PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA E USO DA ÁGUA: UMA ANÁLISE DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL*

Carolina Silva Ribeiro[1]
Enrique Noel Orellana[2]
Maíra Ferraz de Oliveira Silva[3]
Marianne Costa Oliveira[4]
Olga Hianni Portugal Vieira[5]

RESUMO

A Bahia apresenta entraves estruturais, a despeito da sua importância na economia do nordeste brasileiro, sendo os usos múltiplos da água e a sustentabilidade hídrica alguns dos problemas observados. Assim, o objetivo deste trabalho é avaliar o conteúdo de água virtual no comércio inter-regional e internacional da Bahia, e avaliar o impacto para a economia das regiões do Arranjo Populacional de Salvador de uma suspensão das outorgas para captação de água para a irrigação. Para tanto, utiliza-se a Matriz Insumo-Produto do Arranjo populacional de Salvador, ano 2015 com 22 setores, desenvolvida pelo Núcleo de Economia Regional e Urbana da USP (NEREUS). Inicialmente, a análise desenvolve-se por meio do indicador de extração hipotética de insumo-produto e posteriormente é realizada uma modelagem inter-regional de Equilíbrio Geral Computável (EGC) para o Arranjo Populacional de Salvador (B-MARIA-APSAL). Os resultados apontaram que o município de Salvador e seu Arranjo Populacional apresentam contribuições ao valor adicionado nas exportações superiores à suas respectivas parcelas de água virtual. Ademais, um choque negativo de produtividade da região denominada R3, devido a suspensão das outorgas, implica na redução do nível de atividade e nos fluxos de comércio inter-regionais em todas as demais regiões (R1, R2 e R4), além da própria região R3.

Palavras-chave: Água virtual, Extração hipotética, EGC

ABSTRACT

Bahia presents structural obstacles, despite its importance in the economy of northeastern Brazil, and the multiple uses of water and water sustainability are some of the problems observed. Thus, the objective of this work is to evaluate the content of virtual water in the inter-regional and international trade of Bahia, and to evaluate the impact on the economy of the regions of the Population Arrangement of Salvador of a suspension of the grants for the abstraction of water for irrigation. For this purpose, the Input-Output Matrix of the Population Arrangement of Salvador, year 2015, with 22 sectors, developed by USP's Regional and Urban Economy Center (NEREUS) is used. Initially, the analysis is developed through the hypothetical input-output extraction indicator and later an inter-regional Computable General

*Pesquisa em andamento. Resultados preliminares da pesquisa.

[1] Doutoranda em Economia e professora substituta, Universidade Federal da Bahia, E-mail: csr@ufba.br
[2] Doutorando em Economia pela Universidade Federal da Bahia, E-mail: kikonoel@gmail.com
[3] Doutoranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente pela Universidade Estadual de Santa Cruz e professora assistente da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, E-mail: mairaferraz@uesb.edu.br
[4] Doutoranda em Economia Aplicada pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e professora assistente da Universidade Estadual de Santa Cruz, E-mail: mariannecst@gmail.com
[5] Doutoranda em Economia pela Universidade Federal de Minas Gerais, E-mail: olgahianni@hotmail.com

Equilibrium (EGC) modeling for the Salvador Population Arrangement (B-MARIA-APSAL) is performed. The results showed that the municipality of Salvador and its Population Arrangement present contributions to the value added in exports higher than their respective portions of virtual water. Furthermore, a negative productivity shock in the region called R3, due to the suspension of grants, implies a reduction in the level of activity and in inter-regional trade flows in all other regions (R1, R2 and R4), in addition to the region itself R3.
Keywords: Virtual Water, Hypothetical Extraction, EGC

Área 1: Teoria, métodos e modelos de economia regional

Classificação JEL: C68, R13

1. INTRODUÇÃO

A produção agrícola mundial mais que triplicou nos últimos 50 anos e esse crescimento é justificado, em parte, pelas tecnologias da Revolução Verde que permitiram aumentar a produtividade, bem como pela expansão significativa do uso da terra, água e outros recursos naturais para fins agrícolas (FAO, 2017).

No Brasil, os setores que mais consumiram água em seu processo produtivo, no ano de 2015, foram os setores de agricultura e pecuária, seguido do setor de alimentos (IBGE, 2015).[6]

O Estado da Bahia detém 28% do PIB da região Nordeste e 3,87% do PIB nacional, se destacando como a principal economia do Nordeste (SEI, 2014). Mesmo com 66% do Estado localizado no semiárido, marcado por irregularidade de chuvas e escassez hídrica (BRASIL, 2018), no ano de 2019, quase 50% das exportações do Nordeste foram provenientes da Bahia. Além disso, o Estado conta com pólos de agricultura irrigada e consumo de água elevado em alguns produtos/atividades (BAHIA, 2020).

O debate acerca dos recursos hídricos e da sua adequada gestão apresenta, ainda, muitas lacunas de informações, principalmente em nível estadual, mesmo diante da existência de um consistente arcabouço legal e de muitos estudos desenvolvidos na área. Há de um lado uma grande necessidade em ampliar a produção de alimentos, motivada em grande medida, por lideranças como a FAO (Organização para a Alimentação e Agricultura), que estima que 90% desse aumento deverá ocorrer por meio do aumento da produtividade (FAO, 2017). Mas, por outro lado, há uma imensa preocupação em torno da diminuição dos recursos hídricos.

Nesse contexto, a agricultura irrigada apresenta-se como uma tecnologia capaz de intensificar a produção, otimizando o uso da terra, os investimentos, a utilização de máquinas, infraestrutura de beneficiamento, a mão de obra, entre outros insumos que justificam a elevada demanda de seu uso (MANTOVANI *et al*., 2019). Porém, é necessário que ocorra um acesso seguro às águas dos mananciais superficiais e subterrâneos, no processo de desenvolvimento da agricultura irrigada, a fim de evitar desequilíbrios dos recursos hídricos.

O Oeste da Bahia se destaca como uma das mais atrativas fronteiras agrícolas do mundo, com uma área agrícola de, aproximadamente 2,3 milhões de hectares. A região apresentou entre os anos de 1990 e 2018 uma expansão na área plantada da ordem de 440% e, expandiu a área irrigada, no mesmo período, de 17.100 ha para 190.900 ha. Mesmo correspondendo a apenas 8% da área plantada, a área irrigada do Oeste da Bahia foi responsável por gerar, cerca de 30% do VBP (valor bruto da produção) agrícola da região, o que destaca a importância da irrigação para a produtividade do setor agrícola (MANTOVANI *et al*., 2019).

[6] Dados apresentados na Tabela 4.

Muitos consideram que a abundância de água do Sistema Aquífero Urucuia seja o elemento chave para o virtuoso crescimento de importantes municípios do Oeste da Bahia, localizados no epicentro da fronteira agrícola do MATOPIBA. O Aquífero de Urucuia está situado sob parte de seis Estados brasileiros (Maranhão, Tocantins, Piauí, Bahia, Minas Gerais e Goiás) e compreende uma área de, aproximadamente, 12 milhões de hectares, sendo considerado um dos maiores reservatórios de água subterrânea do país, cuja maior área de ocorrência está no Oeste da Bahia (ANDRADE *et al*., 2021).

Como cerca de 80% da água que desce o baixo São Francisco, no período de seca, vem dos afluentes alimentados pelo Sistema Aquífero Urucuia e as vazões afluentes do São Francisco vêm se reduzindo, ao longo dos anos, a região está enfrentando conflitos relacionados ao uso da água, em que a população associa a queda da vazão dos rios aos períodos de irrigação.

