



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO SOCIOECONÔMICO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CONTABILIDADE

Alessandra Rodrigues Machado de Araujo

**Interações entre sistemas econômicos e ecológicos da água: uma perspectiva da Economia  
Ecológica**

Florianópolis

2022

Alessandra Rodrigues Machado de Araujo

**Interações entre sistemas econômicos e ecológicos da água: uma perspectiva da Economia Ecológica**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Contabilidade da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do título de Doutora em Contabilidade.

Orientador: Prof. Hans Michael van Bellen, Dr.

Florianópolis

2022

### Ficha de identificação da obra

Araujo, Alessandra Rodrigues Machado de  
Interações entre sistemas econômicos e ecológicos da água  
: uma perspectiva da Economia Ecológica / Alessandra  
Rodrigues Machado de Araujo ; orientador, Hans Michael van  
Bellen, 2022.  
123 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro Sócio-Econômico, Programa de Pós-Graduação em  
Contabilidade, Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Contabilidade. I. Bellen, Hans Michael van . II.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós  
Graduação em Contabilidade. III. Título.

Alessandra Rodrigues Machado de Araujo

**Interações entre sistemas econômicos e ecológicos da água: uma perspectiva da Economia Ecológica**

O presente trabalho em nível de Doutorado foi avaliado e aprovado, em 26 de outubro de 2022, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof.(a) Fabrícia Silva da Rosa, Dr.(a)  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.(a) Fátima de Souza Freire, Dr.(a)  
Universidade de Brasília

Prof. João Francisco Charrua Guerra, Dr.  
Universidade de Lisboa

Prof. José Alonso Borba, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Doutora em Contabilidade.

---

Coordenação do Programa de Pós-Graduação

---

Prof. Hans Michael van Bellen, Dr.  
Orientador

Florianópolis, 2022.

Dedico este trabalho ao meu pai, à minha mãe, à minha irmã e ao meu noivo, como forma de agradecimento por todo apoio, compreensão, amor e incentivo.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Rogéria e Luis Augusto, e à minha irmã, Anelise, pelos ensinamentos, conselhos, apoio incondicional, carinho e amor. Obrigada por sempre me apoiarem e estarem presentes nos momentos mais desafiadores. Vocês são meu porto seguro!

Agradeço ao meu noivo e companheiro, Rafael, pelo apoio, amor e dedicação. Obrigada por todos estes anos e por me acompanhar durante o período em Lisboa, os momentos felizes ficarão para sempre marcados em nossa história. Muito obrigada por estar sempre ao meu lado!

À toda minha família, minha gratidão. À minha avó, Ida; tios e tias queridos; primos e primas que estão sempre presentes; sogros, Laura e Paulo que sempre me acolhem; cunhados, Gustavo e Ricardo; e, companheiros dos meus pais, Luiz e Janete; agradeço a todos pelo apoio. À Clenice e Beatriz, obrigada por todo o suporte, amor e carinho.

Não posso deixar de agradecer à duas pessoas que partiram recentemente, meu avô, Orestes de Araújo (*in memoriam*), e minha tia, Fátima (*in memoriam*). Ambos acompanharam de perto o início dessa jornada no doutorado e sei que estão, agora, também presentes nesta conclusão.

Ao meu orientador, professor Hans Michael van Bellen, pela orientação, paciência e conhecimento compartilhado. Obrigada por todo o suporte nesse período tão desafiador. A orientação deste trabalho, as reuniões sempre produtivas do grupo de pesquisa, o acompanhamento no estágio docência da graduação, as viagens de estudos, são alguns exemplos do tempo dedicado pelo professor Hans para a minha formação. Agradeço a confiança e oportunidade em ser sua orientanda! Foi uma honra!

Gratidão ao professor João Francisco Charrua Guerra da Universidade de Lisboa. Não há palavras para descrever os momentos vividos e conhecimentos adquiridos durante os sete meses de estágio doutoral na Universidade de Lisboa. Foi um divisor de águas em minha vida acadêmica, profissional e pessoal. Obrigada pela confiança e apoio em todo esse processo!

Agradeço aos professores do Programa de Pós-Graduação em Contabilidade (PPGC) pelos ensinamentos. Em especial aos professores: Carlos Eduardo Facin Lavarda, Luiz Felipe Ferreira, Suliani Rover, pelo apoio e incentivo. À professora Ilse Maria Beuren, pelas discussões na disciplina de Seminários de Tese e o total apoio durante todo o doutorado, principalmente no processo do estágio no exterior. Ao professor José Alonso Borba, meu agradecimento pelo amparo e pelos melhores lanches compartilhados. À Denize Demarche Minatti

Ferreira, minha eterna gratidão por me acolher como filha do coração e deixar esta caminhada mais leve!

Agradeço aos membros da banca de qualificação e defesa da tese, os professores: Dr. Hans Michael van Bellen (presidente), Dra. Fátima de Souza Freire (membro externo), Dr. João Francisco Charrua Guerra (membro externo), Dra. Fabrícia Silva da Rosa (membro interno), Dr. José Alonso Borba (membro interno). Suas contribuições foram de grande valor e significado para a finalização deste trabalho. Agradeço a disponibilidade para dividir esse momento comigo, enriquecer o trabalho com base em seus conhecimentos e experiências.

Agradeço aos amigos da minha turma de doutorado, ingressantes de 2018, Alessanderson, Denise, Emanuele, Janaína, Jonatas, Marcelo, Marília, Monique, Renata e Thiago. Os momentos de aprendizado e apoio ficarão marcados para sempre em mim. Foi uma honra dividir o espaço de sala de aula com vocês!

Um agradecimento especial à minha mana do coração, Monique, que a UFSC me apresentou ainda antes do doutorado. Obrigada pelo apoio, parceria, incentivo e conselhos, nossa amizade é um dos melhores frutos desse doutorado. Agradeço também à Alessandra Waltrich, pela amizade de mais de dez anos que guardo com carinho no coração.

Gratidão a todos os colegas do Observatório de Sustentabilidade e Governança (OSG) e do Núcleo de Estudos em Contabilidade e Controladoria (NECC) da Universidade Federal de Santa Catarina, com os quais aprendi muito ao longo desses anos. Diego Fiel Santos, Bianca Ribeiro, Fábio Minatto, Kátia Dalcerro, Lucas Maragno, e Sara Meurer, minha irmã da água com quem compartilho a paixão pelo tema recursos hídricos, agradeço a todos pela parceria e convivência.

Agradeço também aos entrevistados no terceiro estudo da tese, pelo interesse, contribuições e confiança. E a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização e conclusão desta pesquisa.

“A menos que modifiquemos à nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”. (Albert Einstein)



## RESUMO

Esta tese tem o objetivo de analisar sistemas econômicos e ecológicos da água a partir de interações do desenvolvimento sustentável, de externalidades ambientais da atividade econômica e da valoração econômico-ecológica. Para tanto, realizou-se três pesquisas com objetivos distintos e correlacionados. O primeiro estudo desta tese tem como objetivo analisar o desenvolvimento sustentável frente aos recursos hídricos disponíveis em países com diferentes realidades de acesso à água pela perspectiva da Economia Ecológica. Para tanto, foram estudadas as informações econômicas e de estoques e consumos de água da Austrália e do Brasil. Assim, esta pesquisa caracterizou-se como documental, com fonte de dados secundários, e abordagem qualitativa. Entre os principais achados, tem-se a maior representatividade do consumo hídrico advinda das atividades econômicas, em sua maioria pelo setor de água e esgoto da Austrália e pelo setor agropecuário do Brasil. Assim, entende-se que pelos recursos hídricos serem integrantes de um sistema ecológico finito, e respeitando os seus limites, as mudanças para um desenvolvimento sustentável se compreendem da sociedade que contribui negativamente por meio da pressão exercida pelos seus sistemas econômicos. Já no segundo artigo objetivou-se analisar externalidades ambientais da atividade econômica, no setor agropecuário brasileiro, por meio da Pegada Hídrica e do valor adicionado sob a ótica da Economia Ecológica. Neste estudo, de abordagem predominantemente qualitativa, realizou-se uma pesquisa documental, com dados secundários, referentes ao período de 2013 a 2017, período total disponível pela plataforma do IBGE, das cinco regiões brasileiras, além de uma visão macro. Com base nos achados, conclui-se que é necessário aumentar a eficiência no uso da água e estimular produtos com maior valor agregado, de tal forma que a relação valor adicionado e Pegada Hídrica seja a mais eficiente possível. Por fim o terceiro artigo tem como objetivo analisar percepções acerca da valoração econômico-ecológica da água em uma companhia de água e saneamento. Esta pesquisa qualitativa, ocorreu por meio de uma entrevista semiestruturada, sendo entrevistados um engenheiro mecânico e uma contadora de uma companhia de água e saneamento básico, localizada no estado de Santa Catarina, Região Sul do Brasil. Assim, utilizou-se a abordagem da Economia Ecológica para a definição de aspectos norteadores para a realização das entrevistas. Como resultado, considera-se que é percebido pelos entrevistados a situação de escassez hídrica, a necessidade de mais práticas sustentáveis e de gestão da água, e que há diferenças entre o preço pago pela água e o seu real valor. Os resultados relatados nesta tese, baseados nos três artigos, permitem concluir que desenvolvimento sustentável, externalidades ambientais da atividade econômica e valoração econômico-ecológica são elementos da interação dos sistemas econômicos e ecológicos da água. Implicações de natureza teórica e prática podem ser observadas no estudo, principalmente pelo aprofundamento acerca dos recursos hídricos e sua interação com os sistemas econômicos que possibilitam uma melhor compreensão e gestão desse recurso natural, auxiliando na implementação de políticas públicas, propiciando que decisões sejam cada vez mais sensíveis e fidedignos. Por fim, sugere-se a identificação de outras interações entre os sistemas ecológicos e econômicos da água, como estudos acerca das águas virtuais e o aprofundamento em sistemas socioeconômicos.

**Palavras-chave:** Recursos hídricos. Economia Ecológica. Desenvolvimento Sustentável. Externalidades Ambientais da Atividade Econômica. Valoração Econômico-Ecológica.

## ABSTRACT

This thesis of economic and environmental development of water from sustainable economic objectives, the objective of ecological development of the activity and the economic-ecological valorization. To this end, three surveys were carried out with different and correlated objectives. The first study of this thesis aims to analyze sustainable development in relation to accessible water resources in countries with water realities from the perspective of Ecological Economics. For, both Australia's water quantities and consumption were estimated. Thus, this research was characterized as documentary, with a secondary data source and a qualitative approach. Among the main findings, there is representativeness of water consumption arising from water activities and mostly by the agricultural sector in Brazil. Just as your water resources are maintained by your systems and a sustainable system is sustained by your systems. In the second article, the objective was to analyze the environmental externalities of economic activity, in the Brazilian agricultural sector, through the Water Footprint and the added value from the perspective of the Ecological Economy. In this study, with a predominantly qualitative approach, a survey was carried out, with secondary data, referring to the period from 2013 to 2017, the total period available through the IBGE platform, of the five Brazilian regions from a macro view. Based on the findings, it is concluded that it is necessary to increase the efficiency in the use of water and stimulate products with greater added value, in such a way that the added value ratio is as efficient as possible Water Footprint. Finally, an economical water and sanitation company. This qualitative research was built through a semi-structured interview, being a mechanical engineering engineer and an accountant located in the state of Santa Catarina, South Region. Thus, the Ecological Economics approach is used to define guiding aspects for conducting the interviews. As a result, it is considered that the interviewees perceive the situation of water scarcity, the need for more sustainable practices and water management, and that there are differences between the price paid for water and its real value. The results reported in this thesis, based on the three articles, allow us to conclude that sustainable development, environmental externalities of economic activity and economic-ecological valuation are elements of the interaction of economic and ecological water systems. Theoretical and practical implications can be observed in the study, mainly due to the deepening of water resources and their interaction with economic systems that enable a better understanding and management of this natural resource, helping in the implementation of public policies, providing those decisions are increasingly more sensitive and reliable. Finally, it is suggested the identification of other interactions between ecological and economic water systems, such as studies on virtual waters and the deepening of socioeconomic systems.

**Keywords:** Water resources. Ecological Economy. Sustainable development. Environmental Externalities of Economic Activity. Economic-Ecological Valuation.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo teórico da tese.....	19
Figura 2 - Índice de Recursos Hídricos Renováveis/PIB per capita (litros/US\$) e Recursos Hídricos Renováveis/PNB per capita (litros/US\$) da Austrália.....	39
Figura 3 - Índice de Consumo Total/PIB per capita (litros/US\$) e Consumo Total/PNB per capita (litros/US\$) da Austrália.....	40
Figura 4 - Índice de Recursos Hídricos Renováveis/PIB per capita (litros/US\$) e Recursos Hídricos Renováveis/PNB per capita (litros/US\$) do Brasil.....	44
Figura 5 - Índice de Consumo Total/PIB per capita (litros/US\$) e Consumo Total/PNB per capita (litros/US\$) do Brasil.....	45
Figura 6 - As fontes de valor de modelos econômicos-ecológicos.....	80

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Amostra da pesquisa e período de análise.....	34
Tabela 2 - Constructo de Desenvolvimento Sustentável frente aos recursos hídricos disponíveis.....	35
Tabela 3 - Indicadores de estoque e consumo de água e econômicos da Austrália.....	37
Tabela 4 - Índice de Recursos Hídricos Renováveis/PIB e Recursos Hídricos Renováveis/PNB da Austrália.....	39
Tabela 5 - Indicadores de estoque e consumo de água e econômicos do Brasil.....	41
Tabela 6 - Índice de Recursos Hídricos Renováveis/PIB e Recursos Hídricos Renováveis/PNB do Brasil.....	43
Tabela 7 - Descrição das Contas Ambientais da Água para Cálculo das Pegadas Hídricas.....	59
Tabela 8 - Pegada Hídrica e Valor Adicionado do setor agropecuário da Região Norte do Brasil.....	60
Tabela 9 - Pegada Hídrica e Valor Adicionado do setor agropecuário da Região Nordeste do Brasil.....	62
Tabela 10 - Pegada Hídrica e Valor Adicionado do setor agropecuário da Região Centro-Oeste do Brasil.....	64
Tabela 11 - Pegada Hídrica e Valor Adicionado do setor agropecuário da Região Sudeste do Brasil.....	65
Tabela 12 - Pegada Hídrica e Valor Adicionado do setor agropecuário da Região Sul do Brasil.....	67
Tabela 13 - Pegada Hídrica e Valor Adicionado do setor agropecuário do Brasil.....	69
Tabela 14 - Constructo de Valoração Econômico-Ecológica da Água.....	82
Tabela 15 - Percepção sobre o valor de uso direto da água pela Companhia.....	86
Tabela 16 - Percepção sobre o valor de uso indireto da água pela Companhia.....	88
Tabela 17 - Percepção sobre o valor de opção da água pela Companhia.....	90
Tabela 18 - Percepção sobre o valor de existência da água pela Companhia.....	91

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ODS Objetivos do Desenvolvimento Sustentável

ONU Organização das Nações Unidas

PH Pegada Hídrica

SDG *Sustainable Development Goals*

SEEA *System of Environmental-Economic Accounting*

UNSD *United Nations Statistics Division*

UN *United Nations*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA.....	17
1.2	OBJETIVOS.....	18
1.3	DECLARAÇÃO DE TESE.....	20
1.4	JUSTIFICATIVA E CONTRIBUIÇÕES DO ESTUDO.....	20
1.5	TEORIA DE BASE.....	21
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	23
<b>2</b>	<b>ARTIGO 1: DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL FRENTE AOS RECURSOS HÍDRICOS DISPONÍVEIS EM PAÍSES COM DIFERENTES REALIDADES DE ACESSO À ÁGUA: UMA ANÁLISE DA AUSTRÁLIA E DO BRASIL.....</b>	<b>25</b>
2.1	INTRODUÇÃO.....	26
2.2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	28
<b>2.2.1</b>	<b>Desenvolvimento Sustentável sob a ótica da Economia Ecológica.....</b>	<b>28</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Visão integrada da gestão dos recursos hídricos .....</b>	<b>30</b>
2.2.2.1	<i>Políticas dos Recursos Hídricos: Austrália.....</i>	<i>31</i>
2.2.2.2	<i>Políticas dos Recursos Hídricos: Brasil.....</i>	<i>32</i>
2.3	METODOLOGIA.....	34
2.4	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	36
<b>2.4.1</b>	<b><i>Desenvolvimento sustentável frente aos recursos hídricos disponíveis: Austrália .....</i></b>	<b><i>36</i></b>
<b>2.4.2</b>	<b><i>Desenvolvimento sustentável frente aos recursos hídricos disponíveis: Brasil.....</i></b>	<b><i>41</i></b>
2.5	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	45
	Referências.....	46
<b>3</b>	<b>ARTIGO 2: PEGADA HÍDRICA E VALOR ADICIONADO: ANÁLISE NO SETOR AGROPECUÁRIO BRASILEIRO .....</b>	<b>51</b>
3.1	INTRODUÇÃO.....	52
3.2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	53
<b>3.2.1</b>	<b>Externalidade Ambiental da Atividade Econômica: Pegada Hídrica e Valor Adicionado.....</b>	<b>53</b>
<b>3.2.2</b>	<b>Setor agropecuário brasileiro e recursos hídricos .....</b>	<b>56</b>
3.3	METODOLOGIA.....	58
3.4	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	59

3.4.1	<b>Região Norte.....</b>	<b>60</b>
3.4.2	<b>Região Nordeste .....</b>	<b>62</b>
3.4.3	<b>Região Centro-Oeste.....</b>	<b>63</b>
3.4.4	<b>Região Sudeste .....</b>	<b>65</b>
3.4.5	<b>Região Sul.....</b>	<b>67</b>
3.4.6	<b>Análise Nacional.....</b>	<b>68</b>
3.5	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>70</b>
	<b>Referências.....</b>	<b>71</b>
<b>4</b>	<b>ARTIGO 3: VALORAÇÃO ECONÔMICO-ECOLÓGICA DA ÁGUA: PERCEPÇÕES EM UMA COMPANHIA DE ÁGUA E SANEAMENTO .....</b>	<b>75</b>
4.1	INTRODUÇÃO .....	76
4.2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	77
4.2.1	<b>Gestão dos Recursos Hídricos.....</b>	<b>77</b>
4.2.2	<b>Valoração econômico-ecológica da água .....</b>	<b>79</b>
4.3	METODOLOGIA.....	81
4.4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	84
4.4.1	<b>Contextualização da Organização.....</b>	<b>84</b>
4.4.2	<b>Caracterização dos participantes e aspectos gerais acerca dos recursos hídricos.....</b>	<b>84</b>
4.4.3	<b>Percepção da Valoração Econômico-Ecológica da Água .....</b>	<b>85</b>
4.4.4	<b>Discussão da Valoração Econômico-Ecológica da água.....</b>	<b>93</b>
4.5	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>94</b>
	<b>Referências.....</b>	<b>95</b>
	<b>APÊNDICE A – Roteiro de entrevista semiestruturada – Estudo 3.....</b>	<b>98</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE.....</b>	<b>102</b>
5.1	IMPLICAÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS.....	104
5.2	LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS.....	105
	<b>REFERÊNCIAS DA TESE.....</b>	<b>107</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A crise hídrica causa insegurança no mundo frente a perspectiva de seu contínuo agravamento. Algumas regiões no mundo ainda são privilegiadas, no entanto, ações contra aquela possível situação, são necessárias. Tomasoni, Pinto e Silva (2009) consideram importante que se busquem formas efetivas de reconhecimento da importância dos recursos hídricos no processo econômico e para o bem-estar social.

O acesso à água potável é essencial para a saúde humana e o desenvolvimento econômico, em que a escassez de água e a seca são, no entanto, os maiores desafios em todos os continentes e, portanto, devem ser gerenciadas para permitir o acesso seguro à água limpa (Unicef, 2021). Mudanças climáticas, aumento da demanda e outros fatores aumentarão o problema de escassez de água, tornando uma questão chave para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (UN-Water, 2021). Entre os 17 ODS existentes, dois são dedicados à água: objetivo 6 sobre água potável e saneamento, e objetivo 14 sobre vida na água.

Como fatores ambientais, os recursos hídricos tornam-se cada vez mais importantes entre os principais riscos reportados no Relatório de Risco Global 2020 (World Economic Forum, 2020). Sabe-se que o crescimento populacional e econômico, juntamente com seus diversos efeitos associados, por exemplo, aumento na demanda de água, industrialização, urbanização, poluição da água, também desempenharam um papel significativo. O desenvolvimento dos países, ocorre por vezes, sem acompanhamento e controle dos impactos ocorridos.

Assim, tem-se a teoria que contribui com o saber científico acerca das relações existentes em sistemas econômicos e ecológicos, definida como a Economia Ecológica. Esta, decorrente da Teoria Econômica, refere-se a esforços colaborativos que integram o estudo e o gerenciamento da natureza (ecologia) ao da humanidade (economia) (Georgescu-Roegen, 1976; Cavalcanti, 2004). Cechin e Veiga (2010), destacam a necessidade de abandono do paradigma que enxerga o sistema econômico como totalidade, pois esse é um subconjunto do sistema ecológico, devendo ser analisados e controlados de forma holística.

Afirmam que devido ao sistema econômico estar integralmente contido dentro do sistema ecológico, as interações que ocorrem em ambos são inevitáveis. Os recursos hídricos, pertencentes ao sistema ecológico, de tal forma, também acarretam interações com o sistema econômico. De tal forma, o acompanhamento, controle e a gestão adequados da água são decisivos, especialmente quando há pouco ou muito dela disponíveis. Assim, apesar de todos



os avanços já realizados, aqueles elementos continuam sendo desafiadores. Parte dessa dificuldade deve-se ao conhecimento inadequado e/ou irrestrito dos sistemas terrestre, oceânico e atmosférico e de suas interações e influências nos recursos hídricos.

O desenvolvimento sustentável é incluso como uma interação entre os sistemas mencionados. Bergh (2014) afirma que o desenvolvimento sustentável ocupa uma posição central no estudo da Economia Ecológica. Mesmo que Daly (1991) não utilize o termo em si, este propõe a ideia de um sistema econômico limitado que minimize o uso de recursos naturais prevalecendo o cuidado com o crescimento indiscriminado no longo prazo e os seus efeitos. Tendo-se o conceito de desenvolvimento sustentável como aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades (United Nations, 1987), em que os autores do relatório consideram que o risco ambiental do crescimento econômico deve ser levado a sério, preocupação que se expressa na definição apresentada. Assim, compreende-se a corroboração entre os temas. De tal modo, os recursos hídricos representam um elemento chave dos sistemas ecológicos devido sua relevância e dependência para a obtenção de um desenvolvimento sustentável, seja este local ou global.

As externalidades ambientais da atividade econômica compreendem outra relevante interação entre os sistemas econômico e ecológico. Hensher (2020) afirma que essa externalidade negativa configura um elemento padrão da Economia Ecológica, estando presente nas suas reflexões e discussões. Esse pensamento econômico compreende que o não monitoramento das externalidades ambientais proporciona uma distorção sobre os preços pagos por recursos ambientais de maneira a não refletir a sua possível escassez (Nadeau, 2015).

Já a valoração econômico-ecológica constitui-se em uma interação desafiadora e relevante entre ambos os sistemas. Cavalcanti (2004) afirma a necessidade de mensurar corretamente os recursos naturais, como forma de identificar, e assim minimizar, as externalidades ambientais. A questão da valoração é uma das mais importantes da Economia Ecológica. Existem variações substanciais e debates sobre formas de avaliação amplamente representados em diferentes estudos (Costanza et al., 1997a, Costanza et al., 1997b, Daily et al., 2000, Gómez-Baggethun et al., 2010, Rizal, Sahidin & Herawati, 2018, Costanza, 2020), em que a escolha adequada depende das informações disponíveis e sua qualidade, assim como as propriedades econômicas do que se está valorando.

A Economia Ecológica é uma nova abordagem transdisciplinar que analisa uma ampla gama de inter-relações entre sistemas ecológicos e econômicos, em que essa amplitude é

essencial para entender e administrar com responsabilidade os crescentes problemas globais interdependentes de meio ambiente, população e desenvolvimento econômico (Costanza, 1991). Ainda para o autor, garantir a sustentabilidade dos sistemas econômicos e ecológicos depende de planejamento e gestão da economia ecológica, seja esta local, nacional e/ou global. Assim como desenvolver políticas que não aumentem o declínio no estoque de capital natural.

## 1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

A preocupação acerca dos problemas ambientais mundiais, demandam mais do que a economia pode suprir, em que se observam as prioridades econômicas sobrepostas as questões de ordem ecológica (Cavalcanti, 2004). Jury e Vaux (2007) salientam sobre os desafios desse meio século em relação aos problemas hídricos enfrentados de forma global, sendo reflexo da ausência de planejamento coordenado e cooperação internacional.

Tal realidade exige uma gestão holística dos recursos hídricos, com integração dos aspectos econômicos e ecológicos, para melhor percepção e controle do mesmo. Os autores Buchs, Calvo-Mendieta, Petit e Roman (2021) salientam que as questões hídricas têm sido amplamente postas em primeiro plano nos meios científicos e em formulação de políticas nas últimas décadas.

A Economia Ecológica pressupõe que os limites ao crescimento, fundamentados na escassez dos recursos naturais e na sua capacidade de suporte, são reais e não necessariamente superáveis pelo progresso tecnológico, sendo necessária atenção a escala da economia (Daly, 1997; Romeiro, 2003). De tal forma, entende-se que o crescimento “sustentável” deve considerar a água como bem natural finito e necessita ser controlado de maneira que se mantenha para as gerações futuras. Cavalcanti (2010), destaca que não existe sociedade (economia) sem sistema ecológico, no entanto, sabe-se que é possível o meio ambiente sem economia.

Uma abordagem integrada e holística é importante para evitar o negligenciamento das interações entre subsistemas e eventos, e para minimizar a subotimização das medidas de mitigação (Lindhe, Rosén, Norberg & Bergstedt, 2009). O acompanhamento, controle e análise acerca dos recursos hídricos, possibilita que os sistemas econômicos sejam, conseqüentemente, melhor gerenciáveis pelos governos, empresas e sociedade. A Economia Ecológica contribui nessa ótica pelo modelo proposto de que os recursos naturais fazem parte de um sistema fechado

e insubstituível, devendo o sistema econômico adaptar-se para que haja o crescimento necessário.

A crescente percepção sobre os limites do sistema ecológico, constitui ponto de partida para as reflexões acerca da Economia Ecológica. Há enfrentamento constante entre natureza e sociedade, meio ambiente e economia, com incertezas, urgências e novas fronteiras, com conflitos que destacam melhores valorações e acompanhamento dos recursos naturais (Cavalcanti, 2010). Percebe-se, assim, o aumento da necessidade de um acompanhamento e reflexões que despertem a conscientização dos limites existentes entre os sistemas. Concernente ao sistema ecológico, do qual os recursos hídricos fazem parte, destaca-se a sua finitude. Já dos sistemas econômicos, de que este refere-se à um subsistema daquele, havendo um limite imputado ao seu crescimento.

Nesse contexto, esta tese se orienta pela seguinte pergunta: Como ocorrem as interações entre sistemas econômicos e ecológicos da água sob a perspectiva da Economia Ecológica?

## 1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral da tese é analisar sistemas econômicos e ecológicos da água a partir de interações do desenvolvimento sustentável, de externalidades ambientais da atividade econômica e da valoração econômico-ecológica. De tal modo, propõe-se três pesquisas com objetivos distintos e correlacionados em consonância com o objetivo geral da tese, como segue a seguir:

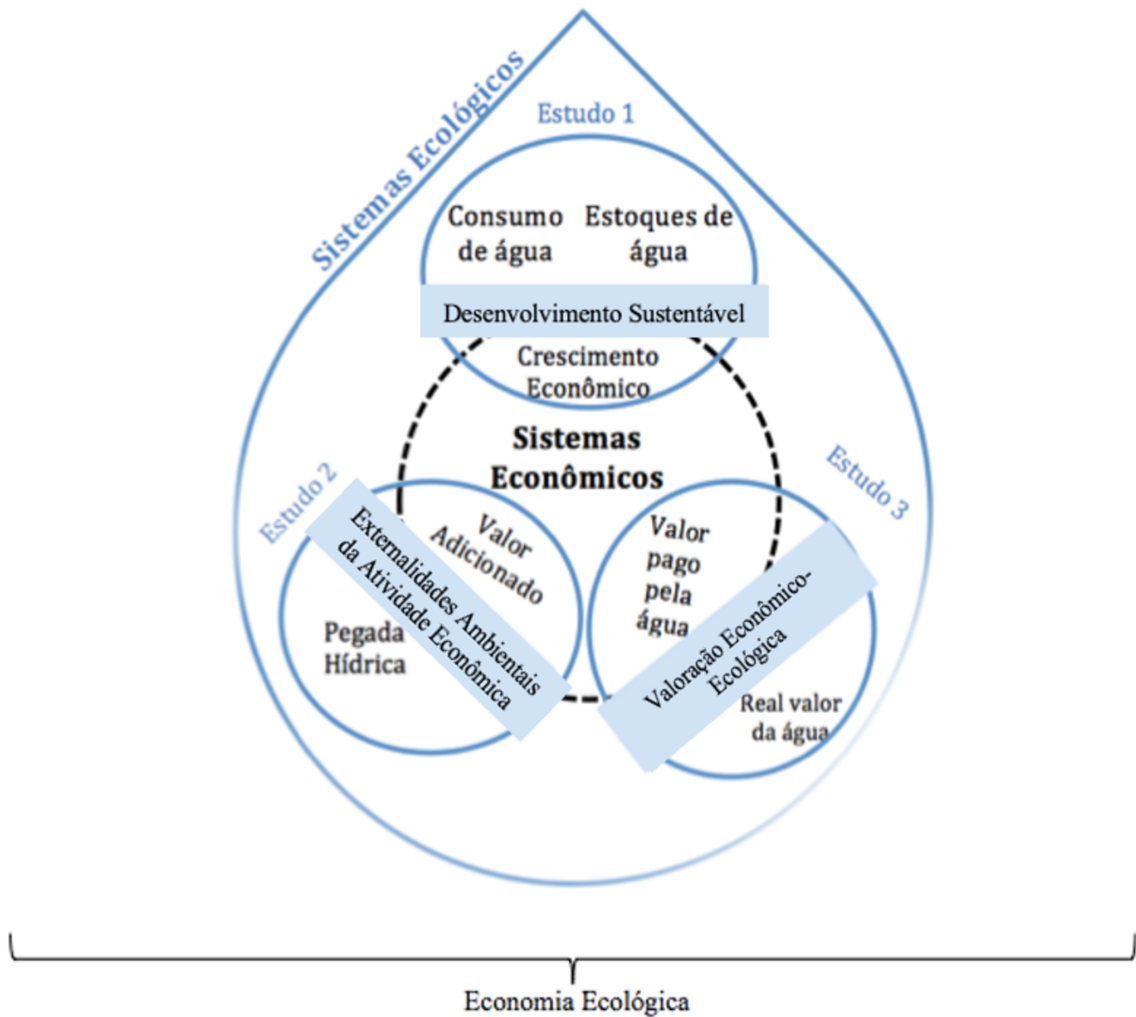
**Artigo 1:** Analisar o desenvolvimento sustentável frente aos recursos hídricos disponíveis em países com diferentes realidades de acesso à água pela perspectiva da Economia Ecológica.

