



SECTORIAL WATER CONSUMPTION IN THE INTERREGIONAL SYSTEM OF INPUT-PRODUCT PARANÁ-BRAZIL

Consumo de água setorial no sistema Inter-Regional de Insumo-Produto Paraná-restante do Brasil

Paulo Rogério Alves Brene¹, Umberto Antonio Sesso Filho², Ronaldo Raemy Rangel³,
Patrícia Pompermayer Sesso², Irene Domenes Zapparoli²

¹Universidade Estadual Norte do Paraná, ²Universidade Estadual de Londrina, ³Fundação Getúlio Vargas
E-mail: paulobrene@uenp.edu.br, umasesso@uel.br, rrrangel@fgvmail.br,
papomper2004@yahoo.com.br, izapparoli@sercomtel.com.br

ABSTRACT

The objective of the study is to estimate the demand for water from the economic sectors of the state of Paraná and to decompose the results into regional and interregional effects using the interregional input-product system Paraná-Brazil. The methodology is based on the construction of the matrix based on the works of Guilhoto and Sesso filho (2005), Guilhoto and Sesso Filho (2010) and Guilhoto et al. (2010). The water vector was estimated based on Brene et al. (2018). The results show that the sectors with the highest demand for water were Agriculture, Steel and Food Industry. For one million reais of final sector demand, the sectors demand 8.1, respectively; 4.2 and 3.4 billion cubic meters of water per year in full effect (regional and interregional). The sector that presented the highest water multiplier value is the Food Industry, the results showed that for each cubic meter of water used in this sector it is necessary that its production chain uses 322.8 cubic meters of this good (regional and interregional effect). The study advances in relation to the literature with the analysis of the demand for water in the productive chain of the sectors in an analysis of general equipoise.

Keywords: Interregional input-product, Productive chain, Water resources, JEL Classification: L95, Q56, R1.

ACEITO EM: 13/03/2020

PUBLICADO: 30/11/2020



CONSUMO DE ÁGUA SETORIAL NO SISTEMA INTER-REGIONAL DE INSUMO- PRODUTO PARANÁ-RESTANTE DO BRASIL

Sectorial water consumption in the interregional system of input-product Paraná- Brazil

Paulo Rogério Alves Brene¹, Umberto Antonio Sesso Filho², Ronaldo Raemy Rangel³,
Patrícia Pompermayer Sesso², Irene Domenes Zapparoli²

¹Universidade Estadual Norte do Paraná, ²Universidade Estadual de Londrina, ³Fundação Getúlio Vargas
E-mail: paulobrene@uenp.edu.br, umasesso@uel.br, rrrangel@fgvmail.br,
papomper2004@yahoo.com.br, izapparoli@sercomtel.com.br

RESUMO

O objetivo do estudo é o de estimar a demanda por água dos setores da economia do estado do Paraná e decompor os resultados em efeitos regionais e inter-regionais utilizando o sistema inter-regional de insumo-produto Paraná-Restante do Brasil. A metodologia tem por base a construção da matriz a partir de trabalhos de Guilhoto e Sesso filho (2005), Guilhoto e Sesso Filho (2010) e Guilhoto et al. (2010). O vetor de água foi estimado com base em Brene et al. (2018). Os resultados do estudo mostraram que os setores com maior demanda por água foram Agropecuária, Siderurgia e Indústria de alimentos. Para um milhão de reais da demanda final setorial, os setores mencionados demandam respectivamente 8,1; 4,2 e 3,4 bilhões de metros cúbicos de água por ano em efeito total (regional e inter-regional). O setor que apresentou o maior valor de multiplicador de água foi a Indústria de alimentos, os resultados mostraram que para cada metro cúbico de água utilizado neste setor é preciso que sua cadeia produtiva utilize 322,8 metros cúbicos deste bem (efeito regional e inter-regional). O estudo avança em relação à literatura com a análise da demanda por água na cadeia produtiva dos setores em uma análise de equilíbrio geral.

Palavras-chave: Insumo-Produto Inter-regional, Cadeia Produtiva, Recursos Hídricos, JEL Classification: L95, Q56, R1.

EX-ANTE: UMA EXPLICAÇÃO

O presente trabalho, dá sequência ao artigo ‘Um Estudo sobre o Consumo de Água no Sistema Produtivo do Estado do Paraná: uma perspectiva metodológica’, publicado na RISUS (Journal on Innovation and Sustainability) em 2019, sendo que os dois textos têm o intuito comum de contribuir para a entendimento dos impactos quanto ao uso da água, como recurso econômico, em cenários de escassez hídrica. Assim, o objetivo do texto agora apresentado é contribuir com *inputs* úteis para a construção de políticas públicas de modo que a sociedade, o governo e as empresas paranaenses possam agir de forma coordenada para mitigar a disputa pela água e evitar perda energética, problemas de irrigação, gargalos na infraestrutura de saneamento, e todos os demais impactos negativos para o estado do Paraná e para a operação do Sistema Interligado Nacional.

INTRODUÇÃO

A oferta de insumos (capital, terra, trabalho) influencia a alocação das diversas atividades econômicas e a especialização na produção de bens e serviços das regiões. Porém, a oferta dos recursos não é estática, as condições podem sofrer modificações ao longo do tempo pelo surgimento de novas tecnologias, políticas públicas, modificações do clima e esgotamento dos recursos naturais.

Considerando a água um insumo de produção, a escolha da localização das empresas de setores com maior demanda deve levar em consideração a disponibilidade deste bem e sua qualidade. A escassez do insumo pode levar ao aumento dos custos, diminuição da produção ou mesmo tornar inviável o processo produtivo de determinados bens e serviços. Portanto, torna-se importante a estimação da demanda das diversas atividades econômicas por água pelo próprio setor e sua cadeia produtiva.

A matriz de insumo-produto apresenta os fluxos de bens e serviços intersetoriais e no modelo inter-regional (sistema Paraná-Restante do Brasil) torna possível a mensuração da demanda por água nos diversos processos produtivos dos setores, seja na própria atividade e em efeitos indiretos e induzidos (efeito renda) sobre toda a economia.

Assumindo a água como um insumo de produção e a utilização da ferramenta insumo-produto, o objetivo do estudo foi estimar a demanda por água pelos setores na cadeia produtiva do estado do Paraná para o ano de 2013, especificamente, pretende-se:

- a) Utilizar o sistema inter-regional de insumo-produto Paraná-Restante do Brasil para estimar a demanda por água dos setores da economia do estado do Paraná e decompor os resultados em efeitos regionais e inter-regionais,
- b) Classificar e identificar os setores de acordo com os valores de demanda por água e efeito transbordamento (inter-regional).

