. 2. Semiárido. 3. Escassez hídrica. I. Título.

CDD 630

ADRIANA CRUZ DE OLIVEIRA

A QUESTÃO HÍDRICA E O DESENVOLVIMENTO NO SEMIÁRIDO CEARENSE

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Aprovada em: 18 /06/2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Claudivan Feitosa de Lacerda (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Renato Sílvio da Frota Ribeiro (Coorientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Alexsandro de Oliveira Silva
Universidade Federal do Ceará (UFC)

MSc. Gláuber Pontes Rodrigues
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

A minha mãe, Francisca Maria.

AGRADECIMENTOS

À Deus, meu Abrigo, minha Força, minha Fonte de sabedoria em todos os momentos na vida e ao longo do curso de Agronomia, e por ter me concedido o privilégio de realizar mais esse sonho, concluir esse curso com paixão e por ter colocado dezenas de pessoas maravilhosas no meu caminho, sem as quais eu não teria chegado até aqui.

Ao CNPq pela manutenção da bolsa de estudos ao longo do curso.

Ao meu orientador do Programa de Iniciação Científica, professor Claudivan Feitosa de Lacerda, pela oportunidade quando eu era apenas uma iniciante no curso, o que permitiu que eu me mantivesse no mesmo até o fim, e cujo trabalho despertou em mim a afinidade pela pesquisa e pelos estudos em salinidade e Fisiologia Vegetal. Seu exemplo profissional e pessoal foram fundamentais para a minha formação e eu o admiro muito.

Ao professor Renato Ribeiro pela orientação no projeto que culminou neste Trabalho de Conclusão de Curso e por ter me inspirado a estudar mais à fundo temas como a Transposição de Bacias.

Aos professores do curso de Agronomia, pelos valiosos ensinamentos.

À minha mãe Francisca Maria que, mesmo nunca tendo vivenciado uma graduação, apoio incondicionalmente este sonho e me auxiliou em vários aspectos fora da Universidade para que eu pudesse me dedicar aos estudos.

Ao meu pai, Valdemar Oliveira, que sempre trabalhou para que minha irmã e eu tivéssemos acesso à educação.

À minha irmã Luana Cruz, por ter me orientado na escolha do curso de Agronomia, curso pelo qual logo cedo me apaixonei.

À todos os meus colegas de curso, em especial aos meus eternos amigos de graduação Bruna Aires, Honório Nogueira, Larissa Lopes, Davi Rodrigues, Antônio Givanilson, Ana Lia Caetano, pela amizade, por todo o apoio que me proporcionaram nos momentos bons e durante as tempestades ao longo do curso e por terem me inspirado a me tornar alguém muito melhor. Sem vocês eu não teria conseguido.

Aos meus companheiros do Laboratório de Relação solo – água – planta, do Departamento de Engenharia Agrícola da UFC, Régis Melo, Emanuel Dias, Eduardo Cavalcante, Carlos Henrique, Alan Diniz, Leila Neves, Edineide Lima, Maria da Saúde Ribeiro, Aureliano Albuquerque, Maílson Alves, Júlia Medeiros, Ítalo Oliveira, Jardelson Ferreira e Wilson Gomes pelas inúmeras contribuições para a minha formação profissional e pessoal.

À funcionária Ana Maria, do Departamento de Engenharia Agrícola, pela amizade, apoio e por ter me proporcionado incontáveis sorrisos durante os anos como bolsista no mesmo departamento.

“O que sabemos é uma gota; o que ignoramos é um oceano.” Isaac Newton

RESUMO

A água é um recurso imprescindível para atender as condições mais básicas para o desenvolvimento das sociedades. Com o aumento das transformações sociais e econômicas, houve um crescimento na demanda por utilização deste recurso e, juntamente, aumentou-se a restrição na oferta da mesma, gerando escassez e concorrência. Em regiões áridas e semiáridas, nota-se que o problema de escassez se agrava devido às condições ambientais. Neste sentido, o projeto de Integração do Rio São Francisco com o nordeste brasileiro prevê amenizar a escassez hídrica das regiões beneficiadas, no entanto, com o crescimento da demanda, outra discussão é suscitada, a da possibilidade de transpor o Rio Tocantins para contribuir com a recarga do São Francisco. O que se pode perceber, contudo é a falta de embasamento para justificar as posições com respeito aos projetos, quer sejam a favor, quer sejam contra. Diante do exposto, objetivou-se avaliar os possíveis efeitos da Transposição de Bacias para a disponibilidade hídrica e desenvolvimento do Ceará. O estudo foi desenvolvido sob a perspectiva reflexivo-descritiva, através da leitura seletiva de levantamentos bibliográficos e de dados junto aos órgãos relacionados à temática. A garantia de água em quantidade e qualidade para o consumo humano, animal, econômico e ecossistêmico deve ser imperativa e, nesse sentido, as transposições não devem ser utilizadas para aumentar as desigualdades sociais e gerar mais conflitos. Por isso, cabe aos governos assegurar a distribuição no território a que se destina, promover incentivos para o desenvolvimento econômico e populacional e ainda atuar de forma mais efetiva, junto com as demais esferas da sociedade no gerenciamento e conservação dos recursos hídricos.

Palavras-chave: Transposição de bacias. Semiárido. Escassez hídrica.

ABSTRACT

Water is an indispensable resource to attend the most basic conditions for the development of societies. With the increase of the social and economic transformations, there was also an increase in the demand for the use of this resource and, together, the restriction in the supply of the resource was increased, generating scarcity and competition. In arid and semiarid regions, it is noted that the problem of scarcity is aggravated by environmental conditions. In this sense, the integration project of the São Francisco River with the Brazilian northeast provides for mitigating the water scarcity of the beneficiary regions, however, with the growth of demand, another discussion is raised, the possibility of transposing the Tocantins River to contribute to the recharge of the San Francisco. What can be perceived, however, is the lack of foundation to justify positions with respect to projects, whether for or against. On this, the objective was to evaluate the possible effects of the Transposition of Basins to the water availability and development of Ceará. The study was developed from the reflective-descriptive perspective, through the selective reading of bibliographical and data surveys with the related organs. Ensuring water quantity and quality for human, animal, economic and ecosystem consumption must be imperative and, in this sense, transpositions should not be used to increase social inequalities and generate more conflicts. Therefore, it is the government's responsibility to ensure distribution in the territory for which it is intended, to promote incentives for economic and population development, and also to act more effectively, along with other spheres of society in the management and water resources conservation.

Keywords: Transposition of basins. Semiarid. Water shortage.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
CAGECE	Companhia de Água e Esgoto do Ceará
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
DNOCS	Departamento Nacional de Obras Contra as Secas
FIEC	Federação das Indústrias do Estado do Ceará
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MI	Ministério da Integração Nacional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
SRH	Secretaria de Recursos Hídricos
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 Objetivo Geral	14
1.2 Objetivos Específicos.....	14
2. ASPECTOS GERAIS	15
2.1 Secas.....	15
2.2 Disponibilidade Hídrica do Ceará	17
2.2.1 Águas superficiais.....	17
2.2.2 Águas subterrâneas	20
2.2.3 Qualidade da água.....	20
2.3 Demanda	22
2.4 Projetos de transposição	24
3. METODOLOGIA	27
4. ÁGUA X DESENVOLVIMENTO.....	28
5. TRANSPOSIÇÕES PELO MUNDO.....	31
5.1 Transposição do Rio Colorado.....	31
5.2 Canal da Paz: O caso do Oriente Médio	32
5.3 Rio Amarelo na China	33
5.4 Outros exemplos internacionais.....	33
6. TRANSPOSIÇÕES NO BRASIL: RIOS SÃO FRANCISCO E TOCANTINS	35
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS	39

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso imprescindível para atender as condições mais básicas para o desenvolvimento das sociedades. Podemos observar isso desde o início das civilizações, muitas das quais cresceram no entorno de rios e lagos. Com o aumento das transformações sociais e econômicas, houve um crescimento na demanda por utilização da água e, juntamente, aumentou-se a restrição na oferta da mesma, gerando escassez e concorrência (NEVES; CARDOSO, 2009).

Essa problemática se agrava em regiões áridas e semiáridas, onde o balanço hídrico é deficitário, devido a fatores climáticos como a incidência de chuvas apenas durante três a quatro meses seguidos no ano; as taxas de evaporação são mais altas devido o saldo de radiação; e a presença de outros fatores como o tipo de solo, com baixa permeabilidade e susceptíveis a erosão (ARAÚJO, 2012). Nessas regiões ainda, são comuns eventos de seca, seja ao longo do ano ou entre diferentes anos. De qualquer forma, as secas são marcadas por perdas, quer sejam humanas, quer sejam econômicas.

Para mitigar os efeitos desses eventos, algumas medidas são adotadas como a execução de obras de armazenamento (açudes, cisternas, etc.), perenização de rios, construção de canais, barragens, obras de adução e de transposição de bacias hidrográficas, com a finalidade de levar água de regiões superavitárias para regiões deficitárias e de anos úmidos para anos secos, aumentando a resiliência das populações e das atividades econômicas.

O Ceará é um dos estados brasileiros bastante acometido pelo fenômeno das secas ao longo dos anos. Atualmente, o estado ainda enfrenta uma crise hídrica que se iniciou em 2012 e perdura em algumas localidades no Centro-sul e Sul do estado, apesar de sua infraestrutura hídrica.

O projeto de Integração do Rio São Francisco com o nordeste brasileiro prevê amenizar a escassez hídrica das regiões beneficiadas, no entanto, com o crescimento da demanda, outra discussão é suscitada, a da possibilidade de transpor o Rio Tocantins para contribuir com a recarga do São Francisco. Porém o que se nota é a falta de embasamento sob as perspectivas técnica, econômica, social e ambiental para justificar as posições com respeito aos projetos, quer sejam a favor, quer sejam contra.