**Artigo 2:** Analisar externalidades ambientais da atividade econômica, no setor agropecuário brasileiro, por meio da Pegada Hídrica e do valor adicionado sob a ótica da Economia Ecológica.

**Artigo 3:** Analisar percepções acerca da valoração econômico-ecológica da água em uma companhia de água e saneamento.

Na Figura 1 é realizada a apresentação do modelo teórico da tese, com vistas a sintetizar os três estudos propostos a partir do objetivo geral da tese, de forma a proporcionar uma melhor visualização do todo.

Figura 1: Modelo teórico da tese



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

A Economia Ecológica que embasa esta tese, surgiu na academia para esclarecer a importância de alinhar os dois sistemas, econômico e ecológico, tornando-se relevante a análise dos recursos hídricos frente a essa temática. Conforme a Figura 1, o primeiro artigo aborda a temática do desenvolver-se de maneira sustentável frente aos recursos hídricos disponíveis na Austrália e no Brasil, considerando ainda os seus sistemas econômicos. Já o segundo artigo considera a Pegada Hídrica como uma externalidade ambiental, com enfoque no setor agropecuário brasileiro e seu valor adicionado respectivo. Por fim, o terceiro estudo versa sobre a valoração econômico-ecológica da água pela percepção de colaboradores de uma companhia de águas e saneamento.

### 1.3 DECLARAÇÃO DE TESE

Partindo-se do pressuposto que o sistema econômico é um subconjunto do sistema ecológico, e, portanto, devem ser analisados de forma holística frente a perspectiva dos recursos hídricos disponíveis, defende-se a tese de que: desenvolvimento sustentável, externalidades ambientais da atividade econômica e valoração econômico-ecológica da água são elementos da interação dos sistemas econômicos e ecológicos.

### 1.4 JUSTIFICATIVA E CONTRIBUIÇÕES DA TESE

Este estudo, justifica-se pela necessidade de compreensão das interações entre economia e meio ambiente pela perspectiva da Economia Ecológica, despertando assim o controle sobre os recursos hídricos disponíveis. Segundo Pavan (2018, p. 4), “estudos econômicos que incorporam em sua análise as questões do meio ambiente são de fundamental importância se um país pretende atingir um nível de crescimento alto e sustentável”. Assim, identifica-se como contribuição teórica a partir desta tese, demonstrar uma pesquisa empírica sob a ótica da Economia Ecológica, por meio da interligação de sistemas econômicos e ecológicos, com enfoque acerca dos recursos hídricos.

Como contribuição empírica, tem-se a discussão em torno de um recurso natural que afeta a economia, a sociedade e o meio ambiente, o que possibilita um maior conhecimento sobre a atual condição hídrica, econômica e de gestão de países e organizações. Egan (2014) reforça a necessidade de problematizar questões sobre a contabilidade da água, seja por meio de sua gestão ou evidenciação, a fim de possibilitar o seu debate, conscientização e responsabilização. Argumenta ainda, que para que informações contábeis contribuíssem significativamente para a tomada de decisões, necessita estar pautada em dados que transmitam a realidade do ambiente.

Destaca-se ainda as interações entre os sistemas econômicos e ecológicos da água abordados que possibilitam uma melhor compreensão e gestão desse recurso natural, auxiliando na implementação de políticas públicas, propiciando que as decisões políticas sobre crescimento econômico, investimento social e gestão da água sejam cada vez mais sensíveis e fidedignos.

Quanto ao aspecto social, o estudo contribui, sobretudo, propiciando informações sobre recursos hídricos e sistemas econômicos. Tais elementos são relevantes ao considerar a melhora

na formulação de políticas públicas, que se refletem na sociedade sob a forma de produtos, serviços, movimentação da economia, bem-estar, entre outros aspectos.

A investigação proposta contribui para o escopo das pesquisas em Economia Ecológica, Sustentabilidade e Recursos Hídricos do grupo do Observatório da Sustentabilidade e Governança da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), uma vez que o tema abordado faz parte das investigações desenvolvidas por pesquisadores que integram o grupo.

## 1.5 TEORIA DE BASE

A Economia Ecológica estuda a relação entre homem, natureza e economia, em que requer uma mutabilidade na forma como são utilizados os bens naturais, bem como a dinâmica de crescimento econômico (Cavalcanti, 2010). Este modelo ecológico da economia prevê utilizar os materiais e a energia extraídos do meio ambiente, de forma sustentável, atribuindo também à natureza um papel de suporte insubstituível no processo de crescimento.

Corroborando, Solow (1974) afirma que para se manter o consumo e o desenvolvimento econômico, de maneira indefinida, é necessário conservar o capital natural. O crescimento econômico demanda consumo dos recursos naturais, sendo necessário políticas que mitiguem os impactos ambientais negativos. Desse modo, este sistema necessita de correta gestão e acompanhamento, pela condição dos recursos naturais de serem finitos.

Esta corrente de pensamento foi fundada no final da década de 1980. Integra elementos de economia, ecologia, geografia, termodinâmica, ética e entre outras ciências naturais e sociais para fornecer uma perspectiva integrada dos sistemas econômicos e ecológicos. A Economia Ecológica expressa a visão de que a economia é um subsistema de um ecossistema local e global maior que limita o crescimento físico da economia (Bergh, 2014). Surgiu como um campo de pesquisa onde considerações críticas foram articuladas para um tipo de pesquisa científica positivista baseada em simplificações de questões complexas e visando soluções das temáticas abordadas (Røpke, 2004, 2005).

A Economia Ecológica ampliou a discussão ao interpretar o sistema econômico como um sistema aberto. Ou seja, a economia ecológica incorpora a análise econômica tradicional, mas compreende que as relações entre empresas e pessoas não podem ocorrer indefinidamente, uma vez que há limites impostos pelos ecossistemas que irão afetar esta relação, como, por exemplo, a extração de recursos naturais, a obtenção de energia necessária para a produção destes bens de consumo e os limites na capacidade dos ecossistemas de absorverem os resíduos

gerados pelo sistema econômico. Do ponto de vista da Economia Ecológica, o meio ambiente representa um limite absoluto à expansão da economia, que lhe é um subsistema.

De tal modo, tem-se como uma das premissas fundamentais, originárias no trabalho de Kenneth E. Boulding (1966), da Economia Ecológica, a definição de que um subsistema não pode ser maior que o sistema que o contém, sendo que seu tamanho em relação ao todo não tem por limite máximo o sistema total, mas a capacidade determinada como sendo sua capacidade de carga de resistência ecossistêmica.

O objetivo central da Economia Ecológica, também autoproclamada de ciência e gestão da sustentabilidade, envolve a descrição da relação entre sistemas econômicos e sistemas ecológicos dinâmicos, mas sendo estes mais amplos e normalmente de alterações mais lentas e complexas (Costanza et al., 1991). De acordo com Ekins (1992) apresenta-se ainda o argumento de que a operacionalização da sustentabilidade, no contexto da Economia Ecológica, exige o redirecionamento das políticas econômicas e ambientais para garantir que não se obtenha um estoque de capital natural exaurido.

Economistas ecológicos apresentam sugestões de políticas voltadas tanto para instituições governamentais quanto para não governamentais (Sneddon, 2000). Entre as recomendações Pearce (1992) e Daly (1994) incluem a reforma dos sistemas nacionais de contabilidade para incluir o capital natural nos cálculos econômicos; impostos verdes sobre atividades econômicas ecologicamente nocivas ligadas a impostos mais baixos sobre trabalho e renda; e, estratégias de investimento para manter o capital natural nos níveis atuais.

Häyhä e Franzese (2014) afirmam que essa teoria desempenha um papel relevante na investigação da interação entre os sistemas econômicos e ecológicos, permitindo uma visão mais ampla e abrangente acerca da compreensão dos benefícios obtidos dos ecossistemas e, por exemplo, dos custos decorrentes de sua exploração. Esse olhar interdisciplinar possibilita abarcar e elevar as contribuições advindas das reflexões obtidas a partir da Economia Ecológica. Esta procura não apenas explicar como os sistemas funcionam no mundo, mas também propõe mecanismos e instituições para fazer funcioná-los melhor (Daly & Farley, 2011).

A Economia Ecológica foi um dos primeiros de muitos campos transdisciplinares focados em entender e gerenciar as interações entre os seres humanos e a natureza. Como tal, tem desempenhado um papel crítico, sendo este um pré-requisito para enfrentar o agravamento das crises ecológicas e sociais presentes no século 21. Entre os conceitos importantes desenvolvidos por esse pensamento, destacam o capital natural (recursos naturais vistos como

meios de produção) e serviços ecossistêmicos (serviços oferecidos pela natureza ao homem), embora ainda controversos dentro dessa teoria (Farley & Kish, 2021).

Embora tenha feito contribuições relevantes para a compreensão das causas de inúmeras crises e propondo soluções, a maioria delas piorou significativamente. De acordo com o exposto por O'Neill (2015), nenhum país atualmente atende ao limite mínimo para o desenvolvimento social e econômico sem ultrapassar os limites planetários. Ainda segundo os autores, tem-se desde a perda de biodiversidade e mudanças climáticas em todo o mundo à crescente desigualdade.

## 1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta tese compreende-se de cinco capítulos. No primeiro apresenta-se a introdução geral da tese, que evidencia a contextualização, a problemática, o objetivo geral da tese, os objetivos específicos que serão desenvolvidos em três estudos distintos, a declaração de tese, a justificativa do estudo e a teoria de base.

O segundo capítulo aborda o primeiro estudo desta tese, que analisa o desenvolvimento sustentável frente aos recursos hídricos disponíveis em países com diferentes realidades de acesso à água pela perspectiva da Economia Ecológica. Foram, por isso, estudadas as informações econômicas e de estoques e consumos de água da Austrália e do Brasil, com a seleção desses países de forma intencional devido suas relevâncias e condições hídricas divergentes. Assim, esta pesquisa caracterizou-se como documental, com fonte de dados secundários, e abordagem qualitativa. O Estudo 1 compreende introdução, referencial teórico, metodologia, análise dos resultados e considerações finais.

O terceiro capítulo apresenta o segundo artigo, que analisa externalidades ambientais da atividade econômica, no setor agropecuário brasileiro, por meio da Pegada Hídrica e do valor adicionado sob a ótica da Economia Ecológica. Neste estudo, de abordagem predominantemente qualitativa, realizou-se uma pesquisa documental, com dados secundários, referentes ao período de 2013 a 2017 (período total disponível pela plataforma). De tal forma, obteve-se a Pegada Hídrica do setor agropecuário brasileiro por meio das contas ambientais da água, e dados econômicos do setor agropecuário. O Estudo 2 compreende introdução, referencial teórico, metodologia, análise dos resultados e considerações finais.

O quarto capítulo expõe o terceiro artigo, que analisa percepções acerca da valoração econômico-ecológica da água em uma companhia de água e saneamento. Como objeto de estudo, optou-se por um estudo de caso em uma companhia de água e saneamento básico,



localizada no estado de Santa Catarina, Região Sul do Brasil. Esta pesquisa qualitativa, ocorreu por meio de uma entrevista semiestruturada, sendo entrevistados um engenheiro mecânico e uma contadora. A escolha dos indivíduos foi realizada tendo em vista a visão mais predominante de um deles, atuante no processo de abastecimento de água e saneamento e, de outro, prevaiente no financeiro e administrativo da empresa, respectivamente. O Estudo 3 compreende introdução, referencial teórico, metodologia, análise dos resultados e considerações finais.

Por fim, o quinto capítulo é destinado à apresentação das conclusões da tese, compreendendo a resposta ao problema central apresentado no presente estudo e implicações de cada um dos três artigos desenvolvidos, considerando, dentre outros aspectos, os pressupostos estabelecidos pela Economia Ecológica. Além disso, nessa unidade buscou-se discutir as implicações da pesquisa, limitações e recomendações para estudos futuros.

## **2 ARTIGO 1: DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL FRENTE AOS RECURSOS HÍDRICOS DISPONÍVEIS EM PAÍSES COM DIFERENTES REALIDADES DE ACESSO À ÁGUA: UMA ANÁLISE DA AUSTRÁLIA E DO BRASIL**

### **RESUMO**

Tem-se como objetivo deste estudo analisar o desenvolvimento sustentável frente aos recursos hídricos disponíveis em países com diferentes realidades de acesso à água pela perspectiva da Economia Ecológica. Para tanto, foram estudadas as informações econômicas e de estoques e consumos de água da Austrália e do Brasil. Como delimitação destaca-se que ocorreu a seleção desses países de forma intencional devido suas relevâncias e condições hídricas divergentes, em que utilizou-se dos dados evidenciados nos últimos cinco anos pelos Relatórios das Contas das Águas e das Contas Econômicas da Água pela Austrália (2015-16 a 2019-20) e pelo Brasil (2013 a 2017). Assim, esta pesquisa caracterizou-se como documental, com fonte de dados secundários, e abordagem qualitativa. Entre os principais achados, tem-se a maior representatividade do consumo hídrico advinda das atividades econômicas, em sua maioria pelo setor de água e esgoto da Austrália e pelo setor agropecuário do Brasil. Assim, entende-se que pelos recursos hídricos serem integrantes de um sistema ecológico finito, e respeitando os seus limites, as mudanças para um desenvolvimento sustentável se compreendem da sociedade que contribui negativamente por meio da pressão exercida pelos seus sistemas econômicos.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento Sustentável. Estoque e Consumo de Água. Produto Interno Bruto. Produto Nacional Bruto. Recursos Hídricos. Economia Ecológica.

### **ABSTRACT**

The objective of this study is to analyze sustainable development in the face of available water resources in countries with different realities of access to water from the perspective of Ecological Economics. In order to do so, economic information and information on water supplies and consumption in Australia and Brazil were studied. As a delimitation, it is highlighted that the selection of these countries occurred intentionally due to their differing relevance and water conditions, in which the data evidenced in the last five years by the Reports of Water Accounts and Economic Water Accounts by Australia (2015) were used. -16 to 2019-20) and Brazil (2013 to 2017). Thus, this research was characterized as documentary, with a secondary data source, and a qualitative approach. Among the main findings, there is a greater

representation of water consumption arising from economic activities, mostly by the water and sewage sector in Australia and by the agricultural sector in Brazil. Thus, it is understood that because water resources are part of a finite ecological system, and respecting its limits, changes for sustainable development are understood from society that contributes negatively through the pressure exerted by its economic systems.

**Keywords:** Sustainable Development. Water Stock and Consumption. Gross Domestic Product. Gross National Product. Water resources. Ecological Economy.

## 2.1 INTRODUÇÃO

O desenvolver-se, sustentavelmente, é um desafio e um objetivo comum das sociedades e das nações. Com efeito, há uma relação de interação no desenvolvimento econômico, sendo este diretamente influenciado pelas dimensões social e ambiental, uma vez que a concentração e atenções na sustentabilidade dessas dimensões em que concentrar atenções na sustentabilidade dessas dimensões, contribui para viabilizar um desenvolvimento mais sustentável. Para Ngene et al. (2021), a gestão sustentável dos recursos hídricos é fundamental para o progresso de uma sociedade, sendo necessária para fins domésticos, comerciais, industriais, agrícolas e recreativos.

A Economia Ecológica surgiu na academia para esclarecer o que seria o crescimento sustentável que se desenvolveu no final da década de 80 (Cavalcanti, 2004) e para demonstrar a diferença entre crescimento e desenvolvimento. Sob o olhar de Daly (2004), é inviável crescer, de forma sustentável, visto que o sistema econômico está contido no sistema ecológico, considerado finito, e qualquer crescimento daquele englobará parte do sistema ecológico. Já a relação de desenvolvimento, preocupa-se com as relações entre os sistemas e o alcance sustentável dos mesmos, seja por meio de estagnação de uma dimensão ou melhorias de gerenciamento e de tecnologias que promovam a sustentabilidade.

O desenvolvimento, considerando-se ser inevitável, demonstra a importância de se internalizar os dois sistemas, o econômico e o ecológico. De tal forma, tem-se os recursos hídricos como capital natural relevante que integra o sistema ecológico. Pinto-Coelho e Havens (2016) afirmam que o século XXI iniciou com perspectiva não favorável quanto ao futuro dos recursos hídricos, em que “o maior desafio à frente é o da recuperação e da mitigação dos impactos gerados nas águas do planeta, para que se possa entregar esses recursos às gerações futuras em um estado que possa garantir-lhes condições dignas de sobrevivência” (Pinto-Coelho & Havens, 2016, p. 22).

Zago (2007), afirma que as pressões sobre os recursos hídricos estão diretamente relacionadas ao modelo de desenvolvimento econômico, que se expressa pelo nível de consumo da sociedade e pela predominância regional de atividades econômicas distintas. Liu et al. (2022), por sua vez, destacam a necessidade de uma gestão eficaz dos recursos hídricos para se alcançar um equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a proteção ambiental, bem como reforçam que as regiões com escassez de água apresentam a disponibilidade de recursos hídricos como o principal fator limitante para o desenvolvimento sustentável.

Ngene et al. (2021) afirmam que, devido ao contínuo aumento pela demanda por recursos hídricos finitos, é importante analisar como estes recursos podem ser gerenciados de modo a auxiliar no desenvolvimento contínuo das nações. Neste sentido, tem-se a Austrália que possui limitações de acesso à água e enfrenta períodos de estresse hídrico, como a seca do milênio de 2000 a 2009, quando, após sua ocorrência, realizou uma extensa readequação da sua gestão dos recursos hídricos, obtendo destaque no desenvolvimento de políticas públicas e nas mudanças culturais da sociedade (Radcliffe, 2018; Radcliffe & Page, 2020). Já o Brasil possui 12% da água potável disponível no mundo, sendo responsável pelos maiores aquíferos. Entretanto, apresenta limitações quanto à adequada gestão desse recurso, possuindo regiões com diferentes níveis de estresse hídrico, desde baixo até extremamente alto (ANA, 2020a; Millington, 2018).

Assim, observa-se a importância de não apenas se ter água disponível, mas sim, saber utilizá-la e descartá-la com responsabilidade. Neste contexto, a presente pesquisa tem como objetivo geral analisar o desenvolvimento sustentável frente aos recursos hídricos disponíveis em países com diferentes realidades de acesso à água pela perspectiva da Economia Ecológica. Como objetivos específicos, tem-se: investigar os relatórios das contas da água da Austrália e do Brasil; e, averiguar os seus indicadores e índices de estoque e consumo de água e de crescimento econômico.

Como justificativa e contribuição de pesquisa, ressalta-se o aprofundamento da pesquisa científica em uma temática atual e relevante. De acordo com Arroyave, Builes e Rodríguez (2012), devido à importância das funções ambientais deste recurso natural na geração de bens e serviços, no econômico, no social e no cultural, todos os tipos de esforços acadêmicos, econômicos, técnicos, científicos, sociais, entre outros, devem ser considerados como estratégia para a conservação e a proteção do meio ambiente.

## 2.2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.2.1 Desenvolvimento Sustentável sob a ótica da Economia Ecológica

Seguindo a percepção trazida por Oliveira (2017), entende-se que o sistema econômico ecológico considera o sistema econômico um subconjunto do sistema ecológico. De tal modo, leva em conta todos os custos de produção, não somente os monetários. Por tal motivo, não consente a ideia de crescimento infinito da economia, devendo atentar-se para a questão da escala, conforme afirmam Cechin e Veiga (2010):

[...] A questão da escala, isto é, tamanho físico da economia em relação ao ecossistema em que está inserida. Para a economia ecológica existe uma escala ótima além da qual o aumento físico do subsistema econômico passa a custar mais do que o benefício que pode trazer ao bem-estar da humanidade (Cechin & Veiga, 2010, p. 31).

Assim, compreende-se que há limites externos para a expansão das atividades econômicas, os quais devem ser analisados e considerados para que haja desenvolvimento econômico de forma sustentável (Khan, Linares & Garcia-González, 2017). Cechin e Veiga (2010) afirmam que um aumento no subsistema econômico exige contrapartida natural, em que o crescimento econômico não ocorre gratuitamente e, por isso, o custo se torna mais alto do que o benefício. As variações apresentadas nos subsistemas econômicos, na percepção de Costanza et al. (1997), são influenciadas pelo tamanho da população de cada país, em que quando ocorre aumento na população e conseqüentemente um aumento do subsistema econômico tal fato reflete no sistema ecológico, no entanto, este é finito e tem capacidades regenerativas e assimilativas limitadas.

De acordo com Usman e Balsalobre-Lorente (2022), o sucesso de um crescimento econômico está relacionado a uma apropriada gestão e tecnologias que resultem na menor utilização dos recursos naturais. O desenvolvimento sustentável condiciona-se ao entendimento do sistema ecológico como finito e fechado, o que demanda melhores práticas e responsabilidade sobre sua utilização. Já para Cavalcanti (2010) a crescente percepção de que o sistema ecológico de sustentação da vida encontra-se cada vez mais ameaçado constitui, de veras, o ponto de partida da reflexão que deu origem formal à economia ecológica. Há um enfrentamento constante entre natureza e sociedade, meio ambiente e economia, com incertezas, percalços, urgências e novas fronteiras (Cavalcanti, 2010).

Há autores céticos sobre tal entendimento. Estes não acreditam no crescimento sustentável, destacando, o decréscimo ou estagnação. Para a vertente do decréscimo, Georgescu-Roegen (1976) afirma que, pelo fato de haver recursos não renováveis, há limites

no crescimento, quando o processo econômico será necessariamente declinante a partir de um momento. Já de acordo com Daly (1973), é possível realizar-se a condição estacionária, em que os recursos naturais seriam utilizados apenas para manter-se constantes o capital e a população. Tal fato representa obter desenvolvimento sem crescimento material, onde a escala da economia mantém-se constante enquanto ocorrem melhoras qualitativas (Cechin e Veiga, 2010).

Entendem Gonçalves, Santos, Brito, Ferreira e Anchieta (2020), que a Economia Ecológica analisa todo o contexto do espaço, de forma interdisciplinar, incluindo o homem e todo o ecossistema, trazendo avanço por meio da abordagem de utilizar o meio ambiente, empregando estratégias de prevenção de catástrofes ambientais e da conservação da biodiversidade para gerações futuras. Portanto, os instrumentos econômicos são essenciais para o desenvolvimento sustentável, proporcionando qualidade ambiental ao trabalho que for designado, pois não se trata de impedir o crescimento econômico, mas, de possibilitar sua eficácia e eficiência.

Cavalcanti (2004) reforça a utilização da quantificação do capital natural (água) para demonstrar o desenvolvimento sustentável sob a ótica da Economia Ecológica. É necessária à sua quantificação para que se possa compreender os limites, tanto ambientais, quanto econômicos e, então, tomarem-se medidas para o seu controle e melhor gestão.

Para ir ao encontro desse pensamento, tem-se os indicadores propostos para identificar o crescimento econômico dos países analisados, sendo estes o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* (Cavalcanti, 2004; Costanza et al., 1997) e o Produto Nacional Bruto (PNB) *per capita* (também conhecido como Renda Nacional *per capita*) (Costa Oreiro, 2012; Costanza et al., 1997). Ainda segundo Costanza et al. (1997), torna-se relevante nas análises a utilização também desses indicadores econômicos em sua totalidade e não apenas *per capita*, pois estes influenciam diretamente no subsistema econômico, uma vez que estes são pressionados, diretamente, pelo aumento da população. De acordo com Franzke (2021), tanto o PIB, quanto o tamanho da população e, até mesmo, os eventos climáticos extremos afetam as relações entre os sistemas econômicos e ecológicos.

Cechin e Veiga (2010) aduzem que, como a economia cresce em um sistema finito e não-crescente, há custos, sendo estes custos ecológicos não computados pela contabilidade tradicional. De tal modo, compreende-se a necessidade de acompanhamento e de controle acerca do consumo de recursos naturais finitos, devido as relações entre sistemas ecológicos e econômicos.

### 2.2.2 Visão integrada da gestão dos recursos hídricos

É comum a classificação dos recursos naturais em renováveis e não renováveis ou exauríveis, apesar de a fronteira entre essas duas categorias de recursos não ser muito clara. Essa classificação depende, principalmente, do horizonte de planejamento do uso dos recursos ambientais, do tipo de utilização, da tecnologia disponível, da perspectiva de novas tecnologias, do custo de exploração e da sua valoração pela sociedade.

A água é considerada um recurso renovável devido à sua capacidade de se recompor em quantidade, principalmente pelas chuvas, e por sua capacidade de absorver poluentes. Porém, a classificação de recurso renovável para a água também é limitada pelo uso, que vai pressionar a sua disponibilidade pela quantidade existente e pela qualidade apresentada (Zahoor et al., 2019).

A importância dos recursos hídricos é reconhecida por muito tempo, bem como a sua qualidade e disponibilidade (Liu et al., 2022). De acordo com previsões do *World Water Council* (2016), 23 países deverão enfrentar uma crise hídrica com escassez absoluta de água em 2025 e entre 46 e 52 países (totalizando cerca de 3 bilhões de pessoas) sofrerão de *stress* hídrico, ou seja, sem água suficiente para atender suas demandas.

A gestão dos recursos hídricos compreende um conjunto de procedimentos adotados para lidar com os problemas referentes ao uso e ao controle da água. Há diferentes modelos de estrutura de gestão, variando a execução de planejamento, administração e regulamentação desse recurso. Os modelos variam de acordo com distintas características, como: daqueles que tomam decisões (o governo, os utilizadores de água, um órgão independente ou todos os atores), a definição do direito à água (personalizado, vinculado à terra, transferível, intransferível), a definição dos quantitativos disponíveis (absolutos ou proporcionais à vazão atual) e a alocação inicial (baseada em ordem de prioridade de chegada, em critérios administrativos e técnicos) (Blomquist, Dinar & Kemper, 2005).

De tal forma, compreende-se que os modelos de gestão de recursos hídricos de uma região não são moldados unicamente pelos seus aspectos hidroclimáticos. Deve-se considerar que a tomada de decisão, envolvendo este recurso, necessita de contextualização pelos arranjos institucionais locais (Otoch, Studart, Campos, & Portela, 2019). Tornar-se necessário, portanto, serem analisadas as características econômicas e entender os processos de gestão, desde a disponibilidade hídrica até as métricas de consumo.

Para Coelho, Wilde e Cardoso (2004), a economia de uma região depende, entre outros fatores, dos recursos hídricos disponíveis como insumo para o atendimento da produção rural

e industrial, do abastecimento dos centros urbanos, da produção de energia e outros usos. Os eixos de desenvolvimento econômico e as demandas sociais influem, sobremaneira, nos usos das águas em uma bacia. Portanto, os fatores socioeconômicos devem ser considerados na definição dos limites para o planejamento e à gestão das bacias hidrográficas.

A gestão das águas impõe a necessidade de construção de estratégias transversais junto a diversas políticas públicas que interferem nos usos e na disponibilidade das águas em uma determinada região. Essas estratégias não podem prescindir do planejamento integrado, considerando, ao menos, os planos locais ou regionais, reguladores do uso e ocupação do solo, e planos setoriais com forte interação com o uso da água.

O planejamento dos usos dos recursos hídricos deve ser participativo o suficiente, de modo a permitir que cada uma das entidades responsáveis pela implementação dos planos setoriais possa interferir no processo de elaboração, objetivando defender suas demandas pelo uso da água. Assim como se comprometer a articular e a integrar seus planos próprios.

#### **2.2.2.1 Políticas dos Recursos Hídricos: Austrália**

A história do desenvolvimento dos mercados de água na Austrália está intrínseca na sua ampla evolução das políticas de água. Essa política nacional da água possui uma abordagem cronológica das fases do seu desenvolvimento, em que se pode elencar como: (i) a fase de exploração, a partir da colonização inglesa até proclamação da república; (ii) a fase de desenvolvimento de infraestrutura hídrica; (iii) a fase de maturação, iniciada na década de 1980 e até o ano 2007 e dividida em dois períodos – o primeiro marcado pela necessidade de gestão dos recursos hídricos ao se constatar que a infraestrutura hídrica desenvolvida não atendia à demanda e, um segundo período, dando início efetivamente aos mercados de água – e finalmente, (iv) a fase de transição para sustentabilidade, com preocupação pelas questões ambientais (Kendall, 2013; Khan, 2008; Quiggin, 2007).

A Estratégia Nacional para o Desenvolvimento Ecologicamente Sustentável da Austrália (1992) define o Desenvolvimento Ecologicamente Sustentável como: usar, conservar e melhorar os recursos da comunidade de modo que os processos ecológicos, dos quais a vida depende, sejam mantidos e a qualidade total de vida, agora e no futuro, aumente. O Departamento de Meio Ambiente, Água, Patrimônio e Artes é a agência governamental australiana no desenvolvimento e implementação de políticas, programas e legislação nacionais para proteger e conservar o meio ambiente.



A maior parte da Austrália tem baixa precipitação e as limitações de água estão sendo exacerbadas pelas mudanças climáticas. A seca do milênio, de 2000 a 2009, foi um fator adicional para a reciclagem e dessalinização da água. As políticas de reforma da água levaram a diretrizes para água reciclada, incluindo águas pluviais e aumento de água potável (Radcliffe & Page, 2020).

Assim, tem-se que o discurso jurídico que prevalece na legislação e na política de água australiana, desde 2004, ocorrido dentro desse período de seca extrema, refere-se à incorporação de várias definições de regras de Desenvolvimento Ecologicamente Sustentável (ESD) na gestão de água doce. Os objetivos dessa política de EDS que refletem os três pilares (ambientais, econômicos e sociais) é observado em leis estaduais e na Lei Federal de Águas de 2007 que consideram a integração dos três pilares. As Leis Estaduais e a Lei Federal insistem na adoção do princípio da precaução e na obtenção de equidade intra e intergeracional - uma reversão das políticas anteriores, onde o uso econômico e os aspectos sociais do uso da água eram a principal preocupação (McKay, 2011). Para Ashton e Aydos (2019), apesar do ESD encontrar-se entre os objetos da Lei Federal da Água de 2007, é evidente a prevalência do racionalismo econômico na regulamentação da bacia hidrográfica por meio da comercialização dos direitos da água.

