



Análise do comércio de água virtual no estado do Paraná: uma abordagem de insumo-produto

Analysis of virtual water trade in the state of Paraná: an input-product approach

Gabriela Henrique Zangiski ¹

Terciane Sabadini Carvalho ²

RESUMO

Diante da escassez de água como fator limitante ao desenvolvimento e da incorporação direta e indireta de água nos processos produtivos, este estudo tem por objetivo compreender o comércio de água virtual entre o Paraná e as principais regiões com as quais ele comercializa: São Paulo, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Resto do Brasil, bem como investigar se o Paraná comporta-se como importador ou exportador regional líquido neste segmento. O estudo dos fluxos de água virtual no Paraná se mostra relevante, visto que o Paraná destaca-se como um dos maiores produtores agrícolas do país e o maior consumidor de água no Brasil é o setor agropecuário. Para tanto, foi utilizado o conceito de água virtual e um modelo de insumo-produto inter-regional com seis setores. Os resultados mostram que no setor agropecuário, bem como no comércio com São Paulo, o Paraná é exportador líquido de água virtual. Porém, no setor de Indústria da Transformação e Construção, bem como no comércio com o Resto do Brasil, o estado comporta-se como importador líquido. No entanto, as exportações possuem maior peso, fazendo com que o estado seja exportador líquido de água virtual, quando considerados todos os setores e regiões do Brasil.

Palavras-chave: Paraná. Água Virtual. Matriz Insumo-Produto.

ABSTRACT

Given the scarcity of water as a limiting factor to development and the direct and indirect incorporation of water in the production processes, this study aims to understand the virtual water trade between Paraná and the main regions with which it trades: São Paulo, Santa Catarina, Rio Grande do Sul and Rest of Brazil, as well as investigating whether Paraná behaves as a net regional importer or exporter in this segment. The study of virtual water flows in Paraná is relevant, since Paraná stands out as one of the largest agricultural producers in the country and the largest consumer

¹ Foutoranda em Economia pela FGV/EPGE. E-mail:

gabriela.zangiski@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1800-8196>

² Doutora em Economia pelo CEDEP LAR, professora adjunta no departamento de Economia da Universidade Federal do Paraná e no Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento Econômico

(PPGDE/UFPR). E-mail: tersabadini@gmail.com

ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-1082-1609>

of water in Brazil is the agricultural sector. For this purpose, the concept of virtual water and an interregional input-output model with six sectors were used. The results show that in the agricultural sector, as well as in trade with São Paulo, Paraná is a net exporter of virtual water. However, in the Transformation and Construction Industry sector, as well as in trade with the Rest of Brazil, the state behaves as a net importer. However, exports have greater weight, making the state a net exporter of virtual water, when considering all sectors and regions of Brazil.

Keywords: Paraná. Virtual Water. Input-Output Matrix.

Classificação JEL: C67; R10; Q25.

INTRODUÇÃO

O crescimento da preocupação em relação à escassez de água como fator limitante ao desenvolvimento levanta questões acerca da relação entre a água e a economia. Assim, diante da incorporação direta e indireta de água nos processos de produção, evidencia-se a necessidade de avaliar os fluxos de água consumidos na produção de bens e serviços.

Neste contexto, destaca-se o conceito de água virtual, expressão cunhada por Allan et al. (1993), referente ao volume de água utilizado no processo produtivo de determinado bem ou serviço. O conceito engloba tanto a água usada em sua forma física quanto a água requerida na produção dos insumos do que está sendo produzido. A partir disso, é possível verificar se determinada região está importando ou exportando água virtual ao comercializar com outras regiões. Essa análise pode ser feita em relação aos setores da economia, através das matrizes de insumo-produto.

Apesar da vasta disponibilidade de recursos hídricos no Brasil, há problemas de escassez em algumas regiões. O país concentra cerca de 12% da água doce do planeta, segundo a Agência Nacional de Águas (ANA). No entanto, ainda segundo a ANA, essa água é mal distribuída, de modo que as regiões com maior concentração populacional não são as mais ricas em água. O setor agropecuário é o maior consumidor de água no país e, de acordo com dados do IBGE para o período de 2000 a 2010, o Paraná é responsável, em média, por cerca de 13% da produção agropecuária do Brasil e é o segundo estado com maior participação média, de maneira que o estudo dos fluxos de água virtual no Paraná mostra-se relevante. Além disto, este estudo apresenta ainda mais relevância em decorrência da atual crise hídrica que o Paraná tem enfrentado desde março de 2020, e que se caracteriza como a pior dos últimos 40 anos (KOWALSKI, 2020).

Portanto, o principal objetivo desta pesquisa investigar se o Paraná é exportador ou importador regional líquido de água virtual para as demais regiões brasileiras, bem como compreender o comércio de água virtual entre o estado e as principais regiões com as quais ele comercializa: São Paulo, Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Resto do Brasil. Para tanto, foi utilizado um modelo de insumo-produto inter-regional.

Assim, este estudo está dividido em 3 partes, além desta introdução. A seção 2, a seguir, apresenta uma revisão de literatura acerca do uso da água nos territórios paranaense e brasileiro e uma revisão de literatura empírica, resumindo e comparando os resultados de estudos similares para outras regiões e países. Na seção 3, são apresentadas a metodologia e os dados utilizados nesta pesquisa. A

quarta seção descreve os resultados deste estudo. Por último, tem-se as considerações finais.

REVISÃO DE LITERATURA

O uso da água no Brasil

De acordo com o Relatório Pleno da Conjuntura de Recursos Hídricos no Brasil, da ANA (2017), o uso da água no Brasil divide-se entre irrigação, abastecimento humano e animal, uso industrial, geração de energia, mineração, aquicultura, turismo e lazer. De acordo com dados para o ano de 2016 deste mesmo relatório, a irrigação é o principal setor no que se refere à demanda por retirada de água no Brasil, isto é, à totalidade da água captada para algum uso, respondendo por cerca de 46% desta demanda (ANA, 2018).

Rebouças (2003), reforça os dados fornecidos pela ANA (2017). Segundo este autor, quase 63% da demanda por água no Brasil destina-se às fins agrícolas, principalmente irrigação. No entanto, os métodos de irrigação utilizados são os mais ineficientes quanto ao uso da água, além de bastante intensivos em energia elétrica (REBOUÇAS, 2003). Segundo Assad (2016), em países desenvolvidos, a demanda por água na indústria é maior do que a demanda na agricultura. No Brasil, entretanto, ocorre o contrário. Cabe ressaltar também que a irrigação apresentou a maior taxa de crescimento da retirada de água no Brasil, entre 1955 e 2016.

Já em relação ao uso de recursos hídricos para abastecimento animal no Brasil, o que corresponde a quase 8% da demanda por retirada, tem-se que a maior parte desses recursos é destinada aos bovinos, que respondem por 88% da demanda animal por tipo de rebanho. A demanda para abastecimento animal concentra-se nos estados de Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás, onde os bovinos são predominantes (ANA, 2017).

O segundo maior demandante de retirada por água no Brasil é o abastecimento urbano, respondendo por cerca de 23%. Em 2016, cerca de 84% da população vivia em áreas urbanas. Para este abastecimento é necessário cerca de 15 vezes mais do que a quantidade de recursos hídricos para abastecimento rural. Adicionalmente, a média brasileira de perdas físicas nos sistemas de água e esgoto é de cerca de 36%.

Os problemas de abastecimento hídrico da região Nordeste se dão, principalmente, por conta da baixa disponibilidade do recurso, enquanto na região Sudeste, a pressão sobre os recursos hídricos ocorre por conta da concentração populacional. Além disso, um percentual maior da população das regiões Norte e Nordeste não dispõe de atendimento adequado no que diz respeito aos recursos hídricos, em comparação com o percentual para as demais regiões (ANA, 2017). O abastecimento urbano responde, ainda, pela maior demanda por água para retorno, ou seja, a água que é usada, mas depois retorna aos corpos hídricos (ANA, 2017).