Para atingir os objetivos propostos este trabalho está dividido em quatro seções além desta introdução. A primeira irá discutir a questão relativas a água na literatura. Por sua vez a metodologia pautada na construção da matriz a partir das metodologias de Guilhoto e Sesso filho (2005), Guilhoto e Sesso Filho (2010) e Guilhoto et al. (2010) e os dados utilizados para o vetor de água nos setores do estado do Paraná de Brene et al. (2018) estão presentes na segunda seção. A análise dos resultados serão apresentados na terceira seção, tendo por base dos geradores e multiplicadores de produção para o consumo de água. Por fim, o último tópico tem as conclusões.

1 REVISÃO TEÓRICA

A disponibilidade hídrica é, certamente, um dos principais fatores determinantes do desenvolvimento e o que possibilita a realização das várias atividades econômicas geradoras de produto e renda, além de, obviamente, ser fator de garantia do bem-estar social.

Entretanto a água é um recurso finito, sendo necessário garantir a sua disponibilidade. Segundo o relatório ‘Água para um mundo sustentável’ da ONU (2015), até o fim da década de 2020 o mundo enfrentará um déficit de água na ordem de 40%. O conceito de déficit de água é definido no documento Plano Estadual de Recursos Hídricos do estado do Paraná (2010) como sendo a diferença entre disponibilidade do recurso - em termos de

quantificação dos recursos hídricos, vazão, características pluviométricas, além da própria qualidade da água - e suas demandas, as quais consideram os principais usos e os usuários da água. O diagnóstico (ÁGUASPARANÁ, 2010) que da sustentação ao citado Plano Estadual indica que o Paraná possui uma disponibilidade hídrica de 1.153.170,17 L/s (litros por segundo), estimando que, deste total, 98,08% seja consumido.

Cabe destacar que, embora seja um país que possui grandes bacias hidrográficas, o Brasil padece de escassez de água, principalmente devido a má distribuição da densidade populacional (TELLES & COSTA, 2010). Por exemplo, dados de relatório de pesquisa produzida pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP, 2018) afirma que 83,3% dos domicílios brasileiros (residenciais ou produtivos) tem acesso ao abastecimento de água. Todavia essa situação não é linear ou homogênea e, em verdade, não representa a realidade do país, pois o mesmo relatório aponta que, por exemplo, no estado Maranhão apenas 54,7% dos domicílios tem abastecimento de água, enquanto em São Paulo o percentual atinge 95,8%. Ademais, com base na série histórica disponibilizada no site do Sistema Nacional de Informações de Saneamento –SNIS, pode-se afirmar que uso da água no Brasil tem aumentado consideravelmente nas últimas décadas.

Segundo o biólogo e professor titular da UFRJ Francisco Esteves (2011), o uso da água pode se dar de forma consuntiva ou não-consuntiva. O Manual de Usos Consultivos da Água no Brasil, editado pela Agência Nacional da Água, define que o uso consuntivo ocorre quando a água retirada é consumida, parcial ou totalmente, no processo para o qual se destina (ANA, 2017, p 9). Se usarmos como referencia um corpo de água (ou seja, um ambiente com acumulação significativa de água), o uso consuntivo acontece quando há perda entre o que é retirado do corpo e o que retorna para ele, como o que ocorre no abastecimento doméstico, na irrigação, limpeza pública etc.

Já os usos não-consuntivos da água, são aqueles que a utilizam em seus próprios mananciais, sem precisar retirá-la por sistemas de captação ou, ainda, aquele que após sua captação retorna integralmente ao seu local de origem, como ocorre nos casos de navegação, geração de energia e, mesmo, em atividades de lazer (BANDEIRA et al., 2019).

Evidentemente a abordagem aqui utilizada combina as duas tipologias já que elas incidem indistintamente sobre os vetores setoriais de produção os quais, por seu turno, determinam a magnitude das diferentes finalidades de utilização da água e que, portanto, demandam os múltiplos usos dos recursos hídricos. Para atender a tal demanda as políticas públicas do segmento buscam determinar padrões racionais de consumo. Os profissionais de hidrologia se valem de dois termos, ‘estresse hídrico’ e ‘escassez de água’, para designar diferentes problemas de abastecimento que possam impactar negativamente a demanda por água. O estresse hídrico acontece quando o abastecimento anual de água é inferior 1,7 mil m³ por pessoa/ano, ao passo que a escassez de água ocorre quando o fornecimento está abaixo de 1000 m³/ano¹.

O citado relatório da Sabesp (2018) alerta que 38,1% da água tratada ofertada no país se perde na rede de distribuição. Embora o Paraná tenha perda abaixo da média nacional (32,2%), mudanças climáticas e problemas nas condições de gestão podem afetar o uso dos recursos hídricos no estado, tanto para fins de saneamento, quanto para irrigação, como para energia, o que em qualquer dos casos impactaria a Matriz de Insumo-Produto do Estado.

2 METODOLOGIA

2.1 Estimativa da matriz e fontes dos dados

A matriz insumo-produto Paraná-Brasil 2013, foi construída a partir da metodologia tendo como referências Guilhoto e Sesso filho (2005), Guilhoto e Sesso Filho (2010) e Guilhoto et al. (2010). Os dados utilizados para o vetor de água nos setores do estado do Paraná foram estimados conforme Brene et al. (2018).

¹ Ver: <https://www.ecycle.com.br/3223-usos-da-agua.html>

Vetor de Consumo Setorial de Água no Estado do Paraná

A estimação do consumo de água setorial (vetor) foi elaborada a partir da base de dados sobre o volume faturado de água para o ano de 2013, proveniente da Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR, 2018) e teve como referência os critérios para as Categorias de Uso e Categorias de Consumo (2018), assim como dos dados da matriz de insumo produto do estado para o mesmo ano, mais especificamente nos vetores de Valor Bruto de Produção (VBP) e no vetor de demanda por insumos do setor Água, esgoto e gestão de resíduos – confirmo apresentado em Brene et al. (2018). Os resultados são apresentados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1 - Estimativa de consumo de água no Paraná (2013).

