

PROJETO DE TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO: IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS NO SEMIÁRIDO NORDESTINO

Edson Ramos de Medeiros¹
Terciane Sabadini Carvalho²
Kênia Barreiro de Souza³

Resumo: O objetivo deste estudo é avaliar os impactos socioeconômicos do Projeto de Integração do rio São Francisco (PISF) – considerando aspectos regionais, setoriais, da distribuição de renda entre as famílias e entre regiões e do mercado de trabalho. Para tanto, utiliza-se um modelo de Equilíbrio Geral Computável (EGC) inter-regional dinâmico – denominado TERM-NEPISF – para quinze mesorregiões do Nordeste. Foram considerados dois cenários: i) acréscimo de investimento no setor de água em sete mesorregiões da Área Diretamente Afetada (ADA), e ii) aumento de produtividade total dos fatores nos setores agrícolas em decorrência da irrigação, nas nove mesorregiões da Área de Influência Direta (AID) do projeto. Em geral, os resultados revelam que o maior investimento provoca efeitos regionais positivos, porém marginais sobre PIB, emprego, consumo das famílias. Ao se considerar o aumento de produtividade, estima-se efeitos mais significativos para as mesorregiões que constituem a AID. No mercado de trabalho, os mais beneficiados foram os trabalhadores rurais, e os efeitos sobre salário e consumo, foram maiores para as famílias de estratos de renda mais baixos. Ademais, os resultados mostram variação negativa do índice Gini para o ano de 2030 para quase todas as regiões, com exceção do Rio grande do Norte.

Palavras-Chave: Projeto de Transposição do Rio São Francisco, semiárido nordestino, impactos socioeconômicos, Equilíbrio Geral Computável

Classificação JEL: R11, Q00, Q25, C68

Abstract: The aim of this study is to assess the socioeconomic impacts of the São Francisco River Integration Project (PISF) – considering regional, sectoral, income distribution aspects among households and between regions and the labor market. In order to do that, a dynamic inter-regional Computable General Equilibrium (CGE) model is used - called TERM-NEPISF - for fifteen mesoregions of the Northeast. Two scenarios were considered: i) increase in investment in the water sector in seven mesoregions of the Directly Affected Area (ADA), and ii) increase in total factor productivity in agricultural sectors due to irrigation, in the nine mesoregions of the Direct Influence Area (AID) of the project. In general, the results reveal that greater investment has positive, albeit marginal, effects on GDP, employment, and household consumption. When the increase in productivity is considered, the effects estimated for the mesoregions that constitute the AID are more significant. In the labor market, those who benefited the most were rural workers, and the effects on wages and consumption were more prominent for households from lower income strata. Furthermore, the results show a negative variation of the Gini index for the year 2030 for almost all regions, with the exception of Rio Grande do Norte.

Palavras-Chave: Transposition Project of the São Francisco River; semiarid northeast, Socioeconomic Impacts; Computable General Equilibrium.

Área: Economia Agrícola e do Meio Ambiente

¹ Doutor em Desenvolvimento Econômico pelo Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico da Universidade Federal do Paraná

² Professora Dra. Adjunta do Departamento de Ciências Econômicas e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico da Universidade Federal do Paraná. Bolsista de Produtividade e Pesquisa do CNPq.

³ Professora Dra. Adjunta do Departamento de Ciências Econômicas e do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico da Universidade Federal do Paraná. Bolsista de Produtividade e Pesquisa do CNPq.

1 INTRODUÇÃO

O semiárido nordestino sofre, historicamente, com problemas de segurança hídrica⁴ e suas consequências. A região se encontra em uma área de baixo-médio índice pluviométrico – menos de 800 mm por ano, sendo, segundo INMET (2020), o mais baixo do Brasil. Apesar de séculos de convivência e dificuldades geradas por longas estiagens e da expansão de investimentos em infraestrutura hídrica, a oferta de água permanece incompatível com a demanda. O fenômeno de estiagens e escassez hídrica na região é registrado desde o século XVI, enquanto o debate e a busca por soluções datam do século XVIII. Todavia, somente no século XIX, após a independência do Brasil, o problema chegou ao cunho governamental. As primeiras políticas públicas adotadas e os primeiros investimentos realizados – construção de açudes e poços – são do final do século XIX. Desde então, políticas públicas e investimentos foram realizados e adotados no combate a escassez hídrica e melhoria de infraestrutura, bem como tentativas de impulsionar o desenvolvimento da região (CAMPOS, 2014; MACHADO, 2017).

Diante deste panorama, a transposição das águas do Rio São Francisco, sobretudo para o semiárido dos estados de Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte foi recorrentemente colocada em debate. Todavia, apenas em 2004, com amadurecimento de estudos anteriores e elaboração do Relatório Síntese de Viabilidade Técnico Econômica e Ambiental (ENGEORPS/HARZA, 2000) e do Relatório de Impacto Ambiental – RIMA (MIN, 2004), foi oficialmente lançado pelo Governo Federal do Brasil o Projeto Integração do rio São Francisco às bacias hidrográficas do Nordeste setentrional (PISF), ou mais comumente chamado de Projeto de Transposição do rio São Francisco – como essencial para dirimir os problemas decorrentes de estiagens no semiárido do Nordeste, promover oportunidades econômicas, criar condições para o desenvolvimento e reduzir disparidades que a região registra.

O PISF tem por objetivo garantir a segurança hídrica e consequentemente combater os seus efeitos, gerando emprego, renda, aumento de produtividade e promovendo inclusão social. Estruturalmente, busca interligar o Rio São Francisco às represas/açudes estratégicos do Nordeste Setentrional. Assim, de acordo com o Relatório de Impacto Ambiental (MIN, 2004), além do abastecimento de grandes centros urbanos por períodos mais prolongados e de pequenos e médios municípios do semiárido nordestino, o PISF busca beneficiar áreas com potencial econômico para o desenvolvimento, bem como tem amplo alcance de abastecimento no meio rural, seja mediante canais ou perenização de rios, promovendo acesso a água e possibilitando a inserção social dessas áreas.

A literatura, tanto teórica quanto empírica, aponta a importância do acesso à água e à infraestrutura hídrica como elemento para o desenvolvimento. Nesse sentido, Leme (2010) mostra que a disponibilidade ou o acesso à água é um dos principais determinantes da ocupação geográfica, do controle habitacional e do desenvolvimento regional. Tundisi (2003) partilha desse pensamento, ao defender que o desenvolvimento econômico depende dos recursos

⁴ Existem diferentes definições de segurança hídrica. Tanto o Relatório de Impacto Ambiental (RIMA), como Relatório Síntese de Viabilidade técnica-Econômica e Ambiental do Projeto de Integração do São Francisco (PISF) não deixam claro qual definição foi usada. Segundo UN WATER (2013), segurança hídrica consiste na capacidade de uma população de salvaguardar o acesso sustentável a quantidades adequadas de água de qualidade para garantir meios de sobrevivência, o bem-estar humano, o desenvolvimento socioeconômico; para assegurar proteção contra poluição e desastres relacionados à água, e para preservação de ecossistemas em um clima de paz e estabilidade política. Por sua vez, de acordo Plano Nacional de Segurança Hídrica, da ANA (2019), a segurança hídrica existe quando há disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficientes para o atendimento às necessidades humanas, à prática das atividades econômicas e à conservação dos ecossistemas aquáticos, acompanhada de um nível aceitável de risco relacionado a secas e cheias, devendo ser consideradas as suas quatro dimensões como balizadoras do planejamento da oferta e do uso da água em um país.

hídricos, sendo a água um fator de desenvolvimento devido aos inúmeros usos diretamente relacionados, seja na agricultura, na indústria, geração de energia, pesca, navegação, ou lazer, seja a nível regional, nacional ou internacional.

Por sua vez, Sachs (2001) e SIWI (2005), apresentam evidências de uma relação positiva entre oferta de recursos hídricos e desenvolvimento econômico – ou negativa com subdesenvolvimento. Países com maior disponibilidade de recursos hídricos se mostram mais desenvolvidos, enquanto países com menor disponibilidade se mostram menos desenvolvidos. Por essa razão, para Ferreira (2007), a questão hídrica deve ter posição proeminente nas políticas de desenvolvimento regional, buscando compreender os recursos hídricos como fator integrador dos seus inúmeros usos e funções, como elemento essencial para a sobrevivência da biodiversidade e das sociedades; como recurso essencial para o desenvolvimento econômico.

Dois caminhos ligam recursos hídricos e desenvolvimento econômico, de acordo com Hutton et al. (2004): i) boa gestão de recursos hídricos juntamente com capacidade de armazenamento destes recursos, possibilitam maior estabilidade econômica, visto que a economia fica menos suscetível a choques exógenos (sejam de natureza econômica ou não), e por conseguinte diminuem-se as incertezas e riscos, estimulando desta forma o investimento, proporcionando aumento de produção e produtividade; ii) uma maior e melhor oferta, juntamente com acesso a água pela população, gera externalidades positivas nas condições de saúde e de vida, e conseqüentemente, esses efeitos, além de reduzir gastos com saúde, afetam positivamente a força de trabalho, que com melhores condições tendem a, por exemplo, faltar menos em suas atividades produtivas.

Tais efeitos, são fatores que contribuem para aumentar a produtividade da força de trabalho, e conseqüentemente dos fatores de produção como um todo, impactando positivamente no crescimento da economia, promovendo inclusão social e agindo sobre a desigualdade. Esse ganho de produtividade, de acordo como Mussolini e Teles (2010) e De Negri e Cavalcante (2014), tem no Brasil papel preponderante devido ao alto nível de exclusão social e desigualdades que o país apresenta, bem como pela baixa produtividade dos fatores que o país registrou nas últimas décadas e pela sua lenta evolução.