Após 2012, por conta da redução do volume de água para geração de energia hidrelétrica disponível no país e da necessidade de fontes de energia complementares, observou-se também um aumento no uso de água para geração de energia termoelétrica (ANA, 2017), que agora é responsável por cerca de 10% da demanda de retirada. De maneira complementar, segundo Brito (2018), a expansão da geração de energia hidrelétrica é o principal fator de impacto nas bacias hidrográficas que abrangem a região Norte. Por outro lado, na região Centro-Oeste, o fator de destaque é a expansão da fronteira agrícola. Finalmente, as regiões Sul,

Nordeste e Sudeste enfrentam déficit hídrico, enquanto esta última é também bastante afetada pelo problema da poluição hídrica.

O uso da água para fins industriais também é fundamental. Entre as indústrias extrativas no Brasil, a de mineração é a que apresenta maior consumo de água. As atividades deste setor concentram-se majoritariamente no Pará e em Minas Gerais. Já quanto à indústria de transformação, a concentração ocorre nas regiões Sudeste e Sul, sendo que na primeira, os parques industriais são mais diversificados e destacam-se as indústrias química e automobilística. Na segunda, concentram-se as agroindústrias, que beneficiam e transformam produtos primários (ANA, 2017).

Os setores da indústria de transformação responsáveis pela maior demanda por recursos hídricos são as de produtos alimentícios, bebidas, celulose, papel e produtos de papel, produtos derivados do petróleo e biocombustíveis, produtos químicos e metalurgia. Juntos, eles correspondem a cerca de 90% das vazões consumidas pela indústria brasileira (ANA, 2017).

Por conta da vasta importância da água no Brasil, é necessário que seu uso seja regulado, para que seja feito de maneira sustentável. Assim, a gestão dos recursos hídricos é feita principalmente através de planejamento, fiscalização, cobrança pelo uso da água (ANA, 2017). Para que isto seja feito, são indispensáveis os estudos sobre sua preservação e uso, sendo que este está intimamente relacionado com as atividades econômicas. Assim, o entendimento da estrutura econômica e das atividades setoriais nas regiões e no país como um todo são essenciais para balizar estratégias para o desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, estudos que objetivam analisar impactos do uso da água na economia se tornam relevantes, pois muitos setores, como o agrícola, incorporam muita água em seu processo produtivo.

A economia paranaense

Com um PIB de cerca de R\$421 bilhões (em valores de 2017) para o ano de 2017, o Paraná foi, neste ano, a 5ª maior economia do Brasil, segundo o IBGE. Com mais de 11 milhões de habitantes (2018), o estado destaca-se como líder na produção de feijão e trigo, além de ser um importante produtor de batata inglesa, mandioca, milho e soja. Desta forma, o Paraná tem sido tradicionalmente apresentado como importante produtor agrícola e pecuário (COSTA JUNIOR E BACHA, 2016).

Na década de 1930, com a expansão do cultivo do café, ocorre de maneira intensa a ocupação do restante do estado, cuja economia acabou se voltando ao setor agropecuário (ROLIM e SERRA, 2009). A base econômica do Paraná era formada pela produção de erva mate e madeira, com destaque para o pinho (FERRARIO et al., 2009).

Desde então, o desenvolvimento da indústria em São Paulo acabou afetando significativamente a economia paranaense, principalmente no norte do estado. A partir desse momento, o Paraná também atraiu indústrias, desenvolveu infraestrutura para seu suporte e diversificou sua economia, bem como fortaleceu a produção agrícola (TRINTIN, 2016; RAIHER et al., 2017; BARBOSA, DO CARMO e RAIHER, 2015; FERRARIO et al., 2009).

A partir da década de 1970, as cooperativas agrícolas paranaenses exerceram papel de destaque quanto à modernização da agricultura no estado, principalmente com relação ao cultivo da soja, que atualmente é uma das principais culturas na região. A partir desse período, novas culturas foram introduzidas, a estrutura cafeeira passa por um processo de desarticulação e o pacote tecnológico da Revolução

“Verde” estadunidense é introduzido, consolidando a estrutura econômica do Paraná. Assim, há um aumento da produtividade e, conseqüentemente, da renda, no meio rural, enquanto acelera-se o processo de urbanização e a expansão das fronteiras agrícolas do estado (FAJARDO, 2016).

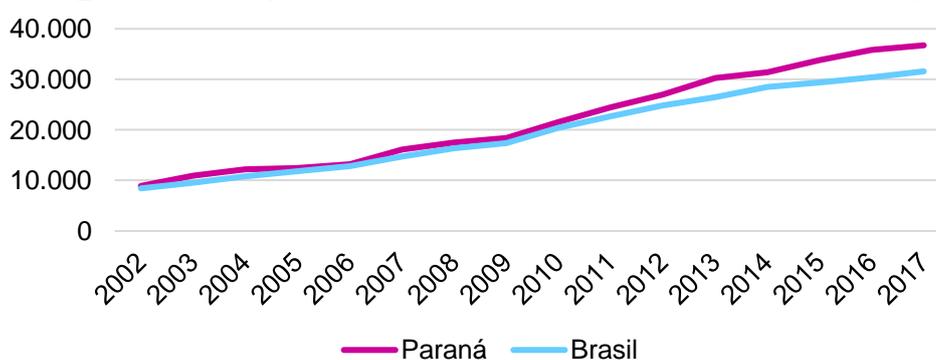
Mais recentemente, o esgotamento da fronteira agrícola e a desconcentração industrial implicaram na transformação e industrialização de produtos primários, tais quais soja, trigo, milho e carne. Adicionalmente, com a abertura comercial brasileira dos anos 1990, o Paraná aumentou sua inserção no comércio nacional e internacional, atraindo investimentos principalmente para os setores automobilístico, agroindustrial, transporte, energia e telecomunicações, bem como ampliação do complexo madeireiro e papelero (FERRARIO et al., 2009). Atualmente, o Paraná conta com um dos setores agrícolas mais dinâmicos do Brasil (ROLIM; SERRA, 2009). Diante de sua formação, o Paraná tem sido responsável por cerca de 6% do PIB brasileiro no período recente. Desde 2006, sua participação média apresenta tendência crescente, conforme pode ser observado pela Figura 1.

Figura 1 – Participação do Paraná no PIB do Brasil (R\$ de 2010)



FORNTE: IPEA DATA (2018).

Figura 2 – PIB *per capita* do Paraná e do Brasil (R\$ de 2010)



FORNTE: IPEA DATA (2018).

Já o PIB *per capita* do estado, de acordo com a Figura 2, tem apresentado uma tendência de crescimento no período recente. Apesar de acompanhar o PIB *per capita* brasileiro, os valores para o PIB *per capita* do Paraná têm sido sempre maiores, crescendo a taxas ainda maiores a partir de 2009.

Segundo dados do IPARDES, o setor de serviços correspondeu a cerca 64% do PIB paranaense no ano 2017 enquanto o setor industrial foi responsável por, aproximadamente, 25% da produção. Já o setor agropecuário responde por pouco mais de 9% do PIB do estado.

A indústria paranaense, no entanto, é tradicionalmente ligada ao beneficiamento de produtos agroflorestais. Além disso, atuam no estado indústrias do ramo papelero, eletrônico, automobilístico, metalúrgico, mecânico, entre outras. Segundo a Federação das Indústrias do Estado do Paraná (FIEP), a indústria de transformação do estado é liderada pelos ramos de produtos alimentares e veículos automotores, que corresponderam, respectivamente, a 34,5% e 12,51% das vendas totais da indústria de transformação, no ano de 2008. Destacam-se também os setores de Vestuário e Madeira.

Já no que se refere ao setor industrial, segundo dados da ANA (2013), a maior vazão e retirada de água na indústria ocorre no ramo de produtos alimentícios. Além disso, a indústria papelera também apresenta, em relação aos outros ramos, relevante proporção de vazão e retirada de água. Desta forma, os ramos industriais de destaque no Paraná são intensivos no uso da água, de modo que se espera que o coeficiente de requerimento direto de água do setor industrial paranaense não seja muito pequeno em comparação com as demais regiões.

