

Área 8: Meio ambiente, recursos naturais e sustentabilidade

Uma Abordagem Econômico-Hidrológica para o Brasil e para o Nordeste através da Matriz Insumo-Produto

Ana Cristina Guimarães Carneiro

Doutora em Economia pelos Pimes/UFPE

Professora Assistente do Departamento de Economia da UFRPE

anacristinagc@gmail.com ou anacristina.carneiro@ufrpe.br

Poema Isis Andrade de Souza

Doutora em Economia pelo Pimes/UFPE

Professora Adjunta do Departamento de Economia da UFRPE

poema.isis@ufrpe.br

Isabel Cristina Pereira de Oliveira

Doutora em Desenvolvimento Urbano/UFPE

Professora Associada do Departamento de Economia da UFRPE

isabel.oliveira@ufrpe.br

Uma Abordagem Econômico-Hidrológica para o Brasil e para o Nordeste através da Matriz Insumo-Produto

Resumo: O presente trabalho tem por objetivo avaliar os impactos setoriais do Nordeste sobre os seus recursos hídricos. Para isso, combinou-se o Modelo Insumo-Produto com os dados das Contas Econômicas Ambientais da Água - CEAA, no intuito de avaliar os efeitos totais (diretos e indiretos) que cada setor produtivo provoca ao meio ambiente. A Matriz Insumo-Produto do Nordeste (MIP-NE) utilizada foi regionalizada da Matriz do Brasil do ano 2015, a mais recente disponível pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Portanto, a partir dos dados disponibilizados, constatou-se que o setor de eletricidade e gás foi o principal responsável pela retirada e retorno da água ao meio ambiente. Conclui-se que o número limitado de setores econômicos incorporados na MIP-NE e seus respectivos dados ambientais não permitem uma análise econômico-ambiental mais profunda. Desta forma, um maior número de informações das contas econômicas e ambientais associadas a um modelo insumo-produto inter-regional entre as diferentes regiões brasileiras trariam resultados mais precisos. É fato que uma análise econômico-ambiental para as regiões brasileiras ainda está incipiente, em decorrência das limitações das bases de dados disponíveis, entretanto, torna-se cada vez mais essencial como ferramenta para alcance do desenvolvimento sustentável, especialmente numa região pobre e de escassez hídrica como o Nordeste.

Palavras Chaves: Matriz Insumo-Produto, Contas Econômicas Ambientais, Recursos hídricos.

Abstract: The aim of this study is to assess the sectoral impacts of each economic activity in the Northeast on its water resources. To do this, the Input-Output Model was combined with data from the Water Environmental Economic Accounts (CEAA) in order to assess the total effects (direct and indirect) that each productive sector has on the environment. The Northeast Input-Output Matrix (MIP-NE) used was regionalized based on the Brazil Matrix for 2015, the most recent available from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). Therefore, based on the available data, it was found that the electricity and gas sector was mainly responsible for withdrawing and returning water to the environment. It can be concluded that the limited number of economic sectors incorporated into the MIP-NE and their respective environmental data do not allow for a more in-depth economic-environmental analysis. Therefore, a greater amount of information from the economic and environmental accounts associated with an interregional input-output model between the different Brazilian regions would provide more adequate results. It is true that economic-environmental analysis for Brazilian regions is still in its infancy, due to the limitations of the available databases. However, it is becoming increasingly essential as a tool for achieving sustainable development, especially in a poor and water-scarce region like the Northeast.

Keywords: Input-Output Matrix, Environmental Economic Accounts, Water resources.

JEL:013, C67, E01

1. Introdução

Atualmente, existe uma forte discussão sobre os desafios de combinar questões econômicas com a sustentabilidade ambiental. Isso porque o desenvolvimento econômico vem sendo caracterizado pela utilização cada vez maior do meio dos recursos ambientais e tem gerado consequências ainda pouco conhecidas sobre as limitações para o alcance do desenvolvimento sustentável. A expansão do comércio, o uso de novas tecnologias e a busca por ganhos cada vez maiores incentivou a utilização intensiva dos ativos ambientais de forma arbitrária, dentre eles, os recursos hídricos.

A água é um recurso escasso, mesmo para um país como o Brasil, que apresenta cerca de 12% da água doce disponível no planeta (ANA, 2022). Por outro lado, cerca de 80% dos recursos hídricos brasileiros estão na Amazônia, e os 20% restantes estão distribuídos de forma desigual entre as demais regiões (ANA, 2022). Além da desigual distribuição da água no território brasileiro, com forte escassez em algumas áreas, ainda existe a questão da poluição desses recursos, que compromete o abastecimento de qualidade para muitas regiões do Brasil, a exemplo da região Nordeste.

Considerando esse cenário, a região Nordeste é ainda mais problemática, dada à susceptibilidade do território à seca, com solo árido e baixa precipitação, que de forma conjunta, contribuem para a escassez dos recursos hídricos (EMBRAPA, 2012). Por outro lado, a região apresenta uma densidade demográfica elevada com mais de 54 milhões de habitantes e a região com o maior número de municípios (IBGE, 2022). Desse modo, o balanço hídrico, em função dos fatores naturais e antrópicos apresentam um maior indicador de escassez na oferta e na qualidade da água ofertada.

Portanto, a questão hídrica é bastante relevante para a região Nordeste. A disponibilidade de recursos naturais é uma questão tão importante e essencial a nível global que a Comissão de Estatística das Nações Unidas aprovou uma metodologia padronizada, a ser utilizada pelos países, chamado de Sistema de Contabilidade Econômica Ambiental - SCEA (*System of Environmental Economic Accounting - SEEA*). Um dos componentes desse sistema é a mensuração da água, considerando a entrada e saída desses recursos do meio ambiente para atividades econômicas. Desta maneira, essa mensuração tem por objetivo analisar o fluxo entre a oferta e a demanda pela água em diversos setores da economia, assim como avaliar os seus impactos no uso e descarte do recurso a partir de indicadores de poluição, esgotamento hídrico e alterações na qualidade da água.

