
ESTIMATIVA DO CONSUMO DIRETO E INDIRETO DE RECURSOS HÍDRICOS: UMA ANÁLISE INSUMO-PRODUTO

Estimate direct and indirect consumption of water resources: an input-output analysis

Rogério Barbosa Soares

Engenheiro Agrônomo. Doutorando em Recursos Hídricos pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Av. Humberto Monte, s/n, – Pici. rogeriosoares77@gmail.com

Samiria Maria Oliveira Silva

Engenheira de Pesca. Doutora em Engenharia Civil (UFC). Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – DEHA (UFC). Av. Humberto Monte, s/n – Pici. samiriamaria@gmail.com

Francisco de Assis Souza Filho

Engenheiro Civil. Doutor em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (USP). Professor Associado do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental – DEHA (UFC). Av. Humberto Monte, s/n – Pici. assis@ufc.br

Witalo de Lima Paiva

Economista. Doutor em Economia. Av. General Afonso Albuquerque Lima, s/n, Edifício SEPLAG, Térreo. witalo.paiva@ipece.ce.gov.br

Tereza Margarida Xavier de Melo Lopes

Engenheira Civil. Especialista em Saneamento Básico e Ambiental com ênfase em Recursos Hídricos (IBRA-MG). Consultora e Pesquisadora do Grupo de Gerenciamento de Risco Climático e da Segurança Hídrica (UFC). Av. Humberto Monte, s/n – Pici. terezamelo@alu.ufc.br

Resumo: O estudo objetivou mapear o consumo direto e indireto de água do estado do Ceará, de forma setorial e intersetorial, e medir os benefícios econômicos desse uso. Para tal, elaborou-se a matriz insumo-produto de recursos hídricos com base na matriz insumo-produto regional do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará, considerando 32 setores e 58 produtos. Foi construído um vetor de consumo hídrico para o setor j no seu processo produtivo i , expresso em termos de coeficientes técnicos híbridos, visando a transformar os fluxos monetários em fluxos físicos de água, de forma a representar o consumo de água de cada atividade econômica. Entre esses setores analisados, a agropecuária apresentou o maior consumo direto de água com 60,1%, gerando um retorno econômico de R\$ 6,19/m³, enquanto os setores da indústria e de serviços responderam, respectivamente, por 7,2% e 32,6% da demanda total de água do estado, apresentando os seguintes benefícios econômicos pelo uso da água: R\$ 529,14/m³ e R\$ 208,20/m³. Ao contabilizar o consumo indireto intersetorial de recursos hídricos, verificou-se que os setores da indústria e construção civil (62,6%) e de serviços (27,4%) ampliam sua participação, respondendo juntos por 90,0% por este tipo de consumo.

Palavras-chave: Estrutura Econômica Regional; Demanda Hídrica; Benefícios Econômicos.

Abstract: The study aimed to map the direct and indirect consumption of water, in a sectoral and intersectoral way, measuring the economic benefits of these demands. For this purpose, the water resources input-output matrix was elaborated based on the regional input-output matrix of the Ceará Economic Research and Strategy Institute, considering 32 sectors and 58 products. A water consumption vector was constructed for sector j in its production

processo, expresso em termos de coeficientes técnicos híbridos, visando transformar fluxos monetários em fluxos físicos de água, para representar o consumo de água de cada atividade econômica. Entre os setores analisados, a agricultura teve o maior consumo direto de água com 60,1%, gerando um retorno econômico de R\$ 6,19/m³. Enquanto a indústria e os serviços, setores que responderam, respectivamente, por 7,2% e 32,6% da demanda total de água do estado, com os seguintes benefícios econômicos do uso da água: R\$529,14/m³ e R\$208,20/m³. Ao considerar o consumo indireto de recursos hídricos, constatou-se que os setores de Indústria e Construção Civil (62,6%) e serviços (27,4%) aumentaram sua participação, somando 90% deste tipo de consumo.

Keywords: Regional Economic Structure; Water Demand; Economic Benefits.

1 INTRODUÇÃO

O crescente aumento da demanda hídrica, impulsionado pelo aumento da população, vem disparando diversas discussões sobre a segurança hídrica. Além disso, a poluição dos recursos hídricos e os possíveis impactos das mudanças climáticas sobre a oferta de água têm dado notoriedade a esse tema.

A segurança hídrica está relacionada com a gestão da oferta, da demanda e dos conflitos. Esses três pilares requerem, de alguma forma, a compreensão dos usos da água e das relações entre esses usos. Segundo Distefano, Riccaboni e Marin (2018), a quantificação do uso direto e indireto da água e as interdependências dos setores produtivos podem ser avaliadas por meio da análise Insumo-Produto. Essa análise também permite expressar o valor monetário do uso da água na produção de bens e serviços e nas transações econômicas que ocorrem em todos os setores de uma economia.

Dessa forma, uma Matriz Insumo-Produto de Recursos Hídricos (MIPRH) permitirá a avaliação regional do uso e das trocas de recursos hídricos entre os setores econômicos, bem como uma análise inter-regional do impacto econômico do uso e das trocas de recursos hídricos visando a melhor qualificar a tipologia do uso da água e a eficiência econômica desse insumo para a formulação de estratégias por parte dos tomadores de decisão, quanto à segurança hídrica e possíveis vulnerabilidades na alocação desse recurso (FAO, 2017; CEPAL, 2017).

De acordo com Miller e Blair (2009), a análise de insumo-produto fornece uma estrutura útil para rastrear o uso de um recurso e de seus associados, como poluição ambiental e geração de empregos ou fluxos de materiais físicos relacionados às atividades intersetoriais.

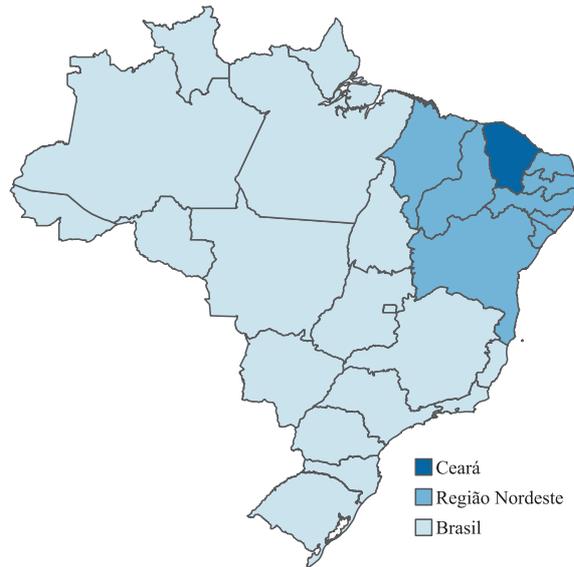
Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi realizar a análise insumo-produto regional de recursos hídricos para o estado do Ceará, assumindo a hipótese de que o setor agropecuário apresenta o maior consumo de água dentre todos os setores. Essa análise tem o intuito de facilitar o processo de decisão por parte dos gestores de recursos hídricos, inclusive no que se refere à elaboração de modelos e instrumentos de planejamento e gestão do recurso, além de possibilitar a análise dos impactos econômicos setoriais gerados pelo aumento da demanda de água, como também da produtividade da água.

A Matriz Insumo-Produto de Recursos Hídricos (MIPRH) foi construída com base na Matriz Insumo-Produto do Ceará (MIPCE) elaborada pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) em 2018 para o ano de 2013, por ser este o ano que melhor representava a estrutura econômica do estado. Segundo o IPECE (2018a, p. 79), essa matriz teve como objetivo a elaboração de um sistema de Contas Macroeconômicas mais complexo, utilizando como diferencial um sistema Bigdata, que, dentre outras fontes de informações setoriais, também fez uso da base de dados das Notas Fiscais Eletrônicas, que contabiliza mais de 100 milhões de registros, o que possibilitou a melhor aferição das nuances da economia cearense.

2 ÁREA DE ESTUDO

O Ceará está localizado na Região Nordeste do Brasil (Figura 1), e possui uma área territorial de 148.894,75 km², com uma população de 9.075.649 habitantes (IBGE, 2018). Possui 95,0% de seus municípios inseridos na região do Semiárido (SUDENE, 2017). Essa configuração se caracteriza pela aridez do clima, pela deficiência hídrica, variabilidade espacial e temporal das precipitações pluviométricas e pela presença de solos pobres em matéria orgânica.