Apesar da baixa participação no produto do estado, o Paraná também se sobressai como um grande produtor agrícola, em comparação com os demais estados brasileiros. Em 2010, o estado se classificou como o 2º maior produtor agropecuário do Brasil, ficando atrás apenas do estado de São Paulo. O Paraná se destaca como principal produtor de galináceos, além de ser um dos líderes na produção de suínos, segundo dados do IBGE para um período recente.

Kureski e Delgado (2010) afirmam que, mesmo tendo reduzida participação no produto paranaense, o setor agropecuário possui elevada importância, por conta do seu efeito multiplicador na indústria e comércio, tanto como fornecedor de insumos, quanto como demandante de máquinas, fertilizantes e outros insumos agrícolas.

Cabe destacar novamente que o setor agropecuário é o maior consumidor de água no Brasil, responsável de cerca de 70% do volume de água retirado dos mananciais (CRISTINA, 2006), sendo que a maior parte dessa água é utilizada na irrigação (ANA, 2013). No entanto, quase metade do volume de água utilizado na irrigação é perdido por conta da evaporação (EOS ORGANIZAÇÃO E SISTEMAS, 20-?). Segundo Paulino et al. (2011), contudo, o Paraná tem pouca representatividade em área irrigada, utilizando majoritariamente o método de aspersão, sendo que este método, de acordo com (STONE, 20-?) é mais eficiente e requer maior intensidade tecnológica.

Por fim, quanto aos setores de serviços, a captação da água não é feita diretamente dos corpos hídricos, na maioria dos casos (VISENTIM, 2017b). A água utilizada por estes setores provém do próprio sistema de abastecimento, de maneira que estes setores não são considerados intensivos no uso de água.

O comércio de água virtual no mundo

A literatura empírica a respeito do comércio intra-regional e inter-regional de água virtual utilizando matriz insumo-produto ainda é escassa. Pode-se dividi-los entre estudos para diferentes países do mundo e para o Brasil. Os principais estudos para outros países acerca desse tema são de Wang e Wang (2009), Dietzenbocher e Velázquez (2007), Mubako, Lahiri e Lant (2017), Zhao, Chen e Yang (2009), Zhang et al. (2011) e Antonelli, Roson e Sartori (2012). Os estudos encontrados para o Brasil são Visentim (2017a), Visentim (2017b) e Ussami e Guilhoto (2018).

No primeiro estudo mencionado, os autores utilizam uma matriz insumo-produto para verificar que a região de Beijing é importadora de água virtual e que a

tendência é que a importação líquida seja cada vez maior. A análise foi feita para três setores da economia: primário, secundário e terciário. Os resultados da pesquisa demonstraram que, no ano de 2007, a importação de água virtual na região alcançou 1840 milhões de m³, sendo que o setor secundário é o maior responsável pela importação de água virtual.

Zhang et al. (2011) utilizam uma matriz insumo-produto inter-regional com 60 setores e 30 regiões também para Beijing, calibrada para ano de 2007, que possibilita saber de qual região vem essa água virtual importada, complementando o estudo de Wang e Wang (2009). O resultado encontrado é que Hebei, que assim como Beijing apresenta problemas com escassez de recursos hídricos, e é a maior provedora de água virtual para Beijing, sendo que 40% do recurso vem do setor agrícola. Outros importantes exportadores de água virtual para Beijing são Jilin, Henan, Guandong e Shandong.

Os autores mostram, ainda, que os setores primários da região são os maiores responsáveis pelo consumo de água, em especial a agricultura. Ainda assim, os setores industriais apresentam grande relevância no uso de recursos hídricos. O resultado do estudo de Zhang et al. (2011) aponta que a coordenação inter-regional, especialmente em relação aos setores água-intensivos, é fundamental para tornar o uso dos recursos hídricos mais eficiente.

Ainda para a China, Zhao, Chen e Yang (2009) fazem uma análise utilizando o método de insumo-produto para verificar que o país é um exportador líquido de água virtual. Os autores apontam que o setor primário responde por 70% do uso da água, enquanto os setores industrial e de serviços respondem, respectivamente, por 20% e 10% do uso deste recurso. Nesse sentido, destacam-se os setores de Agricultura e de Eletricidade, Gás, Produção e Suprimento de Água. No entanto, os autores apontam diversos setores chineses como exportadores líquidos de água, à exemplo dos setores de Indústria Leve.

Já Dietzenbacher e Velázquez (2007) utilizam uma matriz insumo-produto com 25 setores para verificar que a região da Andaluzia, na Espanha, é exportadora de água virtual. A análise é feita entre Andaluzia e restante da Espanha, fazendo ainda distinção entre restante do mundo. O objetivo é verificar se a teoria de Heckscher-Ohlin, que afirma que um país tende exportar cuja produção é intensiva no fator abundante naquele país (KRUGMAN, 2010), se aplica para a região.

Os resultados, no entanto, contradizem o modelo. Segundo os autores, Andaluzia é uma das regiões mais áridas da Europa. No entanto, ainda assim ela exporta a maior parte de sua produção agrícola. Desta maneira, os autores recomendam investir em pesquisa e desenvolvimento, a fim de tornar o uso da água mais eficiente; reestruturar a pauta de exportações da região, reduzindo as exportações de bens água-intensivos e aumentar a produção de bens cujos fatores de produção sejam abundantes; ou ainda precificar ou elevar o preço dos recursos hídricos.

O estudo de Mubako, Lahiri e Lant (2017) visa avaliar o comércio de água virtual e a aplicação do modelo Heckscher-Ohlin entre os estados da Califórnia e Illinois, utilizando uma matriz insumo-produto com 8 setores. Os resultados encontrados indicam que o setor de Aquicultura é o setor com maior requerimento direto de água por unidade monetária de produto gerado, seguido por Cultivo; Geração de Energia; Pecuária e Outros. Para o ano de 2008, a pesquisa apontou os dois estados como exportadores líquidos de água virtual, sendo que a maior parte do volume de água exportado advém de setores intensivos em água, mas baixo valor adicionado.

Já em relação aos estudos para o Brasil, Visentim (2017a), tem como principal objetivo estimar o consumo de água virtual das atividades econômicas do Estado de São Paulo e verificar se o mesmo foi importador ou exportador líquido desse bem no comércio com o Resto do Brasil. Para atender os objetivos propostos, foi estimado um sistema inter-regional de insumo-produto para o ano de 2009. Consideraram-se duas regiões, o estado de São Paulo e Resto do Brasil, e 94 setores da economia.

O estudo apontou o setor agrícola como o mais intensivo em uso direto dos recursos hídricos. Considerando também o uso indireto de água, em especial nas atividades relacionadas ao agronegócio, o setor industrial passa a ser considerado o mais intensivo no uso dos recursos hídricos. Além disso, Visentim (2017a) mostra o estado de São Paulo como importador líquido de água virtual em relação ao Resto do Brasil, apesar de ser exportador líquido de bens e serviços.

Já o objetivo de Visentim (2017b) foi identificar os principais responsáveis pelo uso de *blue water* no Brasil. Para tanto, mensurou-se o volume total de água utilizado pelas atividades econômicas das bacias hidrográficas nacionais. A autora estimou um sistema inter-regional com 50 setores e as 56 bacias hidrográficas para o ano de 2009, bem como os respectivos coeficientes técnicos diretos de uso de água. Por fim, foram estimados os índices de exploração de água de cada bacia para verificar se o padrão de uso dos recursos hídricos locais poderia ser considerado sustentável.

Um dos resultados apontados pelo estudo é que a Bacia Hidrográfica Litoral AL PE PB se destaca como a principal responsável pela captação de água no Brasil, tendo apresentado também o pior balanço hídrico. Já em relação à demanda por água, destaca-se a Bacia Tietê. Adicionalmente, o estudo verificou que a interdependência hídrica foi maior que a interdependência econômica entre as regiões das bacias no período analisado, sendo que a maior parte do volume de água exportado provém de bacias cujos balanços hídricos se encontram em situações preocupantes. Além disso, a autora ressalta que mudanças climáticas podem tornar a situação dos balanços hídricos de bacias do nordeste brasileiro ainda pior.