1.1 Objetivo Geral

Avaliar os possíveis efeitos da Transposição de Bacias para a disponibilidade hídrica voltada ao desenvolvimento do Ceará.

1.2 Objetivos Específicos

- Quantificar o atual volume de água nas regiões hidrográficas do Ceará;
- Avaliar as influências sobre os aspectos ambientais, sociais e econômicos da transposição de bacias para o Ceará;
- Discutir a atual situação da transposição de bacias no estado;
- Discutir os aspectos e os possíveis efeitos da transposição do rio Tocantins;

2. ASPECTOS GERAIS

O estado do Ceará possui cerca de 86,8% de seu território inserido na região semiárida brasileira, delimitada considerando-se três critérios técnicos mais recentemente aprovados pelas Resoluções do Conselho Deliberativo da Sudene nº 107, de 27/07/2017 e nº 115, de 23/11/2017: percentual diário de déficit hídrico igual ou superior a 60%, considerando todos os dias do ano; precipitação pluviométrica média anual igual ou inferior a 800 mm; e índice de aridez de Thornthwaite igual ou inferior a 0,50 (SUDENE, 2019).

O semiárido em geral é uma região bastante heterogênea, constituída de diferentes paisagens e aspectos importantes como fauna, flora e tipos de solo. São 17 unidades de paisagens, subdivididas em 105 unidades geoambientais (CUNHA *et al*, 2010). A heterogeneidade dos ambientes confere a estes diferentes aptidões ou mesmo vulnerabilidades e, portanto, faz-se necessário o conhecimento dos geoambientes que compõem a região para promover o uso sustentável dos recursos naturais da mesma.

Outros aspectos importantes dessa região são cobertura vegetal predominantemente de caatinga; solos rasos, com baixa permeabilidade e susceptíveis à erosão; embasamento cristalino predominante; rios, em sua maioria, intermitentes; eventos hidrológicos extremos recorrentes como secas e cheias; escassez de água decorrente de baixa incidência de chuvas em algumas regiões; concentração das chuvas num período de três à cinco meses por ano e elevadas taxas de evapotranspiração (ALEC, 2008; FROTA JÚNIOR *et al*, 2007).

Chuvas mal distribuídas no tempo e no espaço associadas à alta incidência de radiação que por sua vez provocam altas taxas de evapotranspiração (superiores a 2.000 mm), são alguns dos fatores responsáveis pela intermitência de quase toda a rede hidrográfica do semiárido, o que representa um problema em termos de captação e armazenamento de água, por exemplo. Por conta disso, milhares de reservatórios são construídos nessas regiões com o desafio de transportar água da estação chuvosa para a seca e dos anos úmidos para os anos secos (PALÁCIO *et al*, 2011).

2.1 Secas

Uma das noções mais comuns sobre regiões semiáridas é a de secas prolongadas e este fenômeno no estado é recorrente. Houveram períodos de seca registradas em 1710-1711, 1723-1729, 1744-1745, 1777-1778, 1808-1809, 1824-1825, 1835-1837, 1844-1845, 1877-

1879, 1982-1883, 1997-1998 (MARENGO, 2008). Estas secas marcaram as populações, que iniciaram seu crescimento na região semiárida juntamente com os diferentes ciclos econômicos do estado.

Há, no entanto, pelo menos quatro tipos diferentes de secas, de acordo com Mishra e Singh (2010):

- A seca meteorológica baseia-se no grau de secura ou déficit de precipitação e na duração do período seco.
- A seca hidrológica baseia-se no impacto dos déficits de precipitação no abastecimento de água, tais como o escoamento, os níveis dos reservatórios e dos lagos e o rebaixamento do lençol freático.
- A seca agrícola refere-se aos impactos na agricultura por fatores como déficits de precipitação, déficits hídricos do solo, redução de água subterrânea ou níveis de reservatórios necessários para a irrigação.
- A seca socioeconômica considera o impacto das condições de seca (seca meteorológica, agrícola ou hidrológica) na oferta e demanda de alguns bens econômicos, como frutas, verduras, grãos e carne. Esta ocorre quando a demanda por um bem econômico excede a oferta como resultado de um déficit relacionado ao clima no abastecimento de água.

Atualmente o Ceará atravessa um período crítico de chuvas abaixo da média que se iniciou em 2012 e que aponta para alterações preocupantes para as populações, economia e demais aspectos dependentes da demanda sobre os recursos hídricos.

A dinâmica do quadro hidrológico do semiárido brasileiro e, em especial, do Ceará, bem como a reposição de águas superficiais nas bacias hidrográficas do estado, variabilidade na distribuição temporal, espacial e quantitativa são influenciadas por um conjunto de fatores naturais como Zona de convergência intertropical, ventos alísios ou ondas de leste, linhas de instabilidade, oscilações de temperatura na superfície dos oceanos Pacífico e Atlântico, sistemas de brisas e sistemas atmosféricos de grande escala como El Niño e La Niña (AIRES; NASCIMENTO, 2011). Esses mesmos fatores têm também forte influência sobre a variabilidade interanual das chuvas na região, sendo responsáveis pela existência de anos normais, secos e chuvosos.

Segundo Amaral Filho *et al.* (2018), o Ceará conta com uma estrutura física de armazenamento e transferência hídrica, sistema de gestão dos recursos hídricos e proteção aos mais vulneráveis através de políticas de assistência social que tem contribuído para o aumento

da resiliência social contra as secas.

Ainda de acordo com o autor, a segurança hídrica das atividades econômicas e da população do estado durante os períodos de escassez dependem da infraestrutura hídrica composta por mais de 28.000 reservatórios de menor porte; 155 reservatórios considerados estratégicos e monitorados pela COGERH – Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos, com capacidade de armazenar 18,63 bilhões de m³, distribuídos entre 12 regiões hidrográficas; 408 km de canais; 1.784 km de adutoras e redes de distribuição; e 32 estações de bombeamento.

2.2 Disponibilidade Hídrica do Ceará

Chapra (1997) assevera que a disponibilidade hídrica deve ser entendida como fluxo de água, não de volume. Ou seja, não se pode, portanto, falar em disponibilidade hídrica em termos volumétricos (milhões ou bilhões de m³, por exemplo), pois se trata de um ciclo com a água movendo-se constantemente de um estado para outro, mas sim em termos de vazão, normalmente tomada em passo anual (ARAÚJO, 2012).

Dessa forma, seriam os reservatórios de acumulação os maiores responsáveis por proporcionar a disponibilização de volumes de água anuais constantes, a um certo nível de garantia, considerando que nas bacias de rios intermitentes a disponibilidade natural de água superficial é nula. De acordo com os mesmos autores, do total precipitado na região Nordeste, o escoamento é de 12%, sendo 8,6% superficial e 3,4% subterrâneo.

2.2.1 Águas superficiais

Em regiões áridas e semiáridas, obras como barragens, perenização artificial de rios e construção de reservatórios superficiais tornaram-se as principais fontes de água para uso doméstico, agrícola e industrial. Essas regiões enfrentam condições adversas como secas periódicas, as quais motivaram a adoção de uma série de políticas públicas para mitigar os efeitos da estiagem e o estado do Ceará destaca-se como pioneiro na instalação da política da açudagem para captação e armazenamento de água, iniciada a partir de 1877 (CEARÁ, 2007).

Em 1877 iniciou-se um período de secas severas que, em associação à forma da sociedade produzir e se organizar, provocou uma catástrofe em termos de perdas de vidas humanas e no colapso do sistema produtivo. Esse acontecimento colocou as secas como um problema nacional e assim nasceu a política das águas, propondo a construção de uma

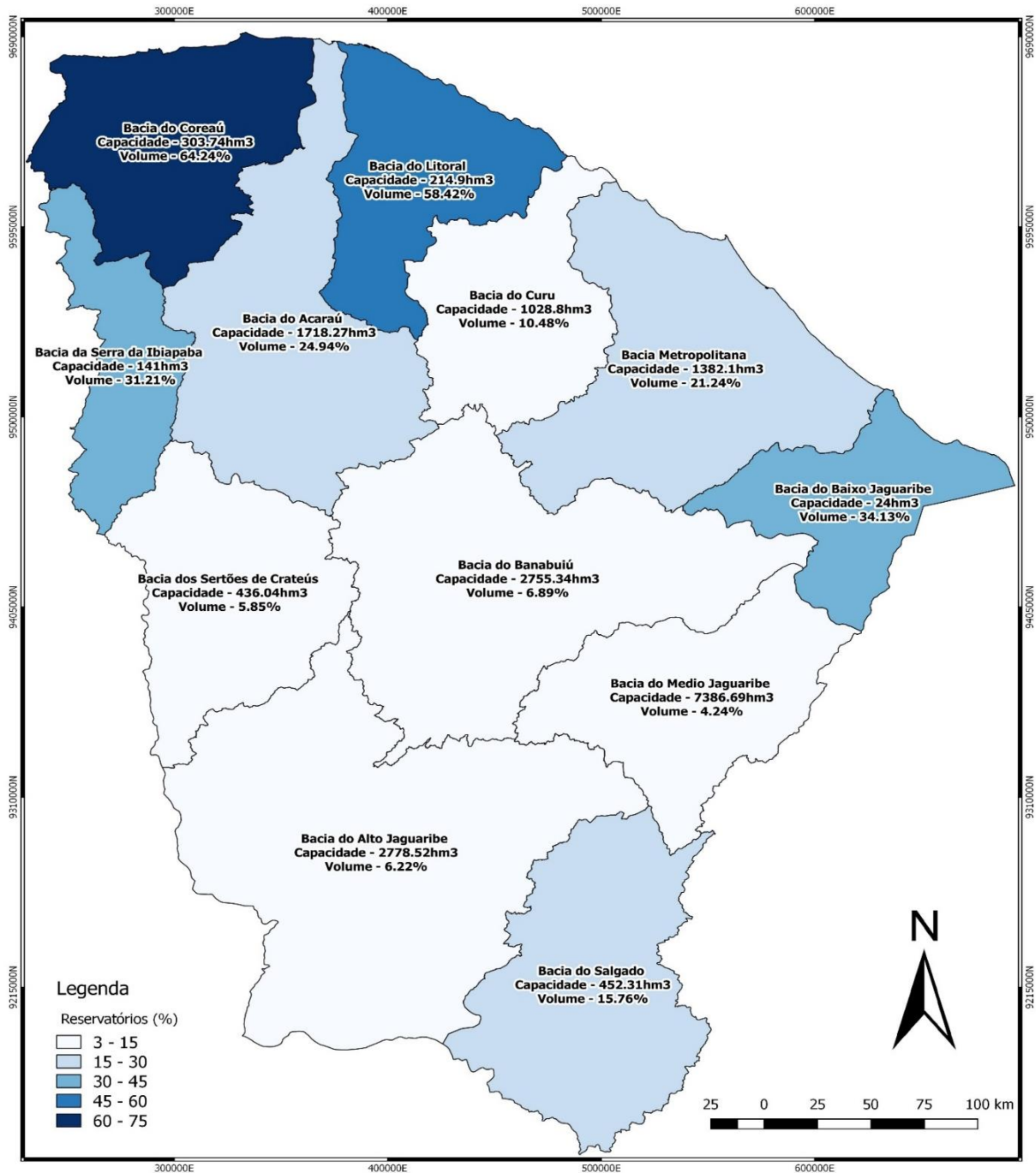
infraestrutura de armazenamento e transferência de água no tempo, batizada de “solução hidráulica”. Ao longo dos anos, essa política permitiu que, gradualmente, fossem incluídas ações e outros programas estaduais até a infraestrutura que conhecemos hoje (CEARÁ, 2007).