Figura 1 – Localização do Estado do Ceará



Fonte: Elaboração própria.

A segurança hídrica da população do Estado e das atividades econômicas durante os períodos de escassez são, portanto, fortemente dependentes de sofisticada infraestrutura hídrica, com reservatórios, interligação de bacias, canais e adutoras, entre outros. No Ceará, além de milhares de reservatórios de menor porte¹ (mais de 15.000), 153 reservatórios são considerados estratégicos por concentrarem a capacidade de reservação plurianual (18,93 bilhões de m³), distribuídos nas 12 regiões hidrográficas do Estado (CEARÁ, 2018).

O Ceará é um estado com baixa disponibilidade hídrica, devido à combinação de uma série de fatores, sobretudo: baixos índices de precipitação (inferiores a 900 mm); altas taxas de evaporação (superiores a 2.000 mm); irregularidade do regime de precipitação (secas frequentes e por vezes plurianuais); e um contexto hidrogeológico desfavorável (80,0% do território sobre rocha cristalina, com camada de solo raso e poucos recursos hídricos subterrâneos).

Nesse cenário, as crises devido à escassez hídrica associada às secas marcaram os ciclos de desenvolvimento do Ceará. As crises hídricas produziram colapsos na produção economia, nos sistemas urbanos, na saúde, entre outros setores, gerando migrações e grande sofrimento para as populações.

¹ Segundo Molle e Cadier (1992), reservatórios de menor porte são os açudes com capacidade de acumulação de água igual ou inferior a 100.000 m³.

3 METODOLOGIA

3.1 Estratégia metodológica

Para o desenvolvimento do estudo, inicialmente, foi incorporado o insumo água na Matriz Insumo-Produto do Ceará com base nas metodologias descritas por Lima (2002) e Miller e Blair (2009), de forma adaptada para o Estado, a partir da construção de um vetor de consumo de água para o setor j em seu processo produtivo i , utilizando coeficientes técnicos híbridos expressos em R\$/m³.

A Matriz Insumo-Produto de Recursos Hídricos (MIPRH) para o Ceará foi elaborada em três etapas: 1) estimação e calibração dos coeficientes técnicos de demanda hídrica das atividades econômicas do Ceará; 2) construção do vetor de demanda hídrica; 3) estimação da MIPRH para obtenção da demanda final de recursos hídricos, sendo considerados 32 setores e 58 produtos, conforme Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE 2.0.

Foram utilizadas como base de dados as pesquisas regionais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE), a base de dados das Notas Fiscais Eletrônicas da Secretaria da Fazenda do Estado do Ceará (SEFAZ-CE), com cerca de 100 milhões de registros, dados das Contas Regionais do Ceará, a Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílios (PNAD), a Pesquisa de Orçamento Familiar (POF), dados da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), da Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (INFRAERO), do Ministério da Indústria, do Comércio Exterior e Serviços.

3.2 Construção da Matriz Insumo-Produto de Recursos Hídricos (MIPRH) regional

A MIPRH representa a demanda pelo recurso água pelas atividades econômicas do Ceará, tanto de forma direta como indireta (Quadro 1).

Quadro 1 – Modelo insumo-produto com o insumo água

	Consumo Intermediário			Produção Total	
	Setores consumidores			Demanda Final	Produção Total
	Setor 1	Setor 2	Setor 3		
Produto 1	Z11	Z12	Z13	Y1	Z1
Produto 2	Z21	Z22	Z23	Y2	Z2
Produto 3	Zn1	Z1n	Z33	Y3	Z3
Insumo Água	Dw1	Dw2	Dw3	Yw	D

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Miller e Blair (2009).

Destacam-se duas etapas principais na elaboração dessa metodologia:

1. Construção dos coeficientes técnicos de demanda hídrica dos setores econômicos da indústria, serviço e agropecuária;
2. Estimativa da demanda final por recursos hídricos finais.

Conforme a teoria básica dos modelos de insumo-produto, a descrição matemática do Quadro 1 será feita por meio do seguinte conjunto de equações:

$$Z1 = Z11 + Z12 + Z13 + Y1 \quad (1)$$

$$Z2 = Z21 + Z22 + Z23 + Y2 \quad (2)$$

$$Z3 = Z31 + Z32 + Z33 + Y3 \quad (3)$$

$$D = Dw1 + Dw2 + Dw3 + Yw \quad (4)$$

Em que: Z_i representa o total de produção do setor i ; Z_{ij} corresponde ao fluxo monetário entre os setores i e j ; Y_i é a demanda final do setor i ; D é o consumo total de água; D_{wj} representa o consumo de água do setor j no seu processo produtivo; e Y_w é a demanda de água por parte das famílias. Os coeficientes técnicos são calculados conforme as equações:

$$a_{ij} = \frac{Z_{ij}}{Z_j} \rightarrow Z_{ij} = a_{ij} \times Z_j \quad (5)$$

$$W_j = \frac{D_{wj}}{Z_j} \rightarrow D_{wj} = W_j \times Z_j \quad (6)$$

Em que: a_{ij} é o coeficiente técnico de insumo direto; W_j é o coeficiente técnico direto da água ou o quanto o setor j utiliza de água por unidade produzida. Substituindo-se Z_{ij} e D_{wj} nas equações 1, tem-se:

$$Z1 = A_{11}Z_{11} + A_{12}Z_{12} + A_{13}Z_{13} + Y_1 \quad (7)$$

$$Z2 = A_{21}Z_{21} + A_{22}Z_{22} + A_{23}Z_{23} + Y_2 \quad (8)$$

$$Z3 = A_{31}Z_{31} + A_{32}Z_{32} + A_{33}Z_{33} + Y_3 \quad (9)$$

$$D = W_{41}Z_{41} + W_{42}Z_{42} + W_{43}Z_{43} + Y_4 \quad (10)$$

As equações supracitadas podem ser representadas, de forma abreviada, como:

$$Z_i = \sum_{j=1}^3 A_{ij} Z_j + Y_i \quad (11)$$

$$D = \sum_{j=1}^3 W_j Z_j + Y_w \quad (12)$$

Em que: Z é a matriz do fluxo monetário entre os setores i e j tradicional; A é a matriz de coeficientes técnicos diretos dos insumos; Y é o vetor de demanda final; Y_w é o vetor de demanda por água; D é a matriz de demanda por água, e cada elemento “ D_j ” especifica a quantidade de água usada na produção total do setor j ; e W é a matriz de coeficientes técnicos diretos da água, sendo que cada elemento “ W_j ” corresponde à quantidade de água necessária à produção de uma unidade monetária pelo setor j .

3.2.1 Construção dos Coeficientes Técnicos de Uso da Água

Tendo em vista a precariedade de dados e informações sistemáticas referentes ao uso da água pelos diferentes setores da economia cearense, os coeficientes técnicos empregados para compor o vetor de consumo de água da MIPRH foram estimados com base na Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil da Agência Nacional de Água (MMA, 2011) e nos coeficientes técnicos estimados por Picoli (2016) (Figura 2).

Também foram utilizados dados primários sobre o consumo de água pelas atividades ligadas à agricultura irrigada levantados na região do Baixo e Médio Jaguaribe-CE pelo DNOCS – Departa-

mento Nacional de Obras Contra as Secas. Além de dados secundários coletadas junto às seguintes instituições: Companhia de Água e Esgoto do Estado do Ceará (CAGECE), Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos do Estado do Ceará (COGERH), Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) e Agência do Desenvolvimento do Estado do Ceará (ADECE).

Os coeficientes foram regionalizados por meio de indicadores econômicos levantados pelas pesquisas setoriais do IBGE (IBGE, 2018b; IBGE, 2018c; IBGE, 2018d; IBGE, 2018e; IBGE, 2018f), do MTE (MTE 2018a; MTE 2018b), do IPECE (IPECE, 2018a). Os indicadores utilizados foram: produção, valor bruto da produção e número de empregos por atividade econômica e área plantada com lavouras irrigadas.