Esta Lei é a principal diretriz sobre gestão e uso dos recursos hídricos no país, isso por regulamentar a Bacia Hidrográfica de *Murray-Darling*, localizada no sudeste da Austrália, que compreende 14% do seu território. A Lei da Água de 2007 fornece a estrutura legislativa para garantir que o maior recurso hídrico da Austrália - a Bacia Murray-Darling - seja administrado no interesse nacional e, assim, assegurar que os recursos hídricos sejam geridos de forma integrada e sustentável.

A partir desses elementos relevantes, tem-se ainda como um marco nacional o *Water Accounting Standards* (WAS), em que este propõe a realização de relatórios de contabilização da água por meio de normas (WAS, 2022). Chalmers, Godfrey e Lynch (2012) afirmam que o desenvolvimento de padrões de contabilidade da água pode aumentar a qualidade e credibilidade de informações disponíveis para terceiros.

#### **2.2.2.2 Políticas dos Recursos Hídricos: Brasil**

A gestão dos recursos hídricos no Brasil tem em sua cronologia um marco pela Instituição da Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei Federal n. 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que criou o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SNGRH). Essa

Lei deu maior abrangência ao Código de Águas, de 1934, que centralizava as decisões sobre gestão de recursos hídricos no setor elétrico. Nessa Lei, alguns aspectos da gestão das águas foram inovadores. No artigo 1, incisos VI, é estabelecido que “a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades”.

Com isso, garantiu-se, pela primeira vez, o tratamento de políticas vinculadas aos limites físicos dos recursos naturais e não mais se considera apenas os administrativos, além de se definir a participação de usuários e comunidades nos procedimentos de gestão (Rosa; Fraceto; Moschini-Carlos, 2012). De tal forma, a Lei das Águas deu outro passo importante, tornando a gestão dos recursos hídricos democrática. Adicionalmente, tem-se a Lei 9.984, de 17/07/2000, que criou a Agência Nacional de Águas, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos, integrante do SNGRH, estabelecendo regras para a sua atuação, sua estrutura administrativa e suas fontes de recursos.

O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecido pela Lei nº 9.433/97, é um dos instrumentos que orienta a gestão das águas no Brasil, documento este aprovado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) em 30 de janeiro de 2006, com horizonte temporal até 2020. Desde então, passou por duas revisões, sendo estabelecidas prioridades para os ciclos 2012-2015 e 2016-2020, e com prorrogação de suas ações e metas para 2021, pela Resolução nº 216, de 11 de setembro de 2020. O Plano de 2016-2020/21 (PNRH, 2020) apresenta 16 prioridades e 72 metas, trazendo questões como a melhoria das disponibilidades hídricas, em qualidade e quantidade, a redução dos conflitos reais e potenciais no consumo dos recursos hídricos, assim como o uso sustentável e reúso da água. De acordo com o PNRH (2020), algumas metas já trazem considerações e diretrizes sobre a continuação deste Plano para o período de 2022 a 2040.

Para Souza e Pertel (2020), mesmo o Brasil dispondo de ordenamento jurídico voltado à proteção dos recursos hídricos, as leis encontram-se esparsas, não alcançando, na sua individualidade, os objetivos propostos pelos legisladores, que podem acarretar conflito nos procedimentos de gestão. Ainda segundo os autores, “este fato pode ser verificado na Política Nacional de Recursos Hídricos, que apesar de ter sido editada com a finalidade de gerenciar os recursos hídricos no país, em algumas situações, vai de encontro aos outros instrumentos legais existentes ou os contradiz” (Souza & Pertel, 2020, p. 3). De tal forma, os dispositivos legais sobre a proteção e a gestão de recursos hídricos não garantem o seu cumprimento.

No Brasil, mesmo com este recurso sendo abundante, deve enfrentar uma escassez econômica devido sua má gestão. Isto significa ainda que, embora haja suficientes recursos hídricos disponíveis, questões humanas, institucionais e financeiras limitam o acesso à água. A escassez de água física ocorre quando a disponibilidade deste recurso não é suficiente para satisfazer as demandas. Já a escassez econômica incide pela falta de investimento, caracterizada por pouca infraestrutura e pela distribuição desigual de água. Tomasoni, Pinto e Silva (2009) consideram importante que se busque formas efetivas de reconhecimento da importância dos recursos hídricos no processo econômico e para o bem-estar social.

### 2.3 METODOLOGIA

Para se atingir ao objetivo desta pesquisa, serão analisados os estoques de água, consumo de água e crescimento econômico de países com diferentes realidades hídricas, averiguando-se, de forma complementar, o *Water Accounting Report* (Relatório das Contas da Água) da *System of Environmental Economic Accounting (SEEA-Water)* pelas Nações Unidas. Tal relatório possui informações qualitativas sobre as contas econômicas ambientais e gestão da água das nações. Assim, este estudo caracteriza-se como uma pesquisa documental, com fonte de dados secundários, e abordagem qualitativa (Marconi & Lacatos, 2010; Gil, 2012), pois mesmo utilizando-se de dados quantitativos em parte da coleta de dados, o enfoque é a compreensão do fenômeno estudado por meio de uma perspectiva integrada.

A amostra da pesquisa é composta pelo Brasil e Austrália, com a seleção desses países de forma intencional devido suas relevâncias e condições hídricas divergentes. A Tabela 1 evidencia os últimos cinco anos de publicação dos Relatórios das Contas das Águas e das Contas Econômicas da Água pela Austrália e pelo Brasil, sendo esta uma delimitação da pesquisa.

**Tabela 1.** Amostra da pesquisa e período de análise

País	Período de Publicação de Relatório e das Contas da Água (SEEA-Water)
Austrália	2015-16 / 2016-17 / 2017-18 / 2018-19/ 2019-20*
Brasil	2013 / 2014 / 2015 / 2016 / 2017

\*Ano base de julho a junho.

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

As Contas da Água publicadas seguem os padrões do modelo *SEEA* que organiza e apresenta estatísticas sobre o meio ambiente e sua relação com a economia. É um sistema

estatístico que reúne informações econômicas e ambientais em uma estrutura para medir a condição e a contribuição do meio ambiente para a economia, assim como o impacto da economia no meio ambiente. O *SEEA* contém um conjunto de conceitos padrão, definições, classificações, regras e tabelas para produzir estatísticas comparáveis internacionalmente (*SEEA*, 2019). Visando a organizar tais informações, a Divisão de Estatísticas das Nações Unidas (*United Nations Statistics Division - UNSD*) elaborou o manual *System of environmental-economic accounting for water, SEEA-Water*, cujas diretrizes possibilitam uma avaliação sistemática e periódica de indicadores-chave que envolvem a integração dos dados físicos e monetários da água (IBGE, 2019).

A Tabela 2 apresenta o constructo da pesquisa sobre o desenvolvimento sustentável, demonstrando categorias e subcategorias e os respectivos estudos que trouxeram, de forma seminal, a temática proposta aliada à Economia Ecológica.

**Tabela 2.** Constructo de Desenvolvimento Sustentável frente aos recursos hídricos disponíveis

<b>Categoria</b>	<b>Subcategoria</b>	<b>Descrição</b>	<b>Autores</b>
Estoques e Consumo de Água	- Estoque físico de água	Volume de água disponível e/ou armazenado superficialmente (em rios, riachos, lagos, reservatórios artificiais) em aquíferos (águas subterrâneas) ou no solo.	Cavalcanti (2004); Daly (2004); Santos & Rodrigues (2010)
	- Consumo físico de água por atividades econômicas (Agropecuária, Indústrias extrativas, Indústrias de transformação e construção, Eletricidade e gás, Água e esgoto, demais atividades) - Consumo físico de água doméstico	Parcela da água retirada para uso que não é distribuída para outras atividades econômicas e/ou não retorna ao ambiente, pois foi incorporada em produtos, ou consumida pelas famílias ou rebanhos. É calculado como a diferença entre o uso total e o total fornecido.	
Crescimento Econômico	- Produto Interno Bruto (PIB)	Representa a soma do valor bruto adicionado por todos os produtores residentes na economia mais quaisquer impostos sobre os produtos e menos quaisquer subsídios.	Cavalcanti (2004); Costanza et al. (1997)

	- Produto Nacional Bruto (PNB)	Representa a soma do valor adicionado por todos os produtores residentes mais quaisquer impostos sobre produtos (menos subsídios) mais as receitas líquidas de renda primária (compensação de empregados e renda de propriedade) do exterior.	Costa Oreiro (2012); Costanza et al. (1997)
--	--------------------------------	---	---

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

Para a quantificação do capital natural água, serão analisados dados de estoques e consumo de água da Austrália e Brasil, obtidos no sítio eletrônico do *SEEA* (2022) e governamentais dos países analisados (ABS, 2021; IBGE, 2020a). Já os indicadores propostos para identificar o crescimento econômico dos países analisados, PIB e PNB serão adquiridos no *World Bank* (2022). A utilização desses indicadores, quando comparados e analisados com os dados e informações em relatórios complementares (*Water Accounting Report*), possibilita visão interligada para o desenvolvimento sustentável.

De tal forma, Stake (2011) discute a triangulação como um meio para a compreensão dos dados pelo pesquisador. Segundo este autor, trata-se de um método que utiliza dados adicionais para ampliar as interpretações feitas pelo pesquisador, em que são adotadas diferentes percepções para esclarecer o significado por meio da repetição das observações ou interpretações. A triangulação ocorrerá pela análise dos dados quantitativos, dos documentos complementares e da literatura existente, no intuito de melhor compreensão da temática acerca da gestão dos recursos hídricos evidenciados. Adicionalmente, realizar-se-á uma análise categorial (conforme evidenciado na Tabela 2) que, de acordo com Bardin (2010) e Gray (2016), ocorre por meio de reagrupamentos do texto, de forma a possibilitar inferências sobre os dados da pesquisa, identificando, sistemática e objetivamente, características especiais entre eles.

## 2.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 2.4.1 Desenvolvimento sustentável frente aos recursos hídricos disponíveis: Austrália

A compreensão acerca do desenvolvimento sustentável frente aos recursos hídricos disponíveis em cada país permeia as interações existentes entre os sistemas econômicos e ecológicos. Assim, tem-se, na presente pesquisa, as análises dos indicadores da água e econômicos, juntamente com informações complementares quanto a essas interações.

O indicador de estoques (Tabela 3) mostra como os fluxos de entradas e saídas de água do meio ambiente afetam os volumes existentes de águas superficiais, águas subterrâneas ou água do solo entre o início e o fim de um ano (a Austrália utiliza o período de doze meses de julho-junho), sendo representado pelo total de recursos hídricos renováveis. Durante os cinco anos analisados, tem-se estabilidade nesse indicador.

Os volumes totais de recursos hídricos renováveis disponíveis, ao longo do período analisado, demonstram alguma variabilidade, com volumes mais baixos em 2016-17, 2018-19 e 2019-20. De acordo com Radcliffe e Page (2020), em 2019, as condições de seca atingiram mais fortemente o leste da Austrália, fazendo com que as cidades da região que enfrentavam escassez de água procurassem por diversidade no abastecimento de água, como a água reciclada e dessalinizada, processos esses menos utilizados devido aos altos custos quando comparados com água de captação. De acordo com dados do governo da Austrália (ABS, 2021), em vista da baixa disponibilidade de água são realizados anualmente o aumento do valor cobrado pela água de 3% para o uso doméstico e de 24% para as indústrias.

**Tabela 3.** Indicadores de estoque e consumo de água e econômicos da Austrália

Indicadores	Unidade	2015-16	2016-17	2017-18	2018-19	2019-20
<b>Total de Recursos Hídricos Renováveis</b>	<b>hm<sup>3</sup></b>	<b>511</b>	<b>503</b>	<b>515</b>	<b>507</b>	<b>506</b>
<b>Total de Recursos Hídricos Renováveis per capita</b>	<b>m<sup>3</sup>/hab.</b>	<b>21,142</b>	<b>20,467</b>	<b>20,624</b>	<b>19,998</b>	<b>19,694</b>
<b>Consumo total das atividades econômicas</b>	<b>hm<sup>3</sup></b>	<b>13,669</b>	<b>14,303</b>	<b>15,386</b>	<b>13,288</b>	<b>11,231</b>
Agropecuária	hm <sup>3</sup>	3,369	3,221	3,381	3,113	2,746
Indústrias extrativas	hm <sup>3</sup>	0,715	0,724	0,697	0,664	0,695
Indústrias de transformação e construção	hm <sup>3</sup>	0,268	0,268	0,291	0,319	0,288
Eletricidade e gás	hm <sup>3</sup>	0,056	0,055	0,056	0,060	0,063
Água e esgoto	hm <sup>3</sup>	9,150	9,900	10,818	9,000	7,311
Demais atividades	hm <sup>3</sup>	0,112	0,135	0,143	0,132	0,129
<b>Consumo total das Famílias</b>	<b>hm<sup>3</sup></b>	<b>1,746</b>	<b>1,721</b>	<b>1,797</b>	<b>1,810</b>	<b>1,809</b>
<b>Consumo total</b>	<b>hm<sup>3</sup></b>	<b>15,415</b>	<b>16,024</b>	<b>17,183</b>	<b>15,098</b>	<b>13,041</b>
<b>Consumo total per capita</b>	<b>m<sup>3</sup>/hab.</b>	<b>0,637</b>	<b>0,651</b>	<b>0,688</b>	<b>0,595</b>	<b>0,508</b>
<b>PIB</b>	<b>US\$</b>	<b>1.278.609.630,629</b>	<b>1.266.783.989,507</b>	<b>1.377.706.221,681</b>	<b>1.410.241.040,861</b>	<b>1.359.894.340,719</b>
<b>PIB per capita</b>	<b>US\$ /hab.</b>	<b>52.865</b>	<b>51.501</b>	<b>55.157</b>	<b>55.606</b>	<b>52.928</b>
<b>PNB</b>	<b>US\$</b>	<b>1.250.697.041,278</b>	<b>1.234.587.645,585</b>	<b>1.337.353.537,860</b>	<b>1.365.617.227,881</b>	<b>1.324.045.804,760</b>

<b>PNB <i>per capita</i></b>	<b>US\$/ hab.</b>	<b>51.711</b>	<b>50.192</b>	<b>53.541</b>	<b>53.847</b>	<b>51.532</b>
------------------------------	-----------------------	---------------	---------------	---------------	---------------	---------------

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Com base na Tabela 3, é possível identificar variações no consumo da água pelas atividades econômicas, ao longo dos cinco anos analisados, sendo que o período de julho de 2019 a junho de 2020 apresentou o menor consumo, contra o período de 2017-18 como o de maior volume, representando uma redução de cerca de 4km<sup>3</sup> de água, equivalente a 27%. Entre os maiores consumidores de água, tem-se como destaque o setor de água e esgoto. Em 2017-18, quando se obteve o maior consumo hídrico, é possível identificar uma participação de 70% do setor de água e esgoto e de 22% do agropecuário.

Já o consumo doméstico apresenta uma maior estabilidade, atingindo seu pico de consumo em 2018-19 com 1,8km<sup>3</sup> de água, contra o consumo mínimo em 2016-17 com 1,7km<sup>3</sup>, tendo-se uma variação de apenas 5%. De acordo com Radcliffe e Page (2020), após o grave período de secas, entre o ano 2000 e 2009, o país passou por significativas mudanças, tanto no âmbito social, quanto no governamental, o que proporcionou desdobramentos em uma maior conscientização e melhor gestão hídrica. Além disso, segundo ABS (2021), as famílias pagam uma média de US\$ 3,46 por mil litros de água, enquanto a indústria, uma média de US\$ 0,46, devido as famílias necessitarem de água potável para consumo humano, já as indústrias utilizam predominantemente de água não potável.

O consumo total de recursos hídricos, no período analisado, obteve comportamento semelhante ao consumido pelas atividades econômicas, que representam em média 88% daquele total. Assim, em 2017-18 apresentou o maior consumo de 17,2km<sup>3</sup>, contra o período de 2019-20 como o de menor volume com 13km<sup>3</sup>, representando uma redução de cerca de 4km<sup>3</sup> de água, equivalente a 24%. Já o consumo das famílias, representam, em média, 12% do consumo total de água.

Analisando-se o consumo total *per capita* da Austrália, percebem-se algumas variações com redução nos últimos períodos, em que o maior volume anual obtido foi de 0,688m<sup>3</sup> por habitante em 2017-18, mesmo período evidenciado com o de maior consumo de água de cerca de 17,2km<sup>3</sup>. Tal situação seguiu novamente o padrão demonstrado no consumo de total de água que, por conseguinte, seguiu o comportamento de consumo das atividades econômicas. Como houve pouco aumento da população, cerca de 5% do primeiro período para o último analisado, essa redução é mais significativa por uma real redução de consumo.

Ainda com base na Tabela 3, tem-se os indicadores econômicos em que tanto o PIB, quanto o PNB (ou Renda Nacional), possuíram comportamento e proporções semelhante nos cinco anos analisados. Observam-se os menores valores em 2016-17 e os maiores, em 2017-18, representando um aumento de 10% em ambos os indicadores. Já a Tabela 4 demonstra a relação entre os recursos hídricos renováveis e o PIB e PNB da Austrália.

**Tabela 4.** Índice de Recursos Hídricos Renováveis e Consumo Total por PIB e PNB da Austrália

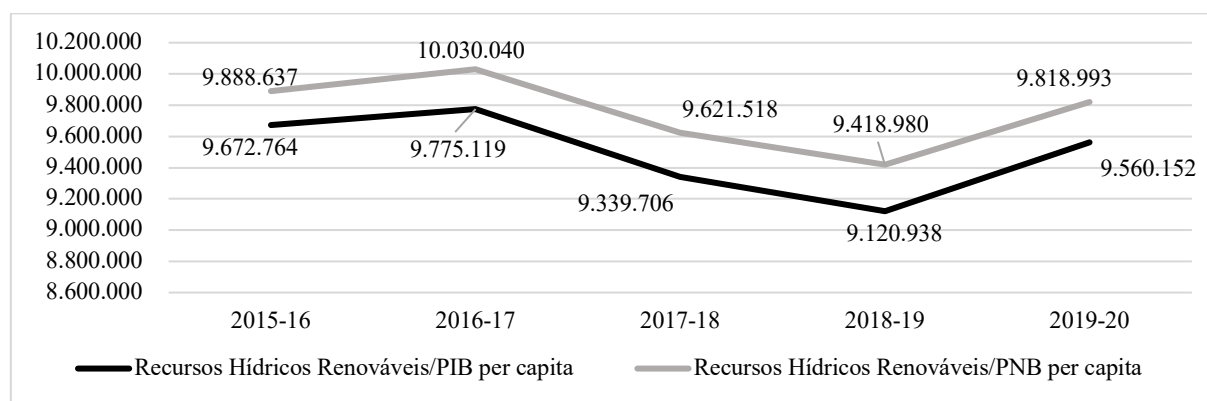
Índices	Unidade	2015-16	2016-17	2017-18	2018-19	2019-20
Recursos Hídricos Renováveis/PIB	litros/US\$	0,400	0,397	0,374	0,360	0,372
Recursos Hídricos Renováveis/PNB	litros/US\$	0,409	0,408	0,385	0,371	0,382
Consumo Total/PIB	litros/US\$	0,012	0,013	0,012	0,011	0,010
Consumo Total/PNB	litros/US\$	0,012	0,013	0,013	0,011	0,010

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Com base na Tabela 4, nota-se que os índices de recursos hídricos renováveis por PIB e de recursos hídricos renováveis por PNB possuem volumes próximos ao longo do período analisado. Esses índices representam a disponibilidade hídrica para cada dólar de PIB e PNB naquele período. Além, disso, observa-se uma maior intensidade de disponibilidade de água em 2015-16 e 2016-17, com uma redução nos três períodos seguintes, para atender ao PIB e ao PNB do país.

Já a Figura 2 demonstra os índices de recursos hídricos renováveis pelo PIB e PNB *per capita* da Austrália. Esse índice permite compreender o volume de água disponível para cada dólar de Produto Interno Bruto e Produto Nacional Bruto gerado por habitante, possibilitando um melhor entendimento da disponibilidade hídrica do país.

**Figura 2.** Índice de Recursos Hídricos Renováveis/PIB *per capita* (litros/US\$) e Recursos Hídricos Renováveis/PNB *per capita* (litros/US\$) da Austrália



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

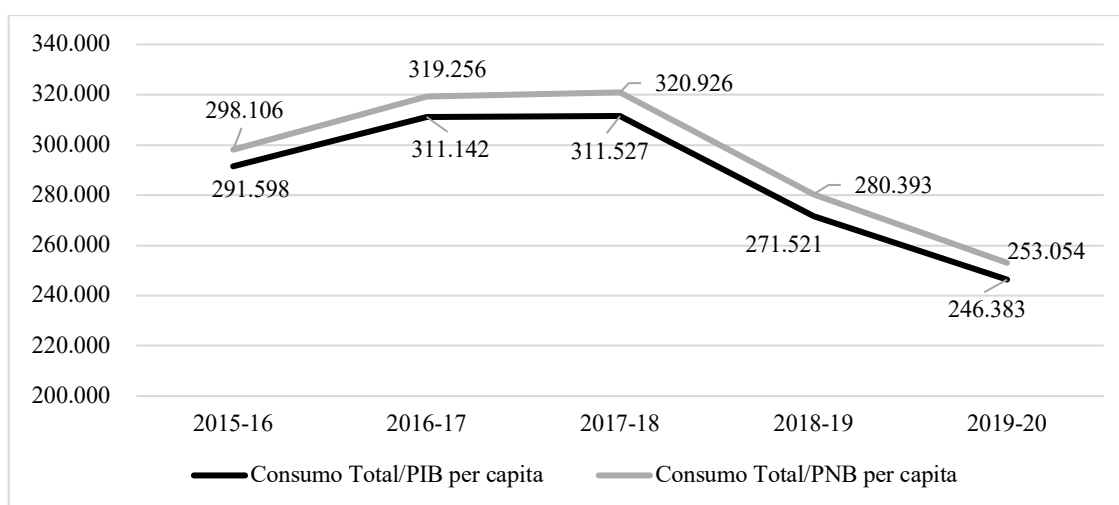


A visão por habitantes auxilia a verificar a relação do sistema econômico (medido pelos indicadores econômicos) e do sistema ecológico sem a interferência do tamanho da população, pois esta, como se viu, afeta o sistema econômico. Assim, mesmo ocorrendo o aumento da população, é possível verificar, na Figura 2, a proporção do que havia de estoque inicial de água no período analisado para cada dólar que foi produzido dentro do país (PIB) ou de nacionalidade australiana (PNB).

Ainda com base na Figura 2, observa-se a redução do índice de estoque iniciais de água (recursos hídricos renováveis) pelo PIB e PNB por habitante a partir de 2016-17 e, novamente, elevando-se em 2019-20. O período no qual se obteve maior índice foi em 2016-17 com um volume disponível de água de 10.030.040 litros para cada dólar de PIB gerado por habitante; já o de menor, ocorreu em 2018-19 com 9.775.119 litros, o que representa uma redução no índice de 3% em dois anos. O índice de recursos hídricos por PNB por habitante apresentou o mesmo comportamento.

Já o menor valor do índice ocorreu em 2018-19, com um volume disponível de 9.418.980 litros de água por PIB *per capita* e de 9.120.938 litros de água por PNB *per capita*. Essa redução do indicador configura menos água disponível no ambiente para gerar o mesmo valor de PIB e PNB. Com base na Tabela 4, observa-se que essa redução foi ocasionada pelo aumento dos indicadores econômicos do país. Devido ao não aumento da disponibilidade hídrica na mesma proporção, nota-se uma maior pressão da economia sobre os estoques de água.

**Figura 3.** Índice de Consumo Total/PIB *per capita* (litros/US\$) e Consumo Total/PNB *per capita* (litros/US\$) da Austrália



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Evidencia-se, de 2015-16 para 2016-17, um aumento de cerca de 7% nos dois índices (Figura 3). Já nos períodos subsequentes, de 2017-18 a 2019-20, é observada uma redução dessa intensidade de consumo hídrico para cada dólar gerado, tanto pelo PIB, quanto pelo PNB por habitante na Austrália. Essa redução de consumo ocorre no mesmo período da redução da disponibilidade hídrica.

Assim, observa-se uma menor pressão sobre o sistema ecológico que fornece menos recursos hídricos para o mesmo montante econômico produzido. Tal fato vai ao encontro do pensamento de autores da Economia Ecológica, como Costanza et al. (1997), Kirilchuk, Rykunova, e Panskov, (2018) e Sutton et al. (2016), que preconizam que um menor volume utilizado por cada dólar gerado pela economia reflete em um desenvolvimento.

#### 2.4.2 Desenvolvimento sustentável frente aos recursos hídricos disponíveis: Brasil

As chuvas, o ingresso de água de rios com nascentes fora do Brasil e o retorno da água utilizada pelas atividades econômicas ao meio ambiente constituem acréscimos aos estoques. Por outro lado, a evaporação, a evapotranspiração (transpiração das plantas), a retirada de água pelas atividades econômicas e a saída de água dos rios para o mar ou para outros países constituem decréscimos nos estoques. De tal forma, a Tabela 5 evidencia os estoques de água do Brasil no período de 2013 a 2017.

Durante o período de 2014 e 2015, o Brasil enfrentou uma das piores crises hídricas das últimas décadas, principalmente na Região Sudeste (Marques, Rocha, & Johnsson, 2020). Tal fato contribui para uma redução de disponibilidade hídrica no período subsequente: o estoque inicial de água, em 2014, foi de 1.782.400km<sup>3</sup> de água; já, ao final desse ano, foi de 1.742.690km<sup>3</sup>, representado pelo volume inicial de 2015. Assim, tem-se uma redução de cerca de 2,2% em um ano, significando 39.710km<sup>3</sup> de água no total de recursos hídricos renováveis. Após esse período, conforme Tabela 5, há uma estabilidade nos estoques de água do Brasil.

**Tabela 5.** Indicadores de estoque e consumo de água e econômicos do Brasil

Indicadores	Unidade	2013	2014	2015	2016	2017
<b>Total de Recursos Hídricos Renováveis</b>	hm <sup>3</sup>	<b>1.748.054</b>	<b>1.782.400</b>	<b>1.742.690</b>	<b>1.742.465</b>	<b>1.751.110</b>
<b>Total de Recursos Hídricos Renováveis per capita</b>	m <sup>3</sup> /hab.	<b>8.695</b>	<b>8.790</b>	<b>8.524</b>	<b>8.455</b>	<b>8.433</b>
<b>Consumo total das atividades econômicas</b>	hm <sup>3</sup>	<b>325.367</b>	<b>323.009</b>	<b>340.588</b>	<b>329.571</b>	<b>327.740</b>
Agropecuária	hm <sup>3</sup>	318.233	316.103	333.944	323.022	321.155

Indústrias extrativas	hm <sup>3</sup>	257	269	276	290	305
Indústrias de transformação e construção	hm <sup>3</sup>	3.732	3.571	3.380	3.265	3.264
Eletricidade e gás	hm <sup>3</sup>	85	100	102	77	79
Água e esgoto	hm <sup>3</sup>	2.553	2.481	2.426	2.556	2.597
Demais atividades	hm <sup>3</sup>	507	487	459	360	341
<b>Consumo total das Famílias</b>	<b>hm<sup>3</sup></b>	<b>2.018</b>	<b>2.003</b>	<b>1.943</b>	<b>2.025</b>	<b>2.041</b>
<b>Consumo total</b>	<b>hm<sup>3</sup></b>	<b>327.384</b>	<b>325.013</b>	<b>342.531</b>	<b>331.596</b>	<b>329.781</b>
<b>Consumo total per capita</b>	<b>m<sup>3</sup>/hab.</b>	<b>1.629</b>	<b>1.603</b>	<b>1.675</b>	<b>1.609</b>	<b>1.588</b>
<b>PIB</b>	<b>US\$</b>	<b>2.472.819.362,217</b>	<b>2.456.043.766,029</b>	<b>1.802.211.999,539</b>	<b>1.795.693.265,810</b>	<b>2.063.514.688,762</b>
<b>PIB per capita</b>	<b>US\$/hab.</b>	<b>12.301</b>	<b>12.113</b>	<b>8.815</b>	<b>8.714</b>	<b>9.937</b>
<b>PNB</b>	<b>US\$</b>	<b>2.435.335.749,167</b>	<b>2.406.617.081,988</b>	<b>1.764.276.838,197</b>	<b>1.754.150.398,828</b>	<b>2.020.345.060,288</b>
<b>PNB per capita</b>	<b>US\$/hab.</b>	<b>12.114</b>	<b>11.869</b>	<b>8.629</b>	<b>8.512</b>	<b>9.729</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

No que concerne ao consumo total das atividades econômicas do Brasil quando, quando se compara nos anos de 2013 e 2017, nota-se que houve poucas alterações. No entanto, ao longo desse período, são verificadas algumas variações, como a de 2015 quando se obteve o maior consumo nos cinco anos analisados, no volume de 340.588hm<sup>3</sup> de água. Nesse ano de 2015 e em todo o período analisado, o setor que mais contribuiu e onde também houve o maior volume no período foi o agropecuário.

O setor agropecuário concentra o maior consumo de água em todos os anos analisados com uma expressiva representatividade, tanto no consumo das atividades econômicas, quanto no próprio consumo total. Somando-se o consumo total das atividades, tem-se um volume de 1.646.275hm<sup>3</sup>, nos cinco anos analisados, em que o setor agropecuário corresponde a cerca de 98% desse consumo de água. Por outro lado, onde se obteve menor consumo foi o setor de eletricidade e gás, com 0,13% no total. De acordo com Caparas, Zobel, Castanho e Schwalm (2021), este setor apresenta consideráveis volumes de uso da água devido à demanda hídrica inerente aos cultivos agrícolas principalmente. Não obstante, grande parte da água retorna ao meio ambiente, assim o seu valor real de consumo torna-se reduzido.

O consumo de água pelas famílias constitui um volume de uso doméstico que apresenta poucas mudanças ao longo do período. Destaca-se que os períodos de menor consumo ocorreram em 2014 e 2015, concomitantemente com o período de uma crise hídrica no Brasil mais representativa por ter ocorrido nas regiões mais populosas do país.

Já o consumo total apresentou volumes próximos ao consumo total por atividade, devido a esta categoria compor, em média, 99% daquele total. Assim, este consumo apresentou poucas variações durante o período analisado. Os volumes consumidos pelo uso doméstico correspondem apenas a 1% daquele total.