As alternativas apresentadas por Visentim (2017b), no sentido de promover políticas públicas que levem a melhorias nos balanços hídricos, vão na direção do que foi proposto por Dietzenbacher e Velázquez (2007). Elas consistem no uso de tecnologias de produção mais eficientes no uso da água; mudança da composição das economias locais em direção às atividades menos intensivas nos recursos hídricos; importação de bens e serviços intensivos em água de regiões nas quais esse recurso é abundante; políticas de regulação que impeçam a extração de recursos hídricos além do nível sustentável; e reuso e transposição de água.

Por último, Ussami e Guilhoto (2018) visam estimar o uso direto e indireto de água em São Paulo e no resto do Brasil, usando uma matriz multi-regional com 83 setores e 23 regiões, divididas de acordo com características endoclimáticas. Foi usada uma matriz insumo-produto para o Brasil do ano de 2009, elaborada pelo IBGE. A partir disso, os autores avaliaram o comércio de água virtual entre o Alto Tietê e as demais regiões, concluindo que o Alto Tietê é importador líquido de água.

Assim, os estudos realizados para o Brasil e para o restante do mundo mostram-se de grande relevância para compreender o uso da água nas atividades econômicas. Além disso, são úteis para evidenciar fragilidades das regiões frente à escassez de recursos hídricos na produção de bens e serviços. Em suma, estes estudos são necessários para identificar onde esses recursos são usados com mais intensidade no que se refere aos setores da economia. A partir disso, é possível elaborar políticas públicas e estratégias de desenvolvimento econômico que levem

em consideração os limites de sustentabilidade que se contrapõem ao crescimento econômico.

METODOLOGIA E DADOS

Dados

Os dados referentes à água foram retirados das Contas Econômicas Ambientais da Água para o Brasil (CEAA), disponibilizadas pelo IBGE, para os anos de 2013 a 2015. O ano escolhido foi o de 2013, pela maior proximidade temporal com os dados da matriz insumo-produto utilizada neste estudo, estimada para o ano de 2011. Foram utilizadas as informações da Tabela de Recursos e Usos Física, onde constam os fluxos de água em hm³, do meio ambiente para cada setor da economia e das atividades econômicas para o meio ambiente.

Nesta tabela, estão disponibilizadas as informações para seis setores, sendo eles Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura; Indústrias Extrativas; Indústrias de Transformação e Construção; Eletricidade e Gás; Água e Esgoto; e Demais Atividades. Os 68 setores para as 27 Unidades da Federação da matriz de insumo-produto de Haddad, Júnior e Nascimento (2017) foram agregados nestas seis categorias, de modo que a dimensão setorial da matriz é 6x6. A relação dos setores da matriz original com os quais estes foram compatibilizados está disponível no anexo A.

Adicionalmente, na Tabela de Recursos e Usos Física, estão disponíveis dados referentes a retirada, uso e consumo de água. O primeiro conceito refere-se à água retirada dos corpos hídricos, seja para distribuição ou uso próprio, e que não retorna para estes de maneira direta. O uso, por outro lado, diz respeito ao total da água retirada do meio ambiente e da água fornecida por outros setores (ANA, 2018). Finalmente, o consumo pode ser definido como “a parcela de água que não é distribuída para outras atividades econômicas e não retorna ao meio ambiente por ter sido incorporada em outros produtos ou efetivamente consumida por seres humanos e/ ou animais” (ANA, 2018, p. 20). Desta maneira, os dados utilizados neste estudo são referentes ao consumo, por ser um conceito compatível com o de água virtual.

Assim, é possível realizar uma pesquisa, com atenção especificamente para os resultados referentes ao Paraná. Os estados da região Sul, bem como São Paulo, por conta de sua influência sobre o Paraná, serão mantidos desagregados. Os demais, no entanto, serão agregados como “Resto do Brasil”, de modo que a dimensão regional da matriz é 5x5. Desta forma, considerando-se também os setores, a matriz inter-regional terá dimensão 30x30.

O modelo de insumo-produto

O modelo de insumo produto, elaborado por Wassily Leontief aponta como os setores da economia estão relacionados uns com os outros, capturando sua interdependência. Em um modelo inter-regional com duas regiões r e s , a matriz não será composta apenas das transações entre os setores de uma mesma região. Haverá quatro submatrizes dispostas da seguinte forma:

$$Z = \begin{bmatrix} Z^{rr} & Z^{rs} \\ Z^{sr} & Z^{ss} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Onde a matriz Z é conhecida como a matriz de fluxos, Z^{rr} é a matriz das transações de compra e venda entre os setores da região r , Z^{ss} é a matriz das transações de compra e venda entre os setores da região s , Z^{rs} é a matriz das vendas da região r para a região s e, por fim, a matriz Z^{sr} representa as vendas da região s para a região r (MILLER E BLAIR, 2009). Portanto, a matriz de fluxos é composta de quatro matrizes insumo-produto, em um modelo com duas regiões.

Através da matriz insumo-produto, são obtidos os coeficientes técnicos necessários à produção, que indicam as relações de dependência entre os setores da economia, “ou seja, o quanto uma determinada atividade precisa consumir de produtos das outras atividades para executar a sua produção” (DE CARVALHO et al., 2016, n. p.). A matriz de coeficientes técnicos, denotada por A , de dimensão $n \times n$ será obtida pela divisão de cada elemento da matriz e transações intermediárias pelo valor do produto total correspondente à soma de sua coluna:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{z_{11}}{X_1} & \dots & \frac{z_{1n}}{X_n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{z_{n1}}{X_1} & \dots & \frac{z_{nn}}{X_n} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Onde x_{ij} corresponde ao fornecimento de insumos do setor i ao setor j e X_j representa o valor bruto da produção, dado pela soma da coluna. No caso da matriz inter-regional, de maneira análoga, teremos que os coeficientes técnicos a_{ij}^{rr} serão dados pela divisão entre o fluxo do bem i produzido na região r para o setor j da região r pelo total da produção do setor j na região r . Da mesma forma serão obtidos os coeficientes regionais para a região s , a_{ij}^{ss} , e os coeficientes inter-regionais a_{ij}^{rs} e a_{ij}^{sr} . (MILLER E BLAIR, 2009; GUILHOTO, 2011). Portanto, a matriz dos coeficientes técnicos para um modelo inter-regional será dada por:

$$A = \begin{bmatrix} A^{rr} & A^{rs} \\ A^{sr} & A^{ss} \end{bmatrix} \quad (3)$$

A dimensão dessa matriz será dada pela soma das dimensões das matrizes das regiões r e s e, também será, uma matriz quadrada. Denotando por y o vetor coluna da demanda final e X o vetor coluna do valor adicionado bruto, isto é, a produção necessária para atender à demanda final, ambos de dimensão $n \times 1$, temos que:

$$x = (I - A)^{-1} \cdot y \quad (4)$$

Estabelecendo $B = (I - A)^{-1}$, teremos que “o elemento b_{ij} deve ser interpretado como sendo a produção total do setor i que é necessária para produzir uma unidade de demanda final do setor j ” (GUILHOTO, 2011, p. 16). Portanto, a matriz B é a matriz dos requerimentos diretos e indiretos, também chamada de inversa de Leontief. Essa matriz mensura os impactos de variações na demanda final sobre a produção.

Para encontrar os requerimentos de água por setor da economia, é preciso obter um vetor e . Os componentes deste vetor e resultam da divisão do coeficiente de consumo de água das Contas Econômicas Ambientais da Água de cada setor, Ei pelo

Valor Bruto da Produção (VBP) do setor, representado por X_i . O resultado dessa divisão, e_i , fornecerá valores de $\text{hm}^3/\text{R}\$$. Adicionalmente, o esse vetor fornece os requerimentos diretos de água por setor da economia.

$$e_i = \frac{E_i}{X_i} \quad (5)$$

Da diagonalização do vetor e , resulta o vetor \hat{e} . Para obter a matriz dos requerimentos totais, ou ainda, diretos e indiretos de água para os setores, deve ser feita a multiplicação do vetor \hat{e} contendo os coeficientes de consumo de água por unidade monetária de produto, para cada setor da economia, pela inversa de Leontief:

$$\hat{e}(I - A)^{-1} = \varepsilon \quad (6)$$

A diferença entre os requerimentos totais e os diretos fornece os requerimentos indiretos. Cabe ressaltar que, por conta da disponibilidade apenas de dados agregados para todo o Brasil do consumo de água por setor, o pressuposto adotado é de que o Paraná e as demais regiões utilizam a mesma tecnologia de consumo de água. Desta forma, a soma das colunas de ε mostra os requerimentos totais de água incorporada em cada setor e em cada região.