O Ceará é um estado cujo território está, em sua grande parte, sobre o domínio cristalino, cujos solos são conhecidos por sua pouca profundidade, a qual leva a uma pequena capacidade de armazenamento subterrâneo. Por outro lado, o domínio cristalino favorece a recarga dos reservatórios, justificando o programa de açudagem e tornando os recursos hídricos superficiais na principal fonte de grandes volumes de água.

Atualmente são 155 reservatórios estratégicos monitorados pela COGERH e distribuídos entre as 12 bacias hidrográficas do estado, com capacidade para armazenamento de 18.620 hm³ os quais apresentaram, até o início de janeiro deste ano, um volume de 1.975 hm³, ou seja, cerca de 10,61% de sua capacidade total.

Das 12 regiões hidrográficas do estado, apenas quatro apresentaram um volume armazenado pelos açudes monitorados acima de 30% distribuídos na região Centro-Norte do estado, localizados nas bacias do Coreaú, Litoral, Baixo Jaguaribe e Serra da Ibiapaba, com 64,24; 58,42; 34,13 e 31,21% de sua capacidade, respectivamente (figura 1). No entanto, 100 reservatórios permanecem com abastecimento abaixo de 30%, sendo cerca de 45 reservatórios registrados com volume morto ou seco. A região Centro-Sul, onde a situação de abastecimento é mais crítica, abriga três açudes que concentram em torno de 60% da reserva hídrica do Ceará, Castanhão, Orós e Banabuiú, com 4,25; 5,74 e 5,43% de suas capacidades, respectivamente, até o início deste ano (FUNCEME, 2019).

Figura 1 – Capacidade e volume armazenado por regiões hidrográficas do Ceará.



Fonte: Autor

Dados: FUNCEME, 2019.

Em complemento aos leitos naturais, o Ceará também conta com uma ampla rede de transferência hídrica entre diferentes partes do território na forma de adutoras e canais, para

levar água onde a rede natural não leva. Além dos reservatórios de maior porte monitorados, essa infraestrutura hídrica compreende cerca de 1.784 km de adutoras e redes de distribuição, 32 estações de bombeamento e 408 km de canais, além dos mais de 28.000 reservatórios de menor porte.

2.2.2 Águas subterrâneas

Apesar de os recursos hídricos superficiais serem o principal suprimento de água para o Ceará, a pressão de exploração das águas subterrâneas através da construção de poços cresceu no estado como alternativa para atender às demandas de algumas comunidades, principalmente aquelas situadas em regiões mais vulneráveis a seca, durante os períodos de estiagem. Contudo, o verdadeiro potencial desse recurso é limitado pela falta de informações precisas a respeito do mesmo.

O embasamento cristalino mencionado anteriormente corresponde a cerca de 70% do território cearense, limitando o acúmulo das águas subterrâneas às fendas, fraturas e descontinuidades da rocha, formando reservatórios de pouca extensão e descontínuos nos quais, muitas vezes, a qualidade da água é limitada à certos usos. Em geral, as águas apresentam altos teores de cloreto e sódio e, em grande parte Sólidos Totais Dissolvidos acima do limite de potabilidade (FEITOSA; DINIZ, 2011).

Há também no estado, bacias de domínio sedimentar como as de Iguatu, do Apodi, do Araripe e da Ibiapaba. Além dos aquíferos existentes nestas conformações, existem áreas de aluviões e sedimento costeiro formado por sistemas de dunas, paleodunas e formação barreiras (SILVA; ARAÚJO; SOUZA, 2007).

Ainda segundo Silva, Araújo e Souza (2007), estima-se que 62,5% dos poços são provenientes de aquíferos cristalinos, 29,1% de aquíferos sedimentares, 5,6% aluvionares e 0,8% cársticos. Quanto à qualidade da água dessas fontes, as água de litologia sedimentar apresentam menores concentrações de sais que as de origem cristalina, enquanto que os depósitos aluvionares são considerados, no geral, boas alternativas como mananciais; e as fontes cársticas como que de potencial moderado para exploração, devido ao elevado teor de sais dissolvidos provenientes de conformações cristalinas sob esses aquíferos.

2.2.3 Qualidade da água

Além do aspecto quantitativo da água no Ceará ser um fator preocupante para

diversos segmentos, há ainda o aspecto qualitativo do recurso, reduzido muitas vezes por processos de eutrofização. A eutrofização é provocada pelo aporte de nutrientes em reservatórios, principalmente nitrogênio e fósforo. As principais fontes desses nutrientes são esgotos domésticos e industriais, erosão hídrica carreando partículas de solo contendo nutrientes, atividades como a piscicultura intensiva no espelho d'água do reservatório e presença de gado no entorno do mesmo (PAULINO *et al*, 2013). A tabela 1 mostra os estados de trofia e seus significados.

Tabela 1 – Estados Tróficos.

Estado de Trofia	Significado
Oligotrófico	Possuem águas limpas, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
Mesotrófico	São águas com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
Eutrófico	São os corpos de água com alta produtividade, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água e interferências nos usos múltiplos.
Hipereutrófico	Águas afetadas significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutriente, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios de florações de algas ou mortandade de peixes, com comprometimento acentuado nos seus usos.

Fonte: Adaptado de ANA (2019).

A COGERH possui uma rede de monitoramento da qualidade da água (RMQA) a qual realiza campanhas trimestrais em todos os 155 reservatórios monitorados, com exceção de sete reservatórios da Gerência Metropolitana (Acarape do Meio, Aracoiaba, Gavião, Pacoti, Riachão, Pacajus e Sítios Novos) onde as campanhas são mensais. Na sua última campanha relativa ao período de 01 de outubro a 31 de dezembro de 2018, foram realizadas coletas em

136 reservatórios pois 19 apresentaram ponto de amostragem secos, e os resultados foram publicados em relatório. Segundo a metodologia para classificação do estado de trofia baseada em Paulino *et al* (2013), verificou-se 72,06% dos 136 reservatórios analisados apresentaram-se de eutrofizados a hipereutrofizados (COGERH, 2019).

2.3 Demanda

Diante da necessidade que representa a água para o ambiente, processos biogeoquímicos, vida humana, etc., os recursos hídricos são utilizados com múltiplas finalidades. Nas Bacias cearenses, notadamente os núcleos urbanos das cidades e as atividades agroindustriais apresentam os maiores consumos de água, contudo, concorrem por este recurso ao mesmo tempo atividades voltadas ao turismo, piscicultura, abastecimento animal, obras de engenharia com barragens e mesmo a própria natureza. Durante os meses de estiagem, quando a evaporação é mais elevada, a demanda por água se intensifica e junto a ela ocorre a redução na quantidade e qualidade do insumo, o que também tem gerado muitos conflitos por água pelos diversos setores (NASCIMENTO, 2011).