O consumo total *per capita* obteve algumas variações no Brasil, em que o maior volume anual obtido foi de 1.675m<sup>3</sup> por habitante, em 2015, mesmo período evidenciado com o maior consumo de água de 342.531km<sup>3</sup>. Já 2017, apresenta o menor volume por habitante. Entretanto, esse ano não possui o menor consumo total, demonstrando aumento na população e um consumo relativamente inferior.

Tanto o PIB, quanto o PNB possuíram desempenho semelhante com os maiores valores em 2013 e os menores em 2016. Observa-se, na Tabela 5, que o PNB no Brasil é inferior ao PIB. Sob a visão de Jena e Sethi (2021), isso ocorre uma vez que o país envia mais recursos ao exterior do que recebe. Já a Tabela 6 demonstra a relação entre os recursos hídricos renováveis e consumo total de água pelo PIB e PNB do Brasil.

**Tabela 6.** Índice de Recursos Hídricos Renováveis e Consumo Total por PIB e PNB do Brasil

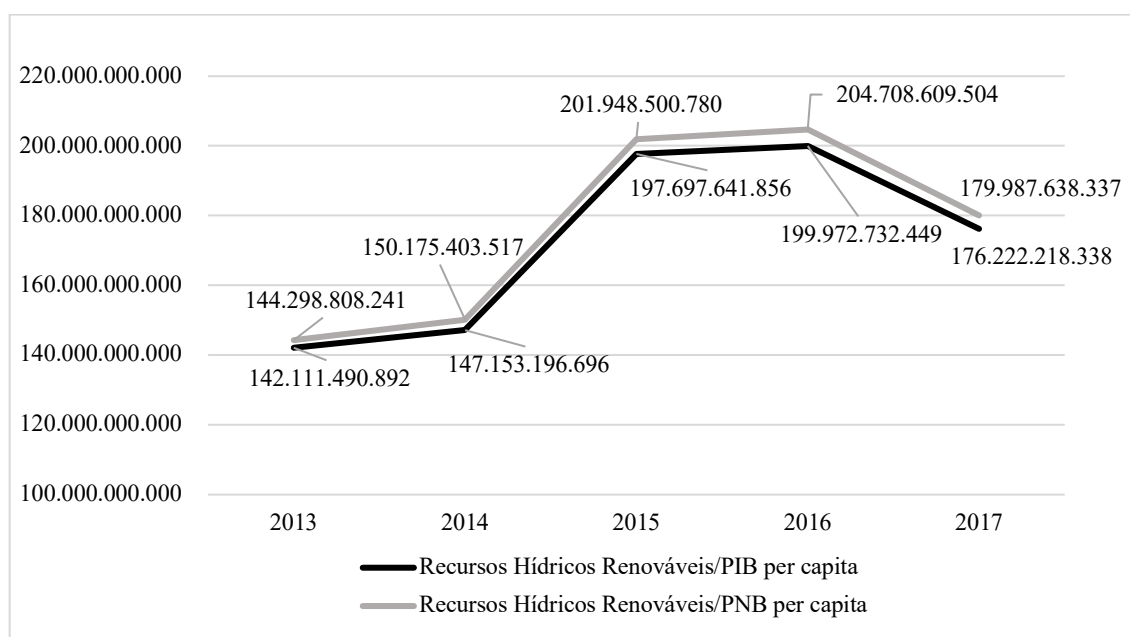
<b>Índices</b>	<b>Unidade</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
Recursos Hídricos Renováveis/PIB	<b>litros/US\$</b>	707	726	967	970	849
Recursos Hídricos Renováveis/PNB	<b>litros/US\$</b>	718	741	988	993	867
Consumo Total/PIB	<b>litros/US\$</b>	132	132	190	185	160
Consumo Total/PNB	<b>litros/US\$</b>	134	135	194	189	163

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Os índices recursos hídricos renováveis por PIB e recursos hídricos renováveis por PNB possuem volumes próximos ao longo do período analisado. Assim, como destaques, os anos de 2015 e 2016 obtiveram maior intensidade de disponibilidade hídrica frente aos indicadores econômicos apresentados. Observa-se, no entanto, que esse aumento do índice ocorreu pela redução do PIB e PNB em razão da crise política brasileira e dos reflexos na economia (Amorim, 2016; Paula & Pires, 2017).

Percebe-se, ainda, com base na Tabela 6, que houve também um aumento relevante nos dois índices de 30% de 2014 para 2015, os quais se mantiveram em 2016. Para esse aumento do índice, além da contribuição advinda da redução do PIB e do PNB, esses dois anos foram também os com maior consumo de água, com forte impacto gerado no setor agropecuário. Já a Figura 4 demonstra os índices de recursos hídricos renováveis pelo PIB e PNB *per capita* do Brasil.

**Figura 4.** Índice de Recursos Hídricos Renováveis/PIB *per capita* (litros/US\$) e Recursos Hídricos Renováveis/PNB *per capita* (litros/US\$) do Brasil

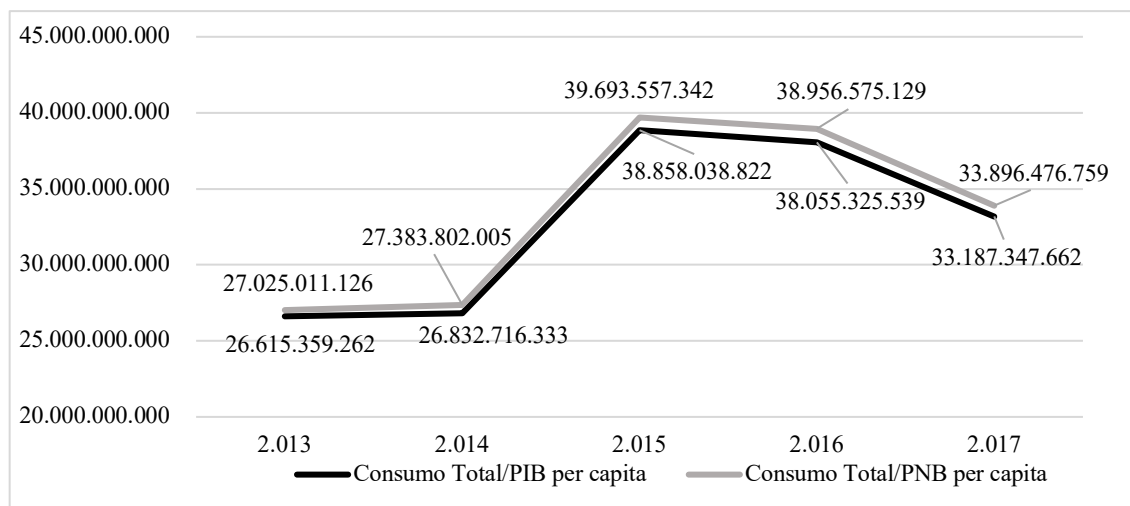


Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Observa-se, com base na Figura 4, o comportamento dos índices de estoque iniciais de água por PIB e PNB por habitante, demonstrando elevação desses índices a partir de 2015. Esse aumento foi de cerca de 50km<sup>3</sup> de água de 2014 para 2015 por habitante, que ocorreu não pelo aumento da disponibilidade hídrica, mas sim da redução da economia brasileira frente à crise do período analisado.

Ainda assim, o Brasil apresenta uma condição privilegiada de acesso a esse recurso de acordo com a relação dos seus indicadores econômicos. Situação esta que demonstra a responsabilidade da gestão dos recursos hídricos, de forma sustentável, pois, ao se considerar as particularidades de cada região, há atualmente localidades com nível extremamente alto de estresse hídrico, que se encontram, na sua maioria, na Região Nordeste e Sudeste do país (ANA, 2020a).

**Figura 5.** Índice de Consumo Total/PIB *per capita* (litros/US\$) e Consumo Total/PNB *per capita* (litros/US\$) do Brasil



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Visualizam-se, na Figura 5, os valores de consumo de total de recursos hídricos de 2013 a 2017 no Brasil. Esses valores são representados em grande parte pelo setor agropecuário. Este setor, conforme achados da pesquisa, representa 98% do consumo de água do país. Entretanto, destaca-se o fato mencionado por Bojanic (2017), de que o Brasil possui destaque internacional na exportação de produtos do setor agropecuário. Assim, esse consumo de água por este setor atende, inclusive, o mercado internacional, configurando as águas virtuais.

A água virtual é representada pela quantidade de água doce incorporada nos produtos comercializados, sendo que o Brasil, como relevante exportador, envia quantidades consideráveis de água (Chen, Kang, & Han, 2021). Compreende-se, desse modo, que o consumo total pelo PIB e PNB por habitante necessita ser considerado com cautela, já que o consumo é realizado por mais habitantes do que apenas a população brasileira. Ainda assim, esses índices representam um panorama relevante, evidenciando a importância de se adotar uma perspectiva global quando da consecução de políticas públicas (Wu et al, 2019).

## 2.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral da presente pesquisa foi analisar o desenvolvimento econômico e sustentável frente aos recursos hídricos disponíveis em países com diferentes realidades de

acesso à água pela perspectiva da Economia Ecológica. Foram, por isso, estudadas as informações econômicas e de estoques e consumos de água da Austrália e do Brasil.

A análise inicial, referente às políticas hídricas dos dois países, identificou algumas convergências temporais em seus sistemas de governança da água. De acordo com Souza et al. (2016), nos últimos 20 anos, ambos os países reformaram significativamente suas políticas e práticas hídricas, introduzindo uma base legal para a gestão de água.

Quanto ao consumo total de água, no lapso temporal delimitado de cinco anos, observa-se a relevante participação das atividades econômicas no Brasil, com 99% do total consumido, enquanto, na Austrália, esse volume corresponde a 89%. Consequentemente, tem-se a participação do consumo doméstico de água, naquele total, de 1% e 11%, respectivamente. Isto deve-se, principalmente, à representatividade expressiva do setor agropecuário brasileiro tanto no mercado interno quanto externo, em que a elevada produção possui significativos impactos no consumo da água.

Os índices de disponibilidade hídrica e de consumo por PIB e PNB, demonstram condutas contrárias entre os países. Enquanto o Brasil obteve aumento, ao longo do período, a Austrália, redução. Em ambos os casos essas alterações ocorreram por redução ou por aumento dos indicadores econômicos. Assim, tendo-se os recursos hídricos como parte de um sistema ecológico finito, entende-se que as mudanças para um desenvolvimento sustentável, respeitado esse limite, originam-se da própria sociedade que compõe os sistemas econômicos. Radcliffe (2018) e Radcliffe e Page (2020) corroboram a relevância das políticas públicas para adequar a sociedade a essas mudanças, assim como ocorreu na Austrália após o enfrentamento de elevada crise hídrica nos anos 2000.

Compreende-se como limitações da pesquisa a abrangência e diversidade física, social e econômica dos países considerados, em que as análises e as discussões realizadas consideram tais fatos. Tem-se ainda o período analisado como limitante, devido a dificuldade de disponibilidade dos dados referentes às contas da água. No entanto, entende-se que os achados não são comprometidos pela questão temporal ser divergente entre os países, por entender que não são realizados comparativos entre eles. Sugere-se como pesquisas futuras a realização de estudo acerca das águas virtuais para complementar tais achados, assim como a análise dos setores mais expressivos quanto ao consumo da água e de seus indicadores econômicos correspondentes.

## Referências

- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. (2020a). *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil*. Brasília, DF, 132p.
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. (2020b). *Contas Econômicas Ambientais da Água no Brasil 2013 - 2017*. Brasília, DF, 16p.
- Amorim, O. A. (2016). A crise política brasileira de 2015-2016: diagnóstico, sequelas e profilaxia. *Relações Internacionais*, (52).
- Arroyave, J. A., Builes, L. A., & Rodríguez, E. M. (2012). La gestión socio-ambiental y el recurso hídrico. *Journal of Engineering and technology*, 1(1).
- Australian Bureau Statistics. (2021). *Water Account Australia*. <<https://www.abs.gov.au/statistics/environment/environmental-management/water-account-australia/2019-20>>. Recuperado em 18 de fevereiro de 2022.
- Blomquist W, Dinar A., & Kemper, K. (2005). Comparison of Institutional Arrangements for River Basin Management in Eight Basins. *Policy Research Working Paper*, 3636.
- Bojanic, H. A. (2017). The rapid agricultural development of Brazil in the last 20 years. *EuroChoices*, 16(1), 5-10.
- Caparas, M., Zobel, Z., Castanho, A. D., & Schwalm, C. R. (2021). Increasing risks of crop failure and water scarcity in global breadbaskets by 2030. *Environmental Research Letters*, 16(10), 104013.
- Cavalcanti, C. (2004). Uma tentativa de caracterização da economia ecológica. *Ambiente & Sociedade*, 7(1), 149-156.
- Cavalcanti, C. (2010). Concepções da economia ecológica: suas relações com a economia dominante e a economia ambiental. *Estudos avançados*, São Paulo, 24(68), 53-67.
- Cechin, A. D., & Veiga, J. E. D. (2010). A economia ecológica e evolucionária de Georgescu-Roegen. *Brazilian Journal of Political Economy*, 30(3), 438-454.
- Chalmers, K., Godfrey, J.M. & Lynch, B. (2012), “Regulatory theory insights into the past, present and future of general purpose water accounting standard setting”. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 25(6), 1001-1024.
- Chen, W., Kang, J. N., & Han, M. S. (2021). Global environmental inequality: Evidence from embodied land and virtual water trade. *Science of the Total Environment*, 783, 146992.
- Costa Oreiro, J. L. (2012). Novo-desenvolvimentismo, crescimento econômico e regimes de política macroeconômica. *Estudos avançados*, 26(75), 29-40.
- Costanza, R., Cumberland, J. H., Daly, H., Goodland, R., & Norgaard, R. B. (1997). An introduction to ecological economics. *CRC Press*, Florida, US.
- Daly, H. (1973). *Towards a Steady State Economy*. San Francisco: W.H. Freeman & Co, 1973.



- Daly, H. (1997). *Beyond Growth*. San Francisco: Freeman.
- Franzke, C. L. (2021). Towards the development of economic damage functions for weather and climate extremes. *Ecological Economics*, 189, 107172.
- Georgescu-Roegen, N. (1976). *Energy and Economic Myths*. New York: Pergamon Press.
- Godoy, A. S. (1995). Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *Revista de Administração de Empresas*, 35(2), 57-63.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2020a). *Contas Econômicas Ambientais – Tabelas*. <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/20207-contas-economicas-ambientais-da-agua-brasil.html?=&t=resultados>>. Recuperado em 11 de fevereiro de 2022.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2020b). *Contas Econômicas Ambientais da Água*. <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101710\\_notas\\_tecnicas.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101710_notas_tecnicas.pdf)>. Recuperado em 11 de fevereiro de 2022.
- Jena, N. R., & Sethi, N. (2021). Determinants of foreign exchange reserves in Brazil: An empirical investigation. *Journal of Public Affairs*, 21(2), e2216.
- Kendall, M. (2013). *Drought and its role in shaping water policy in Australia*. In *Drought in arid and semi-arid regions* (pp. 451-467). Springer, Dordrecht.
- Khan, S. (2008). Managing climate risks in Australia: options for water policy and irrigation management. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48(3), 265-273.
- Khan, Z., Linares, P., & García-González, J. (2017). Integrating water and energy models for policy driven applications. A review of contemporary work and recommendations for future developments. *Renew Sust. Energ. Rev.*, 67, 1123–1138.
- Kirilchuk, I., Rykunova, V., & Panskov, V. (2018). Indicators of sustainable development as indicators of ecological-economic safety. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM*, 18(5.3), 491-498.
- Liu, Y., Du, J., Ding, B., Liu, Y., Liu, W., Xia, A., ... & Wang, Y. (2022). Water resource conservation promotes synergy between economy and environment in China's northern drylands. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 16(3), 1-12.
- Millington, N. (2018). Producing water scarcity in São Paulo, Brazil: The 2014-2015 water crisis and the binding politics of infrastructure. *Political Geography*, 65, 26-34.
- Ngene, B. U., Nwafor, C. O., Bamigboye, G. O., Ogbiye, A. S., Ogundare, J. O., & Akpan, V. E. (2021). Assessment of water resources development and exploitation in Nigeria: A review of integrated water resources management approach. *Heliyon*, 7(1).
- Oliveira, E. (2017). Economia verde, economia ecológica e economia ambiental: uma revisão. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, 13(6).

- Otoch, B. C., Studart, T., Campos, J. N. B., & Portela, M. (2019). Gestão de Recursos Hídricos em Regiões Semiáridas e a Dependência da Trajetória Institucional: Nordeste Brasileiro e Austrália. *Recursos Hídricos*, 40(1).
- Paula, L. F. D., & Pires, M. (2017). Crise e perspectivas para a economia brasileira. *Estudos avançados*, 31, 125-144.
- Pinto-Coelho, R. M.; Havens, K. (2016). Gestão de Recursos Hídricos em tempos de crise. Porto Alegre: *Artmed*, 228 p.
- Quiggin, J. (2007). Issues in Australian water policy. Australian Chief Executive: *Official Journal of the Committee for Economic Development of Australia*, (Feb 2007), 38-47.
- Radcliffe, J. C. (2018). The water energy nexus in Australia—the outcome of two crises. *Water-Energy Nexus*, 1(1), 66-85.
- Radcliffe, J. C., & Page, D. (2020). Water reuse and recycling in Australia—history, current situation and future perspectives. *Water Cycle*, 1, 19-40.
- Rosa, A. H., Fraceto, L. F., & Moschini-Carlos, V. (2012). Meio ambiente e sustentabilidade. Porto Alegre: Bookman.
- Santos, R. F., & Rodrigues, M. G. (2010). Dilemas no crescimento econômico sustentável. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 1(1), 5-15.
- Solow, R. M. (1974). The economics of resources or the resources of economics. *American Economic Review*, 64, May, pp. 1-14.
- Sousa, W., Baldwin, C., Camkin, J., Fidelman, P., Silva, O., Neto, S., & Smith, T. F. (2016). Water: Drought, crisis and governance in Australia and Brazil. *Water*, 8(11), 493.
- Souza, F. P., & Pertel, M. (2020). Complexidades para a aplicação dos aspectos normativos para a gestão de recursos hídricos no Brasil. *Exatas & Engenharias*, 10(27), 70-82.
- Stake, R. E. (2011). Qualitative research and case study. *Silpakorn Educational Research Journal*, 3(1-2), 7-13.
- Sutton, P. C., Anderson, S. J., Costanza, R., & Kubiszewski, I. (2016). The ecological economics of land degradation: Impacts on ecosystem service values. *Ecological Economics*, 129, 182-192.
- System of Environmental Economic Accounting - SEEA. (2022). *Knowledge Base*. <<https://seea.un.org/content/knowledge-base>>. Recuperado em 10 de março de 2022.
- Usman, M., & Balsalobre-Lorente, D. (2022). Environmental concern in the era of industrialization: Can financial development, renewable energy and natural resources alleviate some load?. *Energy Policy*, 162, 112780.
- Water Accounting Standards – WAS. (2022). Water Accounting Standards – Australian Government Bureau of Meteorology. <<http://www.bom.gov.au/water/standards/wasb/index.shtml>>. Recuperado em 29 de março de 2022.

- World Water Council. (2016). Water Crisis. <  
<http://www.worldwatercouncil.org/library/archives/water-crisis/>>. Recuperado em 26  
Novembro 2020.
- World Bank. (2022). *World Bank national accounts data and OECD National Accounts data files*. <  
<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?end=2021&start=2021&view=map&year=2020>>. Recuperado em 28 de maio de 2022.
- Wu, X. D., Guo, J. L., Li, C. H., Shao, L., Han, M. Y., & Chen, G. Q. (2019). Global socio-hydrology: an overview of virtual water use by the world economy from source of exploitation to sink of final consumption. *Journal of Hydrology*, 573, 794-810.
- Zago, V. C. P. (2007). A valoração econômica da água - uma reflexão sobre a legislação de gestão dos recursos hídricos do Mato Grosso do Sul. *Revista Internacional de Desenvolvimento Local*, 8(1), 27-32.
- Zahoor, S. A., Ahmad, S., Ahmad, A., Wajid, A., Khaliq, T., Mubeen, M., ... & Nasim, W. (2019). Improving water use efficiency in agronomic crop production. *Agronomic crops*, 13-29.

### **3 ARTIGO 2: PEGADA HÍDRICA E VALOR ADICIONADO: ANÁLISE NO SETOR AGROPECUÁRIO BRASILEIRO**

#### **RESUMO**

Este artigo tem como objetivo analisar externalidades ambientais da atividade econômica, no setor agropecuário brasileiro, por meio da Pegada Hídrica e do valor adicionado sob a ótica da Economia Ecológica. Neste estudo, de abordagem predominantemente qualitativa, realizou-se uma pesquisa documental, com dados secundários, referentes ao período de 2013 a 2017, sendo este o período total disponível pela plataforma do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), das cinco regiões brasileiras, além de uma visão macro. Com base nos achados, conclui-se que é necessário aumentar a eficiência no uso da água e estimular produtos com maior valor agregado, de tal forma que a relação valor adicionado e Pegada Hídrica seja a mais eficiente possível. Tal análise desse índice de valor adicionado por Pegada Hídrica, possibilita melhor auxílio nas tomadas de decisões de forma a alcançar a sustentabilidade do ecossistema e da economia, em comparação com os resultados individuais de cada abordagem.

**Palavras-chave:** Externalidades Ambientais da Atividade Econômica. Pegada Hídrica. Valor Adicionado. Setor Agropecuário. Recursos Hídricos. Economia Ecológica.

#### **ABSTRACT**

This article aims to analyze environmental externalities of economic activity, in the Brazilian agricultural sector, through the Water Footprint and added value from the perspective of Ecological Economics. In this study, with a predominantly qualitative approach, a documentary research was carried out, with secondary data, referring to the period from 2013 to 2017, which is the total period available through the platform of the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), of the five Brazilian regions, in addition to a macro view. Based on the findings, it is concluded that it is necessary to increase the efficiency in the use of water and stimulate products with greater added value, in such a way that the added value and Water Footprint relationship is as efficient as possible. Such analysis of this index of added value by Water Footprint, allows better assistance in decision making in order to achieve the sustainability of the ecosystem and the economy, compared to the individual results of each approach.

**Keywords:** Environmental Externalities of Economic Activity. Water Footprint. Added value. Agricultural Sector. Water resources. Ecological Economy.

### 3.1 INTRODUÇÃO

O setor agropecuário possui um papel relevante na economia brasileira. De um país importador, na década de 1970, tornou-se, em pouco tempo, um dos maiores produtores mundiais de alimentos. Assim, as atividades produtivas do setor agropecuário brasileiro, em constante desenvolvimento, pressionam permanentemente a demanda de água, dado seu *status* predominante de referência mundial para o fornecimento de alimentos.

Montoya e Finamore (2021) asseveram que os recursos hídricos vêm contribuindo significativamente com o crescimento da agricultura e da pecuária à medida que a água desempenha um papel fundamental. No entanto, mesmo que o país possua as maiores reservas de água doce (12%) do planeta, a água é tratada, na economia brasileira, como um recurso escasso e, para se entender a sua escassez de água, é preciso considerar que essas reservas estão desigualmente distribuídas geográfica e demograficamente (Montoya & Finamore, 2021). Enquanto tem-se a Região Norte com a maior concentração de água, em virtude da localização da Bacia do Rio Amazonas e do Aquífero Alter do Chão, grande parte da população brasileira concentra-se nas Regiões Sudeste e Nordeste que, historicamente, sofrem de secas e de escassez de água. Apesar de o Brasil sendo classificado com um nível baixo de estresse hídrico, essas duas regiões possuem localidades já classificadas com nível extremamente alto (WRI, 2019).

As atividades agropecuárias (agricultura e pecuária) frequentemente são associadas à falta de água, seja pelo desperdício, em função de uma inadequada gestão dos recursos hídricos, ou pela agressão ao meio ambiente, ou seja, por simplesmente existir falta de clareza sobre o volume de água utilizado e o volume de água consumido no sistema econômico. Adicionalmente, o setor agropecuário é considerado um usuário de água de baixo valor, baixa eficiência e altamente subsidiado (Montoya & Finamore, 2021).

Nesse sentido, tem-se a Pegada Hídrica (PH) como meio de avaliação que contribui para o aumento da eficiência, da sustentabilidade e da equidade no uso da água para a produção de bens e serviços oferecidos às pessoas (Hoekstra *et al.*, 2011). Esse indicador possibilita analisar como os países, por exemplo, relacionam-se às questões de escassez e poluição.

A Pegada Hídrica contabiliza a água da chuva e o volume de água poluído por efluentes e não apenas, a captação de água superficial ou subterrânea, considera seu uso também ao longo de toda a cadeia produtiva e desconta a que retorna ao local de captação com boa qualidade (Hoekstra, 2008). Como indica Palhares (2014), o cálculo da Pegada Hídrica e sua relação com o território geram informações com relevantes impactos sociais, ambientais e econômicos.

De tal forma, torna-se relevante a análise do valor adicionado nacional ou setorial, por impactar no consumo e no descarte desse recurso. O valor adicionado pode ser definido segundo várias concepções, no âmbito macro ou microeconômico (Garcia, 1996). De acordo com Cosenza *et al.* (2002), o valor adicionado é importante, no âmbito macroeconômico, como gerador de subsídios para medir a produção nacional, calcular e analisar a produção e a riqueza de uma economia, em qualquer magnitude.

Assim, a Economia Ecológica vem ao encontro do exposto por abordar sobre a necessidade da análise integrada de sistemas econômicos (valor adicionado) e ecológicos (Pegada Hídrica). A Economia Ecológica, sob o contexto analisado por Martinez-Alier (2015), compreende a identificação de externalidades, como também avaliações físicas dos impactos ambientais da economia humana. Por conseguinte, tem-se como objetivo geral no presente artigo analisar externalidades ambientais da atividade econômica, no setor agropecuário brasileiro, por meio da Pegada Hídrica e do valor adicionado sob a ótica da Economia Ecológica. Quanto aos objetivos específicos, apresentam-se: identificar as contas econômicas da água do setor agropecuário brasileiro; calcular a Pegada Hídrica do setor agropecuário brasileiro; identificar o valor adicionado do setor agropecuário brasileiro; e, averiguar a relação entre a Pegada Hídrica e o valor adicionado.

A gestão dos recursos hídricos, para Hoekstra (2003), não deve ser vista apenas como uma questão local, mas sim, supervisionada em sua dimensão global, de modo que se tenha uma melhor compreensão do seu consumo. Como contribuição, vislumbra-se o aprofundamento de uma externalidade ambiental, a Pegada Hídrica, e a identificação do valor adicionado brasileiro em um setor de destaque econômico e de consumo de água, como o setor agropecuário. Montoya e Finamore (2021) aduzem que pouco se sabe sobre as interações que existem entre o setor agropecuário e os recursos hídricos, ou seja, a contribuição sistêmica da água nos processos de produção e de consumo desse setor no Brasil.

## 3.2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 3.2.1 Externalidade Ambiental da Atividade Econômica: Pegada Hídrica e Valor Adicionado

Identificar o uso oculto da água possibilita melhor entendimento do caráter global da água doce e da quantificação dos efeitos do consumo e do comércio na utilização dos recursos hídricos (Hoekstra & Chapagain, 2006). Por isso, o aperfeiçoamento da compreensão acerca

desse uso oculto, sob o olhar crítico de Hoekstra et al (2011), pode constituir a base para melhor gerenciamento dos recursos hídricos do planeta.

Silva *et al.* (2013), observam que o conceito de Pegada Hídrica foi desenvolvido, em 2002, por Arjen Hoekstra na reunião de peritos internacionais sobre o comércio de água virtual realizada em Delf, Holanda. A Pegada Hídrica das nações foi avaliada quantitativamente por Hoekstra e Huang (2002) e, posteriormente, de maneira mais abrangente, por Hoekstra e Chapagain (2006). Já o termo Pegada Hídrica, escolhido por Hoekstra, foi uma analogia a Pegada Ecológica, entretanto esta é expressa em hectares, enquanto a outra é verificável em volume de água. De acordo com o exposto por Maracajá (2020, p. 43), “a PH foi introduzida em busca de ilustrar as relações pouco conhecidas entre o consumo humano e o uso da água, bem como entre o comércio global e a gestão de recursos hídricos”.

Este método baseia-se na perspectiva do consumo, desenvolvida como um indicador multidimensional de uso direto e indireto de água, que considera a quantidade consumida em todas as fases de produção de um produto, seja ele agrícola ou industrial, ou também de um processo produtivo (Hoekstra & Huang, 2002; Hoekstra *et al.*, 2011). De acordo com Silva *et al.* (2013, p. 102), “o volume de água doce utilizada para produzir o produto é, somado ao longo das várias fases da cadeia de produção”, sendo base para a compreensão do conceito de pegada hídrica.

A Pegada Hídrica pode ser calculada para indivíduo, comunidade, consumidores, atividade, setor, negócio, organização ou nação (Ma *et al.*, 2006; Hoekstra & Chapagain, 2006; Hoekstra & Huang, 2002). Assim, a Pegada Hídrica de um produto é o volume total de água utilizada nos processos envolvidos nas etapas de sua cadeia produtiva; a de uma pessoa, é o volume utilizado para usos diretos (hidratação, higiene, preparação de alimentos etc.) e para a produção dos produtos consumidos pela mesma; e a de um país, é o somatório do volume utilizado por todos os seus habitantes juntamente com a cadeia produtiva (Hoekstra *et al.*, 2011).

Há três tipos de Pegadas Hídricas, na visão de Hoekstra et al (2011), os quais proporcionam um panorama sobre a forma como um consumidor ou produtor se relaciona com uso dos sistemas de água doce. A Pegada Hídrica azul refere-se ao consumo de água superficial e subterrânea ao longo de sua cadeia produtiva. A Pegada Hídrica verde diz respeito ao consumo de água da chuva. A Pegada Hídrica cinza, à poluição e é definida como o volume de água doce necessário para assimilar a carga de poluentes, a partir de concentrações naturais e de padrões de qualidade da água existentes. No entanto, para o cálculo das Pegadas Hídricas nacionais são

utilizadas apenas a azul e a verde (Mekonnen & Gerbens-Leenes, 2020), devido à visão macro existente nessa ferramenta para este objeto.

De acordo com Silva *et al.* (2013, p.104), “Esta técnica fornece uma resposta específica da pressão humana sobre o meio ambiente e ajuda de modo mais abrangente a monitorar o pilar ambiental da sustentabilidade”. Os autores reforçam que essa metodologia possui uma vasta gama de aplicações, podendo ser empregadas em diferentes escalas.