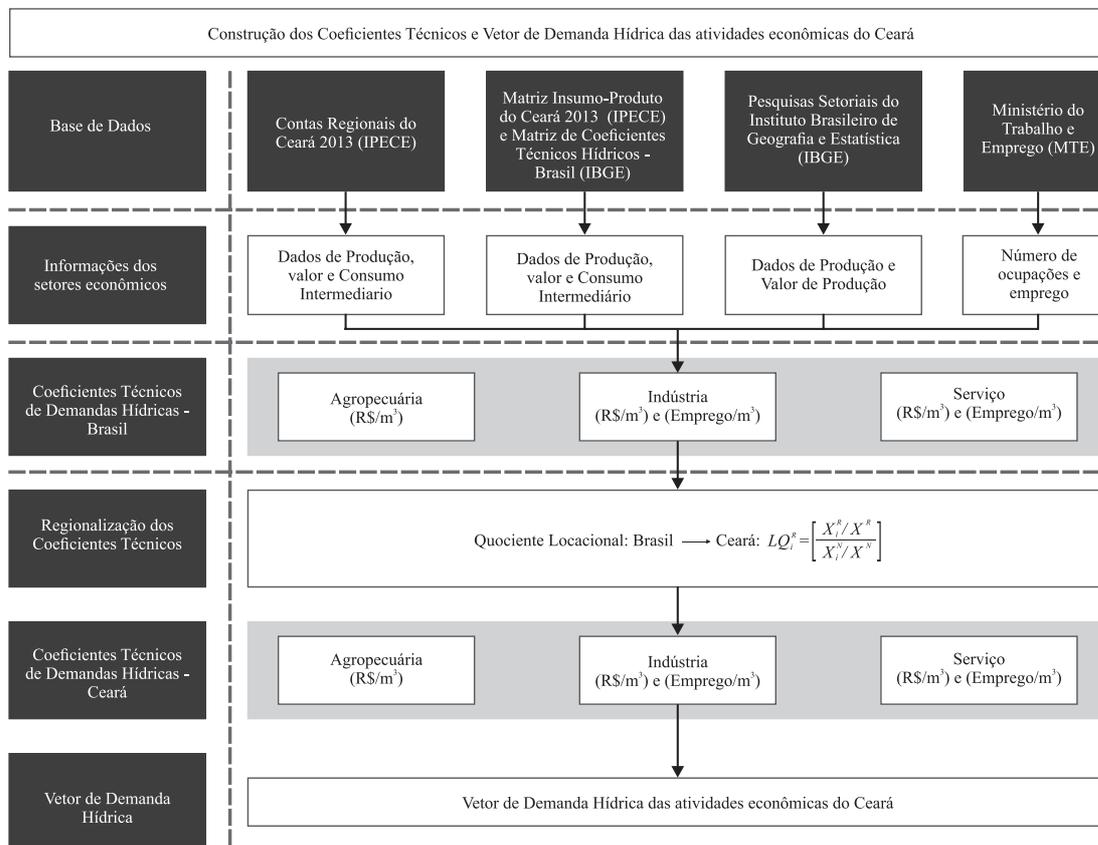
Para a regionalização aplicou-se a metodologia baseada em Quocientes Locacionais, que é consistente com o nível de especialização dos setores produtivos de cada região, uma vez que comparam a participação de cada setor em uma determinada região em relação à sua participação no Estado como um todo (LIMA, 2002; GUILHOTO *et al.*, 2017). O quociente locacional é definido pela equação 13.

$$LQ_i^R = \left[\frac{X_i^R / X^R}{X_i^N / X^N} \right] \quad (13)$$

Em que: X_i^R é a produção total do setor i da região R ; X^R é a produção total da região R ; X_i^N é a produção nacional total do setor i ; e X^N é a produção nacional total.

Essa relação mede a participação relativa do setor i na economia da região R em relação à participação do mesmo setor na economia nacional. Assim, procura estimar o potencial importador da região em relação aos produtos do setor i .

Figura 2 – Metodologia da construção dos coeficientes técnicos e vetor de demanda hídrica das atividades econômicas do Ceará



Fonte: Elaboração própria.

Os coeficientes técnicos (R\$/m³) e a demanda hídrica (m³) do setor Agropecuária foram calibrados usando as seguintes informações: área irrigada, rebanho levantado pelo Censo Agropecuário (2006), dados da Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2018e) e Produção da Pecuária Municipal (PPM) (IBGE, 2018f), informações de ocupação e de valor da produção. Ressalta-se que as atividades econômicas ligadas ao setor agropecuário consomem essencialmente água bruta².

A metodologia para as estimativas das vazões para criação animal foi aplicada de acordo com o Manual de Outorga descrito pelo MMA (MMA, 2011), e as estimativas de demanda de água (m³) para irrigação para os meses mais críticos foram calculadas com base no Plano Nacional de Recursos Hídricos e Relatório Técnico n.º 6: Relatório Final dos Coeficientes Técnicos de Recursos Hídricos das Atividades Industrial e Agricultura Irrigada, elaborado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2011).

A demanda de água na agricultura irrigada foi obtida com base no balanço hídrico das áreas irrigadas, dos aspectos inerentes à espécie cultivada e ao tipo de irrigação e das condições de manejo aplicadas, expressos na unidade de m³/hectare ano. Para isso, foi estabelecido o uso de valores médios para a irrigação tomando como base os meses menos e mais críticos, e as relações normalmente observadas no Ceará entre as dotações anuais e as referidas dotações mensais.

Para o cálculo da vazão de consumo da irrigação, foi utilizada a seguinte equação:

$$ET_{pc} = ET_O \times K_C \times EI \quad (14)$$

Em que: ET_{pc} representa a evapotranspiração potencial da cultura (mm.dia-1); ET_O corresponde à evapotranspiração de referência (mm.dia-1); K_C é o coeficiente da cultura (adimensional); e EI , a eficiência do uso da água na irrigação.

O parâmetro ET_O da equação 6 foi determinado a partir de variáveis meteorológicas obtidas de forma pontual (em cada estação meteorológica) que foram espacializadas para cada sede municipal, utilizando o método de extrapolação pelo inverso do quadrado da distância. (MMA, 2011).

3.2.2 Construção do Vetor de Demanda Hídrica

A construção do vetor de demanda hídrica foi realizada com base na aplicação de coeficientes técnicos de consumo de água para cada produto elencado na Matriz Insumo-Produto do Estado do Ceará – 2013, de acordo com a tipologia de atividades econômicas discriminadas para cada setor econômico (Figura 2).

O vetor de demanda hídrica foi introduzido na MIPCE para a construção da MIPRH utilizando as equações a seguir (Lima, 2002; Miller; Blair, 2009):

$$Z = AZ + Y = (I - A)^{-1}Y \quad (15)$$

$$D = WZ + Y_W \quad (16)$$

Substituindo-se o valor de Z na equação 16, tem-se:

$$D = W(1 - A)^{-1}Y + Y_W \quad (17)$$

2 Conforme a Secretaria dos Recursos Hídricos do Ceará - SRH (SRH, 2018), água bruta é a água que ainda não passou por uma Estação de Tratamento de Água – ETA para ser tratada.

Em que: Z é a matriz do fluxo monetário entre os setores i e j tradicional; A é a matriz de coeficientes técnicos diretos dos insumos; Y é o vetor de demanda final; Y_w é o vetor de demanda por água; D é a matriz de demanda por água, e cada elemento “ D_j ” especifica a quantidade de água usada na produção total do setor j ; W é a matriz de coeficientes técnicos diretos da água, sendo que cada elemento “ W_j ” corresponde à quantidade de água necessária à produção de uma unidade monetária pelo setor j ; e $W(I-A)^{-1}$ é a matriz de coeficientes técnicos diretos e indiretos de demanda por água ou matriz de requerimentos diretos e indiretos.

Cada elemento dessa matriz reflete o quanto o setor j necessita, direta e indiretamente, do insumo água, para satisfazer a uma demanda de uma unidade monetária. A soma das linhas dessa matriz fornece o total de consumo da água por setor para atender às mudanças na sua demanda final, ou seja, o quanto cada setor irá requerer de água, de si próprio e dos demais setores da economia.

3.2.3 Benefícios Econômicos do Uso da Água

Os benefícios econômicos do uso da água foram calculados a partir da construção de dois indicadores de retorno econômico do uso da água: a) coeficiente dos benefícios econômicos diretos e indiretos de uso da água (W), e b) coeficiente dos benefícios econômicos totais de uso da água (D).

