

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA E  
DESENVOLVIMENTO – PPGE&D**

**A CONTABILIDADE HÍDRICA DO BRASIL: UM  
AJUSTE DAS CONTAS NACIONAIS AMBIENTAIS**

**Vinicius Pacheco de Almeida**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2017**

**Vinicius Pacheco de Almeida**

**A CONTABILIDADE HÍDRICA DO BRASIL: UM AJUSTE  
DAS CONTAS NACIONAIS AMBIENTAIS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Economia e Desenvolvimento (PPGE&D) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS) como requisito parcial para a obtenção do título de **Mestre em Economia e Desenvolvimento**.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Ricardo Feistel  
Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Solange Regina Marin

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2017**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Pacheco de Almeida, Vinicius  
A CONTABILIDADE HÍDRICA DO BRASIL: UM AJUSTE DAS  
CONTAS NACIONAIS AMBIENTAIS / Vinicius Pacheco de  
Almeida.- 2017.  
105 p.; 30 cm

Orientador: Paulo Ricardo Feistel  
Coorientadora: Solange Regina Marin  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Sociais e Humanas, Programa de  
Pós-Graduação em Economia e Desenvolvimento, RS, 2017

1. Água 2. Contabilidade Nacional Ambiental 3. PIB  
Ajustado I. Feistel, Paulo Ricardo II. Marin, Solange  
Regina III. Título.

Vinicius Pacheco de Almeida

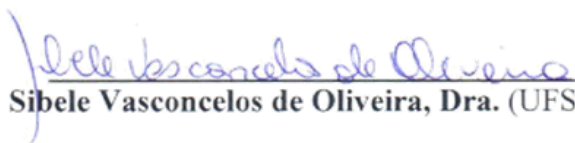
**A CONTABILIDADE HÍDRICA DO BRASIL: UM AJUSTE DAS CONTAS  
NACIONAIS AMBIENTAIS**

Dissertação apresentada ao curso de pós-graduação em Economia e Desenvolvimento, da universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para obtenção do título de **Mestre em Economia e Desenvolvimento**.

**Aprovado em 03 de março de 2017:**



**Paulo Ricardo Feistel, Dr. (UFSM)**  
(Presidente/Orientador)



**Sibeles Vasconcelos de Oliveira, Dra. (UFSM)**



**Daniela Dias Kühn, Dra. (UFRGS)**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico o meu trabalho a minha família que nunca deixou de me apoiar, mesmo nos momentos mais difíceis.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus e todos meus guias que me acompanharam ao longo dessa jornada.

A minha família, Cassia, Nelson, Mariah (e todos meus tios e tias, primos e primas, e meu avô que até hoje não entende o porquê fui estudar tão longe de casa) sempre estiveram ao meu lado desde o começo, quando eu escolhi estudar economia, o que me fez morar cada vez mais longe de minha terra natal, mas apesar da distância sempre estiveram juntos comigo ao meu lado. Vivi um longo trade-off entre a saudade e a minha formação acadêmica, muito obrigado por vocês serem a minha base de equilíbrio nos momentos difíceis.

Agradeço ao meu orientado Professor Paulo Feistel que aceitou encarar essa empreitada, sempre com determinismo e nunca me deixou desanimar, muito obrigado. A minha coorientadora Professora Solange que sempre me aconselhou e puxou minha orelha quando necessário. Nunca esquecerei do que vocês disseram no primeiro dia do mestrado, que iríamos sair do PPGE&D diferente, e posso afirmar que estou saindo com uma outra visão de economia e de mundo.

A CAPES que me financiou ao longo de 24 meses, se não fosse essa verba meus estudos seriam praticamente inviáveis.

Ao meu amigo e professor Cicero Pimenteira que me apresentou a economia do meio ambiente e me apoio de forma imensurável, não tenho palavras para agradecer.

Ao Professor Carlos Eduardo Young que semeou a ideia do trabalho, antes mesmo da minha vinda para o mestrado. E todos os seus trabalhos foram motivo de inspiração.

Ao Professor José Antônio Sena sem o senhor não teria conseguido os dados, além de toda ajuda no desenvolvimento do trabalho, serei eternamente grato por toda ajuda e apoio dado pelo senhor.

Não poderia esquecer do meu amor Cristiéle, você foi meu ponto de apoio emocional e acadêmico. Sua companhia alegrou e energizou meus dias. Poderia escrever um mundo de palavras que não conseguiria descrever o quanto você foi importante.

“A verdadeira dificuldade não está em aceitar ideias novas,  
mas escapar das antigas” (John Maynard Keynes)

## **RESUMO**

### **A CONTABILIDADE HÍDRICA DO BRASIL: UM AJUSTE DAS CONTAS NACIONAIS AMBIENTAIS**

**AUTOR:** Vinicius Pacheco de Almeida

**ORIENTADOR:** Paulo Ricardo Feistel

**Co-orientadora:** Solange Regina Marin

O objetivo desse trabalho consiste em analisar o uso da água na economia brasileira e como os agentes públicos poderão tomar ações mais eficazes para a otimização desse recurso natural na economia brasileira. Para isso, é necessário contabilizar o PIB ambiental brasileiro ajustado no período de 2007 a 2012 o qual, segundo a metodologia criada e utilizada pela ONU, a SICEA, gravita ao lado do PIB ‘tradicional’ e complementa a contabilidade econômica de um país com sustentabilidade. Para a mensuração da contabilidade hídrica nacional, foi necessário compilar os dados do IBGE, ANA e SNIRH para formar a tabela de recursos e usos físicos da água (TRUF). No produto nacional ambiental, os dados utilizados foram extraídos da SNIRH e IPEA e foi realizada uma adequação estatística ajustada pelas contas ambientais da SICEA com os dados do Brasil para formar uma série histórica do PIB ambientalmente ajustado e do uso de fluxo físico hídrico. Os resultados mostraram que, no período de 2007 a 2012, o uso físico da água aumentou e o PIB ajustado acompanhou o crescimento do PIB “tradicional”, porém os custos de tratamento da água também cresceram ao longo do período.

**Palavras-chave:** Água, Contabilidade Nacional Ambiental, PIB Ajustado.



## **ABSTRACT**

### **THE HYDROLOGICAL ACCOUNTING OF BRAZIL: AN ADJUSTMENT OF NATIONAL ENVIRONMENTAL ACCOUNTS**

**AUTHOR: Vinicius Pacheco de Almeida**

**ADVISOR: Paulo Ricardo Feistel**

**CO-ADVISOR: Solange Regina Marin**

The objective of this work is to analyze the use of water in the Brazilian economy and how public agents can form more effective actions to optimize this natural resource in the Brazilian economy. For this, it is necessary to observe the adjusted Brazilian environmental GDP in the period from 2007 to 2012, which according to the methodology created and used by the UN SEEA gravitates alongside the 'traditional' GDP and complements the economic accounting of a country with sustainability, also seen in the national literature by Young (2003). For the measurement of national water accounting, it was necessary to compile the water use data for to made water of recourse and physic use table, through the IBGE, ANA and SNIRH and its national environmental product, the data used were extracted from the SNIRH and IPEA, a statistical adequacy was adjusted according to the environmental accounts of the SEEA for the reality of data available in Brazil, in order to form a historical series of environmentally adjusted GDP and the use of physical water flow. The results showed that over the years studied, physical use of water increased and adjusted GDP accompanied the growth of "traditional" GDP, but water treatment costs also increased over the period.

Key words: Water, Environmental National Accounting, Adjusted GDP.

## **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO 01 – Tabela de Recursos e Usos Físicos.....	94
ANEXO 02 – Tabela do esquema simplificado do SICEA.....	95
ANEXO 03 – Tabela da série histórica do PIB, DEX, PILA e DEX/PIB de 2007 a 2012.....	96
ANEXO 04 – Tabela de dados para formação da TRUF (2007 a 2012).....	97
ANEXO 05 – Tabela de recursos e usos físicos (TRUF) do ano de 2007.....	100
ANEXO 06 – Tabela de recursos e usos físicos (TRUF) do ano de 2008.....	101
ANEXO 07 – Tabela de recursos e usos físicos (TRUF) do ano de 2009.....	102
ANEXO 08 – Tabela de recursos e usos físicos (TRUF) do ano de 2010.....	103
ANEXO 09 – Tabela de recursos e usos físicos (TRUF) do ano de 2011.....	104
ANEXO 10 – Tabela de recursos e usos físicos (TRUF) do ano de 2012.....	105

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 01 – Ciclo de Fluxo Hidrológico.....	32
Figura 02 – Estrutura do SICEA e Ligação com o sistema de contas nacionais.....	37

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Série histórica da TRUF (hm <sup>3</sup> /ano).....	70
Gráfico 02 – Energia hidroelétrica gerada (hm <sup>3</sup> /ano).....	71
Gráfico 03 – Relação Pila/PIB/DEX.....	75
Gráfico 04 – Relação DEX/PIB.....	76

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Propostas de contabilização dos custos ambientais e valoração do uso de recursos de fluxo.....	35
Quadro 02 – Revisão de literatura.....	42

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Histórico de estimativas e projeções de água extraída por continente.....	47
Tabela 02 – Histórico de estimativas e projeções de água consumida por continente.....	47
Tabela 03 – Uso de água por segmento industrial.....	49
Tabela 04 – Principais Usos na Planta Industrial.....	50
Tabela 05 – Geração hidrelétrica por regiões do mundo (TWh).....	51
Tabela 06 – Valores do PIB do agronegócio brasileiro em R\$ Milhões de 2015.....	54
Tabela 07 – Capacidade instalada de geração elétrica no Brasil (MW).....	56
Tabela 08 – Consumo e número de consumidores de energia elétrica.....	56
Tabela 09 – Abastecimento de água por domicílio na área rural e urbana no Brasil.....	58
Tabela 10 – Abastecimento de água por região geográfica.....	58
Tabela 11 – Esgotamento sanitário nos domicílios.....	59
Tabela 12 – Precipitação e Evaporação.....	73
Tabela 13 – Série histórica do PIB, DEX, PILA de 2007 a 2012.....	74

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANA	Agência Nacional de Águas
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
GEE	Gases de Efeito Estufa
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICWE	Conferência Internacional sobre a Água e Meio ambiente
IRWS	<i>International Recommendations for Water Statistics (IRWS)</i>
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NAMEA	<i>National Accounting Matrix including Environmental Accounts.</i>
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PDE	Programa de Desenvolvimento Energético
PIB	Produto Interno Bruto
PIEA	Programa Internacional de Educação Ambiental
PILA	Produto Interno Líquido Ambientalmente Ajustado
PLANASB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
OMM	Organização Meteorológica Mundial
ONU	Organização das Nações Unidas
SEEA	<i>System of Environmental-Economic Accounting</i>
SICEA	Sistema Integrado de Contas Econômico-Ambientais
SICEA CEE	Contabilidade Ecológica Experimental SICEA
SICEA CF	<i>Framework Central SICEA</i>
SICEA EA	Extensões e Aplicações SICEA
SCN	Sistema de Contas Nacionais (SCN)
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SRHU	Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano
TRUF	Tabela de Recursos e Usos Físicos
UNCED	<i>United Nations Conference on Environment and Development</i>
UNSO	Escritório de Estatísticas das Nações Unidas

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>2 A MENSURAÇÃO E USO DA ÁGUA</b> .....	22
2.1 ECONOMIA E MEIO AMBIENTE.....	22
2.2 ÁGUA E DESENVOLVIMENTO HUMANO.....	25
2.3 AJUSTAMENTO AMBIENTAL DO INSUMO-PRODUTO.....	27
2.4 CONTAS AMBIENTAIS.....	29
2.4.1 Recurso de fluxo.....	31
2.4.2 Despesas defensivas.....	33
2.4.3 Despesas ambientais.....	34
2.4.4 Benefício ambiental líquido.....	34
2.4.5 Sistema Integrado de Contas Nacionais (SICEA) .....	35
2.5 A EVOLUÇÃO DA CONTABILIDADE AMBIENTAL E O ESTUDO DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	39
2.5.1 Estudos sobre recursos hídricos.....	41
<b>3 O USO DA ÁGUA NA ECONOMIA</b> .....	45
3.1 O USO DA ÁGUA NO CENÁRIO MUNDIAL.....	45
3.2 TIPOS DE USO DA ÁGUA.....	48
3.2.1 Uso da água no setor agrícola.....	48
3.2.2 O uso da água no setor industrial.....	49
3.2.3 Uso energético da água.....	50
3.3 CENÁRIO BRASILEIRO.....	50
3.3.1 Tipos de uso da água no Brasil.....	51
3.3.2 Uso da água no setor agrícola brasileiro.....	53
3.3.3 O uso da água no setor industrial brasileiro.....	54
3.3.4 Uso energético da água no Brasil.....	55
3.3.5 O bem-estar e a água no Brasil.....	57
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	60
4.1 ADEQUAÇÃO DO SICEA ÀS CONTAS DO BRASIL.....	60
4.2 TABELA DE RECURSOS E USOS FÍSICOS (TRUF).....	61
4.2.1 Fonte e base de dados da TRUF.....	64
4.3 SICEA.....	66
4.3.1 Fonte e base de dados do SICEA.....	67
<b>5 ANÁLISE DE RESULTADOS</b> .....	69
5.1 A TRUF NO BRASIL.....	69
5.2 PIB AJUSTADO.....	73
<b>CONCLUSÃO</b> .....	78
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	81
<b>ANEXO</b> .....	93



# 1 INTRODUÇÃO

As contas nacionais criadas pelo economista russo Leontief consistiram em um avanço para contabilizar o produto dos países, sendo capazes de apresentar os fluxos físicos da produção e a relação monetária interna das economias nacionais. A relação da matriz-insumo produto foi fortemente aceita pelos economistas que se debruçaram em novos estudos, o que possibilitou a incorporação da variável ambiental dentro das contas nacionais.

Para isso, novas metodologias foram criadas para mensurar e aprimorar o tradicional Produto Interno Bruto (PIB) e transformá-lo em sustentável ou PIB verde, também conhecido por Contas Satélites Ambientais<sup>1</sup>, pois agregados econômicos convencionais observados através da contabilidade nacional não refletem a realidade à medida em que atividades de produção e de consumo estão utilizando ativos ambientais e limitando a capacidade futura desses ativos (RUSSI et al., 2013).

Os tipos de contas de ativo ambiental estão divididos em: (a) minerais e recursos energéticos; (b) madeira, natural e cultivada; (c) aquática, peixes selvagens e de aquicultura; (d) terra, cobertura e uso da terra e contas florestais; (e) os recursos hídricos; recursos do solo, e outros recursos biológicos (ALFIERI, 2013).

Para Castañeda (2013), as contas de ativos ambientais são úteis para formar indicadores de acompanhamento do desenvolvimento sustentável, que são, por exemplo: energia e poluição do ar para uma produção mais eficiente e ar mais limpo; estoques de minerais e energia, com foco em regras fiscais, receitas de gestão minerais para o crescimento em longo prazo; terrenos e ecossistemas, equilibrando as necessidades do turismo, agricultura, abastecimento de água, erosão do solo e outros usos; contabilidade da água e gestão de recursos.

O efeito simbiótico entre economia e o meio ambiente ganhou força devido à pressão da sociedade mundial que questiona o modo de produção tradicional em virtude das mudanças climáticas e da degradação ambiental. Esta compreensão iniciou o debate do uso das energias renováveis em substituição a energia fóssil e de novos modelos de produção capitalista dada a

---

<sup>1</sup> É consenso dentro do escritório de estatística das Nações Unidas que as contas nacionais do PIB não devam ser mudadas de imediato. Um novo sistema deveria ser usado ao longo do tempo de forma comparativa, criando, assim, um conjunto de contas satélites ambientais, de forma que ao se ligar as contas satélites ao sistema de contas nacionais permitirá a criação de indicadores que possam esclarecer a inter-relação entre o sistema econômico e o meio-ambiente (SILVA, 2003; YOUNG, 2003).

necessidade de diminuição dos índices de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera e desenvolvimento do planeta com opções mais sustentáveis.

Segundo os relatórios<sup>2</sup> do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e da Organização Meteorológica Mundial (OMM), os países devem combater as emissões de poluentes produzidos através da queima de carbono, ou seja, as partículas liberadas por veículos e atividades industriais, podendo limitar o aumento da temperatura média do planeta em 2%. Os relatórios produzidos pelos órgãos internacionais de proteção climática e ambiental, ainda, enfatizam que o aquecimento do clima teria um maior impacto na produção agrícola, biodiversidade e evitaria a morte prematura de cerca de 2,5 milhões de pessoas por ano.

No caso do Brasil, o país é signatário em tratados e convenções internacionais. Segundo Carvalho (2008, p.1051 *apud* LEMOSO, 2014), a partir destes acordos os países integrantes “submetem-se a procedimentos legislativos próprios para que sejam inseridos no ordenamento jurídico brasileiro”, com o intuito de preservação do meio ambiente e diminuição dos gases de efeito estufa. A participação brasileira como signatário se justifica por este ser rico em recursos naturais, como a floresta amazônica e sua bacia, longo litoral, pantanal e em toda sua diversidade de fauna e flora.

O Brasil, através da Lei nº 9.433/1997, fez um inciso à Constituição Federal/1988, reafirmando a importância do recurso hídrico em sua carta magna ao colocar a água como direito fundamental e instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, criando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Nessa lei, o art. 2º tem o objetivo de assegurar à atual e às futuras gerações a disponibilidade de água com a qualidade adequada; a utilização racional e integrada dos recursos hídricos para um desenvolvimento sustentável; e a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais. Para isso, a Política Nacional de Recursos Hídricos é definida no art.1º e se baseia fundamentalmente nos seguintes princípios: i) a água é um bem de domínio público; ii) a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico; iii) em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais; iv) a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas; v) a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da

---

<sup>2</sup> Avaliação Integrada sobre Carbono Negro e Ozônio Troposférico, apresentado em julho de 2011 na reunião da Convenção Quadro da ONU sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC) na cidade de Bonn (Alemanha).

Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e; VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades (BRASIL, 2016).

Com relação ao recurso hídrico, o Brasil tem 14% desse recurso natural do planeta. O País ainda se destaca perante os outros países por ter 47% de sua matriz energética, em todos os usos energéticos, a partir de fontes de energia renováveis<sup>3</sup>. Estudos feitos pela EPE (Empresa de Pesquisa Energética) para o PDE (Programa de Desenvolvimento Energético) apontam que até 2030 o País estará entre as maiores potências energéticas do planeta, não só pela descoberta do pré-sal e sua imensa potencialidade de petróleo e gás como pelo destaque no desenvolvimento de bioenergia à base de cana-de-açúcar, mas também por ser privilegiado com uma imensa bacia hidrográfica, que é a fonte principal na geração de eletricidade com as hidroelétricas (MME, 2008)

Como geradora de energia pelas usinas hidroelétricas, a água é responsável por cerca de 80% da matriz energética renovável nacional. Em termos específicos na geração efetiva de eletricidade, cerca de 90% da oferta brasileira provém das usinas hidroelétricas (ANEEL, 2016). No entanto, apesar do País possuir uma das maiores bacias hidrográficas do mundo, o seu potencial das hidroelétricas para o futuro não é muito promissor, pois mesmo sendo possível aumentar sua capacidade alagando grandes áreas, devido aos pequenos desníveis, estes grandes reservatórios resultam em armazenamento de energia de caráter modesto. (CASTRO, 2010. p. 5)

A matriz energética brasileira, que tem como seu principal insumo gerador de energia a água, sofre as intempéries da sazonalidade das chuvas, o que leva, em períodos de estiagem, a redução da capacidade de geração das hidroelétricas e a necessidade de se utilizar das usinas termoelétricas, que fornecem energia mais cara e “sujam” a matriz energética brasileira, pelo fato de seus geradores utilizarem da queima de combustível não renovável e altamente poluidor (PÉRES, 2014). A influência das intempéries climáticas não é exclusividade da matriz energética que tem em seu principal insumo a água, mas também por ser um país que tem em sua base produtiva a exportação de *commodities* ambientais, reconhecido como o celeiro do mundo. Logo, além dos frequentes racionamentos de eletricidade, as quebras de safra causadas

---

<sup>3</sup> Artigo “O Brasil e as Fontes Renováveis de Energia” do Ministério de Minas e Energia.

por períodos de estiagem e má utilização da água têm um forte impacto nas contas privadas e nacionais (CARDOSO, 2005).

Estes motivos, por si só, em particular, na economia brasileira, justificam a necessidade de estudos estratégicos de longa duração, em que deve-se pensar nas consequências da exploração das bacias hidrográficas brasileira e fixar as bases para essa exploração futura, realizando uma análise intertemporal da utilização desse recurso ambiental. A problemática desse trabalho se baseia em entender a influência da água na economia, através das contas satélites ambientais, que permitirá calcular um PIB ajustado pelo recurso hídrico. Para isso, o sistema de contas satélites ambientais se encontra como alternativa para que os atores de criação de políticas públicas possam avaliar os fatores de produção e seus efeitos na sociedade e meio ambiente.

Salienta-se que, apesar de toda a sua riqueza natural, o Brasil não está a salvo dos males causados pelos processos de produção, sendo necessária a valoração de suas riquezas naturais, primeiramente a água. A partir da metodologia de contas satélites, o País estará avançando rumo a uma nova visão sustentável que seja capaz de criar ações públicas melhoradas focadas na área sustentável, podendo descobrir em quais setores da sociedade existe maior demanda pela água e em quais possam existir possíveis desperdícios, de tal maneira que seja possível otimizar a utilização desse fator ambiental.

O objetivo desse trabalho consiste em, a partir das estatísticas nacionais e através do método proposto pela ONU, o SICEA<sup>4</sup>, analisar o fluxo hídrico e ajustar o produto nacional tradicional do Brasil para a contabilidade hídrica no período de 2007 a 2012. O PIB ajustado, que gravitará ao lado do PIB ‘tradicional’, consiste em um complemento da tradicional contabilidade econômica do país através da contabilidade de sustentabilidade. Essa contabilidade complementar permitirá ao uso da água na economia brasileira um novo panorama para os agentes públicos, que poderão mensurar e formar ações mais eficazes para a otimização desse recurso natural.

Justifica-se este trabalho pelo fato do processo produtivo da economia brasileira está diretamente ligada à riqueza hídrica, em particular à exportação de *commodities* (como, por exemplo, a soja) e à produção energética nacional, que é hídrica, e pelo fato do bem-estar da

---

<sup>4</sup> Sistema Integrado de Contas Econômico-Ambientais.

população está diretamente relacionado a essa riqueza ambiental, que mostra ser necessária a contabilização e a integração da água como patrimônio ambiental nas contas nacionais.

No caso brasileiro, o foco deve estar na otimização da utilidade do insumo água nas contas satélites e sua contribuição na formação de indicadores de desenvolvimento sustentável em recursos hídricos (NEVES, 2013), visto que as externalidades causadas pelos métodos de produção da economia moderna de alto consumo energético e dos insumos naturais chegaram ao limite aceitável pelos agentes econômicos e, portanto, novas ideias são necessárias para amenizar todos os efeitos causados. Nesse trabalho, os dados que foram utilizados para o Brasil são híbridos e mensurados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Agência Nacional de Águas (ANA), Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) e Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), de forma que são vistos o custo, receita, produção, deterioração, volume e o valor, e setores de consumo, industrial e agrícola.

O trabalho está dividido em seis capítulos. O primeiro, a introdução, apresenta a contextualização, objetivo e problemática do assunto a ser tratado. No segundo capítulo, é realizada uma revisão teórica e bibliográfica. No terceiro capítulo é apresentado as formas de uso da água no mundo e no Brasil. No quarto capítulo, é explicado a metodologia e os componentes que são utilizados para fazer um estudo de caso para o Brasil. No quinto capítulo, são analisados os resultados obtidos e, por fim, no último capítulo são feitas as considerações finais.

## 2 A MENSURAÇÃO E USO DA ÁGUA

Nesse capítulo, inicialmente é realizado o esforço de apresentar uma análise teórica em volta das contas nacionais ambientais, da criação das contas nacionais por Leontief, atravessando pela introdução da tocada ambiental na economia e chegando no sistema de contas ambientais e os desafios para implementação no Brasil. Posteriormente, é apresentada uma revisão bibliográfica de trabalhos presentes na literatura nacional e internacional, de forma que demonstre a relevância desta dissertação e sua singularidade frente a outros trabalhos.

### 2.1 ECONOMIA E MEIO AMBIENTE

No final dos anos 60 e início dos anos 70, a emergência do movimento ambientalista, com a criação das primeiras organizações de estudo e de proteção ao meio ambiente<sup>5</sup>, somado ao choque do petróleo, fizeram com que os pesquisadores voltassem seus olhos para o debate dos recursos naturais, da energia e do meio ambiente. Segundo Romeiro (2000), a reversão dos processos de degradação do meio ambiente e o alcance da “sustentabilidade forte” só serão alcançados através de uma mudança institucional e organizacional da sociedade.

Começaram a germinar novos paradigmas e críticas ao modelo de desenvolvimento econômico vigente, ou seja, surgiu um conflito entre crescimento econômico e preservação dos recursos ambientais. Tal conflito pode levar ao limite empecilhos para o próprio crescimento econômico. A crítica ambientalista ganhou espaço no campo da ciência econômica, dado ser o funcionamento do sistema econômico o objeto central da crítica. Com isso, os valores ambientais nascem de uma construção social institucionalizada (AMAZONAS, 2009, p.200), como visto pelo renomado economista e filósofo francês Serge Latouche:

*“S’il est admis que la poursuite indéfinie de la croissance est incompatible avec une planète finie (...) si nous ne changeons pas de trajectoire, la catastrophe écologique et humaine nous guette.”* [Se aceitar que a continuação indefinida de crescimento é incompatível com um planeta finito (...) se não mudar de rumo, catástrofe ecológica e humana nos espera.] (LATOUCHE, 2007)

Desde os primeiros debates sobre os inúmeros problemas ambientais aparecidos ao longo dos anos na sociedade capitalista moderna, têm sido criadas ferramentas para a proteção, preservação e otimização dos recursos naturais e ambientais e suas externalidades, além de

---

<sup>5</sup> World Wide Fund for Nature (WWF), em 1961, e Greenpeace, em 1971.

diferentes instrumentais econômicos para se mensurar a economia e o meio ambiente. Duas vertentes criadas a partir destes anseios foram a economia ambiental (*environmental economics*) e a economia ecológica (*ecological economics*) (CAVALCANTI, 2010, p.54).

A economia ambiental (*environmental economics*) é um dos ramos do *mainstream* econômico, que incorpora em seu esquema analítico a restrição ambiental. Ou seja, como o sistema econômico vigente exerce uma pressão sobre o meio ambiente, isto fez com que as análises econômicas apresentassem respostas sobre essa nova fronteira de estudo (ANDRADE, 2008, p.19).