O IBGE em parceria com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) são os órgãos responsáveis por mensurar e publicar as Contas Econômicas Ambientais da Água – CEAA do Brasil. Os dados apresentam a participação das atividades econômicas e das famílias nos fluxos de retirada de água e de retorno ao meio ambiente, e em que condições, em termos de custos para os usuários, se dá a utilização dos recursos hídricos. O detalhamento por atividades econômicas tem por base a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE 2.0) e as recomendações metodológicas do *SEEA-Water (System of environmental-economic accounting for water)*.

Diante deste contexto, as perguntas que esse artigo pretende responder são: a partir dessa nova disponibilidade dos dados ambientais brasileiros, é possível fazer uma avaliação econômico-ambiental dos recursos hídricos no país, e mais especificamente na região Nordeste? Quais são as principais considerações e desafios da questão hídrica disponíveis na base das contas econômicas ambientais da água? Uma vez que os dados das contas econômicas ambientais estão classificados por atividades econômicas, a análise insumo-produto permite capturar de forma adequada a utilização dos recursos hídricos pelos setores da economia nordestina?

Sabe-se, que o modelo insumo-produto é uma metodologia recomendada para medir o impacto econômico tendo em consideração a ligação intersetorial de uma determinada região ou país. Esse modelo foi desenvolvido por Leontief, Prêmio Nobel de Economia (1973), sobre organização, formalização e aprimoramento de estudos associados às relações intersetoriais.

Nesse sentido, várias adaptações vêm sendo feitas ao modelo para incorporar as questões ambientais como utilização dos recursos hídricos por atividades econômicas, poluição desses recursos e perdas, além de emissões de poluentes na atmosfera por setor de atividade, entre outras. Logo, o objetivo é fazer uma avaliação econômica-ambiental dos recursos hídricos no Nordeste e no Brasil a partir do modelo Insumo-Produto.

Esse artigo está dividido em 4 seções além desta introdução. A próxima se destina a apresentar as contas econômicas ambientais da água no Brasil. A seção 3 discorre sobre a Metodologia Insumo-Produto bem como o processo de regionalização e a Seção 4 apresenta os principais resultados. Por fim são apresentadas as considerações finais com os principais achados do estudo.

2. As Contas Econômicas Ambientais da Água (CEAA) no Brasil e nas Grandes Regiões

A Comissão de Estatística das Nações Unidas aprovou uma metodologia padronizada, a ser utilizada pelos países sobre informações das utilizações dos recursos ambientais pelas atividades econômicas, chamado de Sistema de Contabilidade Econômica Ambiental - SCEA (em inglês SEEA, *System of Environmental Economic Accounting*).

Valencia (2021) destacou que o Sistema de Contabilidade Econômica Ambiental (SEEA) é importante por apresentar dados estatísticos ambientais atrelados ao sistema de contas nacionais. Portanto, através do SEEA é possível entender as interações entre o meio ambiente e a economia, apoiando o planejamento e a tomada de decisão para políticas públicas e a gestão empresarial sustentável.

As contas fornecem uma visão clara sobre os estoques de recursos naturais disponíveis (como água, madeira, recursos florestais não-madeireiros e energia) e os seus fluxos entre setores da economia e entre regiões. Elas contabilizam os recursos naturais tanto em termos físicos (estoques e fluxos) quanto monetários (Ministério do Meio Ambiente, 2024).

No caso específico da contabilidade dos recursos hídricos, a Divisão de Estatística das Nações Unidas propôs um padrão internacional para a organização das estatísticas da água vinculadas ao Sistema de Contas Nacionais denominado Sistema de Contas Econômicas Ambientais da Água (SCEA-Água). Portanto, o SCEA-Água é composto por um conjunto de Contas Econômicas Ambientais da Água – CEAA (IBGE, 2023).

No Brasil, as CEAA são publicadas pelo IBGE, e a parte de água (SCEA – Água), é construída com base nos dados da ANA, que por enquanto, agrega as informações de todas as bacias apresentadas para o Brasil. Além disso, desde a publicação de 2017, os dados das contas de água estão agregados em grandes regiões do Brasil.

Mesmo assim, o uso agregado das informações compromete os resultados, haja vista que toda legislação pertinente aos recursos hídricos é conduzida considerando as regiões hidrográficas, com entes federais e estaduais na gestão compartilhada desses recursos. Assim, uma reformulação mais adequada para as CEAA seria fazer as contas por bacia, para saber o efeito direto e indireto do uso (retirada) e do descarte (poluição) de cada setor em cada bacia.

As CEAA publicadas pelo IBGE classificam os dados para 6 (seis) atividades econômicas: 1. Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura; 2. Indústrias extrativas; 3. Indústrias de transformação e construção; 4. Eletricidade e gás; 5. Água e esgoto; 6. Demais atividades. Já os recursos hídricos são retirados de 5 categorias ou fontes (águas superficiais; águas subterrâneas; água do solo; coleta de água de chuva e retirada do mar), e o descarte desses recursos hídricos têm 4 destinos (águas superficiais; águas subterrâneas, água do solo e no mar). O Quadro 1, a seguir, apresenta essas informações.

Quadro 1 - Estrutura das de Contas Econômicas Ambientais da Água (CEAA)

Atividades Econômicas	Retirada de recursos ambientais	Descarte no Meio Ambiente
Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	Águas superficiais	Águas superficiais
Indústrias extrativas	Águas subterrâneas	Águas subterrâneas
Indústrias de transformação e construção	Água do solo	Água do solo
Eleticidade e gás	Coleta de água de chuva	Para o mar
Água e esgoto	Retirada do mar	
Demais atividades		

Fonte: Adaptado de CEAA (IBGE, 2018).

Como as contas econômicas ambientais para água estão disponibilizadas de forma agregada por regiões e sem considerar as bacias hidrográficas, o que esbarra na gestão compartilhada dos recursos por entes federais e estaduais, o Modelo Insumo-Produto (MIP) pode contribuir no entendimento dos efeitos econômicos e ambientais diretos e indiretos sobre o uso e o descarte de água por meio das inter-relações entre os setores, seja para o Nordeste, seja para o Brasil,

Por outro lado, os dados das CEAA não apresentam mensuração em relação a qualidade da água, apenas no fluxo entre oferta e demanda do recurso, sendo esse outro problema que pode ser resolvido com a melhoria da base de dados.