Dessa forma, o Ministério Público da Bahia, vem sinalizando a suspensão da concessão de novas outorgas[7] para a captação de água para irrigação enquanto não existir um adequado plano de gestão sobre esse uso e seus impactos nos rios da região. Nesse sentido, o relatório final apresentado por Mantovani *et al*. (2019) discute alguns caminhos diferentes para reduzir o estresse hídrico e aumentar a segurança do fornecimento de água, sendo que dentre as possibilidades estão: *i*) evitar a irrigação durante o período de baixa vazão e *ii*) interromper a instalação de novos sistemas de irrigação.

Em situação de conflitos e escassez, o gestor de recursos hídricos tende a tomar decisões com base no balanço hídrico – saldo físico da água na bacia hidrográfica –, não levando em consideração a água virtual. Hoekstra e Hung (2002) definiram o conteúdo de água incorporado em um produto exportado como água virtual. Diante disso, alguns trabalhos têm destacado a importância de se mensurar os fluxos de água virtual nos produtos, tais como Aldaya *et al.* (2010) e Velázquez *et al*. (2011), para auxiliar na tomada de decisão dos gestores de políticas públicas e promover o uso eficiente da água. Outros trabalhos utilizaram a metodologia de insumo-produto, como Haddad *et al.* (2020) e Dietzenbacher e Velázquez (2007), ao tratarem da água virtual nas relações comerciais intersetoriais e inter-regionais.

No caso da Bahia, Ribeiro e Oliveira (2014) trataram dos fluxos de água virtual, mas não numa abordagem intra e inter-regional utilizando o método de insumo-produto.

Buscando superar certas limitações existentes nos modelos econométricos de equilíbrio parcial ou nos modelos de insumo-produto, trabalhos como Berrittella *et al.* (2007); Dixon, Rimmer e Wittwer (2011) e Ferrarini (2017) adotaram modelos de Equilíbrio Geral Computável às questões relacionadas em distintos âmbitos do uso da água como comércio de água, mudanças na precificação e alocação dos recursos hídricos.

Dado esse contexto, questiona-se qual é o teor de água virtual incorporada nos fluxos de comércio da Bahia frente às exportações bilaterais intra e inter-regionais? Bem como, qual seria o efeito da imposição de restrições ao uso da água para irrigação, em termos de renda, emprego e exportações para as regiões do Arranjo Populacional de Salvador?

Para tanto, num primeiro momento, o trabalho apresenta uma avaliação do conteúdo de água virtual no comércio inter-regional e internacional da Bahia, verificando a relação entre o uso dos recursos hídricos e o valor agregado e, posteriormente, avalia o impacto que a suspensão das outorgas para captação de água para a irrigação trará para a economia das regiões do Arranjo Populacional de Salvador.

Nesse sentido, foi utilizada a metodologia de insumo-produto, aplicando a extração hipotética, baseada em Haddad *et al.* (2020) e uma modelagem inter-regional de Equilíbrio Geral Computável (EGC) para o Arranjo Populacional de Salvador (B-MARIA-APSAL). Não foram

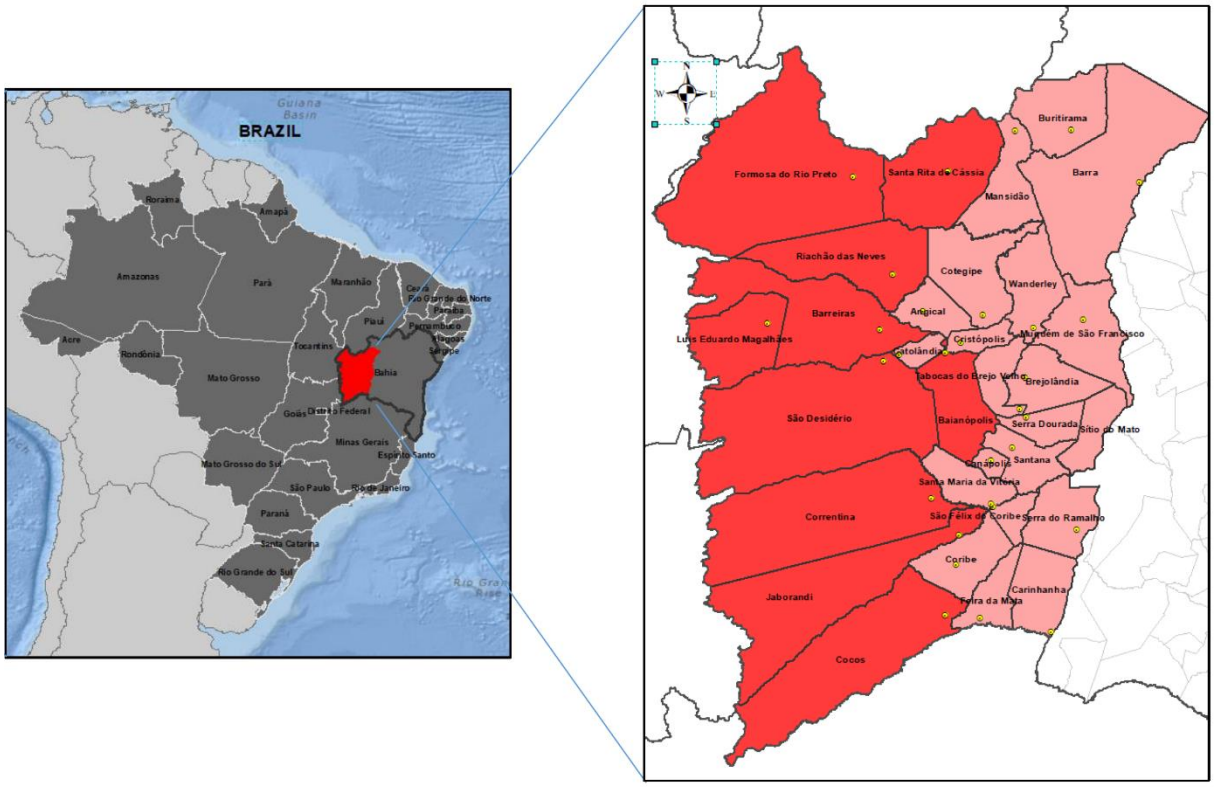
[7] A outorga é o ato administrativo pelo qual o poder público outorgante (União, Estado ou Distrito Federal) faculta ao outorgado (requerente) o direito de usar os recursos hídricos, em um determinado prazo, nos termos e nas condições apresentadas no respectivo ato (ANA, 2011).

identificados trabalhos adotando essa metodologia para a Bahia, tornando este trabalho pioneiro.

2. OESTE DA BAHIA: PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA, USO DA ÁGUA E CONFLITOS

A região Oeste da Bahia (Figura 1) está localizada em áreas de vale e de cerrado no estado da Bahia. No vale predomina a agricultura de subsistência. Já no cerrado, área plana e favorável à mecanização, desenvolveu-se o principal pólo agrícola da Bahia, com perfil produtivo voltado para a agricultura empresarial e intensiva. As chuvas bem definidas e os solos favoráveis contribuem para o sucesso do agronegócio na região.

Figura 1 – Localização da região Oeste da Bahia



Fonte: AIBA, 2018.

A economia do oeste da Bahia foi impulsionada, principalmente, por conta da expansão da cultura da soja que contou com subsídios governamentais, incorporação de tecnologia avançada, além de forte investimento privado que levou ao alcance de enormes ganhos de produtividade (Bahia, 2017). De 2006/07 para 2017/08, a produção de soja saltou de 2.295 mil toneladas para 6.336 mil toneladas, conforme Figura 2.