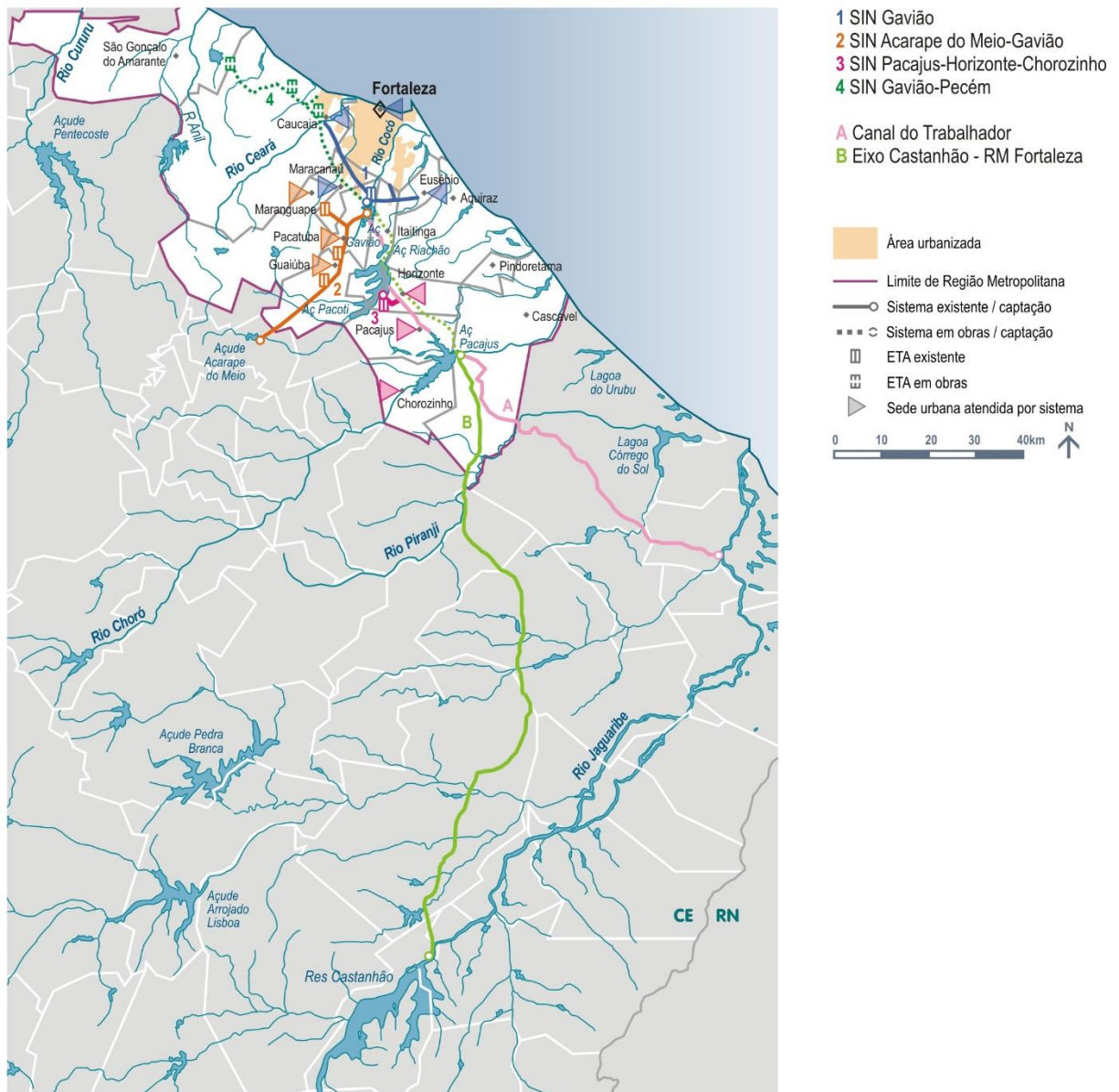
Segundo o último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010), a população cearense era composta por 8,45 milhões de habitantes com estimativa de 9,075 milhões em 2018. Do total populacional, 45% está distribuído entre os 19 municípios da Região Metropolitana de Fortaleza, cuja capital concentra 2,45 milhões de habitantes. O abastecimento de água dessa população e dos segmentos econômicos e serviços concentrados nessa região exerce uma pressão sobre os recursos hídricos e, como bem se sabe, para atender a essas demandas é necessário um complexo sistema de abastecimento que muitas vezes utiliza água de outras regiões hidrográficas, através da transposição de bacias.

Ainda de acordo com o IBGE em parceria com a Companhia de Água e Esgoto do Ceará - CAGECE, em 2014 estimava-se que o consumo de água *per capita* era de aproximadamente 3,62 m³ mensais, somente para Fortaleza. Esse resultado foi obtido através da média mensal do consumo de água dos setores indústria, comércio, agricultura e doméstico. No entanto, vale notar que a distribuição espacial da população e das atividades dos setores econômicos no geral não acompanham a distribuição espacial da água no estado.

Historicamente, o maior centro consumidor de água do Ceará - a Região metropolitana de Fortaleza- sofreu crises devido à insuficiência hídrica para atender a população, o que levou a busca e transporte de águas de outras regiões. A segurança hídrica da

região aumentou com a transposição das águas da bacia do rio Jaguaribe através do Canal do Trabalhador (SEMUMA, 2014). Atualmente a região conta com um complexo sistema de transferência composto por estações elevatórias, adutoras, canais e reservatórios, o projeto Eixo da Integração Jaguaribe- Metropolitano, com a primeira fase da obra já construída. Desse sistema fazem parte os reservatórios Castanhão, Banabuiú e Orós (Bacia do rio Jaguaribe), e os açudes Acarape do meio, Pacajus, Pacoti, Gavião, Aracoíaba, Riachão e Sítios Novos (figura 2).

Figura 2 – Sistema integrado Gavião para abastecimento de água de Fortaleza e região metropolitana.



Fonte: Agência Nacional de Águas – ANA, 2010.

Até 2013, a demanda hídrica do estado distribuía-se entre 58% do consumo para

irrigação, 23% consumo urbano, 13% Industrial, 3% rural e 3% animal (FIEC, 2016). Com a seca (2012-2018), as atividades desses setores se tornam vulneráveis e toda a infraestrutura de gestão dos recursos hídricos pode não ser suficiente para atenuar os efeitos de secas mais severas que a atual.

2.4 Projetos de transposição

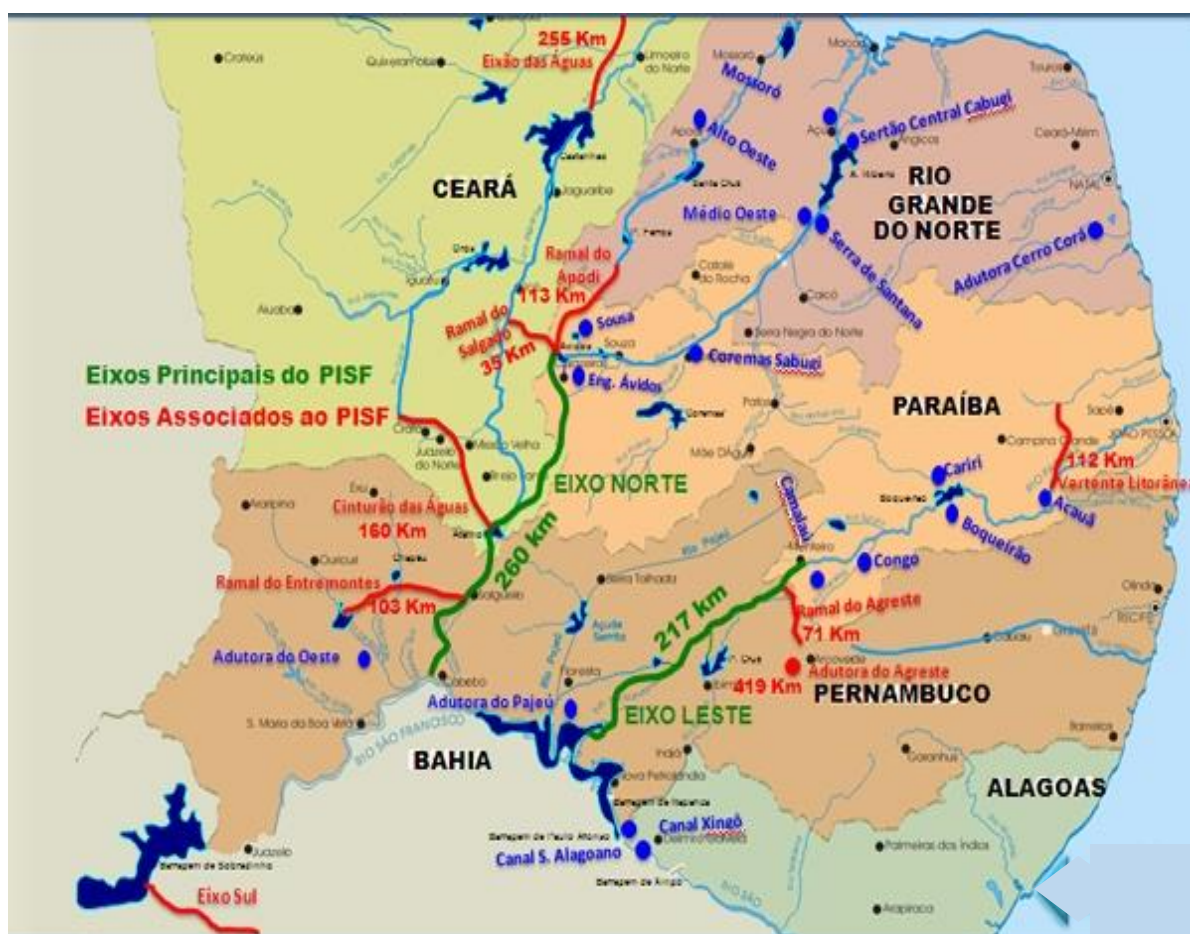
Diante da questão hídrica do semiárido nordestino e com o objetivo de atender as demandas e elevar a região a outro patamar em termos de desenvolvimento, o governo brasileiro vem planejando e executando obras de infraestrutura como a conhecida transposição do São Francisco.

O projeto foi desenvolvido com o intuito de captar água em dois pontos do São Francisco e distribuí-la por meio de dois eixos: Eixo Norte, primeiro ponto de captação, visa atender os estados de Pernambuco, Paraíba, Ceará e Rio Grande do Norte; e Eixo Leste, abastecendo parte do sertão e regiões agrestes de Pernambuco e Paraíba. Na obra, com 260 km de extensão no Eixo Norte e 217 km no Eixo Leste, consta também a construção de 13 aquedutos, nove estações de bombeamento, 27 reservatórios, nove subestações, quatro túneis e 270 quilômetros de linhas de transmissão em alta tensão. Segundo o Ministério da Integração Nacional -MI (2019), o projeto de integração do Rio São Francisco é a maior obra de infraestrutura hídrica do país.