Diante deste panorama, posto o objetivo do PISF e o debate acerca de sua relevância, torna-se importante investigar os possíveis efeitos decorrentes de sua implantação. Desta forma, o artigo tem como objetivos: i) verificar o efeito global sobre produção, emprego, renda e consumo nas mesorregiões beneficiadas; ii) analisar os impactos sobre as famílias, no que tange ao emprego, renda e consumo, considerando diferentes tipos de famílias; iii) analisar os impactos sobre o trabalho rural e urbano; e iv) verificar os efeitos sobre as disparidades regionais. Em suma, busca-se avaliar os impactos socioeconômicos regionais do projeto de transposição do Rio São Francisco no Nordeste brasileiro.

Para alcançar este objetivo, utilizou-se um modelo dinâmico e inter-regional de Equilíbrio Geral Computável (EGC), denominado TERM-NEPISF, com desagregação espacial específica para a área de abrangência do projeto. Trata-se de um modelo multissetorial e com estrutura desagregada para dois tipos de ocupação (rural e urbana) e cinco tipo de famílias, conforme estratos de renda da região Nordeste. A partir do TERM-NEPISF, foram adotadas duas frentes para analisar os impactos socioeconômicos dos PISF. Inicialmente, investiga-se os impactos das obras físicas, com uma simulação de aumento do investimento realizado na construção de infraestrutura. Na segunda simulação, adicionalmente a primeira, aplica-se ganho de produtividade total dos fatores nos setores agrícolas, resultante da melhoria de infraestrutura hídrica e de uma maior oferta de água na região.

Assim, o estudo contribui na discussão acerca da importância do PISF para a região Nordeste, sobretudo de seu semiárido, ao possibilitar uma avaliação do PISF e seus impactos socioeconômicos, diante da existência de poucos estudos que analisem os impactos econômicos desse projeto. Vale ressaltar que não foi encontrado na literatura revisada nenhum estudo

utilizando modelo de EGC, que consideram interconexões produtivas e potenciais efeitos de longo prazo do projeto. Além desta contribuição, este estudo apresenta um modelo com desagregação espacial específica da região, considerando diferentes tipos de ocupação e de famílias, permitindo uma análise detalhada do objeto de estudo. Além disso, o modelo utilizado se apresenta como ferramenta importante que pode contribuir na avaliação de outras políticas, projetos ou programas governamentais voltados à região.

Quanto à estrutura, o artigo apresenta, além desta introdução, mais quatro seções. Na próxima, tem-se a metodologia, na qual discorre-se sobre o modelo TERM-NESPISP, suas principais características e base de dados. A terceira apresenta o fechamento e estratégia de simulação do modelo. Na quarta tem-se os resultados e a sua discussão e por fim, as considerações finais e conclusões do estudo.

2 METODOLOGIA: O MODELO TERM-NEPISF

O modelo TERM-NEPISF segue a tradição da escola australiana de equilíbrio geral computável, em que se tem por base a construção de modelos a partir de equações linearizadas e as soluções obtidas são em termos de variações percentuais ou em taxas de crescimento, ou seja do tipo Johansen. A estrutura teórica tem por base a versão australiana do TERM, elaborado Horridge et al. (2005).

O TERM é um modelo multirregional com uma estrutura do tipo *bottom-up*, em que o comportamento dos agentes é estabelecido ao nível regional, ou seja, cada região tem sua estrutura de produção, e os resultados nacionais são obtidos a partir da soma de resultados regionais ponderados (HADDAD, 2004), possibilitando desta maneira examinar impactos regionais decorrentes de choques ocorridos em uma determinada região. Ademais, além de ser desenvolvido para lidar com dados regionais desagregados, sua forma de construção permite uma geração de soluções mais rápidas para as simulações (HORRIDGE et al., 2005). O modelo deriva de avanços e desenvolvimento contínuos dos modelos ORANI (DIXON et al., 1982) e de sua versão genérica, o ORANI-G (HORRIDGE, 2000)

Em termos gerais o TERM-NEPISF apresenta as seguintes características: i) está desagregado em 20 regiões, sendo 15 mesorregiões atendidas pelo PISF, resto do Nordeste, e as demais 4 macrorregiões do Brasil (Norte, Sul, Sudeste e Centro-Oeste); ii) é constituído por 76 setores, com desagregação nos produtos da agricultura (Quadro 1); iii) apresenta 2 tipos de ocupação, rural e urbana, e 5 tipos de famílias desagregadas com base nas classes de renda da região Nordeste; e iv) possui elementos de dinâmica recursiva para a acumulação de capital e equilíbrio no mercado de trabalho. Salienta-se que o módulo da estrutura teórica referente às ocupações e tipos de famílias é baseado no modelo TERM-África do Sul⁵. O Quadro 1 apresenta o modelo TERM-NEPISF, quanto a classificação dos setores agrícolas, famílias e ocupações – painel (a), e unidades espaciais/regiões – painel (b).

A base de dados para o TERM-NEPISF foi construída a partir da matriz insumo-produto nacional de 2010. A escolha pela matriz de 2010 como ano base se justifica pela proximidade com período em que começou a implementação do PISF. A partir dessa matriz – utilizada no modelo ORANIGBR, produzido pelo NEDUR-UFPR⁶ – foi calibrado, mediante procedimento de regionalização desenvolvido por Horridge (2006), o modelo regional do presente estudo.

⁵ Versão para a África do Sul do modelo TERM, desenvolvido pelo CoPS para realização de curso de treinamento na África do Sul em 2011/2012 – Arquivo TPMH0126, disponível em <https://www.copsmodels.com/archivep.htm>.

⁶ NEDUR – UFPR: Núcleo de Estudos em Desenvolvimento Urbano e Regional é um núcleo de pesquisa da Universidade Federal do Paraná, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico e ao Departamento de Economia, que tem por finalidade realizar pesquisas aplicadas de excelência no campo da Economia e sua interface com a Ciência Regional e Urbana, visando contribuir para o desenvolvimento socioeconômico do Brasil, como também de suas regiões e cidades.

Modelos de EGC são especificados por blocos de equações que estabelecem as relações entre demanda e oferta conforme hipóteses e condições de equilíbrio de mercado, bem como agregados econômicos nacionais. No modelo TERM-NEPISF, o processo produtivo da firma é baseado na minimização dos custos de insumos primários e intermediários, sujeitos às restrições tecnológicas, com premissas usuais de aninhamento CES no qual a otimização segue passos hierárquicos. A produção é gerada combinando os fatores primários e insumos intermediários em uma proporção fixa, representada pela função de produção Leontief. O fator primário é um composto CES de capital e mão de obra, sendo este último um composto CES de mão de obra por categoria rural e urbana. O agregado de insumos intermediários é um composto CES de diferentes bens compostos de origem doméstica e importada. Os insumos intermediários domésticos é um composto CES de 20 regiões, enquanto àqueles advindos do exterior, vêm de uma única origem, o resto do mundo.

A estrutura de demanda de consumo das famílias no modelo TERM-NEPISF segue uma estrutura aninhada composta de três etapas hierarquizadas. As famílias maximizam uma função utilidade específica, sob a restrição orçamentária disponível, cujas escolhas ocorrem mediante sistema combinado de preferências com funções CES e Klein-Rubin/Stone-Geary (Função LES, ou Sistema Linear de Gastos).

Quadro 1 – Setores agrícolas, tipos de famílias, ocupações e regiões do TERM-NEPISF

Setores Agrícolas ⁽¹⁾		Tipos de Famílias	
1	Arroz e Trigo	1	Muito Baixa
2	Milho em grão	2	Baixa
3	Algodão	3	Média
4	Cana de açúcar	4	Alta
5	Soja em grão	5	Muito Alta
6	Outras lavouras temporárias	Tipos de Ocupações	
7	Laranja	1	Rural
8	Café em grão	2	Urbana
9	Outras lavouras permanentes		

(b): Área de abrangência do PISF do modelo TERM-NEPISF (15 mesorregiões)⁽²⁾

Legenda

1 Centro-Sul (CE) *	6 Agreste Potiguar (RN) ***	11 Mata Paraibana (PB) ***
2 Jaguaribe (CE) **	7 Central Potiguar (RN) **	12 Sertão Paraibano (PB) *
3 Met. Fortaleza (CE) ***	8 Oeste Potiguar (RN) *	13 Agreste (PE) ***
4 Norte (CE) ***	9 Agreste (PB) ***	14 Sertão (PE) *
5 Sul (CE) *	10 Borborema (PB) *	15 São Francisco (PE) *

16. RNE – Resto do Nordeste 17. N – Norte 18. CO – Centro-Oeste 19. SE – Sudeste 20. S – Sul

Nota⁽¹⁾: Para todos os setores ver Medeiros (2021).

Nota⁽²⁾: ADA = 7 mesorregiões com (*); AID = 9 mesorregiões = 7 com (*) + 2 com (**); e AII = 15 mesorregiões = 7 com (*) + 2 com (***) + 6 com (***)

Fonte: Elaboração Própria

Os cinco tipos de famílias definem o consumo de produtos de origem doméstica dentre as 20 regiões que constituem o modelo por meio de função CES. Ou seja, admite-se que os mesmos produtos fabricados em diferentes regiões do país são substitutos imperfeitos entre si. A escolha da origem (importada ou doméstica) do produto a ser adquirido também ocorre por meio de uma função CES, e assim tem-se substituição via preços entre produtos de origem doméstica ou importada. Já a escolha de consumo entre os 76 produtos do modelo ocorre mediante função Klein-Rubin/Stone Gary, compondo um sistema linear de gastos (LES). Neste sistema, o gasto médio em cada produto é uma função linear de seu preço médio e do gasto do consumidor. Salienta-se que os consumidores alocam seus recursos entre produtos de subsistência e produtos de luxo. Desta maneira, para produtos de subsistência, e independentemente do nível de preços destes, as famílias irão adquiri-lo primeiro. O restante do orçamento é definido como gastos de luxo.