Outras culturas que também se destacam na região são o algodão e o milho. O aumento da área utilizada, da produtividade e da produção destas culturas evidenciam a força do agronegócio no oeste baiano.

Figura 2 – Histórico da produção no Oeste da Bahia, 10 anos

(a) Soja

SAFRA	AREA (mil ha)	PRODUTIV. SC/ha	PRODUÇÃO (mil ton)
2006/07	850	45	2.295
2007/08	935	51	2.839
2008/09	983	43	2.506
2009/10	1.050	51	3.213
2010/11	1.100	56	3.696
2011/12	1.150	48	3.321
2012/13	1.285	38	2.722
2013/14	1.310	42	3.318
2014/15	1.420	49	4.175
2015/16	1.528	35	3.209
2016/17	1.580	54	5.119
2017/18	1.600	66	6.336

(b) Algodão

SAFRA	AREA (mil ha)	PRODUTIV. @/ha	CAPULHO (mil ton)
2006/07	276,8	265	1.099,1
2007/08	293,4	270	1.188,4
2008/09	261,7	220	863,5
2009/10	244,9	253	929,4
2010/11	370,8	270	1.501,7
2011/12	387,1	204	1.184,7
2012/13	256,5	230	884,9
2013/14	308,0	269	1.243,3
2014/15	267,0	269	1.183,2
2015/16	240,0	189	756,0
2016/17	190	310	892,0
2017/18	253	320	1.254

(c) Milho

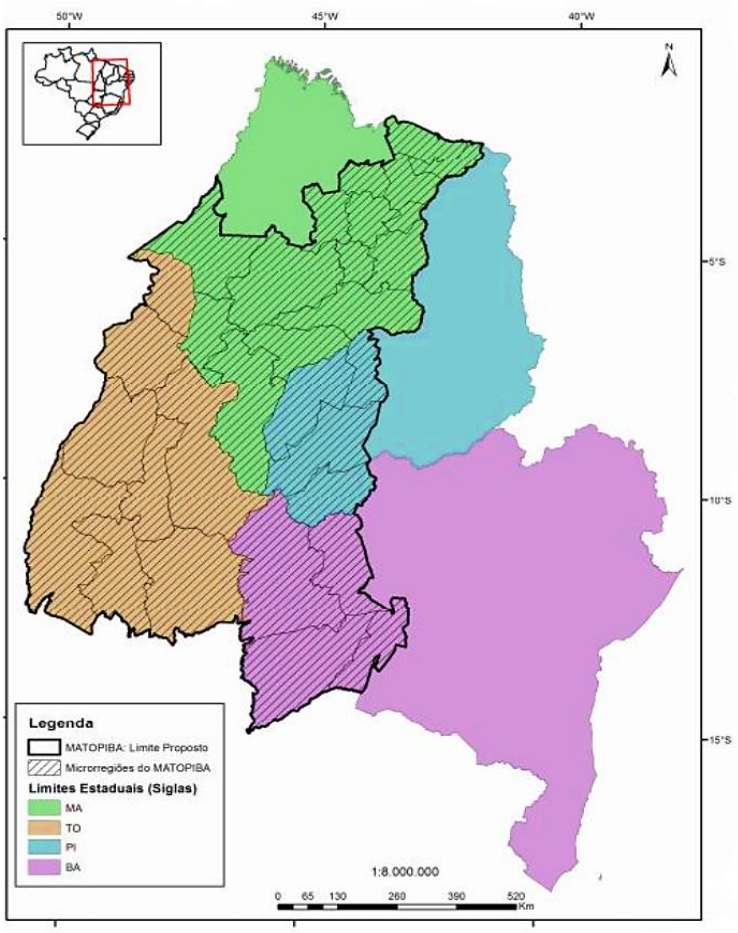
SAFRA	AREA (mil ha)	PRODUTIV. SC/ha	PRODUÇÃO (mil ton)
2006/07	166,0	121	1.205,2
2007/08	185,0	118	1.309,8
2008/09	180,0	135	1.458,0
2009/10	170,0	145	1.479,0
2010/11	153,0	163	1.496,3
2011/12	252,5	155	2.348,3
2012/13	248,0	130	1.968,9
2013/14	265,0	145	2.305,5
2014/15	220,0	135	1.799,0
2015/16	135,0	115	931,5
2016/17	180,0	130	1.404
2017/18	140	180	1.512

Fonte: AIBA, 2018.

A soja, o algodão e o milho apresentam elevado volume de exportação no Oeste. De acordo com a Aiba (2018), entre 2016 e 2017, foram exportadas 210 mil toneladas de algodão (313 milhões de dólares), 3,5 milhões de toneladas de soja (1,3 bilhão de dólares) e 24 mil toneladas de milho (4 milhões de dólares).

O Oeste Baiano integra a região do MATOPIBA e esta compreende a maior parte do território do Maranhão, todo o território do Tocantins, o sudoeste do Piauí e o oeste da Bahia (Figura 3). O MATOPIBA é considerado a última fronteira agrícola do país e tem a produção de grãos como principal atividade agrícola. A soja é a principal cultura produzida na região e o Oeste da Bahia é o seu maior produtor (Figura 4).

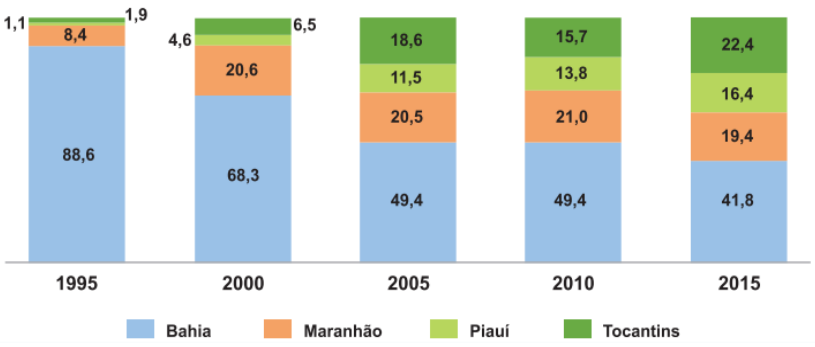
Figura 3 – Delimitação territorial do MATOPIBA



Fonte: Embrapa, 2020.

Entre os anos de 1995 e 2015, houve um aumento expressivo de representatividade das áreas do MATOPIBA, com exceção do Oeste Baiano. Na Figura 3 é possível observar como a produção total de soja da região se eleva nos estados ao longo dos anos. De 1995 para 2015, Maranhão, Piauí e Tocantins, saíram de 11,4% para 58,2% da participação no montante total da produção de soja (BAHIA, 2017). Mesmo apresentando taxas menores de crescimento, o Oeste da Bahia ainda permanece como o principal produtor de soja.

Figura 4 – Evolução da participação relativa dos estados na produção total de soja do MATOPIBA – 1995 a 2015



Fonte: Bahia, 2017.

Toda a produtividade do MATOPIBA e, por sua vez, da região Oeste da Bahia se deve, em grande parte, às vastas áreas de terras planas e mecanizáveis, aos solos profundos e a grande disponibilidade de água para irrigação na região. A região possui extensa rede hidrográfica superficial nas grandes bacias dos Rios Grande, Corrente e Carinhanha (Mantovani *et al*., 2019). Além disso, em termos de águas subterrâneas conta com o Sistema Aquífero Urucuia, um dos maiores e mais relevantes sistemas aquíferos do país em extensão areal.