Nº	Setores	Consumo estimado de Água m ³	Participação %	Coefficiente Técnico
1	Agropecuária, Produção florestal; pesca e aquicultura	274.289.744	70,00%	0,005689
2	Extrativismo	112.877	0,03%	0,000115
3	Indústria de alimentos e fumo	448.543	0,11%	0,000008
4	Fabricação de bebidas	1.322.397	0,34%	0,000552
5	Fabricação de produtos têxteis	159.128	0,04%	0,000060
6	Confecção de artefatos do vestuário e acessórios	20.976	0,01%	0,000004
7	Fabricação de calçados e de artefatos de couro	36.324	0,01%	0,000022
8	Fabricação de produtos da madeira	4.003.592	1,02%	0,000589
9	Fabric. de celulose e papel, Impressão e reprod. de gravações	1.302.951	0,33%	0,000129
10	Refino de petróleo e coquerias e biocombustíveis	1.248.274	0,32%	0,000037
11	Produtos químicos	1.344.303	0,34%	0,000099
12	Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	20.100	0,01%	0,000014
13	Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	919.969	0,23%	0,000165
14	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	688.108	0,18%	0,000127
15	Siderurgia	8.709.160	2,22%	0,002722
16	Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	165.984	0,04%	0,000029
17	Fabric. de equip. de informática, produtos eletrônicos e ópticos	12.858	0,00%	0,000003
18	Fabricação de máquinas e equipamentos elétricos	22.243	0,01%	0,000003
19	Fabricação de máquinas e equipamentos mecânicos	183.234	0,05%	0,000015
20	Indústria automobilística e peças	3.831.720	0,98%	0,000096
21	Fabric. de outros equip. de transporte, exceto veículos automotores	50.065	0,01%	0,000197
22	Fabricação de móveis e de produtos de indústrias diversas	19.158	0,00%	0,000002
23	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	47.398	0,01%	0,000011
24	Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	257.415	0,07%	0,000015
25	Água, esgoto e gestão de resíduos	742.392	0,19%	0,000217
26	Construção	370.925	0,09%	0,000011
27	Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas	2.056.374	0,52%	0,000161
28	Comércio por atacado e a varejo, exceto veículos automotores	18.494.325	4,72%	0,000299
29	Transporte terrestre	623.420	0,16%	0,000027
30	Transporte aquaviário	3.507	0,00%	0,000025
31	Transporte aéreo	6.347	0,00%	0,000008
32	Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	6.326.488	1,61%	0,000726
33	Alojamento	1.396.658	0,36%	0,001238
34	Alimentação	4.570.193	1,17%	0,000454
35	Edição e edição integrada à impressão	56.003	0,01%	0,000046
36	Ativ. de televisão, rádio, cinema e gravação/edição de som e imagem	38.467	0,01%	0,000031
37	Telecomunicações	19.340	0,00%	0,000002
38	Desenvolvimento de sistemas e outros serviços de informação	17.297	0,00%	0,000006
39	Intermediação financeira, seguros e previdência complementar	1.742.796	0,44%	0,000082
40	Atividades imobiliárias	2.172.259	0,55%	0,000077
41	Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas	2.087.390	0,53%	0,000206
42	Serviços de arquitetura, engenharia, testes/análises técnicas e P&D	54.360	0,01%	0,000024
43	Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	55.774	0,01%	0,000021
44	Aluguéis não-imobiliários e gestão de ativos de propriedade intelectual	104.083	0,03%	0,000042
45	Outras ativ. admin., serviços complementares, segurança e investigação	19.174.287	4,89%	0,001784
46	Administração pública, defesa e seguridade social	20.262.809	5,17%	0,000429
47	Educação privada	198.411	0,05%	0,000054
48	Saúde privada	5.789.784	1,48%	0,000591
49	Atividades artísticas, criativas e de espetáculos	343.959	0,09%	0,000382
50	Organizações associativas e outros serviços pessoais	5.918.324	1,51%	0,000525
		391.842.490,88	100,00%	

Fonte: Elaborado pelos autores.

De posse dos dados de consumo de água setorial parte-se agora para a inclusão desses valores na cadeia produtiva a partir da matriz insumo-produto, conforme apresentada na sequência.

2.2 O sistema inter-regional de insumo produto

O modelo inter-regional de insumo-produto elaborado inicialmente por Isard (1951) necessita de grande volume de dados, principalmente valores de fluxos inter-regionais. O Quadro 1 apresenta, de uma forma resumida, as relações de um sistema de insumo-produto inter-regional com duas regiões. Esse sistema possui as matrizes regionais e as relações entre as regiões, exportações e importações, que são expressas por meio do fluxo de bens que se destinam tanto ao consumo intermediário quanto à demanda final e pode ser apresentado a partir do exemplo dos fluxos intersetoriais e inter-regionais de bens para as regiões L e M, com 2 setores, como se segue:

Z_{ij}^{LL} - Fluxo monetário do setor i para o setor j da região L,

Z_{ij}^{ML} - Fluxo monetário do setor i da região M, para o setor j da região L.

Os fluxos de bens e serviços intersetoriais do Quadro 1 seriam representados matricialmente por:

$$Z = \begin{bmatrix} Z^{LL} & Z^{LM} \\ Z^{ML} & Z^{MM} \end{bmatrix} \quad (1) \text{ em que:}$$

Z^{LL} e Z^{MM} , representam matrizes dos fluxos monetários intra-regionais, e

Z^{LM} e Z^{ML} , representam matrizes dos fluxos monetários inter-regionais.

Quadro 1. Relações de Insumo-Produto num sistema inter-regional com duas regiões

	Setores - Região L	Setores - Região M	L	M	
Setores Região L	Insumos Intermediários LL	Insumos Intermediários LM	DF LL	DF LM	Produção Total L
Setores Região M	Insumos Intermediários ML	Insumos Intermediários MM	DF ML	DF MM	Produção Total M
	Importação do Restante do Mundo (M)	Importação do Restante do Mundo (M)	M	M	M
	Impostos Indiretos Líquidos (IIL)	Impostos Indiretos Líquidos (IIL)	IIL	IIL	IIL
	Valor Adicionado	Valor Adicionado			
	Produção Total Região L	Produção Total Região M			
	Consumo de água Região L	Consumo de água Região M			

Fonte: Adaptado de Moretto (2000).