Para obter o volume de água incorporado nas exportações de uma região, é necessário pré-multiplicar a matriz ε dos coeficientes totais de uso de água pelo vetor coluna das exportações (X) de insumos de cada região para as demais, resultando no vetor coluna $X_{virtual}$:

$$\varepsilon X = X_{virtual} \quad (7)$$

Analogamente, para obter o volume de água incorporado nas importações de uma região das demais, a matriz ε deve ser pré-multiplicado pelo vetor transposto das importações de insumos de cada região das demais (M'), de modo a obter o vetor coluna:

$$\varepsilon M' = M_{virtual} \quad (8)$$

Finalmente, fazendo-se o resultado das exportações de água virtual de uma região, menos as importações de água virtual dessa mesma região, temos o valor das exportações líquidas de água virtual. Portanto, quando este valor é positivo, indica que a região é uma exportadora líquida de água virtual. Quando é negativo, por outro lado, indica que a região é importadora líquida de água virtual.

RESULTADOS

A partir da metodologia proposta, foram obtidos os requerimentos totais de cada setor, para cada região, apresentados na Tabela 1. Para todas as regiões, o setor com maior requerimento de água é o setor de Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura. Para o Paraná, este coeficiente é de 0,78, indicando que, para cada R\$ 1.000 de demanda final adicional para este setor, são consumidos 0,78 hm^3 de água, uma vez que os valores da matriz original estão em R\$1.000,00. Esse resultado corrobora o fato de que o setor agropecuário é o maior consumidor de água no Brasil. Dentre as regiões, cabe destacar o requerimento total de água para o setor de Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura de Santa Catarina, cujo valor é de 1,32.

O segundo setor com maior requerimento de consumo de água no Paraná é o setor de Água e Esgoto, seguido do setor de Indústrias Extrativas. Os valores para os setores de Eletricidade e Gás, Indústrias de Transformação e Construção e Demais Atividades são, por outro lado, muito reduzidos. Desta maneira, o setor de Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura do Paraná é o setor com o maior aumento de consumo de água diante de uma elevação em sua demanda final.

Por outro lado, em comparação com as demais regiões, a Indústria Extrativa do Paraná apresenta maior aumento do consumo de água frente a uma elevação em sua demanda final. Cabe ressaltar que nos estados da região Sul, a indústria extrativa funciona como uma atividade econômica complementar.

Na região da Mata das Araucárias, que abrange uma grande parte dos estados do Paraná e Santa Catarina e, em menor porção, o Rio Grande do Sul, destaca-se o extrativismo vegetal visando insumos para as indústrias de papel e celulose. Por fim, nestes dois estados também cabe ser mencionado o extrativismo de carvão vegetal. Desta maneira, um aumento na demanda final da Indústria Extrativa pode exercer um efeito multiplicador sobre o próprio setor, em decorrência do efeito multiplicador indireto entre os setores, uma vez que o ramo extrativo é um importante fornecedor de insumos.

Tabela 1 – Requerimentos totais de água para os setores por região

Região	Setor	Requerimento Total
SP	Indústrias Extrativas	0,06
	Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura	0,57
	Eletricidade e Gás	0,00
	Água e Esgoto	0,09
	Indústrias de Transformação e Construção	0,01
	Demais Atividades	0,00
PR	Indústrias Extrativas	0,57
	Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura	0,78
	Eletricidade e Gás	0,01
	Água e Esgoto	0,75
	Indústrias de Transformação e Construção	0,04
	Demais Atividades	0,01
SC	Indústrias Extrativas	0,34
	Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura	1,37
	Eletricidade e Gás	0,02
	Água e Esgoto	0,77
	Indústrias de Transformação e Construção	0,07
	Demais Atividades	0,01
RS	Indústrias Extrativas	0,51
	Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura	0,82
	Eletricidade e Gás	0,02
	Água e Esgoto	0,45
	Indústrias de Transformação e Construção	0,04
	Demais Atividades	0,01
RB	Indústrias Extrativas	0,00
	Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura	0,14
	Eletricidade e Gás	0,00
	Água e Esgoto	0,05
	Indústrias de Transformação e Construção	0,01
	Demais Atividades	0,00

Fonte: Resultados da pesquisa

Cabe destacar também que o setor de Água e Esgoto do Paraná apresenta um alto requerimento total de água em comparação com o mesmo setor das demais regiões, exceto de Santa Catarina. Enquanto os valores do requerimento total de água para estas regiões são, respectivamente, 0,75 e 0,77, para São Paulo e para o Restante do Brasil este valor é inferior a 0,1. Assim, essas regiões utilizam mais água para cada R\$ 1.000,00 produzidos.

O efeito de um aumento na demanda final de um setor de uma região não permanece, no entanto, somente na própria região, de modo que há um transbordamento do aumento do consumo de água virtual para os demais setores e para as demais regiões. Desta forma, na Tabela 2 são apresentados os transbordamentos, em termos percentuais, dos multiplicadores totais de consumo de água virtual.

Tabela 2 – Decomposição dos efeitos em intra-regionais e inter-regionais

	Indústrias Extrativas	Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura	Eletricidade e Gás	Água e Esgoto	Indústrias de Transformação e Construção	Demais Atividades
São Paulo						
São Paulo	84%	73%	79%	85%	76%	91%
Paraná	2%	4%	3%	2%	3%	2%
Santa Catarina	1%	2%	1%	1%	2%	1%
Rio Grande do Sul	1%	3%	1%	1%	2%	1%
Resto do Brasil	11%	18%	15%	11%	17%	7%
Paraná						
São Paulo	17%	15%	8%	10%	19%	11%
Paraná	74%	70%	85%	82%	64%	82%
Santa Catarina	1%	2%	1%	1%	2%	1%
Rio Grande do Sul	1%	2%	1%	1%	2%	1%
Resto do Brasil	7%	10%	6%	5%	13%	5%
Santa Catarina						
São Paulo	13%	11%	8%	8%	14%	8%
Paraná	3%	4%	2%	2%	3%	2%
Santa Catarina	73%	68%	80%	82%	70%	83%
Rio Grande do Sul	2%	4%	1%	2%	3%	1%
Resto do Brasil	8%	13%	9%	7%	10%	5%
Rio Grande do Sul						
São Paulo	13%	10%	8%	8%	13%	8%
Paraná	2%	2%	1%	1%	2%	1%
Santa Catarina	2%	2%	1%	1%	2%	1%
Rio Grande do Sul	76%	74%	78%	81%	70%	85%
Resto do Brasil	8%	11%	11%	8%	12%	5%
Resto do Brasil						
São Paulo	8%	11%	7%	7%	13%	7%
Paraná	1%	2%	1%	1%	2%	1%
Santa Catarina	0%	1%	0%	0%	1%	0%
Rio Grande do Sul	1%	2%	1%	1%	2%	1%
Resto do Brasil	90%	85%	91%	91%	83%	91%

Fonte: Resultados da pesquisa

Cada valor da Tabela 2 representa percentual do requerimento total para suprir a demanda total de água virtual do setor disposto na coluna, originário da região

disposta na linha. Para todas as regiões, pode-se observar que o componente intra-regional é o componente de maior peso dos multiplicadores. Isso indica que a maior parte do efeito da variação no consumo de água virtual ocorrerá dentro da própria região.

Os setores de Água e Esgoto e Demais Atividades apresentam, de maneira geral, maiores componentes intra-regionais, quando comparados com os demais setores. Isso decorre do fato de que os setores de Água e Esgoto atendem, sumariamente, a própria região. O setor de Demais Atividades, por outro lado, é composto majoritariamente por atividades de serviços, que tendem a ser não comercializáveis entre as regiões. Assim, a demanda atendida por estes dois setores encontra-se, geralmente, dentro da própria região a qual pertencem, de modo que há poucos vazamentos para as demais.