O meio de produção capitalista tem como “combustível” a retirada de recursos naturais do meio ambiente, devolvendo-os sob a forma de rejeitos e resíduos dos processos de produção e consumo. Por definição, os recursos providos pelo meio ambiente são finitos e o sistema econômico força os meios de produção a consumir cada vez mais esses recursos; logo, levaria a uma crescente escassez de materiais, além do que a poluição causada pelo sistema econômico é negativa para o bem-estar dos indivíduos e dos ecossistemas (LATOUCHE, 2007).

Os problemas ambientais estão diretamente relacionados à ideia básica da escassez crescente de recursos e também com a poluição gerada pelo sistema econômico. Conforme Motta (1998), a valoração econômica do meio ambiente é determinada através da diferença de bem-estar dos indivíduos após mudanças na quantidade de bens e serviços ambientais.

Pigou (1920), em seus estudos dentro da teoria ambiental, focou seu interesse no bem-estar (*welfare economics*) e bens públicos (o meio ambiente). Com isso, entende-se que a interferência dos meios de produção da economia no meio ambiente constitui numa externalidade negativa, que leva a custos e benefícios envolvidos na adoção de mecanismos de controle da poluição, a fim de achar um ponto de ótimo de *Pareto* entre bem-estar e custo dos níveis de poluição.

“My reply is that the environment of one generation can produce a lasting result, because it can affect the environment of future generations. Environments, in short, as well as people, have children. Though education and so forth cannot influence new births in the physical world, they can influence them in the world of ideas”. (PIGOU, 1932, p.113).

Coase (1960) foi de encontro à teoria de Pigou ao observar que as externalidades não necessitavam da regulação exclusiva do estado para que os agentes não pudessem, por eles mesmos, tomar decisões que os levassem para um estado considerado ótimo. Porém, para isso,

era preciso que fossem respeitados alguns princípios, tais como clareza dos direitos de propriedade, livre negociação e baixo custo de transação.

O direito de propriedade se enquadra no uso de um bem, pois o mesmo recurso pode ter usos diferentes e externalidades diferentes. Estes bens também podem ser divididos em privado (quando pertence a um indivíduo definido que tem o poder de controlar e cobrar o uso do recurso) e comum (que pertence a todos) (MANKIWI, 1999).

Uma externalidade consiste em um custo ou benefício que é imposto sobre alguém por ações tomadas por outros, positiva quando causa benefícios e negativa quando causa custos. As externalidades ambientais são os efeitos causados por alguma atividade que afeta o meio ambiente e, conseqüentemente, altera o bem-estar social (MANKIWI, 1999).

Já no tocante aos recursos naturais, a análise está focada na alocação intertemporal de seu uso. Essa alocação deveria ser determinada com base na maximização dos ganhos obtidos com a extração do recurso ao longo do tempo, usando-se os conceitos de custo de oportunidade e desconto para se determinar a taxa ótima de extração (ANDRADE, 2008).

Por outro lado, a economia ecológica (*ecological economics*) nasceu no contraponto da economia do meio ambiente, pois observa o debate com uma visão mais pluralista e não-mecanicista ao dar uma importância para elementos biofísico-ecológicos no sistema econômico, como um sistema que evolui e não-determinístico (ANDRADE, 2008, p.19). Ou seja, a integração de conceitos das ciências econômicas e das ciências naturais oferece uma perspectiva das interações meio ambiente-economia para, assim, definir e solucionar os problemas ambientais (AMAZONAS, 2002). A relação feita por essa vertente de análise tem o propósito de estudar “políticas capazes de mitigar os impactos destrutivos sobre o ambiente, de medidas para a realização do bem-estar social” (CAVALCANTI, 2004, p.155).

Segundo Fernandez (2011), essa escola reconhece a necessidade de defesa da equidade social, levando em consideração as gerações futuras, utilizando o ferramental microeconômico para encontrar um preço de equilíbrio e uma alocação ótima de recursos. Assim, “internalizar custos ambientais a fim de se obterem preços que reflitam os custos de oportunidade sociais completos” (CAVALCANTI, 2010, p.55).

Diferente da economia do meio ambiente mecanicista, reducionista e utilitarista, a economia ecológica agrega uma visão pluralista para entender a inter-relação entre economia e o ecossistema. Ao utilizar o ferramental da termodinâmica, pode-se observar como os meios de



produção capitalista geram perda de energia e resíduos. Em termos da entropia, *“the cost of any biological or economic enterprise is always greater than the product. In entropy terms, any such activity necessarily results in a deficit”* (GEORGESCU-ROEGEN, 1976, p.55).

A evolução dos estudos sobre a economia e o meio ambiente, seus recursos e sua degradação, ramificaram-se para várias formas de análise. Uma dessas formas é o sistema de contas nacionais ambientais que fornece uma base para o desenvolvimento de todos os tipos relevantes para a concepção e avaliação de indicadores de políticas públicas.

Os indicadores que podem ser derivados desse sistema de contas nacionais com foco ambiental incluem muitos aspectos não relacionados no sistema de contas nacionais tradicionais e oferecem uma vasta gama de combinações de variáveis relativas à economia e ao ambiente para informar os formuladores de políticas públicas, além de estar em combinação com outros padrões estatísticos, como os aspectos sociais.

## 2.2 ÁGUA E DESENVOLVIMENTO HUMANO

Em 1992, realizou-se a Conferência Internacional sobre a Água e Meio ambiente (ICWE), que objetivava estruturar uma nova abordagem para o desenvolvimento e gestão de recursos hídricos. Esta proposta foi aprovada pelos oitenta organismos internacionais presentes na conferência. Para Solanes (1998), o relatório formou recomendações de ação em nível local, nacional e internacional e estabeleceu quatro princípios:

1. A água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para sustentar a vida e o desenvolvimento do meio ambiente.
2. Desenvolvimento e gestão da água deverão ser baseados numa abordagem participativa, envolvendo usuários, planejadores e agentes políticos em todos os níveis.
3. As mulheres desempenham um papel central no fornecimento, gestão e proteção da água.
4. A água tem um valor econômico em todos os usos competitivos e deve ser reconhecida como um bem econômico.

Assim, se seguidos os princípios supracitados, seria possível adquirir os benefícios de redução de pobreza e doenças, proteção contra desastres naturais, reuso e conservação da água, desenvolvimento urbano sustentável, produção agrícola e abastecimento rural, proteção dos

ecossistemas aquáticos e resolução de conflitos de água. A água pode ser caracterizada como um recurso econômico (em relação a riqueza agregada) e também como uma ligação direta ao desenvolvimento humano e bem-estar.

O uso da água está relacionado diretamente ao desenvolvimento humano e ao bem-estar do indivíduo. O bem-estar, por sua vez, está ligado diretamente ao acúmulo de riqueza pois, para Ostrom et al. (1999) a relação entre meio ambiente e pobreza pode ser caracterizada pela escassez de recursos naturais que agravam o quadro de pobreza dos indivíduos, que se encontram incapacitados de encontrar alternativas viáveis de acesso aos recursos hídricos, pela incapacidade das famílias de financiar ligação às redes de abastecimento de água por meio de seus próprios rendimentos.

Em nível mundial, aproximadamente um terço das pessoas não tem uma fonte de água segura à sua disposição – cerca de 385 milhões de indivíduos. Estas mesmas pessoas recebem menos de 1 dólar por dia (PNUD, 2006), havendo uma ligação direta entre o nível de pobreza e dificuldade de acesso ao recurso hídrico potável. Frente a isso, a ONU elaborou os objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) com intuito de gerar ações e políticas para a melhoria das condições de vida da população, seja no âmbito internacional, nacional, estadual ou municipal, englobando intervenções multi-setoriais percebidas nos seus próprios enunciados: 1 - erradicar a extrema pobreza e a fome; 2 - atingir o ensino básico universal; 3 - promover a igualdade entre os sexos e a autonomia das mulheres; 4 - reduzir a mortalidade infantil; 5 - melhorar a saúde materna; 6 - combater o HIV/AIDS, a malária e outras doenças; 7 - garantir a sustentabilidade ambiental; 8 - estabelecer uma parceria mundial para o desenvolvimento.

Entre os objetivos do ODM, os que possibilitam o acesso a água potável são reduzir a mortalidade infantil, melhorar a saúde materna e garantir a sustentabilidade ambiental. Motta (2002) define que várias doenças que atingem as camadas mais miseráveis da sociedade são explicadas pela péssima qualidade ou baixo acesso ao recurso hídrico. O autor correlaciona a mortalidade infantil com serviços de saneamento básico e afirma que o aumento de 1% no investimento em saneamento reduziria em 2,5% a mortalidade infantil. Bucknall (2006) deixa claro como a vivência num ambiente ecológico saudável tem uma relação positiva para a saúde e qualidade de vida das camadas mais carentes da sociedade:

*“Água mais limpa, ar mais puro e melhor saneamento não só reduzirão a carga de doenças sobre os pobres como também produzirão um ambiente mais limpo de modo geral” (BUCKNALL et al., 2006, p.3).*

Para Amartya Sen<sup>6</sup>, a falta de acesso à água priva as pessoas do seu próprio desenvolvimento, pois diminui as oportunidades de realizar o seu potencial enquanto seres humanos. Nesse sentido, o desenvolvimento tem foco na melhora da qualidade de vida, logo, está diretamente relacionado com o acesso das pessoas aos serviços públicos, com água potável e segura.

O bem-estar requer a capacitação, que nada mais é que um tipo de liberdade (SEN, 2000), a liberdade de realizar combinações de seus funcionamentos. Assim, caso os indivíduos não tenham renda para garantir o próprio acesso à água e exista o descaso do poder público para com as camadas mais pobres, ocorre a privação das capacitações dos que mais necessitam. Motta (2002) descreve essa situação ao apontar os custos associados à poluição urbana e afirma que, como os pobres têm menos meios para arcar com gastos defensivos contra a poluição, tendem, então, a sofrer mais com os seus efeitos.

Logo, a restrição da água atinge diretamente a qualidade de vida das pessoas e essa condição vem se deteriorando pelo crescimento da população urbana, desflorestamento e pela poluição causada pelos meios de produção. Tais fatores estão se agravando com o passar do tempo, pois o meio ambiente não está configurado para se recompor com a mesma intensidade que ocorre a deterioração<sup>7</sup>, em particular do uso da água.

### 2.3 AJUSTAMENTO AMBIENTAL DO INSUMO-PRODUTO

A teoria de Insumo-Produto pode ser definida pelos fluxos monetários de bens e serviços entre agentes de produção e agentes da demanda final, que podem ser copilados em uma matriz. Esta teoria foi Criada por Wassily Leontief, nas décadas de 1930 e 1940, como sendo “*uma adaptação da teoria neoclássica de equilíbrio geral ao estudo empírico da interdependência de quantidade entre atividades econômicas inter-relacionadas*” (LEONTIEF, 1936, p.134).

---

<sup>6</sup> Sen (2000), na abordagem das capacitações, enfatiza os aspectos das privações dos indivíduos, ou seja, a perda de liberdade dos seus desejos, que retarda o desenvolvimento humano. Essa teoria parte do princípio que a razão de ser do desenvolvimento é o ser humano, para quem o desenvolvimento baseia-se em dois conceitos fundamentais; funcionamentos e capacitação. Os funcionamentos são as coisas que as pessoas consideram valiosas para fazer ou ser. A capacitação está ligada às combinações de funcionamentos, cuja realizações são possíveis para o indivíduo.

<sup>7</sup> Sachs (2002) observa que o tempo, pela ótica ambiental, ultrapassa a racionalidade tradicional utilizada na economia (anos), uma vez que na ecologia o tempo se amplia para séculos e milênios.

Essa abordagem identifica a interdependência das atividades produtivas no que diz respeito aos insumos e produtos utilizados e gerados pelo processo de produção. É possível observar, de forma simples, a economia total de um país para descrever as operações em termos de relações estruturais observáveis (BURKOWSKI, 2015). Tradicionalmente, a matriz de insumo-produto é muito utilizada para mensurar a produção da economia de um país ou região, o que não a livra de críticas. Uma delas é o fato de não conseguir captar as variáveis ambientais em relação ao meio de produção capitalista. Assim, vários órgãos e pesquisadores se debruçaram para aperfeiçoar as contas nacionais.

Leontief (1970) agrega o meio ambiente à economia ao observar que a poluição gerada através dos meios de produção da economia poderia ser mensurada de várias formas e incorporada às contas nacionais. No trabalho publicado em 1970, o autor quantificou os gases poluentes gerados na produção diária de uma fábrica. Em 1972, o autor reafirma a tese em que a produção de bens e serviços e seus resíduos são esclarecidas em uma análise na estrutura convencional de insumo e produto, produção de bens industriais e serviços.

Leontief (1973) constatou que os gases poluentes derivados das indústrias constituem uma externalidade negativa que integraliza o modelo de insumo e produto na economia nacional. Existe uma inter-relação entre o que é produzido e seus rejeitos e isso pode ser descrito da mesma forma como se faz na matriz de insumo-produto. Os resíduos podem ser incorporados nas atividades econômicas que minimizam a degradação ambiental, acompanhando as operações industriais em um sistema de insumo-produto aperfeiçoado.

O autor procurou descrever as emissões dos gases como externalidades negativas. Leontief incorporou o efeito poluidor da produção capitalista em um modelo convencional de insumo-produto dentro de um quadro de economia nacional (LEONTIEF, 1972 *apud* PIMENTEIRA, 2002). Portanto, é necessária uma forma de valoração ambiental dentro das mensurações econômicas.

A partir de anseios da comunidade científica e da crescente preocupação mundial ao meio ambiente, iniciaram-se estudos para conseguir incorporar a depleção ambiental dentro das contas nacionais. Através de uma série de seminários, encontros, congressos e publicações científicas, criaram-se novas metodologias para mensurar e aprimorar o assim chamado PIB verde ou Contas Satélites Ambientais.

O sistema de contas satélites ambientais se encontra como alternativa para que os atores de criação de políticas públicas possam avaliar os fatores de produção e seus efeitos na sociedade e meio ambiente. O método proposto pela ONU, o SICEA,<sup>8</sup> tem a capacidade de formar um PIB ajustado, conhecido como contas satélites ambientais, o qual gravitará ao lado do PIB 'tradicional', complementando a contabilidade econômica do País com sustentabilidade, possibilitando, assim, criar um novo panorama no qual os agentes públicos poderão mensurar e formar ações mais eficazes para a otimização dos recursos naturais, a fim de maximizar a utilidade dos recursos ambientais.

## 2.4 CONTAS AMBIENTAIS

O objetivo da Contabilidade Ambiental consiste em corrigir o erro da contabilidade nacional tradicional, que considera os ativos ambientais e os serviços ecossistêmicos como formas de riqueza não-produzida (reservas de valor que não são resultado do processo produtivo). Desta forma, incorporam a perda de valor dos ativos no Sistema de Contas Nacionais. Ou seja, trata-se de métodos que consideram a depleção dos ativos ambientais, tanto em unidades físicas quanto em valores monetários.

O Relatório de Brundtland, em 1987, lançou o conceito de desenvolvimento sustentável. Brüseke (1998) e Martins (2005), no início da década de 1990, desencadearam em uma série de estudos empíricos sobre a economia e o meio ambiente e uma das pautas foi a Contabilidade Ambiental. Tais preocupações foram reafirmadas na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED), realizada no Rio de Janeiro, em 1992<sup>9</sup>, com teve participação de 178 nações.

“Establishing systems for integrated environmental and economic accounting... in all member States at the earliest date, with the main objective to expand existing systems of national economic accounts in order to integrate environment and social dimensions in the accounting framework”. (UN, 1992, pg. 4-5)

A partir do UNCED, foi publicado um trabalho intitulado "*Growth, Competitiveness, Employment*" (EU, 1993), que realçou a apreensão dos países desenvolvidos em relação ao

---

<sup>8</sup> Sistema Integrado de Contas Econômico-Ambientais.

<sup>9</sup> Relatório da *United Nations Conference on Environment and Development*, Rio de Janeiro, 3-14 June 1992, vol. I. Resolução adotada pela Conferência (*United Nations publication, Sales No. E.93.I.8 and corrigendum*).

crescimento sustentável, ao salientar a necessidade de uma "nova abordagem de desenvolvimento" que foque além de crescimento econômico, englobando índices como qualidade de vida, emprego, desenvolvimento local e ambiental. Desta forma, gerou um sistema europeu único de contas e indicadores econômicos e ambientais integradas; logo, houve a germinação de uma Contabilidade Verde para o continente.

A partir dessas ações, o Escritório Estatístico da União Europeia (EUROSTAT) inaugurou o financiamento de projetos-piloto, como, no ano de 1993, do SEEA<sup>10</sup> *Central Framework*, que se baseia no *Handbook of National Accounting: Integrated Environmental and Economic Accounting*. O SEEA surgiu a partir de discussões em curso sobre como medir e avaliar o conceito de desenvolvimento sustentável. Foi adotado pela Agenda 21 da Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento do Meio Ambiente, sendo divulgado como um trabalho em andamento, em reconhecimento ao fato de que a discussão conceitual e os testes de metodologias necessários precisariam de aperfeiçoamentos.

Outro projeto foi o *London Group on Environmental Accounting*, em 1994, que reuniu em um fórum vários especialistas em contabilidade para discutir programas de Contabilidade Ambiental, sendo responsável pelo processo de revisão do SEEA, que teve seu início em 1998, a partir de uma ação conjunta com as Nações Unidas, Comissão Europeia, Fundo Monetário Internacional, Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico e o Banco Mundial, com sua primeira revisão em 2003 (SEEA, 2003).

“A Contabilidade dos Recursos Naturais é a compilação, dentro de uma estrutura contábil, de dados relativos aos recursos naturais, organizados em termos de estoques e fluxos. O conceito também inclui a interpretação dos dados e a elaboração de relatórios. A Contabilidade dos Recursos Naturais pode envolver tanto valores físicos como monetários” (DE LIMA, 2004, p.54 *apud* INTOSAI, 1998).

A UNSD<sup>11</sup> e PNUMA deram um grande passo na direção à integração da restrição ambiental às contas a partir das publicações do Manual Operacional de Contabilidade Ambiental e Econômica Integrada<sup>12</sup> (2000) e o SICEA<sup>13</sup>(2003). O próximo passo foi dado pela Divisão de Estatísticas das Nações Unidas para aprimorar o SICEA e torná-lo em um padrão

---

<sup>10</sup> *System of Environmental-Economic Accounting*.

<sup>11</sup> A Divisão de Estatísticas das Nações Unidas (inicialmente conhecida como UNSTAT).

<sup>12</sup> *Integrated Environmental and Economic Accounting An Operational Manual*.

<sup>13</sup> Sistema Integrado de Contas Econômicas e Ambientais.

estatístico internacional. Este estabeleceu um grupo de pesquisa chamado de Contabilidade Ambiental-Econômica (UNCEEAA), em 2005, o qual produziu três documentos:

- 1) O *Framework Central SICEA*<sup>14</sup> (SICEA CF), que particulariza as contas ambientais que já foram definidas e aceitas pelos pesquisadores para serem incluídas no padrão internacional das Contas Nacionais.
- 2) A Contabilidade Ecológica Experimental SICEA (SICEA CEE) que, como o próprio nome induz, trabalha com contas em que ainda não há consenso entre os especialistas. Por isso, o SICEA CEE ainda não é padrão internacional reconhecido.
- 3) O SICEA EA, ou Extensões e Aplicações SICEA, incorpora as aplicações das contas presentes no SICEA CEE, de forma a gerar uma ligação entre os compiladores e analistas com o SICEA FC.
- 4) O Comitê do Programa Estatístico aprovou, em 2003, a Estratégia Europeia de Contabilidade Ambiental (EECA)<sup>15</sup> e estabeleceu uma base legal, a Contabilidade Ambiental, em 2011, pelo Parlamento e Conselho Europeu, através da Regulação sobre Contabilidade Ambiental Econômica. Em 2012, o SICEA CF foi considerado um padrão internacional estatístico de mensuração e contabilização da depleção dos recursos naturais, ou seja, “a Contabilidade Ambiental refere-se a modificações no Sistema de Contas Nacionais para incorporar o uso ou a depleção dos recursos naturais” (IUCN, 1998).

Os frutos dos incessantes trabalhos feitos pelos órgãos de estatística e pelos pesquisadores aperfeiçoaram as contas nacionais ambientais. Isso possibilitou uma comparação cada vez mais adequada entre as formas alternativas de utilizar ou preservar os ativos ambientais que leve em consideração não apenas os ganhos, mas também as perdas envolvidas, tanto para gerações atuais quanto futuras.

### **2.4.1 Recursos de fluxo**

Os recursos de fluxo são aqueles que têm a capacidade de renovação, como a água, pois se renovam através do ciclo de fluxo hidrológico, em que a água evapora, é consumida ou

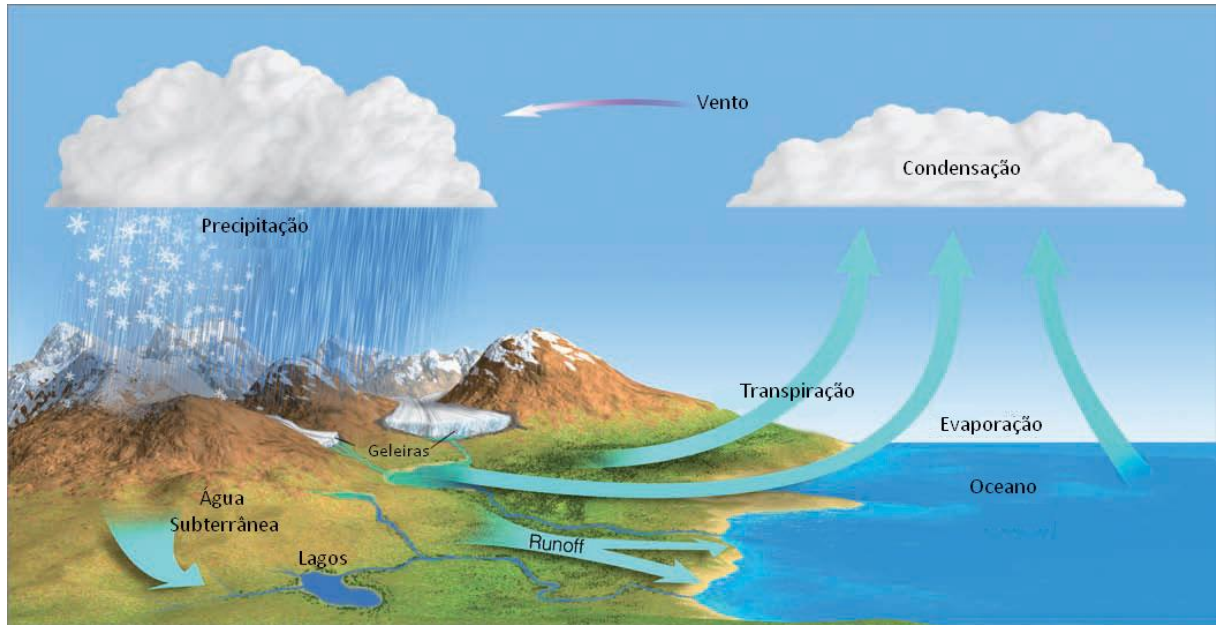
---

<sup>14</sup> *United Nations, European Commission, International Monetary Fund, Organisation for Economic Cooperation and Development, World Bank. Handbook of National Accounting: Integrated Environmental and Economic Accounting 2003.*

<sup>15</sup> Revisto em 2008.

deságua no oceano; esse processo de evapotranspiração do meio ambiente condensa e precipita a água, reiniciando o processo. Para uma melhor visualização, será apresentada abaixo a Figura 1 com o processo descrito.

Figura 1: Ciclo de fluxo hidrológico



Fonte: AHRENS, 2008.

Para o ciclo funcionar sem alteração, os mananciais rios e nascentes não podem ser sobrecarregados pela extração excessiva, poluição, erosão, sedimentação e desflorestamento. Ao interferir nesse ciclo, a precipitação altera esse equilíbrio frágil, fazendo chover demais em certas regiões, causando enchentes e desmoronamentos, o que aumenta o assoreamento de rios e nascentes e também leva a longos períodos de escassez.

Esse processo é diferente em outras situações como, por exemplo com o petróleo, cujo processo de renovação demora milhões de anos; logo, aos olhos humanos ele é considerado não renovável. Ou seja, a utilização desses recursos, em curto prazo, não reduz os seus estoques; porém, não impede que haja perdas na capacidade produtiva e na qualidade de vida dos agentes.

A má utilização dos recursos de fluxo pode causar externalidades na sociedade, tanto em curto prazo como, por exemplo, a falta de abastecimento numa certa região, quanto em longo prazo, como na poluição total de um afluente, pois o processo de sedimentação dos resíduos poluidores pode exaurir por completo o recurso hídrico.



Portanto, a má utilização do recurso pode atingir negativamente o fluxo hídrico; logo, a capacidade de renovação do sistema fica prejudicada e afeta diretamente o bem-estar da sociedade. Com nascentes sedimentadas, escassez de chuvas e rios poluídos não só o consumo humano direto é lesado, mas ao diminuir a oferta de água os preços de produção energética se elevam, a indústria intensiva nesse insumo natural tem seus custos aumentados e a agropecuária tem uma redução direta na sua capacidade produtiva.

Os recursos de fluxo são classificados como recursos renováveis ou exauríveis e estão associados aos não-renováveis. Um exemplo é a degradação das florestas que, apesar de renováveis, podem ser consideradas exauríveis, pois não se recuperam caso sejam destruídas as condições ecológicas que garantem sua regeneração natural (MARGULIS, 1990 *apud* YOUNG, 2003).

Os recursos de fluxo têm a característica de poder voltar ao ciclo através do tratamento da água de uso que retorna ao meio ambiente. Porém, também existe a água de reuso, que nada mais é do que o insumo já utilizado na produção via tratamento que volta a ser utilizado, ajudando na diminuição do consumo desse bem e reduzindo a pressão do aumento produtivo na natureza.

Com relação aos recursos de fluxo, três metodologias de incorporação às contas ambientais são explicitadas a seguir.

#### **2.4.2 Despesas defensivas**

Esse método propõe a exclusão, da demanda final, de todos os custos de precaução contra a degradação do uso dos recursos de fluxo, que são tratados como um consumo ambiental envolvido na produção. Assim, impede que o conjunto das atividades decorrentes da degradação ambiental seja visto como acréscimo de riqueza à economia.

Neste método, a mensuração é feita pelos gastos já realizados e a valoração das despesas é feita pelos próprios preços observados no mercado. O objetivo do ajustamento consiste na diminuição da demanda final da economia, através de uma antecipação das externalidades negativas causadas pela produção. Por exemplo, a criação de uma taxa limite de água para quem ultrapassa uma certa linha pré-definida diminui diretamente o consumo, para que não se chegue a um ponto crítico de escassez hídrica. É aceito que exista uma

externalidade negativa no aumento do preço da água para que no futuro não se tenha uma externalidade negativa muito mais grave.