Os investidores (segundo componente da demanda final) escolhem os insumos para criar unidades de capital a partir do processo de minimização de custos sujeitos a uma combinação de proporções fixas, ou seja, uma tecnologia do tipo Leontief. A demanda de investimento inclui formação bruta de capital fixo e mudanças nos estoques. Supõe-se que a quantidade demandada de cada produto para fins de investimento é a soma da quantidade demandada para investimento privado e para investimento público e que, para uma determinada quantidade de despesas de investimento, essa demanda esteja inversamente relacionada ao seu preço de compra.

No modelo TERM-NEPISF, assim como se verifica na estrutura de tecnologia de produção, os bens de capital são produzidos mediante uso de insumos de origem doméstica ou importada. As escolhas de insumos domésticos provenientes das 20 regiões e a combinação de insumos domésticos ou importados ocorre mediante uma função CES. Já para a escolha correspondente ao agregado dos insumos intermediários compostos em que se define o nível de produção do capital do setor, utiliza-se uma função Leontief, ou seja, uma combinação em proporções fixas.

A estrutura de demanda do governo no modelo TERM-NEPISF pode ser determinada de maneira exógena ou seguir o consumo das famílias, ou seja, não é determinada de maneira explícita a partir de comportamentos otimizadores do governo. Por outro lado, o governo, no papel de produtor de bens públicos, age ou respeita a mesma condição otimiza. Ressalta-se ainda que no presente modelo a demanda governamental é o somatório das esferas federal, estadual e municipal.

Dado que no modelo o Resto do mundo é exógeno, define-se a demanda por exportações, como usualmente adotado na literatura de EGC, por curvas negativamente inclinadas com relação aos preços do mercado internacional. Uma matriz vetor estabelece o grau de sensibilidade ou resposta da demanda externa por produtos domésticos, dadas alterações no preço F.O.B. No tocante às variações de estoque no TERM-NEPISF, sua demanda é associada ao nível de produção de cada bem. Desta maneira, o montante de estoques de cada produto, seja ele de origem doméstica ou importada, varia conforme a produção doméstica de cada produto.

As margens exercem papel facilitador dos fluxos de produtos entre as regiões de origem e destino da produção. O TERM-NEPISF dispõe de dois tipos de margens, comércio e transporte, e suas demandas se apresentam como proporcionais aos fluxos de produtos com os quais essas margens estão associadas. Quanto aos preços de compra para cada um dos usuários – produtores, investidores, famílias, exportadores e governo – este é dado pela soma dos valores básicos, dos impostos sobre as vendas e das margens, ou de outra maneira, é o preço ao consumidor final.

A dinâmica recursiva do modelo TERM-NEPISF apresenta dois elementos: i) o ajuste do investimento; e ii) o ajuste do mercado de trabalho. O investimento e estoque de capital têm

mecanismos de acumulação e de deslocamento intersetorial segundo regras pré-estabelecidas com base nas taxas de depreciação e de retorno. As taxas de crescimento do capital de um dado setor, em cada ano da simulação, são determinadas pela decisão dos agentes em investir frente aos aumentos na taxa de retorno esperada (DIXON, RIMMER, 1998). Desta forma, o crescimento do capital em um dado setor no ano t depende das expectativas do investidor, e, conseqüentemente, esse crescimento é limitado pelas percepções de risco que o investidor dispõe. Logo, a taxa de crescimento do capital no ano t somente será superior à sua taxa normal caso a taxa de retorno esperado pelo investidor seja maior que a taxa de retorno normal.

O segundo componente da dinâmica recursiva no modelo TERM-NEPISF é a demanda por trabalho. Partindo da hipótese de que a demanda por trabalho determina a quantidade de trabalhadores absorvidos na produção e que os salários reais são rígidos no curto prazo, porém flexíveis no longo prazo, o mercado de trabalho no modelo TERM-NEPISF dispõe de um elemento de ajuste intertemporal que engloba três variáveis: salário real, emprego atual e emprego tendencial. O mecanismo de ajuste consiste em: quando o nível de emprego no período $t + 1$ exceder em $x\%$ o emprego tendencial, o salário real da economia deve crescer em $\omega x\%$. Como no mercado de trabalho existe uma relação inversa entre emprego e salário real, o aumento de $\omega x\%$ no salário real provoca um ajuste no nível de emprego em períodos futuros, até convergir ao nível de emprego tendencial da economia.

3 FECHAMENTO E ESTRATÉGIA DE SIMULAÇÃO

3.1 Fechamento

Estabelecer o fechamento do modelo consiste em determinar o conjunto de variáveis que devem ser exógenas, e logo passíveis de receber alterações, e as variáveis endógenas, que são conseqüentemente determinadas pelas equações do próprio modelo. O procedimento se faz necessário para solucionar o sistema de m equações e n incógnitas de um modelo EGC. A definição dessas escolhas (fechamento) representa as hipóteses de funcionamento do sistema econômico. Assim, o fechamento introduz ao modelo os aspectos econômicos teóricos. Para executar as simulações foram usados dois fechamentos: i) fechamento de *baseline* (histórico e de projeção) e ii) fechamento de política.

Em ambos os fechamentos, considera-se que: i) o consumo regional segue a renda do trabalho, estabelecendo a propensão a consumir como exógena; ii) o gasto real do governo a nível regional segue o consumo real das famílias regionalmente; iii) existe um mecanismo de restrição à balança comercial nominal nacional, em que a sua razão frente ao PIB é mantida constante; iv) por ser um modelo dinâmico, este tem um mecanismo de acumulação de capital ao longo do tempo, em que o capital no ano t cresce ou acumula pelo investimento líquido realizado em $t - 1$, ou seja, o capital hoje é resultado do investimento do ano anterior; v) o investimento dinâmico segue a regra em que se tem o investimento por indústria como uma função da sua taxa de retorno; vi) o ajuste no mercado de trabalho, que tem relação inversa entre salário real e emprego, se dá quando o nível de emprego no período $t + 1$ excede o emprego tendencial, elevando o salário real da economia, ajustando o mercado; vii) a taxa de câmbio (ϕ) é a variável usada como numerário.

No *baseline*, na fase histórica (2011-2017), as variáveis dos agregados macroeconômicas nacionais observadas para o período – PIB real, Investimento, Consumo das Famílias, Exportações, Consumo do Governo e Emprego – são consideradas exógenas. Para a fase de projeção (2018-2030) mantém-se apenas o PIB real e investimento exógenos. Nos dois cenários projetados, de aumento de investimento e ganho de produtividade, mantém-se o fechamento comum inicial, com as principais variáveis dos agregados macroeconômicos sendo endógenas (nacionais e regionais). Para a simulação de investimento (2018-2020), somente a variável de investimento regional do setor de água é exógena, mantendo-se demais agregados

macroeconômicos endógenos. Para a simulação de produtividade (2020-2025), todos os agregados são considerados endógenos.

3.2 Estratégia de Simulação

No cenário de referência – simulação histórica e de projeção – apresenta-se trajetória de crescimento *business-as-usual* a partir de simulação baseada em dados observados dos agregados macroeconômicos nacionais, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Dados das variáveis macroeconômicas usadas no Cenário de Referência: histórico (2011-2017) e projeção (2018-2030) – em variação % a.a.

Variável	Dados Observados							Dados Projetados
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018 – 2030
PIB Agregado	3,74	1,61	2,88	0,46	-3,15	-2,93	0,99	2,00
Investimento	5,73	-2,54	5,88	-5,41	-19,16	-13,95	2,11	2,00
Consumo das Famílias	5,01	3,49	3,57	2,28	-3,20	-3,82	1,33	Não se aplica
Exportações	4,81	0,71	1,83	-1,57	6,82	0,86	5,24	Não se aplica
Consumo do Governo	2,20	2,28	1,51	0,81	-1,44	0,21	-0,87	Não se aplica
Emprego	5,08	2,48	3,14	1,27	-3,05	-4,16	0,48	Não se aplica

Fonte: Elaboração própria com base em dados do Sistema de Contas Nacionais/IBGE

O cenário de política busca representar e captar os efeitos da implementação do PISF. Para tanto, a simulação de política é dividida em dois momentos. O primeiro consiste em introduzir o aumento de gastos com investimento das obras do PISF, referente a sua fase de implementação, e o segundo se refere – adicionalmente a primeira simulação – ao ganho de produtividade da economia, decorrente do PISF, neste caso, já em seu período de operação.

Na fase de construção se introduz o aumento de investimento no setor de água, esgoto e resíduos (*AguaEsgRes*) nas sete regiões que compreendem a Área Diretamente Afetada (ADA) pelas obras dos eixos Norte e Leste do PISF (Centro-Sul Cearense, Sul Cearense, Oeste Potiguar, Borborema - PB, Sertão Paraibano, Sertão Pernambucano e São Francisco Pernambucano). Esse acréscimo de investimento, que representa aumento de formação bruta de capital físico no setor de água, se dá a partir de valores calibrados de acordo com os dados reais de investimento do projeto, considerando a distribuição de gastos por quilômetros executados e gastos restantes, segundo eixo e mesorregião. Os acréscimos introduzidos são apresentados na segunda coluna da Tabela 2.