No Eixo Norte, as obras da integração passam pelos municípios cearenses de Penaforte, Jati, Brejo Santo, Mauriti e Barro; São José de Piranhas, Monte Horebe e Cajazeiras, na Paraíba; Cabrobó, Salgueiro, Terranova e Verdejante, em Pernambuco. Segundo *site* do Ministério da Integração Nacional, a primeira etapa do eixo, que vai da captação do “Velho Chico” em Cabrobó (PE), até o reservatório de Jati (CE), com 140 quilômetros de extensão, apresenta 92,47% de execução física, com estimativa de chegada das águas no reservatório e início da comunicação com o Cinturão das Águas do Ceará para Maio deste ano. Enquanto isso, os outros dois trechos no eixo, que vão do município de Jati (CE) a Cajazeiras (PB), se encontram com cerca de 98% de execução.

Já no Eixo Leste, de acordo com o MI, 35 cidades nos estados de Pernambuco e da Paraíba já estão sendo abastecidas com as águas do Rio São Francisco, com seis estações de bombeamento entre as cidades de Floresta, Custódia e Sertânia em funcionamento (figura 3).

Figura 3 – Mapa da obra do Projeto de Integração do Rio São Francisco.



Fonte: Instituto de Engenharia, 2018.

Toda a infraestrutura da obra, de acordo com o Governo Federal, foi planejada visando o abastecimento humano e dessedentação animal prioritariamente, contudo, essas águas também serão muito importantes para o desenvolvimento socioeconômico dos estados beneficiados, manutenção do homem no campo, abastecimento das indústrias, irrigação e demais setores que se utilizam da água.

A capacidade máxima da obra é de 99 m³/s no Eixo Norte e 28 m³/s no eixo Leste, entretanto estas só deveriam ser utilizadas quando a barragem do Sobradinho estivesse com mais de 94% de sua capacidade (HENKES, 2014). Em períodos muito secos, por outro lado, o projeto pode captar 26,4 m³/s da vazão do rio que é despejada no mar, sem prejudicar o manancial, segundo as ferramentas de simulação hidrológica da Agência Nacional de Águas. Da vazão de 26 m³/s que será aproveitada para o Nordeste, apenas cerca de 8 m³/s serão disponibilizados para reforçar a recarga de importantes açudes, dentre eles o Castanhão.

O projeto de Integração do Rio São Francisco é polêmico sob diversos aspectos e divide a sociedade e representantes públicos entre aqueles que apoiam como a solução para os

problemas da segurança hídrica da região, e aqueles que se opõem, enxergando a obra como uma ameaça ambiental para a bacia do São Francisco, dentre outros aspectos.

Sob o aspecto dos efeitos da transposição sobre o manancial, temos que, segundo o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (2016), a disponibilidade hídrica superficial estimada para o período de 1931-2013 alcançou uma vazão média de 2.769 m³/s e uma vazão de permanência Q₉₅ de 800 m³/s. A vazão de bombeamento normal do projeto, de 26 m³/s representa 0,94% da vazão média e 3,25% da vazão de permanência. E mesmo a capacidade máxima da obra, de 127 m³/s, representa 4,59% e 15,88% das vazões média e de permanência, respectivamente. Ou seja, a transposição sobre a vazão do São Francisco (a jusante de Sobradinho) provocará pequenos efeitos.

Ainda de acordo com o Plano de Recursos Hídricos da bacia, em simulação da vazão de retirada pelo uso consuntivo dos recursos hídricos na bacia do São Francisco para 2025, em um cenário de maior desenvolvimento e de alta demanda no consumo de água, o valor está em 1.070 m³/s. Considerando a vazão média do rio, em 2025 haverá um saldo de 1.699 m³/s disponível, maior que a vazão máxima de bombeamento do projeto.

Apesar dos números da transposição e da considerável infraestrutura hídrica do Ceará, é possível que o projeto não seja capaz de, sozinho, assegurar a segurança hídrica do estado, devido a fatores como o regime pluviométrico, o qual impõe que a região não possa utilizar integralmente as águas dos reservatórios pois estas devem ficar armazenadas para as épocas secas. Neste sentido, outra discussão é levantada no Brasil, dessa vez sobre a transposição das águas do rio Tocantins ao “Velho Chico”.

A Bacia Hidrográfica do Tocantins- Araguaia apresenta 13.624 m³/s de vazão média, o que a torna a segunda maior região em termos de disponibilidade hídrica no Brasil, representando o equivalente a 9,6% do total do país (MMA e SRH, 2006). Pela proposta, o Rio Tocantins será interligado ao Rio Preto, na Bahia, visando a regularização hídrica do Rio São Francisco e a navegação, desde o São Francisco até o Rio Amazonas. Contudo, há ainda uma carência de estudos sobre a viabilidade do projeto e os possíveis impactos deste do ponto de vista técnico, econômico e ambiental.

3. METODOLOGIA

O estudo foi desenvolvido sob a perspectiva reflexivo-descritiva, através da leitura seletiva de levantamentos bibliográficos e de dados junto aos órgãos relacionados à temática: Agência Nacional de Águas – ANA, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos- FUNCEME, Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, Secretaria de Recursos Hídricos- SRH, Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR, Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH, Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará- Cagece, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE e Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – CBHSF.

A elaboração dos layouts foi feita através do software livre QGIS (Quantum GIS) versão 2.18.12 e a compilação dos dados e gráficos através de planilha eletrônica no Excel 2016.

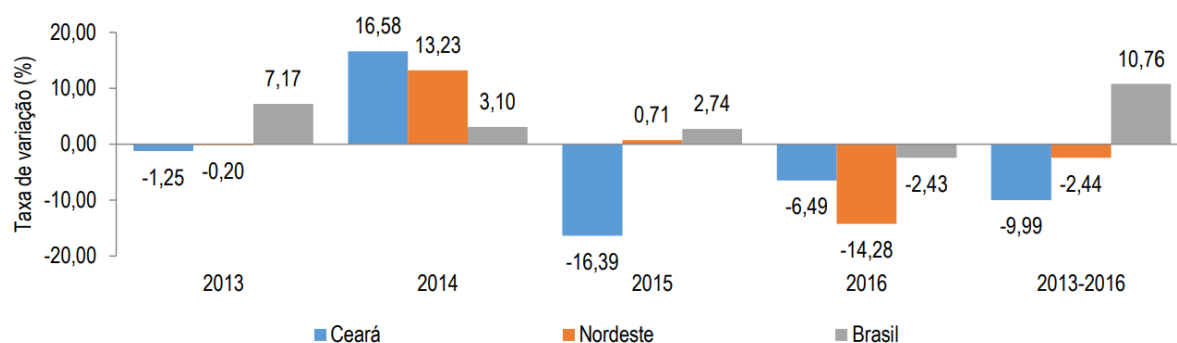
4. ÁGUA X DESENVOLVIMENTO

Para a economia do Ceará, considera-se que alguns setores apresentam maior importância em termos de geração de riqueza. No que tange à composição do Produto Interno Bruto (PIB) do estado, no ano de 2013, a contribuição do setor de serviços na formação deste foi a mais importante, atingindo um percentual de 74,38%, seguido do setor industrial, com 20,46% de participação, enquanto que o setor agropecuário contribuiu com 5,16% dos R\$ 108.796.325 milhões. Esses resultados conferiram ao Ceará um desempenho superior ao PIB médio nacional do referido ano (IPECE, 2019).

De acordo com dados das Contas Regionais de 2016, o setor agropecuário é responsável por cerca de 4,7% da economia no Ceará, no entanto trata-se de um segmento de elevada importância pois interliga outros setores como a indústria e serviços. Nele estão incluídas as atividades da agricultura, pecuária, aquicultura, pesca, florestal e extrativa vegetal. Além da heterogeneidade de seu sistema produtivo, com produções de alta tecnologia e produtividade, e outras menores, voltadas para consumo próprio e mercado restrito, a agropecuária possui uma forte dependência de fatores ambientais, com destaque para a disponibilidade de água (MAIA, 2017).

No período de 2013 a 2016, o valor de produção do setor agropecuário Brasileiro apresentou um crescimento de 10,76% no acumulado do período, no entanto a região Nordeste registrou uma queda de -2,44%, enquanto que o Ceará registrou uma queda ainda mais intensa no acumulado dos quatro anos, com -9,99%. Foi registrada taxa positiva apenas em 2014 (Gráfico 1).

Gráfico 1 – Taxa de Crescimento do Valor de Produção da Agropecuária – Ceará – Nordeste – Brasil – 2013-2016



Fonte: Indicadores Econômicos do Ceará 2017. Dados: IBGE.

Os resultados do período analisado servem como um indicativo da contribuição da região Nordeste e do estado do Ceará na Agropecuária do país. Nota-se que o período coincide com a seca que se iniciou no Ceará em 2012 e ainda se estende em algumas regiões do estado até o momento do desenvolvimento deste trabalho. A crise hídrica provocada pelas chuvas abaixo da média no período levou a alterações negativas na produção de várias culturas, principalmente as lavouras de sequeiro, desestimulando o plantio, reduzindo a área produzida e, conseqüentemente, reduzindo a produtividade (MAIA, 2017).

Se por um lado esses resultados servem para corroborar com o fato de que o setor apresenta vulnerabilidades aos fatores climáticos da região, por outro também é um indicativo da necessidade de investimentos em políticas públicas que garantam uma maior participação do estado na produção deste setor para o Brasil e a segurança das atividades, geração de riqueza e abastecimento de água para as populações.

O Ceará possui condições naturais favoráveis ao agronegócio como número de horas diárias de sol, baixa nebulosidade, temperatura abrangente para diferentes culturas, solos com boa fertilidade, baixa umidade relativa do ar que auxilia no controle fitossanitário, localização geográfica em relação aos grandes centros mundiais de importação, portos, regiões do estado com microclimas favoráveis à produção de flores, dentre outras, os quais podem ser interessantes para a chegada de empresas voltadas ao agronegócio (FREITAS; VALENTE, 2006; AUGUSTO, 2019).

Além disso, o agronegócio tem contribuído para o aumento do saldo da balança comercial cearense, gerando emprego, renda e a garantia da permanência de um número maior de pessoas na área rural, o que se deve à introdução de mudanças estruturais para o desenvolvimento da agricultura (VIANA et al, 2006). Porém, como desde o início do crescimento populacional significativo do estado, por volta do século XVIII, ainda hoje o desenvolvimento das diversas atividades econômicas do Ceará, dentre elas o agronegócio, está ligado à disponibilidade hídrica.