### **2.4.3 Despesas ambientais**

As despesas ambientais têm como base a retirada do produto dos custos que seriam necessários para evitar a degradação ou restaurar o meio ambiente. Sua diferença com as despesas defensivas é que os gastos são ocorridos após a degradação. Porém, o ajuste proposto é o mesmo, logo, há diminuição do produto.

As despesas ambientais são mensuradas pela estimativa de gastos para restaurar o meio ambiente. Esses gastos têm seu peso vinculado ao desenvolvimento da tecnologia antipoluição, ou seja, há um custo mais baixo se a tecnologia for eficaz. E no limite tecnológico há um estreitamento entre a diferença entre o produto convencionalmente medido e o ajustado (HUETING, 1991 *apud* YOUNG, 2003).

Um exemplo pode ser observado quando uma indústria é obrigada a instalar filtros em suas chaminés devido aos altos níveis de poluição, pois os custos desse filtro são incorporados aos custos do bem final. Porém, os agentes aceitam um nível de equilíbrio entre o aumento de bem-estar e crescimento de custos. Sousa (2008) define que as externalidades podem afetar os agentes não diretamente envolvidos na atividade que produziu a poluição, porém os obrigam a usar recursos para corrigir os seus efeitos.

### **2.4.4 Benefício ambiental líquido**

O benefício ambiental líquido trata do uso dos recursos de fluxo dentro das Contas Nacionais, como custo e benefício social prestado pelo meio ambiente (PESKIN, 1989), dividida em crédito e débito.

O crédito é computado pelos gastos de recuperação dos recursos correspondentes ao serviço prestado pelo meio ambiente e que deveria ser acrescido ao produto como produção ambiental. O débito é o custo imposto aos agentes que tiveram o acesso aos recursos impedidos

devido à sua degradação. O saldo entre serviços e perdas ambientais representaria o benefício líquido da utilização dos recursos naturais e seria incorporado à produção ambiental.

Quando os recursos de fluxo não dispõem de preços de mercado, a técnica utilizada consiste na mensuração da disposição a pagar para a eliminação das perdas ambientais. Logo, uma taxa de desconto intertemporal deveria ser introduzida para a valoração do bem ambiental no presente ou no futuro.

O Quadro 1 sintetiza as propostas de contabilização dos custos ambientais e as respectivas técnicas de valoração dos impactos decorrentes do uso de recursos de fluxo.

Quadro 1 - Propostas de contabilização dos custos ambientais e valoração do uso de recursos de fluxo

<b>Técnica de valoração</b>	<b>Forma de contabilização dos custos ambientais</b>
a) Gasto efetivo decorrente da mitigação da degradação	(Menos) Despesas Defensivas
b) Gasto necessário para evitar a degradação	(Menos) Despesas Ambientais
c) Disposição a pagar ou aceitar dos indivíduos pela eliminação da degradação	(Mais) Benefício Ambiental Líquido

FONTE: YOUNG, 2003

Em suma, todos os procedimentos sugeridos apresentam problemas metodológicos que são ainda agravados pela precária disponibilidade de informações estatísticas e conhecimento da extensão dos impactos ambientais. O Sistema de Contas Nacionais (SCN) mais apropriado é o Sistema Integrado de Contas Econômicas e Ambientais (SICEA), resultado do trabalho do Escritório de Estatísticas das Nações Unidas (UNSO), que foi elaborado com o intuito de compatibilizar as contas ambientais com a nova versão do Sistema de Contas Nacionais (BARTELMUS, 1994).

#### **2.4.5 Sistema Integrado de Contas Nacionais (SICEA)**

O Sistema Integrado de Contas Nacionais Incluindo Contas Ambientais (SICEA) é capaz de uniformizar as estatísticas ambientais e tradicionais de análise econômicas. O sistema consiste em um conjunto de contas satélites que são incorporados ao sistema de contas nacionais (SCN), aumentando as possibilidades de estudos sobre a produção nacional e a utilização dos recursos ambientais (DIAZ, 2008).

O SICEA, que tem sua base nas contas satélites, é capaz de expandir as Contas Nacionais sem interferir no PIB tradicional. Seus objetivos são: (a) identificar as transações econômicas relacionadas com recursos naturais que já estão presentes na estrutura convencional das Contas Nacionais, em particular as despesas defensivas; (b) relacionar as variáveis ambientais em unidades físicas com as variáveis econômicas, em valores monetários; e (c) oferecer indicadores de produto, renda e riqueza que mensurem as perdas resultantes da degradação ou exaustão dos recursos naturais, a partir da valoração monetária desses recursos (YOUNG, 2003).

Os objetivos (a) e (b) correspondem à proposta da NAMEA<sup>16</sup>, podendo ser vistos como uma etapa intermediária para a elaboração do SICEA; o objetivo (c) apresenta a estrutura básica proposta pelo sistema.

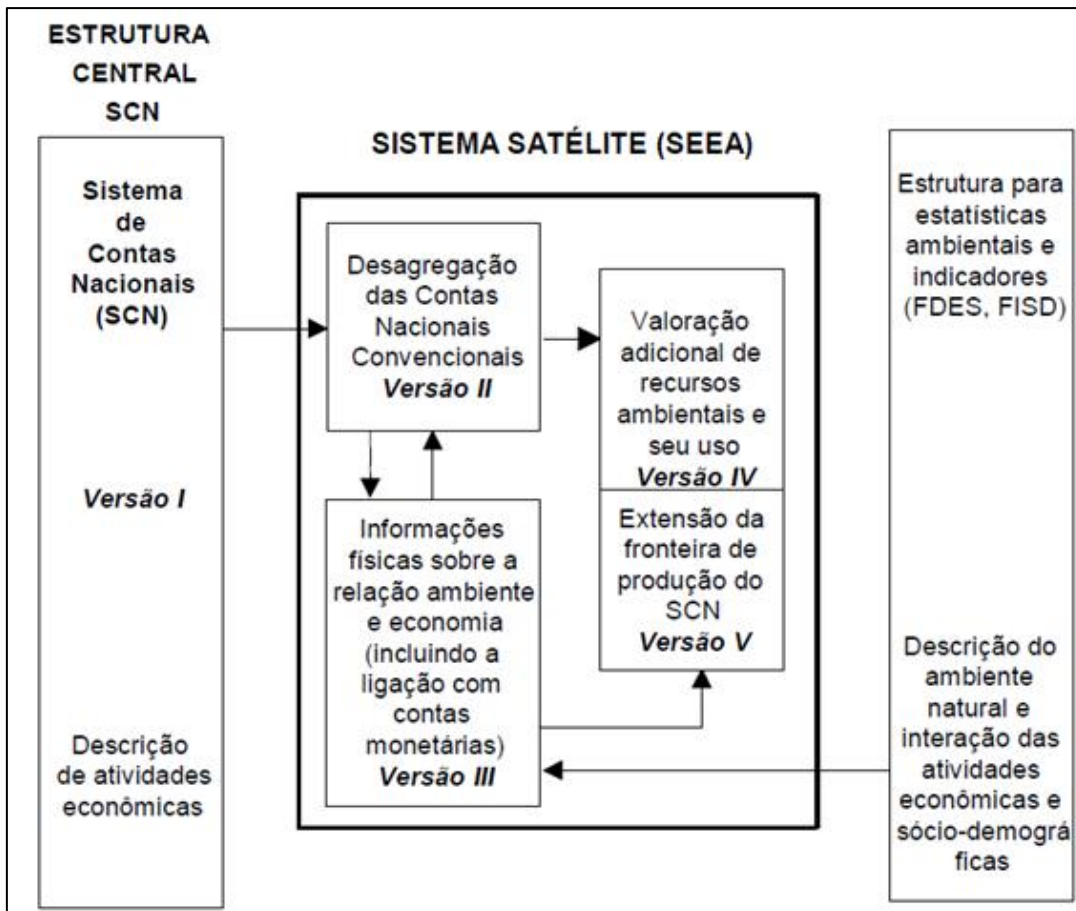
O sistema de contas ambientais ajustados apresenta duas novas categorias de ativos no conceito de formação de capital. A primeira é chamada de ativos econômicos não-produzidos e está relacionada à atividade econômica, por englobar os recursos naturais exauríveis comercializáveis (por exemplo, os recursos minerais, da madeira obtida das florestas nativas e os recursos pesqueiros) (YOUNG, 2003). A segunda categoria é dos ativos ambientais não produzidos e não normalmente comercializáveis, mas que têm influência no bem-estar da sociedade e no nível de atividade econômica (por exemplo, a qualidade do ar e da água, que pode ser afetada consideravelmente pela emissão de poluentes).

A Figura 1 mostra a estrutura do SICEA e sua ligação com o sistema de contas nacionais, com cinco versões ou módulos. A ilustração demonstra uma forma de passo a passo, a qual sai de uma estrutura central, que é o sistema de contas nacionais tradicional, até a formação das contas nacionais ambientais (United Nations, 1993 *apud* Diaz, 2011).

---

<sup>16</sup> *National Accounting Matrix including Environmental Accounts.*

Figura 2: Estrutura do SICEA e Ligação com o sistema de contas nacionais



Fonte: United Nations (1996, p30) *apud* Diaz (2011).

Diaz (2011) apresenta a Versão I como uma estrutura de contabilidade básica do SCN, com algumas alterações nas contas de oferta, uso e patrimônio. As modificações realizadas pelo autor têm por objetivo apresentar detalhadamente atividades econômicas relevantes ambientalmente.

Já a Versão II é descrita com base nos fluxos e estoques identificados separadamente, pois no método convencional eles já faziam parte, porém estavam juntos, fazendo parte das tabelas de oferta e uso e contas de ativos não-financeiros da Versão I.

A Versão III tem o intuito de mesclar conceitos de balanços de matéria/energia e contabilidade de recursos naturais, representando a parte física da versão monetária (IV) do SICEA.

A Versão IV é capaz de estimar o valor dos recursos naturais e os custos atribuídos pelo seu uso (valoração de mercado, valoração de manutenção e valoração contingente). Desta forma, obtém-se indicadores ajustados ambientalmente (acumulação de capital, valor agregado

líquido e Produto Interno Bruto). A Versão V analisa a produção interna e seus impactos no ambiente e no bem-estar humano, através dos métodos de valoração da Versão IV.

Em suma, pode-se observar, com esses “5 passos”, o caminho necessário de SCN para o SICEA. Essa evolução é importante, pois o SCN registra a venda de recursos naturais como valor agregado nas contas de produção e renda. Já o SICEA é capaz de ser sensível à exaustão e degradação de recursos naturais e os registra como custos nas contas de produção e renda.

A Austrália é pioneira no desenvolvimento das contas ambientais focada na água. Em 1994, a reforma do sistema de gestão da água reconheceu o meio ambiente como um usuário de água, a criação de mercados de água e a separação dos papéis institucionais de regulação e operação. Em 2004, o país assinou a Iniciativa Nacional de Águas com a Comissão Nacional da Água. Para implementar as alterações acordadas, requereu novas políticas sobre a água de forma que apoiassem o desenvolvimento de uma plataforma de informação integrada sobre a água no país, o *Australian Bureau of Statistics*. Com o apoio da Agência de Meteorologia (*Australian Accounting Standard Water Issue*), desenvolveu as contas nacionais de água. (CEPAL, 2015)

As contas de água têm sido analisadas pela sua extração, valor uso e valor monetário de água e também pelo ciclo natural da água, ou seja, precipitação, escoamento superficial e disponibilidade de água. Estes indicadores têm sido usados por centros de pesquisa, que determinam as externalidades do crescimento populacional e até como a disposição do recurso hídrico será afetado pelas mudanças climáticas, bem como o impacto disso na economia e o emprego no país (CEPAL, 2015).

Já na América Latina a Colômbia e o México têm uma maior experiência na utilização das contas ambientais hídricas. A Colômbia, como o Brasil, também é rica neste recurso natural. Para a produção dos dados, foi utilizada uma rede institucional, com a cooperação dos Instituto de Hidrologia, Meteorologia e Estudos Ambientais, Departamento Administrativo Nacional de Estatística e as informações publicadas desde 1999 no Estudo Nacional de Águas (CEPAL, 2015)

O México é um país de discrepâncias hídricas com um norte árido e com um sul úmido, o que demandou a criação de órgãos necessários para fazer estudos sobre a água, de forma que pudesse ser otimizada sua utilização frente às diferenças internas. Para isso, em 1989, foi criada a Comissão Nacional da Água e em 1999, junto com o Instituto Nacional de Estatística e

Geografia, foram feitos os primeiros estudos estatísticos desse bem natural; porém, somente em 2006 os órgãos apresentaram a primeira versão do SICEA mexicano (CEPAL, 2015). O Brasil ainda se encontra nos primeiros passos de captação e produção de dados necessários para a formação da sua contabilidade nacional hídrica.

## 2.5 A EVOLUÇÃO DA CONTABILIDADE AMBIENTAL E O ESTUDO DOS RECURSOS HÍDRICOS

A origem da contabilidade ambiental advém do aumento da preocupação ambiental no início da década de 70, com estudos apresentados em diversos congressos, seminários, conferências, que levaram a publicações que tinham a finalidade de espalhar conhecimento. Neste período, houve o aumento da preocupação ambiental, que desencadeou em diversas publicações, congressos e seminários, como em 1972, com o livro “*The Limits to Growth*” ou o Relatório do Clube de Roma (MEADOWS, Donella H.; MEADOWS, Dennis L., 1972), que apontava para o perigo de se ultrapassar os limites da natureza, o que levaria a um colapso da economia mundial em meados do século XXI (DIEGUES, 1992).

Em 1972, houve a Conferência de Estocolmo, que tinha o intuito de discutir o desenvolvimento e ambiente e o conceito de ecodesenvolvimento. No ano seguinte, apresentou-se o trabalho conhecido como Recomendação 96 Educação e Meio Ambiente e Registro Mundial de Programas em Educação Ambiental. Já em 1974, realizou-se o Seminário de Educação Ambiental em Jammi, Finlândia, revolucionando o tema ao reconhecer a educação ambiental como integral e permanente. A conhecida Carta de Belgrado, em 1975, estabeleceu as metas e princípios da Educação Ambiental, junto com o Programa Internacional de Educação Ambiental (PIEA) (MMA, 2016).

Em 1976, o debate chega aos países subdesenvolvidos com a Reunião Sub-regional de EA para o ensino Secundário Chosica Peru, que debateu as questões ambientais na América Latina e como as mesmas estão ligadas às necessidades de sobrevivência e aos direitos humanos. Por sua vez, o Congresso de Educação Ambiental Brasarville, na África, reconheceu que a pobreza é o maior problema ambiental do continente. Em 1979, houve o Encontro Regional de Educação Ambiental para América Latina em San José, Costa Rica (MMA, 2016)

A resposta dada pela Organização das Nações Unidas ao movimento mundial que debatia as questões climáticas resultou na criação da PNUMA, em 1972. Ao longo da década

de 80, diversos órgãos patrocinaram *workshops* para que novas ideias fossem debatidas e para que fossem apresentados novos ferramentais que incrementassem as contas (EL SERAFY, AHMAD, J.Y, S., LUTZ, E., 1989). Em seguida, a França criou um sistema de contas para mensurar, tanto qualitativamente como quantitativamente, porém apenas numa relação que descrevia fisicamente os recursos naturais em uso (ALFSEN, 1996, p.5), o estado e evolução do “patrimônio natural” (VANOLI, 2002, p.395).

O desenvolvimento das Contas Nacionais foi influenciado pela crescente preocupação de que estes indicadores não internalizavam apropriadamente a depleção e a degradação dos ativos ambientais oriundos das atividades econômicas (REPETTO, 1989) (MARKANDYA & PAVAN, 1999), como a proposta feita por Redclif (1987), que defende a necessidade de planejamentos e novos ferramentais. A partir dos novos esforços, criaram-se estimativas de Renda Nacional Sustentável, considerando a depleção e degradação do meio ambiente (HUETING, 1974) (BARTELMU, 1994), que originou o desenvolvimento das contas de fluxos físicos ou NAMEA (BRETON et al., 2009; DALMAZZONE, 2009).

Em 1989, um importante estudo foi elaborado pelo *World Resource Institute* (Repetto, R., Magrath, W., Wells, M., Beer, C., Rossini, F., 1989) (BARTELMUS *et al.* 1989), que estimou os custos de depreciação dos recursos naturais e mostrou que estes gerariam significativos ajustes descendentes de suas taxas de crescimento. Houve avanços ao longo da década de 90 na formalização da noção de como valorar os recursos ambientais e sua degradação, que tornaram possível para começar a construir contas de riqueza e para ajustar o sistema de contas nacionais para ter em conta a depreciação dos ativos ambientais [Hamilton & Clemens (1999); Hamilton (1994); Pearce *et al.* (1996); Pearce & Atkinson (1993); Hartwick (2000); Hartwick (1994); Hartwick (1990)]. Bartelmus et al. (1991) demonstraram ajustes necessários para as despesas ambientais e os custos necessário para reparar a depleção e fazer o meio ambiente voltar ao equilíbrio.

As Contas Ambientais permitem um tratamento dos custos e benefícios sociais prestados pelo meio ambiente como agente econômico, cujas transações com os demais agentes seriam valoradas e consolidadas em uma conta específica (PESKIN, 1989). Ou seja, o SICEA integra as estatísticas ambientais com as econômicas. Exemplificando: uma economia é considerada “não sustentável” se a poupança total fica abaixo da depreciação combinada dos ativos produzidos e não produzidos, os últimos usualmente restritos a recursos naturais (PEARCE & ATKINSON, 1993, 1995). Um exemplo é trabalho de Vaze (1996), que estimou



a depleção da extração de petróleo e gás para 4 casos; Alemanha, Itália, Reino Unido e Países Baixos. Por sua vez, Alcántara (1995) analisou a poluição do ar através do modelo Input-Output ampliado.

O SICEA é um complemento do sistema de contas nacionais com descrições físicas de estoques e fluxos (HUETING, 1991). No SICEA, há clara distinção entre ativos cultivados e ativos naturais (REICH, 1991). Este método também contém um conjunto de contas que descrevem as atividades e transações ambientais e os gastos com proteção ambiental (TONGEREN, 1991).

O avanço mais relevante para a contabilidade ambiental é que o rigor de um sistema de contabilização com seus freios e contrapesos (equilíbrio entre oferta e demanda) pode aumentar a confiança dos dados (MUELLER, 1991). Young (2000) utiliza a metodologia do SICEA para estimar as perdas econômicas ocasionadas pela exaustão dos recursos minerais e depleção pelas emissões de gases poluentes no Brasil e seus impactos na medida de produto e renda.

### **2.5.1 Estudos sobre recursos hídricos**

A água tem sido considerada elemento crucial pela Divisão de Estatística das Nações Unidas para a implementação do SEEA. Desenvolveu-se um subsistema da SEEA-água e criou-se um documento que tem compilações e análises com os conceitos acordados, definições, classificações, tabelas e contas de água e contas de emissão relacionadas com a água, como um padrão estatístico internacional. Desta forma, desenvolveram-se orientações sobre a contabilidade, como as Recomendações Internacionais para Estatísticas de Água, e consolidaram-se as experiências e práticas dos países e organizações internacionais em um conjunto comum e prático de orientações estatísticas. Tais recomendações oferecem suporte para as agências nacionais de estatística no desenvolvimento de estatísticas sobre a água e as contas através de um consultor inter-regional. (UN, 2012).

Porém, antes da Divisão de Estatística das Nações Unidas uniformizar o modelo, já existiam na bibliografia internacional alguns métodos que se dedicaram a prever a demanda de água, sendo elencados por Weber (1993): modelos de suavização exponencial, modelos estatísticos de regressão simples e múltipla, de séries de tempo, de dados longitudinais, modelos de uso da terra. Maier e Dandy (2000) utilizam modelos de redes neurais para previsão das variáveis de recursos hídricos, incluindo precipitação, vazão, nível e parâmetros de qualidade.

Modelos de insumo-produto, relacionados à água, foram aplicados pioneiramente por Isard e Romanoff (1966). Outro estudo importante, citado por Velazquez-Alonso (2003), é creditado a Lofting e McGauhey (1968), que introduziram as demandas por água como entrada em um modelo insumo-produto tradicional. Estes autores atualizaram o modelo com dados para a Califórnia e aplicaram um programa de otimização linear para identificar a trajetória temporal dos preços sombra da água para 24 setores.

Outros pesquisadores que utilizaram a mesma metodologia foram Sanchez-Chóliz, Bielsa e Arrojo (1992), mensurando os recursos hídricos na Espanha, o chamado de água para Aragão. O trabalho de Duarte (1999) analisa como modelo de insumo-produto a relação entre a poluição da água e da estrutura de produção no Valle del Ebro. Anderson e Manning (1983) identificaram as demandas por água na bacia do rio Saskatchewan, no Canadá, em 1979 e em 67 setores e 71 produtos.

O Quadro 2 apresenta um resumo de alguns dos estudos internacionais que utilizaram a metodologia de insumo-produto com foco na pegada hídrica, definindo seus objetivos e principais resultados.

Quadro 2: Revisão de literatura

(continua)

Autor	Objetivos	Conclusão
ANTONELLI, M.; ROSON, R.; SARTORI, M. (2012)	Estimar fluxos de água exportada através de produtos com a análise insumo-produto, considerando efeitos diretos e indiretos. Nos Países do Mediterrâneo em 2004 - Modelo Regional com 11 países e 2 regiões	Concluiu-se que os países exportadores de água via produto são a Turquia e a França. Como maiores importações de água virtual estão Marrocos e Tunísia. Elevadas exportações de água são estimadas quando interdependências sistêmicas são consideradas.
BEKCHANOV, M.; BHADURI, A.; LENZEN, M.; LAMERS, J.P.A. (2012)	Identificar setores econômicos de acordo com seu potencial de crescimento sustentável, via modelo de insumo-produto nacional e, assim, estimar os encadeamentos econômicos e propor medidas de articulação entre setores ricos em água virtual. No Uzbequistão em 2005 - Modelo Nacional com 20 setores	Concluiu-se que o desenvolvimento de indústrias de agro processamento e do setor pecuário são capazes de proporcionar um desenvolvimento econômico mais sustentável no Uzbequistão. Porém, observou-se que, para otimizar as vantagens comparativas, são necessárias melhores infraestruturas de mercado e instituições e maior controle sobre a água residual.
CAZCARRO, I.; DUARTE, R.; SÁNCHEZ-CHÓLIZ, J. (2013)	Analisar os fluxos de água e os impactos da China, Austrália, México e Reino Unido sobre a economia da Espanha (17 regiões) e Mundial em 2005 - Modelo Multirregional.	Concluiu-se que a economia espanhola é importadora de água virtual por produtos que são usados pela demanda doméstica e exportadora de água via produtos agrícolas vendidos na união europeia.
CHANAN, A.; KANDASAMY, J.; SHARMA, D. (2008)	O objetivo consistia em analisar a metodologia de Insumo-Produto para fornecer ferramentas para os <i>policy makers</i> prepararem uma alternativa para uma mudança política muito necessária de gerenciamento de descargas poluentes hídricos na região metropolitana de Sydney num modelo de insumo-produto.	Uma redução das descargas de poluentes para o meio ambiente resulta em uma melhora acentuada na qualidade microbiológica das águas balneárias, na foz do rio Muga, em Castelló d'Empúries, e expõe também a importância de uma mensuração da depleção e das externalidades positivas pela reciclagem de água.

## (Conclusão)

CHEN, Z.M.; CHEN, G.Q.; ZHOU, J.B.; JIANG, M.M.; CHEN, B. (2010)	O objetivo consiste em utilizar a modelagem de equilíbrio biofísico aplicada em uma extensão da tabela de insumo-produto. Na China em 2005. Modelo insumo-produto Nacional com 42 setores	A China deve aliviar sua escassez de água, aumentando a importação de produtos que utilizam muita água em sua produção, ou seja, os produtos agrícolas, o setor de fabricação de produtos alimentícios e de processamento de tabaco.
DI-COSMO, V.; HYLAND, M.; LLOP, M. (2012)	Analisar a existência de um padrão comum no consumo de água em 27 países da União Europeia no ano de 2005, utilizando 2 metodologias: o método que calcula a intensidade de água de uma economia como a soma das intensidades setoriais de água; e método de utilização do insumo-produto para dividir o uso total de água em diferentes canais de renda dentro do sistema de produção.	Concluiu-se que os maiores consumos de água nos países do mediterrâneo ocorrem pela demanda e exportação dos produtos agrícolas, enquanto a demanda doméstica é o principal setor do consumo de água nos países da Europa central e do leste.
LENZEN, M.; FORAN, B. (2001)	Utilizar o modelo de insumo-produto para estimar a demanda de água na economia. Na Austrália em 1994/1995 num modelo de insumo-produto nacional.	O setor agrícola demanda 200 litros/A\$; depois o vem setor de alimentos, com 100 litros/A\$; mineração, com 20 litros/A\$; indústria de manufatura, com 5 litros/ A\$; e serviços, com 15 litros/A\$. Observou-se, também, que um aumento de 10% na renda aumenta em 35% a demanda por água.
OLSEN, T. (2003)	O objetivo consistia m apresentar as contas nacionais ambientais, com o foco da água dinamarquesas em 1999 e mostrar exemplos de uso das contas hídricas.	Observou-se que, do uso total de água utilizada, de 709,7 milhões de m <sup>3</sup> em 1999 na Dinamarca, 392,9 milhões foram demandados pelo consumo doméstico e 316,8 milhões por outros componentes da demanda final. Há uma utilização indireta de água de 122,2 milhões de m <sup>3</sup> nas indústrias.
WANG, Z.; HUANG, K.; YANG, S.; YU, Y. (2013)	Ao combinar um modelo insumo-produto com fluxos de água inter-setoriais, calculou-se a intensidade direta, indireta e bruta da pegada hídrica para diferentes setores. Em Pequim em 2002 e 2007 num modelo de insumo-produto combinado com fluxo hídrico	Os resultados mostram declínios nas pegadas de água agrícola e industrial para estes anos. Concluiu-se que a escassez de recursos hídricos é o principal problema em Pequim e não a poluição da água.

Fonte: Elaborada pelo autor com base nos estudos revistos.

Wiedmann et al. (2007) e Duarte e Yang (2011) fizeram uma análise dos modelos de insumo-produto publicados e aplicados, mas o primeiro teve o seu estudo voltado aos recursos naturais e o segundo focou na água como método.

No Brasil, estes estudos são mais limitados, como o de Miranda (1982), que estudou a bacia do Rio Paraíba do Sul para o ano de 1970, quando utilizou uma matriz insumo-produto para observar a qualidade das águas e as respectivas implicações em termos de localização das empresas. Damásio et al. (2003) e também (2005) desenvolveram uma metodologia para obter *proxies* de matrizes insumo-produto para bacias hidrográficas e, a seguir, fizeram o mesmo para outras bacias, com o intuito de mensurar os impactos econômicos sobre os preços da economia.