3. Metodologia

3.1 Regionalização (da MIP BR para MIP NE)

Há, na literatura, vários métodos para estimar os requisitos técnicos de cada setor de uma região considerando os demais setores da própria região. Os pioneiros foram, Isard (1960) e Miller e Blair (1985). O modelo proposto por Miller e Blair (1985) usa o mesmo pressuposto do modelo Isard (1960) porém com algumas mudanças fundamentais. Para estimar a matriz A ambos utilizam o cociente locacional, porém Miller e Blair (1985) utilizam o cociente locacional do trabalho, enquanto o modelo Isard (1960) utiliza o valor bruto da produção. O Método Quociente Locacional (LQ) supõe que cada coeficiente regional de insumo-produto, a_{ij}^R , é relacionado de alguma forma com coeficiente nacional, a_{ij}^N .

$$a_{ij}^R = t_{ij} \cdot a_{ij}^N . \quad (1)$$

O Termo t_{ij} pode ser interpretado como o coeficiente de compra regional (STEVENS *et al* 1983, *apud* KRONENBERG, 2009). O método mais simples de calcular o quociente locacional da indústria i , LQ_i , é usar isso como uma proxy para t_{ij} .

Matematicamente:
$$LQ_i = \frac{L_i^R}{L^R} / \frac{L_i^N}{L^N} \quad (2)$$

Onde: $\overline{L^R}$ = Emprego total na região;

$\overline{L^N}$ = Emprego total no País;

L_i^R = Emprego pelo setor i na região;

L_i^N = Emprego pelo setor i no País.

O método do quociente locacional considera que se $LQ_i < 1$ o produto local não é suficiente para suprir a demanda da região, logo é preciso importar. Então se usat t_{ij} LQ_i . Caso

$LQ_i > 1$, o que significa que o produto local é mais que suficiente para a demanda da região, logo, trata-se de uma região exportadora de i . Nesse caso, e no caso em que $LQ_i = 1$, utiliza-se $t_{ij} = 1$.

Dessa forma, é possível obter a matriz de coeficientes regionais, o vetor de produto regional e a matriz regional de consumo interindustrial como propõe o método *Cross Hauling* de regionalização (KRONENBERG, 2009), respectivamente:

$$\begin{aligned} A^R &= \{a_{ij}^R\} \\ X^R &= t_{ij} \cdot X^N \\ Z^R &= A^R \cdot X^R \end{aligned} \quad (3)$$

O resultado apresenta uma matriz completa de insumo-produto regional (MIPR).

3.2 Modelo Insumo-Produto estendido para o Modelo Econômico-Hidrológico

A partir das contas econômicas ambientais publicadas pelo IBGE (2018) é possível replicar parte do modelo desenvolvido por Guan e Hubacek (2007) que combina um modelo econômico com um modelo hidrológico. O modelo apresenta uma abordagem contábil e analítica baseada na matriz insumo-produto combinada com um modelo de balanço hidrológico e representa a interação entre o consumo de água dos setores econômicos e na demanda das famílias e seus impactos sobre a poluição dos recursos hídricos (descarte) que sai do sistema produtivo.

O tradicional modelo insumo-produto é uma matriz $n \times n$ que descreve os fluxos de bens que entram nos setores econômicos em unidades monetárias. No caso de um modelo insumo-produto híbrido além das informações monetárias referentes ao processo de produção setorial, adicionam-se informações sobre a utilização dos ativos ambientais em unidades físicas. Desta forma, a matriz original ($n \times n$) transforma-se em uma $(n + m) \times (n + m)$, onde passam a existir m tipos de fonte de água demandados e ofertados entre os setores e os possíveis descartes desse recurso no meio ambiente, adicionando, assim, setores de água em unidades físicas, a partir dos dados disponíveis das CEAA (IBGE, 2018).

A estrutura de contabilidade hidro econômica é desenvolvida com base no modelo econômico-ecológico para representar a inter-relação entre as atividades econômicas e os processos hidrológicos (Figura 1).

Figura 1 - Modelo Insumo-Produto estendido para Econômico-Hidrológico

		Intermediário			Demanda final			produto total	Sistema Hidrológico		
		atv 1	...	atv n	famílias	governo	exportação		água de superfície	água subterrânea	Perdas naturais
Atividades econômicas	atividade 1	Matriz A							Matriz R		
	...										
	atividade n										
	Valor Adicionado										
	Importação										
	Total da produção										
insumo água	água de superfície	Matriz F									
	água subterrânea										
	Perdas naturais										

Fonte: Adaptado de Guan e Hubacek (2007).

A matriz A ($n \times n$) é formada pelos tradicionais coeficientes técnicos em setores de produção.

$$a_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_j} \quad (4)$$

Onde:

a_{ij} = coeficiente técnico, reflete a participação do insumo i na produção do setor j ;

x_{ij} = fluxo monetário do setor i para j em unidades monetárias;

x_j = produção final do setor j em unidades monetárias.

Os coeficientes a_{ij} representam a quantidade de insumo do setor i necessário para produção de uma unidade do setor j . A lógica do modelo insumo-produto tradicional é, através da matriz inversa de Leontief, ser capaz de entender a inter-relação entre os setores de uma economia:

$$X = (I - A)^{-1} \cdot Y \quad (5)$$

O produto final (X) é o resultado da multiplicação da matriz inversa de Leontief ($(I - A)^{-1}$) com a demanda final (Y). A matriz inversa de Leontief representa a tecnologia presente na economia para um determinado período (com coeficientes constantes). Assim, qualquer choque de demanda (ΔY) gera um efeito direto e indireto no produto (ΔX) da economia em questão.

$$\Delta X = (I - A)^{-1} \cdot \Delta Y \quad (6)$$

Várias extensões ao modelo são possíveis, entre elas o modelo hidrológico desenvolvido por Guan e Hubacek (2007), replicado aqui e representado na Tabela 1. Em tempo, a inclusão das matrizes F (entrada de água), R (saída de água) e B (mudança na qualidade da água) são explicadas a seguir.