Hoekstra e Hung (2005) atentam para a correta mensuração e acompanhamento dos recursos hídricos, já que o seu não fidedigno preço leva às situações em que algumas regiões acabam por exportar produtos, na forma de água virtual, ou seu consumo excessivo e sem consciência, o que torna esse recurso natural cada vez mais escasso. Nesse contexto, a Pegada Hídrica auxilia significativamente na conscientização e na sensibilização da cidadania crítica e responsável, possibilitando melhores condições para decisões político-econômicas (Maracajá, 2020).

Para Montoya (2020), torna-se necessário o acompanhamento da Pegada Hídrica, seja de processos, produtos, países, para proteger o meio ambiente de modo sustentável frente à escassez global de água. Segundo Mekonnen e Gerbens-Leenes (2020), a Pegada Hídrica global (verde mais azul) estimada varia de 5938 a 8508 km<sup>3</sup>/ano, sendo que ela deve aumentar, em até 22%, devido às mudanças climáticas e ao uso da terra até 2090. Isso exige ações para melhorar a sustentabilidade da água e proteger os ecossistemas que dependem dela. Os autores sugerem ainda algumas das medidas para tal fato, que incluem o estabelecimento de padrões de referência, definição de limites para a Pegada Hídrica por bacia hidrográfica, mudança da dieta para itens alimentares com baixa necessidade de água e redução do desperdício de alimentos.

Afirma Palhares (2014) que o cálculo da pegada hídrica e sua relação com o território geram informações com relevantes impactos sociais, ambientais e econômicos. Adicionalmente, essa medida proporciona impactos científicos de grande importância, fortalecendo o tema recursos hídricos e possibilitando o desenvolvimento de pesquisas em diferentes áreas, como, por exemplo, eficiência hídrica, tecnologias de tratamento de resíduos e mitigação dos impactos ambientais. A Pegada Hídrica orienta os processos de transformação, relacionados à água, de maneira eficaz, auxiliando nas decisões políticas sobre como alcançar a eficiência no uso da água, por exemplo, demonstrando como o uso aprimorado de água verde pode ajudar a reduzir a sua escassez (Schyns, Hoekstra, Booij, Hogeboom, & Mekonnen, 2019).

A Pegada é um instrumento útil para avaliar e, conseqüentemente, abordar as interligações entre os fluxos de água e os impactos resultantes nos aspectos sociais e



econômicos. A identificação de pontos críticos acerca dos recursos hídricos de uma nação, exemplificativamente, pode contribuir para o desenvolvimento de políticas específicas para mitigar o estresse hídrico local. Isso poderia incluir o fornecimento de incentivos para um uso mais eficiente da água ou a orientação de assistência técnica específica para o desenvolvimento (Berger *et al.*, 2021).

Os recursos hídricos contribuem, permanentemente, com o crescimento econômico de um país, à proporção que a água é utilizada para o consumo humano e animal, produção de alimentos, como insumo de processos produtivos da indústria, bem como é usada na geração de energia elétrica, navegação, lazer, ou como local para descarte e diluição de afluentes domésticos e industriais (Montoya, 2020).

Rudenko *et al.* (2013) verificaram quanto uma empresa de produção de algodão gera de valor adicionado por m<sup>3</sup> de Pegada Hídrica. De tal forma, uma identificação macroeconômica desta relação de externalidade de uma atividade proporciona visão integrada conforme a Economia Ecológica. A combinação da visão ecológica da Pegada Hídrica com a econômica do valor adicionado proporciona, segundo Rudenko *et al.* (2013), melhores informações para tomadas de decisões mais sustentáveis, comparada à realização da análise individual dessas duas abordagens. Tal visão vai ao encontro da Economia Ecológica ao levantar a necessidade de avaliar a interação entre os sistemas econômicos e ecológicos.

Corroborando, tem-se Schyns e Hoekstra (2014) ao avaliarem a Pegada Hídrica, juntamente com o valor adicionado de Marrocos, pois consideram que estes auxiliam na formulação de políticas públicas da água, impactando positivamente na redução dessa pegada. Afirmam ainda que essa avaliação força os olhares para os consumidores desse recurso, fator chave para determinar a alocação eficiente e equitativa dentro dos limites do que seria ambientalmente sustentável.

### **3.2.2 Setor agropecuário brasileiro e recursos hídricos**

A pressão sobre o maior uso e consumo de água versus os argumentos de sua escassez aumentam o debate sobre os riscos e as incertezas da exploração econômica dos recursos hídricos que degradam o meio ambiente. Cerca de 20% de toda a água que nasce no continente em direção aos oceanos são geradas em território brasileiro. Assim, a crise hídrica do Brasil é uma crise mundial. O que é necessário é uma mitigação da seca, coordenada em todo o país por plano elaborado por pesquisadores, formuladores de políticas, indústria, setor público e sociedade civil (Getirana, Libonati, & Cataldi, 2021).

Tal fato contribui para que a comunidade internacional e as autoridades ambientais vêm questionando de forma crescente o agronegócio brasileiro sobre a necessidade de adequar suas atividades produtivas com a preservação do meio ambiente. Contudo, pouco se sabe sobre as interações que existem entre o agronegócio e os recursos hídricos, ou seja, a contribuição sistêmica da água nos processos de produção e de consumo do agronegócio brasileiro (Montoya & Finamore, 2020).

Segundo Souza e Ghilardi (2017, p. 87), “diante da necessidade de produção agrícola e pecuária para atender a demanda global e ao mesmo tempo preservar a natureza, é necessário que métodos sustentáveis sejam implantados, de forma a reduzir os problemas ambientais provocados por essas atividades”. Ratificando este entendimento, tem-se um dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), reportado pelas Nações Unidas, que chama a atenção das autoridades globais a respeito da necessidade do acesso à água potável e ao saneamento pelas populações de todo o mundo, sendo este o ODS 6 – Água Potável e Saneamento. Para que esse objetivo seja cumprido, há um conjunto de metas a se considerar, entre as quais se destacam a melhoria da qualidade da água ofertada, o aumento da eficiência no uso desse recurso em todos os setores (incluindo o seu uso sustentável) e, ainda, a proteção ou a restauração dos ecossistemas (United Nations, 2022).

As crescentes crises hídricas ocorridas, recentemente, em algumas regiões do Brasil, assim como as constantes secas que atravessam séculos no semiárido nordestino, mostram a necessidade de uma boa gestão dos recursos hídricos. Os estados da Região Nordeste são os que mais apresentam problemas no que concerne à disponibilidade hídrica. Já a região Norte do país possui considerável disponibilidade desse recurso natural. As demais regiões do Brasil apresentam uma situação intermediária (Gelain & Almeida, 2018).

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (2018), pertencente ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, confirma que há uma crise hídrica no país, o que configura um desafio do uso da água pela agricultura e pecuária brasileiras. Esse setor representa cerca de um quarto do Produto Interno Bruto brasileiro, evidenciando a sua representatividade e relevância.

O uso inadequado da terra pode piorar as secas e até fazer com que os rios sequem. O gado intensivo e a agricultura geram terras não vegetadas e solos compactados, o que diminui a quantidade de umidade liberada pelas plantas e limita a capacidade de retenção de água e recarga de aquíferos. Entretanto, as secas por si só não explicam a recorrência de crises hídricas

no Brasil e a má gestão da água como um recurso essencial também contribui expressivamente (Getirana, Libonati, & Cataldi, 2021).

A atividade agropecuária deve ter uma efetiva participação no que tange à gestão dos recursos hídricos, de maneira sistemática, levando em consideração aspectos quantitativos e qualitativos do uso da água. Tem-se também a integração da gestão dos recursos hídricos com a gestão ambiental, em que, articulando ambas, se possibilita um controle eficaz e mais saudável de águas doces (Souza & Ghilardi, 2017).

De acordo com a Embrapa (2018), a agricultura, por exemplo, exigirá da ciência de hoje e dos próximos anos soluções de baixo custo para o uso cada vez mais racional da água, necessitando-se de sistemas de irrigação que otimizem o uso de água e energia e da utilização de práticas conservacionistas que protejam o solo e reduzam a evaporação. Além destes, sistemas que integrem lavoura-pecuária e lavoura-pecuária-floresta bem manejados, que possam contribuir para a conservação da água pelo solo, mitigando os efeitos negativos decorrentes da grande dispersão entre precipitações das estações chuvosa e seca em diferentes regiões brasileiras.

### 3.3 METODOLOGIA

Neste estudo, de abordagem predominantemente qualitativa, será realizada uma pesquisa documental, com dados secundários, oriundos de relatórios de contas econômicas ambientais da água, que seguem a metodologia do *System of Environmental-Economic Accounts for Water (SEEA-Water)* da *United Nations*, e dados econômicos do setor agropecuário, ambos disponibilizados pelo IBGE. Essas duas bases contém informações sobre as contas ambientais da água (uso físico) e o valor adicionado, respectivamente, do setor agropecuário brasileiro e por regiões (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul).

Tem-se como objeto de estudo o setor agropecuário que, na concepção de Nascimento, Galdino, Mota, Sousa e Machado (2021), representam cerca de 72% do total das retiradas globais, demonstrando a relevância desse setor. De tal forma, inicialmente, será calculada a Pegada Hídrica do setor agropecuário brasileiro, nos anos de 2013 a 2017 (período total disponível pela plataforma), com base nos dados disponíveis pelo IBGE (2020a) das contas ambientais da água, seguindo a metodologia do *SEEA-Water*. Tal cálculo ocorrerá por meio do somatório das Pegadas azuis e verdes (Mekonnen & Gerbens-Leenes, 2020), representado, conforme Tabela 7, pela retirada total de recursos hídricos e do uso de água fornecido por outra atividade econômica.

**Tabela 7.** Descrição das Contas Ambientais da Água para Cálculo das Pegadas Hídricas

Tipo de Pegada Hídrica	Contas Ambientais da Água	Descrição
Pegada Hídrica azul e verde	1. Retirada total de recursos hídricos (=1.a+1.b+1.c)	Somatório das águas superficiais, subterrâneas e do solo.
Pegada Hídrica azul	1.a Águas superficiais	Água que escoia sobre a superfície do solo, formando rios e córregos, ou que nela está armazenada (reservatórios artificiais, lagos).
Pegada Hídrica azul	1.b Águas subterrâneas	Água que se encontra sob a superfície da Terra, acumulada em camadas porosas de formações geológicas conhecidas como aquíferos.
Pegada Hídrica verde	1.c Água do solo	Água armazenada no horizonte superior do solo, ou na zona de aeração próxima da superfície do solo (predominantemente proveniente de água da chuva).
Pegada Hídrica azul e verde	2. Uso de água fornecido por outra atividade econômica	Água fornecida por meio de captação, tratamento e distribuição de água.

Fonte: Adaptado de IBGE (2020b) e Mekonnen e Gerbens-Leenes (2020).

Adicionalmente, serão coletados o valor adicionado do setor agropecuário brasileiro e das cinco regiões (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul) do ano, correspondente ao período calculado da sua Pegada Hídrica de 2013 a 2017. Esses dados serão coletados no sítio eletrônico do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, disponibilizados pelo IBGE (2021). De acordo com o World Bank (2022), o valor adicionado é o produto líquido de um setor após a soma de todos os produtos e a subtração dos insumos intermediários, calculado sem deduções para depreciação de ativos fabricados ou esgotamento e degradação de recursos naturais.

A análise descritiva será aplicada como técnica de análise dos dados na presente pesquisa. Enfatiza Gil (2017) que a análise de características de população ou fenômenos é dada por meio da utilização de técnicas padronizadas de coletas de dados. Essa classificação baseia-se em relatar os achados nas contas econômicas ambientais da água, na Pegada Hídrica e no valor adicionado do setor agropecuário brasileiro.

### 3.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A discussão dos resultados, para atingir o objetivo da pesquisa, ocorrerá por meio de análise individual de cada região brasileira (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul) e da análise macro do Brasil.

### 3.4.1 Região Norte

Os recursos hídricos representam grande parte da riqueza da Região Norte, não somente em termos econômicos, mas, também, sociais e ambientais (Couceiro & Hamada, 2011). No Brasil a disponibilidade de água concentra-se muito mais nessa região do país do que nas já estabelecidas regiões de produção agropecuária do Sul, Sudeste, Nordeste e Centro-Oeste. De acordo com Fleischmann et al. (2022), a Bacia Amazônica é a maior bacia hidrográfica do mundo, com cerca de 7 milhões de km<sup>2</sup>, e contempla quase toda a Região Norte com aproximadamente 4 milhões de km<sup>2</sup>. Tais fatos “causam na população, principalmente na Região Norte do país, a ilusão de uma infinita reserva hídrica e de que a escassez de água é uma particularidade restrita às regiões áridas” (Couceiro & Hamada, 2011, p.763). Entretanto, sabe-se que a escassez da água pode ser considerada uma preocupação não só nacional, como também mundial, devido à relevante representatividade das reservas de água no Brasil, necessitando de gestão e controle.

Na Tabela 8, tem-se os itens 1 e 2, referentes aos fluxos de água dentro do meio ambiente, conforme o meio de retirada, por águas superficiais, subterrâneas e do solo e aos fluxos dentro da economia por meio de empresas de água e saneamento ou de outras empresas que forneçam esse recurso respectivamente. A Tabela 8 evidencia ainda as retiradas totais de recursos hídricos, a Pegada Hídrica calculada e o valor adicionado do setor agropecuário da Região Norte do Brasil, nos cinco anos de análise, e, por fim, o índice que relaciona a atividade econômica (valor adicionado) agropecuária com a sua externalidade ambiental (Pegada Hídrica).

**Tabela 8.** Pegada Hídrica e Valor Adicionado do setor agropecuário da Região Norte do Brasil

	2013	2014	2015	2016	2017
1. Retirada total de recursos hídricos (=1.a+1.b+1.c)	33 193	34 329	37 114	36 462	40 141
1.a Águas superficiais (hm <sup>3</sup> )	1 483	1 642	1 810	1 785	1 761
1.b Águas subterrâneas (hm <sup>3</sup> )	31	33	34	34	35
1.c Água do solo (hm <sup>3</sup> )	31 678	32 654	35 270	34 643	38 345
2. Uso de água fornecido por outra atividade econômica (hm <sup>3</sup> )	122	160	197	199	181
<b>3. Pegada Hídrica (hm<sup>3</sup>) (=1+2)</b>	<b>33 315</b>	<b>34 488</b>	<b>37 312</b>	<b>36 661</b>	<b>40 322</b>

4. Valor Adicionado do Setor Agropecuário (reais)	43.809.737.489	48.909.004.228	53.004.661.486	54.230.717.757	56.365.717.996
<b>5. Valor Adicionado/PH do Setor Agropecuário (=4/3)</b>	<b>1.315.015</b>	<b>1.418.146</b>	<b>1.420.579</b>	<b>1.479.248</b>	<b>1.397.890</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Observa-se que, mesmo com o aumento de consumo, ao longo dos anos, esta região é a que obtém menor Pegada Hídrica. Tal fato era esperado, pois apresenta, também, o menor valor adicionado (Tabela 8) entre as cinco regiões brasileiras. Sob os olhares de Carmo, Ojima, Ojima e Nascimento (2007), mesmo com a disponibilidade de água se concentrar na Região Norte do Brasil, a produção agropecuária é menos significativa por abrigar importantes remanescentes florestais e rica biodiversidade, além de ser pouco povoada.

Tem-se, na Tabela 8, a Pegada Hídrica e o valor adicionado do setor agropecuário da Região Norte no período de 2013 a 2017. A partir deles, chegou-se ao índice que demonstra a relação desses dois indicadores. Para Shields, Solar e Martin (2002), um índice revela o estado de um sistema ou fenômeno. Legitimando, Prabhu et al. (1996) argumentam que um índice pode ser construído para analisar dados por meio da junção de um jogo de elementos com relacionamentos estabelecidos.

Uma vez mais, com base na Tabela 8, é possível identificar-se o desenvolvimento do sistema econômico desse setor, aqui medidos pelo valor adicionado, com aumentos que chegam a 30% de 2013 para 2017. Já no que concerne a Pegada Hídrica, pode-se identificar um aumento no período de cinco anos de cerca de 21%. De tal forma, o índice de valor adicionado por Pegada Hídrica na Região Norte manteve o panorama crescente, destacando-se apenas o último período analisado, no qual se observa uma redução na proporção antes verificada.

Já quando comparado às outras regiões, observa-se que, mesmo obtendo as menores Pegadas Hídricas e valores adicionados no período, o índice possui valores superiores, apresentando o terceiro lugar quanto à eficiência do setor agropecuário em relação ao uso dos recursos hídricos.

### 3.4.2 Região Nordeste

O Brasil é um país que possui uma vasta riqueza hídrica, com 12% da água doce no território nacional, porém a sua distribuição não é homogênea. Tem-se, como exemplo, a Região Nordeste com locais marcados por estiagens, onde a água adquire importância ímpar, principalmente para as comunidades rurais que se valem da economia agropecuária. A Tabela 9 evidencia, no item 2, que esta região apresenta os maiores volume de uso de água fornecidos por terceiros (empresa de captação, tratamento e distribuição) quando comparada com as demais regiões brasileiras nesse mesmo período. Tal fato, demonstra a necessidade de auxílio para acesso à água.

Sousa, Caetano, Frota, Silva e Souza (2021) alertam sobre as deficiências expressivas dessa região quanto à adoção de mecanismos de gestão dos recursos hídricos, fato que seria relevante para o seu desenvolvimento (seja este econômico, social e/ou ambiental). Os autores afirmam ainda que é fundamental uma gestão eficiente dos recursos hídricos, sobretudo em regiões geográficas onde a água, enquanto recurso, é um bem escasso, como na Região Nordeste.

**Tabela 9.** Pegada Hídrica e Valor Adicionado do setor agropecuário da Região Nordeste do Brasil

	2013	2014	2015	2016	2017
1. Retirada total de recursos hídricos (=1.a+1.b+1.c)	69 827	72 556	63 857	61 761	67 517
1.a Águas superficiais (hm <sup>3</sup> )	6 690	6 770	7 583	7 663	7 348
1.b Águas subterrâneas (hm <sup>3</sup> )	732	741	832	841	806
1.c Água do solo (hm <sup>3</sup> )	62 405	65 045	55 442	53 256	59 363
2. Uso de água fornecido por outra atividade econômica (hm <sup>3</sup> )	1.812	1.792	1.945	1.981	1.891
<b>3. Pegada Hídrica (hm<sup>3</sup>) (=1+2)</b>	<b>71 638</b>	<b>74 348</b>	<b>65 802</b>	<b>63 741</b>	<b>69 408</b>
4. Valor Adicionado do Setor Agropecuário (reais)	73.565.672.200	85.026.525.157	85.453.897.268	73.634.558.144	77.788.839.179
<b>5. Valor Adicionado/PH do Setor Agropecuário (=4/3)</b>	<b>1.026.909</b>	<b>1.143.629</b>	<b>1.298.652</b>	<b>1.155.215</b>	<b>1.120.747</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Analisando-se a Tabela 9, é possível identificar-se, diferente do encontrado na Região Norte, a volatilidade do valor adicionado pelo setor agropecuário na Região Nordeste. Observa-se um aumento expressivo de 2013 para 2014 de cerca de 16%, seguido de uma estabilidade para o ano seguinte, e de uma queda de cerca de 16% em 2016. Assim, de 2013 para 2017, ocorre um aumento de apenas 5%.

A Pegada Hídrica da Região Nordeste apresentou volatilidade semelhante ao que ocorreu no valor adicionado do período correspondente. Entretanto, comparando-se 2013 para 2017, tem-se uma redução no uso de recursos hídricos por este setor, em torno de 3%. De acordo com Nascimento et al. (2021), a Pegada Hídrica é um método útil para a redução do uso de água pelo setor agrícola, principalmente em regiões como o semiárido nordestino que, historicamente, é carente de recursos hídricos.

Já o índice de valor adicionado por Pegada Hídrica na Região Nordeste manteve o panorama crescente até 2015 e, nos dois anos seguintes, demonstrou uma redução no valor adicionado por  $\text{hm}^3$  de recursos hídricos pelo setor agropecuário. No entanto, quando se compara com as outras regiões brasileiras, esta apresentou os menores índices de valor adicionado por Pegada Hídrica. Este achado remete a um alerta, demonstrando baixa eficiência na gestão da água e economia do setor agropecuário, em uma região que já enfrenta limitações na disponibilidade hídrica, indo ao encontro de Souza et al. (2021), que identificaram fragilidade na adoção de mecanismos de gestão tanto ambiental, quanto especificamente de recursos hídricos, pela pouca atenção destinada ao saneamento básico e ao tratamento das efluentes, além de legislação ambiental deficitária para os sistemas de abastecimento de água.

### **3.4.3 Região Centro-Oeste**

A Região Centro-Oeste, composta pelos estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Distrito Federal, é a segunda maior região em extensão territorial do Brasil, e onde se encontra a maior planície alagada do mundo, o Pantanal. De tal forma, conforme apresentado na Tabela 10, a Região Centro-Oeste foi a única a não evidenciar o item referente ao “uso de água fornecido por outra atividade econômica”, em que toda a Pegada Hídrica do setor agropecuário foi proveniente de retiradas de águas superficiais, subterrâneas e do solo.

No entanto, apesar da abundância hídrica, a rápida expansão da fronteira agrícola nessa região pressiona os recursos hídricos disponíveis, tanto em qualidade, quanto em quantidade (Lopes et al., 2021; Veiga & Magrini, 2013). Com base na Tabela 10, tem-se que o setor



agropecuário desta região é o que obteve maior retirada total de recursos hídricos, sejam de águas superficiais, subterrâneas e do solo, entre todas as regiões brasileiras no somatório dos cinco anos analisados.

**Tabela 10.** Pegada Hídrica e Valor Adicionado do setor agropecuário da Região Centro-Oeste do Brasil

	2013	2014	2015	2016	2017
1. Retirada total de recursos hídricos (=1.a+1.b+1.c)	164 502	170 234	165 290	158 535	178 605
1.a Águas superficiais (hm <sup>3</sup> )	2 834	3 090	3 211	3 538	3 376
1.b Águas subterrâneas (hm <sup>3</sup> )	1 033	1 034	1 055	1 079	1 094
1.c Água do solo (hm <sup>3</sup> )	160 636	166 110	161 024	153 917	174 135
2. Uso de água fornecido por outra atividade econômica (hm <sup>3</sup> )	0	0	0	0	0
<b>3. Pegada Hídrica (hm<sup>3</sup>) (=1+2)</b>	<b>164 502</b>	<b>170 234</b>	<b>165 291</b>	<b>158 535</b>	<b>178 605</b>
4. Valor Adicionado do Setor Agropecuário (reais)	232.555.002.098	245.655.087.801	245.015.425.740	245.378.161.112	225.821.521.744
<b>5. Valor Adicionado/PH do Setor Agropecuário (=4/3)</b>	<b>1.413.691</b>	<b>1.443.044</b>	<b>1.482.328</b>	<b>1.547.785</b>	<b>1.264.363</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Mesmo não apresentando volumes de água fornecidos por terceiros, a Região Centro-Oeste obteve a maior retirada total de recursos hídricos no somatório dos cinco anos quando comparada às outras regiões. Consequentemente, isso também evidencia o maior valor de Pegada Hídrica ao se considerar o somatório dos anos analisados, com um volume total de 837.167 hm<sup>3</sup> de água pelo setor agropecuário no Centro-Oeste.

Observa-se com base na Tabela 10 que, diferente da Região Norte e Nordeste, houve uma estabilidade no valor adicionado do setor agropecuário na Região Centro-Oeste no período analisado, principalmente de 2014 a 2016. Tem-se um aumento pouco significativo de 2013 para 2014, com cerca de 6%, seguido de uma estabilidade nos anos seguintes, e de uma queda

de cerca de 9% de 2016 para 2017. Assim, a análise de 2013 para 2017 apresenta uma redução de apenas 3%.

Por fim, ao se verificar o índice de valor adicionado por Pegada Hídrica, no setor agropecuário da Região Centro-Oeste, infere-se que houve um panorama crescente até 2016, quando apenas o último ano apresentou uma redução no valor adicionado por hm<sup>3</sup> de recursos hídricos. Adicionalmente, observa-se que, no período de 2014 a 2016, ocorreu uma melhor eficiência econômica ambiental nessa região, já que, mesmo aumentando o valor adicionado, apresentou redução da sua Pegada Hídrica. Essa melhor eficiência é relatada por Schyns e Hoekstra (2014) ao afirmarem que quanto menor a Pegada Hídrica, mais eficiente é o processo devido ao impacto negativo ser minimizado.

### 3.4.4 Região Sudeste

A Região Sudeste representa a principal área irrigante do país, seguida pelas regiões Sul, Nordeste, Centro-Oeste e Norte (Silva, Putti, & Manzione, 2021), sendo caracterizada por fornecer melhor produtividade e gestão da água mesmo em períodos de secas. Rios importantes estão localizados nessa região, tais como Rio Tietê, Rio Piracicaba, Rio Paraíba do Sul, Rio Paraná, Rio Paranapanema, entre outros. Aquíferos importantes também estão nela presentes, tais como o Aquífero Guarani e o Aquífero Bauru. A região é a mais rica e industrializada do país, contendo áreas de intenso uso agrícola.

**Tabela 11.** Pegada Hídrica e Valor Adicionado do setor agropecuário da Região Sudeste do Brasil

	2013	2014	2015	2016	2017
1. Retirada total de recursos hídricos (=1.a+1.b+1.c)	163 298	121 528	154 000	161 316	138 622
1.a Águas superficiais (hm <sup>3</sup> )	6 228	9 046	8 468	8 399	8 514
1.b Águas subterrâneas (hm <sup>3</sup> )	991	1 155	1 113	1 101	1 123
1.c Água do solo (hm <sup>3</sup> )	156 078	111 327	144 420	151 816	128 984
2. Uso de água fornecido por outra atividade econômica (hm <sup>3</sup> )	104	160	145	144	153
<b>3. Pegada Hídrica (hm<sup>3</sup>) (=1+2)</b>	<b>163 402</b>	<b>121 688</b>	<b>154 145</b>	<b>161 460</b>	<b>138 775</b>
4. Valor Adicionado do Setor Agropecuário (reais)	233.909.500.085	240.366.133.503	238.430.592.786	255.827.617.377	233.750.358.623

<b>5. Valor Adicionado/PH do Setor Agropecuário (=4/3)</b>	1.431.497	1.975.266	1.546.794	1.584.464	1.684.384
--	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

A crise hídrica que atinge diversas partes do Brasil, há algum tempo, também se reflete na Região Sudeste, a qual passou por uma das piores secas das últimas décadas, em 2014 e 2015, em vista da combinação de falta de chuvas e temperaturas mais altas (Marques, Rocha, & Johnsson, 2020). O incremento da população e do consumo de água aumentou a vulnerabilidade na região. Observa-se, na Tabela 11, o acréscimo na retirada de águas subterrâneas nesse período, o que pode ser explicado pelos períodos de secas que afetam a disponibilidade de águas, principalmente do solo. Corroborando, ainda é verificada a redução da Pegada Hídrica do setor agropecuário que possui grande participação no sistema econômico da Região Sudeste.

Observa-se, inclusive, o aumento na retirada de águas subterrâneas que pode ser explicado devido a esses períodos de secas que afetam a disponibilidade de águas superficiais e do solo. Os aquíferos são conhecidos como “reservatórios subterrâneos”, e o Brasil destaca-se por possuir, em média, 12% do total existente no mundo, bem como os dois dos maiores aquíferos do mundo, o Sistema Aquífero Guarani (abrangendo parte da Região Centro-Oeste, Sudeste e Sul) e o Sistema Aquífero Grande Amazônia (ANA, 2020).

Analisando-se a Tabela 11, é possível identificar-se que, assim como a Região Nordeste, houve volatilidade no valor adicionado pelo setor agropecuário na Região Sudeste. No entanto, o montante de valor adicionado médio da Região Sudeste é o mais expressivo entre as demais, comparando a Região Nordeste, chega a mais de 230%. Apesar do aumento, seguido de redução desse indicador econômico, ao longo do tempo, analisando-se 2013 para 2017, tem-se uma estabilidade.

A Pegada Hídrica da Região Sudeste apresentou padrão semelhante ao que ocorreu com o valor adicionado do período correspondente. No entanto, comparando-se 2013 para 2017, tem-se uma redução no uso de recursos hídricos por este setor, em torno de 15%, mesmo com uma redução do valor adicionado, no mesmo período, de menos de 1%. Tal fato foi observado no índice de valor adicionado por Pegada Hídrica na Região Sudeste que, mesmo apresentando o menor valor adicionado, obteve seu segundo maior número em 2017.

Tal índice obteve, em 2014, com o valor de 1.975.266 reais por  $\text{hm}^3$ , o seu melhor desempenho entre todas as regiões brasileiras nos cinco anos analisados. Esse melhor

desempenho veio acompanhado de um dos piores períodos de disponibilidades hídricas para a Região Sudeste nas últimas décadas. Ratifica-se a afirmativa de que, frente à escassez, recorre-se a melhores usos e gestão desse recurso, sendo necessários investimentos.

### 3.4.5 Região Sul

A Região Sul do Brasil apresenta melhores condições de disponibilidade hídrica, com chuvas mais bem distribuídas ao longo do ano, e é banhada por grandes redes de rios, contando ainda com um terço do Aquífero Guarani (maior reservatório subterrâneo do mundo) em seu território e do Aquífero Serra Geral, ambos representando as suas principais fontes de água subterrânea (Silva, Tognoli, Reginato, Salvadoretti, & Souza, 2021).

**Tabela 12.** Pegada Hídrica e Valor Adicionado do setor agropecuário da Região Sul do Brasil

	2013	2014	2015	2016	2017
1. Retirada total de recursos hídricos (=1.a+1.b+1.c)	157 366	172 537	166 050	149 214	146 730
1.a Águas superficiais (hm <sup>3</sup> )	12 002	9 770	10 791	12 310	11 864
1.b Águas subterrâneas (hm <sup>3</sup> )	976	939	950	973	997
1.c Água do solo (hm <sup>3</sup> )	144 388	161 828	154 308	135 930	133 869
2. Uso de água fornecido por outra atividade econômica (hm <sup>3</sup> )	291	236	273	304	292
<b>3. Pegada Hídrica (hm<sup>3</sup>) (=1+2)</b>	<b>157 656</b>	<b>172 773</b>	<b>166 322</b>	<b>149 518</b>	<b>147 022</b>
4. Valor Adicionado do Setor Agropecuário (reais)	260.947.611.528	258.089.042.295	264.709.743.920	263.550.611.381	245.956.099.393
<b>5. Valor Adicionado/PH do Setor Agropecuário (=4/3)</b>	1.655.171	1.493.804	1.591.550	1.762.668	1.672.920

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

A Tabela 12 evidencia uma redução, nos últimos 3 anos analisados, no total de água retirada do meio ambiente pelo setor agropecuário. Tal fato reflete igualmente na Pegada Hídrica desse setor, com redução desde 2014. No entanto, assim como nas outras regiões brasileiras, houve um aumento na retirada de águas subterrâneas. Mesmo em menor escala, a utilização das águas subterrâneas tem crescido, de forma significativa, nos últimos tempos, inclusive no Brasil.