Moreira-Junior (2007), Pereira (2007) e Santana (2010) estudaram as matrizes regionais de insumo-produto para as bacias do trecho paulista da bacia do Rio Paraíba do Sul (para o ano base de 2003) e (ano base de 2003), avaliaram os impactos econômicos dos acréscimos gerados para a bacia do Rio São Francisco (ano base de 2006). Schmitz (2014) quantificou e simulou três cenários de demandas futuras (para o ano 2020) pelo uso dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas Piracicaba-Capivari-Jundiaí, Paraíba do Sul, Alto Tietê e Sorocaba e Médio Tietê.

Nota-se que não existem muitos estudos disponíveis que tratem uma matriz de insumo-produto, no qual se consiga mensurar um PIB ajustado pela questão hídrica. Neste sentido, pode-se dizer que, dentro da literatura analisada, o estudo desenvolvido neste ensaio é pioneiro neste tipo de análise.

### 3 O USO DA ÁGUA NA ECONOMIA

Neste capítulo, analisa-se como a economia incorpora os recursos hídricos em seu processo produtivo, nos setores industriais e agrário, no consumo direto da população e na produção de energia elétrica. Para isso, além do Brasil, que tem como maior fonte de produção elétrica via hidroeletricidade no mundo, a água também é utilizada pelas grandes potências, como Estados Unidos, Rússia e China como importante bem de consumo e insumo produtivo.

#### 3.1 O USO DA ÁGUA NO CENÁRIO MUNDIAL

A quantidade de água disponível no planeta é de aproximadamente 1,386 bilhão de km<sup>3</sup>, da qual 97,5% (1,351 bilhão de km<sup>3</sup>) é de água salgada distribuída pelos oceanos, mares, lagos salgados e aquíferos salinos. Apenas 2,5% (35 milhões de km<sup>3</sup>) são de água doce; porém, mais de dois terços desse montante está no estado sólido, em sua maioria nos polos do planeta, ou seja, não está disponível para consumo humano imediato (CLARKE e KING; 2005).

Ao destacar a quantidade total de água doce líquida por continente, a Oceania possui 3,9%, por esta ser composta por vários pequenos arquipélagos e um grande país, a Austrália, que em sua maior parte é composto por um tipo de savana (Outback). Após, vem a Europa que, por ser o menor dos continentes tem apenas 15%. A África, com seu imenso deserto do Saara e suas savanas, tem 9,7%. A Ásia tem um maior percentual, se somar os continentes já citados, com 31,8%. A América é o continente com maior concentração de água doce líquida, com 39,6% (ANA, 2009).

Postel e Vickers (2004) informam que Brasil, Rússia, Canadá, Indonésia, China e Colômbia obtém metade do suprimento renovável total de água doce<sup>17</sup>. Esse valor chega a 60% se forem somados a esses países a Índia, os Estados Unidos e a República Democrática do Congo.

Há países que não têm o recurso hídrico disponível na superfície, como a Arábia Saudita, a Dinamarca e Malta, sendo as águas subterrâneas a única fonte hídrica possível. Por sua vez, na Áustria, Alemanha, Bélgica, França, Hungria, Itália, Holanda Marrocos, Rússia e Suíça,

---

<sup>17</sup> São considerados o escoamento de rios e águas subterrâneas, sem a evaporação e transpiração vegetal

cerca de 70% da água provém de mananciais subterrâneos (Banco Mundial, 1994 *apud* BORSOI e TORRES, 1997).

Segundo SOLÍS (2001), a disponibilidade hídrica de cada bacia é determinada pelas limitações temporais e espaciais. O autor relaciona a disponibilidade com base nos seguintes fatores:

- a concentração e o crescimento da demanda em zonas onde a oferta de água é limitada;
- a oferta hídrica natural e a regularidade hídrica, que influenciam na disponibilidade da água em quantidade e distribuição no espaço e tempo;
- a deterioração da qualidade da água por sedimentos e contaminação.

Em relação à quantidade total de recurso hídrico existente, a água doce é apenas uma pequena parte. Cerca de 4 mil km<sup>3</sup> de água doce são consumidas<sup>18</sup> no mundo a cada ano, em um consumo médio de 1700 litros de água por dia por pessoa. (CLARKE e KING; 2005).

Borsoi & Torres (1997) explicam que, na Conferência Internacional sobre a Água e o Meio Ambiente de janeiro de 1992, realizada em Dublin, foram formuladas estratégias e programas de ação foram apresentados ao mundo na Rio 92, os quais definiram os seguintes pontos principais:

- a água doce é um recurso finito e vulnerável, essencial para a conservação da vida, a manutenção do desenvolvimento e do meio ambiente;
- o desenvolvimento e a gestão da água devem ser baseados na participação dos usuários, dos planejadores e dos responsáveis políticos em todos os níveis;
- a água tem valor econômico em todos os seus usos competitivos e deve ser reconhecida como um bem econômico.

Segundo a International Water Resources Association (IWRA), a mortalidade mundial anual associada aos problemas relacionados ao controle da qualidade (doenças provenientes da contaminação) ou da quantidade de água (inundações e secas) é de 8 a 11 milhões de pessoas. (BORSOI e TORRES, 1997). Existem mais de 200 bacias hidrográficas comuns a dois ou mais

---

<sup>18</sup> SALATI *et al.* (2002) afirmam que a oferta do recurso hídrico feita de forma natural é uma variável essencial, tanto para a manutenção dos ecossistemas como para a produção de alimentos através de atividades humanas. Qualquer alteração na oferta de água pode provocar um grande desequilíbrio no dinamismo dos ecossistemas naturais e na produtividade agrícola, com sérias consequências econômicas e sociais.

países, correspondendo a cerca de 60% da superfície mundial. Esta riqueza ambiental é disputada por 40% da população mundial (Banco Mundial, 1994 *apud* BORSOI e TORRES, 1997).

Os níveis crescentes da produção econômica mundial e crescimento populacional levam a um *trade-off* entre o volume dos recursos hídricos que são constantes e o seu consumo, realizado pela sociedade em taxas crescentes (ATLAS, 2011). Essa relação poderá ser vista de forma mais clara nas duas tabelas a seguir (Tabela 1 e Tabela 2):

Tabela 1: Histórico de estimativas e projeções de água extraída por continente (Km<sup>3</sup>/ano)

Continente	Histórico de estimativas de água extraída (km <sup>3</sup> /ano)									
	1900	1940	1950	1960	1970	1980	1990	1995	2000	2010
Europa	37,5	71	93,8	185	294	445	491	511	534	578
América do Norte	70	221	286	410	555	677	652	685	705	744
África	41	49	56	86	116	168	199	215	230	270
Ásia	414	689	860	1222	1499	1784	2067	2157	2245	2483
América do Sul	15,2	27,7	59,4	68,5	85,2	111	152	166	180	213
Oceania	1,6	6,8	10,3	17,4	23,3	29,4	28,5	30,5	32,6	35,6
Total	579	1065	1366	1989	2573	3214	3590	3765	3927	4324

Fonte: GLEICK, 2003 *apud* OLIVEIRA, 2009

Destaca-se na Tabela 1 o forte crescimento de extração de água em todos os continentes, mas a Ásia foi o lugar onde houve uma maior elevação, iniciando em 1900 com 414 km<sup>3</sup>/ano de extração para chegar a 2483 km<sup>3</sup>/ano em 2010, justificada pelas superpopulações da China e da Índia e pelos aglomerados industriais.

Tabela 2: Histórico de estimativas e projeções de água consumida por continente (Km<sup>3</sup>/ano)

Continente	Histórico de estimativas de água consumida (km <sup>3</sup> /ano)									
	1900	1940	1950	1960	1970	1980	1990	1995	2000	2010
Europa	17,6	29,8	38,4	53,9	81,8	158	183	187	191	202
América do Norte	29,2	83,8	104	138	181	221	221	238	243	255
África	34	39	44	66	88	129	151	160	169	190
Ásia	322	528	654	932	1116	1324	1529	1565	1603	1721
América do Sul	11,3	20,6	41,7	44,4	57,8	71	91,4	97,7	104	112
Oceania	0,6	3,4	5,1	9	11,9	14,5	16,4	17,6	18,9	21
Total	415	704	88,7	1243	1536	1918	2192	2265	2329	2501

Fonte: GLEICK, 2003 *apud* OLIVEIRA, 2009

Pode se observar o crescimento vertiginoso da extração e do consumo ao longo do século, pois em 1990 a extração de água no mundo foi de 579 km<sup>3</sup>/ano e passou, em 2010, para 4.324 km<sup>3</sup>/ano. Portanto, se for considerada a escassez das reservas, fica clara a necessidade de otimização do consumo e como as novas técnicas de reuso do recurso hídrico se fazem tão importantes.

## 3.2 TIPOS DE USO DA ÁGUA

Clarke & King (2005) estratificaram a destinação do uso dos recursos de água doce no mundo e concluíram que o aproveitamento doméstico abrange cerca de 10% do consumo mundial com água tratada para população<sup>19</sup>. Por sua vez, a destinação ao setor agrícola é de 69% e para o setor industrial 21%.

### 3.2.1 Uso da água no setor agrícola

Na economia mundial, a irrigação é uma das mais antigas técnicas e uma das mais empregadas na agricultura, com cerca de 277 milhões de hectares, correspondentes por volta de 66% dos alimentos produzidos no mundo. Com o crescimento populacional mundial, há, por consequência, a necessidade de uma produção cada vez maior e mais eficiente de alimentos, o que resulta, de igual maneira, um aumento da prática da irrigação, ou seja, um aumento na demanda de água para produção alimentícia. Como as reservas de água são escassas e há uma demanda crescente, encarece-se o m<sup>3</sup> do recurso hídrico que, por sua vez, eleva o custo da irrigação, que tem atingido cerca de 10 mil dólares por hectare, pressionando a inflação dos alimentos (ATLAS, 2011).

Clark & King (2005) calcularam o percentual de crescimento da área irrigada por região do mundo entre 1961 e 1999 e observaram o quanto cresceu a área irrigada no mundo: na Ásia Ocidental mais que dobrou, com um crescimento de 256%; na América Latina e Caribe aumento 188%; na Europa 178%; na Ásia e Pacífico, 166%; na África, 151%; e América do Norte, 142%. Os dez maiores países em áreas irrigadas, juntos, totalizam 67,3% do emprego da irrigação no planeta. Quatro países (Índia, China, EUA e Paquistão) apresentam as maiores áreas irrigadas entre todas as nações (ATLAS, 2011)

---

<sup>19</sup> Consumo do recurso hídrico para beber, higiene pessoal, limpeza doméstica e cozimento de alimentos.



A produção mundial de alimentos (cereais) é de cerca de 2075 milhões de toneladas (ATLAS, 2011), sendo obtida de uma área de colheita permanente de  $1534 \times 10^6$  hectares, fortemente suportada pela técnica da irrigação. Outro exemplo é o caso dos Estados Unidos, que utiliza o processamento de milho para a produção de etanol e em cuja técnica utilizada demanda mais ou menos 3 a 4 litros de água por litro de etanol (MOURA, 2010).

### 3.2.2 O uso da água no setor industrial

No mundo, as indústrias respondem por cerca de 21% do consumo total de água. Utiliza-se grandes quantidades de água limpa para uso nos processos industriais que têm várias destinações dentro do processo produtivo, desde a incorporação da água nos produtos até a lavagem de materiais, equipamentos e instalações, utilização em sistemas de refrigeração e geração de vapor (MMA, 2016).

Como a indústria não é um agente monocromático, ou seja, existem vários tipos de indústrias com diferentes níveis de tecnologia, cada uma possui seu padrão de consumo de água distinto. Além de sua utilização, a água resultante dos processos industriais pode carregar resíduos tóxicos, como metais pesados e restos de materiais em decomposição. Há a estimativa de quem a cada ano, seja despejado nos rios, lagos e mares 300 a 500 mil toneladas de dejetos provenientes das indústrias brasileiras. Esses resíduos podem levar à mortalidade dos peixes. Mesmo quando sobrevivem, estes animais podem acumular em seu organismo substâncias tóxicas que causam doenças se forem ingeridos pelos seres humanos (MMA, 2016).

Para demonstrar essa diferença no uso da água dentro do segmento industrial, as Tabelas 3 e 4 a seguir irão distinguir o tipo de indústria e seu consumo para produção e seus principais usos dentro da planta industrial.

Tabela 3: Uso de água por segmento industrial

Segmento Industrial	Mínimos	Máximos
Indústria Química	0,3 m <sup>3</sup> /t	11m <sup>3</sup> /t
Cervejaria	5m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	13m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
Usinas de açúcar e álcool	15m <sup>3</sup> /t Cana	32m <sup>3</sup> /t Cana
Celulose e papel	25m <sup>3</sup> /t	216m <sup>3</sup> /t
Petroquímica	150m <sup>3</sup> /t	800m <sup>3</sup> /t
Têxteis	160m <sup>3</sup> /t Tecido	680m <sup>3</sup> /t Tecido
Refinarias	78m <sup>3</sup> /t álcool	760m <sup>3</sup> /t petróleo
Siderúrgicas	50m <sup>3</sup> /t aço	200m <sup>3</sup> /t aço

Fonte: MMA, 2006

Pode-se observar que, dentro de um mesmo setor de produção, dependendo do insumo, existem diferenças no consumo de água, como, por exemplo, as refinarias. Estas, ao refinarem o álcool, utilizam 78m<sup>3</sup>/t e, se for o petróleo, a água será consumida muito mais, pois saltaria para 760m<sup>3</sup>/t.

Tabela 4: Principais Usos na Planta Industrial

Segmento Industrial	Resfriamento sem contato (%)	Processo de Atividades Afins (%)	Uso Sanitário e Outros (%)
Laticínios	53	27	19
Bebidas maltadas	72	13	15
Indústria têxtil	57	37	6
Fábricas de celulose e papel	18	80	1
Gases Industriais	86	13	1
Produtos químicos inorgânicos	83	16	1
Materiais plásticos e resinas	93	7	-
Borracha sintética	83	17	-
Tintas e pigmentos	79	17	4
Produtos químicos orgânicos	91	9	1
Fertilizantes nitrogenados	92	8	-
Refinaria de petróleo	95	8	-
Pineis	81	16	3
Cimento	82	17	1
Aço	56	43	1
Fundição de ferro e aço	34	58	8
Alumínio primário	72	26	2
Automóveis	28	69	3

Fonte: MMA, 2006

A tabela dos principais usos da água pelas indústrias corrobora ainda mais a afirmação de que cada indústria consome o recurso hídrico de sua maneira, pelo seu nível tecnológico e necessidade produtiva, como, por exemplo, as indústrias de materiais plásticos e resinas, que necessitam de 93% do seu consumo para resfriamento; já a indústria automobilística precisa de 69% para processos de atividades afins.

### 3.2.3 Uso energético da água

Existem várias formas de se produzir energia no mundo, mas as fontes de energia primária são, principalmente, petróleo, carvão, hidroeletricidade, gás natural, energia nuclear e a biomassa. Também há outras fontes, que vem ganhando seu espaço, porém ainda com uma representação bem pequena, como a energia eólica, fotovoltaica e solar térmica.

O uso da água na produção energética tem historicamente demonstrado ter uma forte interdependência, pois aparece desde que os moinhos utilizavam a força da água para moer os grãos ou mesmo a criação das máquinas a vapor na revolução industrial até a geração de

eletricidade pelas hidrelétricas, no qual a contribuição da energia hidráulica no desenvolvimento econômico mundial tem grande relevância, pelo fato de ter suprido às diversas demandas da economia. (ATLAS, 2011). Para produzir 1 Mwh, é necessário pelo menos 200m<sup>3</sup>/s para que seja capaz de gerar força o suficiente e girar as turbinas. (PINTO-COELHO & HAVENS, 2015).

O balanço mundial de energia para o ano de 2014 mostra que o petróleo e o gás natural respondem, juntos, por 52,5% de toda a energia primária produzida no mundo; o carvão contribui com 28,6%; a hidroeletricidade com 2,4%; a energia nuclear com 4,8%, os combustíveis renováveis com 10,3% e outras fontes 1,4% (IEA, 2016). A evolução da geração mundial de eletricidade, separada por continente, pela força das águas, pode ser vista melhor na Tabela 5.

Tabela 5: Geração hidrelétrica por regiões do mundo (TWh)

	2008	2009	2010	2011	2012
Mundo	3,180.1	3,234.1	3,422.2	3,489.0	3,646.1
Ásia e Oceania	940.1	971.3	1,104.4	1,122.4	1,275.2
América do Sul e Central	667.2	684.3	687.2	729.7	715.3
América do Norte	667.3	664.9	644.8	727.2	684.5
Europa	563.6	559.9	615.2	539.9	596.1
Eurásia	234.8	242.1	243.5	239.7	239.9
África	95.5	98.7	109.5	110.0	113.0
Oriente Médio	11.7	12.9	17.6	20.2	22.0

Fonte: EPE, 2015

Segundo o relatório do balanço energético feito pela Agência Internacional de Energia (AIE), em 2012, dos 8,979 bilhões tEP<sup>20</sup> de consumo final global de energia, cerca de 18,1% foram atendidos pela eletricidade. Dessa fatia do mercado energético mundial, foi gerado um total de 21,532 TWh de energia elétrica no mundo em 2012. Produziu-se 3,646 TWh (16,93 %) de origem hídrica que forneceu energia para mais de 1 bilhão de pessoas (IEA, 2014).

### 3.3 CENÁRIO BRASILEIRO

O Brasil, apesar de ser um dos países com maior riqueza hídrica no mundo, também sofre com os problemas de má distribuição e degradação dos recursos hídricos. As

<sup>20</sup> Toneladas equivalentes de petróleo.

concentrações demográficas e aquíferas não estão na mesma região, segundo informação apresentada por Rebouças (2003), pois 80% da oferta hídrica brasileira se concentra nas bacias do Amazonas, São Francisco e Paraná.

Essa disparidade pode ser melhor observada se for comparado o estado do Amazonas, que tem uma densidade demográfica de 1,5% em relação a total do país e 80% da água doce brasileira. Os outros 20% se encontram nas outras regiões, que demandam 90,8% do recurso natural (ANA, 2014). A região Nordeste concentra cerca de 30% da população brasileira e possui apenas 4% da água doce do Brasil. As regiões Sul e Sudeste têm 60% da população brasileira e apenas 12,5% da água doce (AUGUSTO et al., 2012).

Outro exemplo: o Estado de São Paulo, que concentra 21,7% da população nacional, tem potencial hídrico de apenas de 1,6% (BARBOSA, 2007). Essa disparidade seria ainda maior se fosse feita a comparação do nível industrial entre os mesmos estados do exemplo anterior.

A contradição hídrica no Brasil é destaque, pois na região Norte, de maior disponibilidade hídrica do país e com menor densidade populacional, têm-se péssimas condições sanitárias. O Sudeste tem a maior concentração de habitantes e indústrias do País e possui boa disponibilidade hídrica, mas enfrenta problemas de distribuição de água devido ao constante crescimento das indústrias e população. Problemas semelhantes são enfrentados na região Sul. No Nordeste, o problema enfrentado são os longos períodos de escassez de água. A região Centro-oeste tem uma boa disponibilidade de água, mas seus recursos estão ameaçados pela poluição e pela falta de gestão ambiental (TUNDISI, 2003 *apud* BARBOSA, 2007).

Rebouças (2001) e Peres (2003) apontam que o País tem uma boa disponibilidade hídrica, mas os problemas de abastecimentos são resultados de má gestão dos recursos hídricos frente ao elevado aumento da demanda de água e diminuição da oferta do mesmo, ocasionados pela degradação da qualidade das águas e dos ecossistemas geradores.

### **3.3.1 Tipos de uso da água no Brasil**

Segundo pesquisas realizadas pela Agência Nacional de Águas (2014), somente a agricultura é responsável por aproximadamente 70% do consumo de toda a água doce disponível no País. É na agricultura que se concentra um dos maiores agravantes na ordem de

desperdício de água no Brasil (REBOUÇAS, 2003). A indústria consome 7% da água e se comparado com a agricultura se desperdiça menos. Já a população urbana é responsável por 10% do uso e é o setor que representa o menor desperdício de água (ANA, 2014).

### **3.3.2 Uso da água no setor agrícola brasileiro**

O Brasil tem 851 milhões de hectares de superfície territorial, sendo que a quantidade potencial para a produção agrícola é de 380 milhões. Deste total, são explorados 26% do território brasileiro, o que corresponde a 223 milhões de hectares, divididos em 45,5 milhões com agricultura e 178 milhões com pecuária (ATLAS, 2011).

O País possui a segunda maior área potencialmente irrigável do mundo, com 55 milhões de hectares, dos quais 30 milhões são de terras baixas de várzeas e 25 milhões de terras altas. De forma contraditória, o País utiliza muito pouco de irrigação na sua agricultura. Dentro do ranking mundial de irrigação, o Brasil ocupa a 15ª posição, ou seja, ocupa apenas 1% da área total irrigada no mundo (ATLAS, 2011).

No Brasil, 61% da água captada é utilizada na agricultura, sendo que cerca de 50% desta é desperdiçada devido às técnicas antiquadas e inadequadas que causam grandes perdas econômicas e ambientais (ATLAS, 2011). A agropecuária tem um grande peso nas contas nacionais brasileiras. No ano de 2015, ela ocupou cerca de 23% do PIB total do Brasil. Isso significa que, do montante de R\$ 5.904.331 (milhões de reais), o agronegócio rendeu ao País R\$ 1.267.241 (milhões de reais) (CEPEA, 2016).

A Tabela a seguir apresenta os valores do PIB do agronegócio e seus segmentos, separados pela agricultura e pela pecuária. Observa-se que a agricultura ocupa pouco mais de dois terços do agronegócio, com 866,590 milhões de reais no ano de 2015. Já a pecuária gerou 400,652 milhões de reais. Também é possível ver como se equivalem os três setores: serviços com 390,289 milhões de reais, o setor da indústria com 348,149 milhões de reais e a agropecuária com 377,672 milhões de reais dentro do montante do agronegócio.

Tabela 6: Valores do PIB do agronegócio brasileiro em R\$ Milhões em 2015

Agronegócio	2015
Total	1.267.241
A) Insumos	151.131
B) Agropecuária	377.672
C) Indústria	348.149
D) Serviços	390.289
Agricultura Total	866.590
A) Insumos	88.573
B) Agricultura	208.283
C) Indústria	301.780
D) Serviços	267.955
Pecuária Total	400.652
A) Insumos	62.559
B) Pecuária	169.390
C) Indústria	46.370
D) Serviços	122.334

Fonte: CEPEA, 2016

O País produziu, só em grãos, em 2015, o montante de 210,5 milhões de toneladas (BRASIL, 2016) e, para cada tonelada gerada, foi necessário 1.000 m<sup>3</sup> de água (PINTO-COELHO & HAVENS, 2015), o que contabilizou 210.500 milhões de m<sup>3</sup> de água doce em seu cultivo.

### 3.3.3 O uso da água no setor industrial brasileiro

Como apresentado no tópico 2.2.3, cada indústria tem sua peculiaridade em relação a necessidade da utilização da água, tanto como insumo de produção quanto para a produção propriamente dita como, por exemplo, no resfriamento de caldeiras. Existe uma grande dificuldade de dados que possam caracterizar a real demanda hídrica da indústria.

No Brasil, há a peculiaridade de que as demandas por água para fins industriais têm sido estimadas de modo indireto por não existir cadastros completos e confiáveis. Isso acontece pelo fato da maioria dos estados brasileiros não seguirem o sistema de outorga<sup>21</sup> e, por esta razão, refletem a falta de dados específicos sob a demanda por água do setor industrial. A ANA (2013) desenvolveu um estudo de conjuntura dos recursos hídricos do Brasil e estimou a demanda de

<sup>21</sup> “A outorga de direito de uso de recursos hídricos é um dos seis instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelecidos no inciso III do art. 5º da Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997. Esse instrumento tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso aos recursos hídricos” (ANA, 2016).

água para o setor industrial a partir dos rios sob o domínio da União, constatando que o setor é o terceiro em vazão de retirada e o quarto em consumo.

A fabricação de produtos alimentícios e bebidas é o segmento industrial que tem a maior captação do recurso, com 46%. Para a fabricação de bebidas, são necessários 1,63 a 13,0 m<sup>3</sup> de água para cada m<sup>3</sup> de bebida produzida. Em seguida, vem a fabricação de celulose, papel e produtos de papel com 24%, em que são utilizados 21,67 a 216,0 m<sup>3</sup> de água para cada tonelada de bem produzido. Em terceiro lugar, aparece a indústria de metalurgia básica que tem 19% de vazão, em que são necessários 26,73 m<sup>3</sup> de recurso hídrico por tonelada (ANA, 2013).

Em seu trabalho Barbosa (2007), Szklo (2005) e Mariano (2001), conseguiu mensurar a demanda de água no processo produtivo das refinarias de petróleo para parametrizar a eficiência produtiva das mesmas e definiu que a demanda total de água foi de 250 a 350 litros por barril processado ou cerca de 2 litros de água por litro de óleo processado.

### **3.3.4 Uso energético da água no Brasil**

O sistema elétrico brasileiro atende 77,2 milhões de unidades de consumidores de energia dentro de uma população residente de 203.609.605 pessoas (EPE, 2014). Do total da população brasileira, 129.884.639 são referentes às regiões Sudeste, Sul e Centro-Oeste. O Nordeste, por sua vez, possui 56.373.136 do total de habitantes do País e o Norte 17.351.832, sendo que estas regiões possuem o maior índice de pessoas domiciliadas no meio rural, com 30,93% e 30,13%, respectivamente.

O Brasil possui, atualmente, 563 centrais geradoras hidrelétricas (CGH) em operação, produzindo 443.931 kW de potência outorgada, que representa 0,3% de toda potência gerada. Deste total, 446 são de micro e pequenas centrais hidrelétricas (PCH), que atingem um total de 4.875.554 kW, ou seja, de 3,28% de potência outorgada; as usinas hidrelétricas são em número de 220, com potência outorgada de 101.108.356 kW, e constituem a maior fonte geradora de eletricidade do País, com a fatia 61,18% da potência (ANEEL, 2016).<sup>22</sup>

Na Tabela 7, pode ser observada a capacidade instalada de geração elétrica nacional. Observa-se que a maior parte dessa capacidade vem das fontes hídricas de geração, com 67%

---

<sup>22</sup> Disponível no sítio: < <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm#>>. Visto em 26 set. 2016.

da capacidade, o que reafirma a importância da água na geração de energia no País frente às outras fontes de energia.