Com o investimento realizado, melhor infraestrutura hídrica e maior oferta de água para a região, espera-se que estes setores tenham ganho de produtividade agrícola. Assim, na segunda simulação – adicionalmente aos investimentos, acrescenta-se o ganho de produtividade total dos fatores nos nove setores agrícolas (Arroz e trigo, Milho em grão, Algodão, Cana de açúcar, Soja em grão, Outras lavouras temporárias, Laranja, Café em grão, Outras lavouras permanentes) das nove mesorregiões que compreendem a Área Influenciada Diretamente (AID). Vale ressaltar que a AID engloba as sete mesorregiões que constituem a ADA mais outras duas mesorregiões (Jaguaribe – CE, Central Potiguar). Os valores calibrados dos choques são distribuídos ao longo de 6 anos (2020 a 2025)⁷, considerando o ganho médio percentual de produtividade da agricultura de áreas irrigadas frente a áreas de sequeiro, e as áreas plantadas não irrigadas e a total plantada, em hectares, por setor *i* na região *r*. Assim, tem-se uma *proxy* das possíveis áreas para expansão de irrigação. Com isso, o ganho de produtividade será atribuído apenas em áreas atualmente plantadas, mas que ainda não são irrigadas, ou seja, áreas potencialmente irrigáveis. Os choques foram mensurados conforme equação 1:

⁷ 2020 era o ano de previsão para conclusão e 2025 é o ano de previsão em que operará em sua totalidade. Todavia, segundo informações do Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR) de Abril de 2021 a obra física ainda não foi totalmente concluída. O PISF apresenta 97,48% de sua execução, com ambos os eixos já em pré-operação, beneficiando municípios da região (disponível em: >><https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/projeto-sao-francisco/o-projeto/andamento-das-obras><<)

$$VC_{prod(i,r)} = GMP_{irr} \left[\frac{APNIrr_{(i,r)}}{(ATP_{(i,r)})} \right] \quad (1)$$

em que $VC_{prod(i,r)}$ é o valor do choque de ganho de produtividade (em percentual) por setor i e região r ; GMP_{irr} é o ganho médio percentual de produtividade da agricultura de áreas irrigadas frente áreas de sequeiro – adotou-se as estimações de Ferrarini (2017) para produtividade de culturas agrícolas para áreas irrigadas e áreas de sequeiro; $APNIrr_{(i,r)}$ representa a área plantada não irrigada, em hectares, por setor i na região r ; $ATP_{(i,r)}$ é a área total plantada em hectares, por setor i na região r . Os valores utilizados na simulação de política encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 - Valores atribuídos no cenário de política: simulação de investimento (2018 – 2020) e simulação de ganho de produtividade (2020 – 2025), por setores e mesorregiões*.

Mesorregiões	Investimento	Ganho de produtividade anual (%)								
	Total Ac. (%)	2020 – 2025								
	2018 - 2020	Setores								
	Sector									
	<i>AguaEsgRes</i>	<i>S1</i>	<i>S2</i>	<i>S3</i>	<i>S4</i>	<i>S5</i>	<i>S6</i>	<i>S7</i>	<i>S8</i>	<i>S9**</i>
Jaguaribe – CE	Não se aplica	9,13	9,13	0,1	10,90	0,1	9,28	11,78	0,1	9,28
Centro-Sul – CE	19,67	9,86	9,86	11,77	11,77	0,1	10,02	0,1	0,1	10,02
Sul – CE	22,48	9,98	9,98	11,91	11,91	0,1	10,14	12,87	0,1	10,14
Oeste – RN	46,00	8,49	8,49	10,14	10,14	0,1	8,63	10,96	0,1	8,63
Central – RN	Não se aplica	10,00	10,00	0,1	0,1	0,1	10,16	12,90	0,1	10,16
Sertão – PB	13,48	10,08	10,08	12,03	12,03	0,1	10,24	0,1	0,1	10,24
Borborema – PB	40,15	0,1	10,03	11,97	0,1	0,1	10,19	12,94	0,1	10,19
Sertão – PE	16,73	10,01	10,01	11,95	11,95	0,1	10,33	12,92	14,21	10,33
São Francisco – PE	21,71	1,45	1,45	0,1	1,73	0,1	1,49	1,87	0,1	1,49

*Nota: Na simulação de investimento o acréscimo é introduzido de forma acumulada. Na simulação de ganho de produtividade, são introduzidos valores anuais e constantes para cada ano, ou seja, no período de 6 anos, por exemplo, o setor de *ArrozTrigo* na mesorregião de Jaguaribe (CE) teve incremento acumulado de produtividade total dos fatores em 54.78% (9,13 x 6).

**Setores: *S1* – *ArrozTrigo*; *S2* – *MilhoGrao*; *S3* – *Algodao*; *S4* – *Cana*; *S5* – *SojaGrao*; *S6* – *OutLavTemp*; *S7* – *Laranja*; *S8* – *CafeGrao*; *S9* – *OutLavPerm*.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do ENGECORPS/HARZA (2000), MIN (2004), MIN (2018), MTCGU (2017) e MIN (2019), PAM (2010) e Censo Agropecuário (2017).

4 RESULTADOS

Nesta seção apresenta-se os principais resultados das simulações do TERM-NEPISF, com ênfase nos efeitos sobre agregados macroeconômicos regionais, sobre diferentes tipos de famílias e de ocupação. Os resultados apresentados nesta seção consistem nos desvios percentuais acumulados entre o cenário de referência (*baseline*) de crescimento econômico e o cenário de política.

4.1 Os impactos do aumento de investimento

Os resultados da simulação de aumento do investimento se mostraram pouco expressivos. Grosso modo, os impactos econômicos obtidos como resposta, apesar de apresentarem os sinais esperados, se mostraram marginais, ou praticamente nulos. Essa situação foi observada para os principais agregados macroeconômicos regionais (PIB/produção, emprego, consumo), efeitos setoriais, bem como para os efeitos sobre os diferentes tipos de família e diferentes tipos de ocupação.

Os agregados macroeconômicos, conforme o esperado, responderam positivamente ao aumento do investimento, com o PIB, emprego e consumo das famílias em todas as sete mesorregiões da ADA, mais outras três da AID. Três fatores principais explicam, em parte, tais efeitos: primeiro, sete mesorregiões recebem investimento das obras do PISF, logo são impactadas diretamente pelo aumento dos gastos em investimento; segundo, em algumas regiões o setor de água possui maior relevância na estrutura produtiva, logo, os efeitos dos

investimentos são mais relevantes para a região; terceiro, os fluxos comerciais totais, bem como do setor de água – por exemplo, compras de insumos para implantação das obras do PISF – nessas mesorregiões, registram índices, comparativamente, maiores de compras dentro das próprias mesorregiões, portanto, parte importante das compras alimenta setores locais, estimulando a economia dessas áreas. No tocante à produção setorial, com exceção do setor de água, os demais tiveram impactos marginais, com sinais positivos para setores relacionados à implantação de capital, com estreita relação aos bens de investimento, que são demandados para a composição de novas unidades de capital físico, como *aluguéis, construção, metalúrgica, produção de ferro, manutenção de máquinas e equipamentos*.

Os resultados obtidos para emprego e salário, segundo os dois tipos de ocupação consideradas no modelo (rural e urbana), mostram impactos positivos sobre ambos, com variações comparativamente maiores para trabalho urbano dentro de uma mesma mesorregião. Para as variáveis salário e consumo das famílias, segundo os diferentes tipos famílias, verifica-se sinais positivos para todos os tipos de famílias em quase todas as 15 mesorregiões do PISF, com exceção da Metropolitana de Fortaleza e Mata Paraibana. O salário cresceu para os cinco tipos de famílias em todas as mesorregiões, enquanto o consumo apresenta sinal positivo para todos os tipos de famílias em 14 mesorregiões, com exceção da Metropolitana de Fortaleza. Outro padrão verificado, quando analisado dentro de uma mesma mesorregião, tanto para salário como consumo, é o maior ganho para as famílias com maiores níveis de renda, comportamento este presente em 9 das 15 mesorregiões.

Esses resultados, tanto para salário quando para consumo por tipos de famílias, podem representar um indício de aumento de desigualdade entre as classes de famílias dentro de cada região, ou seja, aumentaria a desigualdade intrarregional, ao mesmo tempo em que ocorre uma redução de desigualdade entre as mesorregiões (inter-regional), pois, no geral as regiões diretamente afetadas obtiveram melhores benefícios frente as demais. Tal resultado, corrobora a análise apresentada por Diniz (1993), Haddad (1996) e Ribeiro (2015), que o investimento em infraestrutura, apesar de impulsionar o crescimento econômico, traz elementos que podem gerar ou acentuar disparidades regionais existentes.

Esse quadro observado, em parte, é explicado pela estrutura produtiva e pelas características da região. Os setores mais beneficiados foram o secundário e terciário, caracteristicamente mais urbanos e mais demandados em caso de aumento de gastos de investimento – pois estão relacionados à formação bruta de capital físico – que, no geral, apresentam, comparativamente, rendas maiores que os do meio rural, sobretudo no semiárido do Nordeste, onde predomina agricultura familiar de subsistência.

Desta maneira, os resultados marginais ou nulos corroboram a linha defendida por Vieira (2009), Castro (2011) e Lima (2013), que somente o aumento de investimento da obra, sem implementação de projetos e programas complementares ao PISF, talvez não promova os resultados esperados ou preconizados pela implantação do Projeto, sendo assim uma condição necessária, porém não suficiente para promover os benefícios apontados.

4.2 Os impactos do aumento de produtividade

Realizado o investimento e concluída a implantação, com o PISF em operação⁸ espere-se – segundo a literatura⁹ – que a região tenha um ganho de produtividade. Vale ressaltar, que esse resultado não poderia ser obtido de forma endógena no modelo somente a partir do aumento dos investimentos, uma vez que a possibilidade de irrigação constitui uma mudança

⁸ O projeto principal não contempla obras complementares.