Observa-se, com base na Tabela 12, que, assim como na Região Centro-Oeste, houve pouca volatilidade do valor adicionado pelo setor agropecuário na Região Sul. Tem-se uma pequena redução, de apenas 1%, de 2013 para 2014, seguida de uma estabilidade, nos dois anos seguintes, e de uma queda de cerca de 7% em 2017. Assim, de 2013 para 2017, apresenta uma redução de 6%. Entretanto, destacam-se aqui os valores desse indicador econômico, uma vez que essa região detém o maior valor entre as demais. A Região Sul possui destaque nacional no setor agropecuário, contribuindo significativamente na economia brasileira (Azevedo, Lima, & Freitas, 2020). Observa-se que, de 2013 a 2016, apresentou os maiores valores adicionados entre todas as outras regiões brasileiras, com destaque para 2015 como o ano do maior valor adicionado.

Já Pegada Hídrica da Região Sul apresentou uma tendência de redução após 2014. Por exemplo, ao se comparar o ano de 2014 para o de 2017, observa-se uma redução no impacto do uso dos recursos hídricos pelo setor agropecuário, nos três estados (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), de cerca de 15%. Deve-se considerar que essa região, mesmo obtendo o maior valor adicionado entre as demais regiões, não possui a maior Pegada Hídrica. Ainda assim, em 2014, obteve a segunda maior Pegada Hídrica, demonstrando que há um impacto expressivo no consumo de recursos hídricos por este setor, além de que menos proporcional que outras regiões, como a Região Centro-Oeste.

Quanto ao índice de valor adicionado por Pegada Hídrica, no setor agropecuário da região, houve um panorama também volátil ao longo dos cinco anos analisados. Contudo, comparando-se o ano de 2013 ao de 2017, percebe-se uma estabilidade no valor adicionado por  $\text{hm}^3$  de recursos hídricos pelo setor agropecuário. Já o ano de 2016 apresentou o maior índice da Região Sul, durante o período, e o segundo entre todas as regiões brasileiras. Situação que demonstra uma melhor eficiência, por obter um maior valor econômico pelo setor agropecuário com uma menor externalidade ambiental, a Pegada Hídrica.

#### **3.4.6 Análise Nacional**

Os autores Hoekstra e Chapagain (2007) afirmam que o setor agropecuário (pecuária e agricultura) é responsável pela maior utilização de água doce, equivalendo a 70% do consumo de água total do planeta. Dessa forma, entende-se que a dimensão da Pegada Hídrica nacional é predominantemente impactada por este setor.

No Brasil, mesmo com uma elevada oferta de água, a má distribuição geográfica deste recurso e a falta de uma gestão eficaz têm contribuído para graves crises de escassez hídricas

em algumas regiões (ANAR, 2022), tornando cada vez mais urgente o planejamento integrado e a efetividade da gestão dos recursos hídricos.

A Tabela 13 ratifica que há uma pequena redução na retirada total de recursos hídricos do meio ambiente brasileiro ao longo dos cinco anos analisados pelo setor agropecuário. Observa-se ainda um aumento na retirada de recursos hídricos de águas superficiais e subterrâneas, acarretando uma diminuição de retirada para água do solo em mais de 20.000 hm<sup>3</sup> de 2013 em relação a 2017.

**Tabela 13.** Pegada Hídrica e Valor Adicionado do setor agropecuário do Brasil

	2013	2014	2015	2016	2017
1. Retirada total de recursos hídricos (=1.a+1.b+1.c)	588 186	571 183	586 312	567 288	571 614
1.a Águas superficiais (hm <sup>3</sup> )	29 238	30 318	31 864	33 695	32 863
1.b Águas subterrâneas (hm <sup>3</sup> )	3 762	3 901	3 985	4 029	4 054
1.c Água do solo (hm <sup>3</sup> )	555 185	536 963	550 463	529 563	534 697
2. Uso de água fornecido por outra atividade econômica (hm <sup>3</sup> )	2.329	2.349	2.560	2.628	2.518
<b>3. Pegada Hídrica (hm<sup>3</sup>) (=1+2)</b>	<b>590 514</b>	<b>573 531</b>	<b>588 872</b>	<b>569 916</b>	<b>574 131</b>
4. Valor Adicionado do Setor Agropecuário (reais)	874.348.878.243	904.282.560.658	912.414.950.175	909.062.458.588	904.829.930.353
<b>5. Valor Adicionado/PH do Setor Agropecuário (=4/3)</b>	1.480.657	1.576.693	1.549.428	1.595.081	1.575.999

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Deve-se considerar que a produção de alimentos incorpora significativos volumes de água, já que, de cada hm<sup>3</sup> de água ano utilizada na agricultura, 70,46% é consumida (incorporada em produtos) e apenas 29,54% retornam ao meio ambiente. Em geral, o setor agrícola é responsável pelas maiores vazões consumidas no País, principalmente em função das demandas hídricas para as atividades de irrigação (ANA, 2018).

A Tabela 13 destaca o cálculo das Pegadas Hídricas no período, em que se observam algumas variações pouco significativas, com destaque apenas para 2014 e 2016, que apresentaram uma redução um pouco mais expressiva de cerca de 3% e 3,3%, respectivamente, em relação ao ano anterior. A maior Pegada Hídrica do setor agropecuário foi no ano de 2013,

ano este anterior ao início de um período de maiores crises hídricas em algumas regiões do Brasil, trazendo reflexos nas Pegadas Hídricas posteriores.

Do mesmo modo, o valor adicionado pelo setor agropecuário brasileiro manteve-se com pouca variação. Sabe-se que há diferenças significativas entre as regiões brasileiras, no entanto, nesse olhar macro, isso não é observado. Conseqüentemente, o índice de valor adicionado por Pegada Hídrica também obteve pouca variação nos cinco anos analisados, com ênfase para 2016 em que se ressalta a sua maior eficiência. Já 2013 apresentou o pior desempenho nacional desse índice. Assim, analisando-se a Tabela 13, observa-se que foi nesse ano que o Brasil apresentou a maior Pegada Hídrica e o menor valor adicionado do período analisado.

Compreende-se que a pressão sobre o maior uso e consumo de água versus os argumentos de sua escassez aumentam o debate sobre os riscos e as incertezas da exploração econômica dos recursos hídricos que degradam o meio ambiente (Montoya & Finamore, 2021). Ainda, à luz do que preconizam os autores, esta é a razão pela qual a comunidade internacional e as autoridades ambientais questionam de modo crescente, esse setor sobre a necessidade de adequação das suas atividades produtivas com a preservação do meio ambiente.

### 3.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelo delineamento, sob a ótica da Economia Ecológica e das inter-relações existentes entre as atividades econômicas e os sistemas ambientais, percebe-se que as trocas e as dependências desses sistemas são também afetadas no que tange à atividade agrícola e pecuária analisadas na presente pesquisa. A Pegada Hídrica serve como um indicador de sustentabilidade, que é capaz de monitorar o impacto do gasto da água no setor agropecuário de cada região, visando a um futuro melhor e mais sustentável para a agropecuária brasileira.

O presente estudo teve como objetivo analisar externalidades ambientais da atividade econômica por meio da Pegada Hídrica e do valor adicionado, no setor agropecuário brasileiro, sob a ótica da Economia Ecológica. Para tanto, foram analisadas as cinco regiões brasileiras (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul), no período de 2013 a 2017, conforme os dados disponíveis nas contas econômicas da água e do valor adicionado do setor agropecuário, ambas pelo IBGE.

As análises demonstraram que há distinção no tocante ao valor adicionado na produção agrícola entre as regiões brasileiras, mesmo ocorrendo no compilado nacional um perfil mais estável ao longo dos anos analisados, indo ao encontro de Garcia e Vieira (2014). Como a produção afeta o consumo da água, este também demonstra heterogeneidade, no entanto, não

na mesma proporção em relação às diferenças de gestão e do uso de tecnologias (Garcia & Vieira, 2014), assim como, à disponibilidade hídrica de cada região.

Observou-se, além disso, que há uma convergência com os achados de Rudenko et al. (2013), devido ao entendimento de que é necessário aumentar a eficiência no uso da água e estimular produtos com maior valor agregado, de tal forma que a relação valor adicionado e Pegada Hídrica seja a mais eficiente possível, aumentando assim a segurança hídrica e dos produtos. Tal análise ocorreu na pesquisa com o intuito de a combinação resultante pelo índice de valor adicionado por Pegada Hídrica melhor auxiliar nas tomadas de decisões de forma a alcançar a sustentabilidade do ecossistema e da economia, em comparação com os resultados individuais de cada abordagem.

Compreende-se como limitações da pesquisa a abrangência e a diversidade física, social e econômica das diferentes regiões do Brasil, em que as análises e discussões realizadas consideram tais fatos. Tem-se, inclusive, o período analisado como limitante, em vista da restrição de disponibilidade dos dados referentes às contas da água. No entanto, entende-se que os achados não são comprometidos pela questão temporal, de forma que as análises macro efetuadas possuem relevância e representatividade atual. Sugere-se como pesquisas futuras a identificação de outros setores que possuem impactos significativos no uso de recursos hídricos e com relevantes participações no valor adicionado brasileiro, como é o caso do setor industrial, bem como o próprio uso doméstico deste recurso.

## Referências

- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. (2018). Contas econômicas ambientais da água no Brasil, 2013–2015. Brasília, DF, 60, 1-8.
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. (2020). Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. Brasília, DF, 132p.
- Azevedo, E. P. R. S., de Lima, A. C. S., & de Freitas, M. A. L. (2020). Análise da relação entre o produto interno bruto e o valor adicionado dos estados brasileiros no período de 2010 a 2014. *RAGC*, 8(37).
- Carmo, R. L. D., Ojima, A. L. R. D. O., Ojima, R., & Nascimento, T. T. D. (2007). Água virtual, escassez e gestão: o Brasil como grande "exportador" de água. *Ambiente & sociedade*, 10, 83-96.



- Cherkauer, K. A., Bowling, L. C., Byun, K., Chaubey, I., Chin, N., Ficklin, D. L., ... & Williamson, T. N. (2021). Climate change impacts and strategies for adaptation for water resource management in Indiana. *Climatic Change*, 165(1), 1-20.
- Couceiro, S. R. M., & Hamada, N. (2011). Os instrumentos da política nacional de recursos hídricos na região norte do Brasil. *Oecologia Australis*, 15(4), 762-774.
- Embrapa. (2018). Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira. Brasília, DF: Embrapa, 212p.
- Fasakhodi, A., Nouri, S., & Amini, M. (2010). Water resources sustainability and optimal cropping pattern in farming systems: A multi-objective fractional goal programming approach. *Water Resources Management*, 24, 4639–4657.
- Fleischmann, A. S., Papa, F., Fassoni-Andrade, A., Melack, J. M., Wongchuig, S., Paiva, R. C. D., & Collischonn, W. (2022). How much inundation occurs in the Amazon River basin?. *Remote Sensing of Environment*, 278.
- Garcia, F. J. M. Análisis de estados contables: comentarios y ejercicios. *Madrid: Pirámide*, 1996.
- Garcia, J.R.; Vieira, J.E.R. (2014). Reflexões sobre o papel da política agrícola brasileira para o desenvolvimento sustentável. *Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada/IPEA*, Brasília.
- Gelain, J. G.; Almeida, A. N. (2018). Análise do custo-benefício da exportação de água virtual no setor agropecuário brasileiro. *Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, Caruaru - PE.
- Getirana, A., Libonati, R., & Cataldi, M. (2021). Brazil is in water crisis—it needs a drought plan. *Nature*, 600.
- Gil, A. C. (2012). Métodos e técnicas de pesquisa social. *Atlas*, 6 ed.
- Global Water Partnership - GWP. (2012). Increasing water security – a development imperative. *Perspective paper. Stockholm, Sweden: GWP*.
- Hoekstra, A. Y. (2003). Virtual water trade: proceedings of the international expert meeting on virtual water trade. *Value of Water Research Report Series*, 12.
- Hoekstra, A. Y. (2008). Human appropriation of natural capital: a comparison of ecological footprint and water footprint analysis. *Ecological Economics*. doi: 10.1016/j.ecolecon.2008.06.021
- Hoekstra, A. Y., & Chapagain, A. K. (2006). Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. *Water and Resource Management*, 21, 35-48.

- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). The water footprint assessment manual. 1.ed. London: Water Footprint Network, 224p.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2020a). *Contas Econômicas Ambientais – Tabelas*. <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/20207-contas-economicas-ambientais-da-agua-brasil.html?=&t=resultados>>. Recuperado em 11 de fevereiro de 2022.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2020b). *Contas Econômicas Ambientais da Água*. <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101710\\_notas\\_tecnicas.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101710_notas_tecnicas.pdf)>. Recuperado em 11 de fevereiro de 2022.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2021). Levantamento Sistemático da Produção Agropecuária. <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/valor-bruto-da-producao-agropecuaria-vbp>>. Recuperado em 28 de janeiro de 2022.
- Lopes, T. R., Zolin, C. A., Mingoti, R., Vendrusculo, L. G., de Almeida, F. T., de Souza, A. P., ... & Uliana, E. M. (2021). Hydrological regime, water availability and land use/land cover change impact on the water balance in a large agriculture basin in the Southern Brazilian Amazon. *Journal of South American Earth Sciences*, 108, 103224.
- Ma, J.; Hoekstra, A. Y., Wang, H., Chapagain, A. K., & Wang, D. (2006). Virtual versus real water transfers within China. *Philosophical Transactions of the Royal Society: Biological Sciences*, 361, 835-842.
- Marques, R. V., Rocha, M. B., & Johnsson, R. M. F. (2020). Crise hídrica de 2014-2015 no Sudeste do Brasil: análise nas Revistas Scientific American Brasil e Veja. *Revista Ciências & Ideias*, 11(1), 49-67.
- Martinez-Alier, J., & Schlüpmann, K. (2015). Economia ecológica. *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*, 851-864.
- Mekonnen, M. M., & Gerbens-Leenes, W. (2020). The water footprint of global food production. *Water*, 12(10), 2696.
- Montoya, M. A., & Finamore, E. B. (2021). Os recursos hídricos no agronegócio brasileiro: Uma análise insumo-produto do uso, consumo, eficiência e intensidade. *Revista Brasileira de Economia*, 74, 441-464.
- Nascimento, N. V., Galdino, S. M., da Gama Mota, T. L. N., de Sousa, J. L. C., & Machado, R. S. (2021). O uso das pegadas hídricas na agricultura do Brasil. *Research, Society and Development*, 10(1).

- Prabhu, R., Colfer, C. J. P., & Dudley, R. G. (1999). Guidelines for developing, testing and selecting criteria and indicators for sustainable forest management: a C&I developer's reference. *Center of International Forestry Research*, (1).
- Rudenko, I. et al. (2013) The added value of a water footprint approach: Micro-and macroeconomic analysis of cotton production, processing and export in water bound Uzbekistan. *Global and planetary change*, 110, 143-151.
- Schyns, J. F., Hoekstra, A. Y., Booij, M. J., Hogeboom, R. J., & Mekonnen, M. M. (2019). Limits to the world's green water resources for food, feed, fiber, timber, and bioenergy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(11), 4893-4898.
- Shields, D.; Solar, S.; Martin, W. (2002). The role of values and objectives in communicating indicators of sustainability. *Ecological Indicator*, 2(1), 149-160.
- Silva, C. D. O. F., Putti, F. F., & Manzione, R. L. (2021). Panorama da evolução da agricultura irrigada no sudeste do Brasil entre 2006 e 2017. *Irriga*, 1(3), 446-457.
- Silva, R. C. D., Tognoli, F. M. W., Reginato, P. A. R., Salvadoretti, P., & Souza, L. V. D. (2021). Hydrogeological compartmentalization and connection of the Guarani (GAS) and Serra Geral (SGAS) aquifer systems from a multiscale perspective: a case study in southern Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, 51.
- Sousa, J. S., Caetano, F. A. O., Frota, M. G., Silva, A. F., & Souza, E. C. (2021). Instrumentos de gestão municipal: contribuições dos municípios para as políticas públicas ambientais e dos recursos hídricos no nordeste brasileiro. *Boletim regional, urbano e ambiental*, (26).
- Souza, M. S. A., & Ghilardi, H. T. (2017). Recursos hídricos, agropecuária e sustentabilidade: desafios para uma visão ecológica do planeta. *Revista Jurídica*, 2(47).
- Veiga, L. B. E., & Magrini, A. (2013). The Brazilian water resources management policy: Fifteen years of success and challenges. *Water Resources Management*, 27(7), 2287-2302.
- World Bank. (2022). *Metadata Glossary*. <<https://databank.worldbank.org/metadataglossary/world-development-indicators/series/NV.IND.MANF.ZS>>. Recuperado em 08 de março de 2022.

#### **4 ARTIGO 3: VALORAÇÃO ECONÔMICO-ECOLÓGICA DA ÁGUA: PERCEPÇÕES EM UMA COMPANHIA DE ÁGUA E SANEAMENTO**

##### **RESUMO**

A valoração econômico-ecológica possibilita melhor percepção sobre o real valor dos recursos naturais, como, no caso, os recursos hídricos, pois agregam de forma integrada os valores contidos não somente em sistemas econômicos como em ecológicos também. Esta pesquisa tem como objetivo analisar percepções acerca da valoração econômico-ecológica da água em uma companhia de água e saneamento. Este estudo, de abordagem qualitativa, ocorreu por meio de uma entrevista semiestruturada, realizada com um engenheiro mecânico e uma contadora de uma companhia de água e saneamento básico, localizada no estado de Santa Catarina, Região Sul do Brasil. Assim, utilizou-se a abordagem da Economia Ecológica para a definição de aspectos norteadores para a efetuação das entrevistas. Como resultado, considera-se que é percebido pelos entrevistados a situação de escassez hídrica, a necessidade de mais práticas sustentáveis e de gestão da água, e que há diferenças entre o preço pago pela água e o seu real valor. Observou-se ainda uma limitação de reconhecimento da interação entre sistemas econômicos e ecológicos da água. Nessa linha, compreende-se que as características individuais e de vivência de cada entrevistado, na presente pesquisa, impactam na sua percepção das características mais relevantes para a composição do valor da água.

**Palavras-chave:** Valoração econômico-ecológica. Recursos Hídricos. Economia Ecológica.

##### **ABSTRACT**

The economic-ecological valuation allows a better perception of the real value of natural resources, such as, in this case, water resources, as they aggregate in an integrated way the values contained not only in economic systems but also in ecological ones. This research aims to analyze perceptions about the economic-ecological valuation of water in a water and sanitation company. This study, with a qualitative approach, took place through a semi-structured interview, carried out with a mechanical engineer and an accountant from a water and sanitation company, located in the state of Santa Catarina, Southern Region of Brazil. Thus, the Ecological Economics approach was used to define the guiding aspects for carrying out the interviews. As a result, it is considered that the interviewees perceive the situation of water scarcity, the need for more sustainable practices and water management, and that there are differences between the price paid for water and its real value. There was also a limitation of

recognition of the interaction between economic and ecological water systems. Along these lines, it is understood that the individual characteristics and experience of each interviewee, in the present research, impact their perception of the most relevant characteristics for the composition of the value of water.

**Keywords:** Economic-ecological valuation. Water resources. Ecological Economy.

#### 4.1 INTRODUÇÃO

Os sistemas ecológicos da água detêm um papel fundamental para o bem-estar, para a manutenção do sistema econômico e para o suporte à vida. Assim, seu acompanhamento, controle e gerenciamento fazem-se necessários para o uso e ao descarte sustentável deste capital natural. De tal forma, a valoração econômico-ecológica possibilita melhor percepção sobre o real valor dos recursos naturais, como, no caso, os recursos hídricos, pois agregam, não somente, os valores de consumo e captação de água, mas sim, a valoração de forma integrada.

Costanza *et al.* (1989) afirmam que o valor total do fluxo de serviços ecossistêmicos encontra-se, estreita e fortemente, relacionado ao papel do ecossistema no contexto global. A abordagem da Economia Ecológica atenta para a necessidade de identificar o real valor dos recursos naturais, pois, quando não se tem claro o seu valor correspondente, pode-se levar a uma utilização inadequada para a sustentabilidade desse recurso.

Nesse sentido, a escolha das características dos ecossistemas que serão valorados é uma importante decisão e um desafio para a valoração. Assim, companhias de água e saneamento possuem um papel determinante para um melhor entendimento que envolve tal temática. Para Araya, Osman e Faust (2020), faz-se necessário que concessionárias de água desenvolvam programas eficazes de conservação de recursos hídricos, em que o saneamento surge como condição indispensável à qualidade da vida humana e à proteção do ambiente.

De tal modo, torna-se necessário incluir, no valor da água, fatores além do pago às empresas de abastecimento ou os custos de captação e tratamento, pois trata-se da intervenção humana sobre o meio físico em que desenvolve suas atividades produtivas e vive. Assim, este estudo possui como objetivo analisar percepções acerca da valoração econômico-ecológica da água em uma companhia de água e saneamento. Quanto aos objetivos específicos, tem-se: contextualizar a importância da temática na companhia de águas e saneamento; caracterizar os participantes e os aspectos gerais acerca dos recursos hídricos; e, identificar as percepções acerca da valoração econômico-ecológica da água.

Compreende-se como justificativa e contribuição a necessidade de estudos que abordem a valoração dos recursos naturais de forma a contabilizar o capital natural, sendo que a contabilidade ambiental visa a preencher lacunas, na perspectiva econômica tradicional, para mensurar estoques e fluxos de recursos naturais além da sua quantificação física. Desta forma, o real valor destes recursos pode ser considerado na implementação de políticas públicas, garantindo que as decisões políticas sobre crescimento econômico, investimento social e gestão da água sejam cada vez mais sensíveis e fidedignos. Destaca-se ainda a convergência com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável de número 6, que reconhece que serão necessários métodos, ferramentas e diferentes abordagens para se alcançar as metas de acesso universal ao saneamento (United Nations, 2022).

## 4.2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.2.1 Gestão dos Recursos Hídricos

A água doce é vital para todos os aspectos da vida humana, animais, plantas, ambientes e ecossistemas. De tal forma, o planejamento e a gestão adequados da água são cruciais, especialmente quando há pouco ou muito dela. Assim, apesar de todos os avanços, o planejamento e a gestão da água continuam sendo desafiadores. Parte dessa dificuldade deve-se ao conhecimento inadequado e/ou irrestrito dos sistemas terrestre, oceânico e atmosférico e de suas interações e influências nos recursos hídricos.

Nesse contexto, observa-se a importância de não apenas ter-se água disponível, mas sim, saber compreendê-la, controlá-la e geri-la com responsabilidade. De tal modo, torna-se necessário compreender que o modelo brasileiro de gestão das águas é inspirado no modelo francês e, dessa forma, pressupõe a gestão descentralizada, participativa e integrada (Campos & Fracalanza, 2010; Santos, Moraes, & Rossi, 2013). Considerado também um avanço em relação ao modelo que privilegiava o setor elétrico e que vigorou por muito tempo no país. Além do mais, como instrumento econômico, utiliza a cobrança, metodologia expressa na Lei no 9.433/97, denominada de Lei das Águas.

A cobrança refere-se a um instrumento econômico que permitiria atribuir aos usuários e aos poluidores as responsabilidades pelas externalidades e impactos danosos que suas atividades provocariam na utilização da água. A adoção da cobrança pelo uso dos recursos hídricos é feita com base no princípio do poluidor-pagador (Silva & Pruski, 2000; Santos, 2002). De tal forma, tem-se a criação da Agência Nacional de Águas – ANA (Lei nº 9.984, de

17 de julho de 2000) para complementar a estrutura institucional da gestão de recursos hídricos do país. Tal entidade passa a ser responsável pela implantação da Política Nacional de Recursos Hídricos, detendo o poder outorgante de fiscalização e de cobrança pelo uso da água (Porto & Porto, 2008).

Segundo o Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR (2022), o conjunto de diretrizes, metas e programas que constituem o PNRH foi construído em amplo processo de mobilização e participação social, sendo aprovado em 30 de janeiro de 2006 e revisado a cada quadriênio. Relatam, ainda, que este instrumento surge com o objetivo de estabelecer um pacto nacional para a definição de diretrizes e de políticas públicas, voltadas para a melhoria da oferta de água, em quantidade e qualidade, gerenciando as demandas e considerando ser a água um elemento estruturante para a implementação das políticas setoriais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da inclusão social.

De acordo com Morais, Fadul e Cerqueira (2018), como um meio de promover o uso racional e de gerar recursos para investimentos nas próprias bacias hidrográficas, onde estes foram captados, nota-se a água com um valor econômico, tornando-se possível a cobrança pelo seu uso. Logo, “além de ser o principal meio de gerar recursos para a gestão da água em cada bacia, a cobrança seria a chave para a sustentabilidade de um novo sistema decisório descentralizado e participativo” (Abers & Jorge, 2005, p. 2).

Com isso, a lei buscou assegurar viabilidade financeira, ao destinar os recursos arrecadados com a cobrança pelo uso da água ao custeio dos organismos que integram o sistema e à constituição dos financiamentos das intervenções identificadas pelo processo de planejamento. A mesma lei assegura a viabilidade administrativa, ao criar organismos de apoio técnico, financeiro e administrativo aos colegiados do Sistema – as Agências de Água e a Secretaria Executiva (Morais, Fadul, & Cerqueira, 2018).

Mesmo com avanços na legislação, o panorama dos recursos hídricos no Brasil apresenta limitações. Define o MDR (2019) 83,6% que da população é atendida com fornecimento de água tratada, em que cerca de 35 milhões de brasileiros ainda não possuem acesso a este serviço. Já quanto à coleta de esgoto, tem-se um atendimento de apenas 53,2%, com 10,5% na Região Norte, 28% na Nordeste, 52,9% no Centro-Oeste, 79,2% no Sudeste e 45,2% no Sul. Do total coletado de esgoto, cerca de 25% não recebe tratamento.

As reservas brasileiras de água doce não são uniformemente distribuídas por todo o país, já que 80% deles são encontrados na região Amazônica. O semiárido nordestino, mesmo com a inclusão de parte da bacia do rio Francisco, possui apenas 4% dos recursos hídricos do país,

contudo abriga 35% da população brasileira, composta majoritariamente por famílias de baixa renda. As regiões úmidas do Sul e do Sudeste, onde vivem 60% da população, possuíam, no passado, amplas reservas de recursos hídricos. No entanto, atualmente, essas áreas correm o risco de escassez local ou generalizada de água devido ao crescimento econômico e urbanização acelerada. Esta situação só será contornada com a melhoria da gestão da quantidade e da qualidade da água (Marengo, Tomasella, & Nobre, 2017).

De tal forma, verifica-se a necessidade de maior controle e gestão dos recursos hídricos, em que a valoração econômico-ecológica possibilita um melhor reconhecimento perante os usuários e reduz os impactos negativos para o meio ambiente e à sociedade.

#### **4.2.2 Valoração econômico-ecológica da água**

Os bens e serviços ecossistêmicos, seguindo a perspectiva da Economia Ecológica, possuem mais de uma dimensão de valor, além da econômica, quais sejam a ecológica e a socioambiental, que exigem metodologias específicas para sua valoração. A avaliação ecossistêmica está no centro do método científico da abordagem econômico-ecológica, em que se deve considerar que “existe um conjunto mínimo de ecossistemas insubstituíveis cuja preservação é essencial para a sobrevivência da humanidade” (Romeiro & Andrade, 2009, p. 19).

A valoração econômico-ecológica é uma metodologia de valoração de recursos naturais que vem sendo desenvolvida no âmbito da corrente teórica da Economia Ecológica. Trata-se de uma metodologia distinta da valoração ambiental anteriormente praticada à medida que procura levar em conta a natureza complexa dos ecossistemas e os distintos valores que lhes são associados, bem como os riscos de perdas irreversíveis potencialmente catastróficas de estruturas e de funções ecossistêmicas. Em outras palavras, diferentemente da valoração ambiental, a valoração econômico-ecológica busca levar em conta a sustentabilidade ecológica, econômica e social da manutenção e/ou uso dos recursos naturais (Romeiro & Andrade, 2009).

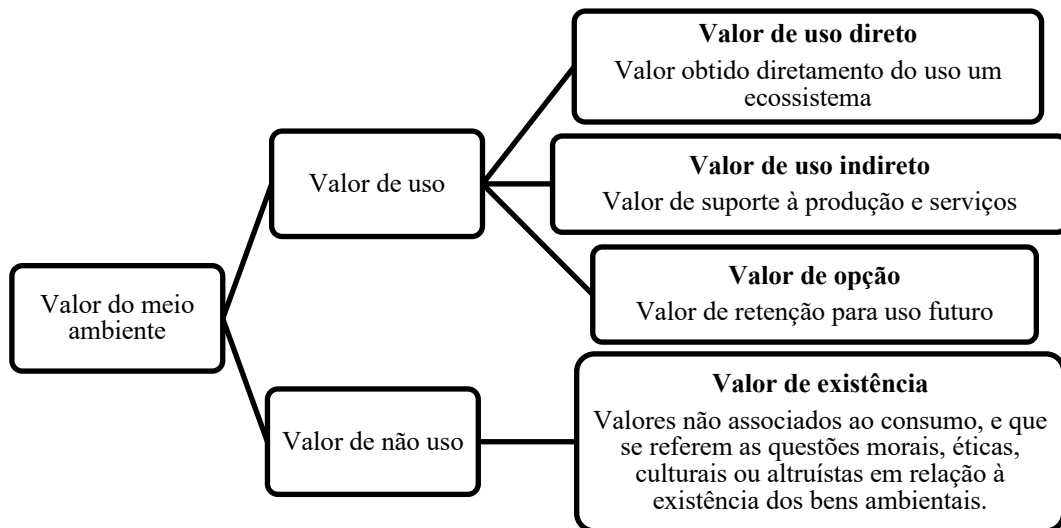
Ortiz (2003, p. 82) aduz que, como outra técnica de valoração, há a econômica ambiental, a qual busca mediar as preferências das pessoas por um recurso ou serviço ambiental. Portanto, “o que está recebendo ‘valor’ não é o meio ambiente ou o recurso ambiental, mas as preferências das pessoas em relação a mudanças de qualidade ou quantidade ofertada do recurso ambiental” (Ortiz, 2003, p. 82). Do ponto de vista da economia ambiental, a degradação do meio ambiente pelas atividades econômicas deve ser vista como uma externalidade negativa, isto é, uma situação em que a ação de um agente econômico interfere negativamente no bem-



estar de outro, sem que este último tenha o direito de ser compensado por isto.