A partir da equação de Leontief (1951 e 1986) dada por:

$$X_i = z_{i1} + z_{i2} + \dots + z_{in} + Y_i \quad (2)$$

em que X_i mostra a produção do setor i , z_{in} o fluxo monetário do setor i para o setor n e Y_i a demanda final por produtos do setor i , pode-se aplicá-la conforme:

$$X_1^L = z_{11}^{LL} + z_{12}^{LL} + \dots + z_{11}^{LM} + z_{12}^{LM} + \dots + Y_1^L \quad (3)$$

em que X_1^L é o total do bem 1 produzido na região L .

Utilizando os valores de insumos regionais para L e M, obtêm-se os coeficientes intra-regionais:

$$a_{ij}^{LL} = \frac{z_{ij}^{LL}}{X_j^L} \Rightarrow z_{ij}^{LL} = a_{ij}^{LL} \cdot X_j^L \quad (4)$$

em que se pode definir os a_{ij}^{LL} como coeficientes técnicos de produção que representam quanto o setor j da região L compra do setor i da região L, e

$$a_{ij}^{MM} = \frac{z_{ij}^{MM}}{X_j^M} \Rightarrow z_{ij}^{MM} = a_{ij}^{MM} \cdot X_j^M \quad (5)$$

em que os a_{ij}^{MM} são os coeficientes técnicos de produção, que representam a quantidade que o setor j da região M compra do setor i da região M.

Os coeficientes inter-regionais podem ser definidos como:

$$a_{ij}^{ML} = \frac{z_{ij}^{ML}}{X_j^L} \Rightarrow z_{ij}^{ML} = a_{ij}^{ML} \cdot X_j^L \quad (6)$$

em que os a_{ij}^{ML} são coeficientes técnicos de produção que representam quanto o setor j da região L compra do setor i da região M, e

$$a_{ij}^{LM} = \frac{z_{ij}^{LM}}{X_j^M} \Rightarrow z_{ij}^{LM} = a_{ij}^{LM} \cdot X_j^M \quad (7)$$

em que os a_{ij}^{LM} correspondem aos coeficientes técnicos de produção que representam a quantidade que o setor j da região M compra do setor i da região L. Estes coeficientes podem ser substituídos em (3), obtendo-se:

$$X_1^L = a_{11}^{LL} X_1^L + a_{12}^{LL} X_2^L + a_{11}^{LM} X_1^M + a_{12}^{LM} X_2^M + Y_1^L \quad (8)$$

Os valores de produção para os demais setores são obtidos de forma similar. Isolando, Y_1^L e colocando em evidência X_1^L , tem-se:

$$(1 - a_{11}^{LL}) X_1^L - a_{12}^{LL} X_2^L - a_{11}^{LM} X_1^M - a_{12}^{LM} X_2^M = Y_1^L \quad (9)$$

Os valores de demanda final podem ser obtidos da mesma forma. A partir de $A^{LL} = Z^{LL} (\hat{X}^L)^{-1}$, obtêm-se a matriz A^{LL} , para os 2 setores. A^{LL} representa a matriz de coeficientes técnicos intra-regionais de produção. Saliente-se que esta mesma formulação será obtida para A^{LM} , A^{MM} , A^{ML} .

Podem-se definir as matrizes:

$$A = \begin{bmatrix} A^{LL} & \vdots & A^{LM} \\ \cdots & \cdots & \cdots \\ A^{ML} & \vdots & A^{MM} \end{bmatrix} \quad (10)$$

$$X = \begin{bmatrix} X^L \\ \cdots \\ X^M \end{bmatrix} \quad (11)$$

$$Y = \begin{bmatrix} Y^L \\ \dots \\ Y^M \end{bmatrix} \quad (12)$$

e representar o sistema inter-regional de insumo-produto como:

$$(I - A)X = Y \quad (13)$$

Nele as matrizes podem ser dispostas da seguinte forma:

$$\left\{ \begin{bmatrix} I & \vdots & 0 \\ \dots & \dots & \dots \\ 0 & \vdots & I \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} A^{LL} & \vdots & A^{LM} \\ \dots & \dots & \dots \\ A^{ML} & \vdots & A^{MM} \end{bmatrix} \right\} \begin{bmatrix} X^L \\ \dots \\ X^M \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y^L \\ \dots \\ Y^M \end{bmatrix} \quad (14)$$

Após os cálculos, podem-se obter formulações necessárias para a análise inter-regional proposta inicialmente por Isard, resultando no sistema de Leontief inter-regional da forma:

$$X = (I - A)^{-1} Y \quad (15)$$

A matriz inversa de Leontief é dada por

$$B = (I - A)^{-1} \quad (16)$$

e seus elementos são b_{ij} .

2.3 Geradores e multiplicadores

A partir do modelo apresentado e com dados de empregos por qualificação (fundamental, médio e superior), pode-se estimar a capacidade de geração de empregos para cada setor de Londrina-Paraná, considerando o aumento da demanda final de um milhão de Reais do ano de 2013 e seus os efeitos regionais e inter-regionais.

Utilizando os coeficientes diretos e da matriz inversa de Leontief é possível estimar para cada setor da economia o quanto é gerado direta e indiretamente de emprego para cada unidade monetária produzida para a demanda final (Miller e Blair, 2009), ou seja:

$$GV_j = \sum_{i=1}^n b_{ij} v_i \quad (17)$$

em que:

GV_j é o impacto total, direto e indireto, sobre a variável em questão;

b_{ij} é o ij -ésimo elemento da matriz inversa de Leontief e

v_i é o coeficiente direto da variável em questão.

A divisão dos geradores pelo respectivo coeficiente direto gera os multiplicadores, que indicam quanto é gerado, direta e indiretamente, de emprego, importações, impostos, ou qualquer outra variável para cada unidade diretamente gerada desses itens. Por exemplo, o multiplicador de empregos indica a quantidade de empregos criados, direta e indiretamente, para cada emprego direto criado. O multiplicador do i -ésimo setor seria dado então por:

$$MV_j = \frac{GV_j}{v_i} \quad (18)$$

O multiplicador ou gerador tipo I considera os efeitos direto e indireto, o tipo II incorpora também o efeito induzido (ou efeito renda).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os resultados da demanda setorial de água em milhões de metros cúbicos por ano dos setores do estado do Paraná. Os valores estão divididos em efeitos regionais (Paraná) e efeitos inter-regionais (Restante do Brasil) para a variação de um milhão de reais da demanda final. A Figura 1 ilustra os resultados da Tabela 2 tornando possível identificar os setores que apresentaram os maiores valores de demanda de água, os quais são 1-Agropecuária, 15-Siderurgia, 3-Indústria de alimentos, 45-Outras atividades administrativas e serviços complementares, 33-Alojamento, 34-Alimentação e 32-Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio. A análise dos resultados deve levar em consideração os diferentes efeitos, pois observa-se que os setores 1-Agropecuária, 15-Siderurgia, 45-Outras atividades administrativas e serviços complementares, 33-Alojamento e 32-Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio apresentam maior participação do efeito direto. Isto mostra que o consumo de água ocorre dentro do próprio setor em seu processo produtivo. Por outro lado, os setores 3-Indústria de alimentos e 34-Alimentação apresentam participação maior do efeito indireto e induzido, os quais indicam que a demanda por água ocorre na cadeia produtiva e os efeitos gerados por gastos da renda adicional promovida pelo aumento da produção setorial.