De acordo com Mantovani *et al.* (2019), entre os anos de 2015 e 2018, observou-se rebaixamento do nível freático na bacia do Corrente de 15m. Já para a sub-bacia do alto Rio Grande, considerando um período de tempo mais longo, entre 2011 e 2018, no ano de 2018, houve um rebaixamento de 6 m nas proximidades do limite oeste do Sistema Aquífero Urucuia (MANTOVANI *et al.*, 2019). Isso se deu devido ao aumento do bombeamento de água e ao elevado número de pivôs de irrigação implantados na bacia no período considerado e, também por conta das mudanças climáticas, já que se observou uma redução da intensidade de chuvas nessa região em anos recentes.

A região Oeste concentra grande número de pivôs de irrigação e, embora esse sistema irrigue uma grande diversidade de culturas, é muito perdulário. Em 2015, a área irrigada (que varia de 5 mil a mais de 30 mil hectares) no Oeste foi responsável por 16% da utilização de pivô central do país (ANA, 2017). De acordo com a ANA (2017), a agricultura irrigada é responsável por retirar 46% do ambiente e 67% da vazão de consumo, no que diz respeito ao uso da água no Brasil. Esses volumes são bastante elevados quando comparados a outros usos, como o abastecimento urbano (23% retirada e 8,8% consumo), por exemplo (ANA, 2017). Na bacia do Rio Corrente, no Oeste Baiano, entre 2011 e 2017, 98% do uso da água foi para irrigação, contra 1,4% para abastecimento industrial (BAHIA, 2018)

Nesse sentido, a agricultura irrigada tem sido o centro de vários debates, pois se de um lado atua como importante instrumento na produtividade de *commodities*, por outro, exige grandes volumes de água, causando *déficit* hídrico e conflitos. Mantovani *et al.* (2019), ressaltam que pelo menos oito sub-bacias no Oeste da Bahia estão em estado de conflito pelo uso da água ou estão evoluindo rapidamente para condições de conflito: Rio Branco, Rio de Janeiro, Rio Cabeceira de Pedras, Rio Borá, Rio de Ondas, Rio das Fêmeas, Rio Grande (cabeceiras) e Rio Formoso. Essas sub-bacias representam 17% da área do Oeste da Bahia. Logo, se os irrigantes irrigarem mais nos meses mais secos, isso tornará essas oito sub-bacias críticas. Aponta-se, como alternativa, que a irrigação seja evitada durante esses meses (MANTOVANI *et al.*, 2019).

É importante notar também que o elevado número de concessões de outorgas sem um devido planejamento, pode contribuir para redução da disponibilidade hídrica na região, dada a grande demanda de água para irrigação. Muitos conflitos têm ocorrido na região, pois enquanto a população ribeirinha sofre com falta de água, o volume de água outorgado é elevado. Por fim, observou-se que a rápida expansão da área irrigada e as secas que assolaram a região nos últimos anos, suscitaram preocupações com relação à disponibilidade dos recursos hídricos regionais**.**

3. METODOLOGIA

A análise do conteúdo de água virtual no comércio inter-regional e internacional da Bahia foi realizada utilizando o método de extração hipotética a partir da Matriz Inter-regional de Insumo-Produto para o Arranjo Populacional de Salvador, ano base 2015, desenvolvida por Haddad, Araújo e Perobelli (2020).

Para a simulação do impacto que a suspensão das outorgas trará para a economia das regiões do Arranjo Populacional de Salvador, foi utilizado o modelo inter-regional de EGC, o B-MARIA-APSAL, calibrado para o ano de 2015, e composto por 4 regiões e 22 setores. Esta modelagem é uma extensão do B-MARIA, desenvolvido por Haddad (1999). Adicionalmente,

para justificar os choques exógenos na realização dessa análise, estimou-se o impacto do uso da irrigação sobre o valor da produção agrícola com base no Método dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO).

3.1 Método de Extração hipotética

Aplicou-se o Índice de Intensidade da Água com Base no Comércio (TWI) desenvolvido por Haddad et al. (2020), que parte da definição do conteúdo de água virtual no âmbito da estrutura de insumo-produto, utilizando coeficientes de quantidade de água por unidade monetária, segundo Dietzenbacher e Velázquez (2007).

O índice baseia-se no cálculo do valor adicionado doméstico nas exportações (DVA) e do total doméstico de água comercializada nas exportações (DTW) num sistema inter-regional de insumo-produto, sendo as exportações para o resto do mundo (RoW) especificadas exogenamente, segundo o método de decomposição dos fluxos de exportação bilaterais pela abordagem de "extração hipotética" realizada por Los et al. (2016). O DVA é obtido atribuindo a quantidade de valor agregado doméstico nas exportações da região 1 a n, conforme proposto por Los et al. (2016).

Considerando um mundo hipotético onde a região 1 não exporta nada para n, o valor adicionado hipotético é estimado. De forma análoga são calculados o total de água comercializada (TTW) para definir o DTW da região 1 para n e dela para o RoW. Assim obtém-se o DTW da região 1 para todas as regiões (2, 3, . . . , n) e de cada região para as n-regiões (1, 2, . . . , n), excluindo-se, e de cada região para o RoW. No mesmo sentido que o DVA, foram estimados n DTW para cada região.

O cálculo do TWI foi realizado em três etapas, tendo como base os valores calculados para o DVA e o DTW. Inicialmente é calculada a importância relativa de cada DVA (I^{DVA}). Em seguida calcula-se a importância relativa do DTW (I^{DTW}) dentro de toda a economia, obtendo a proporção de cada DTW para a soma de todos eles. Finalmente calcula-se o TWI com base no comércio considerando a importância relativa de cada fluxo em termos do DVA e do DTW. Dessa forma, obtém-se TWI para cada região que (i) sendo maior que 1, indica que a região é mais intensiva em DTW do que em DVA; e (ii) sendo menor que 1, o oposto.

3.2 O modelo de EGC B-MARIA-APSAL

A modelagem de EGC baseia-se em um conjunto de equações cuja premissa inicial é a do equilíbrio geral walrasiano. Assim, o comportamento dos agentes econômicos é modelado com base na maximização da utilidade e na otimização dos fatores no mercado e a partir de informações macroeconômicas, históricas e tendenciais da economia. Considerado um dos avanços mais recentes para o planejamento multi-setorial, essa modelagem tem sido amplamente utilizada para análises de impacto (FERREIRA FILHO, 2011).

Os modelos de EGC, a partir das suas equações microfundamentadas, permitem realizar simulações de políticas considerando variações no nível de preços e a mobilidade inter-setorial e inter-regional do capital, apresentando os efeitos de retroalimentação da economia e a trajetória de impacto no curto e o longo prazo das variáveis macroeconômicas (BURFISHER, 2011). Após o uso dessa modelagem em análises setoriais, seu arcabouço teórico foi adaptado para incluir mais informações e, assim, realizar análises também regionais. É neste contexto que surge o B-MARIA, desenvolvido por Haddad (1999) e considerado o primeiro modelo Inter-Regional de EGC (IEGC) totalmente operacional do Brasil, abordando a problemática das desigualdades regionais (PEROBELLI, COSTA, HADDAD E DOMINGUES, 2009).

Assim, o B-MARIA-APSAL, por possuir estrutura teórica similar, pode ser definido como uma extensão do B-MARIA. No entanto, o B-MARIA-APSAL foi desenvolvido para captar as

relações de interdependência setorial e regional do Arranjo Produtivo de Salvador com o resto da Bahia e do Brasil, sendo composto por 22 setores e 4 regiões, a saber: Salvador, Resto do Arranjo Populacional, Resto da Bahia, e Brasil. Os setores estão detalhados na Tabela 1.

