

de Castro, César Nunes; Cerezini, Monise Terra

## Working Paper

Análise prospectiva de potenciais impactos socioeconômicos do Projeto de Integração do Rio São Francisco com bacias hidrográficas do Nordeste Setentrional sobre a região beneficiada

Texto para Discussão, No. 2806

## Provided in Cooperation with:

Institute of Applied Economic Research (ipea), Brasília

*Suggested Citation:* de Castro, César Nunes; Cerezini, Monise Terra (2022) : Análise prospectiva de potenciais impactos socioeconômicos do Projeto de Integração do Rio São Francisco com bacias hidrográficas do Nordeste Setentrional sobre a região beneficiada, Texto para Discussão, No. 2806, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, <https://doi.org/10.38116/td2806>

This Version is available at:

<https://hdl.handle.net/10419/284862>

### Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

### Terms of use:

*Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.*

*You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.*

*If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.*



<https://creativecommons.org/licenses/by/2.5/br/>

**TEXTO PARA DISCUSSÃO**

**2806**

**ANÁLISE PROSPECTIVA  
DE POTENCIAIS IMPACTOS  
SOCIOECONÔMICOS DO PROJETO  
DE INTEGRAÇÃO DO RIO  
SÃO FRANCISCO COM BACIAS  
HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE  
SETENTRIONAL SOBRE A  
REGIÃO BENEFICIADA**

**CÉSAR NUNES DE CASTRO  
MONISE TERRA CEREZINI**



**ANÁLISE PROSPECTIVA DE POTENCIAIS  
IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS  
DO PROJETO DE INTEGRAÇÃO DO  
RIO SÃO FRANCISCO COM BACIAS  
HIDROGRÁFICAS DO NORDESTE  
SETENTRIONAL SOBRE A  
REGIÃO BENEFICIADA<sup>1,2</sup>**

**CÉSAR NUNES DE CASTRO<sup>3</sup>  
MONISE TERRA CEREZINI<sup>4</sup>**

1. Este trabalho é resultado de uma avaliação do Projeto de Integração do Rio São Francisco realizada para o Comitê de Monitoramento e Avaliação de Políticas Públicas (CMAP) do governo federal, entre maio de 2021 e abril de 2022. Outros quatro textos, dos mesmos autores, também derivam dessa avaliação: *Análise Prospectiva de Potenciais Impactos Socioeconômicos do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional sobre a Região Beneficiada*; *Projeto de Integração do Rio São Francisco e a Segurança Hídrica da Região Beneficiada*; *O Projeto de Integração do Rio São Francisco, Obras Complementares para o Aumento da Oferta Hídrica e Convivência com as Secas*; e *Política Agrícola e Desenvolvimento da Área de Influência do Projeto de Integração do Rio São Francisco*.

2. Agradecimentos são devidos aos colegas pesquisadores da Diretoria de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Dirur/Ipea), João Paulo Viana e Antenor Lopes de Jesus Filho, pela leitura do manuscrito original deste estudo e pelos valiosos comentários realizados no sentido de seu aprimoramento.

3. Especialista em políticas públicas e gestão governamental na Dirur/Ipea. *E-mail*: <cesar.castro@ipea.gov.br>.

4. Consultora do Subprograma de Pesquisa para o Desenvolvimento Nacional (PNPD) na Dirur/Ipea. *E-mail*: <monise.cerezini@ipea.gov.br>.

**Governo Federal**

**Ministério da Economia**

**Ministro** Paulo Guedes

**ipea** Instituto de Pesquisa  
Econômica Aplicada

Fundação pública vinculada ao Ministério da Economia, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiros – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

**Presidente**

**ERIK ALENCAR DE FIGUEIREDO**

**Diretor de Desenvolvimento Institucional**

**ANDRÉ SAMPAIO ZUVANOV**

**Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das  
Instituições e da Democracia**

**FLÁVIO LYRIO CARNEIRO**

**Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas**  
**MARCO ANTÔNIO FREITAS DE HOLLANDA CAVALCANTI**

**Diretor de Estudos e Políticas Regionais,  
Urbanas e Ambientais**

**NILO LUIZ SACCARO JUNIOR**

**Diretor de Estudos e Políticas Setoriais,  
de Inovação, Regulação e Infraestrutura**

**JOÃO MARIA DE OLIVEIRA**

**Diretor de Estudos e Políticas Sociais**

**HERTON ELLERY ARAÚJO**

**Diretor de Estudos Internacionais**

**PAULO DE ANDRADE JACINTO**

**Assessor-chefe de Imprensa e  
Comunicação (substituto)**

**JOÃO CLÁUDIO GARCIA RODRIGUES LIMA**

**Ouvidoria:** <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

**URL:** <http://www.ipea.gov.br>

## Texto para Discussão

Publicação seriada que divulga resultados de estudos e pesquisas em desenvolvimento pelo Ipea com o objetivo de fomentar o debate e oferecer subsídios à formulação e avaliação de políticas públicas.

© Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – **ipea** 2022

Texto para discussão / Instituto de Pesquisa Econômica  
Aplicada.- Brasília : Rio de Janeiro : Ipea , 1990-

ISSN 1415-4765

1. Brasil. 2. Aspectos Econômicos. 3. Aspectos Sociais.  
I. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

CDD 330.908

As publicações do Ipea estão disponíveis para *download* gratuito nos formatos PDF (todas) e EPUB (livros e periódicos).  
Acesse: <http://www.ipea.gov.br/portal/publicacoes>

As opiniões emitidas nesta publicação são de exclusiva e inteira responsabilidade dos autores, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada ou do Ministério da Economia.

É permitida a reprodução deste texto e dos dados nele contidos, desde que citada a fonte. Reproduções para fins comerciais são proibidas.

JEL: Q25; Q28.

DOI: <http://dx.doi.org/10.38116/td2806>

# SUMÁRIO

SINOPSE

ABSTRACT

1 INTRODUÇÃO.....	6
2 METODOLOGIA.....	8
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO: POTENCIAIS IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS DO PISF .....	22
4 OUTROS IMPACTOS ESPERADOS.....	45
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	58
REFERÊNCIAS .....	61
APÊNDICE A.....	65
ANEXO A.....	70

## SINOPSE

Significativa parcela do território nordestino possui uma população e recursos hídricos tais que, quando combinados, resultam em uma disponibilidade hídrica por habitante baixa a muito baixa. Ao longo do tempo, inúmeras intervenções antrópicas foram realizadas na região como tentativa de mitigar os efeitos do clima e da baixa disponibilidade hídrica natural da região sobre a vida da população local. Entre estas, talvez a mais ambiciosa, a transposição do rio São Francisco, começou a ser construída (canais, túneis, adutoras etc.) em 2007 e está na fase final de implantação. Este trabalho tem por objetivo avaliar os possíveis impactos socioeconômicos da transposição do São Francisco sobre a região beneficiada. Entre os potenciais impactos, considera-se que, no médio prazo (até 2041), as vazões firmes transpostas pelo Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF) para os eixos Leste (10 m<sup>3</sup>/s) e Norte (16,4 m<sup>3</sup>/s) provavelmente serão suficientes para atender a uma parte do deficit de demanda de usos prioritários projetado para o Eixo Leste e pouco mais de 90% do deficit projetado para esses usos no Eixo Norte em 2041. Para o aumento da segurança hídrica dessa população rural dispersa, medidas complementares ao PISF terão de ser adotadas; por exemplo, o contínuo investimento em cisternas e operações periódicas, necessárias em períodos de ocorrência de fenômenos climáticos extremos, como a dos carros-pipa.

**Palavras-chave:** Nordeste Setentrional; Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional; transposição.

## ABSTRACT

A significant portion of the northeastern territory of Brazil has a population and water resources such that, when combined, they result in low to very low water availability per inhabitant. Over time, numerous human interventions were carried out in the region in an attempt to mitigate the effects of the climate and the low natural water availability of the region on the life of the local population. Among these, perhaps the most ambitious, the transposition of the São Francisco, began to be built (channels, tunnels, water mains...) in 2007 and is in the final phase of implementation. This work aims to evaluate the possible socioeconomic impacts of the São Francisco transposition on the benefited region. Among the potential impacts, it is considered that in the medium term (until 2041) the basal flows transposed by the PISF to the East (10 m<sup>3</sup>/s) and North (16.4 m<sup>3</sup>/s) axes will probably be enough to meet the part of the deficit of demand for priority uses projected for the East axis and just over 90% of the deficit projected for these uses in the North axis in 2041. To increase the water security of the dispersed rural population, complementary measures to the PISF will have to be adopted, such as, for example, the continuous investment in cisterns and periodic actions, necessary in periods of occurrence of extreme weather phenomena, such as that of water distribution through water trucks.

**Keywords:** Brazil's Northeast; São Francisco River water transposition; social and economic impacts.

## 1 INTRODUÇÃO

Significativa parcela do território nordestino possui uma população e recursos hídricos tais que, quando combinados, resultam em disponibilidade hídrica por habitante baixa a muito baixa. Para avaliar a escassez relativa de água em determinada região, diversos índices surgiram nas últimas décadas. O índice de Falkenmark (Falkenmark e Widstrand, 1992), por exemplo, mede a disponibilidade hídrica em termos de recursos hídricos renováveis existentes *per capita* por ano e classifica uma região em cinco classes de disponibilidade hídrica, a qual varia desde disponibilidade mais baixa (menos de 500 m<sup>3</sup>/hab/ano) até de maior disponibilidade (mais de 10 mil m<sup>3</sup>/hab/ano).

No semiárido brasileiro, a disponibilidade hídrica por habitante por ano é inferior aos 500 m<sup>3</sup>. Constitui região que ocupa cerca de um quinto do território nacional e abrange, de acordo com delimitação de 2017, 1.262 municípios brasileiros, a maior parte localizados no Nordeste. Cerca de 26,62 milhões de pessoas vivem na região (IBGE, 2010).

A baixa disponibilidade hídrica média da região é agravada pela variabilidade temporal das precipitações ao longo dos anos, o que frequentemente resulta, em períodos de baixíssima pluviometria, no fenômeno das secas que de tempos em tempos assola a região.

Em função dessas características, a região tem sido alvo de intervenções estatais, especialmente a partir do período republicano, com vistas a provê-la de infraestrutura hídrica e/ ou de maior capacidade para abastecer a população com água para os múltiplos usos, permitir maior nível de desenvolvimento regional e promover maior resiliência diante das secas.

Entre tais intervenções, talvez a mais ambiciosa, a transposição do São Francisco, começou a ser construída (canais, túneis, adutoras etc.) em 2007 e está na fase final de implantação. De acordo com informações do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), órgão responsável pelo Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF),

o empreendimento hídrico é composto por dois eixos de transferência de água: Norte, com 260 quilômetros de extensão; e Leste, com 217 quilômetros. As estruturas captam a água do Rio São Francisco, no interior de Pernambuco, para abastecer adutoras e ramais que vão perenizar rios e açudes existentes na região (Mudança..., 2020).

**TEXTO** para **DISCUSSÃO**

No curto prazo, parte significativa do empreendimento entrará em operação<sup>1</sup> e os potenciais benefícios do projeto começarão a ser sentidos pela população. Após as consideráveis somas investidas, é de suma importância, do ponto de vista da eficiência do gasto público, verificar-se qual o impacto de empreendimento dessa magnitude.

Nesse sentido, este trabalho é proposto. Com o intuito de avaliar os possíveis impactos da transposição do São Francisco sobre a região beneficiada. Deve-se explicitar que esta avaliação tem caráter mais prospectivo – e menos diagnóstico – dos possíveis impactos socioeconômicos da transposição. Isso se deve ao fato de que o empreendimento ainda não entrou em operação regular e, por esse motivo, parte significativa da região a ser beneficiada ainda não recebe águas provenientes do rio São Francisco. Adicionalmente, a vazão retirada do rio e transposta ainda é muito inferior à vazão prevista para a operação regular do projeto.

Em função disso, esta avaliação vai abordar de modo mais evidente os impactos potenciais do empreendimento, com base nos dados disponíveis para essa finalidade avaliativa. Uma avaliação mais precisa, e diagnóstica, apenas será possível após o início da operação regular do empreendimento e a transposição das águas do rio São Francisco começar a ser efetiva em sua vazão de base (26,4 m<sup>3</sup>/s).

Na sequência do trabalho, serão detalhados aspectos concernentes a tal avaliação, incluindo-se a metodologia, as bases de dados utilizadas e os riscos relacionados à realização da avaliação (seção 2); os possíveis impactos socioeconômicos do PISF sobre sua área de influência – AI (seções 3 e 4); e, por último, as considerações finais.

---

1. Sobre a operação do Eixo Leste, o MDR (Mudança..., 2020) afirma que “mais de 1,4 milhão de pessoas em 57 municípios – 21 em Pernambuco e 36 na Paraíba – são beneficiadas, desde 2017, pelo Eixo Leste. Seu funcionamento, mesmo em pré-operação, evitou que a cidade paraibana de Campina Grande entrasse em colapso hídrico à época em função da maior seca já registrada nos últimos 100 anos. O Eixo Leste apresenta 97,13% de execução, restando apenas serviços remanescentes e complementares que não comprometem a operação do trecho, tais como tratamento dos taludes, melhoria de estradas de acesso, execução de sistema para águas pluviais e instalação de equipamentos auxiliares de monitoramento”. Sobre a operação do Eixo Norte, “desde março de 2021, a água do Eixo Norte do Projeto de Integração do Rio São Francisco chegou ao reservatório Castanhão, no Ceará. A barragem, que recebe águas do Cinturão das Águas do Ceará (CAC), é responsável pelo abastecimento de 4,5 milhões de pessoas na Região Metropolitana de Fortaleza” (*op. cit.*). Adicionalmente, sobre o Eixo Norte “o total de execução física do trecho é 97,7%” (*op. cit.*).

## 2 METODOLOGIA

O PISF constitui um dos maiores, e mais ambiciosos, projetos de infraestrutura implementados no Brasil nos últimos quinze anos. Com relação a projetos de infraestrutura hídrica, constitui, indubitavelmente, o maior. Durante muito tempo, tal projeto foi objeto de considerações, estudos e avaliações concernentes a sua eventual concretização. Muito tempo e recursos financeiros foram gastos nas múltiplas idas e vindas da ideia, suportada por vários estudos realizados ao longo das décadas em que tal projeto foi alvo do interesse estatal.

Desde o início das obras, o dispêndio financeiro relacionado à transposição cresceu de modo significativo. Muito se espera da transposição. Não apenas em função dos significativos recursos investidos no projeto, mas também em razão da seca histórica que acomete a região beneficiada, a população de parte do semiárido nordestino vislumbra na transposição uma fonte de esperança, como fonte de recurso tão necessário para a sobrevivência e o desenvolvimento da região beneficiada.

Em face dessas considerações, da magnitude de gastos envolvidos e de expectativas da população, sobre a transposição, justifica-se o esforço de avaliar os impactos socioeconômicos e ambientais sobre a região beneficiada. Deve-se, entretanto, fazer algumas considerações e ressalvas sobre estudos de avaliação de impacto e a avaliação do PISF realizada neste trabalho.

A avaliação de impacto, por uma série de motivos, constitui importante ferramenta para a avaliação de projetos, programas e políticas públicas governamentais. Em primeiro lugar, essa avaliação oferece dados e evidências sobre o objeto de análise, úteis como suporte ao processo decisório. Adicionalmente, permite a observação quanto a relações de causa e efeito entre a intervenção do poder público (obra, investimento, política pública etc.) e os impactos observados.

Não obstante tais características das avaliações de impacto, intrinsecamente positivas no que concerne à análise de benefícios advindos da ação estatal e à transparência com a sociedade, para sua maior efetividade, no sentido de identificar com maior precisão dados e evidências sobre os possíveis impactos e sobre as relações de causa e efeito entre estes e as intervenções investigadas, alguns aspectos são requeridos. Primeiro, devem existir dados fidedignos sobre as variáveis relacionadas com a intervenção objeto da avaliação de impacto.

E, sobre isso, no que concerne a esta avaliação do PISF, deve-se fazer uma importante ressalva. Esse projeto ainda não está plenamente operacional. O atraso nas obras foi significativo com relação ao cronograma previsto pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) em 2007 (Castro, 2011b; Viana, 2014). Há alguns anos, o Eixo Leste está em fase de

teste. As vazões de retirada do rio São Francisco para os dois eixos são inferiores às vazões-base previstas (10 m<sup>3</sup>/s e 16,4 m<sup>3</sup>/s, respectivamente, para os eixos Leste e Norte). A vazão de retirada total para os dois eixos em 2021 pode ser observada na tabela 1 (45% da vazão regular esperada para o PISF – última linha da tabela 1).

**TABELA 1****Vazões totais de retirada dos dois eixos do PISF (2021)**

Eixo	Vazão total (m <sup>3</sup> )	Vazão média – 2021 (m <sup>3</sup> /s)
Volume total retirado do Eixo Leste (2021)	80.689.353,7	2,55
Volume total retirado do Eixo Norte 2021	295.507.563,2	9,37
Volume total retirado do PISF (2021)	376.196.916,9	11,92
Vazão total do PISF anual (operação regular = 26,4 m <sup>3</sup> /s)	832.550.400,0	26,4

Fonte: Brasil (2022).

Em função disso, da transposição ainda não estar sob regime normal de operação, não se tem como avaliar os impactos de uma intervenção que ainda, início de 2022, não está intervindo conforme previsto no projeto inicial. Adicionalmente, uma avaliação de impacto requer que a intervenção analisada esteja ocorrendo (funcionando, vigente etc.) há um período mínimo de tempo, para que impactos esperados possam ser verificados. Esse tempo mínimo varia em função do tipo de intervenção considerada; algumas intervenções geram impactos mais imediatos – por exemplo, transferência de renda para pessoas em situação de extrema pobreza poderem comprar alimentos ou a instalação de sinal em uma rua de muito movimento para diminuir acidentes de trânsito –, outras demoram mais – como é o caso de impactos de investimentos em ciência e tecnologia ou impactos de obras de infraestrutura com caráter indutor do desenvolvimento regional; caso, em parte, da transposição do São Francisco.

Em outras palavras, além de não estar operacional, para que alguns possíveis impactos da transposição possam ocorrer, algum tempo haverá de transcorrer entre a entrada em operação do empreendimento e a existência do potencial impacto – por exemplo, sobre a agricultura irrigada na região beneficiada. Conforme exposto no manual *Avaliação de Políticas Públicas: guia prático de análise ex post* (Brasil, 2018, p. 15), uma “avaliação de impacto só deve ser executada se a política já tiver alcançado tempo de execução suficiente para que haja os resultados e os impactos esperados, conforme o seu modelo lógico”.

Ante o exposto, este estudo tem de limitar-se, e é importante que o leitor seja informado, a avaliar – ou especular sobre – possíveis impactos da transposição sobre variáveis diversas, e não

sobre impactos reais, os quais apenas poderão ser verificados no futuro mais ou menos distante, em função da natureza do impacto observado. Por tudo isso, dada a magnitude do empreendimento, e das expectativas relacionadas a este, diversos estudos de avaliação, impacto e outros tópicos da transposição necessitarão ser realizados, pelo menos em um futuro próximo, para identificar os reais benefícios da obra.

No caso deste trabalho, múltiplas fontes de dados foram consultadas, de instituições diversas. Do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), principal fonte de estatísticas utilizadas, sobre a população da região beneficiada pelo PISF (398 municípios – ver apêndice A), foram objetos de consulta o Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2010) e o Projeção da População – edição 2018.<sup>2,3</sup>

Adicionalmente, para melhor compreensão sobre retiradas, usos e destinações dos recursos hídricos nos 398 municípios da região de influência do PISF, foram consultadas a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2018) e a base de dados Demandas de Retirada por Município 1931-2030, disponível no Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos – SNIRH (ANA, 2021). Estimativas de perdas de vazão transposta no percurso dos pontos de captação até o ponto de entrega da água nas bacias receptoras e de *deficit* de atendimento da demanda hídrica de usos prioritários (uso humano e dessedentação animal) obtidas em BNDES (2020) permitiram a realização de importantes considerações em ponto específico do estudo.

Para análise sobre os possíveis impactos da transposição sobre a economia da região beneficiada, foram consultados o Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2019), o Cadastro Central de Empresas<sup>4</sup>,<sup>4</sup> entre outras fontes.

Uma etapa desafiadora de um estudo como este, de tentar estimar potenciais impactos de um projeto ainda não plenamente operacional, é a de definir critérios de análise prospectiva. Conforme sugerido na página anterior, uma avaliação de impacto, ou resultados, *stricto sensu* não é

---

2. No caso dessa base de dados, a informação utilizada foi referente à projeção da população para os quatro estados nos quais se localizam os municípios da região de influência direta e indireta do PISF – as projeções não são disponibilizadas por município.

3. Disponível em: <<https://bit.ly/3nMS72a>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

4. Disponível em: <<https://bit.ly/3Keze2x>>. Acesso em: 27 jul. 2021.

possível, dada a situação atual da transposição, por dois motivos. Primeiro, como mencionado, a água transposta ainda não chegou nas vazões previstas<sup>5</sup> para os municípios beneficiados.

Segundo, para a realização de uma avaliação de impacto *stricto sensu*, é necessário se identificar os beneficiários (indivíduos, comunidades, municípios etc.) da política pública (projeto ou programa) sendo analisada e avaliar os possíveis impactos por meio de análise comparativa com um grupo de controle, de indivíduos (famílias, domicílios etc.), não beneficiado pela política analisada, mas com características socioeconômicas semelhantes àqueles que são beneficiados. No caso da transposição, apesar da indicação do MDR (Brasil, 2021) do número de municípios identificados como pertencendo às áreas de influência direta e indireta, existem divergências quanto ao número preciso desses municípios – especialmente com relação aos municípios da AI indireta.

Adicionalmente, a população desses municípios que será beneficiada dependerá dos critérios anuais de operação da transposição, que definirá quanta água será, bem como para quem e para onde esta irá. Sem essa informação, não é possível se afirmar que toda a população dos 398 municípios possivelmente beneficiados (seção 3) será efetivamente beneficiada em determinado momento.

Sobre a gestão da transposição, o Decreto nº 5.995/2006 (Brasil, 2006) define instituições envolvidas e regras aplicáveis à gestão anual do projeto. Nesse decreto, a Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf) foi indicada como a operadora federal da transposição. O referido decreto define também a responsabilidade dos entes estaduais de gestão hídrica dos quatro estados beneficiados (Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte) como operadoras estaduais da transposição. Adicionalmente, o Decreto nº 5.995/2006 define a responsabilidade da operadora federal em elaborar o Plano de Gestão Anual (PGA) da transposição:

Art. 17. O Plano de Gestão Anual do PISF é instrumento específico de ajuste contratual envolvendo a Operadora Federal, as Operadoras Estaduais, os Estados beneficiados e o Ministério da Integração Nacional.