Na Tabela 2, nota-se que o setor Agropecuário consome 8.084 metros cúbicos de água para o aumento de um milhão de reais da demanda final por seus produtos sendo aproximadamente 6.728 metros cúbicos de água no próprio setor e o restante na cadeia produtiva. Deve-se considerar também que setores do agronegócio que demandem seus produtos como insumos (matéria prima) se tornam importantes demandantes de água indiretamente, estes setores são principalmente a Indústria de alimentos e a Alimentação. Em especial neste segundo setor pode-se observar que ocorre o consumo de água no preparo dos alimentos (efeito direto) e o volume necessário para sua produção (efeito indireto da Agropecuária).

A escassez de água pode promover, no curto prazo, queda da produção dos setores citados com maiores volumes de água demandados para prover seus sistemas produtivos. No longo prazo, a escassez induz o surgimento de novas tecnologias e a realocação produtiva entre regiões. A redução do consumo de água nos setores do agronegócio por meio de novas tecnologias de produção é o meio pelo qual pode-se aumentar a produção do setor diminuindo a dependência de água. No entanto, deve-se considerar que a oferta de água é fundamental para setores como Fabricação de bebidas no qual a qualidade do produto depende deste bem.

Tabela 2. Demanda setorial de água para a variação de um milhão de reais da demanda final dos setores do estado do Paraná, 2013.
 Valores em milhões de metros cúbicos por ano

Setor	Paraná			Restante do Brasil		Total
	Direto	Indireto	Induzido	Indireto	Induzido	
1. Agropecuária	6728	271	86	199	799	8084
2. Extrativismo mineral	115	138	74	130	687	1144
3. Indústria de alimentos	8	1396	76	1233	700	3413
4. Fabricação de bebidas	552	411	75	281	695	2014
5. Fabricação de produtos têxteis	60	220	70	742	646	1738
6. Confeção de artefatos do vestuário e acessórios	4	116	74	162	687	1043
7. Fabricação de calçados e de	22	165	72	255	668	1182

SECTORIAL WATER CONSUMPTION IN THE INTERREGIONAL SYSTEM OF INPUT-PRODUCT PARANÁ- BRAZIL
 PAULO ROGÉRIO ALVES BRENE, UMBERTO ANTONIO SESSO FILHO, RONALDO RAEMY RANGEL,
 PATRÍCIA POMPERMAYER SESSO, IRENE DOMENES ZAPPAROLI

artefatos de couro						
8. Fabricação de produtos da madeira	589	165	77	204	708	1744
9. Celulose, papel e impressão	129	278	71	183	655	1314
10. Refino de petróleo e coqueiras e biocombustíveis	37	234	49	331	450	1100
11. Produtos químicos	99	132	52	191	483	956
12. Produtos farmoquímicos e farmacêuticos	14	151	78	98	721	1060
13. Produtos de borracha e de material plástico	165	211	62	185	576	1199
14. Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	127	143	72	307	670	1320
15. Siderurgia	2722	368	69	397	636	4192
16. Produtos de metal	29	115	72	689	663	1568
17. Equipamentos eletrônicos e ópticos	3	126	57	118	526	831
18. Máquinas e equipamentos elétricos	3	110	64	343	594	1114
19. Máquinas e equipamentos mecânicos	15	103	65	384	604	1170
20. Indústria automobilística e peças	96	88	62	376	573	1195
21. Outros equipamentos de transporte	197	243	65	153	601	1258
22. Móveis e de produtos de indústrias diversas	2	123	77	188	714	1105
23. Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	11	79	68	214	630	1002
24. Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	15	44	84	94	775	1013
25. Água, esgoto e gestão de resíduos	217	45	89	56	820	1227
26. Construção	11	109	80	266	741	1208
27. Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas	161	79	83	95	765	1183
28. Comércio	299	204	87	91	805	1485
29. Transporte terrestre	27	141	72	158	670	1068
30. Transporte aquaviário	25	259	70	169	644	1167
31. Transporte aéreo	8	232	52	96	480	867
32. Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e	726	166	80	104	737	1812