Os benefícios econômicos diretos do coeficiente de uso da água W_j são definidos como o valor agregado do setor Z_j , por seu uso direto da água D_j .

$$W = \frac{Z_j^d}{D_j^d} \quad (18)$$

No termo da Matriz Insumo-Produto de Recursos Hídricos, $W(I-A)^{-1}$ é a matriz de coeficientes técnicos diretos de demanda por água ou matriz de requerimentos diretos. Cada elemento dessa matriz reflete o quanto o setor j necessita, direta e indiretamente, do insumo água, para satisfazer a uma demanda de uma unidade monetária; é o vetor linha dos benefícios econômicos diretos dos coeficientes de uso da água; é o vetor de linha de valor agregado direto e = é a diagonal da matriz inversa de uso direto e indireto da água.

O retorno econômico total do coeficiente de uso da água é projetado para capturar os efeitos diretos e indiretos da mudança no uso da água do setor j sobre o valor agregado total criado na economia como um todo.

3.2.4 Consumo Intermediário Intersetorial

O consumo intermediário entre as atividades econômicas foi estimado utilizando indicadores extraídos da Tabela de Recursos e Usos do Ceará – 2013 (IPECEa, 2018), por meio da aplicação de coeficientes técnicos de consumo de água para cada produto elencado na Matriz Insumo-Produto do Estado do Ceará – 2013, conforme descrição matemática expressa abaixo:

$$T^i = AT^i + Y = (I - A)^{-1} \quad (19)$$

$$D = WZ + Y_w \quad (20)$$

Substituindo-se o valor de T^i na equação 20:

$$T_d = T_w(1 - A)^{-1}Y + Y_w \quad (21)$$

Em que: T^i representa a Tabela de Recursos e Usos de consumo intermediário tradicional; A representa o vetor de coeficientes técnicos diretos dos insumos; Y representa o vetor de demanda intermediária final por água; Y_w representa o vetor de demanda intermediária por água; T_d repre-

senda a Tabela de Recursos e Usos de consumo intermediário da água, na qual cada elemento d_{wj} especifica a quantidade de água usada na produção total do setor j ; T_w representa a matriz de coeficientes técnicos da água, na qual cada elemento w_{kj} corresponde à quantidade de água necessária à produção de uma unidade monetária pelo setor j ; e $W(I-A)^{-1}$ representa a matriz de coeficientes técnicos diretos e indiretos da água ou matriz de requerimentos intermediários de água.

Cada elemento dessa matriz reflete o quanto o setor j necessita, direta e indiretamente, do insumo água, para satisfazer a uma demanda de uma unidade monetária. E a soma das suas linhas fornece o consumo intermediário total da água por setor para atender às mudanças na sua demanda intermediária final, ou seja, o quanto cada setor irá requerer indiretamente do insumo água, de si próprio e dos demais setores da economia.

Essa metodologia proporcionou a mensuração do efeito multiplicador do consumo indireto (MCI) de água por unidade produzida. Wang (2016) afirma que o modelo de Leontief leva em conta o efeito de encadeamento, refletindo quanto determinado setor pode gerar em termos de consumo intermediário na produção total de outros setores na economia. Com isso, a aplicação do modelo insumo-produto desperta uma especial atenção aos setores que apresentam um maior efeito de encadeamento entre os setores da economia cearense.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com o modelo Insumo-Produto regional aplicado a recursos hídricos descrevem de forma quantitativa o consumo da água de forma direta e indireta pelos setores da agropecuária, indústria e serviços. Para a análise foram considerados 32 atividades e 58 produtos.

4.1 Consumo de água entre os setores econômicos do Ceará

Conforme a Matriz Insumo-Produto de Recursos Hídricos (MIPRH), o consumo direto de água pelos setores econômicos do Estado do Ceará soma um volume de água demandada na ordem de 1,49 trilhões de m^3 . Entre esses setores, a agropecuária apresenta o maior consumo direto de água bruta com 60,1% (898.647.768 m^3), sendo que o setor de serviços responde por 32,6% (487.481.027 m^3) da demanda total de água no Estado do Ceará, seguido pela indústria que consome apenas 7,2% (107.976.313 m^3).

Os resultados encontrados em pesquisas realizadas com o uso da matriz insumo-produto na Espanha identificaram que o setor da agropecuária consome 90,2% da água utilizada entre os seus setores produtivos, e em Marrocos, 87,0%, colocando o setor agropecuário como o maior consumidor de recursos hídricos, confirmando o resultado apresentado do setor agropecuário do Estado do Ceará.

Já na análise do consumo de água pelo setor de serviços, a Espanha e o Marrocos apresentaram pequenas participações, sendo de 4,6% na Espanha e de 8,0% no Marrocos, sendo que no Estado do Ceará o setor de serviços representou 32,6% do consumo total de água dentro dos processos produtivos no estado (BOUDHAR; BOUDHAR; IBOURK, 2017; VELÁZQUEZ, 2006).

4.1.1 Setor Agropecuário

O setor agropecuário divide-se em atividades ligadas à agricultura, pecuária, pescado e extrativismo vegetal. Essas atividades, em geral, consomem essencialmente água bruta em seus processos produtivos.

A agricultura cearense, nas últimas décadas, tem passado por profundas transformações, marcada pela diversificação de seus produtos e modernização de suas estruturas produtivas, reduzindo

a dependência dos produtos tradicionais, e se tornando uma atividade mais integrada aos setores industrial e de serviços.

Essa modernização é comprovada pelo aumento do número de polos de irrigação no Estado, distribuídos em sete principais áreas de produção: Araras Norte, Baixo Acaraú, Curu Paraipaba, Jaguaribe Apodi, Tabuleiro de Russas, Serra da Ibiapaba e Região do Cariri.

Tabela 1 – Consumo de recursos hídricos do setor agropecuário, Ceará – 2013

Setores econômicos	Consumo de água (m ³)	Dentro do setor (%)	CE (%)
Ceará	1.494.105.109		
Agropecuária	898.647.768		60,15%
Produção de lavouras temporárias e serviços relacionados	72.452.195	8,06%	
Produtos lavouras permanentes	114.081.733	12,69%	
Bovinos vivos	44.695.431	4,97%	
Leite de vaca e de outros animais	20.488.363	2,28%	
Aves	155.667.689	17,32%	
Ovos de galinha e de outras aves	49.054.270	5,46%	
Peixe	427.206.231	47,54%	
Outros animais vivos e produtos animais	12.769.580	1,42%	
Produtos da exploração florestal e serviços de apoio	2.232.277	0,25%	

Fonte: Elaboração própria.

Observa-se na Tabela 1 que as atividades da agropecuária que consomem maior volume de água são a produção de pescado (47,54%) e de aves (17,32%), seguidas pela produção de lavouras permanentes (12,69%).

O volume de água consumido pela agricultura pode ser explicado pelo aumento na demanda de alimentos ocasionado pelo aumento da população cearense. Ressaltando que a população do Ceará passou de 6.366.647 habitantes em 1991 para 9.020.460 habitantes em 2017, representando um aumento de 41,7% da população do Estado, sendo que o crescimento populacional do Estado entre 2017 e 2018 foi de 0,63%, que em números absolutos significou um incremento de 57.662 habitantes (IPECE, 2018).

Esse aumento populacional gera uma maior pressão de consumo de alimentos, bens e serviços na economia, provocando, com isso, um maior consumo de água por parte dos setores econômicos que utilizam a água como insumo em seus sistemas de produção.

4.1.2 Setor de Serviços

De acordo com IBGE (2018d), o setor de serviços é caracterizado por atividades bastante heterogêneas quanto ao porte das empresas, à remuneração média e à intensidade no uso de tecnologias. Nas últimas décadas, o desempenho das atividades que compõem o setor vem se destacando pelo dinamismo e pela crescente participação na produção econômica brasileira e cearense. Na economia cearense, ele se destaca respondendo por 74,4% em 2013, 75,6% em 2014, 75,9% em 2015 e de 76,1% em 2016.

Conforme Tabela 2, o setor de prestação de serviços responde por 32,6% da demanda hídrica cearense e diferencia-se dos demais setores produtivos na medida em que suas atividades têm características eminentemente intangíveis e diversidade da oferta produtiva.