5. Considerando-se a vazão de 26,4 m<sup>3</sup>/s, caso o PISF estivesse operando em regime regular, com a retirada desta vazão mencionada, entre 1º de janeiro de 2021 e 31 de julho de 2021, o volume total de água retirada do São Francisco teria sido igual a: 26,4 m<sup>3</sup> \* 60 (segundos em um minuto) \* 60 (minutos em uma hora) \* 24 (horas em um dia) \* 212 (número de dias entre 1º de janeiro de 2021 e 31 de julho de 2021) = 483.563.520 m<sup>3</sup>. A vazão total retirada para os dois eixos entre 1º de janeiro de 2021 e 31 de julho de 2021, igual a 148.719.347 m<sup>3</sup> (tabela 2), é, portanto, aproximadamente igual a 30,7% do volume calculado, caso a vazão retirada durante esse período tivesse sido constante, e igual a 26,4 m<sup>3</sup>/s.

Art. 18. O Plano de Gestão Anual disporá sobre:

I – a repartição das vazões disponibilizadas entre os Estados e o rateio dos custos respectivos;

II – os instrumentos de gestão a serem utilizados;

III – as condições e padrões operacionais para o período;

IV – os preços a serem praticados;

V – os mecanismos de pagamento dos preços relativos à água disponibilizada pelo PISF e as garantias de ressarcimento à Operadora Federal pelos Estados receptores em caso de inadimplência;

VI – a sistemática de alocação da vazão não contratada pelos Estados;

VII – as metas a serem cumpridas e os respectivos incentivos e penalidades; e

VIII – os programas que induzam ao uso eficiente e racional dos recursos hídricos disponibilizados pelo PISF e que potencializem o desenvolvimento econômico e social da região beneficiada, bem como as fontes de recursos e responsabilidades pela implementação.

Art. 19. O Plano de Gestão Anual será elaborado pela Operadora Federal, seguindo diretrizes do Ministério da Integração Nacional e ouvido o Conselho Gestor, e submetido àquele Ministério e à ANA, para aprovação das disposições atinentes às suas respectivas competências (Brasil, 2006).

O primeiro PGA do PISF foi apresentado em 2018. Desde então, um plano desse tipo foi elaborado em todos os anos subsequentes. Entretanto, como exposto anteriormente, as vazões consideradas foram muito inferiores à vazão-base do projeto, e, nesse sentido, tais planos forneceram diretrizes para o período de testes do PISF. O conselho gestor foi instituído em 28 de agosto de 2014.<sup>6</sup>

6. Disponível em: <<https://bit.ly/3pulelr>>.

## 2.1 Análise prospectiva

Em função do exposto na subseção anterior, não é possível, por enquanto, fazer avaliação de resultado ou de impacto. Ainda assim, existem outros métodos que possibilitem investigação sobre os possíveis resultados e impactos do PISF para a população e a região beneficiada.

No caso deste estudo, a escolha metodológica para isso é a da análise prospectiva. Além dos argumentos expostos sobre os motivos que impedem a realização de análise *ex post* do PISF, deve-se ressaltar, adicionalmente, que o volume de água retirada do rio São Francisco não será constante ao longo do tempo. Esse volume será variável em função do volume de água acumulado e da operação do reservatório de Sobradinho (Bahia) e poderá ser igual a 26,4 m<sup>3</sup>/s (volume-base para retirada contínua, equivalente a 1,4% da vazão regularizada garantida pela barragem de Sobradinho, 1.850 m<sup>3</sup>/s), ou 114,3 m<sup>3</sup>/s, a depender do volume de água no reservatório de Sobradinho (Castro, 2011b); mais sobre esse assunto a seguir.

Some-se a essa variabilidade do volume de água transposto, a variabilidade dos volumes destinados para os múltiplos trechos, municípios, usos, usuários etc. O PGA determinará a repartição do volume de água retirado do São Francisco entre os estados do Ceará, de Pernambuco, da Paraíba e do Rio Grande do Norte. Esses estados, por sua vez, determinarão a repartição do volume no território sob sua responsabilidade.

Desse modo, como o PISF ainda não está em ritmo de operação regular e como, a partir do momento em que este estiver operando regularmente, o volume de água retirada do São Francisco e a destinação desse volume será diferente ao longo do tempo, o estudo de cenários constitui ferramenta útil para a pesquisa em questão. Em função das incertezas relatadas sobre volumes e destinações de uso da água transposta do São Francisco, a análise de cenários que combinem algumas possíveis manifestações dessas duas variáveis (volume de água transposta e volumes destinados para diferentes tipos de usos) permite realizar algumas inferências sobre os possíveis resultados e impactos do projeto para a região.

Com relação aos cenários que permitam inferências sobre os potenciais benefícios do PISF para sua AI, optou-se em utilizar estimativas futuras (projeções) para o balanço hídrico da região e, por meio dessas estimativas, avaliar potenciais impactos socioeconômicos resultantes do atendimento a demandas hídricas possibilitadas pelo projeto. Para isso, foram considerados cenários para a oferta e a demanda hídrica para 2025, 2030, 2035 e 2040.

### 2.1.1 Cenários para o volume de água transposto pelo PISF (oferta hídrica)

O estudo considerou dois cenários quanto ao volume de água retirado do rio São Francisco pelos dois eixos do PISF. O primeiro cenário considerado foi aquele no qual a vazão retirada é igual a 26,4 m<sup>3</sup>/s, consistente na vazão regular prevista para o projeto. Esse é o cenário-base referente à oferta hídrica proporcionada pelo projeto para sua AI.

Outro cenário considerado tem como diferença fundamental em relação ao anterior a retirada de um volume de água do São Francisco superior aos 26,4 m<sup>3</sup>/s regulares. A retirada de volumes hídricos superiores ao volume-base previsto dependerá da existência de condições para a adução da vazão máxima permitida de 114 m<sup>3</sup>/s. Isso dependerá do volume de água armazenado na represa de Sobradinho. De acordo com Resolução nº 411 da Agência Nacional de Águas (ANA), de 22 de setembro de 2005, que concedeu a outorga para o PISF, nas suas alíneas III e IV, foram determinadas as vazões autorizadas e suas respectivas condições. Lê-se em tal resolução:

Art. 1º Outorgar ao Ministério da Integração Nacional o direito de uso de recursos hídricos do Rio São Francisco, para a execução do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, nas seguintes condições:

(...)

III – vazão firme disponível para bombeamento, nos dois eixos, a qualquer tempo, de 26,4 m<sup>3</sup>/s, correspondente à demanda projetada para o ano de 2025 para consumo humano e dessedentação animal na região; e

IV – excepcionalmente, será permitida a captação da vazão máxima diária de 114,3 m<sup>3</sup>/s e instantânea de 127 m<sup>3</sup>/s, quando o nível de água do Reservatório de Sobradinho estiver acima do menor valor entre:

nível correspondente ao armazenamento de 94% do volume útil;

nível correspondente ao volume de espera para controle de cheias. Parágrafo único. Enquanto a demanda real for inferior a 26,4 m<sup>3</sup>/s, o empreendimento poderá atender, com essa vazão, o uso múltiplo dos recursos hídricos na região receptora.

Art. 2º A repartição das vazões bombeadas do Rio São Francisco entre os setores usuários e os Estados beneficiados e as tarifas de cobrança pelo serviço de adução de água bruta serão definidas no Plano de Gestão Anual, que será elaborado pelo Conselho Gestor, por meio da Entidade Operadora Federal (ANA, 2005a).

**TEXTO para DISCUSSÃO**

O Relatório de Impacto Ambiental (Rima) (Brasil, 2004) apresentou uma estimativa da vazão média do PISF em função dessa variação das vazões retiradas do São Francisco. Tal estimativa foi igual a 63,5 m<sup>3</sup>/s. Entretanto, não foram apresentadas considerações, quantitativas ou qualitativas, sobre como se chegou a essa estimativa.

Estudo de Melo (2010) apresenta uma simulação do balanço hídrico do reservatório de Sobradinho. A partir da série histórica de vazões do rio São Francisco entre 1931 e 2008 (912 meses), a autora simulou o volume armazenado em Sobradinho para aquele período. Comparando os valores simulados com os critérios da outorga para o PISF, definidos na Resolução nº 411/2005 (ANA, 2005a), a autora constatou que, em 41% do período analisado, o volume armazenado em Sobradinho atenderia ao critério estabelecido na alínea IV da referida resolução, com a autorização para a captação da vazão máxima diária igual a 114,3 m<sup>3</sup>/s.

Em nota técnica da ANA (2005b), que continha a análise do pedido de outorga para o PISF, a agência estimou uma vazão média anual captada pelo projeto – em função dos critérios da Resolução nº 411/2005, das vazões registradas no rio São Francisco entre 1931 e 2004 e dos volumes armazenados em Sobradinho – igual a 68,4 m<sup>3</sup>/s; nesse caso, ao utilizar dados de vazão do rio São Francisco de 1931 a 1990. Nesse cenário, a ANA projetou que em 47% do tempo ocorrerá as condições exigidas para a adução dos 114 m<sup>3</sup>/s.

Ou seja, o estudo de Melo (2010) estimou que em 41% do tempo os critérios de adução de 114,3 m<sup>3</sup>/s pelo PISF ocorrerão, enquanto a ANA (2005b) estimou em 47% do tempo situação idêntica. Há de se considerar, em função dos volumes de água armazenados em Sobradinho em anos recentes, as estimativas de Melo (2010) e da ANA (2005b) com alguma precaução. Em anos recentes, especialmente de 2012 a 2018, a seca que acometeu boa parte do semiárido e, também, parte significativa do território de captação da bacia hidrográfica do rio São Francisco resultou em vazões reduzidas na calha principal desse rio e, conseqüentemente, no menor volume armazenado em Sobradinho. Sobre isso, Aguiar (2019) afirma que, em anos recentes, em função do relatado anteriormente, o resultado foi a menor frequência da ocorrência das condições para a retirada de volumes de água pelo PISF maiores que os 26,4 m<sup>3</sup>/s:

Vale lembrar que as simulações das capacidades de regularização dos reservatórios do PISF no projeto básico tiveram como base os históricos de dados hidrológicos até o ano de 1991, sem considerar o período crítico de baixas médias pluviométricas em grande parte do semiárido ao final do século XX e na segunda década do século XXI. Dessa forma, o projeto previa que o aporte d'água do São Francisco para os dois eixos da Transposição atenderia em parte significativa do tempo sua capacidade máxima de transferência. A última ocorrência de enchimento de Sobradinho foi em 2007. Ao longo desse período mais recente, o reservatório só não entrou em colapso por conta de sucessivas reduções de vazão defluente (Aguiar, 2019, p. 90).

Em função desse período recente, foi estipulado menor percentual de frequência de ocorrência das condições para a adução da vazão de 114,3 m<sup>3</sup>/s. O cenário de oferta referente a essa menor frequência assume que em 25% do tempo haverá condições de retirada dessa maior vazão do rio São Francisco. Esse cenário foi denominado de “otimista”, apesar de ser mais conservador que outras estimativas sobre a vazão média do PISF.

### QUADRO 1

#### Cenários para oferta hídrica

Cenário	Característica
Base	Vazão retirada igual a 26,4 m <sup>3</sup> /s.
Otimista	Considera-se a vazão hídrica de 26,4 m <sup>3</sup> /s em 75% do tempo e de 114,3 m <sup>3</sup> /s em 25% do tempo (vazão média igual a 48,3 m <sup>3</sup> /s).

Elaboração dos autores.

#### 2.1.2 Cenário demanda hídrica

Com relação ao cenário de uso da água, foi utilizada a base de dados Usos Consuntivos da Água Brasil (1931-2030), disponível no portal do Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos da ANA (2021). Optou-se por realizar a análise prospectiva utilizando-se como anos de referência 2025, 2030, 2035 e 2040.

Foi considerado um cenário com relação ao uso da água na AI do PISF, o tendencial. Neste cenário, utilizaram-se os dados referentes aos usos da água na região projetados para 2025 e 2030 pela ANA (2021). A partir da curva ajustada à tendência apresentada pelas projeções da agência, foram projetados os dados para 2035 e 2040.

### QUADRO 2

#### Cenário para a demanda hídrica

Cenário	Característica
Tendencial (ANA, 2021)	Representado pelas projeções da Agência Nacional de Águas para 2025 e 2030 (ANA, 2021), bem como pela extrapolação dessa tendência para 2035 e 2040.

Fonte: ANA (2021).

Elaboração dos autores.

Em sua base de dados Usos Consuntivos da Água no Brasil (1931-2030), a ANA (2021) apresenta uma extensa série histórica (cem anos) das demandas hídricas por tipologia para os municípios brasileiros. Tais demandas incluem a demanda humana – ou urbana –, a demanda

**TEXTO para DISCUSSÃO**

humana rural, a demanda das indústrias de transformação, a demanda animal (dessedentação animal), a demanda da mineração e a demanda da agricultura irrigada.

Deve-se ressaltar que tais demandas foram calculadas por metodologia específica de cálculo para cada tipo de uso (mais informações sobre isso podem ser obtidas em ANA, 2021) e por município. A própria agência alerta que

a estimativa do uso da água é um desafio, especialmente considerando a escala espacial (nacional, por município) e temporal (mensal, de 1931 a 2030). Inventários de medições são escassos no Brasil, mesmo na escala de um único município ou de uma pequena bacia hidrográfica (ANA, 2021, p. 1).

Para cada tipo de uso, foram calculadas três tipos de vazões: retirada, consumo e retorno. A demanda de retirada constitui a estimativa da vazão de retirada dos corpos hídricos destinada a atender aos múltiplos usos desse recurso. Parte da água captada retorna, após o uso, para o meio ambiente; essa parcela é chamada de vazão de retorno. Essa vazão é calculada para cada tipo de uso por meio da multiplicação da vazão de retirada estimada para cada uso multiplicada por coeficientes de retorno específicos. A diferença entre essas duas vazões representa a vazão de consumo de cada uso. Tais vazões foram estimadas para o período 1931-2017 e projetadas de 2018 a 2030 (ANA, 2021).

Deve-se ressaltar que tais cenários analíticos utilizados para a prospecção dos possíveis impactos do PISF em sua AI constituem tentativa de inferir sobre uma realidade futura dependente de fatores diversos cuja consideração em grande medida ultrapassa o escopo deste estudo. Por exemplo, a expansão da agricultura irrigada na região, atividade que é muito demandante de água, não depende apenas da oferta hídrica porventura viabilizada pelo projeto, mas também, ao contrário, de diversos outros fatores; entre estes: existência de capital para financiar a atividade (equipamentos, insumos etc.), características edafoclimáticas (solos, terreno, clima etc.) propícias, ambiente institucional de suporte, canais de comercialização da produção etc. Como destacado anteriormente, a própria oferta hídrica média anual do PISF não é certa por depender do regime hidrológico na bacia hidrográfica do São Francisco.

Adicionalmente, quanto mais no futuro forem as projeções realizadas, maior a possibilidade de erros em função do comportamento de muitas variáveis diferente do previsto e, também, da interferência de muitas variáveis não previstas sobre o objeto analisado. Em suma, os cenários aqui apresentados constituem futuros possíveis; representam um esforço analítico cuja pretensão é a de contribuir para o planejamento continuado do PISF e da gestão hídrica em sua AI. O futuro concreto sobre essas questões dependerá das escolhas do poder público, da iniciativa privada e de toda a população desta região.

## 2.2 Considerações metodológicas adicionais

Desde a concepção inicial do PISF, determinados impactos possíveis da obra para a região beneficiada são frequentemente mencionados em documentos de instituições governamentais e na mídia. Geralmente, entretanto, tais possíveis impactos são citados de modo genérico, impreciso, sem o acompanhamento de estimativas quantitativas sobre tais impactos. Com muita frequência, são citados possíveis impactos sobre: a agricultura irrigada; o abastecimento hídrico das cidades; a geração de empregos; o desenvolvimento regional etc.

Difícilmente, entretanto, são apresentadas estimativas e projeções sobre a área irrigada adicional na região possibilitada pelo PISF, ou a respeito do número de empregos possivelmente gerados, ou sobre a diminuição das perdas econômicas relacionadas às secas periódicas que assolam a região etc. Alguns estudos contribuem com análises sobre os possíveis impactos do projeto no que diz respeito a aspectos específicos. Esse é o caso de Farias *et al.* (2002), os quais analisaram o PISF sob a perspectiva da sua sinergia com o sistema de reservatórios existentes na região; ou Castro (2011a), com relação aos possíveis impactos do projeto sobre a agricultura irrigada da região; ou, ainda, Melo (2010) no que concerne a uma análise, para o Eixo Leste, quanto aos possíveis impactos sobre alguns usos de água previstos para o PISF.

A carência de estudos que analisam os possíveis impactos do projeto, entretanto, é grande. Nesta subseção, o exercício prospectivo aqui realizado visa contribuir um pouco com isso. Tal tarefa não é trivial, dadas algumas limitações de estatísticas e informações para realizar uma análise prospectiva mais fundamentada. Em parte, isso foi observado anteriormente, acrescente-se àquelas considerações as seguintes limitações empíricas para realização do exercício aqui apresentado.

- 1) Limitações com relação a informações sobre disponibilidades hídricas superficial e subterrânea nos municípios da AI do PISF.
- 2) Adicionalmente, as informações relacionadas a séries históricas das disponibilidades hídricas (superficiais e/ou subterrâneas) locais da AI do PISF são incompletas, e, conseqüentemente, não é possível identificar-se quantitativamente qual a variação da disponibilidade hídrica local em períodos mais chuvosos e períodos de estiagem, frequentes na região. Sem essa informação, não é possível avaliar de modo mais preciso, quantitativo, o quanto que a vazão disponibilizada pelo projeto para essa região representa em termos da vazão autóctone perdida nos períodos de seca.
- 3) Como o PISF ainda não está operando com sua vazão mínima regular (26,4 m<sup>3</sup>/s), e, portanto, o Plano de Gestão Anual ainda não tem se debruçado sobre a problemática, em sua plenitude, da distribuição da água transposta entre os estados receptores, tem-se de fazer projeções sobre possíveis impactos, sem considerar uma perspectiva de distribuição da água do projeto pautada em evidência empírica pregressa – representada pelos PGAs.

- 4) Relacionada com o comentário anterior, não se sabe como será realizada a adução de vazões maiores que a vazão regular outorgada pela ANA para o PISF (26,4 m<sup>3</sup>/s). Conhecem-se as condições que precisam ser atendidas no que concerne ao regime hidrológico do rio São Francisco e da represa de Sobradinho, com o objetivo de que se possa aduzir vazões maiores que a regular, mas não se sabe como o operador do sistema e nem como os estados receptores efetivamente aproveitarão essa perspectiva quando da ocorrência da sua possibilidade.
- 5) Limitações de informações em outras bases de dados utilizadas nesta pesquisa. As estimativas/projeções populacionais do IBGE<sup>7</sup> apresentam projeções relacionadas apenas ao total da população futura dos municípios, não desagregando as projeções em população urbana e população rural. Para investigar os possíveis impactos do PISF nos meios urbano e rural, essa informação populacional desagregada é muito importante. Com o atraso da realização do esperado Censo Populacional 2020, essa lacuna informacional permanece.

Os impactos potenciais do PISF frequentemente elencados em documentos diversos (acadêmicos, governamentais e midiáticos) são vários. Para realização desta avaliação, foi necessário definir que tipo de possível impacto seria observado. Para isso, no primeiro momento, foi necessário responder à pergunta sobre quais são os possíveis impactos do projeto? Um documento utilizado como referência para essa definição foi o Rima do empreendimento (Brasil, 2004), o qual apresentou uma série de possíveis impactos sociais, econômicos e ambientais relacionados ao PISF. No Rima do projeto (*op. cit.*), uma série de possíveis impactos durante as fases de planejamento (quatro), construção (22) e operação (33) do empreendimento foi elencada e analisada ao longo do relatório. Para realização deste trabalho, os possíveis impactos listados no Rima concernentes exclusivamente às fases de planejamento e construção do PISF foram desconsiderados, pois o foco deste estudo são os possíveis impactos após sua entrada em operação regular.

Os 33 impactos elencados no Rima (Brasil, 2004) são divididos em positivos e negativos. No total, são listados onze possíveis impactos positivos e 22 negativos do PISF em sua fase de operação. Os onze possíveis impactos positivos são apresentados no quadro 3.

Todos os potenciais impactos positivos são relacionados direta ou indiretamente ao aumento da oferta hídrica propiciada pelo PISF para a região beneficiada e aos efeitos desse aumento sobre o acesso da população à água (2, 3, 4, 5 e 11 – quadro 3), no que concerne a possíveis impactos econômicos (1, 5, 6 e 7) e sobre a saúde pública (8, 9 e 10).

7. Disponível em: <<https://bit.ly/3nMS72a>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

De modo a organizar e orientar a investigação ora apresentada, a opção realizada foi a de investigar possíveis impactos do PISF relacionados com os seguintes tipos de usos consuntivos da água:

- urbano;
- indústria;
- rural – incluindo-se o animal; e
- agricultura.

### QUADRO 3

#### Potenciais impactos positivos do PISF com as bacias hidrográficas do Nordeste Setentrional durante a fase de operação

Impactos
1) Dinamização da economia regional
2) Aumento da oferta e da garantia hídrica
3) Aumento da oferta de água para abastecimento urbano
4) Abastecimento de água das populações rurais
5) Redução da exposição da população a situações emergenciais de secas
6) Dinamização da atividade agrícola e incorporação de novas áreas ao processo produtivo
7) Diminuição do êxodo rural e da emigração da região
8) Redução da exposição da população a doenças e óbitos
9) Redução da pressão sobre a infraestrutura de saúde
10) Melhoria da qualidade da água nas bacias receptoras
11) Aumento da recarga fluvial dos aquíferos

Fonte: Brasil (2004).