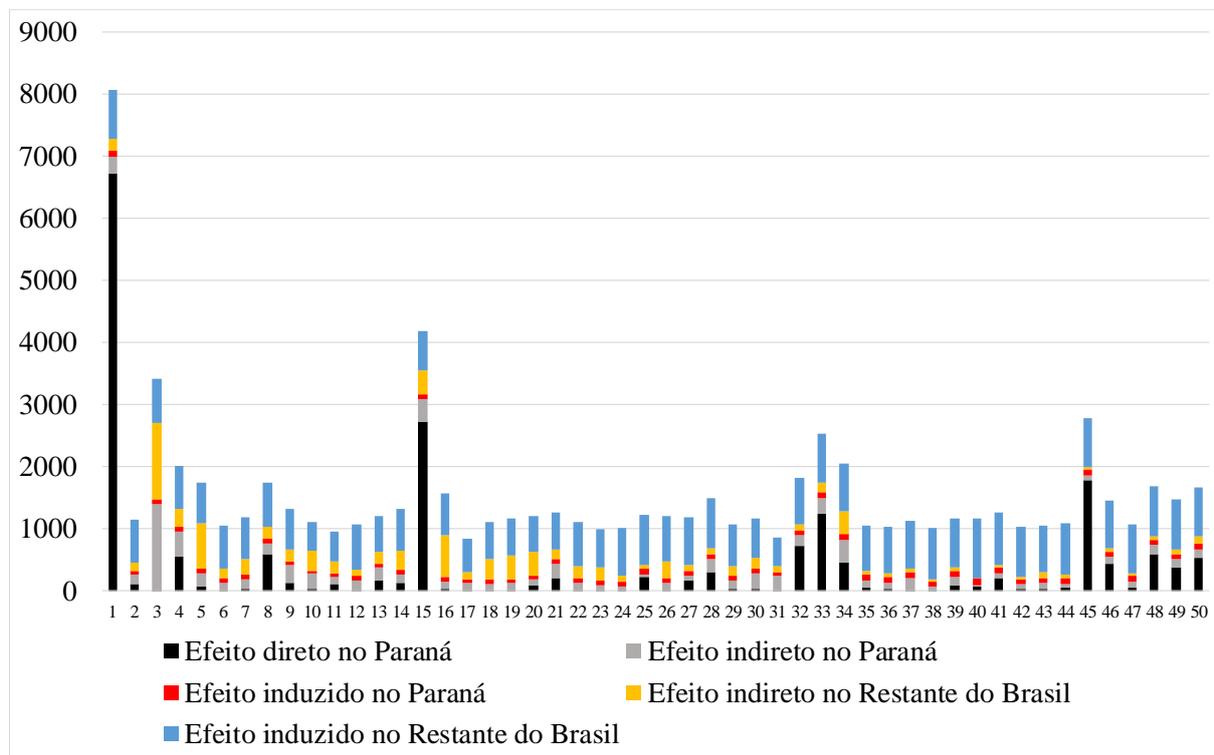
SECTORIAL WATER CONSUMPTION IN THE INTERREGIONAL SYSTEM OF INPUT-PRODUCT PARANÁ- BRAZIL
 PAULO ROGÉRIO ALVES BRENE, UMBERTO ANTONIO SESSO FILHO, RONALDO RAEMY RANGEL,
 PATRÍCIA POMPERMAYER SESSO, IRENE DOMENES ZAPPAROLI

correio						
33. Alojamento	1238	259	86	158	800	2540
34. Alimentação	454	375	83	369	766	2046
35. Edição e edição integrada à impressão	46	129	79	75	727	1054
36. Atividades audiovisuais	31	103	82	66	755	1037
37. Telecomunicações	2	208	82	70	763	1127
38. Desenvolvimento de sistemas e serviços de informação	6	56	91	25	842	1020
39. Serviços financeiros	82	146	87	55	805	1174
40. Atividades imobiliárias	77	15	104	17	962	1175
41. Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas	206	80	91	45	841	1262
42. Serviços de arquitetura, engenharia, análises técnicas e P&D	24	77	87	44	801	1033
43. Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	21	110	81	82	753	1048
44. Aluguéis não-imobiliários e gestão de propriedade intelectual	42	65	90	58	831	1085
45. Outras atividades administrativas e serviços complementares	1784	83	85	45	790	2787
46. Administração pública, defesa e seguridade social	429	115	83	56	767	1450
47. Educação privada	54	96	85	50	787	1072
48. Saúde privada	591	144	87	62	808	1692
49. Atividades artísticas, criativas e de espetáculos	382	122	89	63	824	1480
50. Organizações associativas e outros serviços pessoais	525	148	86	114	792	1664
Médias	384	180	77	199	711	1550

Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 1 ilustra as relações apresentadas na Tabela 1. É importante notar que a exportação dos produtos de setores do estado do Paraná que demandam grande quantidade de água para o processo produtivo interno (intra-regional) significa exportar água. Para cada um milhão de reais em produtos agropecuários exportados para outros estados ou o exterior tem-se, de forma implícita, a exportação de sete milhões de metros cúbicos de água.

Figura 1. Demanda setorial de água para a variação de um milhão de reais da demanda final dos setores do estado do Paraná, 2013. Valores em milhões de metros cúbicos por ano.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A Tabela 3 apresenta os multiplicadores de água tipos I e II e efeito transbordamento. Os indicadores econômicos mostram a demanda por água na cadeia produtiva para cada um metro cúbico consumido no setor, o multiplicador tipo I possui os efeitos direto e indireto e o tipo II possui efeitos direto, indireto e induzido (renda). O efeito direto se refere ao impacto no próprio setor, o efeito indireto ocorre sobre os fornecedores de insumos que estão na cadeia produtiva e o efeito induzido (ou renda) é o impacto do gasto da renda gerada a partir do aumento de produção inicial (e consequente demanda por água). O efeito renda é o responsável pela propagação dos impactos sobre toda a economia, mesmo em setores não relacionados diretamente com a atividade que recebeu o impulso da demanda final. A Figura 2 ilustra as diferenças entre os multiplicadores de água tipos I e II, observa-se que todos os valores do multiplicador tipo II são maiores que o tipo I, quanto maior a diferença entre ambos maior será o efeito renda.

Tabela 3. Multiplicadores de água tipos I e II e efeito transbordamento dos setores do estado do Paraná, 2013.

Setor	Multiplicador		Transbordamento	
	Tipo I	Tipo II	Tipo I	Tipo II
1. Agropecuária	1,1	1,2	2,8%	12,4%
2. Extrativismo mineral	3,3	10,0	34,0%	71,4%
3. Indústria de alimentos	322,8	417,7	46,7%	56,6%
4. Fabricação de bebidas	2,3	3,7	22,6%	48,5%
5. Fabricação de produtos têxteis	17,0	29,0	72,6%	79,9%
6. Confeção de artefatos do vestuário e acessórios	74,0	273,9	57,4%	81,4%

SECTORIAL WATER CONSUMPTION IN THE INTERREGIONAL SYSTEM OF INPUT-PRODUCT PARANÁ- BRAZIL
 PAULO ROGÉRIO ALVES BRENE, UMBERTO ANTONIO SESSO FILHO, RONALDO RAEMY RANGEL,
 PATRÍCIA POMPERMAYER SESSO, IRENE DOMENES ZAPPAROLI