Na Tabela 2 também se observam as principais atividades desse setor que demandam água no Ceará: administração, defesa, educação e saúde públicas e seguridade social (80.240.785 m³); educação e saúde privadas (76.565.653 m³); atividades profissionais, científicas e técnicas (52.60.9613 m³); e artes, cultura, esporte e recreação e outras atividades de serviços (52.606.420 m³).

Tabela 2 – Consumo de recursos hídricos do setor de serviços, Ceará – 2013

Setores econômicos	Consumo de água (m ³)	Dentro do setor (%)	CE (%)
Ceará	1.494.105.109		
Serviços	487.481.027		32,63%
Comércio	24.949.658	5,12%	
Reparação de veículos automotores e motocicletas	782.189	0,16%	
Transporte terrestre de carga	860.309	0,18%	
Transporte terrestre de passageiro	1.007.162	0,21%	
Transporte aquaviário	21.208	0,00%	
Transporte aéreo	3.834.864	0,79%	
Armazenamento, correio e serviços auxiliares aos transportes	25.250.888	5,18%	
Serviços de alojamento	1.670.481	0,34%	
Serviços de alimentação	24.257.110	4,98%	
Telecomunicações, TV por assinatura e outros serv. relacionados	21.460.517	4,40%	
Outros serviços de informação	27.522.803	5,65%	
Atividades financeiras, de seguros e serviços relacionados	25.264.471	5,18%	
Aluguel imputado	18.639.000	3,82%	
Aluguel efetivo e serviços imobiliários	39.872.335	8,18%	
Atividades profissionais, científicas e técnicas, administrativas e serviços complementares	52.609.613	10,79%	
Administração, defesa, educação e saúde públicas e seguridade social	80.240.785	16,46%	
Educação e saúde privadas	76.565.653	15,71%	
Outras atividades de serviços	52.606.420	10,79%	
Serviços domésticos	10.065.561	2,06%	

Fonte: Elaboração própria.

4.1.3 Setor da Indústria

Entre os anos de 2013 a 2016, o setor industrial tem apresentando uma tendência de desaceleração dentro da economia cearense, perdendo participação no PIB para o setor de serviços, em função da redução do número de empresas e de pessoal ocupado no setor. Vale ressaltar que quase todos os segmentos da indústria cearense perderam participação, com exceção da construção civil, o que revela um processo de desindustrialização.

Em 2016, a indústria de transformação se manteve como principal atividade industrial no Estado do Ceará, respondendo por 42,7% do valor adicionado de todo o setor em 2016. Embora ainda ocupe o posto de principal segmento, esse segmento industrial retrata o desempenho relativamente ruim da atividade nos últimos anos.

Analisando a demanda de água para a indústria do Ceará, verificou-se que esta reflete a dinâmica que o setor apresenta em seus processos industriais associados para a oferta de bens ao mercado.

Em 2013, o setor industrial cearense consumiu 107.976.313 m³ de água em seu processo produtivo, tendo como principais atividades em termos de valor bruto da produção: a construção civil (26,46%); a fabricação de alimentos (14,11%); a eletricidade e gás, água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação (12,54%); calçados e artefatos de couro (8,39%); e artigos do vestuário e acessórios (6,14%).

Pode-se observar na Tabela 3 que os principais produtos consumidores de recursos hídricos são: calçados e artefatos de couro (32.177.973 m³); artigos de vestuário e acessórios (18.515.475 m³); produtos têxteis (12.405.133 m³); indústria extrativas (10.470.813 m³); e fabricação de bebidas (9.574.893 m³) – produtos com inserção internacional. Ressalta-se que essas atividades responderam por 36,4% do valor bruto da produção industrial do Ceará em 2013.

Tabela 3 – Consumo de recursos hídricos do setor da indústria, Ceará – 2013

Setores econômicos	Consumo de água (m ³)	Dentro do setor (%)	CE (%)
Ceará	1.494.105.109		
Indústria	107.976.313		7,23%
Indústrias extrativas	10.470.813	9,70%	
Fabricação de produtos alimentícios	5.439.510	5,04%	
Fabricação de bebidas	9.574.894	8,87%	
Produtos têxteis	12.405.133	11,49%	
Artigos do vestuário e acessórios	18.515.476	17,15%	
Calçados e artefatos de couro	32.177.973	29,80%	
Produtos de madeira, exceto móveis, de celulose, papel e produtos de papel	2.760.471	2,56%	
Serviços de impressão e reprodução	144.539	0,13%	
Produtos derivados do petróleo e coque	1.161.611	1,08%	
Etanol e outros biocombustíveis	122.950	0,11%	
Fabricação de produtos químicos	429.138	0,40%	
Fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos	39.786	0,04%	
Fabricação de produtos de borracha e de material plástico	77.091	0,07%	
Fabricação de produtos de minerais não metálicos	1.988.917	1,84%	
Metalurgia	1.553.179	1,44%	
Fabricação de produtos de metal, exceto máquinas e equipamentos	298.726	0,28%	
Fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos, máquinas, aparelhos e materiais elétricos	12.283	0,01%	
Fabricação de máquinas e equipamentos	171.641	0,16%	
Fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias e outros equipamentos de transporte	45.696	0,04%	
Produtos do fumo	1.660	0,00%	
Móveis e produtos diversos	361.928	0,34%	
Manutenção, reparação e instalação de máq. e equipamentos	166.211	0,15%	
Eletricidade e gás, água, esgoto, atividades de gestão de resíduos e descontaminação	3.895.545	3,61%	
Construção	6.161.142	5,71%	

Fonte: Elaboração própria.

No Ceará, as atividades industriais estão mais concentradas na Região Metropolitana de Fortaleza, com uma participação industrial relativa superior às demais regiões, respondendo por 83,47% da produção industrial do Estado em 2016, tendo em vista que apresenta condições favoráveis de disponibilidade de mão de obra qualificada e infraestrutura logística, abrigando, assim, importantes distritos industriais onde o uso da água tende a ser intensivo e diversificado.

A indústria cearense se caracteriza pela produção de bens de consumo não duráveis, com menor valor agregado, como calçados, tecidos, vestuário e bebidas.

Tal característica tende a tornar o parque fabril do Estado mais sensível às oscilações no poder de compra das famílias, aumento nos níveis de desemprego, redução da massa salarial, alta inflação, restrições de crédito às famílias, expectativas ruins por parte do consumidor – são aspectos conjunturais que afetam com força relativamente maior o desempenho da indústria de transformação cearense, reduzindo sua produção. Os anos de 2015 e 2016 ilustram essa realidade.

No ano de 2013, destaca-se que a recuperação de atividades tradicionais da indústria local, como calçados e artigos de couro e têxtil, teve a contribuição de uma conjuntura interna favorável

e de uma taxa de câmbio que estimulou as exportações e dificultou a entrada de bens industrializados de outros países, em função da desvalorização da moeda nacional.

4.2 Benefícios Econômicos do uso da Água nos Setores Econômicos do Ceará

O termo “produtividade da água” é usado exclusivamente para designar a quantidade ou valor do produto em relação ao volume ou valor gerado pelo uso da água nos processos produtivos, fazendo referência à quantidade de produto ou valor monetário por unidade de água (m^3).

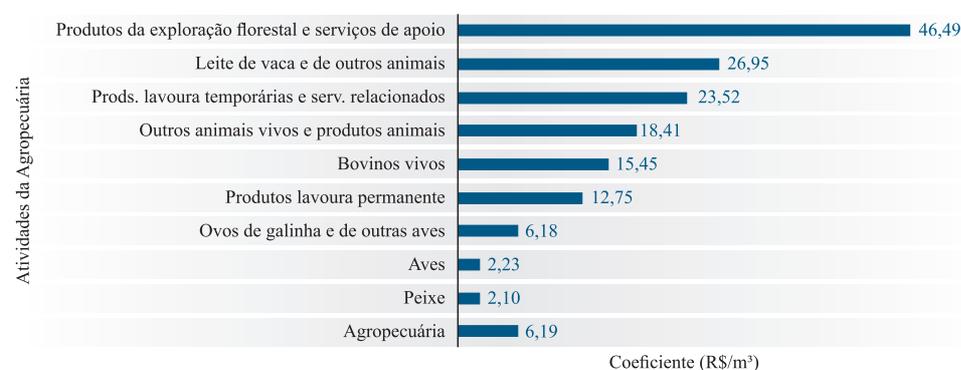
Ao analisar os coeficientes dos usos de água entre as atividades econômicas do Ceará, percebe-se que os maiores valores estão relacionados à indústria ($R\$ 529,14/m^3$), seguida pelo setor de serviços às famílias ($R\$ 208,20$) e pela agropecuária ($R\$ 6,19/m^3$). Sendo que o pequeno valor gerado pelo setor agropecuário em termos de valor bruto da produção se deve ao fato de as atividades ligadas a este setor consumirem um maior volume de água.