Já para a Economia Ecológica, ao contrário, os riscos de perdas irreversíveis devem ser considerados como relevantes, em que a economia ecológica considera importante dar valor monetário (precificar) os bens e serviços ecossistêmicos como elemento no processo de tomada de decisões sobre o uso destes recursos (Romeiro & Andrade, 2009). Ainda, sob o olhar crítico dos autores, as fontes de valor referem-se à identificação do valor de uso direto, indireto, opção e existência da água, sendo a profundidade da avaliação ecossistêmica a ser valorada, condição relevante para obtenção de resultados satisfatórios nos modelos econômicos-ecológicos. A Figura 6 elucida as fontes de valor nesse modelo.

**Figura 6.** As fontes de valor de modelos econômicos-ecológicos



Fonte: Adaptado de Rizal, Sahidin e Herawati (2018).

O valor de uso direto refere-se ao gerado quando os indivíduos utilizam a natureza, de modo consuntivo ou não, correspondente ao que é imputado pela utilização efetiva de um bem dos recursos ambientais. Exemplifica-se esse uso nas formas de extração, visitação ou de alguma outra atividade que seja usada diretamente no âmbito do recurso. Já o valor de uso indireto, equivale ao que o recurso possibilita pela sua área, como, por exemplo, preservação da biodiversidade, sequestro de carbono decorrente da arborização do local, estabilidade do clima, conservação do solo, conservação da fauna existente, entre outros, e que não estão

diretamente fazendo uso dos sistemas ecológicos (Crocì, Lucchitta, & Penatti, 2021; Motta, 1997; Pearce & Turner, 1991; Rizal, Sahidin e Herawati, 2018).

Já o valor de opção decorre da possibilidade de utilização de um recurso no futuro, sem intenção de utilizá-lo no momento presente. Refere-se ao benefício futuro que o recurso pode proporcionar, caso seja preservado. Cita-se, exemplificativamente, a utilização de um recurso como opção de lazer no futuro para turistas e moradores de uma região ou também a descoberta de alguma substância presente no recurso ambiental que ainda não se tem conhecimento. Destaca-se que esse valor é muito semelhante a uma opção de compra de um ativo financeiro (Croce, Lucchitta, & Penatti, 2021; Motta, 1997; Pearce & Turner, 1991; Rizal, Sahidin e Herawati, 2018).

Por fim, para compor os quatro valores que correspondem à valoração econômico-ecológica, existe o valor de existência. Este, é atribuído pelo valor que os indivíduos mencionam a um recurso natural o qual não planejam obter nenhum benefício decorrente da sua exploração e consiste na satisfação advinda da existência do recurso/ambiente natural (Crocì, Lucchitta, & Penatti, 2021; Motta, 1997; Rizal, Sahidin e Herawati, 2018; Sukhdev, 2010). Compreende-se que não possui relação com o consumo em si do recurso natural, entretanto, com questões éticas, morais e culturais.

Nem sempre há informações suficientes para a estimativa do valor monetário de todos os bens e serviços ecossistêmicos identificados pela avaliação ecossistêmica. Isso é o que mencionam Romeiro e Andrade (2009). No entanto, a própria avaliação ecossistêmica é considerada como um produto em si e de considerável relevância para o tomador de decisão, que fica ciente de que o recurso natural valorado possui valor monetário potencialmente superior ao que foi obtido.

### 4.3 METODOLOGIA

A presente pesquisa, no que concerne à abordagem do problema, enquadra-se como qualitativa. A pesquisa qualitativa possui maior enfoque na interpretação do objeto, atribuindo maior importância ao contexto, relacionado ao objeto pesquisado. Para tanto, existe uma maior proximidade do pesquisador ao fenômeno estudado e a necessidade de maior intervalo de tempo para o alcance do estudo, diante de várias fontes de dados que são utilizadas pela investigação (Silveira & Córdova, 2009).

Para a realização de qualquer tipo de pesquisa, devem ser, cuidadosamente, considerados e definidos instrumentos de coleta de dados que mais condizem com a realidade

do estudo que se pretende realizar e com os dados que devem ser levantados. Na pesquisa qualitativa, o olhar do investigador está em constante contato com seu objeto, em busca da identificação de novos elementos não percebidos, que possam contribuir com o conhecimento científico existente (Silva, 2018).

Como objeto de estudo, optou-se por estudo de caso em uma companhia de água e saneamento básico, localizada no estado de Santa Catarina, Região Sul do Brasil. Em relação à sua natureza, a elaboração do trabalho caracteriza-se por ser uma pesquisa aplicada, isto é, propiciará a geração de conhecimentos para a aplicação prática e que objetivam a solução de problemas (Silveira & Córdova, 2009). Já, quanto ao processo da pesquisa em relação à coleta de dados, caracteriza-se como dados primários e secundários, por meio de entrevista semiestruturada e documentos. Assim, Yin (2017) sugere a triangulação para aumentar a credibilidade e a confiabilidade do estudo de caso. De tal modo, além das entrevistas, serão utilizados os seguintes documentos: histórico da organização, relatórios de sustentabilidade, relatórios publicados em *sites* e *e-mails* trocados com os sujeitos da pesquisa.

O constructo da presente pesquisa refere-se à valoração econômico-ecológica da água, sendo uma metodologia de valoração de recursos naturais, desenvolvida no âmbito da corrente teórica da Economia Ecológica. Pela valoração econômico-ecológica buscar-se-á a sustentabilidade ecológica, econômica e social da manutenção e/ou uso de recursos naturais, como a água. Portanto, propõe-se a análise da percepção da valoração sobre valor de uso direto, indireto, opção e existência da água (Tabela 14) por meio de entrevista semiestruturada (Apêndice A).

**Tabela 14.** Constructo de Valoração Econômico-Ecológica da Água

<b>Categoria</b>	<b>Subcategoria</b>	<b>Autores</b>
Percepção do Real valor da Água	Valor de uso direto	Costanza (2020); Common & Perrings (1992); Garcia (2018); Garcia & Romeiro (2013); Goetz (2014), Rizal, Sahidin & Herawati (2018). Romeiro e Andrade (2009); Young (2010);
	Valor de uso indireto	
	Valor de opção	
	Valor de existência	

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

A realização das entrevistas foi conduzida com o auxílio de um roteiro semiestruturado (Apêndice A), contendo orientações e pontos, elaborados previamente para direcionamento do investigador, e possibilitando, durante a realização da entrevista, outros questionamentos não

previstos com antecedência com base na literatura acerca da valoração pela Economia Ecológica (Tabela 14).

A definição dos entrevistados ocorreu por acessibilidade, qualificação e experiência de ambos, necessárias para contribuir com o escopo do estudo, sendo entrevistados um engenheiro mecânico (Entrevistado A) e uma contadora (Entrevistada B). A escolha dos indivíduos foi realizada tendo em vista a visão mais predominante de um deles, atuante no processo de abastecimento de água e saneamento e, de outro, prevacente no financeiro e administrativo da empresa, respectivamente.

Além das questões abertas que constituem a entrevista acerca de questões gerais de caracterização dos participantes e conhecimento acerca da gestão dos recursos hídricos, pontuam-se 20 questões específicas para a identificação dos valores de percepção econômico-ecológica da água pelos entrevistados (Apêndice A), com a utilização de um modelo tipo Likert (1932) de escala de cinco pontos que possibilita ao respondente expressar sua opinião. Para se analisar os itens Likert, será utilizado o cálculo do *ranking* médio (RM), proposto por Oliveira (2005).

Neste modelo, atribui-se um valor de um a cinco para cada resposta (um – baixo valor percebido a cinco – alto valor percebido), a partir da qual é calculada a média ponderada para cada subcategoria (valor de uso direto, indireto, opção e existência), baseando-se na frequência das respostas. Quanto mais próximo de cinco o RM estiver, maior é o valor percebido pelo entrevistado; assim como, se mais próximo de um, menor esse valor percebido dentro do contexto organizacional desse recurso natural. Assim, para as análises dos dados foram realizadas as transcrições das entrevistas, as suas categorizações de análise e a leitura e revisão dos documentos.

De tal modo, para a análise dessa valoração econômico-ecológica da água, foi utilizada a análise descritiva com o intuito de se compreender o comportamento da distinção da amostra além da percepção. A análise descritiva pode ser considerada um conjunto de técnicas analíticas, utilizada para resumir os dados recolhidos numa dada investigação, e, então, organizados para melhor entendimento, o que pode ocorrer por meio de números e tabelas (Morais, 2005).

## 4.4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.4.1 Contextualização da Organização

A empresa, objeto de estudo, é pública de economia mista e de capital aberto, que atua como concessionária do setor de saneamento localizada no estado de Santa Catarina, Região Sul do Brasil. Atua, diretamente, para servir mais de 2,7 milhões de pessoas (39% da população de Santa Catarina), em 195 municípios catarinenses (66% dos municípios catarinenses) e 1 paranaense, por meio de contratos de programas e de convênios, firmados com as prefeituras municipais e que concedem à companhia o direito de prestar os serviços de gestão, operação e manutenção de sistemas de abastecimento de água, de coleta e de tratamento de esgoto.

Possui como missão o fornecimento de água tratada, coleta e tratamento de esgoto sanitário, promovendo saúde, qualidade de vida e desenvolvimento sustentável. Afirmar ainda ter como valor a sustentabilidade, por meio da atuação com responsabilidade ambiental, econômica, social e cultural, de forma equilibrada, e a utilização, responsável de seus recursos econômico-financeiros.

Está contido no Relatório Anual das Demonstrações Contábeis da Companhia que o volume de água faturado, em 2021, foi de cerca de 160.000.000m<sup>3</sup>. Desse total, 76% foram destinados para residências; 15%, para entidades públicas; 7%, às empresas comerciais; e 2% direcionadas às industriais. Já, quanto ao esgoto faturado pela companhia, tem-se em torno de 34.000.000m<sup>3</sup>, sendo 81% proveniente das residências; 5%, das entidades públicas; 13%, das empresas comerciais; e 1%, das industriais.

### 4.4.2 Caracterização dos participantes e aspectos gerais acerca dos recursos hídricos

Os entrevistados identificados possuem atribuições, qualificações e experiências necessárias para contribuir com o escopo do estudo. O Entrevistado A é engenheiro mecânico, atuante no cargo de engenheiro da área operacional, função esta que ocupa desde 1985. A Entrevistada B é contadora de cargo e, como função, faz parte da área de relação com investidores, há dois anos, onde auxilia na elaboração do Relatório de Sustentabilidade da Companhia. Trabalha na empresa desde 2011, e já atuou nas áreas de perícia, jurídica, controladoria e gestão de contratos e financiamento de obras, consecutivamente nas divisões administrativa e financeira da companhia.

Com intuito de se compreender a percepção dos entrevistados acerca da atual condição hídrica em que a companhia de água e saneamento está inserida, foram, então, questionados sobre a situação hídrica do estado de Santa Catarina. Assim, a Entrevistada B relatou que “não

só no estado, mas, no Brasil, a situação hídrica está complicada: já passou da hora de haver um esforço conjunto para que isso seja visto de forma mais séria. A empresa e o governo estadual têm se esforçado e investido bastante para que as obras possam ser feitas”.

Corroborando, o Entrevistado A afirma que “alguma coisa precisa ser feita no sentido de cuidar melhor e conscientizar melhor pela preservação dos mananciais”. Declara ainda que “os mananciais são finitos e com disponibilidade decrescente pela poluição de muitos mananciais, como dejetos de suínos que se vê. Há ainda alguns mananciais disponíveis, mas de muito difícil exploração, como o caso do Aquífero Guarani e com rios que estão muito longes das cidades”. Na concepção de Cadamuro et al (2021) este aquífero, que representa um dos maiores do mundo, apresentou áreas de contaminação, em cidade da Região Oeste do estado de Santa Catarina, em suas águas subterrâneas. Tais achados destacam a necessidade de melhor gestão das águas residuais para uma consequente melhoria na qualidade da saúde ambiental e social.

Devido a esta situação hídrica reportada, questionou-se os entrevistados sobre qual seria o preço máximo por  $m^3$  que estariam dispostos a despende frente a uma situação extrema de falta de água. O Entrevistado A relata que, em “uma série de itens que compõem as minhas necessidades básicas eu pago muito mais do que a água. E a água até os 10 primeiros  $m^3$  eu pago cerca de 2 reais por cada  $m^3$ ”. Reitera ainda que “eu considero a água muito barata, claro ela tem um custo escalonado, acima de  $25m^3$  de consumo ela chega a custar cinco vezes mais que o custo normal dos 10 primeiros  $m^3$ , ela é escalonada”. No entanto, “não consigo dizer um valor de até quanto eu estaria disposto a pagar”. De forma concomitante, a Entrevistada B afirma que não consegue mensurar e que “iria pagar o preço que fosse cobrado”.

#### **4.4.3 Percepção da Valoração Econômico-Ecológica da Água**

Para a percepção da valoração econômico-ecológica são elencadas categorias de análise, sendo estas referentes ao valor do uso direto, valor do uso indireto, valor de opção e valor de existência. Para Rizal, Sahidin e Herawati (2018), essa valoração permite uma alocação eficiente de recursos e contribui à sustentabilidade dos ecossistemas.

De acordo com o Entrevistado A, existe diferença entre o valor da água e o seu preço executado. Além disso, afirma que “será cada vez mais difícil sustentar o preço que é posto” já que há muitos custos envolvidos e, com o aumento da população, estes custos são ainda maiores para se conseguir fornecer água para todos. Assim, compreende-se ser relevante o papel da

contabilidade em auxiliar nessa precificação da água, para que se chegue o mais próximo do que seria considerado o real valor da água (Bijker, 2012).

A Entrevistada B também compreende a diferença entre o preço da água e o seu valor: considera o valor da água como “muito maior que o preço dela, pois água é fonte de vida e é muito difícil precificá-la”. Salienta que questões sociais e culturais influenciam na forma com que o valor da água é considerado “quando queremos implantar esgoto à população, por mais que seja bom oferecer um tratamento de esgoto, há uma resistência grande do lugar onde se vai implantar. Temos estações de tratamento prontas que não estão em operação porque a população é totalmente contra ter uma estação de tratamento naquela região”.

Traz ainda que a companhia conta com uma equipe de meio ambiente com psicólogo e profissionais da área da educação ambiental, para auxiliar em situações como esta, de implementação de estação de tratamento, e, até mesmo, de fornecimento de água tratada. Afirmou que há casos em que as pessoas de determinadas localidades “não sabem o que é água corrente”. Narra também que “o valor da água tratada para as comunidades de onde chegamos e de tratamento de esgoto é um valor que a gente cultiva na população e que vai além do produto”, sendo este “um trabalho bem primário”, em que “temos muita dificuldade porque a maioria das pessoas não tem a essa consciência ambiental”. Esse caso reforça a importância da discussão acerca dos recursos hídricos, com vista a propiciar um melhor conhecimento e controle sobre o mesmo.

Com o intuito de se avaliar a percepção dos entrevistados acerca do valor da água, estes classificaram os itens das Tabelas de valoração de 1 a 5, sendo 5 o maior valor atribuído ao item. A Tabela 15 é referente à percepção sobre o valor de uso direto da água, que atingiu índice médio de 4,33, sendo 4,0 pelo Entrevistado A, e de 4,67 pela Entrevistada B. Destaca-se, assim, que o valor de uso direto da água possui um valor percebido maior para a Entrevistada B do que para o Entrevistado A.

**Tabela 15.** Percepção sobre o valor de uso direto da água pela Companhia

<b>Itens sobre o valor de uso direto da água</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
1. Valor atribuído pela captação de águas superficiais					A B
2. Valor atribuído pela captação de águas subterrâneas			A		B
3. Valor atribuído pela captação de águas pluviais	A		B		

4. Valor atribuído pelo tratamento da água					A B
5. Valor atribuído pelo tratamento de efluentes					A B
6. Valor atribuído pelo descarte de água					A B

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Conforme a Tabela 15, tem-se que os itens sobre captação de águas superficiais, tratamento da água, tratamento de efluentes e descarte de água receberam valor máximo por ambos. No tocante à captação de água superficiais justificaram, igualmente, ser pelo fator representativo de fornecimento de águas pela companhia decorrer da superfície. Já quanto ao tratamento da água, efluentes e descarte é devido à extrema importância, tanto para a companhia quanto para o meio ambiente, conforme pontuado pelos entrevistados.

Atinente à atribuição de valor à captação de águas subterrâneas, a Entrevistada B atribuiu nota 5, enquanto que o Entrevistado A, nota 3 (Tabela 15). O Entrevistado A justifica essa escolha: “em termos de produção ela tem um sentido não tão representativo, mas de grande importância por nesses locais não dispor de mananciais de superfície”. Apesar da maioria da captação ocorrer de águas superficiais pela companhia, o Oeste do estado “é uma região de difícil obtenção de águas de superfície”, e se utiliza águas subterrâneas do Aquífero Guarani “que tem uma capacidade muito grande em termos do que seria a possibilidade de fornecer, mas que efetivamente é uma dificuldade muito grande exploração”.

Tal fato é apresentado no *site* da Companhia que afirma que a captação de água potável em grandes profundidades é um diferencial de Santa Catarina, já que o processo conta com dificuldades técnicas acima da média nacional devido às características de profundidade e temperatura do Aquífero Guarani na Região Oeste do estado (CASAN, 2021). Asseveram, por exemplo, que o poço de São Lourenço do Oeste chega a uma profundidade de 1.560 metros e a água é captada a uma temperatura de 58°C, o que demonstra as complexidades enfrentadas para a sua captação. Adicionalmente, o Entrevistado A realiza um panorama geral do restante do estado sobre a captação hídrica pela companhia, afirmando que “na região metropolitana, nós temos o Aquífero da Costa Leste e da Costa Norte, que é responsável por uma boa parte do abastecimento. Depois, temos, nas Superintendências Sul-Serra e Norte, onde os subterrâneos são bastante escassos. A representatividade está para os de superfície”.

Quanto ao valor atribuído à captação de águas pluviais o Entrevistado A atribui nota mínima, pois “nós não temos captações de águas pluviais, é feita normalmente pelos



condomínios, pela iniciativa de particulares”. Já a Entrevistada B aponta como 3, pois afirma que mesmo não havendo a captação da água da chuva pela Companhia, há um interesse e uma preocupação em fazê-lo.

Alusivo à percepção dos entrevistados sobre o valor do uso indireto da água pela Companhia, os entrevistados realizaram classificações, conforme exposto na Tabela 16, acerca de questões relacionadas à biodiversidade, aos impactos pela companhia e à proteção ambiental. Assim, tem-se que essa percepção atingiu índice médio de 4,50, a maior entre as categorias de valoração econômico-ecológica analisadas, sendo 4,43 pelo Entrevistado A e 4,57 pela Entrevistada B.

**Tabela 16.** Percepção sobre o valor de uso indireto da água pela Companhia

Itens sobre o valor de uso indireto da água	1	2	3	4	5
7. Valor atribuído ao uso da biodiversidade			B		A
8. Valor atribuído ao impacto ao habitat de espécies locais				A B	
9. Valor atribuído ao impacto à sociedade					A B
10. Valor atribuído ao impacto aos rios e mares				A	B
11. Valor atribuído ao impacto aos aquíferos				A	B
12. Valor atribuído a proteção de desastres ambientais				A	B
13. Valor atribuído a proteção de nascentes					A B

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

De acordo com o Entrevistado A, no item sobre uso da biodiversidade, é atribuído valor máximo. No entanto, pela Entrevistada B, o valor 3, pois “a empresa se preocupa, tem iniciativas para preservar [...], mas ainda podemos melhorar muito nesse aspecto”. Já referente ao impacto no habitat de espécies locais, ambos definiram o valor 4, tendo a Entrevistada B justificado que “a capacidade de ação eu não percebo tão equilibrada com a questão da preocupação, a preocupação ainda é maior do que a ação”.

Já os outros cinco itens pontuados na Tabela 16 (impacto à sociedade, rios e mares, aquíferos, proteção de desastres ambientais e proteção de nascentes), ocorreram devido às suas percepções com a relevante preocupação da Companhia quanto ao tema, com valores atribuídos

pelo Entrevistado A de 4 e 5 e pela Entrevistada B de 5. Entre as falas dos entrevistados, destaca-se o comentado pelo Entrevistado A sobre o valor atribuído ao impacto de rios e mares pela Companhia, em que “em alguns locais, dizer que o efluente é 100% e que não causa nenhum impacto, talvez não seja justo, mas é aquilo, senão existisse esse tratamento o impacto seria ainda maior”. Relata ainda que, em toda cidade, há esgoto que é jogado *in natura* no meio ambiente pela sociedade e questiona “qual o que produz mais impacto negativo para uma sociedade? Eu garanto que não é o efluente tratado da empresa”. Afirma ainda não compreender

A resistência que, às vezes, a sociedade tem para o descarte do efluente tratado, através de um emissário submarino, por exemplo, quando essa mesma sociedade está jogando o esgoto sem qualquer tratamento nas redes de água pluvial. Onde o local em que esse esgoto é jogado está muito mais próximo do usuário, do que um que um bom tratamento e um belíssimo estudo de impacto de marés faria. (Entrevistado A).

Os emissários submarinos são constituídos por tubulações que transportam os efluentes gerados para o descarte final em alto mar (Feitosa, 2017). Khan, Ali e Shah (2022) alertam sobre as consequências do esgoto, seja ele proveniente do setor agrícola, doméstico ou industrial, e, quando lançados no meio ambiente sem tratamento, ocasionam danos que possuem significativos desdobramentos na fauna e flora daquela região afetada.

Adicionalmente, destaca-se o relatado sobre a proteção de desastres ambientais pela Entrevistada B, ao afirmar sobre o seu valor atribuído como sendo

Agora 5, com toda certeza, depois do problema que ocorreu na Lagoa, a gente fez toda uma reformulação estratégica dentro da companhia e houve uma mudança no planejamento de riscos. Foi realmente um acidente que não foi previsto que poderia acontecer [...] e que acabou melhorando essa questão dentro da companhia como um todo. (Entrevistada B).

Esse fato pontuado pela Entrevistada é referente ao rompimento da Estação de Tratamento de Esgotos (ETE), situada na Lagoa da Conceição, em Florianópolis, Santa Catarina – Brasil, sendo também descrito no Relatório de Sustentabilidade da Companhia (CASAN, 2022d) e no seu *site* (CASAN, 2022a), com um link específico desse desastre ambiental, bem como com boletins de análises ambientais, relatórios específicos e ações realizadas. O rompimento ocorreu em 21 de janeiro de 2022, após um período de chuvas. Tal fato, desencadeou em um deslizamento no talude natural da Lagoa de Evapoinfiltração, local onde o efluente tratado da ETE é direcionado, sendo descrito como a maior tragédia ambiental de Florianópolis, afetando 155 pessoas de 75 imóveis da região, além de 3.000 toneladas de peixes que foram encontrados mortos (Rolemberg, 2022). O Relatório Anual das Demonstrações Contábeis (2022) da Companhia indica que foram provisionados danos

ambientais no montante de R\$ 4.500.000,00 referentes a esse rompimento, não havendo maior detalhamento em Notas Explicativas (CASAN, 2022c).

Adicionalmente, tem-se explicitada na Tabela 17, a percepção dos entrevistados acerca do valor de opção da água pela Companhia. De tal modo, apresenta-se um índice médio de 3,33, o menor entre as categorias analisadas, sendo 3,0 pelo Entrevistado A e, 3,67 pela Entrevistada B. Novamente, observa-se a mensuração pela Entrevistada B com um valor superior ao definido pelo A.

**Tabela 17.** Percepção sobre o valor de opção da água pela Companhia

Itens sobre o valor de opção da água	1	2	3	4	5
14. Valor atribuído a opção de investimento financeiro em redução de consumo de água				A	B
15. Valor atribuído a opção de reúso da água da chuva			A B		
16. Valor atribuído a opção de reúso dos efluentes tratados		A	B		

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

No que concerne ao valor atribuído à opção de investimento financeiro em redução de consumo de água, contata-se o Entrevistado A pontuando nota 4, enquanto a Entrevistada B, nota 5 (Tabela 17). A Entrevistada B pronuncia-se: “há a cultura de incentivo, tanto interno com os funcionários, como para a sociedade”, ocorrendo, geralmente, por meio de campanhas pela companhia.

Já quanto ao valor referente à opção de reúso da água da chuva, ambos a classificaram com nota 3. Quanto à questão, o Entrevistado A comenta que tem “dúvida se existe ou não política de incentivo ao aproveitamento da água da chuva”, uma vez que há um custo envolvido no tratamento posterior dessa água, o qual não é repassado à conta do consumidor. Complementa: “o que acontece é que essa água é utilizada para a água de serviço (como em vasos sanitários) e isso gera um esgoto que acaba sendo tão caro quando o fornecimento da água e não é água medida”. Assim, ratifica que “não diria que deva ou não ser incentivado, mas é uma água que usam, vira esgoto e a empresa de saneamento não cobra por isso”. Por fim, traz que “é importante do ponto de vista de uma região com pouca capacidade produtiva e população flutuante muito sazonal. Nesse aspecto, é importante, porque ajuda no sentido de evitar um mal maior que seria a falta de fornecimento de água”.

A respeito do valor atribuído à opção de reúso dos efluentes tratados, tem-se o valor 3, pela Entrevistada B, e 2 para o Entrevistado A. Este último faz uma reflexão argumentando “quem utilizaria, como utilizaria, com que responsabilidade e os riscos envolvidos? Eu considero ainda hoje perigoso esse incentivo”, sendo esta a justificativa para o menor valor atribuído por este entrevistado nesta categoria.

A Tabela 18 evidencia as classificações realizadas pelos entrevistados acerca da percepção sobre o valor de existência da água pela Companhia. Quanto ao índice médio desta categoria, alcançou-se o valor de 4,37, sendo 4,75 pelo Entrevistado A, e de 4 pela Entrevistada B. Observa-se que a percepção de valor de existência é a única categoria em que o Entrevistado A atribuiu valor maior em comparação à Entrevistada B.

**Tabela 18.** Percepção sobre o valor de existência da água pela Companhia

Itens sobre o valor de existência da água	1	2	3	4	5
17. Valor atribuído à existência da água no futuro para a sociedade				B	A
18. Valor atribuído à existência da água no futuro para questões culturais				B	A
19. Valor atribuído à existência da água no futuro para outras empresas				B	A
20. Valor atribuído à existência da água para benefícios futuros do ecossistema				A B	

Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Na última categoria, conforme a Tabela 18, sobre o valor de existência da água, verificou-se que o Entrevistado A mensurou com o valor máximo a existência de água no futuro pela Companhia para a sociedade. Por outro lado, a Entrevistada B, valor 4. O Entrevistado A realiza uma reflexão em que pontua que “cada vez estamos indo buscar água mais longe, por exemplo, na Região Oeste, onde a extração da água do rio Chapecozinho para o uso humano é praticamente de 50km, e é o que tem”.

Já a Entrevistada B corrobora ao afirmar que “existe uma preocupação, mas a gente ainda trabalha em um prazo curto, em termos de investimento e preocupação. Eu acho que a gente teria que ter uma ação mais efetiva, de mais tempo”. Ainda de acordo com ela, “o nosso planejamento é de 4, 5 anos, agora que nós estamos nos adaptando para essa questão de 2030 [...] a gente está fazendo isso porque a lei veio e está nos cobrando uma posição”. Por fim, salienta: “eu vejo que teria que ser um plano de um período mais longo e com vários focos para

serem trabalhados” para que obtivesse melhor avaliação do valor atribuído à existência da água no futuro perante a sociedade.

A questão de 2030, levantada pela Entrevistada B, faz alusão aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), propostos pelas Nações Unidas, em 2015, com 17 objetivos centrais que têm como intuito direcionar as estratégias de desenvolvimento global até aquele ano (Breuer, Janetschek, & Malerba, 2019). Entre os objetivos traçados, destaca-se o ODS 6 sobre água potável e saneamento. Este objetivo possui metas relacionadas ao abastecimento de água potável e saneamento, aspectos de qualidade da água e águas residuais, uso e eficiência da água, gestão integrada de recursos hídricos (GIRH), ecossistemas e um ambiente propício. Esse amplo espectro de metas reflete um crescente reconhecimento de que, se o mundo quiser alcançar o desenvolvimento sustentável, um conjunto de desafios relacionados à gestão, à resiliência e à governança dos recursos hídricos precisa ser enfrentado (Sadoff, Borgomeo, & Uhlenbrook, 2020). Quando questionados acerca do conhecimento dos ODS, a Entrevistada B respondeu que os conhece e afirma que

a empresa no ano passado fez adesão ao movimento ODS de Santa Catarina e desde então, viemos tendo treinamentos internos, como se fosse uma conferência interna, em que foram explicados todos os ODS. Algumas pessoas de áreas chaves da companhia foram chamadas para desenharmos quais subitens que estávamos atendendo, quais não estávamos e o que poderíamos fazer para atender, para que, a partir dali, fôssemos disseminando essa ideia e traçando uma estratégia para tentar melhorar nesse sentido. (Entrevistada B).

Relata também que o “ODS 6 é uma preocupação maior, mas todas estão sendo trabalhadas”, assim como ocorreram “encontros técnicos, em que houve discussão dos ODS, tivemos palestras, com versões de fora, a companhia está trabalhando mais na conscientização e na atividade fim da companhia”. Já o Entrevistado A respondeu que os desconhece. No Relatório de Sustentabilidade, há notícias sobre a adesão ao Movimento ODS Santa Catarina para impulsionar a temática dentro da empresa e a realização de uma oficina abordando ODS para os seus funcionários (CASAN, 2022d).

Adicionalmente, no *site* da Companhia, relata-se sobre o recebimento de um Selo de Signatário desse Movimento Nacional ODS Santa Catarina 2022, preconizando ter o Planejamento Hídrico do Governo do Estado como prioridade, com projetos estruturantes para a melhoria do abastecimento, uma das metas do Movimento ODS (CASAN, b). O site traz ainda que o foco das melhorias é a captação, tratamento, reserva e distribuição de água em todas as regiões do Estado no valor de cerca de R\$ 1,7 bilhão. De acordo com Araya, Osman e Faust

(2020), é imprescindível que concessionárias de água desenvolvam programas eficazes de conservação de recursos hídricos

Quanto ao valor atribuído à existência da água no futuro para questões culturais pela Companhia, a Entrevistada B atribuiu valor 4 e o Entrevistado A, valor 5. Na sua visão: “existe já um trabalho para conscientizar para o uso racional da água. O tratamento que tem que ser dado, não só da água, como dos mananciais”, justificando o motivo da sua valoração em 5.