7.	Fabricação de calçados e de artefatos de couro	19,8	53,1	57,6%	78,1%
8.	Fabricação de produtos da madeira	1,6	3,0	21,3%	52,3%
9.	Celulose, papel e impressão	4,6	10,2	31,0%	63,7%
10.	Refino de petróleo e coquerias e biocombustíveis	16,1	29,4	54,9%	70,9%
11.	Produtos químicos	4,3	9,7	45,3%	70,5%
12.	Produtos farmoquímicos e farmacêuticos	19,2	77,5	37,2%	77,2%
13.	Produtos de borracha e de material plástico	3,4	7,3	33,0%	63,5%
14.	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos	4,5	10,4	53,2%	74,0%
15.	Siderurgia	1,3	1,5	11,4%	24,7%
16.	Produtos de metal	29,0	54,5	82,7%	86,2%
17.	Equipamentos eletrônicos e ópticos	84,4	283,5	47,8%	77,6%
18.	Máquinas e equipamentos elétricos	134,0	327,4	75,2%	84,1%
19.	Máquinas e equipamentos mecânicos	34,4	80,4	76,6%	84,4%
20.	Indústria automobilística e peças	5,8	12,4	67,1%	79,4%
21.	Outros equipamentos de transporte	3,0	6,4	25,8%	59,9%
22.	Móveis e produtos de indústrias diversas	140,9	495,7	60,0%	81,7%
23.	Manutenção, reparação e instalação de máquinas e equipamentos	28,2	93,0	70,5%	84,2%
24.	Energia elétrica, gás natural e outras utilidades	10,1	66,8	61,4%	85,9%
25.	Água, esgoto e gestão de resíduos	1,5	5,6	17,5%	71,4%
26.	Construção	34,1	106,6	68,8%	83,4%
27.	Comércio e reparação de veículos automotores e motocicletas	2,1	7,3	28,4%	72,7%
28.	Comércio	2,0	5,0	15,4%	60,3%
29.	Transporte terrestre	12,1	39,5	48,4%	77,5%
30.	Transporte aquaviário	18,4	47,4	37,3%	69,7%
31.	Transporte aéreo	40,7	105,1	28,5%	66,4%
32.	Armazenamento, atividades auxiliares dos transportes e correio	1,4	2,5	10,4%	46,4%
33.	Alojamento	1,3	2,1	9,5%	37,7%
34.	Alimentação	2,6	4,5	30,8%	55,5%
35.	Edição e edição integrada à impressão	5,5	23,1	30,1%	76,0%
36.	Atividades audiovisuais	6,4	33,2	33,1%	79,2%
37.	Telecomunicações	114,1	457,6	25,1%	74,0%
38.	Desenvolvimento de sistemas e serviços de informação	14,7	171,3	28,9%	85,0%
39.	Serviços financeiros	3,5	14,4	19,3%	73,2%
40.	Atividades imobiliárias	1,4	15,2	15,3%	83,3%
41.	Atividades jurídicas, contábeis, consultoria e sedes de empresas	1,6	6,1	13,6%	70,2%

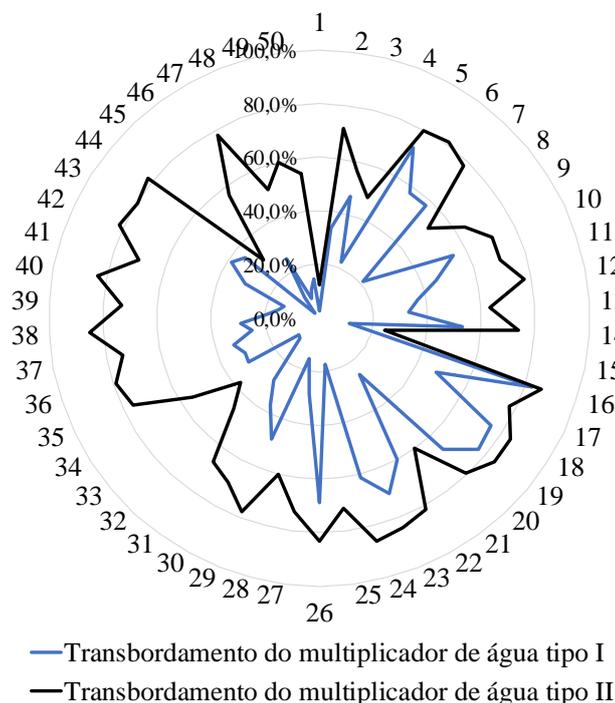
SECTORIAL WATER CONSUMPTION IN THE INTERREGIONAL SYSTEM OF INPUT-PRODUCT PARANÁ- BRAZIL
 PAULO ROGÉRIO ALVES BRENE, UMBERTO ANTONIO SESSO FILHO, RONALDO RAEMY RANGEL,
 PATRÍCIA POMPERMAYER SESSO, IRENE DOMENES ZAPPAROLI

42. Serviços de arquitetura, engenharia, análises técnicas e P & D	6,0	42,8	30,4%	81,9%
43. Outras atividades profissionais, científicas e técnicas	10,2	49,9	38,5%	79,7%
44. Aluguéis não-imobiliários e gestão de propriedade intelectual	4,0	26,1	35,3%	81,9%
45. Outras atividades administrativas e serviços complementares	1,1	1,6	2,4%	30,0%
46. Administração pública, defesa e seguridade social	1,4	3,4	9,4%	56,8%
47. Educação privada	3,7	20,0	25,0%	78,1%
48. Saúde privada	1,3	2,9	7,7%	51,4%
49. Atividades artísticas, criativas e de espetáculos	1,5	3,9	11,2%	59,9%
50. Organizações associativas e outros serviços pessoais	1,5	3,2	14,5%	54,5%

Fonte: Elaborado pelos autores.

O setor que apresenta os maiores valores encontrados na Tabela 2 é para o setor (3) Indústria de alimentos. O multiplicador tipo I mostra que para cada metro cúbico de água utilizado neste setor é preciso que sua cadeia produtiva utilize 322,8 metros cúbicos de água por efeito direto e indireto. Se adicionarmos o efeito induzido, serão necessários 417,7 metros cúbicos de água para cada metro cúbico da indústria agroalimentar. A análise destes resultados em conjunto com a Tabela 2 mostra que a maior parte da demanda por água gerada por esta atividade ocorre por efeito direto, portanto, a escolha da região para instalação de empresas deste segmento da economia deve ter como prioridade a busca locais com oferta de água adequada para seu funcionamento.

Figura 2. Efeito transbordamento dos multiplicadores de água dos setores do estado do Paraná, 2013.
 Valores percentuais em relação ao valor total do multiplicador.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Outros setores que apresentam altos valores de multiplicador de água são (6) Confecção de artefatos do vestuário e acessórios, (17) Equipamentos eletrônicos e ópticos, (18) Máquinas e equipamentos elétricos, (22) Móveis e produtos de indústrias diversas e (37) Telecomunicações. O transbordamento se refere ao impacto inter-regional em valor percentual do efeito total do multiplicador de água. A Tabela 3 e Figura 2 mostram valores muito diferentes entre os setores, portanto, não considerar o efeito transbordamento na demanda por água pode

gerar subestimar o valor real. Os valores variam entre 3% para mais de 80% sendo que para Agropecuária e os setores de comércio e serviços os percentuais são menores, isto mostra menor dependência do recurso natural para mover estes sistemas produtivos regionais. Transbordamentos do multiplicador tipo I acima de 50% mostram que a maior parte da água necessária para o processo produtivo destes setores do Paraná é proveniente do Restante do Brasil.