Contudo, os setores de Indústrias de Transformação e Construção e de Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura apresentam menores componentes intra-regionais, quando comparados com os demais setores. Nestes setores, portanto, os transbordamentos regionais podem ser mais relevantes, em decorrência da característica de maior possibilidade de exportação de sua produção para as demais regiões.

Quanto aos vazamentos para o Paraná, destaca-se a água virtual importada de São Paulo para suprir as demandas de consumo. Outra região que exporta, em termos percentuais, mais água para os setores paranaenses é o Resto do Brasil. Cabe ressaltar, no entanto, que o destaque desta região é um resultado esperado em decorrência de seu tamanho, visto que o Resto do Brasil é uma agregação de 23 Unidades da Federação. Por outro lado, a relevância de São Paulo como exportador da água virtual para o Paraná se deve à intensa relação comercial entre estes dois estados. Vale destacar que quase 20% da água virtual consumida na Indústria de Transformação e Construção paranaense é importada de São Paulo.

De maneira geral, o Paraná é responsável por exportar um percentual muito baixo da água virtual consumida pelos setores das demais regiões. Destaca-se, contudo, a exportação pelo Paraná de 4% da água virtual para o setor de Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura, dos estados de São Paulo e Santa Catarina, devido à exportação de produtos deste setor para estas regiões. Este resultado está de acordo com o esperado, uma vez que o Paraná é um importante produtor agrícola do Brasil. O segundo setor com maiores vazamentos do Paraná para as demais regiões é o de Indústrias de Transformação e Construção, dado que as indústrias paranaenses também exportam seus produtos para as demais regiões.

Outras observações relevantes podem ser feitas a partir destes resultados. No Resto do Brasil, no setor de Indústrias de Transformação e Construção, cerca de 13% da água virtual é importada do estado de São Paulo, indicando a relevância dos produtos industrializados deste estado para o restante do país. Os demais setores do Resto do Brasil também apresentam percentuais relevantes de seus multiplicadores ligados ao estado de São Paulo, reforçando sua importância como importante exportador para o país.

É ainda mais relevante observar, no entanto, a caracterização dos setores de cada região como exportadores ou importadores líquidos de água virtual para as demais regiões brasileiras. Isto é, avaliar se cada setor de cada região, na totalidade de seu comércio com os demais, exporta mais do que importa água virtual, ou o contrário. Os resultados do comércio de água virtual de cada setor com o Paraná são apresentados na tabela 3, bem como seu resultado líquido.

É possível observar que o Paraná pode ser caracterizado como importador líquido de água virtual em seu comércio com o setor de Indústrias de Transformação e Construção de São Paulo e do Resto do Brasil, com o setor de Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura de Santa Catarina, com o setor de Demais Atividades de Santa Catarina e do Resto do Brasil, com o setor de Água e Esgoto do Rio Grande do Sul e, por fim, com os setores de Indústrias Extrativas e Eletricidade e Gás do Resto do Brasil. Em relação ao comércio com os demais setores, o Paraná caracteriza-se como exportador líquido de água virtual para o restante do Brasil.

A soma de todos os valores líquidos de comércio apresentados na Tabela 3 fornece o resultado de que o Paraná, em seu resultado líquido de comércio com as demais regiões brasileiras, é um exportador líquido de água virtual. Além disso, o valor desta soma indica que o Paraná exporta 1181,19 hm³ de água virtual, por cada mil reais exportados.

Tabela 3 – Exportações, importações e resultado líquido do comércio de água virtual do Paraná para as demais regiões

	Exportações do PR (hm ³ /R\$ 1.000,00)	Importações do PR (hm ³ /R\$ 1.000,00)	Resultado Líquido (hm ³ /R\$ 1.000,00)
Indústrias Extrativas	114,32	33,80	80,52
Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura	5086,33	1428,42	3657,91
SP Eletricidade e Gás	188,78	60,87	127,91
Água e Esgoto	32,04	29,49	2,55
Indústrias de Transformação e Construção	2153,07	2164,95	-11,88
Demais Atividades	1253,74	1243,37	10,37
Indústrias Extrativas	13,59	12,28	1,30
Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura	895,09	1325,89	-430,80
SC Eletricidade e Gás	32,68	32,49	0,19
Água e Esgoto	9,03	13,52	-4,49
Indústrias de Transformação e Construção	350,72	345,75	4,96
Demais Atividades	230,85	274,89	-44,03
Indústrias Extrativas	11,77	5,36	6,41
Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura	636,14	595,41	40,73
RS Eletricidade e Gás	31,51	18,99	12,51
Água e Esgoto	2,95	7,76	-4,81
Indústrias de Transformação e Construção	357,29	355,68	1,62
Demais Atividades	201,87	181,12	20,75
Indústrias Extrativas	64,52	559,85	-495,34
Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura	2180,17	2121,06	59,11
RB Eletricidade e Gás	137,82	174,73	-36,91
Água e Esgoto	55,15	30,55	24,60
Indústrias de Transformação e Construção	2557,15	4263,57	-1706,41
Demais Atividades	1156,30	1291,88	-135,58

Fonte: Resultados da pesquisa

O setor que mais exporta água virtual no Paraná é o de Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura do estado de São Paulo, indicando que este setor possui um grande peso no comércio com o estado, no que concerne à água virtual. O valor das exportações líquidas de água virtual do Paraná deste setor distancia-se largamente do resultado líquido do comércio do Paraná dos demais setores para qualquer outra região.

Analisando a matriz original de Haddad, Júnior e Nascimento (2017), as exportações do Paraná para São Paulo do setor Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura podem ser detalhadas. Nota-se que os produtos agrícolas paranaenses são os que mais destacam-se neste fluxo de comércio, sendo vendidos principalmente para os setores de Fabricação e Refino de Açúcar, Fabricação de Biocombustíveis, Outros Produtos Alimentares e Fabricação de Produtos do Fumo, da região de São Paulo.

Por outro lado, o setor com maior volume de exportação de água virtual para o Paraná é o setor de Indústrias de Transformação e Construção do Resto do Brasil, indicando que o Paraná adquire um grande volume de água virtual na compra de produtos industrializados do Resto do Brasil. Observando a matriz original novamente, nota-se que as exportações deste setor do Resto do Brasil para o Paraná são direcionadas, principalmente, aos setores de Refino de Petróleo e Coquerias; Fabricação de Automóveis, Caminhões e Ônibus, Exceto Peças; Construção e Transporte Terrestre. Desta forma, produtos relacionados a estes setores representam relevantes vias de importação de água virtual pelo Paraná.

Os resultados da Tabela 3 podem também ser sumarizados por setor ou por região. Realizando a soma dos resultados líquidos de cada setor das demais regiões com o Paraná, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 4, disposta a seguir:

Tabela 4 – Resultado líquido do comércio dos setores das demais regiões com o Paraná

Setor	Resultado Líquido (hm ³ /R\$ 1.000,00)
Indústrias Extrativas	-407,12
Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura	3326,95
Eletricidade e Gás	103,71
Água e Esgoto	17,85
Indústrias de Transformação e Construção	-1711,71
Demais Atividades	-148,49
TOTAL	1181,19

Fonte: Resultados da pesquisa

A partir dos resultados apresentados na tabela 4, pode-se observar que o setor para o qual o Paraná mais exporta água virtual do Paraná é o setor de Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura. Isso ocorre por conta do perfil setorial do estado, no qual destaca-se a produção agropecuária, e consequente exportação desta produção para as demais regiões. Por outro lado, o setor de Indústrias de Transformação e Construção pode ser apontado como o setor do qual o Paraná mais importa água virtual. Desta forma, evidencia-se o peso de produtos industrializados na importação de água virtual pelo estado.