Tabela 1 – Setores do B-MARIA-APSAL

ID	Setores	ID	Setores
1	Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura.	12	Informação e comunicação
2	Indústrias extrativas	13	Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados.
3	Produtos alimentares	14	Atividades imobiliárias
4	Máquinas e equipamentos	15	Atividades científicas, profissionais e técnicas
5	Outras indústrias de manufatura	16	Atividades administrativas e serviços complementares
6	Eletricidade e gás	17	Administração pública, defesa e seguridade social
7	Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	18	Educação
8	Construção	19	Saúde humana e serviços sociais
9	Comércio; reparação de veículos automotores e motocicletas	20	Artes, cultura, esporte e recreação
10	Transporte, armazenagem e correio	21	Outras atividades de serviços
11	Alojamento e alimentação	22	Serviços domésticos

Fonte: Elaboração própria, 2020.

O B-MARIA-APSAL é um modelo de estática comparativa e segue a tradição australiana de modelos de EGC, em que as equações são linearizadas e as soluções apresentadas na forma de taxas de crescimento. De acordo com Ferreira (2018), não há uma relação fixa entre investimento e capital, de modo que esta última variável necessita ser determinada exogenamente em conformidade com as especificidades e objetivos de cada simulação.

Em relação às principais características do módulo central do modelo (que se assemelham à do B-MARIA), Haddad (2004) aponta que o detalhamento da tecnologia de produção define três níveis de otimização: no primeiro, tem-se que o uso dos insumos intermediários e dos fatores primários de produção é determinado por uma função de produção do tipo Leontief, isto é, com proporções fixas. No segundo, é possível haver uma substituição imperfeita entre insumos de origem doméstica e importada, bem como entre os fatores de produção (terra, capital e

trabalho). No terceiro nível, os insumos intermediários domésticos são compostos pela combinação de insumos com origens distintas.
As famílias escolhem entre bens importados e domésticos de acordo com uma especificação CES[8] e seus gastos são determinados por uma função de maximização da utilidade. O investimento, responsável pela criação setorial e regional do capital, é determinado com base na ideia de minimização dos custos. As exportações são especificadas por uma curva de demanda negativamente inclinada em relação aos preços do mercado mundial. Já o consumo do governo é determinado de acordo com uma proporção constante do consumo privado, considerando os níveis regional e nacional[9].

3.2.1 Estimação do impacto do uso da irrigação sobre o valor da produção agrícola

A partir dos dados referentes à produção agrícola, em nível municipal, extraídos do Censo Agropecuário de 2017 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), optou-se pela delimitação regional do MATOPIBA, tendo em vista a maior homogeneidade na dinâmica produtiva agrícola nos municípios que a integram. A região possui 73 milhões de hectares, sendo 66 milhões no bioma cerrado, abrangendo 337 municípios nos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia.
Para tanto aplicou-se a função *Cobb-Douglas* sob a forma log-log, sendo o valor gerado pela produção agrícola função do capital, trabalho e terra utilizados na atividade produtiva. Foram estimados dois modelos de regressão por MQO, sendo o primeiro com os fatores produtivos trabalho, capital e terra (irrigada e não irrigada) e, o segundo apenas com a variável terra irrigada. Inicialmente, foram observados apenas a estatística do ajuste do modelo para mensurar quanto da produtividade agrícola é explicada por um conjunto de fatores ou pelo fator de interesse do estudo.
Uma primeira constatação refere-se ao valor assumido pela estatística global da regressão, realizada com todos os fatores produtivos (0,598), indicando que o conjunto de variáveis incluído no modelo explica 59% das variações na variável dependente.
Analisando os coeficientes estimados nesta regressão, observou-se que a maior parte dos fatores produtivos apresentaram valores positivos estando de acordo com a teoria da produção, visto que um aumento de 1% nas variáveis Mão de obra (LAB); Capital (CAP) e Terra (Land_Irrig) provocaram uma elevação no valor da produção agrícola na ordem de 0,65%, 0,99%, 0,11%, respectivamente.

Tabela 2 – Resultados do Modelo de Regressão por MQO considerando o conjunto dos fatores produtivos

MODELO I (**Variável Dependente:** $ln\ ln\ VBP$)		
VARIÁVEIS	**DESCRIÇÃO**	**COEFICIENTES**
$ln\ LAB$	Mão de obra	0,657***
$ln\ CAP$	Número de máquinas	0,991***
$ln\ Land_Irrig$	Terra irrigada	0,115**
$ln\ Land_N_Irrig$	Terra não irrigada	-0,304**
Estatístico F		99,19+++
	R^2	0,598
**Significativo a 90%; **Significativo a 95%; ***Significativo a 99%*		
+ Significativo a 90%; ++ Significativo a 95%; +++ Significativo a 99%; (NS) Não significativo		

Fonte: Elaboração própria, 2020.

[8] *Constant Elasticity of Substitution.*
[9] Para mais detalhes, ver Haddad (1999) e Haddad (2004).

No caso da variável de interesse para este estudo, relativa à área de terras irrigadas (0,275), a regressão pelo método MQO demonstrou que apenas essa variável explica 27,5% das variações na variável dependente (Tabela 3). Ademais, o coeficiente estimado, mostrou que um aumento de 1% nesta variável implica em uma elevação no valor da produção agrícola na ordem de 0,45%.

Tabela 3 – Resultados do Modelo de Regressão por MQO considerando a área de terras irrigadas

MODELO II **(Variável Dependente: $ln\ ln\ VBP$)**		
VARIÁVEIS	**DESCRIÇÃO**	**COEFICIENTES**
$ln\ Land_Irrig$	Terra irrigada	0,457***
Estatístico F		106,12^{+++}
R^2		0,275
**Significativo a 90%; **Significativo a 95%; ***Significativo a 99%*		
+ Significativo a 90%; ++ Significativo a 95%; +++ Significativo a 99%; (NS) Não significativo		

Fonte: Elaboração própria, 2020.

A partir destes resultados justifica-se a magnitude do choque exógeno aplicado no presente estudo com base na estimativa de uma equação econométrica que demonstrou o impacto da menor disponibilidade de irrigação sobre o valor gerado pela atividade agrícola.

4. BASE DE DADOS

Para realizar os cálculos de extração hipotética, utilizou-se a MIP do Arranjo populacional de Salvador, ano base de 2015, desenvolvida por Haddad, Araújo e Perobelli (2020). A matriz possui 22 setores e 4 regiões: Salvador, resto do Arranjo Populacional de Salvador (RAPS), resto da Bahia (RBa) e do Brasil (RB). O consumo de água foi obtido nas Contas Econômicas Ambientais da Água para o Brasil, a partir da Tabela de Recursos e Usos física (em hm³) do Instituto do Brasileiro de Geografia e Estatística (TRU física/IBGE), com 6 setores, ano 2015.
Na desagregação da base do IBGE, utilizou-se um *share* calculado a partir do Modelo de Insumo-Produto Regional da EORA1 (pegada hídrica da produção), para o ano 2015, com 55 setores, mas agregado para 22 a fim de compatibilizá-lo ao tamanho das bases. Foi necessário desagregar o setor Eletricidade e gás, água, esgoto e limpeza urbana em dois, utilizando a participação setorial de consumo da água da TRU física do IBGE como base. O APSAL é composto pelos municípios de São Sebastião do Passé, Salvador, Camaçari, Candeias, Dias d´Ávila, Madre de Deus, Mata de São João, Lauro de Freitas, São Francisco do Conde e Simões Filho.
A matriz inter-regional está organizada em 4 regiões: Salvador (R1), restante do arranjo populacional (R2), restante do estado da Bahia (R3), Restante do Brasil (R4). A Tabela 4 detalha o consumo setorial de água para as regiões descritas.