Tabela 7: Capacidade instalada de geração elétrica no Brasil (MW)

	2010	2011	2012	2013	2014	Part. % (2014)
Total	113,327	117,136	120,974	126,743	133,913	100%
Usinas Hidrelétricas	77,090	78,347	79,956	81,132	84,095	63%
Usinas Termelétricas	29,689	31,243	32,778	36,528	37,827	28%
PCH	3,428	3,896	4,101	4,620	4,790	4%
CGH	185	216	236	266	308	0%
Usinas Nucleares	2,007	2,007	2,007	1,990	1,990	1%
Usinas Eólicas	927	1,426	1,894	2,202	4,888	4%
Solar	1	1	2	5	15	0%

Fonte: EPE, 2014

Na Tabela 8, é apresentado o consumo de energia elétrica de 2010 a 2014, sendo este separado pelos setores de consumo, através dos quais é possível caracterizar os setores que demandam maior quantidade de GWh por ano e quais deles tem maior número de consumidores, de tal forma que se possa demonstrar se o setor com maior número de consumidores é o mesmo que mais utiliza a energia.

Tabela 8: Consumo e número de consumidores de energia elétrica

	2010	2011	2012	2013	2014	Part. % (2014)
Consumo (GWh)	415,668	433,016	448,177	463,134	475,432	100%
Residencial	107,215	111,971	117,646	124,908	132,400	28%
Industrial	179,478	183,576	183,475	184,685	179,618	38%
Comercial	69,170	73,482	79,226	83,704	89,840	19%
Rural	18,906	21,027	22,952	23,455	25,671	5%
Poder público	12,817	13,222	14,077	14,653	15,354	3%
Iluminação pública	12,051	12,478	12,916	13,512	14,043	3%
Serviço público	13,589	13,984	14,525	14,847	15,242	3%
Consumo próprio	2,441	3,277	3,360	3,371	3,265	1%
Consumidores (mil)	67,907	70,323	72,377	74,814	77,172	100%
Residencial	58,006	59,907	61,697	63,862	66,006	86%
Industrial	554	558	573	584	574	1%
Comercial	4,902	5,120	5,271	5,445	5,566	7%
Rural	37,854	4,055	4,129	4,200	4,279	6%
Poder público	508	521	536	544	561	1%
Iluminação pública	74	79	83	87	88	0%
Serviço público	68	71	76	79	84	0%
Consumo próprio	11	12	12	12	14	0%

Fonte: EPE, 2015



Como visto acima, o consumo total de eletricidade pode ser dividido por setor. A indústria utiliza o maior percentual, com 38%, seguido pelo setor residencial, com 28%, pelo setor comercial, com 19%, pelo setor público, com 3%, e pelo setor agropecuário com 5%. Já o número de consumidores deixa de forma clara como a indústria consome ainda mais energia do que a residência, pois a porcentagem maior de usuários é no setor residencial com 86% e a indústria, a primeira em consumo, tem apenas 1% do número total de consumidores.

### **3.3.5 O bem-estar e a água no Brasil**

No Brasil, o esforço do estado em aumentar o acesso à água tratada pode ser observado nos programas como PAC<sup>23</sup> e o Plansab<sup>24</sup>. Entretanto, salienta-se que estes avanços não têm sido suficientes para romper as privações causadas pela escassez e baixa qualidade da água. Esse quadro se agrava ao se analisar a distribuição de saneamento básico das áreas rurais e urbanas.

Os dados da PNAD 2014 mostram que o percentual de domicílios com água canalizada no Brasil alcançou o patamar de 85,40%; se houver uma comparação com o ano de 1992, em que o percentual era de 75,3%, nota-se um claro avanço. Se for feita a mesma comparação com a área urbana e abastecimento domiciliar, que em 2014 era de 93,87%, com os anos de 1992, verifica-se que o percentual do Brasil urbano era de 84,9%.

Na Tabela 9, pode-se observar as diferenças das áreas urbanas e rurais no ano de 2014, no qual os domicílios ligados às redes de abastecimentos de água na área urbana são de 93,87%, com um número total de domicílios de 57.641.000; e no rural era de 33,41%, com um número total de domicílios de 9.398.000.

Por outro lado, podem ser analisadas as outras formas de abastecimento, de forma separada entre o urbano e o rural. O urbano era de 6,13%; já o rural era 66,59%, ou seja, no campo cerca de 6.258.128 domicílios obtém o abastecimento de água por outro meio que não seja a rede de distribuição.

---

<sup>23</sup> Programa de Aceleração do Crescimento.

<sup>24</sup> Plano Nacional de Saneamento Básico, sancionado em 2013, e foca em 4 pontos: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. (MINISTÉRIOS DAS CIDADES, 2016)

Tabela 9: Abastecimento de água por domicílio na área rural e urbana no Brasil

Área	Número total de domicílios	Domicílios ligados à rede			Outras formas		
		Com canalização interna (%)	Sem canalização interna (%)	Total (%)	Com canalização interna (%)	Sem canalização interna (%)	Total (%)
Urbana	57.641.000	93,37%	0,50%	93,87%	5,11%	1,02%	6,13%
Rural	9.398.000	30,33%	3,09%	33,41%	46,57%	20,01%	66,59%
Total	67.039.000	84,53%	0,87%	85,40%	10,92%	3,68%	14,60%

Fonte: PNAD 2014

Ao subdividir o abastecimento de água pela região geográfica, chega-se a uma discrepância. Ao comparar a região Sudeste com a região Norte, respectivamente, o total dos domicílios ligados à rede de distribuição no Sudeste era de 92,10% e no Norte era de 60,30%. Nas outras formas de abastecimento na região rural, o Centro-oeste se destaca com 84,70%. O maior número de ligações à rede de distribuição na área urbana foi no Sudeste, com 96,70%.

Tabela 10: Abastecimento de água por região geográfica

Área	Domicílios ligados à rede por região (%)					Outras formas (%)				
	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste	Norte	Nordeste	Sudeste	Sul	Centro-Oeste
Urbana	23,90%	40,80%	26,10%	34,80%	15,30%	76,00%	59,20%	73,90%	65,20%	84,70%
Rural	71,70%	92,90%	96,70%	96,60%	93,10%	28,30%	7,10%	3,30%	3,40%	6,90%
Total	60,30%	79,90%	92,10%	87,90%	85,20%	39,70%	20,10%	7,90%	12,10%	14,80%

Fonte: PNAD 2014

Na cobertura de serviços de esgotamento sanitário, o cenário nacional é alarmante e apresenta um déficit muito superior ao do abastecimento de água. Apenas 57,6% dos domicílios estão ligados à rede coletora e 5,9% possuem fossa séptica ligadas à rede coletora. Isso é explicado pelo fato do Brasil ter um grande território rural, pois nesta área 49,9% utilizam fossa rudimentar e 11,4% do esgotamento sanitário não tem solução adequada. Na área urbana, os resultados são melhores com, respectivamente, 13% e 0,6%, mas ainda é necessário um maior empenho dos gestores públicos para melhorar tais condições.

Tabela 11: Esgotamento sanitário nos domicílios

Área	Esgotamento sanitário (% de domicílios)					Total	Sem solução
	Rede Coletora	Fossa Séptica		Fossa rudimentar	Outro		
		Ligada à rede coletora	Não ligada à rede coletora				
Urbana	57,6%	5,9%	13,3%	18,2%	2,9%	97,9%	2,1%
Rural	66,2%	6,4%	11,6%	13,0%	2,2%	99,4%	0,6%
Total	5,1%	2,7%	23,5%	49,9%	7,4%	88,6%	11,4%

Fonte: PNAD 2014

Apesar dos avanços vistos no abastecimento de água, muito ainda tem que ser feito pelos governos para que os recursos hídricos alcancem para todos os cidadãos, tanto na água potável quanto no saneamento básico, pois o serviço ainda é precário com muitas fossas a céu aberto, poluição dos afluentes e perdas na distribuição de água. Esta solução é necessária para que as privações possam ser desfeitas e haja melhora nos funcionamentos e capacitações, o que repercutirá diretamente no bem-estar dos indivíduos.

Ao longo deste capítulo, foi possível observar a relação do recurso hídrico essencial para a vida com os meios econômicos. A água está incorporada dentro dos processos produtivos em todos os seus níveis, não só como insumo para a produção, mas como fonte de energia elétrica e de controle de temperatura do maquinário.

O setor agrário necessita da água para o cultivo de suas lavouras e hidratação de seus animais. A técnica mais utilizada é a da irrigação, que possibilita a disseminação do plantio a lugares pouco mais distantes de onde o recurso hídrico é mais abundante.

A geração de energia através das usinas hidrelétricas é utilizada em muitos países, dentre eles o Brasil, que se destaca por ter 80% da sua matriz elétrica gerada através da força da água, sendo um insumo essencial na geração energética, constituindo uma variável importantíssima na produção nacional.

Tais afirmações corroboram o valor econômico e social da água dentro da economia e da sociedade, o que faz com que seja necessário valorizar os recursos hídricos. A mensuração física e financeira vem junto com essa necessidade.

## 4 METODOLOGIA

A relação entre o setor produtivo e o meio ambiente consiste em um estudo complexo, devido às suas múltiplas ramificações e desdobramentos, de difícil mensuração e captação de dados para a sua valoração.

Nesse estudo, são consideradas as variáveis agregadas, tanto no aspecto produtivo, com os custos para o tratamento do recurso hídrico utilizado na sociedade, como no fluxo do bem ambiental existente nas estatísticas brasileiras para formação de uma tabela de fluxo, ou seja, a TRUF. Ao tratar o tema de forma agregada, tem-se o objetivo de alcançar um nível suficiente de simplificação necessária para a utilização do modelo de contas ambientais, ao considerar as dificuldades estatísticas nacionais para a relação do setor produtivo com a água.

O PIB ajustado (PILA) e a TRUF do Brasil pela ótica hídrica terá seu escopo de observação nos períodos dos anos de 2007 a 2012 pela disponibilidade dos dados. Através do SICEA se define a PILA de cada ano e, assim, pode ser feita uma análise comparativa e descritiva com o PIB (tradicional). A base de dados foi retirada do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), ANA (Agência Nacional de Águas), SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) e SNIRH (Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos).

O estudo proposto utilizou o instrumento quantitativo e qualitativo, tanto econômico como ambiental, com a aplicação do sistema de contas nacionais que será adaptado da nova metodologia feita pela ONU e do trabalho de Young (2003), principalmente no que se refere a técnicas de ajustes e estimativas na área produtiva, para preencher a lacuna dos dados requeridos, assim como as variáveis ambientais e o modelo de contabilidade ambiental.

### 4.1 ADEQUAÇÃO DO SICEA ÀS CONTAS DO BRASIL

O Brasil, para a implementação das contas nacionais ambientais, terá que seguir quatro fases, que foram propostas pela ONU, pois só assim poderá se adequar e parametrizar. Em relação às contas hídricas, o Brasil ainda está em seu processo inicial. A primeira fase é a de firmamento do arranjo institucional, na qual três organizações são responsáveis para o

desenvolvimento das contas: IBGE, ANA e SRHU<sup>25</sup>. A ANA produz um relatório anual sobre as características físicas da água, enquanto o IBGE produz contas nacionais anuais para a economia.

A segunda fase é a de avaliação da primeira fase por meio de diagnóstico das contas de atividade ambiental, contas de recurso ambiental e contas físicas e de fluxo híbrido. Na terceira fase, que também é de avaliação, com ênfase na qualidade dos dados (estoque e fluxo), segue-se a periodicidade e, de forma sistemática, o estado dos recursos hídricos e da gestão destes no país. Para essa fase, o país deve implementar o Plano Nacional de Recursos Hídricos, que terá a colaboração de 58 instituições nacionais para a coleta de dados.

A quarta fase se reúne os elementos das etapas anteriores para preparar um plano de trabalho em conjunto com o IBGE, a ANA e a SRHU/MMA. Por fim, deve-se analisar as Recomendações Internacionais para Estatística das Águas (IRWS) para assimilar o quadro institucional suficiente e da divisão de tarefas para o desenvolvimento das Contas Econômicas Ambientais da Água no Brasil.

Frente a essa empreitada, os órgãos nacionais estão para produzir e aperfeiçoar a estatística necessária, para que possa ser feita da melhor maneira possível a contabilidade dos recursos ambientais nacionais. Esta dissertação tem o intuito de adequar da melhor maneira possível o que já existe disponível para a formação da TRUF e do PILA.

#### 4.2 TABELA DE RECURSOS E USOS FÍSICOS (TRUF)

Neste trabalho, foi construída uma tabela de recursos e usos físicos (TRUF)<sup>26</sup> que é a equivalência de recursos e usos do insumo ambiental. No caso, será analisada a relação de fluxo físico hídrico, ou seja, foi mensurado o componente físico e sua quantidade de uso para certos setores da sociedade.

Uma das associações necessárias para se efetuar o estudo é o fato de reconhecer que, dentro da economia, a quantidade fornecida de um produto também é a consumida. A TRUF contém informações sobre a oferta e uso de água e apresenta uma visão geral dos fluxos de água, sendo dividida em cinco seções: captação de água do meio ambiente; distribuição e uso

---

<sup>25</sup> Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano.

<sup>26</sup> Tabela de recursos e usos físicos se encontra no anexo 1.

da água captada entre empresas e famílias; fluxos de água residual e de reuso; fluxos de retorno de água para o meio ambiente; e água incorporada em produtos.

Nas contas da água, a unidade de medida será o volume (metros cúbicos). Os fluxos do meio ambiente para a economia são os insumos naturais. Os fluxos dentro da economia consistem em produtos ou resíduos e os fluxos da economia para o meio ambiente são os resíduos. Os insumos naturais que não são utilizados na produção, como a água de drenagem de locais de mineração, são chamados de resíduos de recursos naturais.

Os fluxos físicos são registrados pelas transações físicas nas tabelas de recursos e usos monetários. Para isso, são incorporados os fluxos físicos do meio ambiente para a economia (fluxos de recursos naturais) e fluxos físicos da economia para o meio ambiente (emissões na água). Estão excluídos desses fluxos os conhecidos fluxos transfronteiriços, como, por exemplo, água poluída que flui para outros países.

As contas de fluxos de água descrevem os fluxos físicos hídricos em unidades físicas. Para que seja mensurada numa mesma unidade são vários os itens analisados, como a captação inicial de recursos hídricos do meio ambiente para a economia, os fluxos de água dentro da economia na forma de oferta e uso por setores produtivos e famílias e os fluxos de água de volta para o meio ambiente. Todos os dados foram mensurados pelas áreas hidrologicamente relevantes.

As colunas da TRUF são estruturas que refletem o fluxo estão relacionadas com a produção, o consumo e as unidades econômicas envolvidas. Para fins analíticos, será desagregado o insumo bruto de água por fonte, e medido por setor produtivo, para ser dividido em cinco partes.

Inicia-se pela captação de água, que será registrada na parte I da tabela de recursos, intitulada "Fontes de água captada", como sendo fornecida pelo meio ambiente e pelo setor produtivo que realiza a captação.

A parte II da tabela de recursos, intitulada "Água captada", mostra a oferta de água captada pelos setores produtivos que a realizam como, por exemplo, a água usada para geração de energia hidrelétrica, que tem a água extraída para própria formação do seu produto, nesse caso a eletricidade.

Registra-se, também, a importação de água proveniente do resto do mundo, na qual a água disponível para uso é considerada como consumo intermediário, consumo final das famílias e exportações. Aponta-se também total de água captada para uso próprio, água captada para distribuição e água importada, que representa o total de água disponível para uso na economia.

A água residual está registrada na parte III. Essa parte é nomeada como “água residual e água de reuso” e pode ser definida como a água descartada que não é mais necessária para o proprietário ou usuário.

A água residual pode ser descarregada diretamente no meio ambiente ou para uma estação de esgoto, sendo também acompanhada de pagamento de taxa de serviço para a instalação de esgoto ou fornecida para outra unidade econômica para uso posterior (como água de reuso).

Os fluxos de água residual incluem trocas de água residual entre instalações de esgoto em diferentes economias. Esses fluxos são registrados como importações e exportações de água residual.

A parte IV da tabela de recursos - "fluxos de retorno da água" - será definida como toda água que é devolvida para o meio ambiente e é registrada como sendo fornecida à natureza.

As contas de emissões de água registram geração emitida e a água residual pela quantidade de substâncias adicionadas à água. São expressas em termos de massa e definem-se como: substâncias adicionadas à água residual e recolhidas no sistema de esgotos; substâncias adicionadas à água residual despejadas diretamente em corpos hídricos; substâncias de fontes não pontuais como, por exemplo, emissões e lançamentos de escoamento urbano; e emissões provenientes da agricultura.

Existem três agregados de água definidos no SICEA com dados contidos no TRUF, que são: o insumo bruto, uso doméstico líquido de água e o uso final da água. O insumo bruto de água é o total de água captada a partir do meio ambiente ou importada. O uso doméstico líquido de água enfoca o uso de água por unidades residentes, definido como a soma de todos os fluxos de retorno de água para o meio ambiente mais evaporação, transpiração e água incorporada em produtos. O uso final da água pode ser definido como consumo de água dentro das estatísticas da água e é igual à evaporação, transpiração e água incorporada em produtos e reflete a quantidade de água que não está mais disponível para uso.

Neste trabalho, será utilizada a técnica contábil de equivalência da SICEA pela TRUF, ou seja, a equivalência insumo-produto acontece quando os fluxos de materiais para uma economia devem se igualar aos fluxos de materiais para fora de uma economia mais quaisquer acréscimos líquidos ao estoque da economia, descrevendo os fluxos físicos entre uma economia e o meio ambiente.

No sistema, é levada em consideração troca de recursos hídricos com o resto do mundo (importações e exportações), ou seja, as trocas de substâncias integradas com o lançamento de água residual para outra economia.

Os insumos de recursos naturais compreendem insumos físicos de recursos naturais para a economia, como os recursos hídricos, e excluem os fluxos de recursos biológicos cultivados, se registrada como entrada na economia a partir do meio ambiente.

No entanto, alguns insumos de recursos naturais não são utilizados pelos processos produtivos ou pelo consumo das famílias, assim retornando ao meio ambiente. Estes são denominados resíduos de recursos naturais.

Os fluxos do meio ambiente devem ser registrados como insumos de recursos naturais de recursos hídricos, pois toda a água é incluída independentemente de sua qualidade, inclusive os retornos de geradores de energia hidrelétrica.

Os insumos de água do solo na economia são registrados como parte dos recursos hídricos incluídos no conjunto de insumos de recursos naturais. Porém, a água que é descartada em sistemas de drenagem ou esgotos, a água recebida por estações de tratamento de água e a água descarregada diretamente no meio ambiente são todas consideradas águas residuais. Como grande parte de seu desague ocorre pelo sistema de esgoto, as contabilidades desses lançamentos abrangem as emissões para o meio ambiente e emissões para unidades econômicas (unidades de tratamento).

#### **4.2.1 Fonte e base de dados da TRUF**

O processo de preenchimento da TRUF será feito com os dados disponibilizados pela ANA no relatório apresentado no Seminário Regional de Implementação do SEEA em 2013<sup>27</sup>.

---

<sup>27</sup> Brazilian Water Resource Report and Implementation of SEEA-Water in Brazil, Regional Seminar on SEEA Implementation, Rio de Janeiro, 2013.



Os dados estão na mesma definição de unidade, em hm<sup>3</sup>/ano, para que não ocorra erro contábil no fim da análise.

Na parte I da tabela (fonte de água captada) tem-se:

- Na linha de Recursos hídricos interiores
  - Agricultura, silvicultura e pesca = água extraída pela atividade (agricultura) (hm<sup>3</sup>/ano);
  - Mineração e pedreiras; indústria de transformação e construção. = água extraída pela atividade (indústria auto abastecida) (hm<sup>3</sup>/ano);
  - Fluxo do meio ambiente = recursos hídricos internos renováveis (hm<sup>3</sup>/ano);
- Água superficial
  - Fluxo do meio ambiente = escoamento superficial (hm<sup>3</sup>/ano);
- Água subterrânea
  - Fluxo do meio ambiente = Água subterrânea (hm<sup>3</sup>/ano);
- Água do Solo
  - Fluxo do meio ambiente = recarga de aquíferos (hm<sup>3</sup>/ano);
- Outras Fontes de água
  - Exportação = entrada de água de territórios vizinhos (hm<sup>3</sup>/ano);
  - Importação = saída de água de território vizinhos (hm<sup>3</sup>/ano);
- Precipitação
  - Fluxo do meio ambiente = precipitação volume (hm<sup>3</sup>/ano) + precipitação lamina (hm<sup>3</sup>/ano);
- Água do mar
  - Exportação = saída de água ao mar (hm<sup>3</sup>/ano);
- Oferta total de água captada
  - Fluxo do meio ambiente = recursos hídricos renováveis totais (hm<sup>3</sup>/ano);

Na parte II da tabela (água captada) tem-se:

- Para distribuição
  - Coleta e tratamento e abastecimento de água = água extraída pela atividade (sem agricultura) (água potável) (hm<sup>3</sup>/ano);
  - Serviço de esgoto = volume de esgoto coletado (hm<sup>3</sup>/ano);
  - Família = água recebida aos domicílios conectados à rede de água potável (hm<sup>3</sup>/ano);
- Para uso próprio

- Oferta de eletricidade = energia hidrelétrica gerada ( $\text{hm}^3/\text{ano}$ );

Na parte III da tabela (água residual e água de reuso) tem-se:

- Água residual para tratamento
  - Serviço de esgoto = volume de esgoto tratado ( $\text{hm}^3/\text{ano}$ );

Na parte IV da tabela (água residual e água de reuso) tem-se:

- Água devolvida para o meio ambiente
  - Coleta e tratamento e abastecimento de água = Efluentes Coletados pela rede de saneamento ( $\text{hm}^3/\text{ano}$ );

Nas últimas filas e colunas da tabela, encontram-se, respectivamente, a demanda total e a oferta total do recurso, em um ponto de equilíbrio no qual a demanda e a oferta obtêm o mesmo valor.

#### 4.3 SICEA

A função da SICEA nas contas satélites é a de expandir a capacidade analítica e os limites do SCN, sem pretender sobrecarregar ou interferir nos seus princípios gerais; ou seja, não tem a intenção de substituir e sim complementar.

As contas satélites tentam integrar dados de estatísticas ambientais, como os custos e benefícios ambientais, os estoques de recursos naturais e as despesas defensivas, junto com as informações sobre atividades econômicas do SCN.

Como foi descrito no tópico 2.1.5, o Brasil ainda está na fase inicial de implementação das contas nacionais ambientais propostas pela ONU, ou seja, as estatísticas ambientais nacionais ainda estão sendo aperfeiçoadas e organizadas.

Além disso, o SICEA<sup>28</sup> pode ser adaptado conforme as prioridades nacionais, preocupações ambientais e disponibilidades estatísticas. Portanto, o esforço desse trabalho será o de utilizar a estatística existente e montar uma SICEA simplificada, para assim mensurar um Produto Interno Líquido Ajustado Ambientalmente (PILA) da melhor maneira possível.

---

<sup>28</sup> A tabela simplificada do SICEA encontra-se no Anexo 2.

A SICEA tem duas colunas principais que são as contas de fluxo que, em sua composição, se encontram no total a preço de consumidor, imposto, importação, exportação, produção doméstica e consumo intermediário. Já a outra coluna são as contas de ativos, que se repartem em ativos econômicos produzidos e não-produzidos e nos ativos ambientais não produzidos.

#### 4.3.1 Fonte e base de dados do SICEA

O processo de preenchimento da SICEA simplificada será feito com os dados disponibilizados pela IPEA e IBGE no que tange às variáveis que compõem a SCN. Os dados relacionados à depleção do recurso hídrico são preenchidos pela ANA e SNIS. Os dados estão na mesma definição de unidade, em milhões de reais ao ano, para que não ocorra erro contábil no final da análise.

Na conta de fluxo, são apresentado os totais de preços de consumidor na linha do PIB, quando também são preenchidos pela depleção, custo de degradação e pelo PILA. Porém, a depleção também é anotada pelas contas de ativos econômicos não produzidos. Os custos de degradação estão nas contas de ativos ambientais não produzidos.

Por enquanto, neste trabalho, tratar-se-á somente com os custos de degradação dos ativos em dois níveis:

$$\text{Custo de degradação} = DEX$$

$$DEX = \text{Despesa de Exploração}$$

$$DEX = \text{Despesa com produtos químicos} + \text{despesa de pessoal} + \text{energia elétrica} + \text{serviço de terceiros} + \text{água importada} + \text{esgoto exportado} + \text{despesas fiscais e tributarias} + \text{outras despesas de exploração}$$

A partir do DEX, poderá ser feito o primeiro ajuste do PIB retirando os custos de degradação, ou seja:

$$PILA = PIB - DEX$$

Agora que foram definidas as bases metodológicas e analíticas para a formação da TRUF, SICEA e mensuração do PILA, o próximo capítulo irá apresentar os resultados e será feito o esforço de analisar os dados numa trajetória temporal, já predita.

## 5 ANÁLISE DO PRODUTO AJUSTADO PARA A ECONOMIA BRASILEIRA

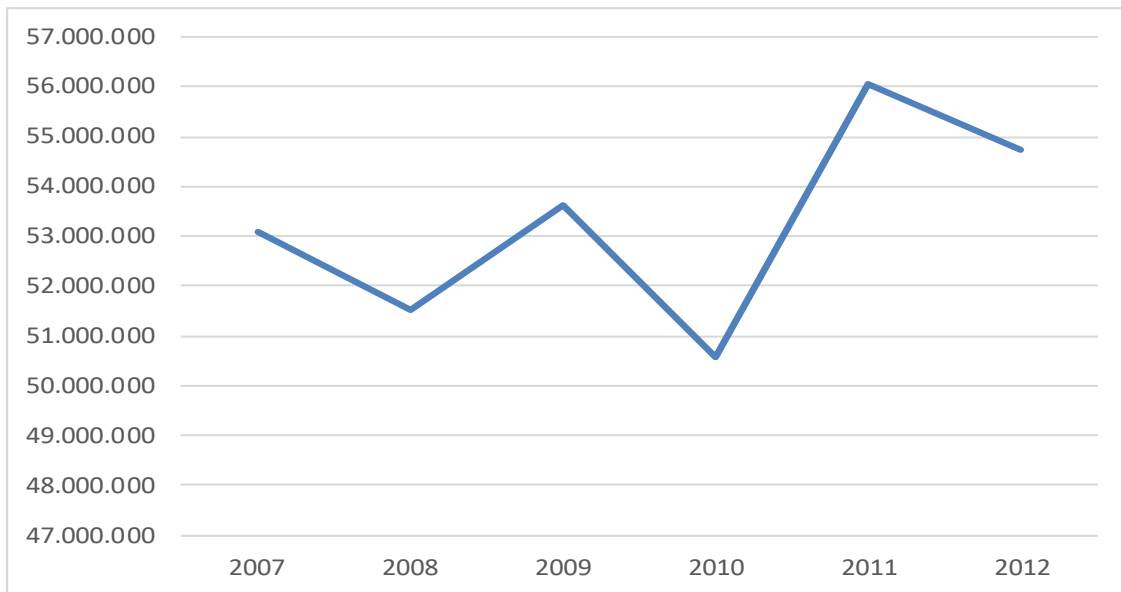
Ao longo do trabalho, foi exposto um arcabouço teórico de alguns trabalhos empíricos na tentativa de explicar o procedimento para a formação da TRUF e da PILA. Utilizando-se dos dados disponíveis, foi possível calcular o produto ajustado para economia brasileira e realizar uma análise crítica de como se portou a série histórica das variáveis utilizadas, ou seja, é possível compreender como a contabilidade dos recursos hídricos se portou, possibilitando a formação de políticas públicas pelos agentes.