A matriz F ($m \times n$) representa as entradas primárias de água (por exemplo, de superfície, água subterrânea ou chuva) para utilização nos setores de produção.

$$f_{kj} = \frac{g_{kj}}{x_j} \quad (7)$$

Onde:

f_{kj} = coeficiente direto de uso da água em (m^3/ano);

g_{kj} = é a quantidade de água fornecida dos k setores hidrológicos consumidos nos j setores econômicos em (m^3/ano);

x_j = é o produto total do j -ésimo setor em unidades monetárias.

O coeficiente (f_{kj}) representa os efeitos diretos da interação setorial na economia. Para estimar o efeito indireto, é preciso gerar a matriz dos multiplicadores do consumo total de água (F) multiplicando a matriz diagonalizada dos coeficientes de consumo direto de água \hat{f}_k (onde k é o tipo de água, superficial, subterrânea ou pluvial) com a matriz multiplicadora de Leontief $(I - A)^{-1}$, que representa um indicador da quantidade total (direto e indireto) de água usada ao longo da cadeia de produção para cada setor.

Ao pré-multiplicar a matriz de consumo de água F com a demanda final (Y), é possível descrever os efeitos diretos e indiretos dos insumos de água aumentando uma unidade de consumo final, denominada de 'Consumo líquido de água':

$$\text{Consumo líquido de água} = \hat{f}_k \cdot (I - A)^{-1} \cdot Y \quad (8)$$

A matriz R ($m \times n$) quantifica as saídas diretas de água (descarte) de cada setor econômico para recursos hídricos naturais (por exemplo, poluição). O mesmo processo para

determinar o coeficiente total de entrada/consumo de água será realizado para determinar o coeficiente total de saída de água. O coeficiente direto de águas residuais (r_{il}) é apresentado a seguir:

$$r_{il} = \frac{h_{il}}{x_i} \quad (9)$$

Onde:

r_{il} = coeficiente direto de saída/resíduo de água. Ou seja, a quantidade de águas residuais lançadas para o i -ésimo setor hidrológico a fim de produzir uma unidade de produção econômica no i -ésimo setor de produção;

h_{il} = é a quantidade de poluição descarregada do i -ésimo setor econômico para o i -ésimo setor hidrológico;

x_i = é a saída total do i -ésimo setor em \$.

Ao multiplicar a matriz diagonalizada dos coeficientes diretos de águas residuais \hat{r}_l (água de superfície, subterrânea ou natural perdida) com a matriz multiplicadora de Leontief $(I - A)^{-1}$, é possível obter a matriz do coeficiente total (direto e indireto) de águas residuais (R) que identifica a contribuição total de cada setor de produção para o meio ambiente ao descarregar esgoto em recursos hídricos naturais.

Multiplicando a matriz R pela demanda final (y), temos a quantidade total de águas residuais geradas em uma economia pelo consumo final, referida como 'Águas residuais descartadas':

$$\text{Águas residuais descartadas} = \hat{r}_l \cdot (I - A)^{-1} \cdot Y \quad (10)$$

Até aqui temos a entrada e a saída de água acoplado ao modelo insumo-produto, mas diferente das escolas neoclássicas que considera insumos ambientais infinitos, ou substitutos perfeitos, a escola da Economia Ecológica considera que os recursos são limitados, e nem sempre é possível substituir um recurso natural por outro com a ajuda da tecnologia. Logo, o modelo para ser mais realista, precisa considerar o quanto o meio ambiente aguenta ou processa de resíduos. Em outras palavras, precisa considerar a capacidade de carga do meio ambiente, e é nesse sentido que o modelo introduz a matriz de mudanças hidrológicas (a matriz B) do artigo de Guan e Hubacek (2007).

Porém, essa abordagem hidrológica foge do escopo do presente trabalho por não haver informações detalhadas sobre a capacidade de absorção da poluição de cada setor na economia brasileira e de cada bacia hidrográfica. Assim, uma sugestão para trabalhos futuros seria usar esse modelo por bacia, mas, apesar da regionalização da Matriz insumo-produto ser possível (com algum esforço de estimação) ainda não existem contas econômicas ambientais por bacia hidrográfica, o que seria o ideal.

3.3 Base de Dados

A matriz insumo-produto utilizada para o Brasil (MIP-BR) foi referente ao ano de 2015, elaborada e publicada pelo IBGE (2020) agregada em 6 setores econômicos (1. Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura; 2. Indústrias extrativas; 3. Indústrias de transformação e construção; 4. Eletricidade e gás; 5. Água e esgoto; 6. Demais atividades). A partir da MIP-BR, estimou-se a MIP-NE (Ver item 3.1). A matriz de utilização dos recursos hídricos também é referente ao ano de 2015, contém 5 fontes de retirada de água (águas superficiais; águas subterrâneas; água do solo; coleta de água de chuva e retirada do mar), e 4 destinos para descarte desses recursos hídricos (águas superficiais; águas subterrâneas, água do solo e no mar).

4. Resultados

Os resultados do modelo econômico-hidrológico para a economia nordestina e para o Brasil estão expostos em duas fases. A primeira fase refere-se à retirada de água pelos seis setores econômicos que compõem a MIP, e a segunda fase analisa o retorno desses recursos hídricos ao sistema. A diferença entre o uso total da água por setor e o fornecimento desses recursos é um indicativo de consumo total de recursos hídricos.

A tabela 1, a seguir, representa essas informações por setores econômicos e pelas famílias) referente aos recursos e usos dos recursos hídricos no Nordeste e no Brasil para o ano 2015.