CONCLUSÃO

A ferramenta insumo-produto em seu sistema inter-regional se mostrou adequada para a realização do estudo e um avanço em relação à literatura com análises detalhadas do sistema produtivo em sua demanda de água.

Os setores identificados de maior demanda por água com maior importância econômica para o Paraná foram Agropecuária e Indústria de alimentos. Para cada milhão de reais da demanda final setorial, os setores mencionados demandam respectivamente 8,1 e 3,4 bilhões de metros cúbicos de água por ano em efeito total (regional e inter-regional). Para cada um milhão de reais em produtos agropecuários exportados para outros estados ou o exterior tem-se, de forma implícita, a exportação de sete milhões de metros cúbicos de água do estado do Paraná (efeito regional). A agregação de valor aos produtos agropecuários brutos por meio da industrialização é uma estratégia para compensar economicamente a exportação de água do estado do Paraná.

O setor que apresentou o maior valor de multiplicador de água foi a Indústria de alimentos, os resultados mostraram que para cada metro cúbico de água utilizado neste setor é preciso que sua cadeia produtiva utilize 322,8 metros cúbicos deste bem (efeito regional e inter-regional). É importante notar que aproximadamente 50% deste valor está no Restante do Brasil, portanto, a industrialização permite agregar valor com menor uso de água da própria região.

Novos estudos podem ser desenvolvidos com a análise dos fluxos de bens e serviços entre as regiões Paraná e Restante do Brasil e replicar o presente estudo para outros estados. A melhor compreensão do uso da água para os processos produtivos é um primeiro passo para sua cobrança e posicionamento estratégico para um futuro onde a escassez de água é uma possibilidade.

REFERÊNCIAS

ÁGUASPARANÁ- Instituto das Águas do Paraná. Plano Estadual de Recursos Hídricos do estado do Paraná: Relatório 1.1.: Diagnóstico das Demandas e Disponibilidades Hídricas Superficiais. Curitiba, 2010.

ANA - Agência Nacional de Águas (Brasil). Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil. Brasília: ANA, 2019.

BANDEIRA, M.; MASCIMENTO, L. D.; SANTOS, R. dos; TESSMANN, C.; SILVA, A. G.; BANDEIRA, L. Impactos Ambientais de Rios com Nascentes em Unidade de Conservação: Avaliação Preliminar dos Rios Mutari e Jardim, Santa Cruz Cabrália, Bahia. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 8, n. 3, p. 389-417, jul/set. 2019.

BRENE, P. R. A., KAPUSNIAK, E., PADOVAN JUNIOR, A., PICCOLE, E. M. DE. Construção de uma Metodologia para a Determinação do Consumo de Água no Sistema Produtivo do Estado do Paraná. Anais do VII SINGEP – São Paulo – SP – Brasil – 22 e 23/10/2018. Disponível em: <https://singep.org.br/7singep/resultado/408.pdf>. Acesso em: 16/02/2020.

ECYCLE (equipe). Usos da água: tipos e fatores que influenciam demanda. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/3223-usos-da-agua.html>. Acesso em: 30/01/2020

ESTEVES, F. Fundamentos de limnologia. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

- GUILHOTO, J.J.M., C.R. AZZONI, S.M. ICHIHARA, D.K. KADOTA, E.A. HADDAD. Matriz de Insumo-Produto do Nordeste e Estados: Metodologia e Resultados. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil. 2010.
- GUILHOTO, J.J.M., SESSO FILHO, U.A. Estimação da matriz de insumo-produto a partir de dados preliminares das contas nacionais. *Economia Aplicada*, v.9, n.2, p.277-299, abr/jun/2005.
- GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U.A. Estimação da matriz insumo-produto utilizando dados preliminares das contas nacionais: aplicação e análise de indicadores econômicos para o Brasil em 2005. *Economia & tecnologia (UFPR)*, v. 23, p. 53-62, 2010.
- ISARD, W. Inter-regional and Regional Input-Output Analysis: A Model of a Space-Economy. *Review of Economics and Statistics*, n.33, p.319-328, 1951.
- LEONTIEF, W. Input-Output Economics. Segunda Edição. New York: Oxford University Press, 1986.
- LEONTIEF, W. The Structure of the American Economy. Segunda Edição Ampliada. New York: Oxford University Press, 1951.
- MILLER, R.E. E BLAIR, P.D. Input-Output Analysis: Foundations and Extensions. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.
- MORETTO, A. C. Relações intersetoriais e inter-regionais na economia paranaense em 1995. Piracicaba. 161p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2000.
- ONU – Organização das Nações Unidas. Relatório Mundial sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos. 2015. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/en/Loginarea/natural-sciences/environment/water/wwap/wwdr/2015-water-for-a-sustainable-world/>. Acesso em: 03/03/2020.
- SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. Pesquisa, Desenvolvimento Tecnológico e Inovação no Setor de Saneamento. 2018. Disponível em https://www.abesrs.org.br/novo/_materiais/materiais_sx8x0real9lt.pdf. Acesso em: 30/01/2020.
- SANEPAR - Companhia de Saneamento do Paraná. Volume faturado de água para o ano de 2013. Relatório Sanepar (2018).
- _____. Categorias de Uso e Categorias de Consumo. Documento interno Sanepar. OBJETIVO: Estabelecer critérios para as Categorias de Uso e Categorias de Consumo (2018).
- SNIS - Sistema Nacional de Informações de Saneamento. Séries Históricas. Disponível em: <http://www.snis.gov.br>. Acesso em: 30/01/2020.
- SOUZA, B. A.; NOGUEIRA NETO, C.; ABREU, A.; SANTOS DA SILVA, C. Implantação e avaliação de um sistema para tratamento de água cinza. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 1, p.3531- 3552 jan. 2020.
- TELLES, D. D. & COSTA, R. H. P. G. Reuso da água: conceitos, teorias e práticas. São Paulo: Editora Blucher, 2010.