⁹ Morrison e Schwartz (1992), Rilogon (1998), SIWI (2005), Hutton et al. (2004), Ferreira (1994), Schettini e Azzoni (2015), entre outros autores, apontam que uma melhor infraestrutura (inclusive hídrica) reduz gargalos produtivos, proporcionando aumento de produtividade, bem como pela perspectiva do próprio projeto, conforme ENGEORPS/HARZA (2000) e MIN (2004).

na forma de produção até então utilizada no semiárido, ou seja, a disponibilidade de água tem como consequência uma inovação na tecnologia produtiva do setor agrícola para as regiões beneficiadas. Os principais resultados macroeconômicos regionais, setoriais e segundo os diferentes tipos de ocupação e família são reportados a seguir.

4.2.1 Resultados macroeconômicos regionais

No geral, os efeitos se mostraram mais acentuados que os impactos da simulação de investimento para realização das obras do PISF. Os resultados referentes aos principais agregados macroeconômicos, para todas as regiões constituintes do TERM-NEPISF, podem ser observados na Tabela 3.

Os efeitos sobre o PIB mostram que das vinte mesorregiões que compreendem o modelo, em treze o PIB respondeu positivamente, sendo que todas fazem parte do PISF. Contudo, ressalta-se, que os impactos foram mais representativos nas mesorregiões que constituem a AID (em média, a expansão acumulada foi de 4,21% no período), enquanto os efeitos positivos sobre quatro mesorregiões fora da AID foram marginais, não atingindo 1%. Assim, tem-se que os impactos mais fortes se concentram nas mesorregiões com maiores ganhos de produtividade. Já o efeito de transbordamento, decorrente das interações econômicas, para áreas vizinhas ou próximas se mostrou de baixo alcance. Estes resultados, em termos de políticas de desenvolvimento regional, caracterizam mais um desenvolvimento local – com efeitos concentrados. Panorama semelhante é observado para os agregados de investimento, consumo das famílias e emprego.

Tabela 3 - Resultados macroeconômicos regionais da simulação de ganho de produtividade – desvio acumulado 2018-2030 (var. %)

UF	Mesorregiões	PIB Regional	Investimento	Consumo das Famílias	Exportações	Emprego
CE	Norte Cearense	-0,3909	-0,8262	-0,6097	0,9258	-0,3045
	Metropolitana de Fortaleza	0,4197	0,9192	0,8655	2,3987	0,4504
	Jaguaribe *	10,3746	8,2983	5,7043	8,3368	2,9901
	Centro-Sul Cearense *	5,0132	5,1662	3,7241	-0,1942	1,9407
	Sul Cearense *	3,6124	3,1447	2,5269	3,9211	1,3247
RN	Oeste Potiguar *	4,1786	2,2808	3,6789	28,5022	1,8754
	Central Potiguar *	1,8467	1,8424	1,8335	14,3282	0,9597
	Agreste Potiguar	-0,2981	-0,9824	-0,3519	2,0880	-0,1770
PB	Sertão Paraibano *	3,2623	3,2978	2,9537	-0,5883	1,5556
	Borborema *	3,0711	2,7923	2,0383	-0,2214	1,0989
	Agreste Paraibano	0,0691	-0,0062	0,1433	-0,1238	0,0851
	Mata Paraibana	0,0912	0,2398	0,1364	-0,1273	0,0860
PE	Sertão Pernambucano *	4,3780	3,2782	2,3231	-0,3316	1,2689
	São Francisco Pernambucano *	2,1158	1,5692	0,9436	1,5166	0,5091
	Agreste Pernambucano	0,0204	0,0085	0,0628	0,3091	0,0360
Resto do Brasil	Resto do Nordeste	-0,0075	0,0280	-0,0418	0,0078	-0,0097
	Norte	-0,0394	-0,0593	-0,0899	0,0042	-0,0344
	Sudeste	-0,0056	0,0012	-0,0186	-0,0310	-0,0116
	Sul	-0,0176	-0,0260	-0,0466	0,0152	-0,0166
	Centro Oeste	-0,0081	0,0001	-0,0298	0,0238	-0,0107

Nota: Mesorregiões marcadas com * constituem a AID e receberam ganho de produtividade em setores agrícolas na simulação implementada

Fonte: Elaboração própria a partir das simulações com o TERM-NEPISF

Das quinze mesorregiões que compreendem o PISF, as que registraram os maiores impactos foram: Jaguaribe Cearense, Centro-Sul Cearense, Sul Cearense, Oeste Potiguar e Sertão Paraibano. Nestas mesorregiões, os agregados PIB, emprego e consumo das famílias podem ser vistos na Figura 1.

Este maior destaque de Jaguaribe (aumentos de 10,37% no PIB, 5,79% no consumo das famílias e 3% no emprego), em parte, é explicado pela relevância dos setores agrícolas na composição do seu PIB. Conjuntamente, os setores agrícolas contribuem com 10,39% da produção total da mesorregião. Também ajuda a explicar este desempenho, as suas interações

econômicas, bem como as de seus setores agrícolas. Os seus setores agrícolas têm suas compras mais concentradas dentro da própria mesorregião (55,1%), o que impulsiona a cadeia produtiva, fortalecendo a economia local. Por outro lado, a estrutura de vendas domésticas dos setores agrícolas apresenta-se mais voltada para fora, transacionando cerca de 74% da produção com outras regiões. Assim, os setores agrícolas impulsionam a economia local e podem ser um agente dinamizador da economia da região.

Os resultados do Centro-Sul Cearense, Sul Cearense, Oeste Potiguar e Sertão Paraibano, em parte, são explicados pelo choque de produtividade em si, pois o ganho de produtividade implementado nessas mesorregiões foi um pouco superior à média. Por outro lado, os resultados, em média, se mostraram metade dos registrados de Jaguaribe. Em parte, as estruturas produtivas e de interações comerciais dessas regiões também ajudam a explicar esse desempenho, visto que, diferente de Jaguaribe, os setores agrícolas apresentam menor relevância na produção total de cada mesorregião. Ou seja, os setores agrícolas dessas áreas exercem, comparativamente a Jaguaribe, menor influência na atividade econômica.

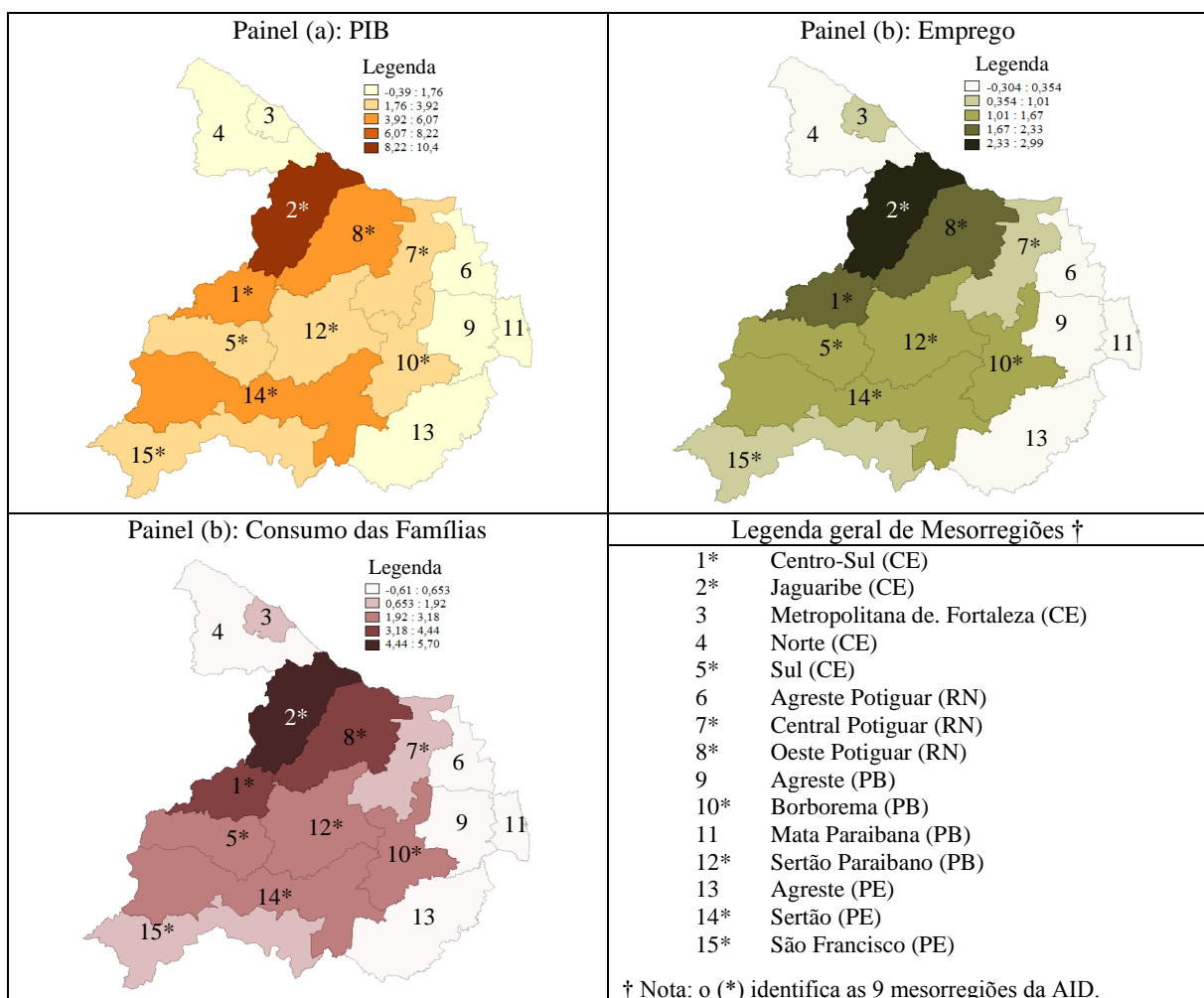


Figura 1 - Resultados regionais de PIB, Emprego e Consumo das Famílias da simulação de ganho de produtividade – desvio acumulado 2018-2030 (var. %)

Fonte: Elaboração própria a partir dos resultados do TERM-NEPISF.