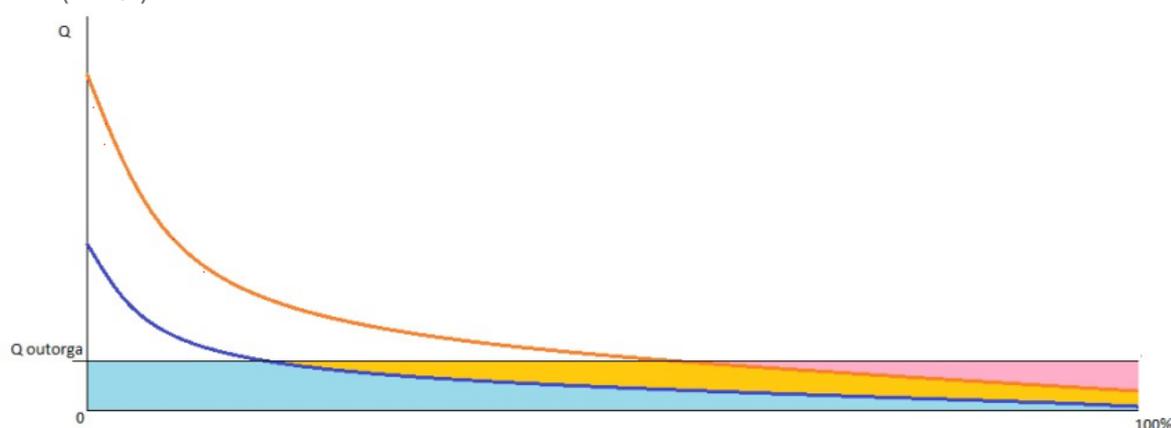
Antes de iniciar a exposição analítica relativa aos possíveis impactos, deve-se fazer um comentário sobre o atendimento das demandas hídricas nos municípios de sua AI. Apesar de a demanda agregada futura dos municípios da AI do PISF ser utilizada como referência para os possíveis usos da água da transposição, isso não significa, entretanto, que a água transposta pelo programa terá destinação específica predeterminada. Como mencionado anteriormente, tal destinação será definida nos planos de operação anual do PISF, e levarão em consideração o balanço hídrico existente na AI do projeto. Em anos com significativo *deficit* hídrico para os usos

prioritários, por exemplo, sobrar pouca, ou até mesmo nenhuma, oferta hídrica proveniente do projeto para os usos não prioritários.

### FIGURA 1

#### Curva de permanência de *deficit* hídrico

(Em %)



Elaboração dos autores.

Obs.: Figura cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

A curva de permanência de *deficit* hídrico (figura 1) auxilia a compreender melhor as diferentes situações relacionadas à destinação das águas do PISF. Nessa curva, o eixo das ordenadas (x) representa a frequência de tempo e o eixo das abscissas (y), o *deficit* hídrico. De acordo com as normas concernentes à operação do projeto, os quatro estados receptores de água poderão requerer vazão do PISF independentemente de a demanda atrelada a essa vazão solicitada ser prioritária ou não. A vazão solicitada por cada estado na curva de permanência da figura 1 é representada pela linha horizontal  $Q_{outorga}$ . A linha azul representa o *deficit* hídrico das demandas prioritárias (uso humano, urbano e rural, bem como dessedentação animal) e a linha laranja, o *deficit* hídrico relacionado às demandas não prioritárias (irrigação, indústria etc.).

Nesse sentido, o que tal curva procura demonstrar é que a vazão solicitada por determinado estado receptor ( $Q_{outorga}$ ) pode ser utilizada parte do tempo para atender às demandas prioritárias não atendidas (parte colorida em azul abaixo da linha do *deficit* hídrico das demandas prioritárias) e parte do tempo também em resposta ao *deficit* hídrico das demandas não prioritárias (parte colorida em amarelo na figura 1 – entre as linhas azul e laranja). Em parte do tempo, quando os *deficits* hídricos das demandas prioritárias e não prioritárias fossem reduzidos, ou inexistentes, o estado receptor poderia inclusive solicitar vazões menores que o  $Q_{outorga}$  (parte colorida em rosa na figura 1), ou utilizar essa vazão para estocar água, nos reservatórios estaduais vinculados ao PISF, para uso posterior.

Por meio da curva de permanência, demonstrou-se, por meio gráfico, o mencionado anteriormente: as vazões solicitadas e concedidas pelo operador do PISF, anualmente pelos estados, atenderão a diferentes proporções de usos prioritários e não prioritários, a depender das demandas de cada uso existente em cada ano, da oferta hídrica endógena de cada estado em determinado momento etc. Os possíveis impactos descritos e analisados de modo segmentado na sequência poderão ocorrer em diferentes proporções e combinações na operação futura do projeto. Em anos de seca mais severa, e consequente redução da oferta hídrica endógena da AI do PISF, boa parte – ou toda a – da água transposta poderá ser utilizada para abastecimento urbano. Em anos úmidos na região, parte da vazão transposta poderá ser empregada como insumo em atividades econômicas – indústria e agricultura, por exemplo. Apenas com a disponibilidade de séries históricas de uso efetivo da vazão transposta, será possível detectar tendências para os usos e os reais impactos do projeto para a região.

### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO: POTENCIAIS IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS DO PISF**

A partir da base de dados da ANA (2021), os valores das vazões para os múltiplos usos para os 398 municípios do PISF foram obtidos. Por meio da agregação das vazões desses municípios para os municípios da AI dos eixos Leste e Norte, o resultado – para 2010, 2015, 2020, 2025 e 2030 – é o apresentado nas tabelas 2 (Eixo Leste) e 3 (Eixo Norte). Optou-se por não apresentar as vazões de retirada, consumo e retorno de água para uso em mineração e usinas termelétricas, em função dos baixos valores destas na região – em alguns anos, igual a 0 m<sup>3</sup>/s para um – ou ambos os – dos eixos. No caso das vazões para 2035 e 2040, estas foram calculadas por meio de extrapolação da linha de tendência das vazões obtidas após plotagem dos dados calculados pela ANA.

No caso dos municípios do Eixo Leste, a vazão de retirada total em 2010 foi estimada em 16,91 m<sup>3</sup>/s, com os maiores usos representados pela irrigação (7,60 m<sup>3</sup>/s – aproximadamente 45% da vazão de retirada total), seguido pelo uso humano urbano (4,95 m<sup>3</sup>/s). A evolução da vazão (projetada) de retirada entre 2010 e 2040, de acordo com estimativas da ANA (2021) e projeções dos autores deste estudo (2035 e 2040), é igual a 4,22 m<sup>3</sup>/s, 24,9% superior à vazão de retirada total de 2010. Um uso em que essa vazão estimada/projetada cresce de modo muito significativo consiste no emprego pelas indústrias de transformação, com vazão de retirada estimada em 1,19 m<sup>3</sup>/s em 2010 e projetada igual a 2,48 m<sup>3</sup>/s em 2040, crescimento de cerca de 108%.

## TEXTO para DISCUSSÃO

A análise aqui apresentada centra seu foco na vazão de retirada por ser essa a mais relevante no momento de avaliar as perspectivas geradas para a AI do PISF, a partir da oferta hídrica adicional permitida por esse empreendimento.

**TABELA 2**

**Vazões hídricas de retirada, de consumo e de retorno para os principais usos consuntivos nos municípios componentes da AI do Eixo Leste do PISF**  
(Em m<sup>3</sup>/s)

Uso	Vazão	Ano						
		2010	2015	2020	2025	2030	2035 <sup>1</sup>	2040 <sup>1</sup>
Humano urbano	Retirada	4,95	5,43	5,74	6,08	6,33	6,68	7,02
	Consumo	0,99	1,09	1,15	1,22	1,27	1,34	1,41
	Retorno	3,96	4,34	4,59	4,87	5,06	5,34	5,61
Indústria de transformação	Retirada	1,19	1,22	1,40	1,69	2,05	2,27	2,48
	Consumo	0,68	0,70	0,81	0,97	1,18	1,31	1,43
	Retorno	0,51	0,52	0,59	0,72	0,87	0,96	1,05
Humano rural	Retirada	1,35	1,30	1,23	1,17	1,13	1,08	1,02
	Consumo	1,08	1,04	0,98	0,94	0,90	0,86	0,81
	Retorno	0,27	0,26	0,25	0,23	0,23	0,22	0,21
Animal	Retirada	1,81	1,71	1,80	1,95	2,10	2,17	2,25
	Consumo	1,31	1,22	1,28	1,39	1,49	1,54	1,58
	Retorno	0,50	0,49	0,52	0,56	0,60	0,63	0,65
Irrigação	Retirada	7,60	8,68	7,08	7,59	8,11	8,24	8,37
	Consumo	6,35	7,22	5,90	6,31	6,73	6,83	6,92
	Retorno	1,26	1,46	1,18	1,28	1,37	1,40	1,43
<b>Total</b>	<b>Retirada</b>	<b>16,91</b>	<b>18,36</b>	<b>17,26</b>	<b>18,50</b>	<b>19,73</b>	<b>20,43</b>	<b>21,13</b>
	<b>Consumo</b>	<b>10,40</b>	<b>11,27</b>	<b>10,13</b>	<b>10,84</b>	<b>11,58</b>	<b>11,86</b>	<b>12,15</b>
	<b>Retorno</b>	<b>6,51</b>	<b>7,09</b>	<b>7,13</b>	<b>7,66</b>	<b>8,15</b>	<b>8,57</b>	<b>8,98</b>

Fonte: ANA (2021).

Nota: <sup>1</sup> Projeções elaboradas pelos autores.

Em ambos os eixos, a demanda de uso com maior vazão de retirada é representada pela agricultura irrigada. A proporção da vazão retirada para irrigação sobre a vazão de retirada total variou entre 39,5% (2040) e 47,2% (2015) para o Eixo Leste e 59,5% (2020) e 64,7% (2010) para o Eixo Norte. No caso da vazão consumida, igualmente, a demanda da irrigação foi responsável pela maior proporção de vazão consumida sobre a vazão consumida total (todos os usos) na

região. No geral, as vazões calculadas são crescentes ao longo do período analisado, com algumas exceções. No caso das vazões da irrigação, ocorre queda nos dois eixos, entre 2015 e 2020, no caso do Eixo Leste, e entre 2010 e 2020, no caso do Eixo Norte. Pimentel (2021) apresenta evidências que explicam o motivo da redução das vazões relacionadas à agricultura irrigada na região no período. Em função da seca severa que acometeu a região, a área irrigada diminuiu no período, bem como, conseqüentemente, a vazão hídrica de retirada concernente à atividade.

No caso das vazões para uso humano no meio rural, em todo o período analisado, nas AIs dos dois eixos, observa-se sensível diminuição, certamente em função da contínua diminuição da densidade populacional no meio rural.

No caso do Eixo Norte, as vazões de retirada estimadas (tabela 3) para os diferentes usos são, em todos os anos considerados, superiores às vazões de retirada verificadas para a AI do Eixo Leste.

Especificamente para a subseção 3.1, *Possível impacto do PISF quanto ao atendimento do deficit hídrico de usos prioritários, atual e projetado, das bacias receptoras*, foram utilizadas estimativas sobre perdas de vazão transposta no percurso dos canais do PISF até o ponto de entrega da água nas bacias receptoras<sup>8</sup> e de *deficit* de atendimento da demanda hídrica de usos prioritários (uso humano e dessedentação animal) obtidas em BNDES (2020). Essas estimativas de perdas e *deficit* foram utilizadas por dois motivos.

Primeiro, as estimativas de *deficit* de atendimento de demanda de usos prioritários em BNDES (2020) são utilizadas como referência pelo MDR, órgão gestor da implementação do PISF. Segundo, tais estimativas constituem a única fonte bibliográfica recente que contém avaliações dessa natureza, importante para possibilitar análise sobre possível impacto do projeto quanto ao atendimento daquilo que constitui seu principal objetivo: ofertar água para sua AI, com o objetivo de atender às demandas dos usos consuntivos prioritários.

---

8. Segundo metodologia empregada na projeção das perdas apresentadas em BNDES (2020, p. 144), "para as simulações de operação do Sistema PISF, admitiu-se que os trechos de rio receptores do PISF serão perenizados pelas vazões advindas desse sistema e, portanto, o coeficiente de perda em trânsito ao longo desses trechos de rio, a ser adotado nas simulações de operação do Sistema PISF, é de 0,6% km<sup>-1</sup>".

**TABELA 3**

**Vazões hídricas de retirada, consumo e retorno para os principais usos consuntivos nos municípios componentes da AI do Eixo Norte do PISF**

(Em m<sup>3</sup>/s)

Uso	Vazão	Ano						
		2010	2015	2020	2025	2030	2035 <sup>1</sup>	2040 <sup>1</sup>
Humano urbano	Retirada	14,09	15,16	15,91	16,80	17,25	18,04	18,83
	Consumo	2,82	3,03	3,18	3,36	3,45	3,61	3,77
	Retorno	11,28	12,13	12,73	13,44	13,80	14,43	15,06
Indústria de transformação	Retirada	3,17	3,37	3,80	4,83	6,20	6,96	7,72
	Consumo	0,77	0,87	0,97	1,24	1,59	1,80	2,00
	Retorno	2,40	2,50	2,82	3,59	4,61	5,16	5,72
Humano rural	Retirada	1,82	1,76	1,69	1,64	1,58	1,52	1,46
	Consumo	1,45	1,41	1,35	1,31	1,26	1,21	1,17
	Retorno	0,36	0,35	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30
Animal	Retirada	2,41	2,48	2,79	3,28	3,76	4,10	4,44
	Consumo	1,72	1,78	2,00	2,35	2,70	2,95	3,19
	Retorno	0,69	0,70	0,79	0,92	1,06	1,15	1,25
Irrigação	Retirada	39,61	37,53	36,63	42,09	47,94	50,02	52,11
	Consumo	31,71	31,06	30,55	35,32	40,41	42,59	44,76
	Retorno	7,90	6,47	6,08	6,77	7,53	7,44	7,35
<b>Total</b>	<b>Retirada</b>	<b>61,19</b>	<b>61,16</b>	<b>61,52</b>	<b>69,35</b>	<b>77,47</b>	<b>80,64</b>	<b>84,55</b>
	<b>Consumo</b>	<b>38,54</b>	<b>38,80</b>	<b>38,58</b>	<b>44,11</b>	<b>49,96</b>	<b>52,15</b>	<b>54,88</b>
	<b>Retorno</b>	<b>22,65</b>	<b>22,36</b>	<b>22,94</b>	<b>25,24</b>	<b>27,51</b>	<b>28,49</b>	<b>29,67</b>

Fonte: ANA (2021).

Nota: <sup>1</sup> Projeções elaboradas pelos autores.

### 3.1 Possível impacto do PISF quanto ao atendimento do *deficit* hídrico de usos prioritários, atual e projetado, das bacias receptoras

O primeiro impacto esperado do PISF relaciona-se a um dos objetivos do projeto, talvez o principal, qual seja oferecer água para os usos considerados prioritários, uso humano e dessedentação animal. Estimativas desse tipo foram apresentadas em BNDES (2020) para cada bacia receptora do PISF. As estimativas foram calculadas no referido estudo para 2020, 2041 e 2055.

Na tabela 4, são reproduzidas as estimativas das vazões de demanda para atendimento aos usos prioritários e os *deficit* referentes a essas vazões das bacias receptoras do projeto para 2020 e 2041 – optou-se por não incluir 2055 para manter o mesmo horizonte limite temporal utilizado no restante deste trabalho (2040).

Deve-se ressaltar que as estimativas de demanda prioritárias (humano urbano, humano rural e dessedentação animal) apresentadas em BNDES (2020) (tabela 4) não consideram todos os 398 municípios da AI do PISF. Porcentagem significativa dos 398 municípios dessa AI não foram considerados nessas estimativas – isso é explicado em BNDES (2019, p. 123-129), relatório complementar a BNDES (2020). Conforme apontado por esse banco, os municípios da AI do PISF não considerados na modelagem de atendimento das demandas de usos prioritários pelo projeto são “aqueles cujas demandas urbanas são atualmente abastecidas por mananciais localizados a montante dos portais de entrega do PISF, e, portanto, que não teriam benefício direto com a entrada em operação desse sistema” (BNDES, 2019, p. 123), isso também ocorre com relação às demandas prioritárias rurais (uso humano e dessedentação animal).

#### TABELA 4

**Estimativas das vazões de demanda para atendimento aos usos prioritários e os *deficit* referentes a essas vazões nas bacias receptoras do PISF, de acordo com modelagem de BNDES (2020) (2020 e 2041)**

Bacia (rio)/eixo	Ano			
	2020		2041	
	Demanda (m <sup>3</sup> /s)	Deficit (%)	Demanda (m <sup>3</sup> /s)	Deficit (%)
Pajeú/Leste	0,047	12	0,077	21
Moxotó/Leste	0,26	56	0,32	57
Ipojuca/Leste	–	–	3,94	49
Paraíba/Leste	1,99	52	2,30	54
Jaguaribe/Norte	9,57	27	10,56	32
Piancó-Piranhas-Açú/Norte	1,62	16	2,23	14
Eixo Leste – total	2,29	51	6,63	50
Eixo Norte – total	11,19	25	12,79	28
PISF – total	13,48	29	19,42	36

Fonte: BNDES (2020).

**TEXTO para DISCUSSÃO**

Os mapas apresentados no anexo A, ao final deste trabalho, apresentam a distribuição espacial dos municípios que tiveram suas demandas urbanas (anexo A, mapa A.1), de dessedentação animal (apêndice A, mapa A.2) e rurais (apêndice A, mapa A.3), total ou parcialmente consideradas na modelagem realizada no estudo de BNDES (2020); tais mapas constam do documento BNDES (2019). Os municípios com áreas hachuradas nesses três mapas são aqueles que tiveram as demandas de usos prioritários (urbana, dessedentação animal e rural) consideradas na modelagem. É nítido em tais mapas que muitos municípios da AI do PISF – a maioria dos municípios coloridos nos três mapas faz parte dessa AI, de acordo com definição do MDR (Brasil, 2021), e não teve suas demandas consideradas nas projeções de BNDES (2020).

Os mencionados *deficit* de demanda consistem na parcela – em porcentagem – da demanda que não é atendida com a disponibilidade local das bacias receptoras e dependem, portanto, de fontes hídricas externas, como o PISF, por exemplo, para suprir tais demandas. Detalhes adicionais sobre como tais demandas para atendimento aos usos prioritários e aos respectivos *deficit* podem ser obtidas em BNDES (2019; 2020). Comentário relevante, antes de analisar os dados da tabela 4, refere-se à diferença entre a estimativa de demanda de uso prioritário apresentada em BNDES (2020) e entre as estimativas da ANA (2021) apresentadas nas tabelas 2 e 3.

O recorte territorial utilizado para calcular as duas estimativas é diferente – número restrito de municípios da AI do PISF (BNDES, 2020) *versus* 398 municípios da AI do PISF (ANA, 2021); ou seja, a dimensão territorial-base das duas estimativas tem diferença significativa. A vazão/demanda hídrica de retirada para usos prioritários (humano urbano, humano rural e dessedentação animal), de acordo com os dados de ANA (2021), é igual a 29,16 m<sup>3</sup>/s (tabelas 2 e 3) para todos os 398 municípios em 2020, enquanto a estimativa de acordo com metodologia de BNDES (2020) para esse mesmo ano é igual a 13,48 m<sup>3</sup>/s (tabela 4), para um subconjunto parcial dos municípios da AI.

Em função dessa discrepância, deve-se avaliar com cautela tais dados e, do mesmo modo, ter precaução em possíveis conclusões que utilizem essas estimativas como evidência. Neste estudo, optou-se em conferir certo destaque às estimativas de BNDES (2020) por serem recentes, terem sido calculadas especificamente para a AI do PISF, serem consideradas pelo MDR no contexto atual de planejamento referente ao PISF e, principalmente, devido à ausência de outra base de dados atualizada sobre a disponibilidade hídrica local na AI do PISF – o estudo de BNDES (2020) não apresenta dados explícitos relativos à disponibilidade hídrica local nos municípios da AI; revela, contudo, tais dados de modo implícito, em função dos *deficit* de demanda (tabela 4) apresentados requererem alguma estimativa de disponibilidade hídrica para serem calculados.

De acordo com os dados da tabela 4, o *deficit* da demanda de usos prioritários (humano e animal) em parte dos municípios da AI do PISF – novamente, deve-se ressaltar que a modelagem

de BNDES (2020) considerou apenas parte dos municípios da AI – foram estimados em 4,02 m<sup>3</sup>/s e 7,06 m<sup>3</sup>/s para as bacias receptoras do PISF em 2020 e 2041, respectivamente. Na primeira análise, apenas com a vazão firme de 26,4 m<sup>3</sup>/s, o projeto seria capaz de suprir esse *deficit*, mas, conforme exposto nos parágrafos anteriores, essa modelagem não considerou o *deficit* de atendimento de usos prioritários de toda a AI do PISF.

Adicionalmente, nem toda essa água transposta, em qualquer cenário de vazão, chegará aos reservatórios e aos usuários finais da AI do PISF. Parte desta – em alguns casos, parte significativa – será perdida por meio da evaporação e da infiltração no percurso entre os pontos de captação dos eixos Leste e Norte no rio São Francisco e os diversos pontos finais de entrega; outra parcela será perdida por evaporação nos reservatórios.

Estimativas apontam que a perda por evaporação no percurso, entre o ponto de captação e alguns pontos de distribuição, pode chegar a 73 (%) de todo o volume de água transposto; caso da estimativa de perda no percurso do rio Jaguaribe no horizonte de 2041 (BNDES, 2020). Estimativas sobre potenciais perdas no percurso entre os pontos de captação e as bacias receptoras foram apresentadas em BNDES (2020) (tabela 5).

Conforme esperado, as estimativas apontam estreita relação entre a distância a ser percorrida pela água entre o ponto de captação e o de distribuição e o percentual de perda no percurso. Apenas com o tempo, com a operação regular do PISF, pelo menos com a vazão firme de 26,4 m<sup>3</sup>/s, poderá ser avaliada a acuidade de tais estimativas. Caso as perdas no percurso atinjam os patamares apresentados em BNDES (2020) para determinadas bacias, como a do rio Jaguaribe, estratégias terão de ser desenvolvidas para reduzir-se o percentual de perda, com o intuito de aumentar a oferta hídrica disponibilizada pelo PISF para sua AI.

**TABELA 5**

**Estimativas de perdas no percurso da água captada no rio São Francisco entre o ponto de captação e o destino final e por evaporação nos reservatórios por bacia hidrográfica do PISF, de acordo com modelagem de BNDES (2020) (2020 e 2041)**  
(Em %)

Bacia (rio)/eixo	Perdas no percurso da água transposta		Perdas por evaporação nos reservatórios	
	Ano		Ano	
	2020	2041	2020	2041
Pajeú/Leste	54	50	30	20
Moxotó/Leste	10	10	61	57
Ipojuca/Leste	–	5	–	2
Paraíba/Leste	64	64	7	6
Jaguaribe/Norte	72	73	6	5
Piancó-Piranhas-Açú/Norte	62	67	24	22

Fonte: BNDES (2020).