Conforme estudo realizado por Zhang *et al.* (2011), na região de Beijing, na China, o setor da agropecuária gerou um benefício econômico de $R\$ 7,27/m^3$, valor este próximo ao observado no Estado do Ceará. Já os benefícios econômicos gerados pelo setor da indústria nessa região foram de $R\$ 166,01/m^3$, e os de serviços de $R\$ 345,36/m^3$. Boudhar, Boudhar e Ibourk (2017) apontaram que o setor agropecuário gerou $R\$ 2,68/m^3$ e a indústria e serviços geraram $R\$ 204,40/m^3$ e $R\$ 99,45/m^3$, respectivamente.

Ressalta-se que os valores gerados como benefícios econômicos por cada m^3 de água consumido nos setores econômicos de cada uma dessas regiões estão relacionados com o valor agregado de cada produto, nível tecnológico empregado e com o nível de produtividade das atividades que compõem cada setor econômico (DISTEFANO; RICCABONI; MARIN, 2018).

As Figuras 3, 4 e 5 expõem os coeficientes de consumo de água das atividades da agropecuária, indústria e serviços, respectivamente.

Figura 3 – Coeficiente de consumo de água ($R\$/m^3$) da agropecuária, Ceará – 2013



Fonte: Elaboração própria.

Em uma análise setorial, verificou-se que o setor agropecuário do Ceará foi o que apresentou os menores coeficientes de consumo por atividade em termos de valor bruto da produção gerado para cada m^3 , com destaque para a produção de pescado, seguida pela criação de aves de corte e produção de ovos. Apesar disso, esse setor destaca-se por apresentar o maior consumo direto (Figura 3).

Entre as atividades que compõem o setor industrial cearense, as que obtiveram uma melhor eficiência no uso da água, medida em termos de $R\$/m^3$, foram: fabricação de veículos automotores, reboques e carrocerias e outros equipamentos de transporte; fabricação de equipamentos de informática, produtos eletrônicos e ópticos, máquinas, aparelhos e materiais elétricos; fabricação de produtos farmoquímicos e farmacêuticos; fabricação de máquinas e equipamentos; e fabricação de produtos de borracha e de material plástico (Figura 4).

Figura 4 – Coeficiente de consumo de água (R\$/m³) da indústria, Ceará



Fonte: Elaboração própria.

Wang *et al.* (2016) indicaram que o maior valor agregado por m³ para a China foram: “produção e fornecimento de energia elétrica a partir de usinas de carvão mineral (R\$ 3.868,00/m³)”, “confeção de vestuário e produtos de couro, celulose, papel, produtos de papel, impressão e publicação (R\$ 1.934,00/m³)” e “fabricação de máquinas e equipamentos elétricos (R\$ 1.934,00/m³)”. Já as atividades com menor desempenho foram: “produtos minerais não metálicos (R\$ 386,80/m³)”, “coque e produtos refinados de petróleo e combustível nuclear (R\$ 128,93/m³)” e “indústria terciária (R\$ 35,81/m³)”.

Já Setlhogile, Arntzen e Pule (2016), ao analisarem o valor econômico da água e seus usos entre as atividades econômicas de Botswana para o período de 2010/11 a 2014/15, utilizando o Sistema de Contabilidade Económica Ambiental das Nações Unidas para recursos hídricos, constataram que as atividades pertencentes ao setor da indústria apresentaram os seguintes benefícios econômicos por cada m³ de água: “indústria de transformação (R\$ 648,97/m³)”, “extrativa mineral (R\$ 84,95/m³)”, “fornecimento de água (R\$ 76,96/m³)”.

No que se refere ao setor de serviços, as atividades com maiores produtividades da água no Ceará, medidas em termos de R\$/m³, foram: transporte aquaviário; transporte terrestre de carga; transporte terrestre de passageiro; reparação de veículos automotores e motocicletas; e comércio (Figura 5).

Na província de Hebei, na China, Liu *et al.* (2017) analisaram o uso da água no setor urbano e encontram as seguintes relações de valor econômico por m³ de água para as atividades econômicas que compõem o setor de serviços: “setor imobiliário (R\$ 487,15/m³)”, “comércio atacadista e varejista (R\$ 393,09/m³)”, “intermediação financeira (R\$ 282,13/m³)”, “serviços de comunicação e informática (R\$ 239,95)”, sendo essas as atividades que obtiveram maior retorno econômico. Já

as atividades com menor retorno econômico por m³ de água foram: “hotéis e serviços de aluguel (R\$ 132,06/m³)”, “serviços domésticos (R\$ 118,36/m³)” e “educação (R\$ 105,77/m³)”.

Figura 5 – Coeficiente de consumo de água (R\$/m³) de serviços, Ceará – 2013



Fonte: Elaboração própria.

4.3 Consumo Indireto Intersetorial

A contabilidade do consumo indireto intersetorial possibilita inferir com mais detalhe como os setores econômicos estão relacionados quanto ao uso da água na economia cearense, identificando tanto o consumo dentro do próprio setor como o consumo intersetorial, devido à compra ou venda de insumos para o processo produtivo.

Verificou-se que, para o consumo indireto, os setores da indústria e construção civil (62,59%) e de serviços (27,41%) ampliam sua participação quanto ao uso dos recursos hídricos quando se contabiliza a demanda hídrica incorporada pelo consumo intermediário de bens e serviços gerados por outros setores como insumo.

Em uma análise intersetorial, no setor da agropecuária, praticamente toda a água utilizada em seus processos produtivos finais na forma de insumo é oriunda do próprio setor (97,03%), e os 2,97% restantes são devidos à compra de insumos da indústria (2,43%) e do setor de serviços (0,54%) (APÊNDICE A).

Já o setor da indústria apresenta uma ligação intersetorial mais forte, consumindo água na forma de insumo proveniente principalmente do setor agropecuário (72,18%) e do setor de serviços (5,48%), sendo que o consumo vindo do próprio setor é de 22,34%. Quanto ao setor de serviços, a maior parte de seu consumo indireto de água vem do próprio setor (62,87%), e o restante vem da agropecuária (22,24%) e da indústria (14,89%).

Com isso, pode-se constatar que apesar do alto consumo direto de água pelos setores agrícolas no Ceará, a maior parte da água consumida é incorporada em seus produtos e depois flui para outros setores na forma de insumos, produzindo um efeito importante no consumo de água na economia do estado, pois esse setor possui uma forte conexão com os demais.

Analisando o uso indireto de água entre as atividades econômicas dos Estados Unidos, observou-se que o setor agropecuário e o setor de geração e fornecimento de energia são responsáveis por 90,0% do consumo total de água, sendo que deste total, 60,0% correspondem ao consumo indireto, ou seja, o consumo de água “incorporado” na forma de insumos consumidos por essas atividades econômicas.

Dentre os 428 setores mapeados pela Matriz Insumo-Produto dos Estados Unidos, 96,0% desses setores usam mais água na forma indireta em suas cadeias produtivas. Esse elevado consumo indireto de água por essas atividades está ligado ao fato de que elas têm um alto nível de interconectividade com outras atividades econômicas que são tanto compradoras como fornecedoras de bens e serviços utilizados em seus processos produtivos, como é o caso da indústria de transformação de alimentos e bebidas, em que o consumo indireto de água representa 30,0% do consumo total dessas atividades (BLACKHURST; HENDRICKSON; VIDAL, 2010).

Dessa forma, em termos de governabilidade da água, a análise do consumo indireto de recursos hídricos pelas atividades econômicas representa um mecanismo de gestão e planejamento orientado à segurança hídrica devido ao crescimento econômico regional.