Em relação à produção setorial, registraram-se 29 setores com efeitos positivos, enquanto 32 foram impactados negativamente em cada mesorregião. De maneira geral, os setores agrícolas expandiram a sua produção em todas as mesorregiões, algo esperado em virtude da natureza da simulação, registrando inclusive os impactos positivos mais significativos. Ademais, os setores Outros produtos de alimentos, Fabricação de químicos

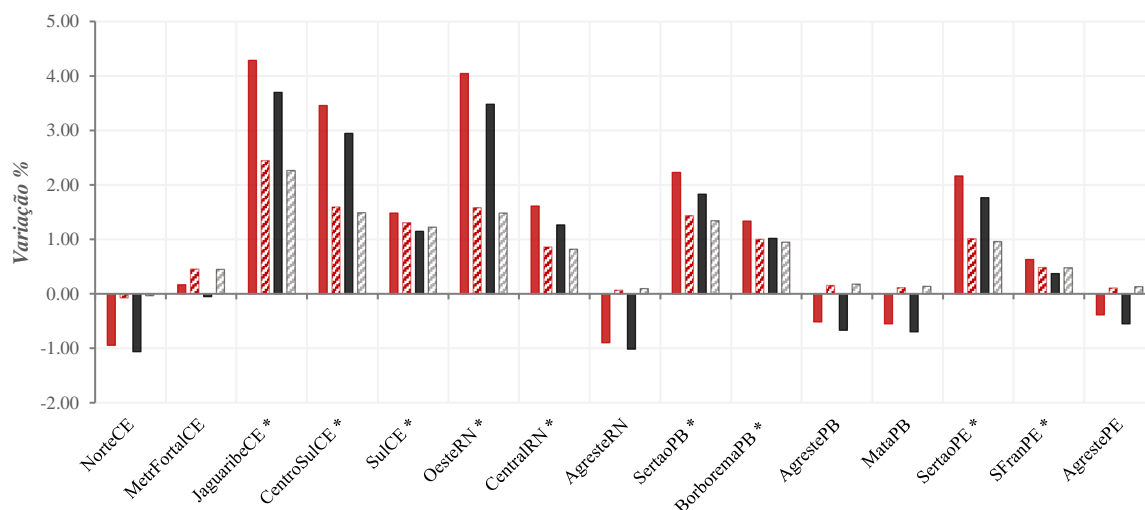
orgânicos e inorgânicos, Fabricação de defensivos, desinfetantes e tintas, e setor de Comércio, registraram impactos positivos em todas as mesorregiões. Por outro lado, os setores de bovinos e suínos foram negativamente afetados em todas as mesorregiões da AID, estando inclusive entre os maiores perdedores em cada uma destas.

Esse panorama pode ser explicado por alguns aspectos. Primeiro, no caso dos setores agrícolas, pelo ganho de produtividade ser implementado diretamente nesses setores, aumentando de forma significativa sua produção. Não obstante, em virtude dos ganhos diretos e indiretos via cadeia produtiva, o aumento da produção foi mais do que proporcional ao ganho da produtividade, em decorrência dos efeitos indiretos e retroalimentadores do modelo. Segundo, no caso dos setores Outros de alimentos, Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, Fabricação de defensivos, desinfetantes e tintas e setor de Comércio, decorre destes estarem presentes na cadeia produtiva dos setores agrícolas, que com sua expansão impulsionaram essas atividades, seja para consumo final ou intermediário. Por fim, os setores de Bovinos e Suínos – pela mobilidade dos fatores permitida pelo modelo – concorrem com os demais setores do meio rural, por exemplo, em mão de obra. Com os setores agrícolas mais vantajosos comparativamente, visto que se tornaram mais eficientes e expandiram a produção, tem-se que, em decorrência do mecanismo dos preços relativos do modelo, estes ficam mais atrativos em comparação a bovinos e suínos.

4.2.2 Resultados por tipos de ocupação e família

Os impactos sobre trabalho e salário real, segundo os tipos de ocupação, no geral, se mostraram positivos para a área do PISF, com crescimento em todas as mesorregiões da AID. Quando se observa os resultados por tipo de ocupação, grosso modo, os ganhos de salário e emprego foram maiores para o tipo rural. Em média, a taxa de crescimento do emprego para a ocupação rural na AID foi de 2,36%, contra 1,30% do urbano. As mesorregiões com maiores impactos foram Jaguaribe (4,29%), Oeste Potiguar (4,05%), Centro Sul Cearense (3,46%) e Sertão Paraibano (2,23%). Quando esse recorte contempla todas as quinze mesorregiões do PISF, a média cai para 1,21% e 0,84% respectivamente.

Este efeito mais forte no trabalho rural nas mesorregiões da AID, em parte, é explicado pelos ganhos de produtividades ocorrerem em setores agrícolas, que são predominantemente de áreas rurais. Por conseguinte, esses setores se tornaram mais produtivos, aumentaram o nível de produção e se passam a ser, comparativamente, mais lucrativos e atrativos. Dado o mecanismo de ajuste do mercado de trabalho, a maior atratividade dos setores agrícolas em algumas áreas leva a mobilidade do fator trabalho entre regiões, bem como entre setores dentro de uma mesma região, como se configura, por exemplo, nos setores Bovinos e Suínos para demais setores agrícolas. Por outro lado, os impactos negativos registrados no emprego e salário rurais nas regiões fora da AID, constituem a outra parte da explicação. Como o modelo TERMNE-PISF permite mobilidade de fatores, as mesorregiões Norte Cearense, Agreste Potiguar, Agreste Paraibano, Mata Paraibana e Agreste Pernambucano, por se tornarem, comparativamente, menos atrativas, perdem força de trabalho para as mesorregiões em que se verificou crescimento dos agregados econômicos.



■ Emprego (Ocup. Rural) ▨ Emprego (Ocup. Urbano) ■ Salário (Ocup. Rural) ▨ Salário (Ocup. Urbano)

Figura 2 - Efeitos no trabalho e Salário Real no Cenário de Política de Ganho de Produtividade por mesorregião e tipo de ocupação – desvio acumulado 2018-2030 (var. %)

Fonte: Elaboração própria a partir das simulações com o TERM-NEPISF

Os resultados de salário e consumo, por tipo de família e mesorregião, se mostraram, em sua maioria, positivos. Dentre as 15 mesorregiões do PISF, 10 registraram crescimento de salário e de consumo das famílias em todos os seus cinco tipos/estratos de família. Dessas 10, apenas a mesorregião Metropolitana de Fortaleza não compreende a AID do PISF. As mesorregiões que registraram, em média (considerando todos os tipos famílias de maneira agregada), os maiores impactos foram: Jaguaribe, Oeste Potiguar, Centro Sul Cearense e Sertão Paraibano. A Tabela 4 apresenta os resultados por tipos de famílias.

Tabela 4 - Efeitos sobre Salários e Consumo das Famílias no Cenário de Ganho de Produtividade, por mesorregiões e tipo de família – desvio acumulado 2018-2030 (var. %)

UF	Mesorregiões/Regiões	Salário				Consumo das Famílias					
		Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	Muito Baixa	Baixa	Média	Alta	Muito Alta
CE	Norte	-1.20	-0.97	-0.81	-0.69	-0.47	-1.09	-0.86	-0.73	-0.63	-0.48
	Metrop. de Fortaleza	0.68	0.70	0.72	0.73	0.74	1.01	1.03	0.97	0.94	0.77
	Jaguaribe*	6.37	5.97	5.61	5.38	4.77	7.07	6.76	6.30	6.06	5.08
	Centro-Sul*	4.43	3.90	3.61	3.38	3.04	5.21	4.50	4.20	3.89	3.25
	Sul*	1.98	1.96	1.96	1.95	1.94	2.98	2.82	2.79	2.70	2.30
RN	Oeste*	4.57	4.07	3.61	3.26	2.81	5.23	4.86	4.44	3.79	3.16
	Central*	1.79	1.62	1.54	1.47	1.37	2.30	2.24	2.17	1.88	1.64
	Agreste	-0.95	-0.79	-0.66	-0.48	-0.21	-0.87	-0.70	-0.56	-0.43	-0.18
PB	Sertão*	3.02	2.84	2.76	2.69	2.53	3.69	3.42	3.27	3.13	2.76
	Borborema*	1.87	1.84	1.80	1.78	1.74	2.49	2.34	2.24	2.14	1.91
	Agreste	-0.37	-0.11	0.01	0.12	0.25	-0.33	-0.09	0.02	0.12	0.22
	Mata	-0.26	-0.06	0.06	0.13	0.23	-0.22	-0.04	0.07	0.13	0.19
PE	Sertão*	2.78	2.48	2.28	2.12	1.79	3.52	3.15	2.94	2.68	2.02
	São Francisco*	0.92	0.92	0.91	0.91	0.90	1.03	1.03	1.02	1.00	0.91
	Agreste	-0.37	-0.20	-0.07	0.02	0.14	-0.33	-0.17	-0.04	0.04	0.12
Resto do Brasil	Resto do Nordeste	-0.22	-0.12	-0.07	-0.03	0.03	-0.23	-0.14	-0.09	-0.05	-0.01
	Norte	-0.20	-0.13	-0.09	-0.07	-0.04	-0.22	-0.15	-0.11	-0.09	-0.07
	Sudeste	-0.05	-0.02	-0.01	0.00	0.01	-0.07	-0.04	-0.03	-0.02	-0.02
	Sul	-0.08	-0.05	-0.04	-0.03	-0.02	-0.10	-0.08	-0.07	-0.06	-0.04
	Centro Oeste	-0.05	-0.03	-0.02	-0.01	0.00	-0.08	-0.06	-0.05	-0.04	-0.03

Nota: Mesorregiões marcadas com * constituem a AID e receberam ganho de produtividade em setores agrícolas na simulação implementada

Fonte: Elaboração própria a partir das simulações com o TERM-NEPISF

Os resultados intrarregionais, mostram um padrão presente em 14/15 das mesorregiões do PISF: as famílias dos estratos de renda menor registram maior sensibilidade ao aumento da produtividade, nos quesitos salário e consumo. A maior produtividade dos setores agrícolas, promoveu, considerando os efeitos dentro de cada mesorregião, maior acréscimo dos salários das famílias de renda menor, implicando, conseqüentemente, em maior aumento de consumo às famílias menos abastadas. Este efeito pode vir a gerar uma retroalimentação da economia de alguns setores, dado que as famílias de renda mais baixas concentram o seu consumo em uma cesta constituída por bens de primeira necessidade – tais como: alimentos, vestuário, e medicamentos – o que, por sua vez, pode ser um elemento que contribua para dinamizar a economia de algumas mesorregiões.