### 5.1 A TRUF NO BRASIL

Inicialmente, pode-se observar no Gráfico 1 a evolução da TRUF de recursos hídricos no Brasil, que em 2007 atingiu 53.101.404 hm<sup>3</sup>/ano e em 2010 tem o menor resultado entre os anos analisados, com 50.567.422 hm<sup>3</sup>/ano; já no ano seguinte, em 2011, obteve-se o maior registro do fluxo físico, com 56.053.303 hm<sup>3</sup>/ano.

A diferença entre o melhor e o pior ano pode ser explicada pelo fluxo hídrico exportado para o resto do mundo e o fluxo do meio ambiente. Tais diferenças foram causadas pelo bom desempenho dos recursos hídricos interiores, que em 2011 foi de 7.771.484 hm<sup>3</sup>/ano, precipitação com 16.128.863 hm<sup>3</sup>/ano e oferta total de água captada de 10.142.710 hm<sup>3</sup>/ano; já em 2010, consecutivamente, foi de 6.947.179 hm<sup>3</sup>/ano, 13.787.027 hm<sup>3</sup>/ano e de 9.302.155 hm<sup>3</sup>/ano. Tais informações foram fornecidas pelo relatório da ANA (2013).

O Gráfico 1 demonstra a oscilação da trajetória histórica da TRUF entre 2007 e 2012, o que deixa mais tangível a observação do uso do fluxo hídrico. Assim, pode ser observada uma forte queda em 2010 e, em contrapartida, um crescimento acentuado em 2011.

Gráfico 1: Série histórica da TRUF (hm<sup>3</sup>/ano)

Fonte: Base de dados ANA, IPEA, IBGE e SNIS. Elaboração própria.

Ainda no Gráfico 1 fica evidente que, apesar da forte queda da TRUF em 2010, observa-se que, no ano inicial 2007 e final da série 2012, houve um aumento nos resultados da TRUF, que em 2007 foi de 53.101.404 hm<sup>3</sup>/ano e em 2012 foi de 54.733.939 hm<sup>3</sup>/ano. O fato que deve ser ressaltado, nesse período, são os fluxos de fonte de água captada na Agricultura, silvicultura e pesca, Mineração e pedreiras, Indústria de transformação e construção, que em 2007 foi respectivamente de 31.706 hm<sup>3</sup>/ano e 10.142 hm<sup>3</sup>/ano. Ao somar esse resultado tem-se 41.848 hm<sup>3</sup>/ano. Já em 2012, os mesmos setores obtiveram um crescimento respectivo de 44.830 hm<sup>3</sup>/ano e 12.453 hm<sup>3</sup>/ano, sendo que no total foi de 57.283 hm<sup>3</sup>/ano, com uma diferença entre 2007 e 2012 de 15.435 hm<sup>3</sup>/ano a mais de água utilizada por esses setores.

O crescimento da utilização de água nas principais formas de uso tem causa, em particular, nas fontes exportadoras de commodities brasileiras, tanto no setor agrário quanto no setor de minérios. O uso da água nesses setores torna evidente o fato de que um aumento na produção necessita de um aumento nos insumos hídricos. No entanto, com a redução dos preços das commodities no cenário mundial pós-crise financeira, para atingir aos patamares de lucros desejados pelo setor produtivo é preciso aumentar a produção para essa compensação; por outro lado a água também é mais utilizada pressionando as reservas nacionais de recursos hídricos.

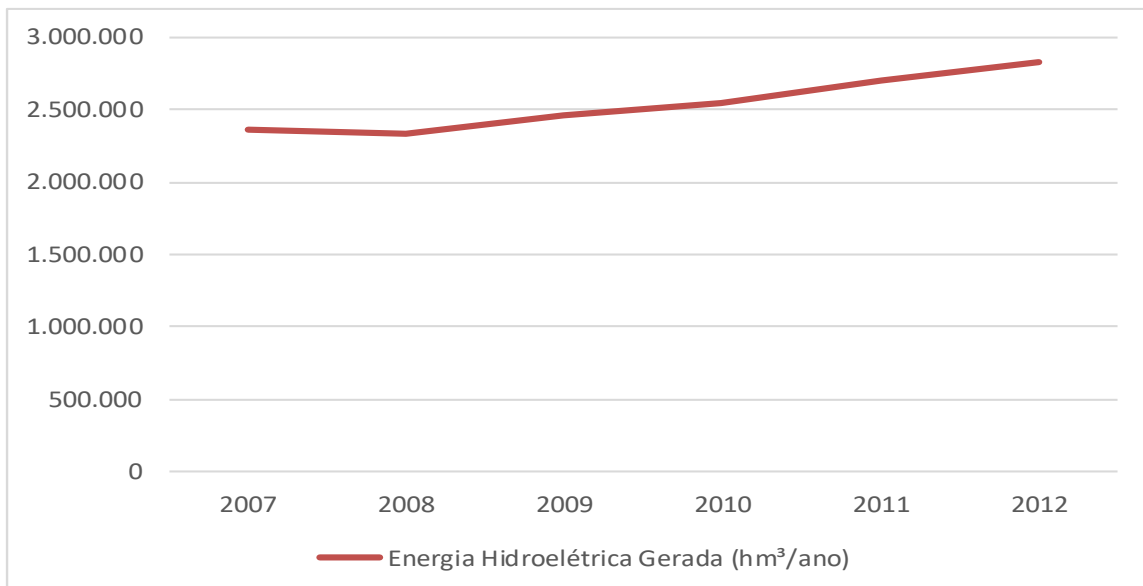
Na situação descrita acima, o aumento da produção necessária para manter as taxas de lucros desejadas causa uma externalidade positiva e negativa. É positiva pela necessidade nacional de divisas internacionais que vem do carro-chefe das exportações, as commodities. A

negativa atinge toda sociedade, pois ao demandar a mais os recursos hídricos, elevam-se os preços da água e, em momentos de escassez nas barragens, isso se agravaria, pois existem vários processos para forçar os agentes consumidores a diminuírem o seu consumo domiciliar, como aumento direto de tarifa e cortes constantes de distribuição.

Essa relação entre as exportações e o aumento da demanda por água pelos setores é explicado pelo conceito conhecido como água virtual<sup>29</sup>. No caso do Brasil o crescimento das exportações nacionais também gera como consequência a exportação indireta do insumo água nas vendas das commodities. Isso é retratado no estudo feito por Moraes (2015) ao apresentar que foi exportado, virtualmente, do insumo água, no ano de 2009, em toda a matriz exportadora brasileira, em torno de 292.242,68 hm<sup>3</sup>/ano.

O Brasil, como salientado neste trabalho, tem na força hídrica sua principal fonte geradora de eletricidade e a quantidade de água usada para gerar eletricidade teve um crescimento ao longo dos anos, sendo em 2007 de 2.359.410 hm<sup>3</sup>/ano. No ano seguinte, teve o pior resultado, com 2.331.286 hm<sup>3</sup>/ano. O ano com maior quantidade de água utilizada foi o de 2012, com 2.838.240 hm<sup>3</sup>/ano. O aumento da oferta energética se justifica quando se observa o crescimento do PIB do Brasil, o que levou uma maior demanda energética (Ver Gráfico 2)

Gráfico 2: Energia hidroelétrica gerada (hm<sup>3</sup>/ano)



Fonte: Base de dados ANA. Elaboração própria.

<sup>29</sup> Água virtual é definida como o volume de água necessária para se produzir um ou serviço, ou seja, é a água incorporada no produto, em sua maioria agrícola e industrial (OKI; KANE, 2004 *apud* MORAES, 2015)

O crescimento no fluxo hídrico voltado para geração energética pode ser explicado pelo crescimento da economia brasileira, sendo percebível no aumento nominal do PIB que, como resultado, sobrepõe ao aumento de demanda energética, que entre 2007 e 2012 teve um crescimento de 61% do PIB, de R\$2.661.344.000.000 para R\$4.392.093.997.000 e um aumento na demanda de energia de 18%, nesse período, pois em 2007 o consumo energético foi de 377.030 GWh e em 2012 foi de 448.105 GWh (EPE, 2017).

Quanto à oferta total de água captada para consumo doméstico, esta teve um leve crescimento entre 2007 e 2012, pois inicialmente era de 5.565 hm<sup>3</sup>/ano e aumentou para 6.411 hm<sup>3</sup>/ano. Porém, 2009 foi o ano que teve o maior registro, com 8.188 hm<sup>3</sup>/ano. A literatura demonstra que a escassez de água não necessariamente pode ocorrer devido à falta de chuvas, mas também pode ser caracterizada como um fenômeno social, por instituições enraizadas que levam ao mau uso do consumo hídrico (PEROSSI, 2012). Estudos feitos de forma micro, em condomínios, até análises feitas em cidades e regiões, comprovam a efetividade das campanhas (SOUZA, 2012; SILVA, 2014; CÔRTEZ, 2015).

Isso se explica pelo crescimento econômico da economia brasileira e pela diminuição do fluxo hídrico pelas campanhas de conscientização e de economia de água, através da Política Nacional de Recursos Hídricos, que subsidiou os gestores políticos com informações necessárias para otimizar a gestão hídrica, via modernização da rede coletora e distribuidora e no incentivo ao consumo consciente (BRASIL, 2016).

Pode-se observar, na TRUF, que os recursos hídricos renováveis tiveram uma pequena evolução em seus fluxos. Em 2007 foi de 9.728.567 hm<sup>3</sup>/ano. O menor fluxo foi no ano de 2010, com 9.302.155 hm<sup>3</sup>/ano e o maior resultado ocorreu em 2011, com 10.142.710 hm<sup>3</sup>/ano. Em 2012, houve uma leve queda se comparado com 2011, porém um aumento se checado com 2007, sendo o fluxo de 9.988.522 hm<sup>3</sup>/ano.

Ainda com relação aos recursos hídricos, os transtornos climáticos que alteram o ciclo da chuva, como o *el niño* e a *la niña*<sup>30</sup>, tiveram sua força moderada e igual ao longo dos anos

---

<sup>30</sup> *El Niño* e *La Niña* são as duas fases complementares da alteração da temperatura do oceano Pacífico. Durante o *El Niño*, a área de altas temperaturas da superfície do mar aumenta e impulsiona a instabilidade atmosférica. A *La Niña* está associada a baixas temperaturas da superfície do mar próximas ao equador, com zonas de convergência atmosférica isoladas umas das outras. Quando o aquecimento da atmosfera diminui, gera-se uma instabilidade que intensifica os ventos e as correntes oceânicas (PHILANDER, 1985)



estudados. Portanto, o volume de precipitação no País teve um pequeno aumento em sua série histórica e a evaporação dos recursos hídricos internos obteve um aumento ainda mais suave. O interessante é que, no ano de 2009, quando houve maior precipitação, também, foi o ano com maior evaporação (Ver Tabela 12).

Tabela 12: Precipitação e Evaporação

Ano	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Precipitações (volume)	14.996.271	14.996.272	16.418.399	13.787.027	16.128.863	15.232.021
Evaporação dos recursos hídricos internos	7.799.088	8.814.759	9.591.709	6.839.848	8.357.379	7.918.321

Fonte: Base de dados ANA. Elaboração própria.

Portanto, pode-se observar como os fluxos hídricos ao longo de 2007 e 2012 foram capazes de acompanhar o crescimento econômico vivido no período. Assim, os impactos causados pelo crescimento da economia foram bem absorvidos pelo meio ambiente.

Porém, uma dúvida se mantém, visto que não foi possível observar que, se o PIB estivesse em recessão, o uso da água iria continuar crescendo, ou se existisse uma forte escassez de água com um PIB crescente que efeito teria. Essas perguntas só poderão ser respondidas através de novos relatórios que apresentem uma nova série de dados para expandir os estudos e demonstrar todas as possibilidades a serem vividas.

## 5.2 PIB AJUSTADO

Na mensuração feita para tentar observar o peso da depleção da água na economia brasileira, foi utilizado o método da despesa por exploração (DEX), que são todos os custos das despesas de tratamento de água e esgoto.

O PIB brasileiro, como mostrado, teve crescimento ao longo dos anos estudados e o seu desempenho foi acompanhado pelo DEX, que teve crescimento em todos os anos analisados. Em 2007, foi gasto para o tratamento de água em torno de R\$16.492.791.259 e em 2012 este valor saltou para em torno de 25.788.553.717, ou seja, um aumento de quase 9,3 bilhões de reais em termos nominais a preço de mercado. Ressalta-se que o PILA, que é o resultado do DEX subtraindo o PIB, também seguiu a mesma trajetória de subida.

Tabela 13: Série histórica do PIB, DEX, PILA de 2007 a 2012

Ano	PILA (R\$)	$\Delta$ PILA (%)	PIB (R\$)	$\Delta$ PIB (%)	DEX (R\$)	$\Delta$ DEX (%)
2007	2.644.851.208.741,35	-	2.661.344.000.000,00	-	16.492.791.258,65	-
2008	3.014.792.428.444,00	14%	3.032.203.000.000,00	13,9%	17.410.571.556,00	5,6%
2009	3.234.973.104.879,00	7,3%	3.239.404.000.000,00	6,8%	19.269.183.152,00	10,7%
2010	3.748.430.641.552,00	15,9%	3.770.084.000.000,00	16,4%	21.653.358.448,00	12,4%
2011	4.119.581.033.480,68	9,9%	4.143.013.000.000,00	9,9%	23.431.966.519,32	8,2%
2012	4.366.305.443.283,19	6%	4.392.093.997.000,00	6%	25.788.553.716,81	10,1%

Fonte: Base de dados ANA, IPEA, IBGE e SNIS. Elaboração própria

Conforme pode-se observar na Tabela 13, o PILA cresceu, entre 2007 e 2012, de R\$2.661.344.000.000 para R\$4.392.093.997.00. Esse aumento é melhor observado no Gráfico 3, pois nele foram comparados, além da relação PIB\PILA, os valores encontrados no DEX. Tal comparação foi feita para conseguir entender a ideia de conta satélite que gravita com o ajuste da depleção ambiental em volta do PIB tradicional do sistema de contabilidade nacional.

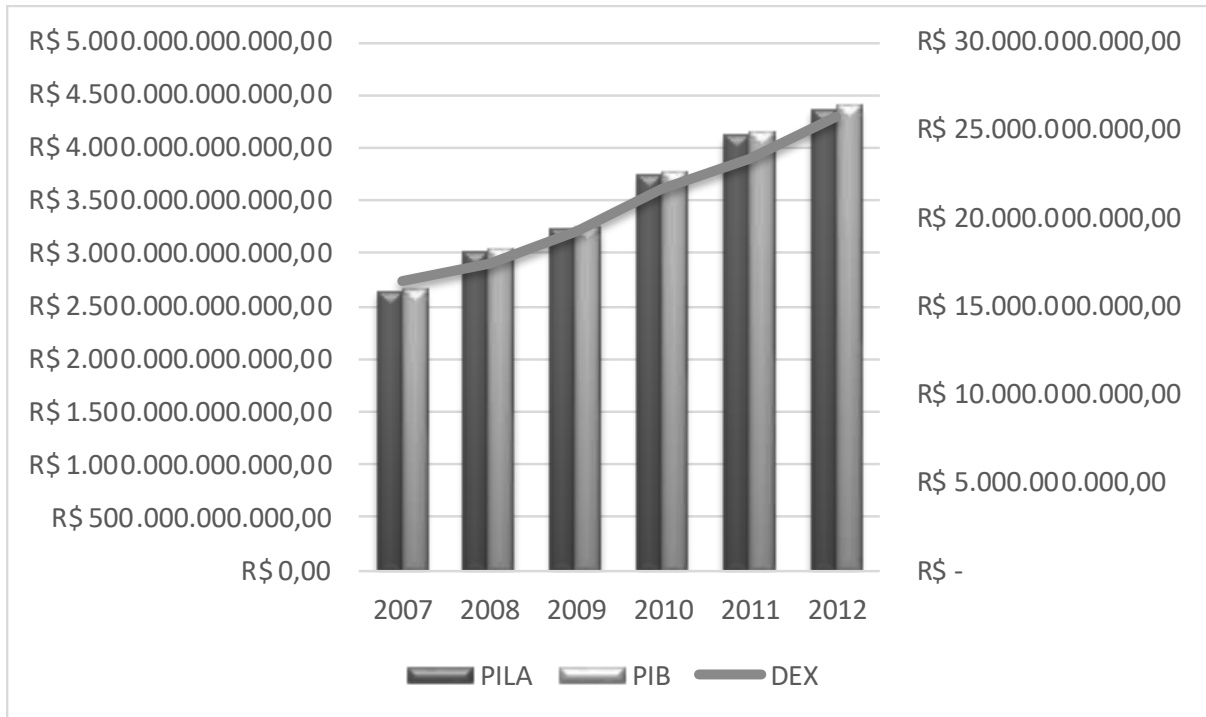
Ao observar os dados apresentados na Tabela 13, através da ótica dos percentuais de variação da série histórica do PIB, DEX e PILA, fica mais tangível a evolução e o comportamento dessas variáveis ao longo dos anos. Os dados apresentaram uma variação interessante ao se analisar o ano de 2009, pois o DEX em 2008 era 5,6% e no ano seguinte foi para 10,7%; já o PIB, em 2008, era de 13,9% e reduziu seu crescimento para 6,8%, praticamente caindo pela metade, enquanto o DEX quase que dobrou; logo, o PILA iria reduzir se for feita a mesma comparação.

Continuando a mesma análise feita no parágrafo anterior, a oscilação entre 2009 e 2010 é de aumento nas três variáveis; porém, o PIB e o PILA apresentou um resultado de crescimento superior ao DEX, respectivamente, de 16,4%, 15,9% e 8,2%. Porém, em 2012, a variação dos gastos de tratamento se manteve acima da variação do produto nacional.

Ao se comparar o primeiro e o último ano da série, fica bem claro como o DEX cresceu acima do PIB, pois entre 2007 e 2008 o PIB variou em 13,9% e o DEX foi de 5,6%; e entre 2011 e 2012, as mesmas variáveis na sequência tiveram o resultado de 6% e 10,1%. Esse fato pode ser explicado através da TRUF, pois ao se contrastar as colunas Coleta, tratamento e

abastecimento de água, Serviço de esgoto e Família, em 2007 o fluxo hídrico foi de 45.782 hm<sup>3</sup>/ano e em 2012 foi de 51.911 hm<sup>3</sup>/ano.

Gráfico 3: Relação Pila/PIB/DEX

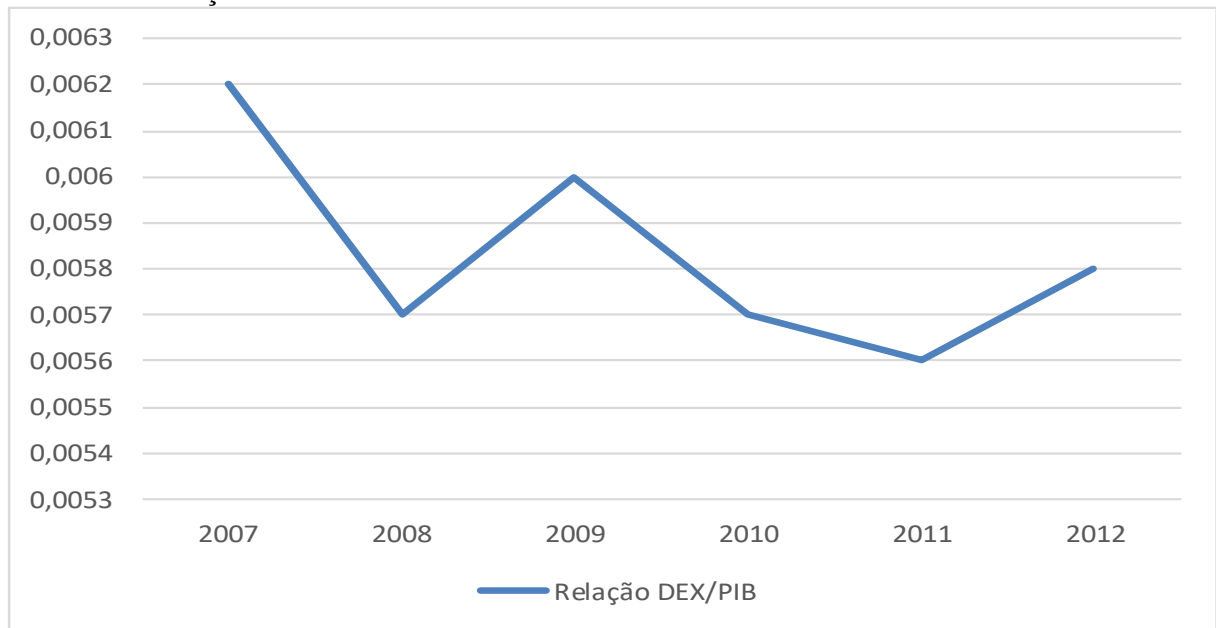


Fonte: Base de dados ANA, IPEA, IBGE e SNIS. Elaboração própria.

Desagregando a relação DEX/PIB, verifica-se que o crescimento do DEX acompanhou proporcionalmente o crescimento do PIB. Como se pode observar no Gráfico 4, a relação DEX/PIB tem uma trajetória negativa com um pior panorama em 2011 e com um retorno de um aumento proporcional dos custos de tratamento do recurso hídrico em relação ao crescimento econômico em 2012.

Ou seja, nos gráficos 3 e 4 tornam-se claro a observação da trajetória de crescimento dos gastos com tratamento de água num momento de crescimento econômico. Pelas limitações vistas na captação dos dados não se pode estender os estudos ao ponto que fosse possível observar se esse crescimento seria mantido num momento de declínio do PIB.

Gráfico 4: Relação DEX/PIB



Fonte: Base de dados IPEA e SNIS. Elaboração própria.

Portanto, com os dados disponíveis pelos órgãos de estatística brasileira, foi possível elaborar uma tabela de recursos e uso físico, no qual foi possível observar uma evolução do uso do recurso hídrico na economia.

No Produto Interno Líquido Ambientalmente Ajustado ficou clara a relação do PIB e dos gastos de despoluição da riqueza ambiental que é vital para a vida de todos. Tal metodologia já é usada pelos gestores públicos em outros países para otimizar as políticas necessárias para cada demanda, como poderá ser visto a seguir.

Luckmann et al. (2014) analisou como a economia israelense lida com choques negativos no suprimento de água potável e contrastou com investimentos no setor de dessalinização. Os autores utilizaram a TRUF, na qual incluiu vários tipos e usos de água, e a recuperação de águas residuais, bem como a provisão de águas subterrâneas salobras separadas e independentes com estrutura de custos. Ao reduzir o suprimento de água potável pela metade, o fato resultou num efeito negativo na economia. A resposta à redução de oferta hídrica é a dessalinização, porém esta tem elevado custo, que é minimizado através de subsídios cedidos pelo governo.

Dimova et al. (2014) utilizaram um sistema híbrido com um sistema de avaliação e planejamento de água, mais o SICEA, para avaliar de forma holística os recursos hídricos disponíveis e as necessidades socioeconômicas da Bulgária. A aplicação da abordagem

desenvolvida constatou a primordialidade de esforços significativos para diminuir os vazamentos de água dentro da rede de abastecimento e durante o transporte para a irrigação. Assim, a demanda nesses setores diminuiria significativamente, com a redução do desperdício, resultando em uma diminuição da necessidade de captação de água.

Edens (2014) estudou os recursos hídricos holandeses de acordo com o SNC e a SICEA para o ano de 2010 e se restringiu ao uso extrativo e serviço de abastecimento de vários tipos de recursos hídricos. Este autor, ao formar a TRUF, foi capaz de observar os principais setores e o tipo de água demandada, como a agricultura que predominantemente usa a água do solo, o setor de abastecimento de água que extrai a partir das águas superficiais e subterrâneas e as indústrias, que utilizam água de superfície e de mar principalmente para refrigeração.

Esta dissertação conseguiu formar uma série histórica dos recursos de fluxo hídrico capaz de descrever um panorama do uso desse insumo ambiental. Tal esforço demonstrou o crescimento da TRUF ao longo dos anos, com uma elevação em todos os setores de uso direto na economia: Agricultura, silvicultura e pesca; Mineração e pedreiras, indústria de transformação e construção, oferta de eletricidade; e Famílias.

A oferta de eletricidade é quem tem a maior demanda de água, mas isso é explicado através da grande fatia que ocupa a eletricidade gerada pelas hidroelétricas na matriz energética nacional. Em segundo, vem a agricultura, que se justifica pelo Brasil ser um país agroexportador.

Frente às etapas necessárias para introdução do SICEA, o País ainda está nas primeiras etapas, nas quais as instituições de estatísticas e de pesquisa governamentais estão se organizando para, a partir das especificidades nacionais, conseguir os melhores dados possíveis que demonstrem a real situação dos recursos ambientais. Por isso que este trabalho é pioneiro nacionalmente, por trabalhar com os dados hídricos agregados existentes e conseguir formar uma série histórica da TRUF e do SICEA para o Brasil.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, foi proposta uma revisão teórica e metodológica das contas nacionais ambientais propostas pela ONU, o SICEA. A partir do foco da água, foi possível criar uma contabilidade nacional com uma tocada ambiental, sem ferir o sistema de contas nacionais criado por Leontief.

Este estudo focou na água devido a tamanha importância desta riqueza ambiental, desde a manutenção da vida até a produção econômica. O Brasil, que é muito rico desse recurso ambiental, não poderia ficar sem mensurar e entender a relação da água na economia, não só por ser um país que exporta bem primários, agricultura e agropecuária, mas também porque tem como sua principal fonte geradora de energia elétrica a água, que é a força que faz girar as turbinas das hidroelétricas em todo território nacional.

A água é uma das maiores riquezas nacionais, mas ela apresenta problemas de distribuição, não somente por lugares onde existem longos períodos de escassez de chuvas como a região Nordeste, mas dentro das grandes cidades com a não oferta em regiões periféricas e o não tratamento de esgotos, o que degrada ainda mais o meio ambiente. O bem-estar dos indivíduos depende diretamente deste recurso, por questões de saúde, dignidade e *capabilities*.