Tabela 1 – Recursos e usos de água no Brasil e Nordeste - 2025

Recursos e Usos (hm ³ /ano)											
	Atividades econômicas									Famílias	Total
	Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca	Indústrias extrativas	Indústrias de transformação e construção	Eletricidade e Gás		Água e esgoto		Demais atividades	Total das atividades econômicas		
				Hydroenergia	Térmicas e distribuição de gás	Captação, tratamento e distribuição de água	Esgoto e atividades relacionadas				
1. Uso total de água											
BRASIL (BR)	588 872	944	6 371	2 974 849	6 391	18 943	35 759	1 927	3 634 056	8 528	3 642 584
Nordeste (NE)	65 802	18	1 388	174 006	451	5 470	6 241	368	253 744	1 700	255 444
2. Retorno da água/fornecimento											
BRASIL (BR)	254 928	668	2 990	2 974 848	6 290	16 517	35 759	1 468	3 293 468	6 585	3 300 053
Nordeste (NE)	22 697	11	476	174 006	417	4 804	6 241	296	208 947	1 332	210 279
3. Consumo total (1-2)											
BRASIL (BR)	333 944	276	3 380	1	101	2 426		459	340 588	1 943	342 531
Nordeste (NE)	43 105	7	912	0	34	665		72	44 796	369	45 165
Part. (%) do NE/BR											
Uso total de água	11,2%	1,9%	21,8%	5,8%	7,1%	28,9%	17,5%	19,1%	7,0%	19,9%	7,0%
Retorno da água/fornecimento	8,9%	1,6%	15,9%	5,8%	6,6%	29,1%	17,5%	20,2%	6,3%	20,2%	6,4%
Consumo total	12,9%	2,6%	27,0%	9,5%	33,8%	27,4%		15,8%	13,2%	19,0%	13,2%

Fonte: Elaboração própria. Dados das CEEA (IBGE, 2025).

De uma forma geral, os dados apresentados na Tabela 1 estão medidos em hectômetros cúbicos (hm³), o que corresponde a 1.000.000 m³ (um milhão de metros cúbicos de água) ou a 1 bilhão de litros.

Os números apresentados indicam uma retirada total de água no Brasil, em 2015, correspondente a 3,6 milhões de hm³, enquanto no Nordeste esse valor foi de 255,4 mil hm³. Ou seja, esse valor representou um uso de 7% dos recursos hídricos na região nordestina em relação ao total do país.

Já no que se refere ao retorno da água, o país conseguiu captar 3,3 milhões de hm³ e o Nordeste 210,3 mil hm³, significando um consumo de água líquida de 342,5 mil de hm³, ou 342,5 trilhões de litros no país. No Nordeste, o consumo de água foi de 45,2 mil hm³ (45,2 trilhões de litros).

Ainda na Tabela 1, verificou-se que a maior retirada de água no Brasil em 2015 ocorreu no setor hidroelétrico (81,7%), seguido da agropecuária, representando 16,2% do total. O Nordeste também possui esse padrão, com os pesos de 68% e 26%, respectivamente, para esses setores, porém, com um aumento relativo dos setores de água e esgoto.

Tanto no país como na região Nordeste, o maior retorno de água acontece no setor de hidroenergia que representam mais de 90,1% dessa captação no Brasil e 82,2% do total de captação no Nordeste.

Por fim, pode-se afirmar que o consumo de água total é fortemente concentrado na agropecuária, representando 97,5% do consumo total desses recursos na economia brasileira e 95,4% do consumo de água do Nordeste, em 2015.

4.1. Retirada de água para Nordeste e para o Brasil

As primeiras informações geradas na matriz insumo-produto híbrida são referentes aos coeficientes diretos que representam a quantidade de água retirada por 1 milhão produzido na economia no ano de 2015. Após a obtenção dos coeficientes diretos, estimou-se a retirada líquida de água, que considera as relações intersetoriais da economia através no modelo insumo-produto híbrido. A Tabela 2 contém os coeficientes obtidos para a região Nordeste do Brasil, referente a 2015.

Tabela 2 - Coeficiente direto de retirada de água por setor no Nordeste do Brasil (2015)

$f_{kj} = \frac{g_{kj}}{x_j}$ hm ³ / \$1.000.000	Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	Indústrias extrativas	Indústrias de transformação e construção	Eletricidade e gás	Água e esgoto	Demais atividades
Águas superficiais	0,10	0,00	0,00	3,89	0,41	0,00
Águas subterrâneas	0,01	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00
Água do solo	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Coleta de água de chuva	0,00	0,00	0,00	0,00	0,51	0,00
Retirada do mar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Uso de água proveniente de outras ativ. eco.	0,03	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00

Fonte: Elaboração própria. Dados das CEEA (IBGE, 2025).

De acordo com a Tabela 2, os setores com maior participação na retirada direta de água são os setores de eletricidade e gás e água e esgoto, que atingiu 3,89 bilhões de água para cada 1 milhão produzido na economia. Para Eletricidade e gás, destaca-se a retirada da água de superfície. Já para água e esgoto o destaque é para a coleta de água de chuva e da superfície. Outro setor que se destaca na retirada direta de água é o setor agropecuário, sobretudo no que se refere ao consumo de águas do solo. Segundo dados das CEEA, a região Nordeste não retira água do mar.

No caso do Brasil, o principal uso para a retirada direta de água de superfície também é a advinda da produção de eletricidade e gás, conforme a Tabela 3, uma vez que a oferta hidroelétrica corresponde a cerca de 62% da energia consumida no país (BEN, 2023).

Tabela 3 - Coeficiente direto de retirada de água por setor no Brasil (2015)

$f_{kj} = \frac{g_{kj}}{x_j}$ hm ³ / \$1.000.000	Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	Indústrias extrativas	Indústrias de transformação e construção	Eletricidade e gás	Água e esgoto	Demais atividades
Águas superficiais	0,07	0,00	0,00	11,57	0,24	0,00
Águas subterrâneas	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00
Água do solo	1,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Coleta de água de chuva	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,00
Retirada do mar	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Uso de água proveniente de outras ativ. eco.	0,01	0,00	0,00	0,00	0,09	0,00

Fonte: Elaboração própria. Dados das CEEA (IBGE, 2025).

No entanto, é importante destacar que nessa atividade de energia hidroelétrica não há consumo da água direta, ou seja, a água é retirada do leito do rio ou da barragem, passa pelas turbinas, é transformada em energia elétrica e, por final, ocorre a devolução da água na mesma quantidade e qualidade do recurso, a qual é caracterizada por uso não consumido (IBGE, 2023).