As políticas públicas de combate e convivência com as secas passaram por transformações durante os dois últimos séculos. Considera-se que só após a Grande Seca de 1877 a 1879 houveram mudanças nas visões governamentais e sociais com relação as secas e, por consequência disto, dá-se a criação de uma segunda Comissão Imperial para propor soluções contra o fenômeno das secas, já que a primeira Comissão objetivou conhecer os problemas e potencialidades da região (CAMPOS, 2014).

A construção do açude Cedro no período do Império marcou o início da chamada Solução hidráulica, para reduzir as vulnerabilidades hidrológicas da região através de obras de

infraestrutura, e foi realmente implementada com a criação da Inspetoria de Obras Contra as Secas durante o século XX (CAMPOS, 2014).

À princípio, a proposta de solução dos problemas com escassez era a construção de infraestrutura de armazenamento (programa de açudagem), contudo incluíam a implementação da irrigação como fator de desenvolvimento para a região, criando a princípio Hortos Florestais às margens dos reservatórios e, posteriormente, no fim da década de 60, inicia-se a Política de Perímetros Públicos Irrigados. Atualmente, a transposição do São Francisco é considerada uma das obras mais importantes da referida infraestrutura.

5. TRANSPOSIÇÕES PELO MUNDO

Construir, gerenciar e manter as obras de armazenamento de água conduziu à criação da rede de importantes reservatórios no Ceará, porém a demanda de aproveitamento dessa disponibilidade está, em algumas regiões, muito próxima do potencial, ou seja, não há disponibilidade para expansões dessa demanda. Em outros locais do estado, o que se observa é a insuficiência desses recursos para usos múltiplos nas épocas secas, o que desestimula o agronegócio, por exemplo.

Como dito anteriormente, uma das formas de mitigar os efeitos das adversidades climáticas do semiárido brasileiro e tentar assegurar o abastecimento humano, dessedentação animal bem como as atividades de diversos setores, se dá através da transposição de rios, não sendo novidade o projeto de transposição do Rio São Francisco, considerado um dos mais importantes do país. E, para contribuir com a discussão sobre a Integração do São Francisco e demais obras de transposição, se tem analisado as experiências internacionais.

5.1 Transposição do Rio Colorado

A transposição do Rio Colorado é uma das mais famosas obras norte americanas. Através de subsídio federal deu-se a execução do projeto de uso múltiplo que durou quase 100 anos. Seu sistema atende mais de 24 milhões de pessoas nas grades áreas metropolitanas de Los Angeles, Phoenix, Las Vegas, San Diego, Albuquerque, Salt Lake City, Denver e várias outras comunidades nessas cidades. O Rio Colorado também fornece água para irrigação de milhares de hectares no deserto, energia elétrica para o sul da Califórnia, além de que a barragem Hoover foi fundamental para o desenvolvimento da região do rio Colorado (NEVES; CARDOSO, 2009).

Como consequência dessa transposição, a Califórnia transformou-se no pomar da América, apesar de sua precipitação média anual de 220 mm, o que possibilitou também o desenvolvimento das regiões oeste e centro sul dos Estados Unidos (CAÚLA, 2006).

Assim como no caso do São Francisco, a história das águas do Colorado também é permeada por conflitos com relação aos direitos sobre a água do rio com o Canadá, onde elas nascem. Além disso, foram identificados problemas como a salinização das águas no Baixo Colorado e intrusão salina na foz do delta do rio Colorado, bem como a quase extinção de várias espécies de peixes, o que nos mostra que, apesar dos benefícios, obras desse tipo possuem

altos custos ambientais, dependendo também da gestão dos recursos (PEREIRA, 2002; ANDRADE, 2002).

5.2 Canal da Paz: O caso do Oriente Médio

A agricultura israelense é sem dúvida uma das que mais despertam curiosidade quando pensamos em agricultura em regiões semiáridas. No Estado de Israel, as atividades agrícolas são bastante intensivas, baseadas em irrigação, utilização de estufas, água reciclada e muita tecnologia desenvolvida através das experiências científicas. Considerando que as terras israelenses são de qualidade inferior as do nordeste brasileiro, o manejo das águas é um dos fatores que tem proporcionado o sucesso na produção (CRUZ, 1999).

Por outro lado, o desenvolvimento israelense tem seus custos. O nível do Mar Morto, que já é o ponto mais baixo da terra, foi reduzido de 392m para 417m abaixo do nível do mar devido ao desvio de água para alimentar o mar do norte e à construção de indústrias para extração de minerais no sul. Somado a isso, a superfície do Mar Morto foi reduzida de 940 para 637 Km² em cerca de 45 anos (NEVES; CARDOSO, 2009).

Diante dessa problemática, passou-se a estudar o projeto do Canal Mar Morto – Mar Vermelho como uma tentativa para restaurar o Mar Morto ao seu nível original e para encontrar uma fonte confiável de água doce na região. O orçamento do projeto foi avaliado em torno de US\$ 1 bilhão (NEVES; CARDOSO, 2009).

O projeto do Canal da Paz, como é chamado, possibilitaria a correção do impacto do crescimento populacional de Israel e em territórios palestinos, das secas frequentes e permitiria a criação de programas de desenvolvimento (AMBROSIO, 2005).

Da mesma forma que a ideia da transposição do São Francisco não é nova, a proposta inicial do Canal da Paz surgiu em 1855, 5 anos após a ideia sobre o São Francisco ter sido apresentada ao imperador, mas só foram retomados os estudos sobre o canal no ano de 1980 envolvendo os países da Jordânia e Israel na discussão. Na época, a conclusão das discussões foi de que o projeto era inviável para ambos os países, porém, em 1994, com a assinatura do Tratado de Paz pelos dois países e a opção pela colaboração entre ambos, tornou-se possível a realização do mesmo.

Os benefícios do projeto são inegáveis. Do ponto de vista político, o mesmo poderá fortalecer a paz entre Israel e Jordânia. Sob a perspectiva econômica, o canal visa melhorar a infraestrutura e desenvolver a região com geração de empregos, contribuir para os setores de

água e energia e ser uma fonte de água potável. Do ponto de vista ambiental, a obra visa evitar as sucessivas reduções no Mar Morto, injetar água dessalinizada no mesmo e ainda gerar energia através da diferença de altitude entre o Mar Vermelho e o Mar Morto.

Apesar dos benefícios, são necessários estudos de viabilidade pois tudo indica que, com o aumento de nível do Mar Morto, o setor industrial poderá ser prejudicado através do aumento nos custos de funcionamento para superar a diluição das águas salinas, o surgimento da necessidade de bombear as águas salinas do fundo do mar, além do investimento no reforço dos diques para proteger as plantas do aumento do nível (ASMAR, 2002).

5.3 Rio Amarelo na China

Dois dos rios mais importantes da China são o rio Yangtzé e o rio Amarelo (Huang He). O vale do rio Yangtzé possui água em abundância, muitas vezes sofrendo com inundações. Já o Vale do rio Amarelo sofre pela escassez hídrica. Na região Sul do rio Yangtzé, rios, planícies, lagos e pântanos são abundantes e possui uma aglomeração populacional elevada, ao contrário da região Norte do rio, a qual possui grandes campos, mas também grandes desertos. Nesta região, principalmente na região da planície dos rios Amarelo e Huai Hai, o desenvolvimento econômico tem sido restringido pela falta de recursos hídricos, e dado lugar a conflitos sociais e ambientais. Diante disso, pensou-se em mitigar esses problemas através da transposição de águas do Sul ao Norte.

O projeto SAN MEN no rio Amarelo prevê a canalização de cerca de 17 bilhões de metros cúbicos de água para a região Norte, o desenvolvimento econômico de mais de 10 províncias, propiciará a irrigação de cerca de 1,2 milhões de há e a barragem irá gerar energia elétrica e contribuirá para o controle de cheias. O custo, no entanto, é alto, em torno de US\$ 150 até 200 bilhões. Contudo a região beneficiada é uma área importante para a produção de alimento na China e a água utilizada para a irrigação é proveniente de canais a partir do Rio Amarelo, ou seja, o aporte de água no rio poderá contribuir para a segurança hídrica das atividades produtivas dessa região (NEVES; CARDOSO, 2009).

5.4 Outros exemplos internacionais

O trecho a seguir foi retirado de Neves e Cardoso (2009, p. 5),

Na Espanha, o aqueduto Tajo-Segura, transpõe água da bacia do rio Tajo na região centro sul para o rio Segura na região de Múrcia, situada no sul da Espanha. (CAÚLA,2006). A idéia surgiu em 1933 objetivando terminar com o

"desequilíbrio hidrológico" da Península Ibérica (SERRANO, 2005). O projeto foi retomado em 1966, somente por causa da insistência do então ditador Francisco Franco. (TRIBUNA DA IMPRENSA/RJ, 2005). O Aqueduto possui vazão média transposta de 33 m³/s, altura de bombeamento de 267m e extensão percorrida de 242 km. O projeto não conseguiu atingir o objetivo principal e induziu uma demanda ainda maior de água, necessitando de novos projetos de transposição a serem construídos. Gerou ainda problemas de salinização do solo decorrente de irrigação (ANDRADE, 2002). Os espanhóis estão revendo e analisando seus projetos de transposições (PEREIRA, 2002). Pode-se dizer que a experiência espanhola passada não foi tão bem-sucedida como a americana. Parte do fracasso se deveu à forma ditatorial com que o projeto foi conduzido o que gerou resistência e antipatias.

A experiência mexicana é também de usos múltiplos das intervenções, mas o pano de fundo é a irrigação. Este país expandiu cerca de cinco milhões de ha de terras cultivadas na segunda metade do século XX. Seu mais ambicioso projeto é o de Chicoasén, no rio Grijalva, que além de beneficiar com irrigação cerca de 400.000 de ha, gera energia elétrica. (CRUZ, 1999) Há poucas informações disponíveis sobre este projeto para que se possa tecer algum comentário.