Tabela 4 - Consumo de água por setores, Brasil, 2015

Setores	Água agrícola	Verde	Azul	Cinza	Total
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura.	320.424,79	13.424,41	15,50	79,67	333.944,37
Produtos alimentares.	756,19	1.936,85	0,40	4,72	2.698,16
Água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação.	0,00	2.227,86	27,12	171,39	2.426,37
Outros setores	11,23	796,28	49,38	662,28	1.519,17

Fonte: Adaptado de CEAA-IBGE, 2020.

Para a execução do B-MARIA-APSAL, utilizou-se a mesma MIP do Arranjo populacional de Salvador citada anteriormente. No caso da estimação econométrica, foram utilizados os dados referentes à produção agrícola, em nível municipal, extraídos do Censo Agropecuário de 2017 através do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA), abrangendo os municípios brasileiros que compõem a região de MATOPIBA.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Conteúdo de água virtual no comércio inter-regional e internacional da Bahia

Os valores calculados para o DVA e o DTW, tanto inter-regionais quanto internacionais, originários de cada uma das 4 regiões analisadas estão descritos na Tabela 5, agregados pelos principais destinos.

A quantidade de água incorporada nas exportações estrangeiras do RB supera a das exportações inter-regionais na razão de 9-1, ou seja, para cada m^3 de água virtual exportado inter-regionalmente, 9 m^3 foram exportados para fora do país. Para as demais regiões verifica-se um padrão oposto, ou seja, a água exportada inter-regionalmente supera a exportada para o estrangeiro. Essa razão varia entre as regiões, sendo de 58,8-1 para Salvador, 4,2-1 para o RAPS e de 2,1-1 para o RBa.

Tabela 5 - Valor adicionado e água comercializados regionalmente nas exportações, 2015

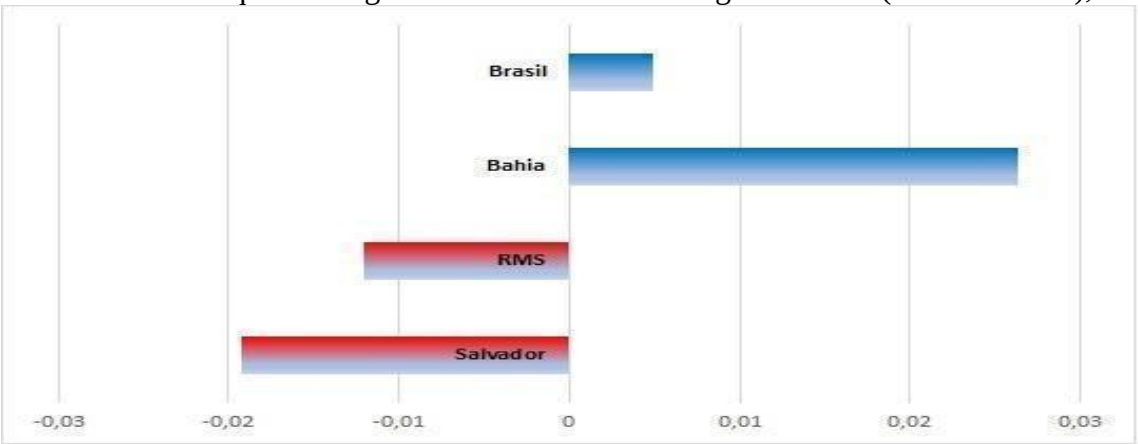
	Valor Adicionado (milhões R$)				Água (milhões de m3)			
Região	Doméstico	Estrangeiro	Total	%	Doméstico	Estrangeiro	Total	%
Salvador	21,939.5	237.1	22,176.6	2.63	58.8	1.0	59.8	0.04
RAPS	28,271.8	3,142.9	31,414.7	3.73	132.3	31.7	164.1	0.11
RBa	52,432.0	9,008.2	61,440.2	7.30	12,942.1	6,220.5	19,162.6	12.77
RB	162,782.9	563,870.1	726,652.9	86.33	**13,000.1**	**117,720.2**	130,720.3	87.08
Total	265,426.2	576,258.3	841,684.5	100	26,133.3	123,973.5	150,106.8	1000

Fonte: Elaboração Própria, 2020.

Comparando a participação do valor adicionado nas exportações totais com a parcela da água negociada, notou-se que Salvador e seu Arranjo Populacional apresentam contribuições ao valor adicionado superiores a suas respectivas contribuições para a água. Por outro lado, o RBa e RB apresentam contribuições ao valor adicionado inferiores à participação observada para a água.

O Gráfico 1 mostra o equilíbrio físico de água comercializada pelas regiões brasileiras. A região que apresentou o maior déficit de água virtual no comércio foi Salvador, seguida do RAPS. Já o RBa e o RB apresentaram excedentes de água virtual.

Gráfico 1 - Total líquido de água comercializada inter-regionalmente (milhões de m^3), 2015



Fonte: Elaboração Própria, 2020.

Por fim, calculou-se o Índice de Intensidade de Água (TWI), como exposto na Tabela 6.

Tabela 6. TWI - Índice de intensidade de água com base no comércio, 2015

	Salvador	RAPS	RBa	RB	Row
Salvador		0.0175	0.0126	0.0153	0.0229
RAPS	0.0286		0.0259	0.0259	0.0566
RBa	1.1398	0.8840		1.4171	3.8720
RB	0.5249	0.3627	0.4490		1.1706

Fonte: Elaboração Própria, 2020.

Analisando a Tabela 6 por linhas, observou-se que o comércio do RBa é mais intenso em exportação de água do que em geração de Valor Adicionado, exceto para RAPS. Destaca-se o elevado valor de TWI nas exportações do RBa para o estrangeiro. Na análise por colunas, percebe-se a grande intensidade de exportação de água virtual comparada com a intensidade de Valor Adicionado associados ao comércio de RBa e RB para o estrangeiro.

5.2 Impacto da suspensão das outorgas para captação de água para a irrigação na economia do Resto da Bahia (R3)

A análise da Tabela 7 revela os impactos para a economia nacional de um choque negativo da magnitude de 4,5% na produtividade total dos fatores primários no setor agrícola do Resto da Bahia (R3).

Tabela 7 – Impactos sobre as variáveis macroeconômicas relativos ao choque negativo na produtividade total dos fatores primários no setor agrícola do Resto da Bahia, 2015 (em%)

Variáveis	**Impacto**
Volume de exportação	-0,079
Produto agregado, pesos de valor agregado	-0,026
Emprego nacional	-0,023
Consumo real das famílias	-0,022
Volume de importação	-0,011
Receita agregada de todos os impostos indiretos	-0,010
Salário real nacional para produtores (deflacionado pelo deflator do PIB)	-0,007
Índice de preços de investimento	0,009
Preços relativos de trabalho e capital	0,012
Salários nominais agregados pagos pelos produtores	0,015
Índice de Preços ao Consumidor	0,015
Índice de preços - comércio inter-regional: total	0,018

Índice de preços do PIB, lado das despesas	0,023
Índice de preços de exportação	0,079
Índice de preços – estoques	0,116

Fonte: Elaboração própria, 2020.