Essa metodologia proposta pela ONU é totalmente inovadora para os estudos nacionais, o que causa dificuldade na adequação das estatísticas existentes. A água é definida como um recurso de fluxo, pois tem a capacidade de renovação, tem sua disposição de renovar pelo ciclo de fluxo hidrológico, pois evapora e volta por meio de precipitação, reiniciando todo o processo. Portanto, esse trabalho teve como motivação preliminar fazer uma contabilidade ambiental que fosse capaz de descrever o uso hídrico nacional e o seu peso.

O Brasil vive uma transição de adequação da metodologia das contas nacionais ambientais, segundo o *framework* da ONU o país ainda se encontra na primeira fase, que firma o arranjo institucional, e a segunda fase, que avalia os resultados da primeira fase e começa de forma embrionária as contas de atividade ambiental, contas de recurso ambiental e contas físicas e de fluxo híbrido.

O País ainda está se adequando para conseguir compilar os melhores dados possíveis. Muitos dados ainda não são coletados, o que dificulta a construção de uma contabilidade que seja mais semelhante com a realidade. As suas instituições, ANA e IBGE, estão engrenadas e

trabalhando em conjunto para acelerar esse processo. Apesar de todo o esforço é um processo lento e que encontra muita dificuldade institucionais, desde a captação dos dados até sua adequação estatística.

Com isso esta dissertação teve o esforço de copilar os dados existentes disponibilizados principalmente pelo IBGE e ANA, e formou primeiramente a TRUF seguindo as normas do SEEA-*water*. Ao fazer toda tabulação dos dados foi visto um crescimento no uso e fluxo físico da água no Brasil, pois em 2007 esta era de 53.101.404 hm<sup>3</sup>/ano e em 2012 teve um salto para 54.733.939 hm<sup>3</sup>/ano. Isso é respondido pelo crescimento da produção nacional ao longo dos anos, pois um nível produtivo maior também irá gerar a necessidade de demandar água.

Os resultados encontrados condizem com a literatura ao se ter como maiores demandadores do insumo hídrico a geração de energia, por ser um país que se baseia na geração das hidroelétricas e na agricultura por ser agrário-exportador. Apesar de não existir dados mais preciso da indústria, ela se demonstra um dos setores que melhor utilizam o recurso, o que faz valer da possibilidade da água de reuso, que diminui a retirada constante da riqueza hídrica do meio ambiente.

A PILA que é o PIB descontado os custos de tratamento de água no país, foi utilizado o DEX como *proxy*, pois com os dados existentes essa foi a maneira encontrada para representar os níveis de degradação da riqueza hídrica nacional, porém isso pode ser aperfeiçoado em trabalhos futuros. Assim, apresentou ao calcular os dados resultados, no qual o PILA acompanhou o crescimento do PIB conjuntamente. Os gastos de tratamento de exploração da água também cresceram de forma contínua, de R\$2.644.851.208.741 em 2007 para R\$4.366.305.443.283 em 2012. Porém, a relação DEX/PIB foi de queda com iniciais de 0,62 em 2007 e de 0,58 em 2012.

Ao se observar as taxas percentuais de crescimento do PIB e do DEX, apareceram resultados interessantes, pois os gastos para se tratar a água estiveram acima das taxas percentuais de crescimento do PIB. Ou seja, a degradação dos recursos hídricos consumiu um pedaço do PIB maior a cada ano e demonstra a necessidade de um maior esforço dos gestores públicos para criar novas políticas e investimentos para diminuir a poluição e depleção dessa riqueza ambiental. Apesar dos custos de tratamento de água serem menores que 1% do PIB, o crescimento do investimento para tratamento de água pode ser ampliado, pois ainda existem muitos córregos, afluentes e rios, principalmente os que atravessam áreas urbanas e pobres, com

alto nível de poluição e degradação, afetando o meio ambiente e qualidade de vida de inúmeras pessoas.

Portanto, esta dissertação se demonstrou pioneiro, e apesar das dificuldades encontradas na captação dos dados e da adequação a uma nova metodologia, pode observar um aumento no uso hídrico em todos os setores da economia, mas também, um aumento nos gastos de tratamento da água.

Este trabalho pode se prolongar em próximos estudos para se observar dados mais atuais nos quais o PIB não estivesse crescendo, mas em declínio, pois aí seria possível observar o comportamento do uso da água com uma produção desaquecida, câmbio desvalorizado e preço de commodities em queda. Também poderiam ser estudadas situações em que as externalidades poderiam ser agravadas num ano de escassez de chuvas, queda no PIB e alta utilização do insumo hídrico. Essas questões só poderão ser respondidas a partir da atualização dos dados.

Esta dissertação reconhece que os estudos ainda estão começando no Brasil quando se fala em uma contabilidade ambiental, não somente da água, mas de outras vertentes como: minerais e recursos energéticos; madeira, natural e cultivada; aquática, peixes selvagens e de aquicultura; terra, cobertura e uso da terra e contas florestais; recursos do solo, e outros recursos biológicos. Entende-se que, assim, o País possa conhecer o real tamanho de sua riqueza ambiental e sua influência na economia.



## REFERÊNCIAS

AHRENS, C.D. *Meteorology Today: Na Introduction to Weather, Climate, and the Environment*. Cengage Learning, 9th edition. (2008)

ALCÁNTARA, V. *Economía y contaminación atmosférica: hacia un nuevo enfoque desde el análisis Input-Output*. Universidad de Barcelona. (1995)

ALFIERI, Alessandra. *Introduction to the SEEA central framework. Regional Seminar on Developing an Implementation Strategy for the Latin America*. United Nations Statistic Division. 2013.

AMAZONAS, Mauricio C. **O Pluralismo da Economia Ecológica e a Economia Política do Crescimento e da Sustentabilidade**. Boletim da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, v. 20, p. 5-12, 2009.

AMAZONAS, Maurício C. **Desenvolvimento sustentável e teoria econômica: O debate conceitual nas perspectivas neoclássica, institucionalista e da economia ecológica**. In.: NOBRE, Marcos; AMAZONAS, Maurício, (orgs.) *Desenvolvimento Sustentável. A institucionalização de um conceito. (Parte II)*. Brasília: Ed. Ibama, 2002.

ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: 2013. Brasília: ANA, 2013. Disponível em: [http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA\\_Conjuntura\\_Recursos\\_Hidricos\\_Brasil/ANA\\_Conjuntura\\_Recursos\\_Hidricos\\_Brasil\\_2013\\_Final.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil/ANA_Conjuntura_Recursos_Hidricos_Brasil_2013_Final.pdf). Acesso em: 20 de set., 2016.

ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil**. Brasília: ANA, 2007. Disponível em: <<http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2007/DisponibilidadeEDemandasBrasil.pdf>> . Acesso em: 20 de set., 2016.

ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Fatos e Tendências: Água**. No Rumo da Mudança. Brasília: ANA, 2009. Disponível em: <[http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/fatosetendencias/edicao\\_2.pdf](http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/fatosetendencias/edicao_2.pdf)>

ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (Brasil). **Coordenação de Outorga**. Outorga Emitidas pela ANA. Brasília: ANA. Disponível em: <<http://www2.ana.gov.br/Paginas/institucional/SobreaAna/uorgs/sof/geout.aspx>>. Acesso em: 20 de set., 2016.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Sitio: [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br). Visto em 10 de novembro de 2016

ANDERSON, A.W.; MANNING, T.W. *The Use of Input-Output Analysis in Evaluating Water Resource Development*. *Canadian Journal of Agricultural Economics/ Revenue Canadianne d'agroeconomie*. V.31 pp. 15-26. 1983.

ANDRADE, D. C.. **Economia e meio ambiente:** aspectos teóricos e metodológicos nas visões neoclássica e da economia ecológica. *Leituras de Economia Política (UNICAMP)*, v. 14, p. 1-31, 2008.

ANTONELLI, M.; ROSON, R.; SARTORI, M. *Systemic Input-Output Computation of Green and Blue Virtual Water ‘Flows’ with an Illustration for the Mediterranean Region*. *Water Resource Management*. 2012

ATLAS SOCI-ÁGUA. Fundação Getúlio Vargas e IVIG/COPPE/UFRJ. 2011.

BARBOSA, F. L. **Regulamentação do reuso da água em refinarias—análise do modelo americano e perspectivas para o cenário nacional**. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2007.

BARTELMUS, P. et al. *SNA framework for integrated environmental and economic accounting*. *Lahstein: XXV Conferência Geral da International Association for Research in Income and Wealth*, Ago. 1989.

BARTELMUS, P., STAHLER, C., e TONGEREN, J.V. *Integrated environmental and economic accounting: framework for SNA satellite system*. *Review of income and wealth*, 1991.

BARTELMUS, P. **A Contabilidade verde para o desenvolvimento sustentável**. In: MAY, P., SERÔA DA MOTTA, R. (orgs.) *Valorando a natureza: análise econômica para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro, Ed. Campus, 1994.

BEKCHANOV, M.; BHADURI, A.; LENZEN, M.; LAMERS, J.P.A. *Systemic Input-Output Computation of Green and Blue Virtual Water ‘Flows’ with an Illustration for the Mediterranean Region*. *Water Resource Management*. *The role of virtual water for sustainable economic restructuring: evidence from Uzbekistan, Central Asia*. ZEF -Discussion Papers on Development Policy No. 167. Center for Development Research, University of Bonn, Junho 2012, pp. 34.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para assuntos jurídicos. Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Disponível no sitio: <[http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/Viw\\_Identificacao/lei%209.433-1997?OpenDocument](http://legislacao.planalto.gov.br/legisla/legislacao.nsf/Viw_Identificacao/lei%209.433-1997?OpenDocument)> visto em 16 de dezembro de 2016.

BRETON, Albert, et al. Breton, A., Brosio, G., Dalmazzone, S., Garrone, G., & Elgar, E. *Environmental accounting at different levels of government: the state of the art*. Capítulo 10 do Livro *Governing the Environment*, Edward Elgar publishing. 2009.

BRÜSEKE, F. **A crítica da técnica moderna**, *Estudos Sociedade e Agricultura*. Rio de Janeiro, UFRRJ, nº 10, abril 1998.

BORSOI, Zilda Maria Ferrão; TORRES, Solange Domingo Alencar. **A política de recursos hídricos no Brasil**. Revista do BNDES, v. 4, n. 8, p. 143-166, 1997.

BUCKNALL, J.; HAMILTON, K.; KISHOR, N. KRAUS, C. PILLAI, P. Capítulo sobre meio Ambiente. Disponível em: <<http://www1.worldbank.org/prem/poverty/portuguese/strategies/srcbook/env0118.pdf>> Acesso em: 07 nov. 2006

BURKOWSKI, Erika. **Restrições de oferta e determinantes da demanda por financiamento no Brasil considerando multiplicadores da matriz de contabilidade social e financeira**. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), PPGEA. 2015.

CARDOSO, João Luis; TESTEZLAF, R. ; MATSURA, Edson Eiji. **A Importância da irrigação no desenvolvimento do agronegócio brasileiro**. In: *1a. Reunión de Coordinación de la Red Riegos Del Programa CYTED*, 2005, Lima, Peru. Anais da *1a Reunión de Coordinación de la Red Riegos Del Programa CYTED*. Montevideo, Uruguai: *RED IBEROAMERICANA DE RIEGOS*. v. 1. p. 1-3. (2005).

CARVALHO, Kildare Gonçalves. *Direito Constitucional*. 14 ed. Belo Horizonte: Del Rey, 2008

CASTAÑEDA, J. P.. *Policy Applications of SEEA. The Global Partnership on Wealth Accounting and the Valuation of Ecosystem Services (WAVES)*. 2013.

CASTRO, Nivaldo J. **Importância e perspectivas da bioeletricidade sucroenergética na matriz elétrica brasileira**. (2010). Disponível na internet via: <[http://www.sindalcool.com.br/download/CD/Estudos\\_Etanol/\\_IMPORT%C3%82NCIA%20E%20PERSPECTIVAS%20DA%20BIOELETRICIDADE.pdf](http://www.sindalcool.com.br/download/CD/Estudos_Etanol/_IMPORT%C3%82NCIA%20E%20PERSPECTIVAS%20DA%20BIOELETRICIDADE.pdf)>. Capturado em 15 de novembro de 2016.

CAVALCANTI, C. **Uma tentativa de caracterização da Economia Ecológica**. *Ambiente & Sociedade*, v. VII n°1, p.149-158. 2004.

CAVALCANTI, C. **Concepções da economia ecológica: suas relações com a economia dominante e a economia ambiental**. *Estudos Avançados*, 2010, v.24, p.53-67, 2010.

CAZCARRO, I; DUARTE, R.; SÁNCHEZ-CHÓLIZ, J. *A multiregional Input-Output model for the evaluation of Spanish water flows*. *Environmental Science & Technology*. 2013.

CEPAL. *Las Cuentas Ambientales y Económicas del Agua: Lecciones aprendidas para su implementación en Brasil*. Publicado em Março de 2015.

CHANAN, A.; KANDASAMY, J.; SHARMA, D. *A Role for Input-Output Analysis in Urban Water Policy Decisions in Australia*. *8th International Input-Output Meeting on Managing the Environment*. Sevilla - Espanha. Julho, 2008.

CHEN, Z.M.; CHEN, G.Q.; ZHOU, J.B.; JIANG, M.M.; CHEN, B. *Ecological input–output modeling for embodied resources and emissions in Chinese economy 2005*. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*. V. 15 (2010), pp.1942–1965.

CLARKE, Robin; KING, Jannet. **O atlas da água: o mapeamento completo do recurso mais precioso do planeta**. Publifolha, 2005.

COASE, R. H. *The Problem of Social Cost*. *The Journal of Law and Economics* 3, October, 1-44. 1960.

CÔRTEZ, Pedro Luiz et al. **Crise de abastecimento de água em São Paulo e falta de planejamento estratégico**. *Estudos Avançados*, v. 29, n. 84, p. 7-26, 2015.

DALY, Herman E.. *Economics, Ecology, Ethics: Essays toward a Steady-State Economy*. San Francisco: W. H. Freeman & Co. 1980.

DALY, H E.; & FARLEY, J. *Ecological Economics: Principles and Applications*. 2nd ed.. Washington, DC: Island Press. (2010)

DALMAZZONE, S. & LA NOTTE, A.. *Local environmental accounting: Methodological lessons from the application of NAMEA tables at sub-national levels*, University of Turin. 2009.

DAMASIO, J.; CARRERA-FERNANDEZ, J.; GARRIDO, J.R., SILVEIRA, A.H.P. **Impactos da cobrança pelo uso da água: uma metodologia de avaliação**. Bahia Análise & Dados. Salvador, v. 13, n. Especial, p. 497-513, 2003.

DAMÁSIO, J.; SILVEIRA, A. H. P.; CARRERA-FERNANDEZ, J. **Efeitos Da Cobrança Do Recurso Água Sobre Agregados Da Economia Brasileira**. Relatório final de Pesquisa. FINEP. 403 p. 2005.

DE LIMA, Luiz Henrique Moraes. **A contabilidade ambiental como instrumento de controle externo**. *Revista do TCU*, n. 99, p. 53-63, 2004.

DIAZ, V. & AMIM, M.. **Sistemas de Contas Ambientais (SCN): A inclusão da exaustão e degradação dos recursos naturais nas estimativas econômicas**. Artigo. Instituto de Proteção da Amazônia – IPAM. 2008.

DI-COSMO, V.; HYLAND, M.; LLOP, M. *Disentangling water usage in the European Union: A decomposition analysis*. 2012.

DIEGUES, Antônio Carlos S. **Desenvolvimento sustentável ou sociedades sustentáveis**. *Cadernos FUNDAP*, v. 6, p. 22-30, 1992.

DIMOVA, G. et al. *Complementary use of the WEAP model to underpin the development of SEEA W physical water use and supply tables*. *Procedia Engineering*, v. 70, p. 563-572, 2014.

DUARTE, R. *Estructura productiva y contaminación hídrica en el valle del Ebro. Un análisis Input-Output (Tesis Doctoral)*. Universidad de Zaragoza. (1999).

DUARTE, R. YANG, H. *Input-Output and water: introduction to the special issue*. *Economic Systems Research*. V. 23:4, pp. 341-351. 2011.

EDENS, Bram; GRAVELAND, Cor. *Experimental valuation of Dutch water resources according to SNA and SEEA*. *Water Resources and Economics*, v. 7, p. 66-81, 2014.

EPE, EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Anuário estatístico de energia elétrica 2015 ano base 2014. Ministério de Minas e Energia. Rio de Janeiro, RJ. 2015

EPE, EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Consumo Nacional de Energia Elétrica na Rede por Classe: 1995 – 2013. Disponível no sitio: <<http://www.epe.gov.br/mercado/Paginas/default.aspx>> visto em: 25 de janeiro de 2017.

EL SERAFY, S. *The proper calculation of income from depletable natural resources*. In: AHMAD, Y. et al. (eds.) 1989 *Environmental accounting for sustainable development*. World Bank, Washington DC.

EU. European Commission. *Growth, competitiveness, and employment. The challenges and ways forward into the 21st century*, COM (93) 700 final. Brussels: 05.12.1993.

FERNANDEZ, B. P. M. **Eco desenvolvimento, Desenvolvimento Sustentável e Economia Ecológica**: em que sentido representam alternativas ao paradigma de desenvolvimento tradicional? *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v.30, p.115. (2011)

GEORGESCU-ROEGEN, N. *Energy and Economic Myths*. *Institutional and Analytical Economic Essays*. Pergamon Press, Inc, New York, 1976.

HAMILTON, K. *Green Adjustments to GDP*. *Resources Policy*, **20**, 155-168. (1994).

HAMILTON, K. & CLEMENS, M.. *Genuine savings rates in developing countries*. *World Bank Economic Review*, **13**, 333-356. (1999).

HARTWICK, J. M. *Natural Resources, National Accounting, and Economic Depreciation*. *Journal of Public Economics*, **43**, 291-304. (1990).

HARTWICK, J. M. *National Wealth and Net National Product*. *Scandinavian Journal of Economics*, **96**, 253-256. (1994).

HARTWICK, J. *National Accounting and Capital*, edn. Edward Elgar, Cheltenham. (2000).

HUETING, R. *Correctin national income for environmental losses: a practial solution for a theoretical dilemma*. In: CONSTANZA, R. *Ecological economics: the science and management of sustainability*. New York: Columbia University Press, 1991.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Conta-Satélite de Saúde Brasil – 2007 – 2009. Disponível no sitio:

[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/economia\\_saude/css\\_2007\\_2009/](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/economia_saude/css_2007_2009/) , visto em 20 de outubro de 2016.

IEA, *INTERNATIONAL ENERGY AGENCY*. *Key world energy statistic*. 2016. Disponível em: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld2016.pdf>. Visto em 20 set. 2016.

INTOSAI, 1998. *Natural Resource Accounting*. Vienna: INTOSAI.

ISARD, Walter. & ROMANOFF, Eliahu . *Philadelphia Region Input-output Study: Coefficient adjustments and modifications*. Wharton School. Dept. of Regional Science. Ed. Regional Science Research Institute, 1966.

IUCN - *INTERNATIONAL UNION FOR THE CONSERVATION OF NATURE*, 1998. *Environmental Accounting - What's it all about*. Washington: IUCN.

LATOUCHE, Serge. *Petit traité de la décroissance sereine*. Editora: Mille et une nuits. 2007.

LEMOS, A. F. ; BIZAWU, K. . **Recepção de tratados internacionais ambientais como norma constitucional no ordenamento jurídico brasileiro**. Direito Ambiental II: XXIII Encontro Nacional do CONPEDI /UFSC: (Re) pensando o Direito: Desafios para a construção de novos paradigmas. 1ed. Santa Catarina: CONPEDI/UFSC, 2014, v. 1, p. 8-37.

LENZEN, M.; FORAN, B. *An input–output analysis of Australian water usage*. *Water Policy*. (2001) 321–340 pgs.

LEONTIEF, W. *Quantitative Input-Output Relations in the Economic System of the United States*, *Review of Economics and Statistics*, 18, 105–125, 1936.

LEONTIEF, W. *The Structure of American Economy 1919–1939*. New York: Oxford University Press, 1941.

LEONTIEF, W. (1970). *Environmental Repercussions and the Economic Structure: An Input Output Approach*. *Input Output Economics*. O. U. Press. New York, Oxford University Press: 241-260. Printed 1986

LEONTIEF, W. (1972). *Air Pollution and the Economic Structure: Empirical Results of Input Output Computations*. *Input Output Economics*. O. U. Press. New York, Oxford University Press: 273-293. Printed 1986

LEONTIEF, W. (1973). *National Income, Economic Structure, and Environmental Externalities*. *Input Output Economics*. O. U. Press. New York, Oxford University Press: 261-272. Printed 1986

LOFTING, E. M.; MCGAUHEY, P. H. *Economic valuation of water. An Input-Output analysis of California water requirements*. Contribution 116. Water Resources Center. 1968.

LUCKMANN, J.; GRETHE, H.; S. MCDONALD, S.; ORLOV, A.; SIDDIG, K. *An integrated economic model of multiple types and uses of water*. *Water Resour Research an Journal*, vol.50, issue 5. 2014.

MAIER, H.R.; DANDY, G.C. *Neural networks for the prediction and forecasting of water resources variables: a review of modelling issues and applications. Environmental Modelling & Software*. V. 15 pp.101–124, 2000.

MARIANO, J. B. Impactos Ambientais do Refino de Petróleo. Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2001.

MANKIW, N.G. **Introdução à economia:** princípios de micro e macroeconomia. Rio de Janeiro: Campus, 1999

MARKANDYA, A. & PAVAN, M. *Green Accounting in Europe: Four Case Studies*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 1999.

MARGULIS, S. **Economia dos recursos naturais.** In: MARGULIS, S. (ed.) Meio ambiente - aspectos técnicos e econômicos. Rio de Janeiro: IPEA/INPES, 1990

MARTINS, R. **A discussão internacional sobre desenvolvimento sustentável:** de Estocolmo (1972) a Johannesburgo (2002). 218 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais), Marília, 2005.

MEADOWS, Donella H.; MEADOWS, Dennis L. *The limits to growth. Ed.: A Potomac associates book*. 1972

MIRANDA, C. da R. **Insumo-produto e planejamento ambiental.** Revista brasileira de Economia. Rio de Janeiro, v. 36 (3), pp. 277-302, jul./set. 1982.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Infraestrutura, saneamento. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2015/04/saneamento-basico-cobre-84-dos-domicilios-urbanos-do-pais>>. Visto em 01 out. 2016.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Sítio visto em 29 de Maio de 2016: <http://www.mma.gov.br/educacao-ambiental/politica-de-educacao-ambiental/historico-mundial>

MMA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Água: Um recurso cada vez mais ameaçado. Disponível em: [http://www.mma.gov.br/estruturas/secex\\_consumo/arquivos/3%20-%20mcs\\_agua.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/arquivos/3%20-%20mcs_agua.pdf). Acesso em: 20 set. 2016.

MMA, MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Caderno setorial de recursos hídricos: indústria e turismo / Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. – Brasília: MMA, 2006.

MME, Ministério de Minas e Energia. O Brasil e as Fontes Renováveis de Energia, (2008). Visto no sítio: [http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias/-/asset\\_publisher/32hLrOzMKwWb/content/o-brasil-e-as-fontes-renovaveis-de-energia-artigo-do-ministro-edison-lobao;jsessionid=7477DB10DB876AFCBC77BB1E266A60F3.srv154](http://www.mme.gov.br/web/guest/pagina-inicial/outras-noticias/-/asset_publisher/32hLrOzMKwWb/content/o-brasil-e-as-fontes-renovaveis-de-energia-artigo-do-ministro-edison-lobao;jsessionid=7477DB10DB876AFCBC77BB1E266A60F3.srv154)



MORAES, V.O. **Análise intersetorial dos fluxos de água virtual para a economia brasileira:** uma abordagem insumo-produto. Dissertação de mestrado em economia e desenvolvimento. Universidade Federal de Santa Maria, 2015.

MOREIRA-JUNIOR, P.A.N. **As políticas ambientais de cobrança pelo uso da água na Bacia do Rio Paraíba do Sul:** uma abordagem insumo-produto. Dissertação de mestrado em economia. Universidade Federal da Bahia. 204 p. 2007.

MOTTA, R. S. da. **Manual para valoração econômica de recursos ambientais.** Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1998.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. Padrão de consumo, distribuição de renda e o meio ambiente no Brasil. IPEA, texto para discussão nº 856, 2002.

MOURA, Gustavo N. P. **A Relação Entre Água e Energia: Gestão Energética nos Sistemas de Abastecimento de Água das Companhias de Saneamento Básico do Brasil.** Dissertação (mestrado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Planejamento Energético, 2010.

MUELLER, C.C. A dimensão ambiental no sistema de contas nacionais. Rio de Janeiro: IBGE, 1991

NEVES, M. J. M.. **Contas da Água no Brasil: oportunidades e desafios.** Seminário Nacional de Implementação do Sistema de Contas Econômicas Ambientais. Agência Nacional de Águas – ANA. 2013.

OKI, T; KANAE, S. Virtual water trade and world water resources. *Water Science and Technology*, v.49, n.7, p. 203-209, 2004.

PESKIN, H. M. *A proposed environmental accounts framework, in: AHMAD, Y. et al. (eds.) Environmental accounting for sustainable development. World Bank, Washington DC. 1989.*

PEARCE, D.W. e WARFORD, J.J. *World without end: economics, environment, and sustainable development. Washington D.C., World Bank, 1993*

PEARCE, D.W. e ATKINSON, G. *Capital theory and the measurement of sustainable development: in: Indicator of weak sustainability. Ecological Economics*, 8 (2) : 85-103  
\_\_\_\_\_. *Measuring sustainable development, in BROMLEY, D.W. (ed.). 1995. Handbook of environmental economics. Oxford: Blackwell.*

PEREIRA, R.M. **Aspectos Econômicos Dos Modelos De Cobrança Da Água Pelo Lançamento De Efluentes:** A Bacia Hidrográfica Do Rio Paraíba Do Sul. Dissertação de mestrado em economia. Universidade Federal da Bahia. 2007.

PERES, A. L. *Avaliação dos Impactos da Política Nacional de Recursos Hídricos na Gestão Ambiental da Água e Efluentes na Indústria.* Dissertação de M.Sc., COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2003.

PÉRES, Vitor M.; CAMPOS, Marcus V.B.; LIANG, Thon L.S.. **SMART GRID:** Uma possibilidade a distribuição elétrica brasileira. *Revista INNOVER*, vol. 1, número 4, dezembro 2014.



PÉRES, Vitor M.; CAMPOS, Marcus V.B.; LIANG, Thon L.S.. **SMART GRID: Uma possibilidade a distribuição elétrica brasileira.** Revista INNOVER, vol. 1, número 4, dezembro 2014.