Na Líbia está em execução um megaprojeto dividido em cinco etapas, com custo superior a US\$ 40 bilhões, onde enormes estruturas de captação de água subterrânea fóssil promovem o enchimento de túneis que atravessam o país, conduzindo cerca de 80 m³/s de água. (CAÚLA, 2006). É um projeto de transposição de águas subterrâneas para a superfície. Vale observar que o Brasil tem uma das maiores reservas subterrâneas de água do planeta, inclusive no nordeste, mas não há projetos de vulto envolvendo este manancial.

No Egito a irrigação depende fundamentalmente do rio Nilo. O sistema principal é controlado pela barragem de Assuã que além de produzir energia elétrica, provisiona água para irrigação de uma área de 1,1 milhões de ha. (CRUZ, 1999). A água do Rio Nilo é jogada para a Península do Sinai, atravessando o canal de Suez. (PEREIRA, 2002). A construção da barragem de Assuã impediu que os nutrientes carreados pelo Nilo chegassem ao Mediterrâneo. A produção anual de sardinha do país caiu de 16 mil toneladas para 500 toneladas. (FERREIRA, 2005)

No Peru cita-se o projeto Chavimochic que retira água do rio Santa com uma vazão média de 130 m³/s nos canal e adutoras. A literatura cita mais custos e problemas do que benefícios. Existem graves problemas de salinização do solo devido à elevação do nível freático. O rio Santa possui alta turbidez e concentração de sedimentos, diminuindo a qualidade da água. Há também problemas financeiros de sustentação do projeto, com o fundo de amortização da tarifa de água insuficiente para pagar os investimentos e custos de manutenção. Segundo o documento (Godofredo Rojas e Carlos Pagador), sobre o projeto Chavimochic existem inúmeros problemas e limitações observadas no projeto. (ANDRADE, 2002) Pode-se dizer que, com base na pesquisa bibliográfica realizada este projeto não foi bem sucedido.

6. TRANSPOSIÇÕES NO BRASIL: RIOS SÃO FRANCISCO E TOCANTINS

Assim como nos exemplos internacionais apresentados anteriormente, bem como nos muitos outros que se tem conhecimento espalhados pelo mundo, a integração de bacias é uma importante alternativa contra as adversidades provocadas pela seca, seja ela permanente ou temporária. Integrar bacias, transpor rios, construir barragens não são discussões atuais, muitas delas deram início há mais de um século. Inclusive, muitas dessas obras foram construídas também em épocas em que não se tinham os avanços tecnológicos dos dias atuais, como no caso das primeiras intervenções da antiguidade, no Vale do Indo e no Egito, na Mesopotâmia. Atualmente, integrar bacias é uma possibilidade técnica para qualquer região com razoável grau de desenvolvimento (NEVES; CARDOSO, 2009).

No Brasil por sua vez, o Projeto de Integração do São Francisco suscitou bastante polêmica entre os estados por onde passa o rio (Minas Gerais e Bahia), os estados em que ele serve como marco fronteiro (Pernambuco, Alagoas e Sergipe) e os estados receptores (Pernambuco, Paraíba, Ceará e Rio Grande do Norte), embora que medidas desse tipo não sejam novidade no país.

São Paulo, situado na bacia do Rio Tietê, tem o Sistema Cantareira, através do qual importa $31 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ da bacia do rio Piracicaba, dentre os quais $22 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ vem dos reservatórios Jaguarí – Jacaré, cujas bacias estão situadas majoritariamente em Minas Gerais (ANA, 2019).

O estado do Rio de Janeiro importa água do Rio Paraíba do Sul pelos rios Pirai e Guandu desde 1950. Inclusive, cerca de $2/3$ do total da água do Rio Paraíba do sul é transposta para a região do Grande Rio e foi isso que permitiu o crescimento da capital do rio de Janeiro e seu entorno (LIMA, 2015).

No próprio estado do Ceará, um dos receptores da transposição do São Francisco, a região Metropolitana de Fortaleza transpõe águas do Castanhão, um reservatório de acumulação do Rio Jaguaribe, para bacias menores no entorno da capital do estado, onde está concentrada a maior parte da população.

Nota-se que as conhecidas obras de transposição no país e no mundo envolvem, em sua maioria, a captação e transferência de grandes volumes de água, enquanto que no caso do São Francisco, apenas 1,4% do que o rio despeja no mar será captado (na situação de bombeamento normal) para o Nordeste (tabela 1).

Tabela 2 – Reflexos na vazão do rio São Francisco à jusante do reservatório de Sobradinho.

Captação prevista	Vazão (m³.s⁻¹)	% da Vazão média (2850 m³.s⁻¹)	% da vazão regularizada (1825 m³.s⁻¹)
Capacidade instalada	127	4,54	6,86
Bombeamento normal	26	0,93	1,41
Bombeamento máximo	114	4,07	6,16
Bombeamento médio	65	2,32	3,51

Dados: Pereira Jr., 2005.

Da vazão requerida para o Nordeste, 043% irá descer pelos canais do Cinturão das Águas em direção aos rios Salgado e Jaguaribe até que os açudes Orós e Castanhão aumentem seus volumes e possam ser distribuídas para consumo pelas populações, indústrias (agroindústrias), irrigação e diversos setores da economia, além da garantia do fornecimento de água nas secas.

Vale ressaltar que, segundo o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas – DNOCS, o açude Castanhão, concluído em 2003, é o maior açude público para usos múltiplos no país e possui capacidade de armazenar 6,700 bilhões de metros cúbicos, respondendo por 35,98% do sistema hídrico cearense. Sua barragem fica situada no município de Alto Santo e suas águas são utilizadas na irrigação, abastecimento, transposição e, somado a isso, o Castanhão foi projetado para ser o “Reservatório pulmão” e canal adutor da Transposição do São Francisco. Atualmente, de acordo com dados do Portal Hidrológico do Ceará, o Castanhão encontra-se com 5,48% do seu volume.

Diante do volume previsto para ser transposto do Rio São Francisco para os reservatórios do Ceará, bem como da infraestrutura hídrica do estado, é possível que o volume transposto não seja suficiente para atender à crescente demanda por água e ainda armazená-la para as épocas secas. Por isso, a discussão em torno da transposição do Rio Tocantins ao Rio São Francisco.

Enquanto a precipitação média anual na bacia do Rio Tocantins é de 1.600mm, estendendo-se os meses chuvosos de novembro a maio e os meses secos de junho a setembro, a região semiárida do Rio São Francisco tem índices pluviométricos inferiores a 600mm anuais.

A vazão média do Rio Tocantins é de $13.600\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ e a do Rio São Francisco $2.846\text{m}^3.\text{s}^{-1}$, hoje, com menos de $800\text{m}^3.\text{s}^{-1}$.

Do ponto de captação do projeto no Tocantins até o encontro com as águas da Barragem de Sobradinho, o percurso total será de 733 Km, distribuídos em: 210 km do Rio Tocantins até o distrito de Garganta, na Bahia; seguindo por gravidade no leito do Rio Preto, até a confluência com o Rio Grande, por 315 km; desse ponto, segue por 86 km, até desaguar no Rio São Francisco, na cidade de Barra; por fim, desse ponto até a Barragem de Sobradinho, percorre-se 122 km.

Apenas no primeiro trecho, correspondendo a 28,6% do percurso total, haverá necessidade de obras de engenharia, ou seja: 210 quilômetros para a adução e elevação da água, a 600m de altura, de modo a transpor a Serra Geral de Goiás, na divisa Tocantins/Bahia. Daí em diante, a água escoar por gravidade ao longo de 523 km, 71,4% da trajetória, atravessando a Chapada Ocidental da Bahia, geologicamente formada pelos arenitos do Grupo Urucuia, até seu destino final, na Barragem de Sobradinho (OLIVEIRA, 2015).

A retirada de $50\text{m}^3.\text{s}^{-1}$ sobre a vazão média do Rio Tocantins representa 0,37 %, mas seria um incremento de 1,76 % na vazão média do Rio São Francisco. O projeto, no entanto, estava paralisado há mais de vinte anos e foi finalmente aprovado pela Câmara dos Deputados, mas na comissão de infraestrutura no Senado recebeu parecer desfavorável da relatora principalmente pela ausência de estudos aprofundados e, por fim, foi arquivado.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A transposição de bacias, adução, construção de barragens e demais intervenções humanas no curso de rios principalmente para levar água de regiões superavitárias para deficitárias, ou de anos úmidos para anos secos, são práticas antigas, mas que ainda nos dias atuais suscitam muitas discussões.

Apesar muitas vezes dos altos custos dessas obras, no geral os governos também pagam caro continuamente devido aos gastos com as secas em regiões áridas e semiáridas. O que se observa, no entanto, são choques entre os interesses das partes envolvidas e as justificativas são muitas: aspectos ambientais a considerar, políticos, econômicos, sociais, etc.

Devemos considerar que a água é um recurso natural público, portanto não deve ser tomada como domínio de atividades econômicas ou da população residentes na bacia de origem, mas deve ser tomado segundo interesses mais amplos para alocação do recurso.