Destacam-se como resultados mais relevantes a queda do volume de exportações (-0,079%), do produto agregado da economia (-0,026%), do emprego nacional (-0,023%) e do volume de importações (-0,011%), variáveis diretamente relacionadas ao setor agrícola em sua atividade principal. Verifica-se ainda queda no salário real nacional para produtores (-0,07%) assim como aumento nos salários nominais agregados pagos pelos produtores (0,015%).

Como impactos indiretos observa-se a queda no consumo real das famílias (-0,022%) e na receita agregada de todos os impostos indiretos (-0,010%). Uma observação importante refere-se à elevação de todos os índices de preços incluídos no modelo com destaque para o Índice de preços – estoques (0,116%) e o Índice de preços ao consumidor (0,015). Este último índice é bastante sensível à alterações na oferta de alimentos, que no caso da simulação realizada neste estudo foi de redução da disponibilidade destes produtos e consequente elevação do índice, como observado.

Entre os impactos inter-regionais mais relevantes (Tabela 8), destaca-se a queda do nível de atividade em 0,523% em R3 (Resto da Bahia). Esta região tem como atividades econômicas principais aquelas ligadas à agricultura e, como esperado, sofreria o maior impacto decorrente do choque exógeno implementado. Mas, embora em menor intensidade, é possível observar a redução do nível de atividade em todas as demais regiões (R1, R2 e R4).

Tabela 8 – Impactos inter-regionais relativos ao choque negativo na produtividade total dos fatores primários no setor agrícola do Resto da Bahia, 2015 (em%)

	Nível de Atividade	Consumo nominal das famílias	IPC's regionais
R1 Salvador	-0,028	-0,029	0,032
R2 Resto do Arranjo	-0,032	-0,041	0,026
R3 Resto da Bahia	-0,523	-0,023	0,039
R4 Resto do Brasil	-0,012	-0,006	0,014

Fonte: Elaboração própria, 2020.

Ressalta-se que a maior queda (-0,041%) no consumo nominal das famílias (ou da sua renda disponível) ocorre em R2 (Resto do Arranjo) e o maior impacto sobre o Índice de preços ao consumidor em R3 (Resto da Bahia), com alta de 0,039%.

Analisando a Tabela 9 percebe-se como o impacto de um choque exógeno no setor agrícola tem repercussões na maioria dos setores de atividade afetando o nível de atividade em toda a economia. Como esperado, a maior redução do volume exportado (-3,202%) ocorreu no setor da Agropecuária no Resto da Bahia (R3). Além do impacto no setor agrícola, o setor de Produtos alimentares também foi afetado, com ênfase na região R3 que apresentou uma redução de 0,494% no nível de atividade e de 0,386% no volume de exportações.

Tabela 9 – Impactos inter-regionais setoriais relativos ao choque negativo na produtividade total dos fatores primários no setor agrícola do Resto da Bahia, 2015 (em%)

		Nível da Atividade				Volume Exportado			
		R1	**R2**	**R3**	**R4**	**R1**	**R2**	**R3**	**R4**
1	Agropecuária	0,033	0,059	-3,842	0,039	-0,424	-0,416	**-3,202**	-0,204
2	Indústrias extrativas	-0,034	-0,015	-0,016	-0,006	0,014	0,030	0,019	0,011
3	Produtos alimentares	-0,248	-0,210	**-0,494**	-0,069	-0,233	-0,212	**-0,386**	-0,110
4	Máquinas e equipamentos	-0,007	0,000	0,001	-0,007	0,001	0,007	0,010	-0,001
5	Outras manufaturas	-0,050	-0,056	-0,094	-0,021	-0,006	0,017	0,001	-0,004
6	Eletricidade e gás	-0,054	-0,026	-0,051	-0,012	0,049	0,083	0,129	0,050
7	Água, esgoto	-0,039	-0,026	-0,014	-0,013	0,014	0,037	0,106	0,016
8	Construção	-0,002	-0,001	-0,002	-0,001	0,014	-0,005	-0,002	-0,007
9	Comércio	-0,048	-0,027	-0,080	-0,015	0,009	0,033	0,106	0,007
10	Transporte, armazenagem	-0,053	-0,034	-0,099	-0,020	0,018	0,042	0,105	0,007
11	Alojamento e alimentação	-0,052	-0,028	-0,045	-0,018	-0,025	-0,013	-0,019	-0,009
12	Informação e comunicação	-0,017	-0,010	-0,009	-0,010	0,012	0,013	0,022	0,005
13	Atividades financeiras	-0,033	-0,014	-0,044	-0,012	0,017	0,036	0,075	0,014
14	Atividades imobiliárias	-0,001	0,000	0,000	0,000	0,014	0,037	0,106	0,027
15	Atividades científicas	-0,033	-0,017	-0,028	-0,012	0,022	0,031	0,069	0,013
16	Atividades administrativas	-0,027	-0,019	-0,021	-0,013	0,014	0,037	0,106	-0,002
17	Administração pública	-0,017	-0,018	-0,020	-0,017	-0,007	-0,007	-0,003	-0,006
18	Educação	-0,030	-0,022	-0,021	-0,017	-0,009	-0,008	-0,011	-0,011
19	Saúde	-0,028	-0,013	-0,017	-0,016	0,014	0,015	0,010	-0,003
20	Artes, cultura	-0,028	-0,008	-0,012	-0,008	0,008	0,016	0,013	0,003
21	Outros serviços	-0,039	-0,011	-0,019	-0,010	0,014	0,037	0,106	0,000
22	Serviços domésticos	-0,054	-0,034	-0,050	-0,024	0,014	0,037	0,106	0,007

Fonte: Elaboração própria, 2020.

No que se refere ao produto bruto gerado, assim como ocorreu com o nível de atividade, praticamente todos os setores sofreram o impacto do choque no setor agropecuário e, dentro do próprio setor, a redução do produto bruto teve a magnitude de -0,222% (Tabela 10).

Tabela 10 – Impactos sobre a produção setorial relativos ao choque negativo na produtividade total dos fatores primários no setor agrícola do Resto da Bahia, 2015 (em%)

	Setores	Produto Bruto Regional
1	Agropecuária	-0,222
2	Indústrias extrativas	-0,007
3	Produtos alimentares	-0,082
4	Máquinas e equipamentos	-0,007
5	Outras indústrias de manufatura	-0,023
6	Eletricidade e gás	-0,013
7	Água, esgoto	-0,013
8	Construção	-0,001
9	Comércio	-0,017
10	Transporte, armazenagem	-0,023
11	Alojamento e alimentação	-0,019
12	Informação e comunicação	-0,010
13	Atividades financeiras	-0,012
14	Atividades imobiliárias	0,000
15	Atividades científicas	-0,013
16	Atividades administrativas	-0,014
17	Administração pública	-0,017
18	Educação	-0,017
19	Saúde	-0,016
20	Artes, cultura	-0,008
21	Outros serviços	-0,011
22	Serviços domésticos	-0,025

Fonte: Elaboração própria, 2020.

Conforme resultados apresentados na Tabela 11, quase a totalidade dos fluxos de comércio inter-regionais envolvidos na análise apresentaram redução devido ao choque de produtividade no setor agrícola da região R3.

Tabela 11 – Impactos sobre os fluxos de comércio inter-regionais relativos ao choque negativo na produtividade total dos fatores primários no setor agrícola do Resto da Bahia, 2015 (em%)

	R1 Salvador	R2 Resto do Arranjo	R3 Resto da Bahia	R4 Resto do Brasil
R1 (Salvador)	-0,035	-0,049	-0,121	-0,016
R2 (Resto do Arranjo)	-0,016	-0,028	-0,451	0,009
R3 (Resto da Bahia)	-0,582	-0,401	-0,319	-0,954
R4 (Resto do Brasil)	0,019	-0,018	-0,152	-0,009

Fonte: Elaboração própria, 2020.