A partir dessas estimativas de perdas hídricas no percurso da água nos canais do PISF e nos mananciais receptores até os pontos de distribuição nas bacias receptoras (tabela 5), é possível calcular a vazão que precisaria ser retirada do São Francisco, de modo a fornecer nos pontos de distribuição nas bacias vazões idênticas aos *deficit* hídricos relativos aos usos prioritários locais (tabela 4). Os resultados, para os municípios da AI do PISF considerados em BNDES (2020), por eixo e total do projeto, são apresentados na tabela 6.

A vazão firme prevista para a operação regular do PISF (26,4 m<sup>3</sup>/s) aparentemente será capaz de suprir o *deficit* dos usos prioritários para parte dos municípios da AI do PISF,<sup>9</sup> inclusive se considerando as perdas estimadas no percurso – não se admitindo as perdas por evaporação nos reservatórios – calculado para 2020, e será capaz de atender a esse mesmo *deficit* projetado para 2041. A vazão firme prevista por eixo, 10 m<sup>3</sup>/s e 16,4 m<sup>3</sup>/s para os eixos Leste e Norte, respectivamente, é suficiente para os *deficit* calculados para os dois eixos em 2020, mas apenas para o Eixo Leste em 2041. No caso da vazão firme prevista para o Eixo Leste, será possível atender com alguma folga, até mesmo no cenário de 2041, ao *deficit* estimado. No caso do Eixo Norte, no horizonte de 2041, a vazão destinada para atender ao *deficit* de uso prioritário (17,59 m<sup>3</sup>/s) será pouco superior à vazão firme prevista para esse eixo.

9. Novamente, ressalte-se que a modelagem de atendimento dos *deficit* de usos prioritários pelo PISF, realizada em BNDES (2020), não considerou a totalidade dos 398 municípios da AI do projeto.

**TABELA 6**

Estimativas de vazões retiradas do rio São Francisco para atender aos *deficit* de demanda de usos prioritários ( $\text{m}^3/\text{s}$  – uso humano e dessedentação animal) por bacia hidrográfica receptora, eixo e total do PISF, considerando-se perdas no percurso entre o ponto de captação e o destino final e as perdas por evaporação nos reservatórios, de acordo com modelagem de BNDES (2020) (2020 e 2041)

(Em  $\text{m}^3/\text{s}$ )

Bacia (rio)/eixo	Usos prioritários – <i>deficit</i>	
	Ano	
	2020	2041
Pajeú/Leste	0,035	0,101
Moxotó/Leste	0,502	0,629
Ipojuca/Leste	–	0,000
Paraíba/Leste	3,568	4,283
Jaguaribe/Norte	11,745	15,360
Piancó-Piranhas-Açú/Norte	1,851	2,230
Eixo Leste	4,106	5,013
Eixo Norte	13,596	17,590
<b>PISF – total</b>	<b>17,702</b>	<b>22,603</b>

Fonte: BNDES (2020).

Elaboração dos autores.

Que seja ressaltada a possibilidade de a vazão base firme igual a  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  para o Eixo Leste e  $16,4 \text{ m}^3/\text{s}$  para o Eixo Norte ser modificada pelo PGA do PISF, bem como de a vazão firme total do projeto ( $26,4 \text{ m}^3/\text{s}$ ) ser distribuída em proporções diferentes entre os dois eixos. Nesse caso, por exemplo, estipulando-se que a vazão firme para o Eixo Norte em dado ano fosse estabelecida em patamar superior aos  $16,4 \text{ m}^3/\text{s}$ , as inferências realizadas nesta subseção, e nas demais seções deste estudo, seriam inválidas.

Não obstante essa observação, pode ocorrer de, em determinados anos, a vazão firme destinada para um eixo ser superior à sua vazão firme de referência. Em tal situação, é possível que os potenciais impactos socioeconômicos na AI de tal eixo, no ano em questão, sejam ampliados. A AI do outro eixo, entretanto, seria prejudicada com a redução da sua vazão firme no mesmo ano.

Em outras palavras, a vazão firme do projeto sendo constante e não dependente do PGA,<sup>10</sup> bem como o aumento da vazão firme de um eixo em dado ano, resultaria, certamente, na ampliação dos impactos do PISF para a AI de tal eixo, mas, adversamente, reduziria os impactos do projeto para a AI do eixo prejudicado com a redução da sua vazão firme.

No caso de retirada de vazão média anual superior à vazão firme de 26,4 m<sup>3</sup>/s – por exemplo, igual à utilizada como referência nesse trabalho, 48,3 m<sup>3</sup>/s –, não apenas será possível suprir o *deficit* futuro estimado para os usos prioritários, como também se possibilitará ter uma vazão considerável adicional para atender a outros usos consuntivos da água, inclusive os não prioritários, de acordo com a lógica de destinação das águas do PISF a partir da análise da curva de permanência de *deficit* hídrico apresentada na figura 1.

### 3.2 Possíveis impactos do PISF sobre o meio urbano

De acordo com o MDR (Brasil, 2021), 398 municípios serão beneficiados pelo PISF (apêndice A). Espera-se que o projeto contribua, direta ou indiretamente, com maior nível de segurança de abastecimento hídrico para as sedes municipais desses 398 municípios, cuja população urbana, em 2010 (IBGE, 2010), era igual a 8.765.548 pessoas, ou 76,22% da população total, à época, 11.500.072.

Em 2010, a vazão de retirada estimada para abastecer a população urbana dos municípios da AI do PISF era igual a 19,04 m<sup>3</sup>/s – 4,95 m<sup>3</sup>/s no Eixo Leste (tabela 2) + 14,09 m<sup>3</sup>/s no Eixo Norte (tabela 3). Entretanto, a população urbana tem crescido desde então, e, adicionalmente, o consumo *per capita* por habitante pode aumentar, devido a modificações no nível de renda e nos padrões de consumo – mais sobre isso a seguir.

Com relação à população projetada para a região, em 2025, 2030, 2035 e 2040, foi utilizada a população do 2020 dos dois eixos<sup>11</sup> acrescida de percentual deste referente ao crescimento populacional previsto para ocorrer até 2025, 2030, 2035 e 2040. O percentual de crescimento populacional para calcular a projeção da população da área beneficiada pelo PISF em cada estado foi aquele utilizado pelo IBGE na base de dados Projeção da População.<sup>12</sup>

10. Tal vazão é igual a 26,4 m<sup>3</sup>/s, de acordo com critérios de outorga da ANA (2005a), e apenas pode ser modificada em função de condições relacionadas à barragem de Sobradinho.

11. Disponível em: <<https://bit.ly/3Keze2x>>. Acesso em: 27 jul. 2021.

12. Disponível em: <<https://bit.ly/3nMS72a>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

No que concerne à população por eixo do PISF, 68,05% da população total projetada para a região (Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco) foi atribuída para o Eixo Norte e 31,95% da população total projetada foi atribuída para o Eixo Leste, conforme proporção média dos dois eixos verificada entre 2010 e 2020 (tabela 7 e gráfico 1). Conforme dados da tabela 5, a população total da região beneficiada pelo PISF, de acordo com projeções realizadas, será de aproximadamente 13,35 milhões de pessoas.

### TABELA 7

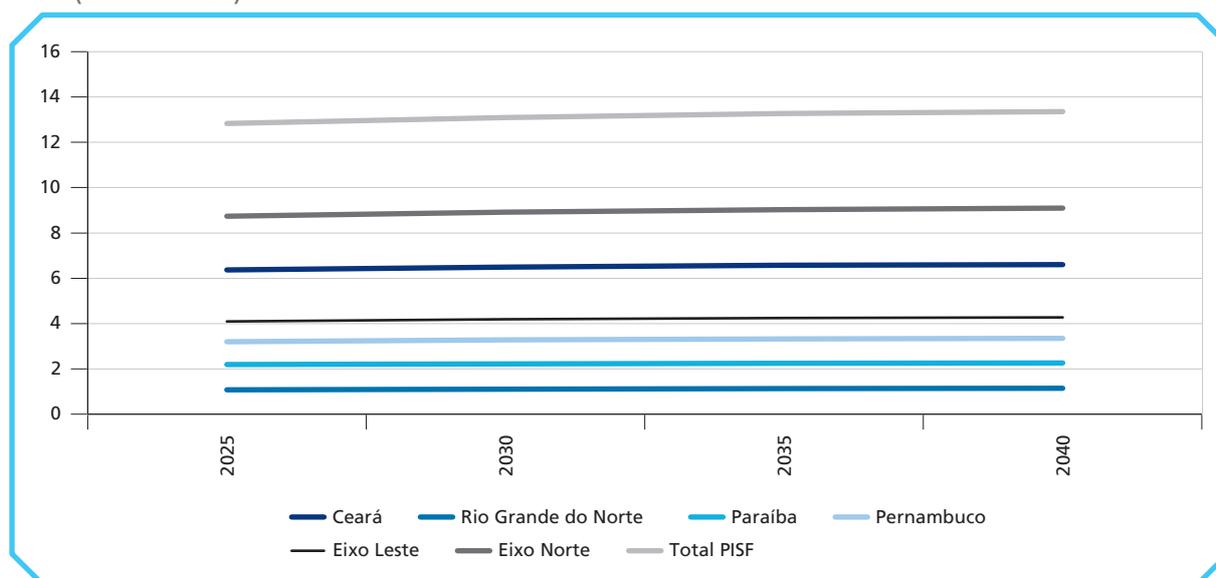
#### População total projetada para a região beneficiada pelo PISF – Unidades da Federação (UFs) e eixo

UF	2025	2030	2035	2040
Ceará	6.368.192	6.494.919	6.575.456	6.608.333
Rio Grande do Norte	1.072.086	1.102.426	1.125.136	1.139.763
Paraíba	2.186.493	2.224.757	2.248.117	2.256.210
Pernambuco	3.203.002	3.274.429	3.325.183	3.352.449
<b>Total</b>	<b>12.829.774</b>	<b>13.096.531</b>	<b>13.273.892</b>	<b>13.356.756</b>
Eixo Norte	8.730.661	8.912.189	9.032.883	9.089.272
Eixo Leste	4.099.113	4.184.342	4.241.008	4.267.483

Fontes: Estimativas de População – 2020 do IBGE (disponível em: <<https://bit.ly/3nMS72a>>; acesso em: 10 ago. 2021); e Cadastro Central de Empresas – 2020 do IBGE (disponível em: <<https://bit.ly/3Keze2x>>; acesso em: 27 jul. 2021).  
Elaboração dos autores.

**GRÁFICO 1****População projetada para a AI do PISF – UF e eixo (2025-2040)**

(Em 1 milhão)



Fonte: Estimativas de População – 2020 do IBGE. Disponível em: <<https://bit.ly/3nMS72a>>. Acesso em: 10 ago. 2021. Elaboração dos autores.

Como a população estimada pelo IBGE para os 398 municípios componentes da região em 2020 foi igual a 12.486.929, o crescimento projetado entre 2020 e 2040 é igual a 6,9%. Não obstante tal taxa de crescimento ser inferior àquela verificada ao longo das últimas décadas – entre 2010 e 2020, por exemplo, a taxa de crescimento da população estimada pelo IBGE<sup>13</sup> foi igual a 8,5% –, ainda assim constituiu um crescimento que deve ser levado em consideração nos cenários que envolvem uso de recursos hídricos e obras de infraestrutura hídrica – como o PISF, açudes etc. – elaborados para a região.

O crescimento projetado para a vazão de retirada para uso urbano entre 2020 e 2040 é igual a 19,3% (de 21,65 m<sup>3</sup>/s, em 2020, para 25,85 m<sup>3</sup>/s, em 2040 – tabelas 2 e 3), significativamente superior à projeção de crescimento populacional. Parte dessa diferença é explicada pelo contínuo processo de êxodo rural e, conseqüentemente, maior crescimento da população urbana quando comparada à rural. Parte, todavia, possivelmente é explicada pelas mudanças no padrão de consumo da população urbana.

Sobre isso, com o crescimento da renda das famílias, para o qual há grande potencial nos municípios da AI do PISF, considerando-se a renda *per capita* significativamente mais baixa que

13. Disponível em: <<https://bit.ly/3T0bcM2>>. Acesso em: 27 jul. 2021.

à média brasileira, gera-se a perspectiva de crescimento atrelado da demanda hídrica destas, em função da modificação do padrão de consumo familiar.

O crescimento da vazão de retirada dos municípios da AI do PISF entre 2020 e 2040, igual a  $4,20 \text{ m}^3/\text{s}$  ( $25,85 \text{ m}^3/\text{s} - 2040 - 21,65 \text{ m}^3/\text{s} - 2020$  – tabelas 2 e 3), em face da oferta hídrica regular prevista pelo projeto ( $26,4 \text{ m}^3/\text{s}$ ), não representa, aparentemente, parcela significativa dessa oferta, e, portanto, supõe-se que o PISF será capaz de suprir água para atender a esse crescimento da demanda na região. Se for considerado, adicionalmente, que a prioridade da água do PISF, de acordo com a outorga concedida pela ANA para o projeto (ANA, 2005a), é para o abastecimento humano, então esta confiança na capacidade do PISF de contribuir para maior segurança hídrica futura com relação ao abastecimento urbano em sua AI é ainda maior. Isso sem mencionar a questão da possibilidade de adução de vazões superiores a  $26,4 \text{ m}^3/\text{s}$  do rio São Francisco, em função de determinadas condicionantes.

Ao analisar-se a perspectiva futura com relação ao abastecimento de água urbano na região de modo desagregado por eixo, a situação é igualmente auspiciosa no sentido do potencial benefício do PISF para a região. A vazão firme disponível para os eixos Leste e Norte é igual a, respectivamente,  $10 \text{ m}^3/\text{s}$  e  $16,4 \text{ m}^3/\text{s}$ . Nesse sentido, as vazões adicionais de retirada, entre 2020 e 2040 (diferença), para uso humano nos eixos Leste e Norte, iguais a, respectivamente,  $1,28 \text{ m}^3/\text{s}$  (tabela 3) e  $2,92 \text{ m}^3/\text{s}$ , representam apenas 12,8% e 17,8% das vazões firmes disponíveis previstas para os dois eixos. Em outras palavras, a perspectiva de aumento da segurança hídrica para abastecimento urbano para a região em função do projeto é evidente.

Há de observar-se, entretanto, que, para a confirmação desse benefício, a água transposta deve chegar, direta ou indiretamente, as sedes dos 398 municípios componentes, segundo o MDR, da AI do PISF. Essa informação não é tão simples de ser obtida. No próprio sítio eletrônico do MDR,<sup>14</sup> órgão gestor do projeto, não existem informações detalhadas sobre a conexão das 398 sedes municipais direta (conexão com os canais dos dois eixos do PISF) ou indiretamente (conexão com reservatórios atendidos pelo projeto ou por outros modos) com o PISF.

Uma maior transparência sobre o andamento das obras da transposição, e sobre os ramais e as demais infraestruturas hídricas associadas ao projeto, é recomendável por parte do MDR. Tal transparência favorece não apenas inúmeros órgãos e agentes públicos relacionados com o planejamento do próprio PISF e de políticas públicas relacionadas com o território da sua AI,

14. Disponível em: <<https://bit.ly/3dBYhAo>>. Acesso em: 8 fev. 2022.

mas também iniciativas privadas associadas às perspectivas de fornecimento hídrico propiciadas pelo projeto.

### 3.3 Abastecimento urbano: qualidade da água e saúde pública

Uma perspectiva adicional gerada pelo PISF – em outras palavras, um possível impacto positivo relacionado ao projeto – é representada pelo abastecimento urbano com água de melhor qualidade, o que resulta em potenciais impactos sobre a melhoria da saúde da população e, possivelmente, menores custos concernentes ao tratamento de água. Um indicativo da menor qualidade da água captada nos municípios da AI do PISF refere-se à proporção do volume de água salobra, salgada ou salina captada com relação ao volume de água doce captada nesses municípios (tabela 8).

A Pesquisa Nacional de Saneamento Básico (IBGE, 2018) identificou que, dos 5.570 municípios avaliados, 5.517 possuíam serviço de abastecimento de água urbana, dos quais 5.159 captavam recursos hídricos para distribuir para a população. Desses 5.159 municípios brasileiros, o serviço de abastecimento de água de 433 captavam água salobra, salgada ou salina. Desses 433, 65 eram municípios da AI do PISF.

#### TABELA 8

**Volume de água doce e salobra captado por dia para distribuição por rede geral e proporção entre estes na AI do PISF – UFs selecionadas (2017)**

Território/UF	Volume de água captado por dia (m <sup>3</sup> )		Proporção entre água salobra/doce captada (%)
	Água doce	Água salobra	
Eixo Leste do PISF	447.806	1.538	0,34
Eixo Norte do PISF	1.335.399	367.860	27,54
PISF – total	1.783.205	369.398	20,71
São Paulo	12.740.853	850	0,006
Distrito Federal	605.405	0	0
Rio Grande do Sul	3.282.336	1.305	0,03
Brasil	50.962.866	1.472.210	2,88

Fonte: IBGE (2018).

A proporção entre o volume captado de água salobra e água doce (tabela 8) é significativa entre os municípios do Eixo Norte do PISF. Enquanto a média para essa proporção no Brasil é igual a 2,88%, essa proporção é igual a 27,54 para os municípios da AI do Eixo Norte da transposição.

A relevância do PISF com relação à possibilidade de substituir parte do consumo de água salobra, salgada ou salina, particularmente na AI do Eixo Norte, pode ser inferida a partir de alguns cálculos simples concernentes à vazão anual passível de ser fornecida para a região por meio do projeto. Considerando-se a vazão firme prevista pelo projeto, de 26,4 m<sup>3</sup>/s, o volume hídrico anual fornecido para a região pelo PISF será igual a 832.550.400 m<sup>3</sup>. A título de comparação, o volume anual captado para distribuição pela rede geral de distribuição dos municípios da AI do PISF em 2017 foi igual a 785.700.095 m<sup>3</sup> (tabela 8: 1.783.205 m<sup>3</sup>/dia, água doce, + 369.398 m<sup>3</sup>/dia, água salobra, x 365 dias). Caso se considere uma vazão anual média do PISF igual a 48,3 m<sup>3</sup>/s (seção 2), o volume de água retirado do rio São Francisco e transportado para a AI do projeto será igual a 1.523.188.800 m<sup>3</sup>, aproximadamente duas vezes o volume anual captado em 2017 pelas companhias de abastecimento que atendem aos 398 municípios da AI do PISF (IBGE, 2018).

Esse valor é muito superior ao volume anual de água salobra, salina ou salgada captada para distribuição nos municípios da AI do PISF em 2017, igual a 134.830.270 m<sup>3</sup>. Ou seja, a depender das escolhas e das prioridades de uso da água do projeto atribuídas ano a ano pelo PGA, o volume de água com menor aptidão para o consumo humano pode ser significativamente reduzido.

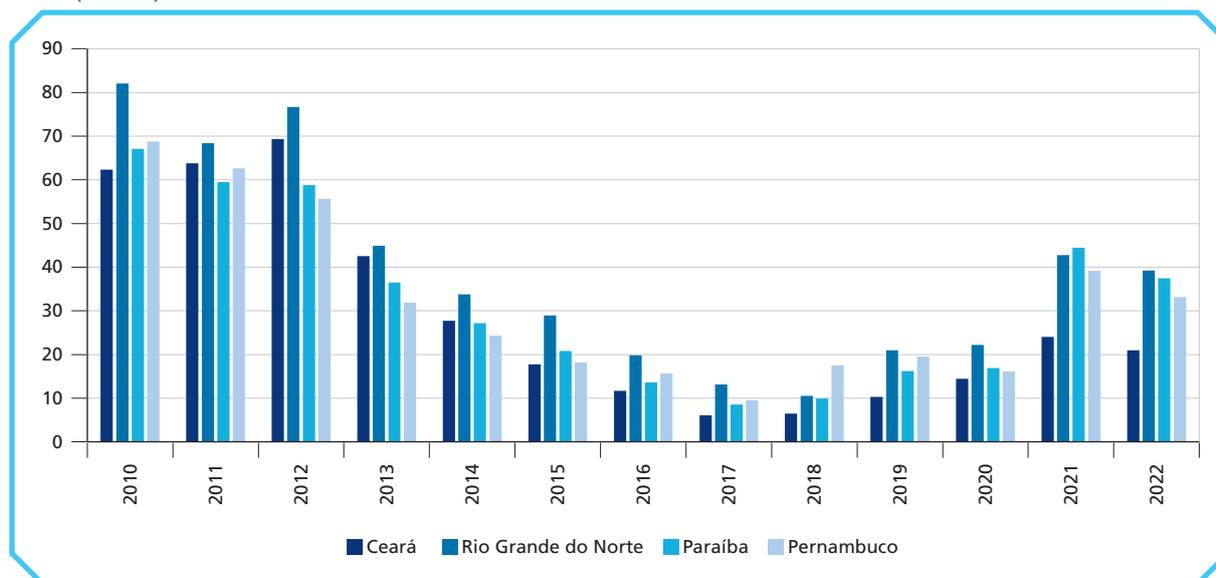
### 3.4 Abastecimento urbano: períodos de estiagens

A partir de 2010, novo período de estiagem teve início no semiárido nordestino, período este que se caracterizou por sua severidade e longa duração (Viana, 2014; Gondim *et al.*, 2017). Tal longo período de estiagem provocou uma série de impactos negativos para todo o semiárido, incluindo-se a AI do PISF. Problemas no abastecimento urbano, redução severa no volume armazenado em muitos reservatórios na região, falta de água para irrigação e diminuição da safra da agricultura de sequeiro são algumas das consequências negativas.

Uma evidência de impacto da estiagem nesse período é representada pela redução do volume armazenado nos reservatórios de água da região, estruturas construídas para permitir o armazenamento de água nos períodos de cheia e liberar parte do volume armazenado nos períodos de estiagem. A variação do volume armazenado (percentual da capacidade máxima dos reservatórios) ocorrida no período 2010-2022 (data de referência: 10 de fevereiro) nos reservatórios dos quatro estados receptores da água do PISF pode ser observada no gráfico 2.

**GRÁFICO 2****Volume armazenado nos reservatórios de Pernambuco, da Paraíba, do Rio Grande do Norte e do Ceará (2010-2022)**

(Em %)



Fonte: ANA. Disponível em: <<https://bit.ly/3R0PyGI>>. Acesso em: 11 fev. 2022.

Obs.: Referência = out. 2022.