A garantia de água em quantidade e qualidade para o consumo humano, animal, econômico e ecossistêmico deve ser imperativa e, nesse sentido, as transposições não devem ser utilizadas para aumentar as desigualdades sociais e gerar mais conflitos. Por isso, cabe aos governos assegurar a distribuição no território a que se destina, promover incentivos para o desenvolvimento econômico e populacional e ainda atuar de forma mais efetiva, junto com as demais esferas da sociedade no gerenciamento e conservação dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

- AIRES, Rosilene; DO NASCIMENTO, Flávio Rodrigues. VARIAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS EM MICROBACIAS NO VALE DO JAGUARIBE–CE (Rainfall variations in the Microbasins of Jaguaribe river basin in Ceará). **Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS)**, v. 13, n. 1, 2011.
- AMARAL FILHO, Jair do; *et al* (Org.). **Ceará 2050, juntos pensando o futuro**. Fortaleza: Sn, 2018.
- AMBROSIO, M. Canal da Paz, a Diplomacia da Água, *Jornal do Brasil*, 5 jun. 2005, Opinião
- ASMAR, B.N.; ERGENZINGER, P. Prediction of the Dead Sea dynamic behaviour with the Dead Sea–Red Sea Canal, Maio 2002, Berlin, Alemanha
- ANDRADE, R. Da Transposição das Águas do Rio São Francisco à Revitalização da Bacia: As Várias Visões de um Rio, Ago 2002
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. . INDICADORES DE QUALIDADE - ÍNDICE DO ESTADO TRÓFICO (IET). 2019. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-estado-trofico.aspx>>. Acesso em: 20 jun. 2019.
- ARAGÃO, Déborah. Gestão de recursos hídricos: aspectos da pequena açudagem na gestão de sub-bacias no Ceará. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 8, n. 2, 2011.
- ARAÚJO, José Carlos de. Recursos hídricos em regiões semiáridas. In: GHEYI, Hans Raj et al. **RECURSOS HÍDRICOS EM REGIÕES SEMIÁRIDAS: ESTUDOS E APLICAÇÕES**. Campina Grande: Insa e Ufrb, 2012. p. 30-39.
- ASMAR, B.N.; ERGENZINGER, P. Prediction of the Dead Sea dynamic behaviour with the Dead Sea–Red Sea Canal, Maio 2002, Berlin, Alemanha
- AUGUSTO, Filipe. **Com políticas públicas para o setor, Ceará se destaca como polo produtor de flores no Brasil**.2019. Disponível em: <<https://www.ceara.gov.br/2019/05/15/com-politicas-publicas-para-o-setor-ceara-se-destaca-como-polo-produtor-de-flores-no-brasil/>>. Acesso em: 30 abr. 2019.
- CAMPOS, José Nilson B. Secas e políticas públicas no semiárido: ideias, pensadores e períodos. **estudos avançados**, v. 28, n. 82, p. 65-88, 2014.
- CAÚLA, B.Q.; MOURA G.B. Aspectos Ambientais e Jurídicos da Transposição do Rio São Francisco, Maio 2006, UNIFOR-CE
- CHAPRA, S. C. Surface water-quality modelling. New York: McGraw-Hill, 1997. 844p.
- CEARÁ. Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos. Assembleia Legislativa do Ceará (Org.). **Pacto das Águas: Compromisso sócio-ambiental compartilhado**. Fortaleza: Saiba+, 2007.
- CEARÁ, 2008. ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO. Cenário Atual dos Recursos Hídricos do Ceará, Conselho de Altos Estudos e Assuntos Estratégicos, Assembleia Legislativa do Estado do Ceará: Eudoro Walter de Santana (Coordenador), Fortaleza, INESP, 174p.: il. – (Coleção Pacto das Águas), CDD- 628.1.

COGERH. Qualidade das águas dos açudes monitorados pela Cogeh- Campanha de Novembro de 2018. Relatório Final, 2019, Fortaleza.

CRUZ, H.P.; COIMBRA, R.M.; FREITAS, M.A.V. Vulnerabilidade Climática, Recursos Hídricos e Energia Elétrica no Nordeste Brasileiro, Jan. 1999, Brasília

CUNHA, Tony Jarbas Ferreira et al. Principais solos do semiárido tropical brasileiro: caracterização, potencialidades, limitações, fertilidade e manejo. **Embrapa Semiárido- Capítulo em livro científico (ALICE)**, 2010.

DA SILVA, Fernando José Araújo; DE ARAÚJO, Andréa Limaverde; DE SOUZA, Raimundo Oliveira. Águas subterrâneas no Ceará–poços instalados e salinidade. **Revista Tecnologia**, v. 28, n. 2, 2007.

DELIMITAÇÃO DO SEMIÁRIDO. [S. l.], 2017. Disponível em: <http://sudene.gov.br/planejamento-regional/delimitacao-do-semiarido>. Acesso em: 11 fev. 2019.

DO NASCIMENTO, Flávio Rodrigues. CATEGORIZAÇÃO DE USOS MÚLTIPLOS DOS RECURSOS HÍDRICOS E PROBLEMAS AMBIENTAIS: CENÁRIOS E DESAFIOS. **Os recursos hídricos do Ceará: integração, gestão e potencialidades**, p. 38, 2011.

FEITOSA, F.A.C.; DINIZ, J.A.O. Água subterrânea no cristalino da região semiárida brasileira. In: II Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo, São Paulo, SP, 2011.

FERREIRA, J. Contra o ambiente. O Dia (RJ), 27 abr. 2005, Opinião

FIEC- Federação das Indústrias do Estado do Ceará. ROTAS ESTRATÉGICAS SETORIAIS: ESTUDO SOCIOECONÔMICO: ÁGUA / Fortaleza: Federação das Indústrias do Estado do Ceará, 2016.

FREITAS, Wilton; VALENTE, Airton Saboya. O POTENCIAL DO AGRONEGÓCIO NO CEARÁ : A SUSTENTABILIDADE DAS EXPORTAÇÕES DO ABACAXI. In: CONGRESSO DA SOBER, 2006, Fortaleza. **Anais...** . Fortaleza: Sn, 2006. p. 1 - 18.

FROTA JÚNIOR, J. I.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; BEZERRA, A. M.; SOUZA, B. F. S. Influência antrópica na adição de sais no trecho perenizado da bacia hidrográfica do Curu, Ceará. *Revista Ciência Agronômica*, v.38, p.142-148, 2007.

FUNCEME (Org.). **Volume Armazenado- Reservatórios**. 2019. Disponível em: <<http://www.hidro.ce.gov.br/>>. Acesso em: 05 mar. 2019

HENKES, Silvana L. A Política, o Direito e o Desenvolvimento: Um Estudo Sobre a Transposição do Rio São Francisco. **Rev. direito GV**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 497-534, Dec. 2014.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará- IPECE. **Aspectos Econômicos**. 2019. Disponível em: <<http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/capitulo5/index.htm>>. Acesso em: 29 abr. 2019.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Estado do Ceará (IPECE). Dinâmica das Exportações Cearenses nos Últimos Dez Anos Uma Avaliação dos Principais Setores. Fortaleza: IPECE; 2013.

ANDRADE, R. Da Transposição das Águas do Rio São Francisco à Revitalização da Bacia: As Várias Visões de um Rio, Ago 2002

LIMA, Luiz Eduardo Corrêa. **IMPORTÂNCIA DO RIO PARAÍBA DO SUL PARA O RIO DE JANEIRO: SEM ÁGUA, NÃO EXISTE VIDA**. 2015. Disponível em: <<https://www.profluizeduardo.com.br/tag/importancia-do-rio-paraiba-do-sul-para-o-rio-de-janeiro/>>. Acesso em: 28 maio 2019.

MAIA, Ana Cristina Lima. Agropecuária. In: CAVALCANTE, Alexandre Lira et al. **Indicadores Econômicos do Ceará 2017**. Fortaleza: Sn, 2017. p. 21-36.

MAIA DE ANDRADE, Eunice et al. Fatores determinantes da qualidade das águas superficiais na bacia do Alto Acaraú, Ceará, Brasil. **Ciência Rural**, v. 37, n. 6, 2007.

MISHRA, Ashok K.; SINGH, Vijay P. A review of drought concepts. **Journal of hydrology**, v. 391, n. 1-2, p. 202-216, 2010.

NEVES, Cesar das; CARDOSO, Anderson Portugal. A EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL COM PROJETOS DE TRANSPOSIÇÃO DE ÁGUAS - LIÇÕES PARA O DO RIO SÃO FRANCISCO. In: XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2009, Salvador. Anais... . Salvador: Sn, 2009. p. 1 - 14.

OLIVEIRA, Geraldo José de. **O RIO TOCANTINS VAI DESAGUAR NO SÃO FRANCISCO**. 2015. Disponível em: <http://www.geraldojose.com.br/index.php?sessao=noticia&cod_noticia=68466>. Acesso em: 29 abr. 2019.

PALÁCIO, Helba AQ et al. Similaridade e fatores determinantes na salinidade das águas superficiais do Ceará, por técnicas multivariadas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 15, n. 4, 2011.

PEREIRA JUNIOR, José de Sena. **Projeto de Transposição de Água do Rio São Francisco**. Brasília: Sn, 2005.

PEREIRA, M.C. Com a obra, 8 milhões de pessoas serão beneficiadas. **Valor Econômico**, 22 mar 2002

PAULINO, W. D.; OLIVEIRA, R. R. A.; AVELINO, F. F. Classificação do estado trófico para o gerenciamento de reservatórios no semiárido: a experiência da Cogerh no estado do Ceará. **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, XX**, 2013, Bento Gonçalves.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO DE FORTALEZA CONVÊNIO DE COOPERAÇÃO TÉCNICA ENTRE COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ – CAGECE E AGÊNCIA REGULADORA DE FORTALEZA – ACFOR, 2014

SERRANO, D.E. El Tránsito Tajo-Segura: El Fracaso de Una Gran Obra, Dez. 2005. Disponível em: <http://deciamosayer.blogcindario.com/2005/12/00031-el-trasvase-tajo-segura-el-fracaso-de-una-gran-obra.html>

TUDO para agourar. **Tribuna da Imprensa (RJ)**, 12 maio 2005, Coluna Fato do Dia.

VIANA, Sciena Servia et al. Competitividade do Ceará no mercado internacional de frutas: o caso do melão. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 25-31, 2006.

VIEIRA, V. P. P. B.; GONDIM FILHO, J. G. Água doce no Semiárido. In: REBOUÇAS, Aldo da C. et al. Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação. 3ª. Ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2006. 703 p.