Adicionalmente, o Paraná também se caracteriza como importador líquido de água virtual das demais regiões nos setores de Indústrias Extrativas e Demais atividades. No entanto, quanto aos setores de Água e Esgoto e Eletricidade e Gás, apesar do menor resultado líquido em termos absolutos, quando comparado com os demais setores, o Paraná atua como exportador líquido de água virtual. Desta forma, diante do pequeno peso destes setores na definição do estado como exportador líquido de água virtual, no resultado geral, evidencia-se o grande peso do setor de Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura. Este setor destaca-se por conta não apenas da característica produtiva do Paraná, como também pelo alto requerimento de consumo de água em sua produção.

Além da análise setorial, o resultado líquido do comércio de água virtual do Paraná pode também ser analisado por região. Os resultados da agregação do resultado líquido de comércio de água virtual com o Paraná são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultado líquido das demais regiões com o Paraná

REGIÃO	RESULTADO LÍQUIDO (hm³/R\$ 1.000,00)
São Paulo	3867,37
Santa Catarina	-472,87
Rio Grande do Sul	77,22
Resto do Brasil	-2290,52
TOTAL	1181,19

Fonte: Resultados da pesquisa

Analisando o resultado líquido do comércio de água virtual do Paraná com cada região, observa-se que o Paraná atua como exportador líquido de água para São Paulo e para o Rio Grande do Sul. Esse resultado se deve ao volume de água virtual exportado pelo Paraná para os setores agropecuários de São Paulo e do Rio Grande do Sul.

Por outro lado, o Paraná caracteriza-se como importador líquido de água virtual no comércio com o Resto do Brasil e com Santa Catarina. Este resultado ocorre, principalmente, por conta do volume de importações paranaenses do setor agropecuário de Santa Catarina e do setor de Indústrias de Transformação e Construção do Resto do Brasil, respectivamente. Finalmente, o estado de São Paulo apresenta o maior peso na determinação do Paraná como exportador líquido de água virtual, quando tomado o resultado agregado para todas as regiões.

Desta maneira, a partir dos resultados apresentados nesta pesquisa, é possível sumarizar algumas características a respeito do comércio de água virtual do Paraná. Apesar do maior componente intra-regional nos requerimentos totais do estado, São Paulo e o Resto do Brasil também possuem um peso relevante nestes requerimentos. Contudo, o Paraná não possui um peso significativo no componente inter-regional dos requerimentos das demais regiões. O setor em que este peso é maior é Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura.

Quanto ao comércio inter-regional, o Paraná caracteriza-se como exportador líquido de água virtual para este mesmo setor, enquanto é definido como importador líquido de água virtual para o setor de Indústrias de Transformação e Construção, sendo que para as demais regiões, o resultado líquido do comércio inter-regional é menos representativo, por apresentar valores menores, em termos absolutos. Com relação ao comércio de água virtual com demais regiões, apresentam um volume de maior importância os resultados referentes ao estado de São Paulo, para o qual o Paraná é exportador líquido de água virtual, e ao Resto do Brasil, para o qual o Paraná é importador líquido de água virtual.

Por fim, a mais importante característica é a definição do estado como exportador líquido de água virtual, quando tomadas a totalidade dos setores e das regiões brasileiras. Esse resultado é explicado, majoritariamente, pelo perfil agropecuário da economia paranaense, do alto requerimento de consumo de água para este setor, e do volume de exportação destes produtos para o estado de São Paulo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através de um modelo de insumo-produto e dos dados de consumo de água disponibilizados nas CEAA, foram encontrados resultados capazes de elucidar o comportamento dos fluxos de água virtual no Paraná, que pelo tamanho de sua economia e por sua importância agrícola, é uma peça fundamental no estudo das relações entre a economia e o uso da água no Brasil.

O principal resultado desta pesquisa consiste na caracterização do Paraná como exportador líquido de água virtual para o restante do Brasil. Para tanto, pesam o alto requerimento de consumo de água do setor de Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura, o volume de exportações paranaenses deste setor para São Paulo e, por fim, pelo perfil produtivo do Paraná, notadamente agropecuário.

Analisando o comércio inter-regional das demais regiões com o Paraná, em relação aos setores, o estado é caracterizado como exportador líquido de água virtual para o setor de Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura e importador líquido de água virtual para o setor de Indústrias de Transformação e Construção, sendo que os demais setores apresentam um resultado líquido de pouco peso.

Por outro lado, observando o comércio do Paraná com cada região, os resultados mais notáveis são que o estado é exportador líquido de água virtual para São Paulo e importador líquido de água virtual para o Resto do Brasil, região da qual as importações paranaenses do setor de Indústrias de Transformação e Construção são bastantes relevantes. Desta forma, nota-se que, em termos de água virtual, as regiões de São Paulo e do Restante do Brasil são as mais relevantes no comércio com o Paraná.

Finalmente, no sentido do que foi proposto a partir dos resultados encontrados por Visentim (2017b) e Dietzenbacher e Velázquez (2007), os resultados encontrados neste estudo podem ser úteis como subsídio para a formulação de políticas públicas que visem analisar meios mais eficientes de uso dos recursos hídricos em setores-chave da economia paranaense, o que, por sua vez, ganha maior importância na gestão destes recursos em momentos de crise hídrica, como a que o Paraná enfrenta atualmente.

REFERÊNCIAS

ALLAN, J. A. et al. Fortunately there are substitutes for water otherwise our hydro-political futures would be impossible. **Priorities for water resources allocation and management**, v. 13, n. 4, p. 13 - 26, 1993.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Contas Econômicas e Ambientais da Água no Brasil 2013 – 2015**. Brasília: ANA, 2018.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Quantidade de água**. Disponível em <<https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>>. Acesso em junho de 2016.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2013**: Relatório Pleno. Brasília: ANA, 2013.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil 2017**: Relatório Pleno. Brasília: ANA, 2017.

ANTONELLI, M.; ROSON, Roberto; SARTORI, Martina. Systemic input-output computation of green and blue virtual water 'flows' with an illustration for the Mediterranean region. **Water Resources Management**, v. 26, n. 14, p. 4133-4146., 2012.

ARRUDA, Ana. Paraná: Economia: Indústria. **Enciclopédia Delta Universal**. Rio de Janeiro: Delta, 1982.

ASSAD, Eduardo Delgado. **Eficiência do uso da água no Brasil**: análise do impacto da irrigação na agricultura brasileira e potencial de produção de alimentos face ao aquecimento global (relatório completo). 2016.

BARBOSA, William; DO CARMO, Alex Sander Souza; RAIHER, Augusta Pelinski. Existe desindustrialização no Estado do Paraná? um teste empírico para o período de 1996 a 2012. **Informe Gepec**, v. 19, n. 1, p. 55 – 79, 2015.

BRITO, Débora. A Água no Brasil: da Abundância à Escassez. **Agência Brasil**. 2018. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2018-10/agua-no-brasil-da-abundancia-escassez>>. Acesso em julho de 2019.

CARMO, Roberto Luiz do et al. Água virtual, escassez e gestão: o Brasil como grande exportador de água. **Ambiente & sociedade**, v. 10, n. 2, p. 83 - 96, 2007.

CRISTINA, Lana. **Agropecuária é a atividade que mais consome água no Brasil, segundo relatório**. Agência Brasil, 2006. Disponível em: <<http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2006-11-15/agropecuaria-e-atividade-que-mais-consome-agua-no-brasil-segundo-relatorio>>. Acesso em junho de 2019.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA – CNI. **Uso de Água no Setor Industrial Brasileiro**: Matriz de Coeficientes Técnicos. Brasília, 2013.

DE CARVALHO, R. R. et al. Setores-chave e índices de ligações no município de Londrina-Paraná. **Revista de Economia**, v. 42, n. 1, p.1-24, 2016.

DIETZENBACHER, Erik; VELÁZQUEZ, Esther. Analysing Andalusian virtual water trade in an input–output framework. **Regional studies**, v. 41, n. 2, p. 186 - 196, 2007.

DOS SANTOS MIGLIORINI, Sonia Mar. Indústria paranaense: formação, transformação econômica a partir da década de 1960 e distribuição espacial da indústria no início do século XXI. **Revista Geografar**, v. 1, n. 1, p. 62 - 80, 2006.

EOS Organização e Sistemas. **A situação do Consumo e Desperdício de Água no Brasil**. Disponível em: <<https://www.eosconsultores.com.br/consumo-e-desperdicio-de-agua/>>. Acesso em junho de 2019.