De 2010 até 2017, o volume de água armazenada nos reservatórios dos quatro estados sofreu uma queda quase constante – há poucas exceções, como o aumento do volume armazenado no Rio Grande do Norte, entre 2011 e 2012. Na série registrada, com referência em 10 de fevereiro de cada ano, o menor nível observado ocorreu em 2017 para os estados de Pernambuco (8,75%), da Paraíba (8,53%) e do Ceará (6,06%). No Rio Grande do Norte, o menor volume armazenado – nas datas de referência observadas para a série histórica apresentada no gráfico 2 – ocorreu em 2018 (10,57%).

Até mesmo com a recuperação nos volumes armazenados entre 2018 e 2021, o nível dos reservatórios nesses estados ainda encontra-se muito baixo, particularmente no caso cearense. Para agravar a situação, de 2021 para 2022, observa-se nova redução no volume armazenado nos quatro estados. As perspectivas futuras para o volume armazenado nesses reservatórios não são favoráveis, de acordo com alguns dos principais modelos de mudanças globais do clima.

Segundo as projeções *representative concentration pathway* (RCP)4.5 e RCP8.5, as temperaturas devem subir, no longo prazo (2079-2099), entre 2,1 °C (RCP4.5) e 4 °C (RCP8.5). As taxas de evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) podem chegar a ser 8,15% maior até o final do século XXI. As projeções também apontam, de modo menos conclusivo, a perspectiva de redução do regime

pluviométrico (Guimarães *et al.*, 2016; Marengo, Torres e Alves, 2016). Outros estudos identificaram, por meio de modelos de mudanças climáticas (CMIP5), a tendência de maior frequência de eventos climáticos extremos, secas e cheias, na região ao longo da segunda metade do século XXI (Marengo, Torres e Alves, 2016).

Cysne (2007) analisou dados de vazão e curvas de cota de volume do açude Caxitoré no Ceará, com o objetivo de modelar o comportamento da vazão regularizada desse açude em diferentes cenários, especialmente no caso de cenário de mudanças climáticas com as taxas de evaporação crescendo mais que as de precipitação. Como conclusão, o autor apontou a tendência de diminuição da reserva hídrica e da eficiência de reservatórios no semiárido alimentados por rios com maior coeficiente de variação dos deflúvios.

No caso da AI do PISF, região que possui grande número de reservatórios em operação (tabela 9) e destes depende para abastecimento urbano e outros usos consuntivos, as instituições gestoras de recursos hídricos estaduais devem preparar-se para tais cenários.

### TABELA 9

#### Número total dos reservatórios hídricos nos municípios da AI dos eixos Leste e Norte do PISF (2017)

Eixo	Número de reservatórios
Leste	910
Norte	2.362
<b>Total</b>	<b>3.272</b>

Fonte: IBGE (2018).

Os principais reservatórios dos eixos Leste e Norte possuem capacidade máxima de armazenamento somada igual a, respectivamente, 5.447.000 m<sup>3</sup> e 686.300.000 m<sup>3</sup>. Desse modo, os volumes de água transposta pelo PISF para sua AI, até mesmo se considerando as perdas por evaporação no caminho, serão capazes de suprir volumes hídricos significativos, em caso de necessidade. Adicionalmente, existe o impacto previsto do ganho sinérgico de eficiência na operação dos reservatórios possibilitada pelas águas do projeto; isso será abordado mais à frente neste trabalho.

## 3.5 Indústria

Após o uso humano no meio urbano e a agricultura irrigada, a água utilizada pelas indústrias de transformação ocupa o terceiro lugar entre os usos consuntivos na AI do PISF – tanto no Eixo Leste (tabela 2) quanto no Norte (tabela 3). A quantidade e a qualidade da água utilizada por

## TEXTO para DISCUSSÃO

uma indústria de transformação dependem do ramo de atividade desta. A água utilizada pode ter diferentes finalidades no processo produtivo industrial, sendo utilizada como matéria-prima, como fluido de aquecimento ou resfriamento, transporte e assimilação de contaminantes.

Na tabela 10, o número de indústrias de transformação (categorias selecionadas<sup>1</sup> do Cadastro Nacional de Atividades Econômicas – CNAE 2.0) dos municípios da AI do PISF, por estado, é apresentado. No total, existem 17.243 empresas ligadas à indústria de transformação na AI do projeto,<sup>15</sup> distribuídas por estado do seguinte modo: 9.271, no Ceará; 1.343, no Rio Grande do Norte; 2.077, na Paraíba e 4.552, em Pernambuco.

**TABELA 10**

**Número de indústrias de transformação (categorias selecionadas<sup>1</sup> do CNAE 2.0) dos municípios da AI do PISF – UFs (2019)**

Classe CNAE 2.0	Número de indústrias de transformação					
	Ceará	Rio Grande do Norte	Paraíba	Pernambuco	PISF – total	Brasil – total
Confecção de artigos de vestuário e acessórios	2.452	179	160	2.010	4.801	53.296
Fabricação de produtos alimentícios	1.556	386	568	747	3.257	54.398
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	659	164	210	564	1.597	28.914
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	678	91	143	123	1.035	44.448
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	613	70	80	80	843	37.665
Impressão e reprodução de gravações	502	83	100	123	808	19.070
Fabricação de móveis	418	65	90	153	726	23.194
Fabricação de produtos têxteis	256	83	154	215	708	10.930
Fabricação de produtos diversos	311	36	94	123	564	16.158
Fabricação de produtos de borracha e material plástico	319	27	92	118	556	15.940
<b>Empresas das categorias selecionadas anteriormente – total</b>	<b>7.764</b>	<b>1.184</b>	<b>1.691</b>	<b>4.256</b>	<b>14.895</b>	<b>304.013</b>
Empresas da indústria de transformação (AI do PISF) – total	9.271	1.343	2.077	4.552	17.243	390.555

Fonte: Cadastro Central de Empresas – 2020 do IBGE. Disponível em: <<https://bit.ly/3Keze2x>>. Acesso em: 27 jul. 2021. Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Foram selecionadas as dez classes de indústria de transformação da CNAE 2.0 com maior número de empresas na AI do PISF.

15. Disponível em: <<https://bit.ly/3T0bcM2>>. Acesso em: 27 jul. 2021.

As dez classes de indústria de transformação CNAE 2.0 apresentadas na tabela 10 agregam 14.895 das empresas desse tipo na AI do PISF (aproximadamente 86,3% do total). As duas classes de indústrias de transformação responsáveis pelo maior número de unidades industriais na AI do projeto (46,7% – tabela 10), *confecção de artigos de vestuário e acessórios* e *fabricação de produtos alimentícios*, utilizam quantidades significativas de água em seus processos produtivos.

O crescimento projetado para a vazão de retirada até 2040 (ano-referência 2020) para auxiliar as indústrias de transformação da AI do PISF é igual a 1,08 m<sup>3</sup>/s e 3,92 m<sup>3</sup>/s, respectivamente, para as indústrias da AI dos eixos Leste e Norte. A capacidade do projeto de eventualmente contribuir com oferta hídrica para atender a pelo menos parte desse crescimento projetado da demanda hídrica industrial dependerá, no caso das indústrias na AI do Eixo Norte, de adução de vazões superiores à vazão firme de 16,4 m<sup>3</sup>/s do PISF para esse eixo, visto que, como visto na subseção 3.1, as projeções para 2041 apontam que essa vazão estará inteiramente comprometida com o atendimento de usos prioritários.

Com relação ao uso de água do PISF nas indústrias da AI do Eixo Leste, as projeções apontam algum excedente hídrico (aproximadamente 5 m<sup>3</sup>/s em 2041), após suprimento da demanda deficitária dos usos prioritários, para fornecimento de água para usos não prioritários, incluindo-se nesse caso o uso industrial. Deve-se ressaltar, novamente, entretanto, que esse excedente é resultado da projeção de *deficit* de usos prioritários, de acordo com o apresentado em BNDES (2020). Conforme mencionado na subseção 3.1, tal projeção não considerou os *deficit* de usos prioritários de todos os 398 municípios da AI do projeto. Caso tivessem sido considerados esses *deficit* de todos os 398 municípios, o excedente hídrico seria bem inferior aos 5 m<sup>3</sup>/s – talvez fosse inexistente.

Adicionalmente, deve-se lembrar que, assim como no caso verificado na subseção 3.1 (atendimento dos *deficits* de usos prioritários), a vazão efetivamente retirada do São Francisco e porventura utilizada para uso industrial sofreria perdas significativas – no percurso e nos reservatórios – e a vazão final entregue nos portais seriam significativamente menores que as aduzidas nos pontos de captação. Esse aspecto reforça o que foi afirmado no parágrafo anterior; inclusive, no horizonte de 2041, haverá alguma capacidade de fornecimento para esse uso não prioritário – caso haja necessidade e essa opção seja feita pelos estados receptores – na AI do Eixo Leste, até mesmo com a oferta apenas da vazão firme de projeto (10 m<sup>3</sup>/s); no caso do Eixo Norte, não haverá essa capacidade.

### 3.6 Meio rural

O meio rural da AI do PISF constitui uma das áreas rurais mais povoadas do Brasil e, também, uma das com os piores indicadores sociais. Cerca de 24% da população da região em 2010 residia em áreas rurais, aproximadamente 2,73 milhões de pessoas. Não obstante essa população rural estar em contínuo processo de diminuição, ainda assim se trata de contingente populacional significativo e possivelmente o mais afetado pelas secas frequentes que assolam a região. Levar água para a população urbana adensada em áreas comparativamente diminutas é muito mais simples que levar esse mesmo recurso para uma população dispersa em um extenso território.

A estimativa de demandas relativas a esses quase 2,73 milhões de pessoas (IBGE, 2010) está dividida em diferentes tipos de usos consuntivos apresentadas nas tabelas 2 (Eixo Leste) e 3 (Eixo Norte). Parte das demandas hídricas dessa população referem-se a usos considerados prioritários (uso humano e dessedentação animal) e parte relaciona-se com o principal uso econômico da água (em termos de volume), a irrigação. Especificamente sobre a possibilidade de impacto do PISF no que concerne à irrigação, isso será abordado na próxima subseção (3.7).

Quanto à perspectiva de impacto do PISF com relação aos usos prioritários no meio rural, isso foi parcialmente – com ressalvas – analisado na subseção 3.1, especificamente sob a perspectiva de atendimento dos *deficit* calculados, por bacia hidrográfica receptora, dos usos prioritários no meio rural. A análise realizada naquele ponto, como mencionado, baseou-se em dados de BNDES (2020). A ressalva consiste no fato de que as estimativas de demandas relacionadas com os usos prioritários no meio rural em BNDES (2020) são inferiores às estimativas da ANA (2021, tabelas 2 e 3) para esses mesmos usos.

Enquanto as estimativas para os usos prioritários no meio rural (humano rural e dessedentação animal) encontradas em ANA (2021) estabelecem vazões de retirada para atender a essas demandas, em 2020, iguais a 3,03 m<sup>3</sup>/s (tabela 2) e 4,48 m<sup>3</sup>/s (tabela 3), respectivamente para os eixos Leste e Norte, as estimativas apresentadas em BNDES (2020) são iguais a 1,65 m<sup>3</sup>/s e 3,61 m<sup>3</sup>/s, para esse mesmo ano. Para 2040 (ANA, 2021) e 2041 (BNDES, 2020), as estimativas de vazão demandada para os usos prioritários rurais são iguais a 3,27 m<sup>3</sup>/s e 5,90 m<sup>3</sup>/s e 2,33 m<sup>3</sup>/s e 5,03 m<sup>3</sup>/s, respectivamente, para os eixos Leste e Norte.

Em termos de vazão demandada para os usos prioritários no meio rural, qualquer que seja a estimativa de demanda (ANA, 2021; BNDES, 2020), haverá capacidade, em termos de vazão disponível, para atendimento de eventuais *deficit* considerados. No caso da subseção 3.1, os *deficit* de demanda de usos prioritários no meio rural, considerados em BNDES (2020), serão potencialmente atendidos, até mesmo no período 2040-2041.

A questão que se coloca como impedimento ou, pelo menos, significativo desafio para isso é representada pela ausência de infraestrutura hídrica que conecte toda a população rural da região, dispersa em inúmeras comunidades espalhadas no meio rural – ou até mesmo famílias relativamente isoladas – com a infraestrutura hídrica do PISF.

Eventualmente, uma pequena parcela dessa população rural, habitante de comunidades localizadas em distâncias menores com relação à infraestrutura do PISF poderá ser atendidas, em alguma medida, pela transposição para suprimento de oferta hídrica a ser utilizada em usos prioritários. Entretanto, desde já pode ser ressaltado que o atendimento a essas comunidades rurais terá uma limitação espacial conscrita em raios de distância dos canais e reservatórios do projeto de 5 km, talvez 10 km.

Para o aumento da segurança hídrica dessa população rural dispersa, medidas complementares ao PISF terão de ser adotadas; por exemplo, o contínuo investimento em cisternas e operações periódicas, necessárias em períodos de ocorrência de fenômenos climáticos extremos, como as dos carros-pipa.

### 3.7 Agricultura irrigada

O uso de água na agricultura constitui o principal uso consuntivo, em termos de volume, no mundo. Na AI do PISF, não é diferente. A vazão de retirada para a irrigação estimada entre 2010 e 2040 foi responsável por cerca de 39,6% a 47,3% e 59,5% a 64,7% da vazão de retirada total, para todos os usos, respectivamente, nos eixos Leste e Norte. Em função das características climáticas regionais (elevadas temperatura e evaporação, reduzida precipitação e alta variabilidade interanual da precipitação), a agricultura de sequeiro regional constitui atividade de maior risco e menor produtividade potencial quando comparada com a atividade realizada em áreas com condições mais propícias.

A irrigação representa uma importante alternativa para superar essas limitações naturais e obter maiores retornos produtivo e de renda com a agricultura na AI do PISF e em todo o semiárido nordestino. Sobre isso, há décadas, o governo federal tem investido em programas de fomento à agricultura irrigada no semiárido – inclusive na AI do projeto –, até mesmo com o investimento na criação de distritos de irrigação destinados tanto para assentamento de agricultores familiares quanto para empreendimentos agrícolas de média e grande envergadura (Castro, 2018).

À época dos debates parlamentares sobre a transposição do São Francisco, em meados da década de 1990 até meados da década de 2000, e do início de implementação do projeto, críticos

**TEXTO para DISCUSSÃO**

da obra afirmavam, inclusive, que o PISF teria por objetivo principal aumentar a oferta hídrica para os estados do Ceará e do Rio Grande do Norte ampliarem polos de agricultura irrigada nas bacias receptoras, como na do rio Jaguaribe.

A legislação referente ao PISF, ao prever que a água desse projeto deverá ser utilizada para o atendimento de usos prioritários, em grande medida nega esse argumento crítico. Supõe-se neste trabalho que, na prática, quando da operação regular do PISF, essa determinação será respeitada e o fornecimento de vazões para usos não prioritários, caso da irrigação, nas bacias receptoras apenas será possível quando qualquer *deficit* relacionado a usos prioritários tiver sido atendido.

Nesse sentido, as vazões estimadas para usos prioritários apresentadas na subseção 3.1 serão as primeiras a serem atendidas, e, apenas em caso de vazões excedentes àquelas, será possível destinar água do PISF para a agricultura irrigada na região – sobre isso, sugere-se reler trecho específico na subseção 3.1. Ou seja, no caso da AI do Eixo Norte, como a vazão firme de 16,4 m<sup>3</sup>/s estará comprometida com o atendimento do *deficit* referente aos usos prioritários na região, apenas em casos de adução e destinação de vazões superiores será possível auxiliar a parte da demanda hídrica da agricultura irrigada.

Essa dependência da adução de vazões superiores à firme prevista de 16,4 m<sup>3</sup>/s, no caso do Eixo Norte, para ter-se a possibilidade de destinar alguma vazão para a agricultura irrigada – ou até mesmo para a indústria, conforme a subseção 3.5 –, limita consideravelmente o potencial de o PISF contribuir, por meio de ampliação da oferta hídrica para o setor, para a expansão da agricultura irrigada em sua AI no Eixo Norte.

Qualquer que seja a atividade econômica, é necessário um elevado grau de confiabilidade com relação à disponibilidade de insumos essenciais no processo produtivo. Para qualquer agricultor, pequeno (familiar) ou grande, investir em equipamentos para implantação da irrigação – que frequentemente serão amortizados em prazos longos –, é necessário segurança quanto à disponibilidade de um insumo essencial para a atividade, a água. Um agricultor, ou empresa agrícola, decidir por esse investimento sem dispor de outorga conferente de direito de uso de alguma fonte regular de recurso hídrico e, adversamente, depender de condições hidrológicas na bacia do São Francisco e da operação da represa de Sobradinho, para talvez dispor – ainda a depender do PGA anual do PISF – do insumo primordial para sua atividade, constitui evento pouco provável.

Desse modo, a expansão da agricultura irrigada na AI do Eixo Norte em função do PISF é pouco provável a partir da vazão firme considerada do projeto para esse eixo. No caso da AI do Eixo Leste, conforme demonstrado pelas estimativas na subseção 3.1 – com ressalvas –, haverá vazão alocável para usos não prioritários no horizonte de médio prazo (2041).

Tal vazão, igual a aproximadamente  $5 \text{ m}^3/\text{s}$ ,<sup>16</sup> poderá ser alocada para irrigação. Supondo-se que toda essa vazão foi utilizada para atendimento da agricultura irrigada na AI do Eixo Leste e considerando-se as estimativas de perdas por percurso e evaporação da tabela 5, seria possível irrigar (admitindo-se que a vazão alocável para irrigação fosse dividida igualmente entre as bacias receptoras no Eixo Leste – 3, em 2020, e 4, em 2041) áreas iguais às apresentadas na tabela 11. Obviamente, tal exercício teórico constitui apenas uma estimativa simplificada sobre a questão. Por exemplo, o requerimento hídrico ( $0,5 \text{ l/ha}$ ) considerado no cálculo das estimativas é, por si só, uma simplificação. A depender da lavoura a ser irrigada e das condições de solo e clima da área irrigada, tal requerimento varia e pode ser superior a  $0,5 \text{ l/ha}$ , podendo atingir valores iguais a  $0,8 \text{ l/há}$  (Castro, 2011a).

**TABELA 11**

**Estimativa da área<sup>1,2</sup> adicional irrigável a partir da vazão disponível para usos não prioritários do Eixo Leste do PISF, por bacia receptora (2020 e 2041)**  
(Em ha)

Bacia (rio)/eixo	Área adicional irrigável	
	Ano	
	2020	2041
Pajeú/Leste	638,2	748,0
Moxotó/Leste	1.156,9	822,8
Ipojuca/Leste	–	2.318,9
Paraíba/Leste	1.156,9	748,0
<b>Eixo Leste – total</b>	<b>2.952,1</b>	<b>4.637,9</b>

Elaboração dos autores.

Notas: <sup>1</sup> Considerando-se uma vazão requerida por hectare igual a  $0,5 \text{ l}$  ou  $0,0005 \text{ m}^3$  e uma vazão alocável em usos não prioritários no Eixo Leste igual a  $5,894 \text{ m}^3/\text{s}$ , em 2020, e  $4,987 \text{ m}^3/\text{s}$ , em 2041.

<sup>2</sup> Considerando-se que a vazão destinada para cada bacia corresponda à vazão alocável em usos não prioritários, em 2020 e 2041, dividido por 4 – ou seja,  $1,496 \text{ m}^3/\text{s}$ , por bacia, em 2020, e  $1,246 \text{ m}^3/\text{s}$ , em 2041.

16. De acordo com cálculos realizados a partir de modelagem de BNDES (2020). Sobre essa questão, sugere-se consultar as subseções 3.1, principalmente, e 3.5. Na prática, o volume excedente, considerando-se apenas a vazão firme regular igual a  $26,4 \text{ m}^3/\text{s}$ , deverá ser significativamente inferior a isso e, possivelmente, inexistente. Em ambos os casos, a perspectiva de uso da água do PISF pela agricultura irrigada da região beneficiada, admitindo-se apenas a vazão firme do projeto, não é boa. Com a adução de volume maior do que  $26,4 \text{ m}^3/\text{s}$ , a possibilidade de haver excedente para uso na irrigação, após atendimento dos usos prioritários, é, supõe-se, consideravelmente maior.

Tais estimativas de área irrigável viabilizada pelo PISF são muito inferiores às estimativas enviadas pelo então Ministério da Integração Nacional (MI), à época da análise do pedido de outorga do projeto (ANA, 2005b) quanto à perspectiva de expansão da agricultura irrigada na AI do PISF. De todo modo, representa um incremento de aproximadamente 10% com relação à área irrigada identificada nos municípios do Eixo Leste em 2017, igual a 48.920 hectares (IBGE, 2019).

## 4 OUTROS IMPACTOS ESPERADOS

Conforme observado na seção anterior, o PISF traz consigo a perspectiva de importante impacto no suprimento de oferta hídrica para atendimento de *deficit* de demanda de usos prioritários nas AIs dos dois eixos. Quanto ao impacto para usos não prioritários (indústria e irrigação), o possível impacto é evidentemente menor, especialmente no caso do Eixo Norte, em que a perspectiva é de que somente haverá oferta hídrica do PISF para usos não prioritários no caso de adução de vazões superiores à vazão firme de projeto para aquele eixo, igual a 16,4 m<sup>3</sup>/s.

Esse potencial impacto com relação aos usos prioritários constitui, por si só, um resultado auspicioso concernente ao PISF, especialmente com as ameaças existentes no médio e longo prazo relativas às mudanças climáticas e a influência destas sobre uma possível menor disponibilidade hídrica endógena da região no futuro. Além desse provável impacto positivo, existem, contudo, outros possíveis impactos, diretos e indiretos, do projeto para a região beneficiada; por exemplo, ganhos sinérgicos na operação dos reservatórios abastecidos pelo PISF e geração de empregos. Alguns desses possíveis impactos serão analisados na sequência.

### 4.1 Ganhos sinérgicos na operação dos reservatórios

Um dos benefícios frequentemente atribuídos ao PISF para sua AI refere-se à perspectiva de que a oferta hídrica adicionada para a região pelo projeto permitirá a obtenção de ganhos volumétricos nos principais reservatórios locais, em função da diminuição das perdas por evaporação nestes, resultado de operação mais eficiente propiciada pela transposição.

Righeto, Guimarães Júnior e Melo explicam a questão da operação ineficiente dos reservatórios de armazenamento hídrico no Nordeste Setentrional e o motivo que explica tal operação do modo a seguir:

Com a possibilidade de ocorrer escassez de precipitação, os operadores são obrigados a utilizar mal as águas armazenadas nos açudes, uma vez que os espelhos de água são mantidos, dentro do possível, nas maiores elevações, promovendo assim grandes

perdas por evaporação durante as estiagens. Por outro lado, durante as cheias, com volumes de espera menores, grandes volumes de água são vertidos caso ocorram fortes e persistentes precipitações (Righeto, Guimarães Júnior e Melo, 2003, p. 18).