Esse panorama de melhoria de indicadores relacionados ao bem-estar social à população das áreas beneficiadas, como aumento de emprego, renda e consumo, sobretudo, às famílias do meio rural e famílias de menor renda dá indícios de possibilidade de redução de desigualdades inter-regional no nordeste semiárido – visto que as mesorregiões beneficiadas pelo PISF apresentaram taxa de crescimento maiores que as demais – e intrarregional – visto que famílias rurais e de classes de renda inferiores foram mais beneficiadas. Para confirmar (ou não) esse indicativo fez-se uso do índice de Gini como medida de desigualdade. Essa avaliação é apresentada a seguir.

4.3 Análise de desigualdades regionais.

O índice de Gini é uma metodologia recorrentemente utilizada para analisar impactos de políticas que se apresentam com poder ou influência de reduzir disparidades. Segundo Hoffmann (1998), a medida consiste em sintetizar o nível de desigualdade de uma distribuição em um único valor e tem por base de cálculo a Curva de Lorenz¹⁰. Quanto mais distante ou afastada da curva de Lorenz maior o grau de concentração ou desigualdade no nível de renda. Em estudos de EGC, cita-se, por exemplos, trabalhos de Domingues, Magalhães e Faria (2009), Magalhães (2013), Ribeiro (2015), Cardoso (2016; 2020), Ribeiro et al. (2019). O processo consiste em calcular o índice de Gini, tendo por base o PIB regional a preços correntes. Diante disto, verifica-se a ocorrência de variação positiva ou negativa no indicador. Em caso de variação positiva tem-se concentração de renda, enquanto variação negativa no índice caracteriza desconcentração de renda.

Dados os indícios de redução da desigualdade de renda inter e intrarregional no semiárido nordestino brasileiro, em decorrência dos ganhos de produtividade devido à implantação do PISF, calculou-se o índice de Gini entre unidades de sete grupos de regiões: i) entre todas as 20 regiões do TERM-NESPISF, para avaliar as mudanças na desigualdade inter-regional no Brasil ; ii) entre as 16 áreas do Nordeste (15 mesorregiões do PISF mais o restante do Nordeste), para verificar a desigualdade entre as regiões do Nordeste; iii) entre as 15 mesorregiões do PISF, para verificar os efeitos na área potencialmente beneficiada pelo projeto; e iv) dentro dos quatro estados que compõem o PISF, ou seja, entre as mesorregiões destes, para verificar os efeitos sobre as disparidades estaduais. Assim, neste último caso, calculou-se o GINI entre as 5 mesorregiões do Ceará, as 3 do Rio Grande do Norte, as 4 da Paraíba, e entre as 3 do Pernambuco. Para calcular o Gini utilizou-se dados do PIB regional pela ótica da renda obtidos a partir dos cenários de referência e de política para o ano de 2030, permitindo assim captar o efeito da política sobre as disparidades nestes grupos de regiões. Os resultados obtidos para o índice de Gini são reportados na Tabela 5.

Os resultados confirmam alguns dos indícios identificados com os resultados anteriores. Verifica-se variações negativas em seis áreas analisadas (Brasil, Nordeste, Área total do PISF, Ceará, Paraíba e Pernambuco), o que indica uma desconcentração ou melhor distribuição de

¹⁰ A curva de Lorenz corresponde a desigualdade perfeita, ou desigualdade zero (0), ou seja, igualdade.

renda nessas regiões. Assim, nesse recorte, tem-se que os investimentos realizados para implantação do PISF e o ganho de produtividade de setores agrícolas, além de promoverem melhorias de emprego, renda, salário e consumo das famílias, apresentam potencial de reduzir desigualdades de renda entre mesorregiões dessas áreas. A exceção foi o Rio Grande do Norte, que teve variação positiva, indicando aumento da concentração de renda, aumentando a desigualdade entre as suas três mesorregiões.

Tabela 5 - Impactos do PISF sobre a desigualdade regional – Índices de Gini do PIB regional para 2030

Unidade Espacial	Índice de Gini		
	Cenário Base (2030)	Cenário de Política (2030)	Variação % (2030 Base – 2030 Política)
Brasil	0,8438	0,8436	-0,0249
Nordeste	0,8291	0,8280	-0,1368
PISF	0,6071	0,6049	-0,3607
Ceará	0,6579	0,6559	-0,3121
Rio Grande do Norte	0,3880	0,3915	0,9097
Paraíba	0,5066	0,5044	-0,4263
Pernambuco	0,2449	0,2409	-1,6426

Fonte: Elaboração própria a partir das simulações com o TERM-NEPISF

No caso do Rio Grande do Norte alguns elementos ajudam explicar o aumento da desigualdade. Os maiores investimentos e ganhos de produtividade, como também seus respectivos impactos (diretos e indiretos), foram registrados na mesorregião que já apresentava maior PIB e se mostrava mais estruturada e dinâmica dentre as beneficiadas do estado, ou seja, potencializando a região que já se mostrava mais dinâmica, que é o caso da região Oeste. Este resultado se alinha a um debate encontrado na literatura (Ab'Saber (2006), Ab'Saber (2011), Castro (2009), Castro (2011), dentre outros), apontando que algumas áreas beneficiadas não necessariamente são as mais necessitadas.

Ademais, verifica-se que nas unidades diretamente beneficiadas pelo projeto (PISF e mais 3 estados nordestinos) em que se teve variação negativa do Gini, esta variação se mostrou mais acentuada. Portanto, os indícios observados inicialmente são confirmados pela análise do índice de Gini. Assim, sendo o PISF capaz de aumentar a produtividade dos setores agrícolas, tem-se neste um possível elemento estruturante com potencial para criar bases para dinamizar a economia, gerar crescimento e reduzir a desigualdade na região.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal do artigo foi avaliar os impactos socioeconômicos que o PISF poderia provocar, sobretudo, no semiárido nordestino. Para alcançar esse objetivo foi utilizado um modelo de Equilíbrio Geral Computável, denominado TERM-NEPISF, dinâmico, inter-regional e multissetorial. Com o modelo foi criado o cenário de referência com projeção de crescimento econômico sem implementação de política e a partir deste cenário foram realizadas simulações com implementação de acréscimo de investimento no setor de água, relativo à instalação/construção da infraestrutura do PISF e, adicionalmente, ganho de produtividade total dos fatores nos setores agrícolas, decorrente de uma melhor infraestrutura hídrica e maior oferta de água em decorrência do projeto.

Os resultados mostraram que os impactos foram positivos para as regiões beneficiadas. Em termos de magnitudes, na simulação de aumento de investimento, a resposta se mostrou pouco sensível, com impactos marginais ou praticamente nulos em sua maior parte. Na simulação de aumento de produtividade os efeitos foram mais representativos. O aumento de investimento promoveu no PIB, emprego e consumo das famílias efeitos positivos (desvios acumulados) nas 7 mesorregiões que compreendem a Área Diretamente Afetada (ADA) do

PISF. Os resultados setoriais apontam panorama semelhante, ou seja, o nível de produção dos setores no longo prazo (2030) foi pouco afetado em todas as mesorregiões.

No mercado de trabalho e em termos de bem-estar social – medido pela renda e consumo das diferentes classes de famílias – os efeitos foram, em sua grande maioria, positivos, porém marginais. No geral, o trabalho do tipo urbano apresentou maior expansão comparativamente ao trabalho rural, enquanto as famílias dos estratos de renda mais altos foram mais beneficiadas com taxas de crescimento de salário e consumo maiores. Desta maneira, pode-se concluir que os efeitos do aumento de investimento foram pouco representativos, indicando que, de maneira isolada, a elevação dos investimentos não seria o suficiente para promover crescimento econômico significativo na região e para redução das disparidades regionais.

Por sua vez, os impactos da simulação de aumento de produtividade total dos fatores nos setores agrícolas se mostraram positivos e mais representativos. O PIB, emprego e consumo das famílias nas mesorregiões da AID registraram expansão frente ao cenário de referência. Nessas mesorregiões, em média, esses indicadores macroeconômicos cresceram, respectivamente, 4,21%, 1,50% e 2,86%. A mesorregião de Jaguaribe (CE) apresentou os melhores resultados para todos esses indicadores, com variação de 10,37% no PIB, 5,70% no consumo das famílias e 2,99% no nível de emprego. Quanto aos efeitos setoriais, as atividades agrícolas apresentaram expansão significativa de produção. Além dos setores agrícolas, os maiores ganhadores fazem parte da cadeia produtiva das culturas agrícolas ou são demandantes destas. Esses resultados apontam para um efeito transbordamento para outros setores da mesma região, com o potencial de dinamizar a economia local.