A maior queda no fluxo de comércio da região R2 foi para a região R3, sendo essa da ordem de -0,451%. Mas, a região R3 (Resto da Bahia) foi a que apresentou a redução mais severa do fluxo de comércio, apresentando as respectivas magnitudes de -0,582%, -0,401%, -0,319% e -0,954% de retração para as regiões R1, R2, R3 e R4.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise dos fluxos de água virtual para o Arranjo Populacional de Salvador, para o ano de 2015, permite concluir que a contribuição de Salvador e do RAPS em Valor Adicionado foi maior do que em volume de água. Isso demonstra que os resultados obtidos podem estar relacionados com a escassez de água e, embora o trabalho não tenha utilizado nenhuma métrica de peso de escassez, a relativa escassez de água em Salvador e no RAPS pode estar associada aos níveis de demanda devido à urbanização. Por outro lado, a forte aglomeração relativa dessas regiões pode gerar níveis de produtividade do capital e do trabalho maiores, o que poderia explicar, em partes, a participação relativamente maior do valor adicionado nos fluxos comerciais.

Observou-se, ainda, que a intensidade do comércio do RBa é maior em termos de recursos hídricos do que de geração de Valor Adicionado, exceto para o RAPS. Isso poderia explicar o fato do RAPS concentrar o Polo Petroquímico de Camaçari e a RBa o agronegócio, na região oeste e, portanto, sugerimos essa investigação como objeto de trabalhos futuros.

Já em relação ao choque negativo de 4,5% na produtividade total dos fatores primários no setor agrícola do Resto da Bahia (R3) na modelagem de EGC no B-MARIA-APSAL, notou-se que a restrição do uso da água para a irrigação pode levar a impactos negativos para o produto, emprego e exportações brasileiras. É preocupante, ainda, a expressiva redução das exportações do setor agropecuário na região R3 diante do choque de produtividade, uma vez que a área irrigada do Oeste da Bahia tem grande relevância no VBP agrícola da região.

Assim, é imprescindível que o órgão executor da política de recursos hídricos esteja atento à disponibilidade hídrica da região antes de conceder novas outorgas aos usuários, no entanto, as decisões tomadas pelos gestores diante dos conflitos existentes entre os produtores rurais e demais usuários de água devem ser avaliadas com muito cuidado, dada a importância que o setor agrícola exerce dentro da economia brasileira e sua ligação com as demais atividades econômicas.

Estas abordagens regionais na análise do comércio de água virtual e da redução de outorgas utilizando modelagem de EGC dá ao gestor de recursos hídricos uma dimensão estratégica para a tomada de decisões quando confrontadas com o valor adicionado. Uma extensão destas metodologias pode ser aplicada ao estudo integrado do uso de recursos naturais.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas irrigação: uso da água na agricultura irrigada.** Brasília, 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Outorgas de direito de uso de recursos hídricos. **Cadernos de capacitação em recursos hídricos**, vol. 6, 2011.

ALDAYA, M. M.; *et al*. **Water footprint and virtual water trade in Spain**. New: York Springer, 2010.

ANDRADE, B.C.C.; *et al*. **Remote sensing-based actual evapotranspiration assessment in a data-scarce area of Brazil: A case study of the Urucuia Aquifer System**. International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation, 2021.

ASSOCIAÇÃO DE AGRICULTORES E IRRIGANTES DA BAHIA (AIBA). **Agronegócio do Oeste da Bahia.** 2018.

BAHIA. **Bahia foi responsável por quase 50% das exportações do Nordeste em 2019.** 2020.

BAHIA. Secretaria do Meio Ambiente (SEMA). **Outorgas de uso do rio Corrente.** 2018.

BAHIA. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais (SEI). **Cidades do agronegócio no oeste baiano**. Textos para discussão, n. 13. 2017.

BRASIL. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). **Delimitação do semiárido.** 2018.

BERRITELLA, M.; HOEKSTRA, A. Y.; REHDANZ, K.; ROSON, R.; TOL,R. S. J. The economic impact of restricted water supply: A computable general equilibrium analysis, **Water Research**, vol. 41, p. 1799-1813.

BURFISHER, M., 2011. **Introduction to Computable General Equilibrium Models.** Cambridge University Press, New York.

APAGAIN, A. K.; HOEKSTRA, A.Y. **Water footprints of nations**. Países Baixos: UNESCO-IHE, n. 16, 2004.

DIETZENBACHER, E.; VELÁZQUEZ, E. Analysing Andalusian virtual water trade in an input–output framework. **Regional Studies**, v.41, 2007.

DIXON, P. B.; RIMMER, M. T.; WITTWER, G. Saving the Southern Murray-Darling Basin: The Economic Effects of a Buyback of Irrigation Water. **The Economic Record**, vol.87, n. 276, 2011.

EMBRAPA. **Desenvolvimento territorial estratégico para a região do Matopiba.** 2020.

FAO. **The future of food and agriculture – Trends and challenges**. Rome, 2017.

FERRARINI, A. S. F. **Avaliação setorial do uso da água no Brasil: uma análise de equilíbrio geral computável (CGE)**. Tese de doutorado – USP/ESALQ, Piracicaba, 2017.

FERREIRA FILHO, J. B. S. **Introdução aos Modelos Aplicados de Equilíbrio Geral: Conceitos, Teoria e Aplicações.** In: Bruno de Oliveira Cruz; Bernardo Alves Furtado; Leonardo Monasterio; Waldery Rodrigues Junior. (Org.). Economia Regional e Urbana. Teorias e Métodos com ênfase no Brasil.. 1ed.Brasília: IPEA, v. 1, p. 375-400, 2011.

HADDAD, E. A. **Retornos Crescentes, Custos de Transporte e Crescimento Regional**. Tese (título de Livre-Docência) - Departamento de Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

HADDAD, E. A. *et al*. Water content in trade: a regional analysis for Morocco. **Economic Systems Research**, 2020.

HADDAD, E. A. *et al*. **Matriz Inter-regional de Insumo-Produto para o Arranjo Populacional de Salvador, 2015**. Núcleo de Economia Regional e Urbana da USP - NEREUS e Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas - FIPE, 2020.
HOEKSTRA, A.Y.; HUNG, P.Q. **Virtual water trade: a quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade**. Delft: UNESCO-IHE, 2002.
IBGE - Instituto Brasileiro De Geografia e Estatística. **Contas Econômicas Ambientais da Água**. 2015.
LOS, B. *et al*. Tracing value-added and double counting in gross exports: Comment. **American Economic Review**, n.106, 2016.
MANTOVANI *et al*. **Estudo do potencial hídrico da região Oeste da Bahia: quantificação e monitoramento da disponibilidade dos recursos do aquífero Urucuia e superficiais nas bacias dos rios Grande, Corrente e Carinhanha**. Relatório Técnico Final.Viçosa, 2019.
RIBEIRO, C. S.; OLIVEIRA, G. G. Fluxos de Água Virtual do Submédio do Vale do São Francisco, Brasil. **Anais.** XIV Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos- ENABER, 2016.
SEI. Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia. **Boletim PIB regional 2014.** 2014.
VELÁZQUEZ, E. *el al*. Rethinking the concepts of virtual water and water footprint in relation to the production–consumption binomial and the water– energy nexus**. Water Resour Manage**, n. 25, 2011.