PEROSSI, G. R., & CARRARA, K. **Por que funcionam limitadamente campanhas e programas de conservação de água?** Uma análise comportamental. *Interação em Psicologia*, Curitiba, v.16, n.2, 199–210. 2012.

PESKIN, H.M. *A proposed environmental accounts framework, in: AHMAD, Y. et al. (eds.) 1989 Environmental accounting for sustainable development. World Bank, Washington DC.*

PHILANDER, S. G. H. El Niño and La Niña. *Journal of the Atmospheric Sciences*, v. 42, n. 23, p. 2652-2662, 1985.

PIMENTEIRA, Cicero P. **Aspectos Sócio-Econômicos da Gestão de Resíduos Sólidos no Rio de Janeiro – Uma Análise Insumo Produto [Rio de Janeiro].** COPPE/UFRJ, M.Sc.,Planejamento Energético, 2002.

PINTO-COELHO, Ricardo M. & HAVENS, Karl. *Crise nas Águas. Educação, ciência e governança, juntas, evitando conflitos gerados por escassez e perda da qualidade das águas.* Editora Recóleo, 1 ed. – Belo Horizonte: 2015.

PIGOU, A. C. (1920). *The Economics of Welfare. 4<sup>th</sup> edition: (London: Macmillan)*, p. 113, (1932)

PNAD. Programa Nacional por Amostra de Domicílios. IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro: IBGE, 2014.

POSTEL, S.; VICKERS, A. Incrementando a produtividade hídrica. In: WORLDWATCH INSTITUTE. **Estado do mundo 2004: estado do consumo e o consumo sustentável.** Salvador: UMA, 2004. Disponível em: [http://www.ibase.br/userimages/ap\\_ibase\\_agua\\_01c.pdf](http://www.ibase.br/userimages/ap_ibase_agua_01c.pdf) . Acesso em: 25 set. 2016.

REBOUÇAS, A. C. Água e desenvolvimento rural. *Estudos Avançados*, São Paulo, v. 15, n. 43, p. 327-344, 2001.

REBOUÇAS, A. “Água Doce no Mundo e no Brasil”. In: REBOUÇAS, A., BRAGA, B e TUNDISI, J.G. (org). *Águas Doces no Brasil.* 2ª ed, São Paulo: Escrituras Editora, 2002.  
REBOUÇAS, A. C. Água no Brasil: abundância, desperdício e escassez. *Revista Bahia Análise & Dados*, Salvador, v.13, n. especial, p. 341-345, 2003

REDCLIFT, M. *Sustainable Development. Exploring the Contradictions. Londres e Nova York, Methuen*, 1987.

REICH, U.P. *Concept and definition of income in the national accounts. The Review of Income and Wealth. New York: International Association for Research in Income and Wealth*, vol.37, n.3, Set.1991

REPETTO, R. et al. *Wasting assets: natural resources in the national income accounts*. Washington: World Resources Institute, 1989

ROMEIRO, A. R.. *Sustainable development and institutional change: the role of altruistic behavior*. Texto para Discussão, Instituto de Economia/UNICAMP, n° 97, junho, 2000.

RUSSI D., TEN BRINK P., FARMER A., BADURA T., COATES D., FÖSTER J., KUMAR R. and DAVIDSON N. *The Economics of Ecosystems and Biodiversity for Water and Wetlands*. IEEP, London and Brussels; Ramsar Secretariat, Gland. 2013.

OLIVEIRA, Clea Nobre de. Indicador de consumo e propostas para racionalização do uso da água em instalações de empreiteiras: caso da Refinaria Landulpho Alves. Dissertação: Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo/ Universidade Federal da Bahia. 2009

OLSEN, T. **The Danish NAMEA Water Accounts- with examples of its use**. Paper prepared for the London group meeting, Rome Novembro 2003.

OSTROM, E. C. et al. Revisiting the commons: local lessons and global challenges. In: Science, vol. 284, no. 5412, pp. 278-282. 1999.

SACHS, Ignacy. Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SALATI, E. et al. “Água e o Desenvolvimento Sustentável”. In: REBOUÇAS, A., BRAGA, B e TUNDISI, J.G. (org). *Águas Doces no Brasil*. 2ª ed, São Paulo: Escrituras Editora, 2002.

SÁNCHEZ-CHÓLIZ, J.; BIELSA, J.; ARROJO, P. *Water values for Aragon*. *Environmental and Land Issues*. Wissenschaftsverlag vank Kiel KG. Ed. Albisu, L.M. and Romero, C. EAAE, CIHEAM. 1992.

SANTANA, T.A.R. **Estudo dos Impactos Econômicos Da Cobrança Pelo Uso Da Água Na Bacia Do Rio São Francisco**: Uma Abordagem de Insumo-Produto. Dissertação de mestrado em economia. Universidade Federal da Bahia. 2010.

SCHMITZ, Arno Paulo. **Economia regional**: ensaios aplicados em economia dos recursos hídricos. Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Econômico, 2014.

SEEA. *United Nations, European Commission, International Monetary Fund, Organisation for Economic Cooperation and Development, World Bank*. **Handbook of National Accounting: Integrated Environmental and Economic Accounting** (2003). Disponível via internet: <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seea2003.pdf>

SEN, Amartya. Desenvolvimento como Liberdade. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

SILVA, M.A.R. da., 2003: Economia dos recursos naturais. pp.33-60. In: Economia do meio ambiente – teoria e prática. [May, P.H. et al. (Orgs.)]. Rio de Janeiro, RJ: Editora Campus Elsevier.

SILVA, DANIELA LIMA; TEIXEIRA, CLÁUDIA ECHEVENGUÁ. **Avaliação da influência de uma campanha de incentivo à redução de consumo de água.** Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. In: XVI Engema - Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente, 2014, São Paulo. Anais do XVI Engema. São Paulo, 2014.

SOLANES, Miguel. *Manejo integrado del recurso agua, con la perspectiva de los principios de Dublín.* Revista da CEPAL, 1998.

SOUSA, M. da C. S. de. **Bens públicos e externalidades.** (2008). Disponível em: <<http://www.unb.br/face/eco/inteco/textosnet/1parte/externalidades.pdf>>. Acesso em: 19 dez. 2016

SOUZA, Simonia Aparecida de. **Água juridicamente sustentável:** um estudo sobre a educação ambiental como instrumento de efetividade do programa de conservação e uso racional da água nas edificações de Curitiba/PR. Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, v. 1, n. 1, p. 93-113, 2012.

SZKLO, A. Fundamentos do Refino de Petróleo. Rio de Janeiro: Editora Interciências, 2005.

TONGEREN, J.U. et al. ***Integrated environmental and economic accounting: a case study for Mexico.*** Washington, World Bank, 1991 (Environment Working Paper n.50)

TUNDISI, J.G. *Água no Século XXI – Enfrentando a Escassez.* São Carlos: Rima Editora/Instituto Internacional de Ecologia, 2003.

TUNDISI, J. G.. **Recursos Hídricos no futuro:** problemas e soluções. Estudos Avançados (USP), v.22, n.63. 2008.

WEBER, J.A. ***Integrating conservation targets into water demand projections.*** Journal AWWA (American Water Works Association). V. 85 n. 8, pp. 63-70. 1993.

WIEDMANN, T.; LENZEN, M. TURNER, K. BARRETT, J. ***Examining the global environmental impact of regional consumption activities – Part 2: Review of input-output models for the assessment of environmental impacts embodied in trade.*** Ecological Economics. V. 61, pp. 15-26. 2007.

UN. United Nations. **Agenda 21.** 1992. Disponível via internet: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>

UN. United Nations. ***Integrated Environmental and Economic Accounting An Operational Manual.*** Studies in Methods Handbook of Nations Accounting. New York, 2000. Disponível via internet: [http://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF\\_78E.pdf](http://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF_78E.pdf)

UN. United Nations. *System of Environmental- Economic Accounting for Water*. STAT, Series F. 100. *New York*, 2012. Disponível via internet: [http://unstats.un.org/unsd/publication/seriesf/Seriesf\\_100e.pdf](http://unstats.un.org/unsd/publication/seriesf/Seriesf_100e.pdf)

YOUNG, C., PEREIRA A. e HARTJE B. **Sistema de contas Ambientais Para o Brasil: estimativas preliminares**. Texto para Discussão, IE/UFRJ, n. 448. 2000.

YOUNG, C. E. F. **Contabilidade ambiental nacional: fundamentos teóricos e aplicação empírica no Brasil**. In: MAY, P. H.; LUSTOSA, M. C.; VINHA, V. da. *Economia do meio ambiente: teoria e prática*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2003, p. 101-132.

YOUNG, C.E.F. **Desenvolvimento e Meio Ambiente: uma falsa incompatibilidade**. *Ciência Hoje*, Rio de Janeiro, v.211, p30-34, 2004.

WANG, Z.; HUANG, K.; YANG, S.; YU, Y. *To evaluate the water footprint and virtual water trade of Beijing, China. Journal of Cleaner Production*. V. 42 (2013) PP. 172-179.

## ANEXOS

## ANEXO 1: TABELA DE RECURSO E USOS FÍSICOS (TRUF)

	Captação de água; produção de água; geração de fluxo de retorno.							Fluxo do resto do mundo		
	Agricultura, silvicultura e pesca.	Mineração e pedreiras; indústria de transformação e construção.	Oferta de eletricidade	Coleta e tratamento e abastecimento de água	Serviço de esgoto	Outras atividades	Família	Importação Exportação	Fluxo do meio ambiente	Oferta Total
<b>(I) Fonte de água captada</b>										
Recursos hídricos interiores										
Água superficial										
Água subterrânea										
Água Solo										
Total										
Outras Fontes de água										
Precipitação										
Água do mar										
Total										
Oferta total de água captada										
<b>(II) Água captada</b>										
Para distribuição										
Para uso próprio										
<b>(III) Água residual e água de reuso</b>										
Água residual										
Água residual para tratamento										
Tratamento próprio										
Água de reuso produzida										
Para distribuição										
Para uso próprio										
Total										

FONTE: ONU, 2012

## ANEXO 2: TABELA DO ESQUEMA SIMPLIFICADO DO SICEA

SICEA	Atividades Econômicas					
	Contas de Fluxos			Contas de Ativos		
	Produção	Resto do Mundo	Consumo Final	Econômicos		Ambientais
				Produzidos	Não-produzidos	Não-produzidos
Estoque de Abertura						
Oferta Econômica	P					
Usos Econômicos						
Depreciação	Depr					
PIL	Yn					
Usos Ambientais						
Depleção de Recursos Exauríveis	Ci.depl					
PIL Ambientalmente ajustado -1	Yn1					
Custos de Degradação						
PIL Ambientalmente Ajustado -2						
Reavaliações						
Estoques de Encerramento						

FONTE: YOUNG (2003).

## ANEXO 3: Tabela da série histórica do PIB, DEX, PILA e relação DEX/PIB de 2007 a 2012

Ano	PILA	PIB	DEX	Relação DEX/PIB
2007	R\$ 2.644.851.208.741,35	R\$ 2.661.344.000.000,00	R\$ 16.492.791.258,65	0,62%
2008	R\$ 3.014.792.428.444,00	R\$ 3.032.203.000.000,00	R\$ 17.410.571.556,00	0,57%
2009	R\$ 3.234.973.104.879,00	R\$ 3.239.404.000.000,00	R\$ 4.430.895.121,00	0,14%
2010	R\$ 3.748.430.641.552,00	R\$ 3.770.084.000.000,00	R\$ 21.653.358.448,00	0,57%
2011	R\$ 4.119.581.033.480,68	R\$ 4.143.013.000.000,00	R\$ 23.431.966.519,32	0,56%
2012	R\$ 4.366.305.443.283,19	R\$ 4.392.093.997.000,00	R\$ 25.788.553.716,81	0,58%

Fonte: Base de dados ANA, IPEA, IBGE e SNIS. Elaboração própria



## ANEXO 4: Tabela de dados para formação da TRUF (2007 a 2012)

Informação de contexto \ Ano	2007	2008	2009	2010	2011	2012
População a metade do ano (1 julho)	189.462.755	191.532.439	193.543.969	195.497.797	197.397.018	199.242.462
PIB	2.661.344.000.000	3.032.203.000.000	3.239.404.000.000	3.770.084.000.000	4.143.013.000.000	4.392.093.997.000
Área continental	8.515.774	8.515.775	8.515.776	8.515.777	8.515.778	8.515.779
Área irrigada	NA	NA	NA	5.400.000	NA	5.800.000
Área irrigada convertida em quilômetros quadrados	NA	NA	NA	54	NA	58
Energia elétrica gerada (Gwh/ano)	445.149	463.120	466.158	515.799	531.758	550
Energia hidroelétrica gerada (hm³/ano)	2.359.410	2.331.286	2.466.481	2.544.085	2.702.068	2.838.240
Informação hidrológica						
Precipitações em volume	14.996.271	14.996.272	16.418.399	13.787.027	16.128.863	15.232.021
Evaporação do recursos hídricos internos	7.799.088	8.814.759	9.591.709	6.839.848	8.357.379	7.918.321
Escoamento superficial	6.111.930	5.726.259	5.741.442	5.861.931	6.686.236	6.228.452
Recarga de aquíferos	1.085.252	1.085.253	1.085.254	1.085.255	1.085.256	1.085.257
Entrada de água de territórios vizinhos	2.531.389	2.526.475	2.688.737	2.354.976	2.371.226	2.674.822
Saída de água de território vizinhos	750.715	719.242	740.554	821.975	807.765	632.041
Saídas de água ao mar	7.892.605	7.533.492	7.689.625	7.394.931	8.249.697	8.271.233
Número de grandes barragens/açudes	102	105	105	119	120	128
Volume armazenado por ano	333.448	357.815	402.689	360.306	393.187	350,36
Capacidade das barragens/açudes	532.777	538.123	543.729	547.385	553,35	557.809
Percentual de capacidade de armazenamento	63%	66%	74%	66%	71%	63%
Água na economia (com código das RIEA)						
Água extraída pela atividade CIU (sem agricultura) (água potável)	15.106	15.106	16.456	16.456	16.456	16.456
Água extraída pela atividade CIU 5 - 33, 38, 39, 41 - 99 (3510 separado) (indústria auto abastecida)	10.142	11.875	11.875	12.453	12.453	12.453

(continua)

(continuação)						
Água extraída pela atividade CIIU 1 - 3 (agricultura)	31.706	41.549	41.549	44.830	44.830	44.830
Água extraída pela atividade CIIU 3510 (esfriamento de centrais termoelétricas)	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Água extraída pela atividade CIIU 3510 (só para hidroelétrica) (água turbinada)	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Perda de água na distribuição CIIU 3600 (sem agricultura) (empresas de água)	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Perda na distribuição CIIU (na agricultura)	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Precipitações (lâmina)	1.761	1.761	1.928	1.619	1.894	1.789
Evapotranspiração como proporção da precipitação	52%	55%	58%	50%	52%	52%
Recursos hídricos internos renováveis	7.197.178	6.811.507	6.826.690	6.947.179	7.771.484	7.313.700
Recursos hídricos renováveis totais	9.728.567	9.337.982	9.515.427	9.302.155	10.142.710	9.988.522
Grau de dependência (entrada de água de territórios vizinhos)	26%	27%	28%	25%	23%	27%
Recursos hídricos renováveis totais por habitante	51.348	48.754	49.164	47.582	51.382	50.132
Capacidade das barragens/açudes em relação ao escoamento superficial mais entrada de água de territórios vizinhos	6%	7%	6%	7%	6%	6%
Capacidade de armazenamento por habitante	2.812	2.810	2.809	2.800	2.803	2.800
Água recebida aos domicílios conectado à rede de água potável	5.565	5.600	8.188	6.411	6.411	6.411
Água recebida pelas indústrias conectadas a rede de água potável	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Dados relacionados com a contaminação da água						
Água residual coletada em alcatilado (CIIU 3700)	4.491	4.491	4.491	4.491	4.491	4.491
Retorno de água tratada ao meio ambiente	3.087	3.087	3.087	3.087	3.087	3.087
Número de estações de tratamento de esgoto	NA	6.040	NA	NA	NA	6.040
Retorno de atividades CIIU 5 - 33, 38, 39, 41 - 99 (3510 separado) (depois de tratamento)	NA	NA	NA	NA	NA	NA

(continua)

(conclusão)

Efluentes Coletados pela rede de saneamento (ISIC 37)	4.491	4.491	4.491	4.491	4.491	4.491
Volume de esgoto coletado	3.887	2.658	4.230	4.663	4.726	5.150
Água subterrânea	360.457	360.457	360.457	360.457	360.457	360.457
Volume de esgoto tratado	2.444	4.019	2.895	3.124	3.208	3.541
Retorno de efluentes tratados ao meio ambiente	3.086	3.86	3.086	3.086	3.086	3.086
Volume de água produzido	14.289	14.303	14.518	15.024	15.424	15.862
DESPESAS DE EXPLORAÇÃO (DEX)	16.492.791.259	17.410.571.556	4.430.895.121	21.653.358.448	23.431.966.519	25.788.553.717

Fonte: Base de dados ANA, IPEA, IBGE e SNIS. Elaboração própria

## ANEXO 5: Tabela de recursos e usos físicos (TRUF) do ano de 2007

	Captação de água; produção de água; geração de fluxo de retorno.							Fluxo do resto do mundo		Fluxo do meio ambiente	Oferta Total
	Agricultura, Silvicultura e pesca.	Mineração e pedreiras; indústria de transformação e construção.	Oferta de eletricidade	Coleta e tratamento e abastecimento de água	Serviço de esgoto	Outras atividades	Família	Exportação	Importação		
<b>(I) Fonte de água captada</b>											
Recursos hídricos interiores	31.706	10.142								7.197.178	7.239.026
Água superficial										6.111.930	6.111.930
Água subterrânea										360.457	360.457
Água Solo										1.085.252	1.085.252
Outras Fontes de água								750.715	2.531.389		3.282.104
Precipitação										14.996.271	14.996.271
Água do mar								7.892.605			7.892.605
Oferta total de água captada				14.289			5.565			9.728.567	9.748.421
<b>(II) Água captada</b>											
Para distribuição				15.106	3.887						18.993
Para uso próprio			2.359.409,99								2.359.409,99
<b>(III) Água residual e água de reuso</b>											
Água residual											
Água residual para tratamento					2.444						2.444
Tratamento próprio											
Água de reuso produzida											
Para distribuição											
Para uso próprio											
<b>(IV) Fluxo de retorno</b>											
Água devolvida para o meio ambiente					4.491						4.491
<b>Demanda Total</b>	31.706	10.142	2.359.409,99	29.395	10.822		5.565	8.643.320	2.531.389	39.479.655	53.101.404

Fonte: Base de dados ANA, IPEA, IBGE e SNIS. Elaboração própria.

## ANEXO 6: Tabela de recursos e usos físicos (TRUF) do ano de 2008

(I) Fonte de água captada	Captação de água; produção de água; geração de fluxo de retorno.							Fluxo do resto do mundo		Fluxo do meio ambiente	Oferta Total
	Agricultura, Silvicultura e pesca.	Mineração e pedreiras; indústria de transformação e construção.	Oferta de eletricidade	Coleta e tratamento e abastecimento de água	Serviço de esgoto	Outras atividades	Família	Exportação	Importação		
Recursos hídricos interiores	41.549	11.875								6.811.507	6.864.931
Água superficial										5.726.259	5.726.259
Água subterrânea										360.457	360.457
Água Solo										1.085.253	1.085.253
Outras Fontes de água								719.242	2.526.475		3.245.717
Precipitação										14.996.272	14.996.272
Água do mar								7.533.492			7.533.492
Oferta total de água captada				14.303			5.600			9.337.982	9.357.885
<b>(II) Água captada</b>											
Para distribuição				15.106	2.658						17.764
Para uso próprio			2.331.286,19								2.331.286,19
<b>(III) Água residual e água de reuso</b>											
Água residual											
Água residual para tratamento					4.019						4.019
Tratamento próprio											
Água de reuso produzida											
Para distribuição											
Para uso próprio											
<b>(IV) Fluxo de retorno</b>											
Água devolvida para o meio ambiente					4.491						4.491
<b>Demanda Total</b>	41.549	11.875	2.331.286,19	29.409	11.168		5.600	8.252.734	2.526.475	38.317.730	51.527.826

Fonte: Base de dados ANA, IPEA, IBGE e SNIS. Elaboração própria.

## ANEXO 7: Tabela de recursos e usos físicos (TRUF) do ano de 2009

(I) Fonte de água captada	Captação de água; produção de água; geração de fluxo de retorno.							Fluxo do resto do mundo		Fluxo do meio ambiente	Oferta Total
	Agricultura, silvicultura e pesca.	Mineração e pedreiras; indústria de transformação e construção.	Oferta de eletricidade	Coleta e tratamento e abastecimento de água	Serviço de esgoto	Outras atividades	Família	Exportação	Importação		
Recursos hídricos interiores	41.549	11.875								6.826.690	6.880.114
Água superficial										5.741.442	5.741.442
Água subterrânea										360.457	360.457
Água Solo										1.085.254	1.085.254
Outras Fontes de água								740.554	2.688.737		3.429.291
Precipitação										16.418.399	16.418.399
Água do mar								7.689.625			7.689.625
Oferta total de água captada				14.518			8.188			9.515.427	9.538.133
<b>(II) Água captada</b>											
Para distribuição				16.456	4.230						20.686
Para uso próprio			2.466.481,02								2.466.481,02
<b>(III) Água residual e água de reuso</b>											
Água residual											
Água residual para tratamento					2.895						2.895
Tratamento próprio											
Água de reuso produzida											
Para distribuição											
Para uso próprio											
<b>(IV) Fluxo de retorno</b>											
Água devolvida para o meio ambiente					4.491						4.491
<b>Demanda Total</b>	41.549	11.875	2.466.481,02	30.974	11.616		8.188	8.430.179	2.688.737	39.947.669	53.637.268,02

Fonte: Base de dados ANA, IPEA, IBGE e SNIS. Elaboração própria.

## ANEXO 8: Tabela de recursos e usos físicos (TRUF) do ano de 2010.

	Captação de água; produção de água; geração de fluxo de retorno.							Fluxo do resto do mundo		Fluxo do meio ambiente	Oferta Total
	Agricultura, silvicultura e pesca.	Mineração e pedreiras; indústria de transformação e construção.	Oferta de eletricidade	Coleta e tratamento e abastecimento de água	Serviço de esgoto	Outras atividades	Família	Exportação	Importação		
<b>(I) Fonte de água captada</b>											
Recursos hídricos interiores	44.830	12.453								6.947.179	7.004.462
Água superficial										5.861.931	5.861.931
Água subterrânea										360.457	360.457
Água Solo										1.085.255	1.085.255
Outras Fontes de água								821.975	2.354.976		3.176.951
Precipitação										13.787.027	13.787.027
Água do mar								7.394.931			7.394.931
Oferta total de água captada				15.024			6.411			9.302.155	9.323.590
<b>(II) Água captada</b>											
Para distribuição				16.456	4.663						21.119
Para uso próprio			2.544.084,81								2.544.084,81
<b>(III) Água residual e água de reuso</b>											
Água residual											
Água residual para tratamento					3.124						3.124
Tratamento próprio											
Água de reuso produzida											
Para distribuição											
Para uso próprio											
<b>(IV) Fluxo de retorno</b>											
Água devolvida para o meio ambiente					4.491						4.491
<b>Demanda Total</b>	44.830	12.453	2.544.084,81	31.480	12.278		6.411	8.216.906	2.354.976	37.344.004	50.567.422,81

Fonte: Base de dados ANA, IPEA, IBGE e SNIS. Elaboração própria.

## ANEXO 9: Tabela de recursos e usos físicos (TRUF) do ano de 2011.

(I) Fonte de água captada	Captação de água; produção de água; geração de fluxo de retorno.							Fluxo do resto do mundo			Oferta Total
	Agricultura, silvicultura e pesca.	Mineração e pedreiras; indústria de transformação e construção.	Oferta de eletricidade	Coleta e tratamento e abastecimento de água	Serviço de esgoto	Outras atividades	Família	Exportação	Importação	Fluxo do meio ambiente	
Recursos hídricos interiores	44.830	12.453								7.771.484	7.828.767
Água superficial										6.686.236	6.686.236
Água subterrânea											
Água Solo										1.085.256	1.085.256
Outras Fontes de água								807.765	2.371.226		3.178.991
Precipitação										16.128.863	16.128.863
Água do mar								8.249.697			8.249.697
Oferta total de água captada				15.424			6.411			10.142.710	10.164.545
<b>(II) Água captada</b>											
Para distribuição				16.456,00	4.726						21.182,00
Para uso próprio			2.702.067,55								2.702.067,55
<b>(III) Água residual e água de reuso</b>											
Água residual											
Água residual para tratamento					3.208						3.208
Tratamento próprio											
Água de reuso produzida											
Para distribuição											
Para uso próprio											
<b>(IV) Fluxo de retorno</b>											
Água devolvida para o meio ambiente					4.491						4.491
<b>Demanda Total</b>	44.830,00	12.453,00	2.702.067,55	31.880,00	12.425,00		6.411,00	9.057.462	2.371.226	41.814.549	56.053.303,55

Fonte: Base de dados ANA, IPEA, IBGE e SNIS. Elaboração própria.



ANEXO 10: Tabela de recursos e usos físicos (TRUF) do ano de 2012.

	Captação de água; produção de água; geração de fluxo de retorno.							Fluxo do resto do mundo		Fluxo do meio ambiente	Oferta Total
	Agricultura, silvicultura e pesca.	Mineração e pedreiras; indústria de transformação e construção.	Oferta de eletricidade	Coleta e tratamento e abastecimento de água	Serviço de esgoto	Outras atividades	Família	Exportação	Importação		
<b>(I) Fonte de água captada</b>											
Recursos hídricos interiores	44.830	12.453								7.313.700	7.370.983
Água superficial										6.228.452	6.228.452
Água subterrânea										360.457	360.457
Água Solo										1.085.257	1.085.257
Outras Fontes de água								632.041	2.674.822		3.306.863
Precipitação										15.232.021	15.232.021
Água do mar								8.271.233			8.271.233
Oferta total de água captada				15.862			6.411			9.988.522	10.010.795
<b>(II) Água captada</b>											
Para distribuição				16.456	5.150						21.606
Para uso próprio			2.838.240								2.838.240
<b>(III) Água residual e água de reuso</b>											
Água residual											
Água residual para tratamento					3.541						3.541
Tratamento próprio											
Água de reuso produzida											
Para distribuição											
Para uso próprio											
<b>(IV) Fluxo de retorno</b>											
Água devolvida para o meio ambiente				4.491							4.491
<b>Demanda Total</b>	44.830	12.453	2.838.240	36.809	8.691		6.411	8.903.274	2.674.822	40.208.409	54.733.939

Fonte: Base de dados ANA, IPEA, IBGE e SNIS. Elaboração própria.