Essa análise possibilita enxergar e mensurar um componente oculto do uso total de água dentro dos processos produtivos, permitindo uma melhor identificação dos fluxos de água intersetoriais, principalmente quanto à escala e à forma com que o consumo intermediário de água se dá entre e dentro das atividades econômicas (WANG *et al.*, 2016).

Nesse sentido, o consumo indireto representa uma parte significativa do consumo de água no Estado, demonstrando que o Ceará, apesar de estar situado em uma região semiárida com escassez hídrica, conta com uma estrutura econômica baseada em setores que consomem grandes quantidades de água.

Portanto, análises limitadas apenas no uso direto da água de cada setor geram conclusões errôneas, tendo em vista que esses setores consomem indiretamente uma quantidade de água suficientemente importante para ameaçar a sustentabilidade do abastecimento de água no Estado.

4.4 Relações entre o consumo de água, o valor da produção e a ocupação setorial

Analisando a relação entre o valor bruto da produção e o nível de ocupação das atividades econômicas quanto ao uso da água, observa-se que o setor da agropecuária é o que tem um maior consumo de água (60,15%) e o que gera o menor valor bruto da produção (3,81%) entre os setores econômicos, o que impacta diretamente na produtividade da água em termos de valor bruto por m³ de água, apresentando o menor valor gerado entre os setores (R\$ 6,19/m³).

Ao avaliar a relação entre o volume de água consumido e o nível de ocupação na agropecuária, percebe-se que esse setor necessita de um maior volume de água para gerar uma ocupação (957m³/pessoa ocupada), quando comparado aos setores da indústria (153m³/pessoa ocupada) e de serviços (200m³/pessoa ocupada).

Apesar de o setor agropecuário apresentar baixos níveis de produtividade no uso da água para geração de emprego e renda, este é um setor importante para o desenvolvimento econômico do Estado, tendo em vista que o setor está intimamente ligado à segurança alimentar da população rural, por ter uma alta integração com os demais setores e por estar distribuído em todo o território do Estado do Ceará, atuando em comunidades difusas, onde as atividades industriais e de serviços são menos exploradas, já que estas estão mais concentradas nos maiores centros urbanos, como nas Regiões Metropolitanas de Fortaleza, Sobral e Cariri.

5 CONCLUSÕES

O estudo consistiu em redefinir o modelo clássico de Insumo-Produto, a fim de integrar as informações econômicas fornecidas por esse modelo com informações hidrológicas sobre o uso direto e indireto de água nos setores econômicos: agropecuária, indústria e serviços, verificando as relações estabelecidas entre a estrutura econômica e os recursos hídricos e as relações intersetoriais de uso da água.

Com base nas informações setoriais, verificou-se que o setor agropecuário apresentou um uso direto da água maior do que os demais setores. Destacando que o setor de serviços superou a demanda hídrica da indústria no Estado e que, de modo geral, há uma tendência de expansão das atividades econômicas, gerando com isso maior pressão sobre os recursos hídricos disponíveis no Estado.

As atividades da agropecuária, apesar desse setor consumir 60,1% dos recursos hídricos do Estado, fazem a menor contribuição para a geração do valor bruto da produção total do Ceará, representando apenas 3,81%. Isso que pode ser explicado pelo fato de que há uma forte variação na eficiência do uso da água entre os três setores, sendo a indústria o setor mais eficiente entre os três setores analisados.

De forma geral, a análise dos usos diretos e indiretos da água em nível setorial revela que, por um lado, o setor de agricultura, pecuária, pesca e extrativa vegetal exhibe alto uso direto da água, consumindo 60,15% dos recursos hídricos de forma direta, no entanto, quando se avalia seu uso indireto, este representa apenas 10,0%.

Por outro lado, os setores da indústria e serviços apresentam baixo uso direto dos recursos hídricos e alto uso indireto de água. Assim, o consumo indireto de água deve ser incorporado ao planejamento e gestão dos recursos hídricos.

Entre as limitações do modelo Insumo-Produto está o fato de este concentrar-se na análise estática da estrutura econômica regional em um determinado ponto do tempo, sem incorporar medidas de incerteza sobre a dinâmica do desenvolvimento das atividades produtivas. Não sendo, portanto, indicado para análise de estimativa de demanda hídrica no longo prazo, uma vez que as transformações socioeconômicas e tecnológicas devem modificar o uso dos recursos hídricos entre os setores econômicos.

Um outro fator a ser analisado está no processo da estimação dos coeficientes técnicos utilizados pelo modelo Insumo-Produto aplicado a Recursos Hídricos, pois seus cálculos sofrem influência de aspectos como: i) nível tecnológico utilizado pelos setores econômicos, o qual afeta a produtividade setorial e também o consumo de água por estes setores; ii) forças de demanda e oferta de mercado que ditam o preço dos bens e serviços, impactando na geração do valor bruto da produção gerado por cada m³ de água consumido; e iii) fatores climáticos, que atuam principalmente sobre o setor agropecuário, fazendo com que este demande um maior ou menor volume de água, dependendo das condições de umidade, temperatura e volume de chuvas ocorridos na região.

Em suma, pode-se dizer que o modelo Insumo-Produto Regional aplicado aos Recursos Hídricos permitiu uma análise consistente das demandas hídricas geradas por cada setor de produção e de seus benefícios econômicos gerados, constituindo, assim, uma ferramenta útil para o planejamento e gestão dos recursos hídricos no Estado de forma integrada.

REFERÊNCIAS

BLACKHURST, B.; HENDRICKSON, C.; VIDAL, J. Direct and Indirect Water Withdrawals for U.S. Industrial Sectors. **Environmental Science & Technology**, Washington, v. 44, n. 6, 2010.

BOUDHAR, A.; BOUDHAR, S.; IBOURK, A. An input-output framework for analysing relationships between economic sectors and water use and intersectoral water relationships in Morocco. **Journal of Economic Structures**, Japão, v. 6, n. 1, p. 1-25, 2017.

CEARÁ. **Projeto Ceará 2050: Diagnóstico dos Recursos Hídricos do Ceará**, Fortaleza: CEARÁ, 89p., 2018.

CEPAL. Comissão Econômica para a América Latina E O Caribe (2017). **As contas econômicas ambientais da água: Lições aprendidas para sua implementação no Brasil**. Santiago, Nações Unidas/MMA/CEPAL, 2017, 42p. Disponível em: <https://www.cepal.org/pt-br/publicaciones/40990-contas-economicas-ambientais-agua-licoes-aprendidas-sua-implementacao-brasil>. Acesso em: 17 set. 2019.

DISTEFANO, T.; RICCABONI, M.; MARIN, G. Systemic risk in the global water input-output network. **Water Resources and Economics**, v. 23, n. January, p. 28-52, 2018.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Water accounting and auditing guidelines**. Revised edition, Roma: Itália, N.º 43, 238p., 2017. Disponível em: <http://www.fao.org/publications/card/en/c/d43dad58-d587-48dd-ad0e-7c4a7397a175/>. Acesso em: 28 maio 2019.

GUILHOTO, J. J. M. *et al.* Construção da Matriz Inter-Regional de Insumo-Produto para o Brasil: uma Aplicação do Tupi. **Revista Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos**. São Paulo, p. 42, 2017.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018a). **Estimativa da população**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 04 maio 2019. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?ibge/cnv/poptce.def>. Acesso em: 04 maio 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018b). **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 04 maio 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018c). **Pesquisa Industrial Anual - Empresa**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/>. Acesso em: 16 maio 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018d). **Sistema de Contas Regionais – SCR – Tabelas especiais**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 12 abr. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018e). **Produção Agrícola Municipal – PAM**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pms/brasil>. Acesso em: 12 abr. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018f). **Pesquisa da Pecuária Municipal - PPM**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/pms/brasil>. Acesso em: 12 abr. 2019.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2018a). **Tabela de Recursos e Usos e Matriz de Insumo-Produto do Ceará – 2013**. IPECE, Contrato 04/2018 - IPECE. p. 54-97. 2018.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2018b). **Plano Estadual de Convivência Com a Seca Ações Emergenciais e Estruturantes (2015)**. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/>. Acesso em: 16 maio 2019.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2018c). **Ceará em Mapas - 2018**. Disponível em: <http://www2.ipece.ce.gov.br/atlas/>. Acesso em: 06 jul. 2019.

IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2018d). **Ipece Informe N° 142 – PIB dos Municípios Cearenses – 2016**. Disponível em: <https://www.ipece.ce.gov.br/pib-municipal/>. Acesso em: 21 jul. 2019.

- IPECE - Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (2018e). **IPECEDATA**. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/>. Acesso em: 21 jul. 2019.
- LIMA, P.V.P.S. **Relações econômicas do Ceará e a importância da água e da energia elétrica no desenvolvimento do Estado**. Tese (Doutorado) - Universidade de São Paulo/Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, 2002.
- LIU, S. *et al.* A three-scale input-output analysis of water use in a regional economy: Hebei province in China. **Journal of Cleaner Production**, v. 156, p. 962-974, 2017.
- MILLER, R. E.; BLAIR, P. D. **Input-Output Analysis: Foundations and Extensions**. 2. ed. New York: Cambridge University Press, 2009. 784p.
- MOLLE, F.; CADIER, E.. **Manual do pequeno açude**. Recife: SUDENE, p. 36-81, 1992. Disponível em: https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers/36063.pdf. Acesso em: 21 jul. 2019.
- MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS. **Desenvolvimento de Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil**. Brasília, MMA, Relatório Técnico N.º 6, 265p., 2011. Disponível em: <https://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/index.php/estantes/diversos/1416-desenvolvimento-de-matriz-de-coeficientes-tecnicos-para-recursos-hidricos-no-brasil>. Acesso em: 28 fev. 2019.
- MTE - MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (2018a). **Cadastro Geral de Empregados e Desempregados (CAGED)**. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/trabalhador-caged>. Acesso em: 08 mar. 2019.
- MTE - MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO (2018b). **Relação Anual de Informações Sociais (RAIS)**. Disponível em: <http://trabalho.gov.br/trabalhador-caged>. Acesso em: 08 mar. 2019.
- PICOLI, I. T. **Pegada Hídrica da Economia brasileira: Uma análise de insumo-produto**. 2016. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Econômico) - Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.
- SRH. Secretaria dos Recursos Hídricos. **Plano de Ações Estratégicas de Recursos Hídricos do Ceará**. Fortaleza: SRH. p. 89-106, 2018.
- SETLHOGILE, T.; ARNTZEN, J.; PULE, O. B. Economic accounting of water: The Botswana experience. **Physics and Chemistry of the Earth**, v. 100, p. 287-295, 2017.
- SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE - SUDENE. **Resolução nº 115, de 23 de novembro de 2017**. Municípios aprovados pela Resolução CONDEL nº 107/2017. Brasília: Diário Oficial da União. Disponível em: http://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/739568/do1-2017-12-05-resolucao-n-115-de-23-de-novembro-de-2017-739564. Acesso em: 16 ago. 2019.
- VELÁZQUEZ, E. An input-output model of water consumption: Analysing intersectoral water relationships in Andalusia. **Ecological Economics**, v. 56, n. 2, p. 226-240, 2006.
- WANG, X. *et al.* An input-output structural decomposition analysis of changes in sectoral water footprint in China. **Ecological Indicators**, v. 69, p. 26-34, 2016.
- ZHANG, Z.; YANG, H.; SHI, M. Analyses of water footprint of Beijing in an interregional input-output framework. **Ecological Economics**, v. 70, n. 12, p. 2494-2502, 2011.

APÊNDICE A - CONSUMO INTERMEDIÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS (M³) INTERSETORIAL: AGROPECUÁRIA, INDÚSTRIA E SERVIÇOS, CEARÁ – 2013

	Agropecuária	Sector (%)	CE (%)	Indústria	Sector (%)	CE (%)	Construção Civil	Sector (%)	CE (%)	Serviços	Sector (%)	CE (%)
Ceará – Sektors econômicos	60.141.872,57	97,03	10,00	364.651.425,95	72,18	60,61	11.951.673,69	1,46	1,99	164.919.892,34	22,24	27,41
Agropecuária	58.354.330,21	97,03	9,70	263.219.952,38	72,18	43,75	174.081,53	1,46	0,03	36.681.326,00	22,24	6,10
Lavoura temporária	4.648.526,93	7,73		60.426.817,65	16,57		3.829,00	0,03		9.056.345,39	5,49	
Lavoura permanente	14.840,73	0,02		13.502.750,03	3,70		1,93			3.188.130,50	1,93	
Criação de bovinos	92.181,17	0,15		14.600.975,81	4,00		-			25.939,57	0,02	
Leite	750.473,39	1,25		9.729.743,27	2,67		-			84.578,93	0,05	
Criação de aves	4.158.965,24	6,92		134.927.553,89	37,00		-			-	0,00	
Ovos	5.054.416,04	8,40		6.047.217,80	1,66		-			8.446.035,48	5,12	
Pesca, aquicultura e serviços relacionados	40.593.158,86	67,50		17.540.335,42	4,81		-			14.328.506,27	8,69	
Outros animais rebanho	2.215.082,76	3,68		5.981.059,25	1,64		-			1.364.284,23	0,83	
Silvicultura, extração vegetal e serviços	826.685,10	1,37		463.499,25	0,13		170.252,53	1,42		187.505,64	0,11	
Indústria	1.463.508,41	2,43	0,24	81.452.065,83	22,34	13,54	7.966.632,83	66,66	1,32	24.555.546,90	14,89	4,08%
Indústria extrativa	238.638,59	0,40		47.595.500,06	13,05		3.233.379,04	27,05		3.462.126,44	2,10	
Indústria de transformação	780.625,94	1,30		2.547.715,93	0,70		-			1.331.027,26	0,81	
Alimentos e bebidas	0,75	0,00		2.678.873,77	0,73		-			7.468.451,37	4,53	
Têxtil e vestuário	13.400,57	0,02		14.525.129,66	3,98		63.663,40	0,53		971.940,20	0,59	
Couro e calçados	-	0,00		5.205.888,28	1,43		4.901,21	0,04		21.778,48	0,01	
Madeira e papel	45.217,97	0,08		1.497.307,45	0,41		330.947,40	2,77		2.800.329,56	1,70	
Petróleo e química sem refino	284.033,97	0,47		2.686.138,90	0,74		459.154,57	3,84		2.955.626,28	1,79	
Metalurgia e minerais	65.247,96	0,11		2.454.553,69	0,67		3.356.130,43	28,08		3.634.497,52	2,20	
Demais produtos industrializados	1.002,45	0,00		154.578,57	0,04		80.451,96	0,67		217.959,95	0,13	
Eleticidade, gás, água, esgoto e limpeza urbana	34.615,44	0,06		2.068.243,04	0,57		2.956,79	0,02		1.017.034,00	0,62	
Construção civil	724,78	0,00		38.136,49	0,01		435.048,03	3,64		674.775,84	0,41	
Serviços	324.033,95	0,54	0,05	19.979.407,73	5,48	3,32	3.810.959,34	31,89	0,63	103.683.019,44	62,87	17,23%
Comércio, manutenção e reparação de veículos automotores e motocicletas	-			578.037,57	0,16		31.293,05	0,26		788.478,68	0,48	
Alojamento e alimentação	-			114.524,74	0,03		42.474,11	0,36		5.375.850,26	3,26	
Transporte, armazenagem e correio	69.953,03	0,12		5.573.961,75	1,53		259.294,74	2,17		10.801.783,16	6,55	
Serviços de informação	-			1.061.993,66	0,29		106.935,15	0,89		25.748.396,84	15,61	
Intermediação financeira	190.437,48	0,32		3.692.772,24	1,01		925.406,29	7,74		14.538.414,21	8,82	
Atividades imobiliárias	154,01	0,00		846.838,34	0,23		61.988,61	0,52		8.071.404,39	4,89	
Atividades profissionais e serviços complementares	26.241,76	0,04		7.363.998,40	2,02		2.358.014,57	19,73		30.933.880,34	18,76	
Administração pública	-			-	0,00		-	0,00		-	0,00	
Educação e saúde privadas	-			95.019,61	0,03		347,40	0,00		3.893.787,56	2,36	
Outras atividades de serviços e serv. domésticos	37.247,67	0,06		652.261,42	0,18		25.205,43	0,21		3.531.024,00	2,14	
Consumo intermediário total de recursos hídricos (m³) - Ceará												601.664.864,55

Fonte: Elaboração própria.