Ao comparar retirada direta por setor e por fonte no Nordeste com o Brasil é possível perceber mudanças significativas. Comparando os coeficientes diretos de água na região nordestina com os do país, é possível perceber que o Nordeste consome menos água por valor produzido. O setor agropecuário, por exemplo, para produzir R\$1.000.000 no Nordeste, retira 0,74 hm³, enquanto para produzir o mesmo montante o Brasil retira 1,18 hm³. Isso pode ocorrer como reflexo da “escassez” de água do Nordeste ou do uso ineficiente do Brasil. A partir desse modelo, não podemos afirmar, mas sugerimos como estudos futuros.

A Tabelas 4 e 5 apresentam os coeficientes de retirada total, com os efeitos diretos e indiretos entre as compras e vendas intersetoriais, para o Nordeste e para o Brasil. Apesar de Eletricidade e gás ter um peso grande na retirada direta de água na região NE, quando considerando o efeito total o maior peso recai sobre o setor agropecuário e para água superficial. No Brasil esse padrão se repete, porém, com valores mais altos, o que sugere que a retirada total (direta e indireta) no Brasil é maior para praticamente todos os setores e fontes. Enquanto para a região Nordeste o coeficiente total do setor agropecuária para fonte águas superficiais é de 2,61, no Brasil esse número é 6,94.

Tabela 4: Coeficiente TOTAL de retirada de água por setor no Nordeste do Brasil (2015)

$\hat{f}_k \cdot (I - A)^{-1}$	Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	Indústria extrativas	Indústrias de transformação e construção	Eletricidade e gás	Água e esgoto	Demais atividades
Águas superficiais	2,61	0,02	0,15	0,02	0,03	0,02
Águas subterrâneas	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00
Água do solo	0,04	0,02	0,17	0,02	0,03	0,01
Coleta de água de chuva	0,00	0,00	0,00	0,18	0,01	0,00
Retirada do mar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Uso de água proveniente de outras ativ. eco.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01

Fonte: Elaboração própria. Dados das CEAA (IBGE, 2025).

Tabela 5: Coeficiente TOTAL de retirada de água por setor no Brasil (2015)

$\hat{f}_k \cdot (I - A)^{-1}$	Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	Indústrias extrativas	Indústrias de transformação e construção	Eletricidade e gás	Água e esgoto	Demais atividades
Águas superficiais	6,94	0,11	0,62	0,09	0,11	0,08
Águas subterrâneas	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
Água do solo	0,06	0,04	0,23	0,03	0,04	0,02
Coleta de água de chuva	0,01	0,00	0,00	0,18	0,01	0,00
Retirada do mar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00
Uso de água proveniente de outras ativ. eco.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Elaboração própria. Dados das CEAA (IBGE, 2025).

Por fim, a retirada direto por fonte e a retirada líquida de Água, por tipo de fonte do recurso hídrico, confere a eficiência do modelo. A Tabela 6 apresenta os números para a região Nordeste. Como já citado águas superficiais é a fonte que mais sofre com retirada. Ainda é possível perceber que a primeira e terceira coluna são iguais, o que valida o modelo para os dados disponíveis.

Tabela 6 - Consumo direto por fonte e Consumo Líquido de Água para Nordeste

	Total de retirada de água Dados CEAA hm ³ /Ano	Retirada direto por fonte \hat{f}_k	Retirada Líquido de água $\hat{f}_k \cdot (I - A)^{-1} \cdot Y$
Águas superficiais	187.337	2,49	187.337
Águas subterrâneas	2.365	0,13	2.365
Água do solo	55.442	0,13	55.442
Coleta de água de chuva	5.463	0,12	5.463
Retirada do mar	-	-	-
Uso de água proveniente de outras atividades econômicas	3.137	0,00	3.137
Total	253.744		253.744

Fonte: Elaboração Própria. Dados das CEAA (IBGE, 2025).

A Tabela 7 apresenta os dados para o Brasil. Como já mencionado, águas superficiais são as principais fontes de entrada para as atividades produtivas. No Brasil, 6,51 (frente aos 2,49 do Nordeste). Águas subterrâneas, que para o Nordeste é 0,13, para o Brasil é 0,04, ou seja, essa fonte é mais utilizada no Nordeste.

Tabela 7 - Consumo direto por fonte e Consumo Líquido de Água para Brasil

	Total de retirada de água Dados CEAA hm ³ /Ano	Retirada direto por fonte \hat{f}_k	Retirada Líquido de água $\hat{f}_k \cdot (I - A)^{-1} \cdot Y$
Águas superficiais	3.030.640	6,51	3.030.640
Águas subterrâneas	9.260	0,04	9.260
Água do solo	550.463	0,16	550.463
Coleta de água de chuva	29.955	0,12	29.955
Retirada do mar	3.176	0,05	3.176
Uso de água proveniente de outras atividades econômicas	10.562	0,00	10.562
Total	3.634.056		3.634.056

Fonte: Elaboração Própria. Dados das CEAA (IBGE, 2025).

Já água de solo é maior no Brasil. Os dados ainda apontam para uma retirada de água do mar (0,05) maior que a retirada da água subterrânea (0,04) para o Brasil. Água da chuva tem coeficientes iguais no Brasil e no Nordeste (0,12).

A próxima seção analisa o retorno da água.

4.2 Retorno de água para Nordeste e Para o Brasil

Essa seção contém os coeficientes referentes a saída de água ou descarte liberado por cada setor de atividade econômica, também identificada como retorno de água.

A Tabela 8 apresenta os coeficientes diretos de saída de água, ou seja, o descarte por setor e por fonte no Nordeste para cada R\$1.000.000 (um milhão produzido). Como citado, o setor de Eletricidade retira muita água, mas também devolve muita água. Tanto no Nordeste, devolvendo 3,89, quanto no Brasil (Tabela 9), devolvendo 11,57, praticamente os mesmos montantes os quais retiraram. Para saída, o que deve preocupar é a indústria extrativa e agropecuária, potenciais poluidores. Infelizmente, nem os dados, nem o modelo, permitem avaliar a qualidade da água existente nos corpos hídricos, tão pouco a qualidade da água que retorna para os corpos d'água, ficando essa questão também como sugestão para trabalhos futuros.