Esses mesmos autores, logo após a exposição da situação referida no trecho anterior, especulam

que se fosse garantida vazão firme afluyente para atender as necessidades básicas de abastecimento de água, através de vazão exógena, proveniente, por exemplo, da transposição de águas entre bacias e utilização de outros mananciais, poder-se-ia induzir a sinergia hídrica no açude. Entende-se por sinergia hídrica de um reservatório o ganho em volume de água para o atendimento da demanda, devido à redução de perdas de água por evaporação e por vertimento. Supõe-se que, com a disponibilidade de água de fonte exógena, é possível operar de maneira menos conservadora o açude, utilizando-se dos volumes de água armazenados sem a preocupação de seu esvaziamento e possível colapso para o abastecimento humano. Eliminada a preocupação em se reter água para atender a um possível período de severa estiagem, o espelho d'água pode ser rebaixado, reduzindo-se a área evaporante e aumentando-se o volume de espera para a acumulação de água durante os períodos de cheia (Righeto, Guimarães Júnior e Melo, 2003, p. 18).

As regras de operação de reservatórios buscam ajustar as curvas de oferta e demandas hídricas relacionadas à estrutura de armazenamento. Caso a vazão de saída seja mantida em níveis maiores que a vazão de entrada, o reservatório esvazia-se, o que na região beneficiada pelo PISF consiste em risco sempre presente, dada a baixa pluviosidade natural regional. Caso se libere uma vazão muito pequena, menor que o volume afluyente ao reservatório, com o intuito de preservar o maior volume hídrico possível para usos prioritários em situações de escassez hídrica, o tempo de permanência da água acumulada cresce e, conseqüentemente, também cresce o volume evaporado. Como na AI do projeto o potencial evaporativo é muito elevado – devido às altas temperaturas e à baixa umidade –, o risco associado à estratégia de liberação conservadora da água armazenada reside nas elevadas perdas por evaporação.

Em outras palavras, encontrar um ponto “ótimo” de operação dos reservatórios regionais tende a ser mais difícil que em regiões de clima úmido, com maior disponibilidade hídrica por habitante e menor frequência de eventos climáticos extremos.

De modo resumido, o exposto anteriormente explica o que se entende por ganhos sinérgicos provenientes da adução de vazões exógenas a um reservatório, ou a um sistema interligado de reservatórios. É isso que se especula que constituirá um benefício adicional do PISF com relação à indução sinérgica na operação dos reservatórios. Tal potencial benefício do PISF vem sendo

postulado desde antes do início da implementação do projeto, e algumas estimativas foram apresentadas sobre esse potencial benéfico.

O Rima (Brasil, 2004) do PISF estimou que o ganho com o efeito sinérgico na operação dos reservatórios receptores das águas do projeto poderá ser igual a 22,5 m<sup>3</sup>/s (*op. cit.*, p. 49). Entretanto, nenhum cálculo ou consideração foi apresentado que explicasse como se chegou a tal estimativa.

Farias *et al.* (2002) realizaram simulação sobre o possível ganho sinérgico da transposição – à época do estudo desses autores não se utilizava o PISF – sobre diversos reservatórios da região beneficiada; entre estes, o Castanhão, na bacia do Jaguaribe, no Ceará. Por meio da simulação realizada, identificaram redução de 6,7% da vazão vertida e de 3,0% da vazão evaporada do reservatório, em função da mudança em sua operação possibilitada pela adução da vazão exógena do projeto. Ressalva seja feita que, na simulação de Farias *et al.* (2002), a vazão do PISF destinada para o açude Castanhão é superior à vazão prevista para ser aduzida na prática.

Em estudo elaborado à época do início das obras do PISF, Aragão (2008) avaliou os possíveis benefícios sinérgicos desse projeto sobre um sistema de quatro reservatórios localizados nas sub-bacias dos alto e médio cursos do rio Paraíba, no Eixo Leste. Para isso, foram realizadas simulações que consideraram duas situações de atendimento às demandas: abastecimento humano; e abastecimento humano e irrigação, bem como diferentes regras de operação dos reservatórios considerados. A autora constatou a existência de ganhos sinérgicos por meio da adução da vazão exógena do PISF para o sistema de quatro reservatórios estudados. A magnitude do ganho sinérgico variou, contudo, em função das regras de operação dos reservatórios consideradas.

Como conclusão, Aragão (2008) recomenda que simulações similares à realizada em seu estudo sejam realizadas para maior número de reservatórios da AI do PISF. A autora destaca a importância de resultados de simulações dessa natureza, no sentido de subsidiar os gestores de recursos hídricos com informações que auxiliem na definição de critérios operacionais para os reservatórios que permitam melhor aproveitamento dos recursos hídricos disponíveis com o projeto.

Sobre essa recomendação, argumenta-se que tanto o órgão gestor da implementação do PISF (MDR) quanto o órgão gestor (Codevasf) realizem simulações abrangentes sobre essa questão dos ganhos sinérgicos. As simulações realizadas – inclusive as citadas anteriormente –, em sua maioria abrangem pequenos recortes territoriais da AI do projeto e, adicionalmente, são em alguns casos relativamente antigas e, eventualmente, desatualizadas. Por exemplo, a citada avaliação de Farias *et al.* (2002) foi realizada quando a transposição ainda era debatida no meio político e as

definições técnicas sobre o projeto ainda não tinham sido definidas – na verdade, nem se sabia se a transposição realmente sairia do papel e, caso saísse, qual seria o projeto levado a cabo.

Apenas se poderá avaliar com mais precisão qual será o ganho sinérgico advindo do PISF de modo retrospectivo, após uma série histórica de dados de volumes armazenados nos reservatórios do sistema do projeto e as vazões aduzidas a estes por meio do sistema interligado – inclusive, as vazões exógenas do PISF – estiverem disponíveis. Tal informação é, todavia, relevante para a elaboração dos PGAs a cada ano. Como o projeto está na fase final de implementação, alguma estimativa, minimamente confiável, sobre a vazão hídrica adicional referente ao ganho sinérgico de operação mais eficiente dos reservatórios permitirá fornecer importante subsídio para o processo decisório, realizado pela Codevasf e pelas instituições de águas dos estados receptores, sobre o uso das águas do PISF em sua AI e consubstanciado no Plano de Gestão Anual.

A possível consequência do ganho sinérgico será particularmente importante para a decisão referente ao uso da água do PISF para usos não prioritários, pois, conforme visto anteriormente, as projeções indicam que não haverá vazão disponível no médio a longo prazo – a partir de 2041 –, considerando-se a vazão firme de 16,4 m<sup>3</sup>/s, para esses usos – econômicos – no Eixo Norte, por exemplo.

## 4.2 Redução de gastos com ações emergenciais contra as secas

Entre inúmeras políticas públicas relacionadas ao fenômeno da seca no semiárido brasileiro, uma destas é conhecida como Operação Carro-Pipa. Implementada em 1998, pelo governo federal, com o nome oficial de Programa Emergencial de Distribuição de Água Potável no Semiárido Brasileiro, teve como primeiro órgão executor responsável a defesa civil de cada estado atendido. A legislação de 2005, Portaria Interministerial nº 7, de 10 de agosto de 2005, determinou que o programa seria gerido em parceria pelo Ministério da Integração Nacional e pelo Ministério da Defesa (MD), sendo a responsabilidade da execução do programa com relação à distribuição da água no semiárido do Exército Brasileiro (CCOMSEX, 2008).

Um dos benefícios potenciais do PISF, de acordo com informações presentes no RIMA (Brasil, 2004, p. 74) consiste na “redução da exposição da população a situações emergenciais de secas” (quadro 3). Uma possível consequência disso relaciona-se com a redução dos gastos públicos emergenciais durante as secas, na área do projeto. Um desses gastos refere-se à Operação Carro-Pipa.

## TEXTO para DISCUSSÃO

Para um município participar da Operação Carro-Pipa, existem alguns requisitos, conforme resumido adiante.

- 1) O município precisa fazer parte do semiárido.
- 2) É necessário que o governo municipal tenha declarado estado de emergência ou de calamidade pública e que essa situação seja reconhecida pelo governo federal, por meio do MDR.

Entre 2012 e 2017, severa seca atingiu os estados da região Nordeste, e muitos municípios da AI do PISF, tanto no Eixo Leste quanto no Norte, declararam estado de emergência em virtude disso. Por meio do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) do MDR,<sup>17</sup> informações sobre o número de municípios da AI do projeto que declararam estado de emergência em virtude da seca entre 2012 e 2016 foram obtidas. Tais estatísticas são apresentadas na tabela 12.

**TABELA 12**

**Número de municípios da AI do PISF que declararam estado de emergência em virtude da seca<sup>1</sup> – UFs (2012-2016)**

UF	Municípios da AI do PISF – total	Municípios da AI do PISF que declararam estado de emergência (seca/estiagem) por ano – total				
		2012	2013	2014	2015	2016
Pernambuco	98	91	96	96	97	96
Paraíba	143	137	137	135	137	136
Ceará	86	79	79	79	68	62
Rio Grande do Norte	71	70	69	69	69	69
<b>PISF – total</b>	<b>398</b>	<b>377</b>	<b>381</b>	<b>379</b>	<b>371</b>	<b>363</b>

Fonte: S2iD/MDR. Disponível em: <<https://bit.ly/3AQULvr>>. Acesso em: 22 fev. 2022.

Elaboração dos autores.

Nota: <sup>1</sup> Da base de dados S2iD, constam duas categorias motivadoras do estado de emergência relacionadas à seca, *seca* e *estiagem*. Os dados já citados referem-se ao somatório de municípios na AI do PISF que decretaram estado de emergência, seja por motivo de *seca*, seja por motivo de *estiagem*.

Observa-se que significativa maioria dos municípios da AI do PISF se encontrava em estado de emergência em função da seca/estiagem nos cinco anos em questão (2012 a 2016). Em todos os anos considerados, até mesmo no com o menor número de municípios em estado de emergência em função da seca (2016 – 363 municípios), aproximadamente 91% destes se encontravam nessa situação.

17. Disponível em: <<https://bit.ly/3AQULvr>>. Acesso em: 22 fev. 2022.

A consequência dessa situação para a Operação Carro-Pipa é que, no período analisado, quase todos os municípios da AI do PISF se enquadravam nos requisitos para serem atendidos pela operação. Informações sobre os municípios atendidos, volume de água disponibilizado, gastos financeiros, entre outras, relevantes para a avaliação ora realizada estão armazenadas no Sistema de Monitoramento da Logística de Entrega de Água por Carro-Pipa (GPipa Brasil).<sup>18</sup> Até à época de finalização deste trabalho, não foi obtida autorização para acesso às informações armazenadas nesse sistema e, portanto, não foi possível realizar uma avaliação mais detalhada com relação à perspectiva de redução dos dispêndios da Operação Carro-Pipa em função do projeto. De todo modo, o número de municípios da AI da transposição que possivelmente foram atendidos pela operação entre 2012 e 2016 (tabela 12) constitui indicativo de que tais gastos tenham sido consideráveis.

### 4.3 Geração de empregos e renda

Um dos potenciais impactos positivos do PISF relaciona-se com a perspectiva de que a água exógena disponibilizada na região auxilie a dinamizar a economia regional, principalmente em função da diminuição de restrições ao maior desenvolvimento/expansão de certas atividades dependentes do insumo água para sua realização. Notadamente, a agricultura irrigada constitui uma dessas atividades; em menor medida, a indústria.

Conforme exposto ao longo da seção 3, a oferta hídrica do PISF atenderá prioritariamente ao uso humano (urbano e rural) e a dessedentação animal. Em caso de oferta hídrica excedente do projeto após atendimento de toda a demanda desses usos prioritários, será possível destinar vazões específicas do PISF para usos não prioritários, os quais se relacionam com demandas de atividades econômicas.

No caso do cenário de vazão firme do PISF igual a 26,4 m<sup>3</sup>/s, de acordo com o evidenciado na subseção 3.1, tabela 6, projeta-se que haverá vazão disponível no médio prazo – até, pelo menos, 2041 – no Eixo Leste para ser alocada, seja para agricultura irrigada, seja para a indústria. No caso do Eixo Norte, nesse mesmo horizonte temporal, não haverá vazão excedente do projeto, considerando-se apenas a vazão firme de 26,4 m<sup>3</sup>/s – ou 16,4 m<sup>3</sup>/s, no caso do Eixo Norte –, a ser utilizada para atender a demandas não prioritárias.

Desse modo, a perspectiva de dinamização econômica regional por meio da oferta hídrica do PISF é diferente, a partir da premissa de que as regras de adução das vazões do rio São Francisco

18. Disponível em: <<https://bit.ly/3T6Mome>>.

pelo projeto respeitarão as regras impostas pela outorga concedida pela ANA, entre os dois eixos. Em função disso, tais perspectivas serão analisadas de modo individualizado a seguir.

### 4.3.1 Geração de empregos e renda: Eixo Leste

Os dados da tabela 6 (subseção 3.1) indicam que haverá entre 5,9 (2020) e 4,9 m<sup>3</sup>/s vazão excedente do PISF, atendidos os *deficit* de usos prioritários, na AI do Eixo Leste do PISF. Tal vazão poderia ser utilizada em atividades agrícolas e/ou industriais.

No caso do uso em atividade agrícolas, a área adicional irrigável na AI do Eixo Leste em função da vazão excedente projetada é estimada, para 2041, entre 2.583,9 ha (tabela 11, subseção 3.6), caso toda a água seja utilizada na bacia Pajeú, e 8.010,2 ha, no exemplo de toda a água ser utilizada em irrigação na bacia do rio Ipojuca. A diferença é explicada pela diferença no percentual de perda de água no percurso entre o ponto de captação do PISF e o portal de entrega.

No caso de utilização do excedente hídrico em irrigação de lavouras, o mais provável seria que essa vazão fosse distribuída entre as diferentes bacias do Eixo Leste, e, nesse caso, a área irrigada adicional dependeria de quanto de vazão fosse destinada para qual bacia. A área adicional irrigável seria, certamente, inferior àquela verificada no cenário de utilização de toda a vazão na bacia do Ipojuca<sup>19</sup> e superior ao constatado nos demais cenários.

A quantidade de empregos gerados dependeria igualmente de quanto de vazão entregue para cada bacia e do tipo de lavoura irrigada. De todo modo, até mesmo sem conhecimento dessa distribuição e de qual tipo de lavoura irrigada, algumas estimativas podem ser feitas.

A agricultura irrigada, apesar de ter maior custo por unidade de área, em função dos custos dos equipamentos de irrigação, da água e de maior utilização de insumos (adubos, defensivos etc.), em contrapartida a esse maior custo, possui maior produtividade por área. Adicionalmente, a agricultura irrigada reduz a sazonalidade do uso da terra, ao permitir que ocorra o cultivo até mesmo em épocas do ano sem chuvas. O resultado dessas múltiplas características da agricultura irrigada é a intensificação do uso da terra, o que resulta, por sua vez, em maior demanda por mão de obra.

---

19. Bacia com menor índice de perdas hídricas relativas à transposição (tabela 5); consequentemente, caso toda a água do Eixo Leste fosse destinado para essa bacia, o volume hídrico efetivamente destinado para a irrigação seria superior ao volume efetivo disponível caso a água fosse destinada para bacias em que perdas (percurso mais reservatórios) fossem maiores.

Existem diversos métodos para estimar a geração de empregos na agricultura irrigada, um destes consiste no uso de coeficientes técnicos que relacionam a mão de obra demandada com a área irrigada. Os coeficientes técnicos utilizados para estimar o potencial de geração de emprego da agricultura irrigada no semiárido varia de 1,0 emprego direto por hectare irrigado para colonos e 0,88 emprego direto por hectare para empresas e 1,14 emprego indireto por emprego direto gerado (Sobel e Costa, 2004) a 0,8 a 1,2 emprego direto e 1,0 a 1,2 emprego indireto para cada hectare irrigado (França, 2001).

A partir desses coeficientes técnicos, as estimativas de empregos gerados por bacia receptora do Eixo Leste são as da tabela 13. Tais estimativas foram obtidas multiplicando-se o coeficiente técnico de emprego direto ou indireto por área irrigada multiplicado pela área irrigada adicional (tabela 11), possibilitada pela distribuição da vazão excedente do Eixo Leste entre três bacias receptoras, em 2020 – vazão destinada para irrigação igual a 1,496 m<sup>3</sup>/s em cada bacia –, e todas as quatro bacias receptoras em 2041 – vazão destinada para irrigação igual a 1,246 m<sup>3</sup>/s em cada bacia.

A estimativa de número de empregos gerados em cada bacia e total para o Eixo Leste do PISF, obtida por meio de qualquer um dos coeficientes técnicos utilizados, é semelhante. O total de empregos potenciais a serem gerados, em 2041, varia de 3.977 a 5.966 empregos diretos e 4.971 a 5.966 indiretos gerados a depender do coeficiente técnico utilizado. No total, considerando-se empregos diretos e indiretos, o potencial de empregos gerados por meio do projeto (vazão firme para o eixo igual a 10,0 m<sup>3</sup>/s) no Eixo Leste varia de aproximadamente 9 até 12 mil empregos. Para efeitos de comparação, de acordo com dados do Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2019), os estabelecimentos agropecuários com irrigação dos municípios da AI do Eixo Leste empregavam 72.581 pessoas nesse ano.

**TABELA 13**

**Estimativas de empregos diretos (d) e indiretos (i) gerados na AI do PISF do Eixo Leste na agricultura irrigada (2020 e 2041)**

Bacia (rio)/eixo	Empregos gerados na agricultura irrigada			
	2020		2041	
	Coeficiente técnico		Coeficiente técnico	
	França (2001) <sup>1</sup>	Sobel e Costa (2004) <sup>2,3</sup>	França (2001) <sup>1</sup>	Sobel e Costa (2004) <sup>2,3</sup>
Pajeú/Leste	510-765 (d)	599 (d)	598-897 (d)	703 (d)
	638-765 (i)	683 (i)	748-897 (i)	801 (i)
Moxotó/Leste	925-1.388 (d)	1.087 (d)	925-1.388 (d)	773 (d)
	1.156-1.388 (i)	1.239 (i)	1.156-1.388 (i)	881 (i)
Ipojuca/Leste	–	–	1.855-2.782 (d)	2.179 (d)
			1.156-1.388 (i)	2.484 (i)
Paraíba/Leste	925-1.388 (d)	1.087 (d)	598-897 (d)	703 (d)
	1.156-1.388 (i)	1.239 (i)	748-897 (i)	801 (i)
Eixo Leste – total	2.360-3.541 (d)	2.773 (d)	3.977-5.966 (d)	4.358 (d)
	2.950-3.542 (i)	3.161 (i)	4.971-5.966 (i)	4.967 (i)

Elaboração dos autores.

Notas: <sup>1</sup> 0,8 a 1,2 emprego direto e 1,0 a 1,2 emprego indireto para cada hectare irrigado.

<sup>2</sup> 0,42 emprego direto por hectare irrigado para colonos e 0,88 emprego direto por hectare para empresas.

<sup>3</sup> Considerou-se na estimativa de empregos diretos por meio do coeficiente de Sobel e Costa (2004) que 50% da área irrigada pertenceria a colonos e 50%, a empresas.

Essas estimativas não levam em consideração o custo da água a ser cobrado dos irrigantes. No caso da água do PISF, ainda não existe definição sobre qual será a tarifa cobrada pela água desse projeto e, muito menos, qual será a tarifa cobrada do irrigante em caso de utilização dessa fonte hídrica. Os custos energéticos relacionados com a transposição das águas do São Francisco são significativos (BNDES, 2020). A depender do valor cobrado dos irrigantes, a irrigação com águas derivadas do PISF será inviável.

Caso o poder público deseje estimular a expansão da área irrigada na AI do Eixo Leste, será necessária a criação de algum mecanismo de subsídio para a irrigação por meio das águas do São Francisco. Ou os próprios estados arcarão com a diferença entre o valor cobrado pela água do PISF pela operadora federal e as tarifas cobradas dos irrigantes, ou o valor da tarifa cobrada dos demais usuários subsidiará, no total ou em parte, o valor não pago pelo usuário agrícola.

A produção irrigada possibilitada pelo PISF no Eixo Leste gerará receita para os produtores e, conseqüentemente, renda para a região. Essa receita variará de acordo com uma série de fatores;

entre estes, tipo de lavoura, custo de produção, preço do produto etc. O cálculo de estimativas sobre a potencial renda gerada na área adicional potencialmente irrigada nas bacias receptoras da AI do Eixo Leste constitui tarefa complexa, dependente de uma série de parâmetros cuja análise seria por demais extensiva para ser incluída neste estudo. Custos dos investimentos iniciais relacionados aos equipamentos de irrigação (custos fixos), custos de produção de diferentes tipos de lavouras irrigadas (custos variáveis), produtividade (kg/ha) esperada de diferentes tipos de lavouras irrigadas na região, preços de comercialização dos produtos (extremamente variável) são apenas algumas das informações necessárias para efetuar-se tal cálculo.

Em todo caso, uma rápida avaliação qualitativa com relação à perspectiva de geração de renda por parte da área adicional potencialmente irrigável na região pode ser útil. É notório o risco associado à agricultura de sequeiro na região, com a ameaça frequentemente presente de falta de chuva e a baixa produtividade por área resultante – dados do Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2019) indicam as baixíssimas produtividades por área da produção de importantes lavouras no semiárido, se comparado às produtividades médias em outras regiões brasileiras.

Sobre o impacto da seca sobre a produção agrícola no semiárido, Santana e Santos (2020) constataram sensíveis impactos da seca de 2012 a 2017 sobre a produção agrícola, concernente a lavouras temporárias e permanentes, no semiárido brasileiro. O valor bruto da produção (VBP) cai em grande parte dos municípios do semiárido nos períodos analisados pelos autores (2011-2012 e 2011-2017); em alguns casos, a queda é superior a 90%. A possibilidade de irrigação de maior área na região do Eixo Leste em função do PISF possivelmente mitigaria parte do impacto negativo verificado.

Adicionalmente, conforme já mencionado, a irrigação permite um uso mais intenso da terra. Inclusive, possibilita o cultivo de mais de uma safra por ano, a depender do ciclo da lavoura. Tudo isso somado, uso mais intensivo da terra e redução de risco climático da produção, resulta em maior renda gerada para a região. Caso o crescimento potencial da renda gerada mantenha proporção com o crescimento potencial da área irrigada até 2041, o resultado seria de crescimento de 10% da renda líquida (receita bruta menos custo) da agricultura irrigada regional (tabela 11, subseção 3.6).