No mercado de trabalho, os impactos, no geral, foram positivos e mais significativos. Tanto o emprego quanto o salário apresentaram expansão em todas as mesorregiões da AID, com taxas de crescimento positivas, praticamente em todas as unidades, acima de 1%, com máximas acima de 4%. Os efeitos sobre a ocupação rural foram maiores, com trabalho e renda do trabalho (salário). Os efeitos sobre as diferentes classes sociais (tipos de famílias) foram significativamente maiores – tanto para salário como para consumo das famílias (com algumas regiões tendo variação acima de 7%) – para as famílias dos estratos de renda mais baixos. Portanto, o estudo mostra que o investimento realizado no PISF acompanhado de ganho de produtividade tende a promover crescimento econômico, com maiores benefícios à população rural e às famílias nos estratos de renda mais baixos, apontando na direção de uma possível redução de disparidades entre diferentes regiões, e entre classes de renda de uma mesma região. Essa análise é complementada pelo cálculo do índice de GINI, que aponta que a elevação da produtividade agrícola provoca variação negativa para o Brasil, Nordeste, PISF, o Ceará, Paraíba e Pernambuco, sendo exceção o Rio Grande do Norte, caracterizando desconcentração de renda.

Em suma, a partir dos resultados obtidos, conclui-se que, desde que a infraestrutura criada pelo PISF consiga promover o aumento de produtividade considerado neste estudo, tem-se impactos socioeconômicos relevantes nas mesorregiões que compreendem a AID do PISF, sobretudo nos setores agrícolas e a setores relacionados a estes, contudo, sem efeitos de transbordamento consideráveis para as demais regiões. Além disso, os resultados apontam para uma possível redução de disparidades regionais, elevando comparativamente mais a renda e consumo das famílias dos estratos mais baixos, como também de trabalhadores que exercem ocupação rural. Assim, pode-se afirmar que o Projeto de Transposição do Rio São Francisco tem potencial de ser um importante instrumento estruturante e dinamizador da economia do semiárido nordestino, promovendo crescimento e redução de disparidades regionais. Para tanto, é importante que se criem condições e oportunidades que busquem, sobretudo, aumentar a produtividade na região.

REFERÊNCIAS

- AB'SÁBER, Aziz. A transposição de águas do São Francisco: análise crítica. **Revista USP**, n. 70, p. 6-13, 2006.
- _____. A quem interessa a transposição do São Francisco. **Envolverde**, São Paulo (SP), 2011.
- ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). Plano Nacional de Segurança Hídrica / **Agência Nacional de Águas**. – Brasília: ANA, 2019.
- CAMPOS, José Nilson B. Secas e políticas públicas no semiárido: ideias, pensadores e períodos. **Estudos avançados**, v. 28, n. 82, p. 65-88, 2014.
- CARDOSO, Debora Freire. **Capital e Trabalho no Brasil no Século XXI: o impacto de políticas de transferência e de tributação sobre desigualdade, consumo e estrutura produtiva**. 2016. Tese de Doutorado. CEDEPLAR/UFMG, Belo Horizonte, 2016.
- CARDOSO, D. F. Capital e trabalho no Brasil no século XXI: o impacto de políticas de transferência e de tributação sobre desigualdade, consumo e estrutura produtiva. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2020. v. 1. 388p .
- CASTRO, César Nunes de. Transposição do Rio São Francisco. 2009.
- CASTRO, César Nunes de. **Impactos do projeto de transposição do rio São Francisco na agricultura irrigada no nordeste setentrional**. 2011.
- DE NEGRI, Fernanda; CAVALCANTE, Luiz Ricardo. **Os dilemas e os desafios da produtividade no Brasil**. 2014.
- DINIZ, C. C. Desenvolvimento poligonal no Brasil: Nem desconcentração nem contínua polarização. **Nova Economia**, v. 31, n. 1, p. 35–64, 1993.
- DIXON, P. B.; PARMENTER B. R.; SUTTON, J. M.; VINCENT D. P. **ORANI: A Multisectoral Model of the Australian Economy**. Amsterdam: North-Holland, 1982.
- DIXON, Peter; RIMMER, Maureen T. **Forecasting and policy analysis with a dynamic CGE model of Australia**. Centre of Policy Studies (CoPS), 1998.
- DOMINGUES, Edson Paulo; MAGALHÃES, Aline Souza; FARIA, Weslem Rodrigues. **Infraestrutura, crescimento e desigualdade regional: uma projeção dos impactos dos investimentos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) em Minas Gerais**. 2009.
- ENGECORPS/HARZA. Projeto Transposição de Águas do Rio São Francisco para o Nordeste Setentrional; Relatório R32 – **Relatório Síntese de Viabilidade Técnico-Econômica e Ambiental** – São Paulo: ENGECORPS/HARZA, 2000.330 p.
- FERRARINI, Angel dos Santos Fachinelli. **Avaliação setorial do uso da água no Brasil: uma análise de equilíbrio geral computável (CGE)**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- FERREIRA, Pedro Cavalcanti. **Infraestrutura pública, produtividade e crescimento**. 1994.
- FERREIRA, Vanderlei de Oliveira. Paisagem, recursos hídricos e desenvolvimento econômico na Bacia do Rio Jequitinhonha. **Minas Gerais**, v. 19, 2007.
- HADDAD, P. R. **A experiência brasileira de planejamento regional e suas perspectivas. A política regional na era da globalização**. São Paulo: Centro de Estudos da Konrad Adenauer Stiftung, 1996.
- HADDAD, E. A. **Retornos Crescentes, Custos de Transporte e Crescimento Regional**. São Paulo, 2004. 207 p. (Tese de Livre Docência em Economia). Instituto de Pesquisas Econômicas (IPE), Universidade de São Paulo, 2004.
- HORRIDGE, M. ORANI-G: a General Equilibrium Model of the Australian Economy. *Working Paper OP-93*. Cops/Impact: Centre of Policy Studies, Monash University, 2000. Disponível em:<www.monash.edu.au/policy/elecpr/op93.htm>.
- HORRIDGE, M. Preparing a TERM bottom-up regional database. **Preliminary Draft**, Centre of Policy Studies, Monash University, 2006.

HORRIDGE, J. M.; MADDEN, J.; WITTEWER, G. The Impact of the 2002-2003 Drought on Australia. **Journal of Policy Modeling**, v. 27, n. 3, 2005/4, p. 285-308, 2005.

HUTTON, Guy et al. **Evaluation of the costs and benefits of water and sanitation improvements at the global level**. World Health Organization, 2004.

INMET. **BDMEP - Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em: 08/06/2020.

LEME, Edson José de Arruda. Manual prático de tratamento de águas residuárias. **Ed. UFSCar, São Carlos**, 2010.

LIMA, Túlio Venâncio Pires Carvalho. Os impactos da transposição do rio São Francisco na sua região de influência. 2013.

MACHADO, TTV; DIAS, J. T.; SILVA, TCD. Evolução e avaliação das políticas públicas para a atenuação dos efeitos da seca no Semiárido Brasileiro. **Revista Gaia Scientia**, v. 11, n. 2, p. 84-103, 2017.

MAGALHÃES, A. S. **Economia de baixo carbono no Brasil: Alternativas de políticas e custos de redução de emissões de gases de efeito estufa**. 2013. 290 f. 2013. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Economia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

MIN. Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional. Relatório de Impacto Ambiental (RIMA). Brasília: **Ministério da Integração Nacional**, 2004. 136 p.

MIN. Relatório de gestão do exercício de 2017. Ministério da Integração Nacional. Brasília: **Secretaria de Infraestrutura Hídrica**, 2018

MIN. Relatório de gestão do exercício de 2018. Ministério da Integração Nacional. Brasília: **Secretaria de Infraestrutura Hídrica**, 2019

MORRISON, Catherine J.; SCHWARTZ, Amy Ellen. **State infrastructure and productive performance**. National Bureau of Economic Research, 1992.

MTCGU. Relatório de Avaliação da Execução de Programa de Governo nº81 Manutenção do Projeto de Integração do Rio São Francisco na Fase de Pré-Operação. Brasília, 2017.

MUSSOLINI, Cesar; TELES, Vladimir Kühl. Infraestrutura e produtividade no Brasil. **Brazilian Journal of Political Economy**, v. 30, n. 4, p. 645-662, 2010.

RIBEIRO, Luiz Carlos de S. **Investimentos estruturantes e desigualdades regionais na Região Nordeste**. 2015. Tese de Doutorado. Tese (Doutorado em Economia) – Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015

RIBEIRO, L. C. S.; CALDAS, R. M.; SOUZA, K. B.; CARDOSO, D. F.; DOMINGUES, E. P. Regional funding and regional inequalities in the Brazilian Northeast. *Regional Science Policy and Practice*, v. 12, p. 43-59, 2019.

RIGOLON, Francisco JZ. O investimento em infra-estrutura e a retomada do crescimento econômico sustentado. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 28, n. 1, p. 129-158, 1998.

SACHS, Jeffrey. *Macroeconomía Y Salud: Invertir en Salud en Pro Del Desarrollo Económico Informe de la Comisión Sobre Macroeconomía Y Salud*. World Health Organization, 2001.

SIWI (STOCKHOLM INTERNATIONAL WATER INSTITUTE). **Making water a part of economic development: the economic benefits of improved water management and services**. Estocolmo, 2005a. Disponível em: <<https://www.siwi.org/wp-content/uploads/2015/09/waterandmacroecon.pdf>>. Acesso em: julho/2020

TUNDISI, José Galizia. O futuro dos recursos hídricos. **Revista MultiCiência**, v. 1, p. 1-15, 2003.

VIEIRA, Flávio Lúcio Rodrigues. Transposição do Rio São Francisco e alternativas de desenvolvimento: para onde vai o semiárido nordestino? ONDE VAI O SEMI-ÁRIDO NORDESTINO?. **Redes (St. Cruz Sul, Online)**, v. 14, n. 2, p. 158-171, 2009.

UN WATER. **Water Security and the Global Water Agenda.** In A UN-Water Analytical Brief, 2013.