FAJARDO, Sergio. A ação das cooperativas agropecuárias na modernização da agricultura no estado do Paraná, Brasil. **GeoTextos**, v. 12, n. 1, p. 207 – 230, 2016.

FERRARIO, Marcela Nogueira et al. Uma análise espacial do crescimento econômico do estado do Paraná para os anos 2000 e 2004. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 3, n. 1, p. 154 – 157, 2009.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO PARANÁ – FIEP. **Indicadores de Indústria Paranaense**. Disponível em: <<http://www.fiepr.org.br/indicadores-da-industria-paranaense-1-97-69121.shtml>>. Acesso em junho de 2019.

GUILHOTO, Joaquim José Martins. Análise de insumo-produto: teoria e fundamentos. 2011.

HADDAD, Eduardo Amaral; JÚNIOR, Carlos Alberto Gonçalves; NASCIMENTO, Thiago Oliveira. Matriz Interestadual De Insumo-Produto Para o Brasil: Uma Aplicação do Método IIOAS. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**, v. 11, n. 4, p. 424 – 446, 2017.

JUNIOR, Geraldo Costa; BACHA, Carlos José Caetano. Análise do pessoal ocupado no meio rural do paraná de 2000 a 2010. **Pesquisa & Debate. Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Economia Política**, v. 27, n. 1, p. 91 – 107, 2016.

KOWALSKI, Rodolfo Luis. Crise hídrica em Curitiba é uma das mais graves em 60 anos. **Bem Paraná**, 2020. Disponível em: <<https://www.bemparana.com.br/noticia/crise-hidrica-em-curitiba-e-uma-das-mais-graves-em-60-anos#.XzVPF4hKjIU>>. Acesso em agosto de 2020.

KURESKI, Ricardo; DELGADO, Paulo. The importance of the services sector in the State of Paraná. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, n. 118, p. 139 – 158, 2010.

MILLER, Ronald E.; BLAIR, Peter D. **Input-output analysis: foundations and extensions**. Cambridge university press, 2009.

MUBAKO, Stanley; LAHIRI, Sajal; LANT, Christopher. Input–output analysis of virtual water transfers: Case study of California and Illinois. **Ecological Economics**, v. 93, p. 230 – 238, 2013.

PAULINO, Janaina et al. Situação da agricultura irrigada no Brasil de acordo com o censo agropecuário 2006. **Embrapa Agrossilvipastoril-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, v. 16, n. 2, p. 163 – 176, 2011.

RAIHER, Augusta Pelinski et al. A indústria paranaense e o programa Paraná Competitivo: descentralização e o desenvolvimento do setor. **Revista de Políticas Públicas**, v. 21, n. 1, p. 41 - 64, 2017.

REBOUÇAS, Aldo da C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. **Bahia análise & dados**, v. 13, p. 341 – 345, 2003.

ROLIM, Cássio; SERRA, Maurício. Instituições de ensino superior e desenvolvimento regional: o caso da região Norte do Paraná. **Revista de Economia**, v. 35, n. 3, 2009. STONE, Luís Fernando. Irrigação por Aspersão. **Agência EMBRAPA de Informação Tecnológica (AEINTEC)**. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONTAG01_37_1311200215102.html>. Acesso em junho de 2016.

TRINTIN, Jaime Graciano. História e Desenvolvimento da Economia Paranaense: da década de trinta a meados dos anos noventa do século XX. **Fundação de Economia e Estatística: Indicadores Econômicos FEE**, v. 21, p. 02 – 17, 2016.

USSAMI, Keyi Ando; GUILHOTO, Joaquim José Martins. Economic and water dependence among regions: The case of Alto Tiete, Sao Paulo State, Brazil. **Economia**, v. 19, n. 3, p. 350 – 376, 2018.

VISENTIN, Jaqueline Coelho. A Importância do Consumo de Água Virtual no Estado de São Paulo e no Resto do Brasil: Uma Análise Insumo-Produto. **Mercado de Trabalho: Um Caminho Difícil pela Frente**, n. 436, p. 45 – 54, 2017a.

VISENTIN, Jaqueline Coelho. **O uso da água e a interdependência das economias regionais: o caso das Bacias Hidrográficas Brasileiras**. 2017b. Tese (Doutorado em Economia) – Departamento de Economia, Universidade de São Paulo, São Paulo.

VISENTIN, Jaqueline Coelho; GUILHOTO, Joaquim Jose Martins. The Role of Interregional Trade in Virtual Water on the Blue Water Footprint and the Water Exploitation Index in Brazil. **Review of Regional Studies** v. 49, n. 2, p. 299 – 322, 2019.

WANG, Hongrui; WANG, Yan. An input–output analysis of virtual water uses of the three economic sectors in Beijing. **Water International**, v. 34, n. 4, p. 451 – 467, 2009.

WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. **Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017 update and SDG baselines**. 2017.

ZHANG, Zhuoying et al. An input–output analysis of trends in virtual water trade and the impact on water resources and uses in China. **Economic Systems Research**, v. 23, n. 4, p. 431 – 446, 2011.

ZHAO, Xu; CHEN, Bin; YANG, Z. F. National water footprint in an input–output framework—a case study of China 2002. **Ecological Modelling**, v. 220, n. 2, p. 245 – 253, 2009.

Anexo 1 – Compatibilização os setores

Haddad, Júnior e Nascimento (2017)	Compatibilização	
Agricultura, inclusive o apoio à agricultura e a pós-colheita	Agricultura, Pecuária, Produção Florestal, Pesca e Aquicultura	
Pecuária, inclusive o apoio à pecuária		
Produção florestal pesca e aquicultura		
Abate e produtos de carne, inclusive os produtos do laticínio e da pesca	Indústrias Extrativas	
Extração de carvão mineral e de minerais não-metálicos		
Extração de petróleo e gás, inclusive as atividades de apoio		
Extração de minério de ferro, inclusive beneficiamentos e a aglomeração		
Extração de minerais metálicos não-ferrosos, inclusive beneficiamentos		
Fabricação e refino de açúcar		
Outros produtos alimentares		
Fabricação de bebidas		
Fabricação de produtos do fumo		
Fabricação de produtos têxteis		
Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	Indústrias de Transformação e Construção	
Fabricação de calçados e de artefatos de couro		
Fabricação de produtos da madeira		
Fabricação de celulose, papel e produtos de papel		
Impressão e reprodução de gravações		
Refino de petróleo e coquerias		
Fabricação de biocombustíveis		
Fabricação de químicos orgânicos e inorgânicos, resinas e elastômeros		
Fabricação de defensivos, desinfestantes, tintas e químicos diversos		
Fabricação de produtos de limpeza, cosméticos/perfumaria e higiene pessoal		
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos		
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico		
Fabricação de produtos de minerais não-metálicos		
Produção de ferro-gusa/ferroligas, siderurgia e tubos de aço sem costura		
Metalurgia de metais não-ferrosos e a fundição de metais		
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos		
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos		
Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos		
Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos		
Fabricação de automóveis, caminhões e ônibus, exceto peças		
Fabricação de peças e acessórios para veículos automotores		
Fabricação de outros equipamentos de transporte, exceto veículos automotores		
Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas		
Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos		
Construção		
Energia elétrica, gás natural e outras utilidades		Eletricidade e Gás
Água, esgoto e gestão de resíduos		Água e Esgoto
Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas	Outras Atividades	
Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores		
Transporte terrestre		
Transporte aquaviário		
Transporte aéreo		
Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio		
Alojamento		
Alimentação		
Edição e edição integrada à impressão		

Atividades de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem

Telecomunicações

Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação

Intermediação financeira, seguros e previdência complementar

Atividades imobiliárias

Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas

Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P & D

Outras atividades profissionais, científicas e técnicas

Aluguéis não-imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual

Outras atividades administrativas e serviços complementares

Atividades de vigilância, segurança e investigação

Administração pública, defesa e seguridade social

Educação pública

Educação privada

Saúde pública

Saúde privada

Atividades artísticas, criativas e de espetáculos

Organizações associativas e outros serviços pessoais

Serviços domésticos