Caso parte da vazão excedente do PISF no seu Eixo Leste se destine para a indústria, avaliar qual o possível impacto disso é mais difícil. A partir de revisão bibliográfica sobre o assunto, não foi encontrada nenhuma referência sobre possível *deficit* hídrico para as indústrias da região e nem indicativa da relação água-produção industrial no semiárido, ou até mesmo no Nordeste.

## TEXTO para DISCUSSÃO

Sem quaisquer referências para guiar uma análise sobre essa questão, a relação entre a oferta hídrica exógena do PISF e o possível impacto sobre o crescimento industrial nos municípios da AI do Eixo Leste fica limitada. De todo modo, como exposto na tabela 2, o crescimento previsto da vazão de demanda de retirada para uso industrial de 2020 até 2040 é igual a 1,08 m<sup>3</sup>/s, no qual a oferta hídrica excedente do projeto, aproximadamente igual a 5 m<sup>3</sup>/s, para o Eixo Leste é suficiente para suprir essa demanda.

Essa perspectiva de maior segurança hídrica para a indústria regional é importante em função de, entre outros aspectos, as indústrias de transformação dos municípios do Eixo Leste (apêndice A) serem responsáveis por significativo número de empregos gerados, se comparado ao número de empregos formais gerados pelas atividades agrícolas (tabela 14).

### TABELA 14

**Pessoal ocupado nos municípios da AI dos eixos Leste, Norte e total do PISF nas atividades de agricultura, nas indústrias extrativas e nas indústrias de transformação (2019)**

Região	Pessoal ocupado		
	Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	Indústrias extrativas	Indústrias de transformação
AI do Eixo Leste do PISF	7.207	811	68.738
AI do Eixo Norte do PISF	20.051	6.300	211.955
<b>AI do PISF – total</b>	<b>27.258</b>	<b>7.111</b>	<b>280.693</b>

Fonte: Cadastro Central de Empresas – 2020 do IBGE. Disponível em: <<https://bit.ly/3Keze2x>>. Acesso em: 27 jul. 2021.

Deve-se ressaltar que a agricultura na região ocupa um número muito maior de pessoas que as indústrias, mas não na qualidade de empregados. Parte considerável da mão de obra utilizada nos estabelecimentos agropecuários regionais consiste no proprietário(a) e em membros familiares, visto que a maioria dos estabelecimentos agropecuários da região são familiares. O grau de informalidade nas relações de trabalho nos estabelecimentos agropecuários é significativamente superior que na atividade industrial.

Quanto ao número de pessoas ocupadas no sentido de empregadas, conforme exposto na tabela 14, as indústrias de transformação contratam um número muito superior de pessoas do que os empreendimentos agrícolas. Na média, os salários – e outras remunerações – anuais pagos pelas indústrias na região, tanto as extrativas quanto as de transformação, são superiores aos salários anuais médios pagos pelas atividades de agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura (tabela 15).

**TABELA 15**

**Remuneração total anual média paga nos municípios da AI dos eixos Leste, Norte e total do PISF nas atividades de agricultura, nas indústrias extrativas e nas indústrias de transformação (2019)**

(Em R\$)

Região	Remuneração total anual média		
	Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	Indústrias extrativas	Indústrias de transformação
AI do Eixo Leste do PISF	12.206,3	20.905,1	18.172,4
AI do Eixo Norte do PISF	11.055,6	40.631,1	16.761,2
AI do PISF – total	11.296,2	38.611,7	17.038,8

Fonte: Cadastro Central de Empresas – 2020 do IBGE. Disponível em: <<https://bit.ly/3Keze2x>>. Acesso em: 27 jul. 2021.

As indústrias, extrativistas e de transformação, localizadas nos 162 municípios que compõem a AI do Eixo Leste, pagam um salário anual *per capita* pelo menos 50% superior ao pago pelos empreendimentos relacionados a atividades primárias.

#### 4.3.2 Geração de empregos e renda: Eixo Norte

No caso do Eixo Norte, a perspectiva de geração de empregos e renda na agricultura irrigada ou na indústria como consequência do PISF é menos evidente. Conforme exposto na subseção 3.1, a vazão firme disponível do projeto para o Eixo Norte (16,4 m<sup>3</sup>/s) estaria quase toda comprometida em 2020 – caso o PISF estivesse plenamente operacional à época –, com o atendimento ao *deficit* hídrico dos usos prioritários existente nas bacias receptoras, de acordo com estimativas de BNDES (2020). Em 2041, será totalmente destinada para atendimento dos usos prioritários.

Mesmo que as estimativas de BNDES (2020), utilizadas neste estudo, sejam incorretas, em função de determinados parâmetros incorretos; ainda assim, a perspectiva de excedente hídrico para usos não prioritários na AI do Eixo Norte não seria significativa. Parâmetros considerados nas estimativas de BNDES (2020) – por exemplo, os índices de perda no percurso e/ ou de evaporação nos reservatórios do sistema – influenciam sobremaneira as vazões disponíveis do PISF para entrega nos portais das bacias receptoras do Eixo Norte.

Em caso de tais índices serem superestimados, a vazão disponível, e, conseqüentemente, o potencial benefício do PISF para a região beneficiada, é consideravelmente reduzida. Não obstante essa observação, independentemente de os índices terem sido superestimados ou não, o fato persiste de que as projeções indicam vazão excedente próxima de zero em 2020 e negativa (não

**TEXTO para DISCUSSÃO**

atende a todo o *deficit* de usos prioritários), em 2041. Ou seja, até mesmo em caso de perdas de vazão superestimadas, a vazão excedente seria reduzida.

Do cenário de oferta hídrica do PISF consistente apenas da vazão firme de projeto, não seria possível, portanto, destinar nenhuma vazão para usos consuntivos econômicos da água. Supõe-se, então, de que apenas haverá vazão excedente para a AI do Eixo Norte em caso de adução de água no São Francisco superior à vazão de 26,4 m<sup>3</sup>/s. Na hipótese considerada neste trabalho, de adução de vazão superior do São Francisco, considerou-se o valor de 48,3 m<sup>3</sup>/s como vazão média anual. Nesse caso, mantendo-se a proporção de divisão da vazão total do PISF entre os dois eixos, seriam destinados para o Eixo Norte 30 m<sup>3</sup>/s (62% de 48,3). Essa é uma vazão média, mas não constante.

Tal vazão resultaria em significativo volume/vazão excedente, após descontada a vazão destinada para atender aos *deficit* de usos prioritários, inclusive no horizonte de 2041. O entrave para a utilização desse excedente em usos econômicos seria, entretanto, a não confiabilidade de fornecimento em parte do tempo. A adução de vazões superiores à 26,4 m<sup>3</sup>/s do São Francisco para o PISF, como ressaltado diversas vezes ao longo do texto, dependerá do regime hidrológico do rio e do volume armazenado em Sobradinho. Quando Sobradinho estiver vertendo, e durante o período em que estiver vertendo, a vazão captada para o Eixo Norte poderá chegar até o valor máximo instantâneo de 99 m<sup>3</sup>/s.

Ou seja, em determinados momentos, poderá haver aumentos substanciais da vazão disponibilizada para o Eixo Norte. Esses substanciais incrementos não ocorrerão sempre em uma mesma época do ano e não necessariamente coincidirão, entretanto, com períodos em que determinadas atividades econômicas – agricultura irrigada, por exemplo – demandam maiores quantidades de água.

Ante todo o exposto, a questão que se apresentará tanto para as instituições envolvidas com a operação do PISF, quanto para, principalmente, os agentes econômicos privados na AI do Eixo Norte, que porventura tenham interesse na água oferecida por esse empreendimento, é se haverá água para a produção quando esta for necessária.

Por esse motivo, é difícil fazer projeções sobre expansão da agricultura irrigada no Eixo Norte propiciada pela água do PISF. Em função dos custos iniciais de implantação de uma área irrigada (infraestrutura hídrica, equipamentos de irrigação, capacitação etc.), a expansão não será significativa sem a perspectiva de existência de oferta hídrica regular para essa área. No primeiro momento, é mais provável que o excedente hídrico do projeto, quando existir (Sobradinho vertendo), possa ser utilizado em usos econômicos esporádicos.

Nesse caso, áreas irrigadas já implantadas poderiam, em face da perspectiva temporária de aumento da oferta hídrica (oferta hídrica do Eixo Norte  $> 16,4 \text{ m}^3/\text{s}$ ), cultivar uma safra adicional ou alguma lavoura temporária mais demandante de água. Um produtor rural investir na preparação de uma área para a agricultura irrigada apenas em função da água do PISF é, entretanto, no momento, mais improvável.

Quando o Eixo Norte estiver finalizado e operacional, com pelo menos a vazão firme de  $16,4 \text{ m}^3/\text{s}$ , será possível verificar se os cálculos de *deficit* prioritários na região realizados por BNDES (2020) são próximos à realidade e, também, qual será a vazão hídrica adicional para a região em função do ganho sinérgico dos reservatórios. Somente então, caso haja a perspectiva de maiores excedentes hídricos, será factível estimar a efetiva expansão da agricultura irrigada na região possibilitada pelo PISF.

Esse argumento é válido para as indústrias existentes no Eixo Norte. Em função da falta de excedente de vazão disponível do PISF, após atendimento dos *deficit* de demanda dos usos prioritários, a perspectiva não é auspiciosa com relação à capacidade do Eixo Norte do PISF dispor de recursos hídricos para atendimento de *deficit* de demanda não atendida para o uso industrial, em anos de seca, por exemplo. A perspectiva é ainda pior no que concerne à capacidade de o projeto suprir parte da oferta hídrica destinada a atender à demanda hídrica crescente para uso industrial na região entre 2020 e 2040 ( $3,92 \text{ m}^3/\text{s}$  – tabela 3). Todas essas considerações são pautadas na vazão de  $16,4 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o PISF cada vez mais próximo de iniciar sua fase regular de operação, os reais impactos do projeto para a região beneficiada começarão a ocorrer; entre estes, espera-se a diminuição dos problemas relacionados à escassez hídrica, especialmente em anos de seca e no que concerne aos usos prioritários.

Em alguns anos, avaliações diagnósticas sobre esses impactos poderão ser realizadas. Por ora, pode-se especular quais serão tais impactos. Com esse intuito, este estudo foi realizado. Tendo como foco principal os possíveis impactos sobre os usos consuntivos de água nas Als (direta e indireta) dos eixos Leste e Norte do PISF, o trabalho procurou e consolidou evidências, com considerações baseadas nessas evidências, bem como no que o projeto poderá significar para esses usos e, conseqüentemente, impactar em aspectos sociais, econômicos e, em menor medida, ambientais no seu território de abrangência.

**TEXTO para DISCUSSÃO**

Como na outorga conferida pela ANA (2005a) para o direito de uso de água do rio São Francisco para o PISF foi estabelecido que o uso prioritário deve ser para abastecimento humano e dessedentação animal, primeiramente se avaliou a possível contribuição do projeto em ofertar água para o atendimento dos *deficit* de demanda de uso prioritário existentes na região.

Quanto a isso, por meio das estimativas de *deficit* de demanda calculadas por BNDES (2020), identificou-se que, no médio prazo (até 2041), as vazões firmes transpostas pelo PISF para os eixos Leste (10 m<sup>3</sup>/s) e Norte (16,4 m<sup>3</sup>/s) serão suficientes para atender ao *deficit* de demanda de usos prioritários projetado, pelo estudo de BNDES (2020), para o Eixo Leste e pouco mais de 90% do *deficit* projetado para esses usos no Eixo Norte em 2041.

Deve-se, contudo, frisar que os *deficit* de demanda dos usos prioritários projetados no estudo de BNDES (2020) não consideram toda a AI do PISF, de acordo com a definição do MDR (398 municípios). Ou seja, caso se considere o *deficit* de demanda de usos prioritários de todos os municípios da região, o excedente hídrico da água do projeto, após atender a esse *deficit*, será menor, e, desse modo, menos água do PISF será destinada para usos econômicos.

A partir dessas projeções, de posse de estimativa de excedente hídrico, após o atendimento dos *deficit* de usos prioritários, da vazão firme disponível para cada eixo, foi possível avaliar os potenciais impactos do PISF com relação a outros usos e, conseqüentemente, no que concerne aos impactos socioeconômicos do projeto.

A perspectiva de impactos para os eixos Leste e Norte é diferente em função desse excedente. No Eixo Leste, por meio desses dados, o excedente de aproximadamente 5 m<sup>3</sup>/s permitirá que usos não prioritários, como irrigação e indústria, sejam potencialmente atendidos por águas do PISF. Em função disso, estima-se que aproximadamente 4,6 mil hectares possam ser irrigados nas bacias receptoras do Eixo Leste apenas com a vazão firme excedente proveniente da transposição. A depender do coeficiente técnico utilizado, estima-se que essa expansão da área irrigada na AI do Eixo Leste poderá gerar entre 3.977 e 5.966 empregos diretos e entre 4.971 e 5.966 indiretos.

Eventualmente, tal excedente também poderá ser utilizado para fins industriais, com possíveis impactos, nesse caso, com relação a empregos e renda. Não foram feitas projeções quantitativas sobre o possível impacto no setor industrial da região em função do PISF, por falta de dados mais precisos sobre o uso de água nas indústrias. Dessa forma, não existem dados sobre a quantidade de água utilizada por tipo de indústria de transformação ou extrativa; também não existem referências sobre a relação do volume de água utilizado e da produção gerada média por tipo de indústria, o que possibilitaria inferências sobre o uso da água do projeto e a possível expansão da produção industrial na região, com os impactos sobre geração de renda e emprego resultantes disso.

De todo modo, por meio de avaliação qualitativa, a existência de excedente hídrico no Eixo Leste e o possível uso de parte desse excedente em atividades industriais, e no suprimento de parte da vazão de retirada adicional para esse uso até 2041 na região, geram a perspectiva positiva de geração de empregos e renda na indústria regional em função do PISF. Isso é particularmente benéfico, pois, conforme demonstrado ao longo do estudo, a indústria representa um importante setor gerador de empregos e, também, paga, em média, melhores salários que as atividades primárias da economia.

No caso do Eixo Norte, a perspectiva de geração de empregos e renda como consequência da expansão de atividades como agricultura irrigada e indústria em função da oferta hídrica do PISF não é evidente. As estimativas de *deficits* de demanda de usos prioritários (BNDES, 2020) na região sugerem que, possivelmente, toda a vazão firme do projeto para o Eixo Norte (= 16,4 m<sup>3</sup>/s) será utilizada no curto e médio prazo para o atendimento desses *deficits*. Caso não haja excedentes da vazão firme do PISF para usos consuntivos econômicos da água – ou seja, não prioritários –, a oferta hídrica para essas atividades provenientes da transposição somente existirá em caso de adução de vazões superiores no rio São Francisco (maior que 16,4 m<sup>3</sup>/s para o Eixo Norte; maior que 26,4 m<sup>3</sup>/s para o PISF como um todo).

Mesmo que ocorra essa adução de volumes superiores de água em determinados anos/períodos, ainda assim não é evidente que isso possibilite a expansão de atividades econômicas que dependam de suprimento regular e previsível de água para sua realização. Sem isso, poucos agentes econômicos tomarão a decisão de investir na ampliação de atividades produtivas dependentes de água que talvez esteja disponível em períodos incertos.

Outros possíveis impactos do PISF analisados foram referentes ao abastecimento humano rural, aos ganhos sinérgicos na operação dos reservatórios receptores e aos danos ambientais provocados pelo empreendimento.

Sobre o abastecimento humano rural, infere-se que, eventualmente, uma pequena parcela da população rural poderá ser atendida, em alguma medida, pela transposição para suprimento de oferta hídrica a ser utilizada em usos prioritários. No geral, supõe-se que apenas habitantes de comunidades localizadas em pequenas distâncias dos canais do PISF poderão ser atendidos por esse meio – limitação espacial conscrita em raios de distância dos canais e reservatórios do projeto de 5 km, talvez 10 km.

Para o aumento da segurança hídrica dessa população rural dispersa, medidas complementares ao PISF terão de ser adotadas; por exemplo, o contínuo investimento em cisternas e operações

periódicas, necessárias em períodos de ocorrência de fenômenos climáticos extremos, como a dos carros-pipa.

Quanto aos possíveis ganhos sinérgicos nos reservatórios receptores do PISF em função da vazão exógena ofertada por este, devido à diminuição da perda por evaporação nos açudes, qualitativamente inúmeras referências analisadas corroboram esse provável impacto positivo. Não existem, entretanto, estimativas bem fundamentadas quanto à magnitude desse ganho sinérgico. Com a entrada em operação do PISF, recomenda-se que estudos específicos que tenham o objetivo de monitorar esse possível ganho sejam realizados, com o intuito de contribuir com as instituições gestoras de recursos hídricos estaduais para melhor gerenciarem esse recurso e essas instituições com a operadora federal do sistema do projeto. Dessa forma, espera-se que esses estudos possam colaborar para a elaboração dos PGAs, munidos das informações mais precisas possíveis.

Por último, como sugestão de possíveis estudos complementares a esse, recomenda-se a realização de estudos que avaliem os possíveis impactos ambientais do PISF após a entrada em operação regular desse empreendimento. Tais estudos deverão investigar os impactos do projeto não apenas sobre as bacias receptoras no Nordeste Setentrional, mas também sobre a bacia hidrográfica do rio São Francisco, atualmente tão degradada.

Outro tipo de estudo relevante com referência aos impactos do PISF na sua AI consiste em investigações sobre os possíveis impactos das mudanças climáticas sobre a região de influência da transposição – nesse caso, considerando-se também a bacia hidrográfica do São Francisco. Estudos dessa natureza possibilitarão, por exemplo, avaliações mais quantitativas sobre o grau do impacto, no médio e longo prazo, sobre a região beneficiada pela transposição (AI do PISF) e sobre a bacia do São Francisco, da vazão variável retirada do rio São Francisco pelo projeto.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, V. C. de. **Simulação do sistema de reservatórios do Projeto de Integração do Rio São Francisco diante de cenários de seca hidrológica**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Resolução nº 411, de 22 de setembro de 2005. Outorga ao ministério da Integração Nacional o direito de uso de recursos hídricos do rio São Francisco, para execução de projeto de integração do rio com as bacias hidrográficas do Nordeste Setentrional.

**Diário Oficial da União**, Brasília, p. 89, 26 set. 2005a. Seção 1. Disponível em: <<https://bit.ly/3MmG86Q>>. Acesso em: 23 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. **Nota Técnica nº 390/2005/SOC**. Brasília: ANA, set. 2005b.

\_\_\_\_\_. **Usos consuntivos da água no Brasil (1931-2030)**. Brasília: SNIRH; ANA, 2021. Disponível em: <<https://bit.ly/3TaXXsT>>.

ARAGÃO, T. G. **Transposição das águas do rio São Francisco para a bacia do rio Paraíba: uma avaliação de sinergia e sustentabilidade hídrica utilizando o modelo de rede de fluxo Acquanet**. 2008. 140 f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2008.

BNDES – BANCO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Relatório de estudo de demanda e da oferta**. Rio de Janeiro: BNDES, 2019. 192 p.

\_\_\_\_\_. **Modelagem PISF**: relatório de estudo de engenharia. Rio de Janeiro: BNDES, 2020. 792 p.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**: Relatório de Impacto Ambiental (Rima). Brasília: MI, 2004.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 5.995, de 19 de dezembro de 2006. Institui o Sistema de Gestão do Projeto de Integração do Rio São Francisco com as Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 dez. 2006. Disponível em: <<https://bit.ly/3TayD64>>. Acesso em: 20 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. Casa Civil. **Avaliação de políticas públicas**: guia prático de análise *ex post*. Brasília: Casa Civil, 2018.

\_\_\_\_\_. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Municípios beneficiados – PISF**. Brasília: MDR, 2021. Disponível em: <<https://bit.ly/3uwMHMG>>. Acesso em: 19 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Planilha entrega de água – PISF**. Brasília: MDR, 2022. Mimeografado.

CASTRO, C. N. **Impactos do Projeto de Transposição do Rio São Francisco na Agricultura Irrigada no Nordeste Setentrional**. Brasília: Ipea, jan. 2011a. (Texto para Discussão, n. 1573).

\_\_\_\_\_. **Transposição do rio São Francisco**: análise de oportunidade do projeto. Brasília: Ipea, fev. 2011b. (Texto para Discussão, n. 1577).

\_\_\_\_\_. **Sobre a agricultura irrigada no semiárido:** uma análise histórica e atual de diferentes opções de política. Brasília: Ipea, fev. 2018. (Texto para Discussão, n. 2369).

CCOMSEX – CENTRO DE COMUNICAÇÃO SOCIAL DO EXÉRCITO. Operação Pipa: água para o semiárido nordestino. **Revista Verde-Oliva**, Brasília, n. 195, p. 22-24, abr.-jun. 2008.

CYSNE, A. P. **Vulnerabilidade de reservatórios em rios de alta variabilidade em um cenário de mudanças climáticas.** 2007. 93 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

FALKENMARK, M.; WIDSTRAND, C. Population and water resources: a delicate balance. **Population Bulletin**, v. 43, n. 20, p. 1-36, Nov. 1992.

FARIAS, J. A. M. *et al.* Sinergia hídrica em sistemas integrados de reservatórios: estudos de casos relacionados com a transposição das águas do rio São Francisco. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Fortaleza, p. 1-18, 2002. Disponível em: <<https://bit.ly/3KeSfly>>. Acesso em: 26 ago. 2021.

FRANÇA, F. M. C. (Org.). **A importância do agronegócio da irrigação para o desenvolvimento do Nordeste.** Fortaleza: BNB, 2001.

GONDIM, J. *et al.* A seca atual no semiárido nordestino: impactos sobre os recursos hídricos. **Parcerias Estratégicas**, v. 22, n. 44, p. 277-300, 2017.

GUIMARÃES, S. O. *et al.* Projeções de mudanças climáticas sobre o Nordeste brasileiro dos modelos do CMIP5 e do Cordex. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 3, p. 337-365, 2016. Disponível em: <<https://bit.ly/3wndR9u>>. Acesso em: 15 fev. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2010.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <<https://bit.ly/3y kzQON>>. Acesso em: 10 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico.** Rio de Janeiro: IBGE, 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/3KgXBwt>>. Acesso em: 11 ago. 2021.

\_\_\_\_\_. **Censo Agropecuário 2017.** Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <<https://bit.ly/3qRnGKc>>. Acesso em: 10 jul. 2021.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil: past, present, and future. **Theoretical Applied Climatology**, v. 124, n. 3-4, p. 1-12, 2016.