Tabela 8 - Coeficiente direto de saída de água setorial do NE do Brasil (2015)

$r_{il} = \frac{h_{il}}{x_i}$	Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	Indústrias extrativas	Indústrias de transformação e construção	Eletricidade e gás	Água e esgoto	Demais atividades
Águas superficiais	0,02	0,00	0,00	3,89	0,42	0,00
Águas subterrâneas	-	-	-	-	-	-
Água do solo	0,28	0,00	0,00	0,00	-	0,00
Chuva	-	-	-	-	-	-
Devolve para o mar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,25	0,00
Envia para outras ativ. eco.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,35	0,00

Fonte: Elaboração Própria. Dados das CEAA (IBGE, 2025).

Tabela 9 - Coeficiente direto de saída de água setorial do Brasil (2015)

$r_{il} = \frac{h_{il}}{x_i}$	Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	Indústrias extrativas	Indústrias de transformação e construção	Eletricidade e gás	Água e esgoto	Demais atividades
Águas superficiais	0,02	0,00	0,00	11,57	0,51	0,00
Águas subterrâneas	-	-	-	-	-	-
Água do solo	0,53	0,00	0,00	0,00	-	0,00
Chuva	-	-	-	-	-	-
Devolve para o mar	0,00	0,00	0,00	0,01	0,11	0,00
Envia para outras ativ. eco.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,19	0,00

Fonte: Elaboração Própria. Dados das CEAA (IBGE, 2025).

É importante destacar o papel dos oceanos na entrada e principalmente na saída de água residual, apesar do Nordeste ser uma região litorânea, não utiliza diretamente água do mar no processo de produção. Importante considerar, também que, boa parte da água descartada no mar é consumo direto das famílias. Para incorporar o efeito do consumo das famílias no uso e no descarte de água seria necessária uma Matriz de Contabilidade Social, no entanto, o presente trabalho se limita a Matriz de Insumo-Produto, ou seja, na captação e descarte de água dentro do processo produtivo. O papel do consumo das famílias fica como sugestão para trabalhos futuros.

Para o descarte total de água no Nordeste (Tabela 10) pelo setor agropecuário se destaca, como destino, as águas de superfície. Outro destaque é o setor de água e esgoto que tem retorno para o mar, além da indústria de transformação que devolve para águas superficiais. Novamente, a questão da qualidade da água descartada contribuiria bastante para gestão e controle de emissões.

Tabela 10 - Matriz R de coeficiente total de saída de água setorial do NE do Brasil (2015)

$\hat{r}_l \cdot (I - A)^{-1}$	Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	Indústrias extrativas	Indústrias de transformação e construção	Eletricidade e gás	Água e esgoto	Demais atividades
Águas superficiais	2,53	0,02	0,15	0,02	0,03	0,02
Águas subterrâneas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Água do solo	0,01	0,01	0,06	0,01	0,01	0,01
Chuva	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Devolve para o mar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,00
Envia para outras ativ. econômicas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01

Fonte: Elaboração Própria. Dados das CEAA (IBGE, 2025).

As informações na Tabela 11 revelam que o Brasil segue o mesmo padrão do Nordeste para agropecuária, indústria de transformação e água e esgoto. Porém no Brasil, outro setor chama atenção que é a indústria extrativa descartando, principalmente, nas águas superficiais. Novamente, o setor é um dos mais poluentes, ao que parece, também está poluindo as águas no Brasil.

Tabela 11: Matriz R de coeficiente total de saída de água setorial do Brasil (2015)

$\hat{r}_l \cdot (I - A)^{-1}$	Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura	Indústrias extrativas	Indústrias de transformação e construção	Eletricidade e gás	Água e esgoto	Demais atividades
Águas superficiais	6,93	0,11	0,62	0,09	0,11	0,08
Águas subterrâneas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Água do solo	0,02	0,02	0,10	0,01	0,02	0,01
Chuva	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Devolve para o mar	0,00	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00
Envia para outras ativ. econômicas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Fonte: Elaboração Própria. Dados das CEAA (IBGE, 2025).

Por fim, os coeficientes diretos de águas residuais por fonte, e a água residual descartada na região Nordeste estão disponíveis na Tabela 12. Novamente, esse cálculo é feito para validar o modelo, uma vez que, esses dados estão disponíveis na CEAA.

A Tabela 13 apresenta os dados de coeficientes diretos de resíduo por fonte da água descartada para o Brasil. Como já mencionado, os coeficientes de retorno direto por fonte no Nordeste são menores que no Brasil. Enquanto no Brasil a água de superfície tem retorno de 6,5, no Nordeste só apresenta retorno direto para o mar maior que o Brasil, novamente, a qualidade seria importante.

Tabela 12 - Coeficiente direto de resíduos por fonte e água residual descartada no Nordeste

	Total de retorno de água Dados CEAA hm ³ /Ano	Retorno direto por fonte \hat{r}_l	Água residual des- cartada $\hat{r}_l \cdot (I - A)^{-1} \cdot Y$
Águas superficiais	181.172	2,40	181.172
Águas subterrâneas	-	-	-
Água do solo	20.992	0,05	20.992
Chuva	-	-	-
Retorno para o mar	2.827	0,26	2.827
Envio para outras atividades eco- nômicas	3.957	0,00	3.957
Total	208.947		208.947

Fonte: Elaboração Própria. Dados das CEAA (IBGE, 2025).

Tabela 13 - Coeficiente direto de resíduos por fonte e água residual descartada no Brasil

	Total de retorno de água Dados CEAA hm ³ /Ano	Retorno direto por fonte \hat{r}_l	Água residual des- cartada $\hat{r}_l \cdot (I - A)^{-1} \cdot Y$
Águas superficiais	3024311	6,50	3.024.311
Águas subterrâneas	0	-	-
Água do solo	245047	0,07	245.047
Chuva	0	-	-
Retorno para o mar	10265	0,16	10.265
Envio para outras atividades eco- nômicas	13845	0,00	13.845
Total	3.293.468		3.293.468

Fonte: Elaboração Própria.

Apesar dos dados disponibilizados pelo IBGE apresentarem um avanço para a integração econômica hídrica, a forte agregação em poucos setores econômicos e em grandes regiões, ainda não permitem análises mais sofisticadas.