MELO, C. R. de. **Análise do Eixo Leste da transposição do rio São Francisco face aos cenários de uso previsto.** 2010. 201 f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2010.

MUDANÇA em sua vida. **Gov.br (notícia)**, 5 ago. 2020. Disponível em: <<https://bit.ly/3QG2LVk>>. Acesso em: 19 jun. 2021.

PIMENTEL, J. N. F. **Impacto da escassez hídrica na agricultura irrigada e estratégia de cultivo e manejo da irrigação em condições de déficit hídrico**. 2021. 60 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

RIGHETTO, A. M.; GUIMARÃES JÚNIOR, J. A.; MELO, J. M. B. G. Aplicação do modelo Modhisa para geração de vazões médias mensais em rios do semiárido nordestino. *In*: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 6., 2003, Natal, Rio Grande do Norte. **Anais...** Natal: ABRH, 2003.

SANTANA, A. S.; SANTOS, G. R. Impactos da seca de 2012-2017 na região semiárida do Nordeste: notas sobre a abordagem de dados quantitativos e conclusões qualitativas. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, n. 22, p. 119-129, jan./jun. 2020.

SOBEL, T. F.; COSTA, E. F. Impactos na geração de empregos e renda da implantação do projeto pontal no vale do São Francisco. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 35, n. 3, p. 405-423, jul./set. 2004.

VIANA, J. P. **Ações do governo federal na área de influência do Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional**: uma avaliação dos investimentos nos municípios do plano de ação. Brasília: Ipea, maio 2014. (Texto para Discussão, n. 1965).

## BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

COOK, C.; BAKKER, K. Water security: debating an emerging paradigm. **Global Environment Change**, v. 22, n. 1, p. 94-102, Feb. 2012.

## APÊNDICE A

## QUADRO A.1

**Lista dos municípios beneficiados pelo Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional (PISF) – Eixo Leste**

Paraíba		Pernambuco	
Alagoa Grande	Mamanguape	Afogados da Ingazeira	Jurema
Alagoa Nova	Mari	Águas Belas	Lagoa do Ouro
Alcantil	Matinhas	Alagoinha	Lajedo
Amparo	Mogeiro	Angelim	Machados
Araçagi	Monteiro	Arcoverde	Orobó
Araruna	Nova Floresta	Barra de Guabiraba	Palmeirina
Aroeiras	Nova Palmeira	Belo Jardim	Paranatama
Baraúna	Olivedos	Betânia	Passira
Barra de Santa Rosa	Ouro Velho	Bezerros	Pedra
Barra de Santana	Parari	Bom Conselho	Pesqueira
Barra de São Miguel	Pedra Lavrada	Bom Jardim	Poçoão
Boa Vista	Picuí	Bonito	Quixaba
Boqueirão	Pilar	Brejão	Riacho das Almas
Cabaceiras	Pocinhos	Brejinho	Sairé
Cacimba de Dentro	Prata	Brejo da Madre de Deus	Salgadinho
Cacimbas	Princesa Isabel	Buíque	Saloá
Camalaú	Queimadas	Cachoeirinha	Sanharó
Campina Grande	Riachão do Poço	Caetés	Santa Cruz da Baixa Verde
Caturité	Riacho de Santo Antônio	Calçado	Santa Cruz do Capibaribe
Congo	Rio Tinto	Camocim de São Félix	Santa Maria do Cambucá
Coxixola	Salgado de São Félix	Canhotinho	Santa Terezinha
Cubati	Santo André	Capoeiras	São Bento do Una
Cuité	São João do Cariri	Carnaíba	São Caitano
Cuité de Mamanguape	São João do Tigre	Caruaru	São João
Curral de Cima	São José dos Cordeiros	Casinhas	São Joaquim do Monte
Damião	São José dos Ramos	Correntes	São José do Egito
Desterro	São Miguel de Taipu	Cumaru	Sertânia

(Continua)

(Continuação)

Frei Martinho	São Sebastião de Lagoa de Roça	Custódia	Solidão
Gado Bravo	São Sebastião do Umbuzeiro	Flores	Surubim
Gurinhém	Sapé	Frei Miguelinho	Tabira
Gurjão	Seridó	Garanhuns	Tacaimbó
Imaculada	Serra Branca	Gravatá	Taquaritinga do Norte
Ingá	Sobrado	Iati	Terezinha
Itabaiana	Soledade	Iguaraci	Toritama
Itapororoca	Sossêgo	Ingazeira	Triunfo
Itatuba	Sumé	Itaíba	Tupanatinga
Juarez Távora	Taperoá	Itapetim	Tuparetama
Juazeirinho	Teixeira	Jataúba	Venturosa
Juripiranga	Zabelê	João Alfredo	Vertente do Lério
Lagoa Seca		Jucati	Vertentes
Livramento		Jupi	

Fonte: Brasil (2021).

**QUADRO A.2****Lista dos municípios beneficiados pelo PISF – Eixo Norte**

Ceará		Pernambuco	
Abaiara	Itapiúna	Araripina	Salgueiro
Acarape	Jaguaretama	Bodocó	Santa Cruz
Acopiara	Jaguaribara	Cedro	Santa Filomena
Altaneira	Jaguaribe	Exu	São José do Belmonte
Antonina do Norte	Jaguaruana	Granito	Serrita
Aquiraz	Jardim	Ipubi	Terra Nova
Aracati	Jati	Moreilândia	Trindade
Aracoiaíba	Juazeiro do Norte	Ouricuri	Verdejante
Araripe	Jucás	Parnamirim	
Aratuba	Lavras da Mangabeira	Rio Grande do Norte	
Assaré	Limoeiro do Norte	Acari	Major Sales
Aurora	Maracanaú	Açu	Marcelino Vieira
Baixio	Maranguape	Água Nova	Martins
Barbalha	Mauriti	Alexandria	Messias Targino
Barreira	Milagres	Almino Afonso	Mossoró
Barro	Missão Velha	Alto do Rodrigues	Olho-d'Água do Borges
Baturité	Morada Nova	Angicos	Paraná
Beberibe	Mulungu	Antônio Martins	Paraú
Brejo Santo	Nova Olinda	Apodi	Patu
Campos Sales	Ocara	Augusto Severo	Riachuelo
Capistrano	Orós	Bodó	Pau dos Ferros
Caririaçu	Pacajus	Caiçara do Rio do Vento	Pedra Preta
Cariús	Pacatuba	Caicó	Pedro Avelino
Cascavel	Pacoti	Carnaubais	Pendências
Caucaia	Palhano	Cerro Corá	Pilões
Cedro	Palmácia	Cruzeta	Portalegre
Chorozinho	Penaforte	Currais Novos	Rafael Fernandes
Crato	Pereiro	Felipe Guerra	Riacho da Cruz
Eusébio	Pindoretama	Fernando Pedroza	Riacho de Santana
Farias Brito	Porteiras	Florânia	Rodolfo Fernandes
Fortaleza	Potengi	Fruitoso Gomes	Rodolfo Fernandes

(Continua)

(Continuação)

Fortim	Quixelô	Governador Dix-Sept Rosado	São Fernando
Granjeiro	Quixeré	Guamaré	São Francisco do Oeste
Guaiúba	Redenção	Itajá	São José do Seridó
Guaramiranga	Russas	Itaú	São Rafael
Horizonte	Salitre	Janduís	São Vicente
Ibaretama	Santana do Cariri	Jardim de Angicos	Serra do Mel
Ibicuitinga	São Gonçalo do Amarante	Jardim de Piranhas	Serrinha dos Pintos
Icó	São João do Jaguaribe	João Dias	Severiano Melo
Iguatu	Tabuleiro do Norte	José da Penha	Taboleiro Grande
Ipaumirim	Tarrafas	Jucurutu	Tenente Ananias
Itaiçaba	Umari	Lagoa Nova	Tenente Laurentino Cruz
Itaitinga	Várzea Alegre	Lajes	Timbaúba dos Batistas
		Lucrécia	Triunfo Potiguar
		Luís Gomes	Umarizal
		Macau	Viçosa
Paraíba			
Água Branca	Condado	Patos	São Bento
Aguiar	Coremas	Paulista	São Francisco
Areia de Baraúnas	Curral Velho	Pedra Branca	São João do Rio do Peixe
Assunção	Diamante	Piancó	São José de Caiana
Belém do Brejo do Cruz	Ibiara	Poço Dantas	São José de Espinharas
Bernardino Batista	Itaporanga	Poço de José de Moura	São José de Princesa
Boa Ventura	Joca Claudino (Santarém)	Pombal	São José do Sabugi
Bom Jesus	Junco do Seridó	Quixabá	São Mamede
Bonito de Santa Fé	Juru	Salgadinho	Serra Grande
Brejo do Cruz	Lastro	Santa Cruz	Sousa
Cachoeira dos Índios	Malta	Santa Helena	Tavares
Cacimba de Areia	Manaíra	Santa Inês	Uiraúna
Cajazeiras	Marizópolis	Santa Luzia	Várzea
Cajazeirinhas	Nazarezinho	Santana de Mangueira	Vieirópolis
Catolé do Rocha	Nova Olinda	Santana dos Garrotes	Vista Serrana
Conceição	Passagem	São Bentinho	

Fonte: Brasil (2021).

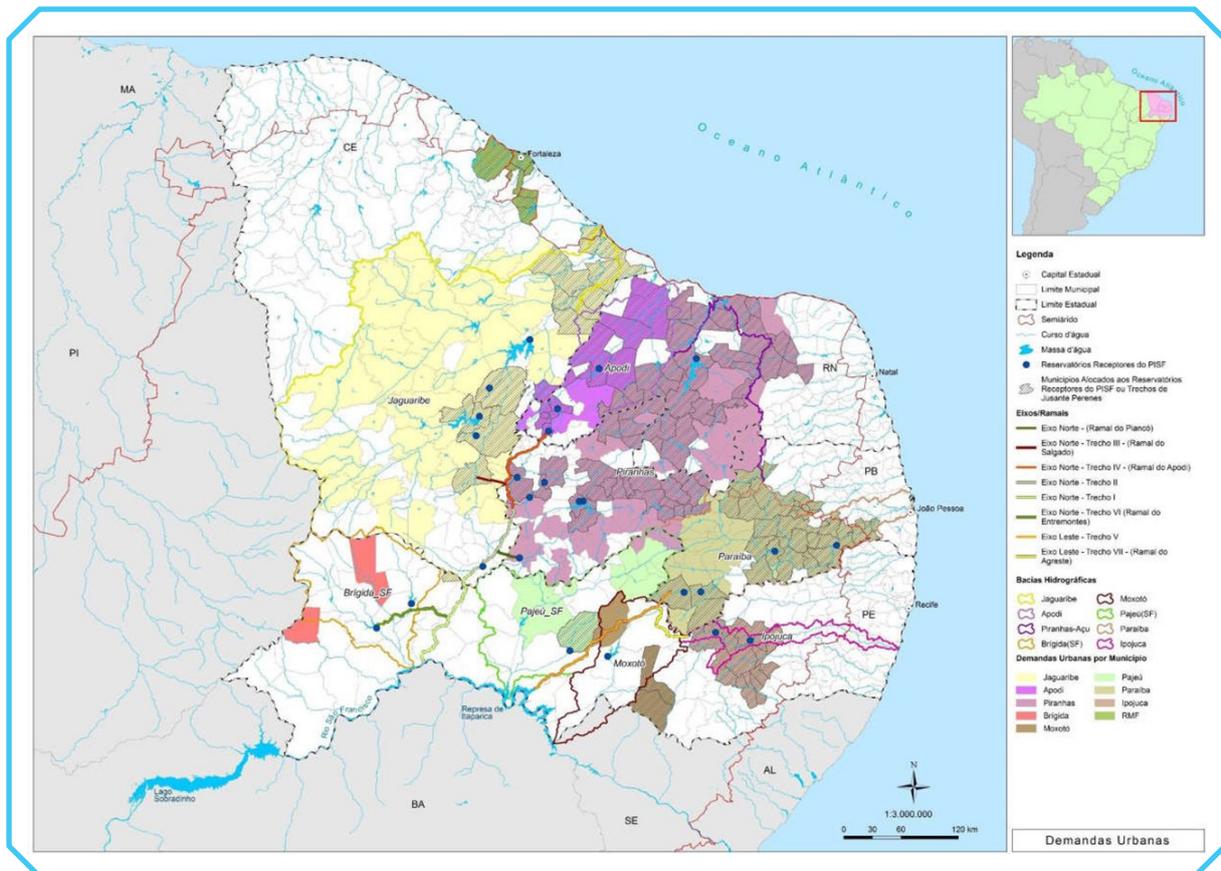
## REFERÊNCIA

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. **Municípios beneficiados – PISF**. Brasília: MDR, 2021. Disponível em: <<https://bit.ly/3uwMHMG>>. Acesso em: 19 jun. 2021.

## ANEXO A

## MAPA A.1

Municípios com demandas urbanas total<sup>1</sup> ou parcialmente<sup>1</sup> alocadas aos mananciais modelados



Elaboração: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES).

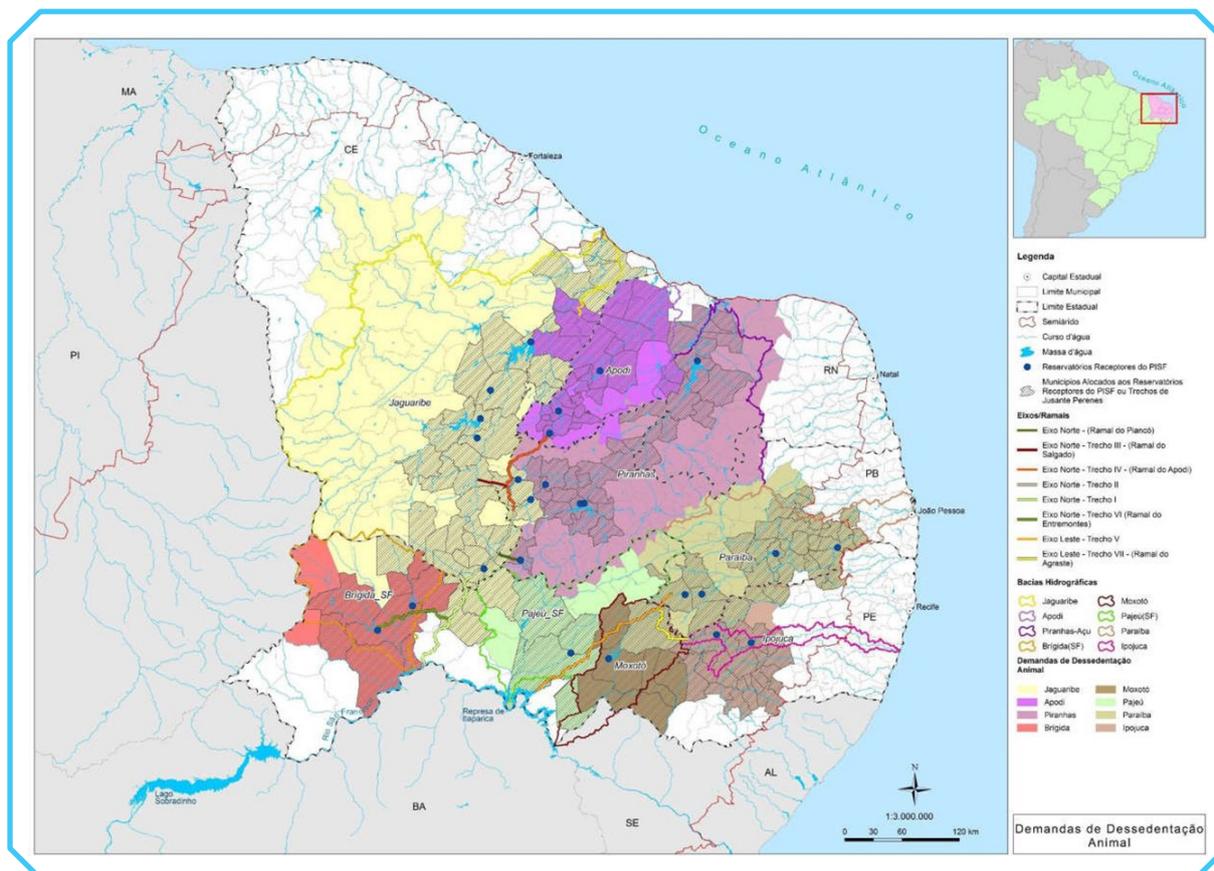
Nota: <sup>1</sup> Os municípios com área hachurada no mapa tiveram suas demandas urbanas total ou parcialmente alocadas aos mananciais receptores das águas do PISF.

Obs.: 1. PISF – Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional; RM – região metropolitana; e SF – São Francisco.

2. Figura reproduzida em baixa resolução e cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

**MAPA A.2**

Municípios com demandas de dessedentação animal total<sup>1</sup> ou parcialmente<sup>1</sup> alocadas aos mananciais modelados



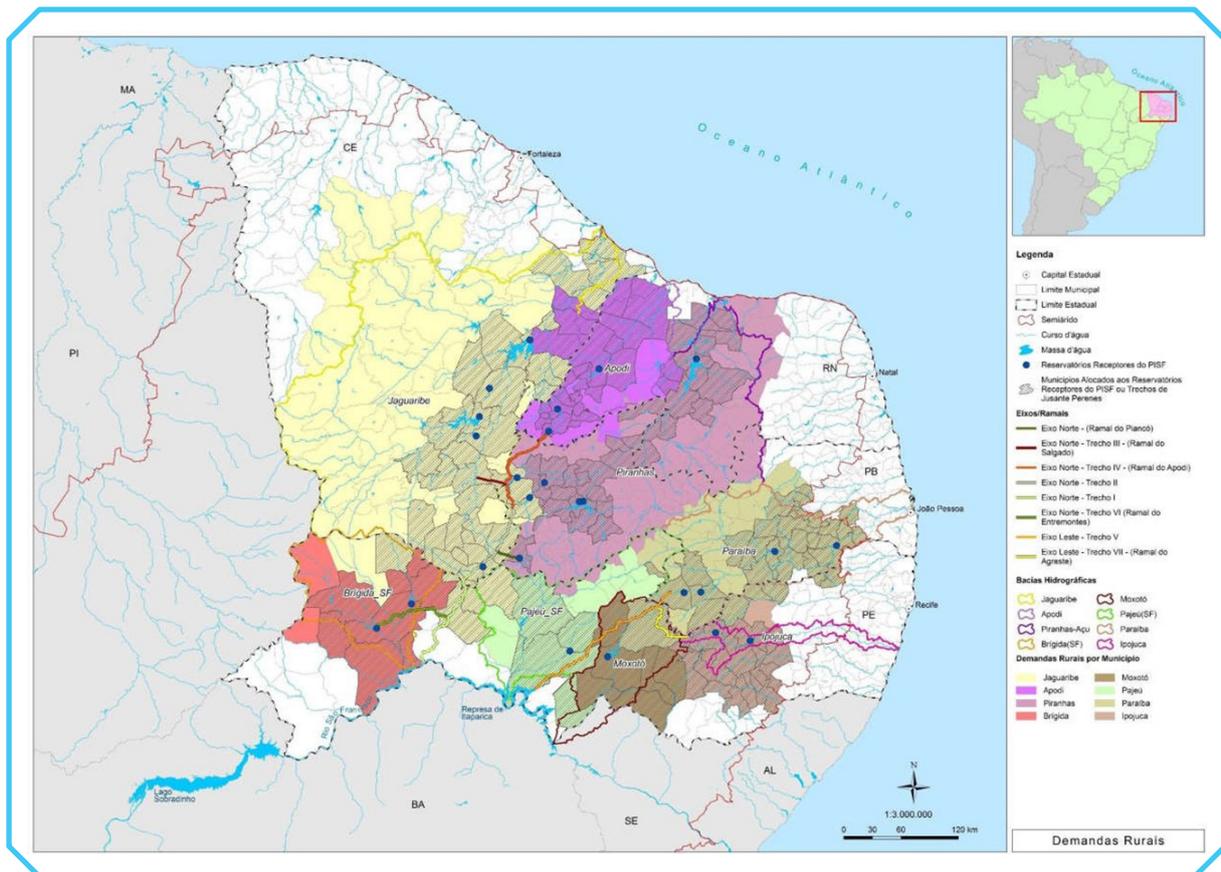
Elaboração: BNDES.

Nota: 1 Os municípios com área hachurada no mapa tiveram suas demandas de dessedentação animal total ou parcialmente alocadas aos mananciais receptores das águas do PISF.

Obs.: Figura reproduzida em baixa resolução e cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

**MAPA A.3**

Municípios com demandas rurais total<sup>1</sup> ou parcialmente<sup>1</sup> alocadas aos mananciais modelados



Elaboração: BNDES.

Nota: <sup>1</sup> Os municípios com área hachurada no mapa tiveram suas demandas rurais total ou parcialmente alocadas aos mananciais receptores das águas do PISF.

Obs.: Figura reproduzida em baixa resolução e cujos leiaute e textos não puderam ser padronizados e revisados em virtude das condições técnicas dos originais (nota do Editorial).

# Ipea – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

## EDITORIAL

### **Chefe do Editorial**

Aeromilson Trajano de Mesquita

### **Assistentes da Chefia**

Rafael Augusto Ferreira Cardoso

Samuel Elias de Souza

### **Supervisão**

Camilla de Miranda Mariath Gomes

Everson da Silva Moura

### **Revisão**

Alice Souza Lopes

Amanda Ramos Marques

Ana Clara Escórcio Xavier

Barbara de Castro

Clícia Silveira Rodrigues

Olavo Mesquita de Carvalho

Regina Marta de Aguiar

Reginaldo da Silva Domingos

Brena Rolim Peixoto da Silva (estagiária)

Nayane Santos Rodrigues (estagiária)

### **Editoração**

Anderson Silva Reis

Cristiano Ferreira de Araújo

Danielle de Oliveira Ayres

Danilo Leite de Macedo Tavares

Leonardo Hideki Higa

### **Capa**

Aline Cristine Torres da Silva Martins

### **Projeto Gráfico**

Aline Cristine Torres da Silva Martins

*The manuscripts in languages other than Portuguese published herein have not been proofread.*

### **Ipea – Brasília**

Setor de Edifícios Públicos Sul 702/902, Bloco C

Centro Empresarial Brasília 50, Torre B

CEP: 70390-025, Asa Sul, Brasília-DF

## **Missão do Ipea**

Aprimorar as políticas públicas essenciais ao desenvolvimento brasileiro por meio da produção e disseminação de conhecimentos e da assessoria ao Estado nas suas decisões estratégicas.



**ipea** Instituto de Pesquisa  
Econômica Aplicada