5. Considerações Finais

O presente artigo buscou analisar os efeitos das atividades econômicas sobre a demanda de recursos hídricos no Brasil e na região Nordeste, para o ano de 2015, a partir das contas econômicas ambientais de água. Essa metodologia baseou-se no Sistema de Contabilidade Econômica Ambiental - SCEA (em inglês SEEA, *System of Environmental Economic Accounting*) adotado pela ONU e pelo IBGE no Brasil. Portanto, através do sistema de contas ambientais do Brasil associado ao sistema de contas nacionais, implementou-se o modelo insumo-produto híbrido com o objetivo de mensurar os efeitos diretos e indiretos de cada atividade econômica sobre o recurso hídrico disponível para o país, tanto da retirada de água pelos setores quanto no descarte de água para o meio ambiente. A hipótese inicial era que a modelagem insumo-produto seria adequada para mensurar esses efeitos sobre os recursos hídricos do país e na região Nordeste.

Os resultados indicam que o setor de eletricidade e gás apresentam a maior participação na retirada e no descarte de água. Apesar do resultado ser coerente, o nível de agregação das informações é um problema. A agregação dos setores da CNAE em apenas 5 atividades econômicas apresenta uma agregação muito grande, o que não permite apontar as principais atividades produtivas responsáveis pela retirada e retorno da água.

Além do elevado nível de agregação das atividades econômicas nas contas ambientais, ainda é necessário incluir ao modelo informações da qualidade da água descartada. Por exemplo, o setor de eletricidade apresenta a maior retirada e o maior retorno para águas de superfície, mas não necessariamente essa água é poluída, diferente do setor de esgoto, que retira muito e certamente o descarte representa um prejuízo para o corpo d'água na questão de qualidade.

Por fim, como descrito na seção 2, os recursos hídricos no Brasil são geridos por bacias, e cada uma tem características específicas do lado da oferta, assim como um conjunto de atores diferentes o que mudaria as características dos demandantes. Logo, apesar dos esforços do IBGE para estimar as contas econômicas ambientais, como recomenda a metodologia da ONU, para analisar o impacto das atividades produtivas sobre o uso (retirada e descarte) da água no Brasil seria necessário a análise por bacia, tanto com MIPs regionalizadas quanto com dados CEA-Água regionalizados por bacia hidrográfica, sendo essa a principal sugestão deixada para trabalhos futuros.

Referências

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). **Planos de Recursos Hídricos** / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Brasília: 2018.

ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2021**: relatório pleno / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Brasília: 2022.

BRASIL. Política Nacional de Meio Ambiente. **Lei Nº 6.938 de 1981**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/16938.htm Acesso em: 10 ago. 2024.

BRASIL. Política Nacional de Recursos Hídricos e Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Lei Nº 9.433 de 1997**. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm Acesso em: 10 ago. 2023.

BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **SNIS 2022**. Disponível em: <https://www.gov.br/cidades/pt-br/acao-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis/painel/es> Acesso em: 10 ago. 2024.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Balanço Energético Nacional. **BEN - Relatório Síntese 2023 (Ano Base 2022)**. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-681/BEN_S%C3%ADntese_2023_PT.pdf Acesso em 10 ago. 2024.

BRASIL. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. **A questão da água no Nordeste**. Agência Nacional das Águas. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF: CGEE, 2012.

Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/61861/1/agua-nordeste.pdf> Acesso em 03 jun. 2025.

GUAN, Dabo; HUBACEK, Klaus, "Assessment of regional trade and virtual water flows in China." *Ecological Economics*, Elsevier, vol. 61(1), p. 159-170, 2007.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Matriz Insumo-Produto Brasil 2015**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/9085-matriz-de-insumo-produto.html> Acesso em 03 jun. 2025

IBGE. **Agência IBGE Notícias**. Em 2020, para cada R\$ 1,00 gerado pela economia foram consumidos 6,2 litros de água. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/37054-em-2020-para-cada-r-1-00-gerado-pela-economia-foram-consumidos-6-2-litros-de-agua> Acesso em: 10 ago. 2024.

IBGE. **Censo Demográfico 2022**. Disponível em: <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/territorio/dados-geograficos.html> Acesso em 03 jun. 2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Contas Econômicas Ambientais da Água: Brasil 2018-2022. 2023**. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biodiversidade/economia-dos-ecossistemas-e-da-biodiversidade/experi%C3%A7%C3%B5es-em-contas-econ%C3%B4micas-ambientais.html> Acesso em 03 jun. 2025

IEMA. Instituto de Energia e Meio Ambiente. **Informe Técnico 03**. Uso de água e emissões atmosféricas em Usinas Termelétricas (UTES). Disponível em: https://energiaambiente.org.br/wp-content/uploads/2016/01/FS-agua-emissoes_1.pdf Acesso em: 10 ago. 2024.

ISARD, Walter, **Methods of regional analysis**. USA, MIT, 1960.

KRONENBERG, Tobias. *Construction of Regional Input-Output Table Using Nonsurvey Methods. The Role of Cross-Hauling*. **International Regional Science Review**. Volume 32, number 1, January 2009.

MILLER, R E., and BLAIR, P. D. **Input-Output Analysis: Foundations and Extensions**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1985.

MILLER, Ronald E.; BLAIR, Peter D. **Input-output analysis: foundation and extensions**. 2 ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

MOURA, Adriana Maria Magalhães de. Aplicação dos Instrumentos de Política Ambiental no Brasil: avanços e desafios. In: **Governança Ambiental no Brasil: instituições, atores e políticas públicas**. IPEA, 2016.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Experiências em contas econômicas ambientais**. 2024. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/biodiversidade/economia-dos-ecossistemas-e-da-biodiversidade/experi%C3%A7%C3%B5es-em-contas-econ%C3%B4micas-ambientais.html> Acesso em 03 jun. 2025.

VALENCIA, Ricardo. “*THE SYSTEM of ENVIRONMENTAL-ECONOMIC ACCOUNTING: APPROACHES from COLOMBIA.*” **9th IMF Statistical Forum: Measuring Climate Change: The Economic and Financial Dimensions**, 17 Nov. 2021.