O valor atribuído à existência da água no futuro para outras empresas obteve, conforme Tabela 18, a mesma valoração dos dois primeiros itens. O Entrevistado A justifica sua escolha de atribuir o valor máximo neste item, pois, pela empresa, “é visto, com cuidado, o fornecimento da água para o nosso cliente como um todo”.

Por fim, para o item sobre o valor atribuído à existência da água para benefícios futuros do ecossistema tem-se o valor 4, classificado por ambos os entrevistados, devido aos impactos ao meio ambiente ocasionados pela Companhia. O Entrevistado A reforça que “a água é um bem essencial, de extrema necessidade e como tal ela tem que ser assim tratada”.

#### **4.4.4 Discussão da Valoração Econômico-Ecológica da água**

Utiliza-se, como apoio norteador, a Economia Ecológica, tanto para a execução do roteiro da entrevista realizada quanto para a sua discussão. Assim, entende-se os sistemas econômicos como totalmente pertencentes aos sistemas ecológicos, compreendendo, assim, as interações por meio de visão holísticas (Georgescu-Roegen, 1976; Lindhe, Rosén, Norberg & Bergstedt, 2009). De tal forma, tem a valoração econômico-ecológica que possibilita essa visão interligada entre os sistemas na sua avaliação.

Com base nas entrevistas realizadas com os dois funcionários da Companhia de Água e Saneamento analisada, chegou a um panorama geral com um *ranking* médio de 4,14 de percepção de valoração da água, considerando-se os critérios adotados na pesquisa, em que se considera um alto valor reconhecido deste recurso natural. Observou-se, ainda, que a Entrevistada B, atuante na função de relação com investidores na Companhia, assim como na elaboração do Relatório de Sustentabilidade, identifica um maior valor percebido da água, cerca de 4,23, contra 4,05 do Entrevistado A que possui uma função operacional na Companhia.

Os achados contribuem para a discussão acerca da necessidade de adoção de práticas sustentáveis dos recursos hídricos pela Companhia. De tal modo, o Entrevistado A pontua que são “extremamente necessárias e não existe outro caminho, simplesmente isso, não será admitida outra possibilidade senão a implantação de práticas sustentáveis”. Corroborando, a

Entrevistada B afirma que “há uma movimentação da empresa no sentido de tentar melhorar esses aspectos”. Tais achados vão ao encontro da pesquisa de Liu e Jensen (2018), em que afirmam a necessidade de uma mudança, seja esta cognitiva, normativa ou regulatória, na gestão da água para que ocorra a sua urgente transição para a sustentabilidade.

#### 4.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo deste estudo foi analisar percepções acerca da valoração econômico-ecológica da água em uma companhia de água e saneamento. Para tanto, identificaram-se entrevistados que contribuiriam com o escopo do estudo, sendo um atuante no processo de abastecimento de águas e saneamento (Entrevistado A) e o outro do setor financeiro e administrativo (Entrevistada B) de uma companhia de água e saneamento.

Utilizou-se a abordagem da Economia Ecológica para a definição de aspectos norteadores, por meio da valoração econômico-ecológica em valor de uso (direto, indireto e opção) e de não uso (existência) (Rizal, Sahidin, & Herawati, 2018). Com base nas declarações e nos documentos disponíveis, obteve-se a percepção dos entrevistados acerca do valor da água quanto um bem natural e finito.

Quanto ao panorama geral das características dos entrevistados, observou-se que ambos concordavam que há diferença entre o preço comercializado pela Companhia e o que compõe o real valor da água. Compreendeu-se também que é percebido por eles a situação de escassez hídrica em algumas regiões e os reflexos disso para a necessidade de mais práticas sustentáveis e de gestão da água.

A percepção de valoração econômico-ecológica da água pela Entrevistada B, que labuta na função de relação com investidores e na consecução do Relatório de Sustentabilidade da Companhia, foi maior do que a apresentada pelo Entrevistado A atuante no processo operacional de abastecimento de água e saneamento, com os índices de *ranking* médios de 4,23 e 4,05, respectivamente. Araya, Osman e Faust (2020) encontraram em sua pesquisa que pessoas com atitudes mais pró-ambiental possuíam maior percepção sobre a conservação da água. Já Gilbertson (2011) observou que os entrevistados de locais com diferentes disponibilidades hídricas também apresentavam percepção diferente sobre o uso e a conservação desse recurso natural. Assim, compreende-se que as características individuais e de vivência de cada entrevistado, na presente pesquisa, impactam a sua percepção das características mais relevantes para a composição do seu valor.

Ressalta-se, como limitações da pesquisa, a análise de duas percepções sobre a valoração de uma companhia de água e saneamento. No entanto, esta escolha decorreu da possibilidade de maior aprofundamento e imersão nas análises. Outra limitação decorre de a valoração percebida referir-se à visão proposta pela Economia Ecológica, devendo as análises e discussões realizadas considerarem tal fato. Sugere-se como pesquisas futuras a realização de estudos com uma abordagem quantitativa, com o aumento da amostra, assim como a análise da percepção da valoração econômico-ecológica da água em empresas e/ou residências atendidas por esta Companhia.

## Referências

- Abers, R. N., & Jorge, K. D. (2005). Descentralização da gestão da água: por que os comitês de bacia estão sendo criados? *Ambiente & Sociedade*, 8(2), 1-26.
- Araya, F., Osman, K., & Faust, K. M. (2020). Perceptions versus reality: Assessing residential water conservation efforts in the household. *Resources, Conservation and Recycling*, 162, 105020.
- Breuer, A., Janetschek, H., & Malerba, D. (2019). Translating sustainable development goal (SDG) interdependencies into policy advice. *Sustainability*, 11(7), 2092.
- Cadamuro, R. D., Viancelli, A., Michelon, W., Fonseca, T. G., Mass, A. P., Krohn, D. M. A., ... & Fongaro, G. (2021). Enteric viruses in lentic and lotic freshwater habitats from Brazil's Midwest and South regions in the Guarani Aquifer area. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(24), 31653-31658.
- Campos, V, N, G., & Fracalanza, A. P. (2010). Governança de águas no Brasil: conflitos pela apropriação da água e a busca da integração como consenso. *Revista Ambiente & Sociedade*, 18(2), 365-382.
- Common, M., & Perrings, C. (1992). Towards an ecological economics of sustainability. *Ecological economics*, 6(1), 7-34.
- Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN. (2021). CASAN investe na aquisição de bombas para poços da Região Oeste. <<https://www.casan.com.br/noticia/index/url/casan-investe-na-aquisicao-de-bombas-para-pocos-da-regiao-oeste#0>>. Recuperado em 09 de agosto de 2022.
- Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN. (2022a). Lagoa da Conceição. <<https://www.casan.com.br/noticia/index/url/lagoa-da-conceicao#0>>. Recuperado em 09 de agosto de 2022.



- Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN. (2022b). Objetivos do Desenvolvimento Sustentável: CASAN recebe Selo Signatário 2022. <<https://casan.com.br/noticia/index/url/objetivos-do-desenvolvimento-sustentavel-casan-recebe-selo-signatario-2022#0>>. Recuperado em 13 de agosto de 2022.
- Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN. (2022c). Relatório Anual das Demonstrações Contábeis de 2021. <[https://www.casan.com.br/ckfinder/userfiles/images/Noticias\\_Conteudo/Balan%C3%A7o%20CASAN%20DC%20-%20Final.pdf](https://www.casan.com.br/ckfinder/userfiles/images/Noticias_Conteudo/Balan%C3%A7o%20CASAN%20DC%20-%20Final.pdf)>. Recuperado em 09 de agosto de 2022.
- Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN. (2022d). Relatório Anual de Sustentabilidade de 2021. <<https://ri.casan.com.br/wp-content/uploads/2022/08/Relat%C3%B3rio-de-Sustentabilidade-CASAN-2021.pdf>>. Recuperado em 09 de agosto de 2022.
- Croci, E., Lucchitta, B., & Penati, T. (2021). Valuing ecosystem services at the urban level: a critical review. *Sustainability*, 13(3), 1129.
- Feitosa, R. C. (2017). Emissários submarinos de esgotos como alternativa à minimização de riscos à saúde humana e ambiental. *Ciência & Saúde Coletiva*, 22, 2037-2048.
- Khan, W. A., Ali, S., & Shah, S. A. (2022). Water Pollution: Sources and Its Impact on Human Health, Control and Managing. *Journal of International Cooperation and Development*, 5(1), 69-69.
- Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*.
- Liu, L., & Jensen, M. B. (2018). Green infrastructure for sustainable urban water management: Practices of five forerunner cities. *Cities*, 74, 126-133.
- Marengo, J. A., Tomasella, J., & Nobre, C. A. (2017). Climate change and water resources. *Waters of Brazil*, 171-186.
- Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR. (2019). Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgoto de 2018. <[http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2018/Diagnostico\\_AE2018.pdf](http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2018/Diagnostico_AE2018.pdf)>. Recuperado em 19 de abril de 2022.
- Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR. (2022). Plano Nacional dos Recursos Hídricos. <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/o-pnrh>>. Recuperado em 19 de abril de 2022.
- Morais, J. L. M., Fadul, É., & Cerqueira, L. S. (2018). Limites e desafios na gestão de recursos hídricos por comitês de bacias hidrográficas: um estudo nos estados do nordeste do Brasil. *REAd - Revista Eletrônica de Administração (Porto Alegre)*, 24, 238-264.

- Pearce, D. & Turner, R. (1991). Economics of Natural Resources and the Environment/D.W. Pearce, R.K. Turner. *Am. J. Agricultural Economics*, 73, 100–110.
- Porto, M. F. A. & Porto, R. L. L. (2008). Gestão de bacias hidrográficas. *Estudos Avançados*, 22(63), 43-60.
- Rizal, A., Sahidin, A., & Herawati, H. (2018). Economic value estimation of mangrove ecosystems in Indonesia. *Biodiversity International Journal*, 2(1), 98-100.
- Rolemberg, P. (2022). Desastre na Lagoa da Conceição completa um ano de poucas respostas e muitos danos. <<https://ndmais.com.br/meio-ambiente/desastre-na-lagoa-da-conceicao-completa-um-ano-de-poucas-respostas-e-muitos-danos/>>. Recuperado em 13 de agosto de 2022.
- Sadoff, C. W., Borgomeo, E., & Uhlenbrook, S. (2020). Rethinking water for SDG 6. *Nature Sustainability*, 3(5), 346-347.
- Santos, M. E. P., Moraes, L. R. S., & Rossi, R. A. (2013). Água como direito e como mercadoria: os desafios da política. *Bahia Analise & Dados*, 23, 437-459.
- Sukhdev, P.; Wittmer, H.; Schröter-Schlaack, C.; Neßhöver, C.; Bishop, J.; Ten Brink, P.; Gundimeda, H.; Kumar, P.; Simmons, B. (2010). Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB; UNEP: Nairobi, Kenya.
- United Nations. (2022). Sustainable Development Goals – Goals 6 Water and Sanitation. <<https://sdgs.un.org/goals/goal6>>. Recuperado em 14 de agosto de 2022.
- Yin, RK (2017). Pesquisa e aplicações de estudo de caso: Design e métodos. Publicações Sage.

## **APÊNDICE A – ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA**

### **- FALA DE ABERTURA:**

Eu, Alessandra Rodrigues Machado de Araujo, sou doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Contabilidade da Universidade Federal de Santa Catarina tenho como interesse de pesquisa a área de gestão de recursos hídricos. Sob orientação do Professor Dr. Hans Michael van Bellen, estou desenvolvendo um estudo cujo título é “VALORAÇÃO ECONÔMICO-ECOLÓGICA DA ÁGUA: ANÁLISE EM UMA COMPANHIA DE ÁGUA E SANEAMENTO”.

No momento, estou realizando a coleta de dados da minha pesquisa de doutoramento, que compõem esta investigação, por meio desta entrevista.

(Pedir autorização para gravar a entrevista)

(Reiterar a não identificação dos participantes)

(Agradecer a participação)

### **- INÍCIO DAS QUESTÕES DA ENTREVISTA**

#### **1. Questões de Abertura**

1.1 Qual a sua formação?

1.2 Qual o seu cargo na empresa?

1.3 Há quantos anos você trabalha nesta empresa?

## 2. Questões sobre a valoração econômico-ecológica da água pela Companhia

Referente a sua percepção sobre o valor da água pela sua empresa, **peço que escolha de 1 a 5**, sendo que 1 refere-se a baixo valor percebido e 5 como alto valor percebido sobre o que compõe o valor ecossistêmico desse recurso natural pela Companhia de águas e saneamento em que você atua, para os itens que irei descrever a seguir. Se possível, **solicito que justifique** as suas escolhas.

### 2.1 Questões sobre valor de uso direto

- Valor atribuído pela captação de águas superficiais pela Companhia	1	2	3	4	5
- Valor atribuído pela captação de águas subterrâneas	1	2	3	4	5
- Valor atribuído pela captação de águas pluviais	1	2	3	4	5
- Valor atribuído pelo tratamento da água	1	2	3	4	5
- Valor atribuído pelo tratamento de efluentes	1	2	3	4	5
- Valor atribuído pela descarte de água	1	2	3	4	5

### 2.2 Questões sobre valor de uso indireto

- Valor atribuído ao uso da biodiversidade	1	2	3	4	5
- Valor atribuído ao impacto ao habitat de espécies locais	1	2	3	4	5
- Valor atribuído ao impacto à sociedade	1	2	3	4	5
- Valor atribuído ao impacto aos rios e mares	1	2	3	4	5
- Valor atribuído ao impacto aos aquíferos	1	2	3	4	5
- Valor atribuído a proteção de desastres ambientais	1	2	3	4	5
- Valor atribuído a proteção de nascentes	1	2	3	4	5

### 2.3 Questões sobre valor de opção

- Valor atribuído a opção de investimento financeiro em redução de consumo de água	1	2	3	4	5
- Valor atribuído a opção de reúso da água da chuva	1	2	3	4	5
- Valor atribuído a opção de reúso dos efluentes tratados	1	2	3	4	5

### 2.4 Questões sobre valor de existência

- Valor atribuído a existência da água no futuro para a sociedade	1	2	3	4	5
- Valor atribuído a existência da água no futuro para questões culturais	1	2	3	4	5
- Valor atribuído a existência da água no futuro para outras empresas	1	2	3	4	5
- Valor atribuído a existência da água para benefícios futuros do ecossistema	1	2	3	4	5

## 3. Questões de conhecimentos gerais acerca dos recursos hídricos

3.1 Possui o conhecimento acerca dos valores dos Investimentos Ambientais pela empresa? É possível mensurar o valor dos Investimentos Ambientais diretamente relacionados aos recursos hídricos?

(Se necessário, esclarecer que: Investimento Ambiental é definido como todos os gastos incorridos, e a incorrer, para aquisição de ativos que tenham relação com os processos de preservação, controle e recuperação do meio ambiente visando benefícios futuros).

3.2 Você considera que o valor da água é diferente do preço da água? Justifique.

3.3 Qual a sua percepção acerca da situação hídrica do Estado?

3.4 Qual o preço máximo por m<sup>3</sup> que você estaria disposto(a) a pagar em uma situação extrema de falta d'água? Justifique.

3.5 Quais as perspectivas futuras de implantação de práticas sustentáveis acerca dos recursos hídricos pela sua empresa?

**- ENCERRAMENTO DA ENTREVISTA**

Assim encerramos essa entrevista. Muito obrigada novamente por seu tempo e por sua contribuição.

(Questionar se há alguma dúvida sobre a entrevista)

(Questionar se gostaria de comentar sobre algo mais que gostaria de contribuir)

(Comentar acerca do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e do Termo de Autorização de Uso de Depoimento)

(Reiterar a não identificação dos participantes)

(Comentar sobre a disponibilização da cópia da entrevista para os entrevistados a qualquer momento)

(Comentar que será encaminhada a versão final da tese)

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA TESE

O objetivo geral da tese foi analisar sistemas econômicos e ecológicos da água a partir de interações do desenvolvimento sustentável, externalidades ambientais da atividade econômica e valoração econômico-ecológica. Para tanto, foram identificados elementos de relevância que poderiam viabilizá-lo de forma a demonstrar essas interações dos recursos hídricos com sistema econômicos.

Os estudos realizados nos três artigos que compõem a tese, demonstraram essas relações existentes entre os sistemas da água representados pela visão macro de Austrália e Brasil, pelo setor agropecuário brasileiro e por uma companhia de águas e saneamento. Tais elementos das relações foram abordados por autores por meio da Economia Ecológica (Georgescu-Roegen, 1976; Daly, 1997; Romeiro & Andrade, 2009; Young, 2010; Garcia & Romeiro, 2013; Garcia, 2018; Rizal, Sahidin & Herawati, 2018; Costanza, 2020; Mekonnen & Gerbens-Leenes, 2020). Assim, são destacadas na sequência as principais conclusões referentes ao atendimento dos objetivos propostos de cada artigo, tendo como base os dados coletados e a análise realizada pela pesquisadora.

No primeiro estudo da tese, teve-se como objetivo analisar o desenvolvimento sustentável frente aos recursos hídricos disponíveis de países com diferentes realidades de acesso a água pela perspectiva da Economia Ecológica. De tal modo, se estudou as informações econômicas e de estoques e consumos de água da Austrália e do Brasil no período delimitado de cinco anos. Entre os principais achados, tem-se o aumento dos índices de disponibilidade hídrica e de consumo por PIB e PNB pelo Brasil, e a redução pela Austrália. Em ambos os casos essas alterações ocorreram por causa dos indicadores econômicos.

Acerca do consumo hídrico, tem-se a maior representatividade advinda das atividades econômicas, em sua maioria pelo setor de água e esgoto da Austrália e pelo setor agropecuário do Brasil. Assim, conclui-se que pelos recursos hídricos serem integrantes de um sistema ecológico finito, e respeitando os seus limites, entende-se que as mudanças para um desenvolvimento sustentável se compreendem da sociedade que contribui negativamente por meio da pressão exercida pelos sistemas econômicos.

No segundo estudo, buscou-se analisar externalidades ambientais da atividade econômica, no setor agropecuário brasileiro, por meio da Pegada Hídrica e do valor adicionado sob a ótica da Economia Ecológica. Para tanto, pesquisou-se os dados disponíveis nas contas

econômicas da água e do valor adicionado do setor agropecuário, ambas pelo IBGE, das cinco regiões brasileiras, além de uma visão macro.

Com base nos achados, conclui-se que é necessário aumentar a eficiência no uso da água e estimular produtos com maior valor agregado, de tal forma que a relação valor adicionado e Pegada Hídrica seja a mais eficiente possível. Corroborando, Häyhä e Franzese (2014) afirmam que o aumento da produção e conseqüentemente da economia, acontecem mais frequentemente à custa da utilização expressiva dos estoques de capital natural.

Já no terceiro estudo da tese, o objetivo foi analisar percepções acerca da valoração econômico-ecológica da água em uma companhia de águas e saneamento. Assim, utilizou-se a abordagem da Economia Ecológica para a definição de aspectos norteadores para a realização das entrevistas, que foram realizadas com um atuante no processo de abastecimento de águas e saneamento (Entrevistado A) e uma outra do setor financeiro e administrativo (Entrevistada B), de uma companhia de água e saneamento.

Como resultado, considera-se que é percebido pelos entrevistados a situação de escassez hídrica em algumas regiões catarinenses e os reflexos disso para a necessidade de mais práticas sustentáveis e de gestão da água. Infere-se também que mesmo ambos possuindo a percepção de que há diferenças entre o preço pago pela água e o seu real valor, estes obtiveram percepções distintas de valoração da água. Segundo Hoekstra (2017) o valor da água não é levado em consideração, no preço das commodities por exemplo, configurando um valor ainda invisível para o mercado. Tal fato acarreta em uma limitação de reconhecimento da interação entre sistemas econômicos e ecológicos da água.

Os resultados relatados nesta tese, baseados nos três artigos, permitem concluir que desenvolvimento sustentável, externalidades ambientais da atividade econômica e valoração econômico-ecológica são elementos da interação dos sistemas econômicos e ecológicos da água. Isso ocorre ao considerar que os sistemas econômicos estão totalmente contidos dentro dos sistemas ecológicos, aqui estudados com enfoque nos recursos hídricos. Essa perspectiva permite compreender as relações existentes entre esses sistemas e assim melhor descrevê-los, acompanhá-los e geri-los. Tais considerações foram pautadas pela Economia Ecológica, em que segundo Daly (2013), a economia vive do meio ambiente, em que existem limites físicos para o crescimento do sistema, ou subsistema, econômico, devido ao ecossistema que o contém ser finito.



## 5.1 IMPLICAÇÕES TEÓRICAS E PRÁTICAS

Neste tópico, apresenta-se visão mais ampla sobre as implicações desta tese para a literatura e a prática. Assim, quanto as perspectivas teóricas, os resultados evidenciados nos três estudos que compõem a tese permitiram corroborar com as pesquisas já realizadas sobre a temática abordada. Compreendendo que ocorrem interações entre sistemas econômicos e ecológicos (Georgescu-Roegen, 1976; Daly, 1997; Cavalcanti, 2010; Chechin & Veiga, 2010), os achados da tese reforçaram tal afirmativa.

As pesquisas realizadas para o desenvolvimento da tese permitiram aprofundamento acerca dos recursos hídricos e sua interação com os sistemas econômicos. De acordo com Arroyave, Builes e Rodríguez (2012), devido à importância das funções ambientais deste recurso natural na geração de bens e serviços, no econômico, no social e no cultural, todos os tipos de esforços acadêmicos, econômicos, técnicos, científicos, sociais, entre outros, devem ser considerados como estratégia para conservação e proteção do meio ambiente.

Destaca-se as contribuições obtidas pelos objetos utilizados nos três estudos. Sendo o primeiro representado pela visão macro de Austrália e Brasil que possuem distintas realidades hídricas. Após, tem-se o enfoque no setor agropecuário brasileiro, marcado pelo elevado e representativo consumo de água e participação na economia. E por fim, o estudo em uma companhia de águas e saneamento por meio de olhares e funções distintas de dentro da mesma.

Os achados da tese ainda expõem implicações que podem contribuir de forma prática. Destaca-se que as interações entre os sistemas econômicos e ecológicos da água abordados possibilitam uma melhor compreensão e gestão desse recurso natural, auxiliando na implementação de políticas públicas, garantindo que as decisões políticas sobre crescimento econômico, investimento social e gestão da água sejam cada vez mais sensíveis e fidedignos.

Além disso, tem-se a melhora no controle e reconhecimento dos recursos hídricos por meio da abordagem da valoração dos recursos hídricos de forma a refletir sobre a contabilização desse capital natural, em que a contabilidade ambiental corrobora mensurando estoques e fluxos da água além da sua quantificação física apenas pelo seu consumo e descarte. Para Meraj, Singh, Kanga e Islam (2021), estudos acerca dessa temática fornecem aos pesquisadores, gestores de recursos e tomadores de decisão o desenvolvimento de uma compreensão holística dos fundamentos das avaliações de serviços ecossistêmicos.

Ressalta-se ainda a convergência com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas que possui 17 objetivos para alcance até 2030, com destaque ao de número 6

referente à água potável e saneamento. Este objetivo tem como intuito garantir a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos, em que reconhece que serão necessários métodos, ferramentas e diferentes abordagens para alcançar as metas de acesso universal ao saneamento. Quanto as metas definidas no ODS 6, entende-se que esta tese corrobora com as seguintes: implementação da gestão integrada dos recursos hídricos, inclusive via cooperação transfronteiriça; aumento da eficiência do uso da água em todos os setores e asseguarção de retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água; e, apoio e fortalecimento da participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento (United Nations, 2022).

## 5.2 LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES PARA ESTUDOS FUTUROS

Esta tese apresentou limitações no seu desenvolvimento que podem auxiliar posteriormente novas pesquisas. De tal modo, este estudo se limita as análises da autora com base em dados extraídos de fontes secundárias e entrevistas. Outra limitação decorre da escolha temática envolvendo os recursos hídricos, em que foi direcionado pelo contexto proposto da Economia Ecológica.

Compreende-se como limitações da pesquisa a abrangência e diversidade física, social e econômica das diferentes regiões do Brasil, em que as análises e discussões realizadas consideram tais fatos. Tem-se também o período analisado como limitante, devido a restrição de disponibilidade dos dados referentes as contas da água. No entanto, entende-se que os achados não são comprometidos pela questão temporal, de forma que as análises macro efetuadas possuem relevância e representatividade atual, assim como a divergência entre os países, por entender que não são realizados comparativos entre eles e sim a análise de cada realidade. Sugere-se como pesquisas futuras a identificação de outros setores que possuem impactos significativos no uso de recursos hídricos e em indicadores econômicos, como o setor industrial e o uso doméstico deste recurso.

Ressalta-se ainda como limitações da pesquisa a análise de duas percepções sobre a valoração de uma companhia de águas e saneamento em um dado momento. No entanto, esta escolha decorreu da possibilidade de maior aprofundamento e imersão nas análises. Sugere-se como pesquisas futuras a realização da pesquisa por meio de uma abordagem quantitativa, com aumento da amostra. Assim como a análise da percepção da valoração econômico-ecológica da água em empresas e/ou residências atendidas pela Companhia investigada.

Como limitações gerais, identificam-se as escolhas teóricas e metodológicas realizadas para o desenvolvimento da pesquisa. Por fim, sugere-se a identificação de outras interações entre os sistemas ecológicos e econômicos da água, como estudos acerca das águas virtuais e o aprofundamento em sistemas socioeconômicos.

## REFERÊNCIAS DA TESE

- Abers, R. N., & Jorge, K. D. (2005). Descentralização da gestão da água: por que os comitês de bacia estão sendo criados? *Ambiente & Sociedade*, 8(2), 1-26.
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. (2018). Contas econômicas ambientais da água no Brasil, 2013–2015. Brasília, DF, 60, 1-8.
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. (2020a). *Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil*. Brasília, DF, 132p.
- Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA. (2020b). *Contas Econômicas Ambientais da Água no Brasil 2013 - 2017*. Brasília, DF, 16p.
- Amorim, O. A. (2016). A crise política brasileira de 2015-2016: diagnóstico, sequelas e profilaxia. *Relações Internacionais*, (52).
- Araya, F., Osman, K., & Faust, K. M. (2020). Perceptions versus reality: Assessing residential water conservation efforts in the household. *Resources, Conservation and Recycling*, 162, 105020.
- Arroyave, J. A., Builes, L. A., & Rodríguez, E. M. (2012). La gestión socio-ambiental y el recurso hídrico. *Journal of Engineering and technology*, 1(1).
- Australian Bureau Statistics. (2021). *Water Account Australia*. <<https://www.abs.gov.au/statistics/environment/environmental-management/water-account-australia/2019-20>>. Recuperado em 18 de fevereiro de 2022.
- Azevedo, E. P. R. S., de Lima, A. C. S., & de Freitas, M. A. L. (2020). Análise da relação entre o produto interno bruto e o valor adicionado dos estados brasileiros no período de 2010 a 2014. *RAGC*, 8(37).
- Baltagi, B. H. (2001). *Econometrics analysis of panel data*. 2 ed. Chichester, UK: Wiley & Sons.
- Bardin, L. (2010). *Análise de conteúdo*. 4. ed. Lisboa: Edições 70.
- Berger, M., Campos, J., Carolli, M., Dantas, I., Forin, S., Kosatica, E., ... & Semmling, E. (2021). Advancing the water footprint into an instrument to support achieving the SDGs—recommendations from the “Water as a Global Resources” research initiative (GRoW). *Water resources management*, 35(4), 1291-1298.

- Bergh, J. C. (2014). Sustainable development in ecological economics. In Handbook of sustainable development (pp. 41-54). Edward Elgar Publishing.
- Blomquist W, Dinar A., & Kemper, K. (2005). Comparison of Institutional Arrangements for River Basin Management in Eight Basins. *Policy Research Working Paper*, 3636.
- Bojanic, H. A. (2017). The rapid agricultural development of Brazil in the last 20 years. *EuroChoices*, 16(1), 5-10.
- Borba, S., & Mercante, M. (2001). Pressupostos teóricos para a promoção da participação social no processo de gestão de recursos hídricos em Mato Grosso do Sul. In *IV Congresso Nacional de Recursos Hídricos. Anais...* Foz do Iguaçu-PR.
- Boulding, K. E. (1966). The economics of the coming spaceship earth. In: Environmental quality in a growing economy. Baltimore: Resources for the Future; Johns Hopkins University Press, H. Janet Ed.
- Breuer, A., Janetschek, H., & Malerba, D. (2019). Translating sustainable development goal (SDG) interdependencies into policy advice. *Sustainability*, 11(7), 2092.
- Buchs, A., Calvo-Mendieta, I., Petit, O., & Roman, P. (2021). Challenging the ecological economics of water: Social and political perspectives. *Ecological Economics*, 190, 107176.
- Burrell, G., & Morgan, G. (1979). Sociological paradigms and organizational analysis. London: *Heineman*.
- Cadamuro, R. D., Viancelli, A., Michelon, W., Fonseca, T. G., Mass, A. P., Krohn, D. M. A., ... & Fongaro, G. (2021). Enteric viruses in lentic and lotic freshwater habitats from Brazil's Midwest and South regions in the Guarani Aquifer area. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(24), 31653-31658.
- Campos, V, N, G., & Fracalanza, A. P. (2010). Governança de águas no Brasil: conflitos pela apropriação da água e a busca da integração como consenso. *Revista Ambiente & Sociedade*, 18(2), 365-382.
- Caparas, M., Zobel, Z., Castanho, A. D., & Schwalm, C. R. (2021). Increasing risks of crop failure and water scarcity in global breadbaskets by 2030. *Environmental Research Letters*, 16(10), 104013.
- Carmo, R. L. D., Ojima, A. L. R. D. O., Ojima, R., & Nascimento, T. T. D. (2007). Água virtual, escassez e gestão: o Brasil como grande "exportador" de água. *Ambiente & sociedade*, 10, 83-96.

- Cavalcanti, C. (2004). Uma tentativa de caracterização da economia ecológica. *Ambiente & Sociedade*, 7(1), 149-156.
- Cechin, A. D., & Veiga, J. E. D. (2010). A economia ecológica e evolucionária de Georgescu-Roegen. *Brazilian Journal of Political Economy*, 30(3), 438-454.
- Chalmers, K., Godfrey, J.M. & Lynch, B. (2012), “Regulatory theory insights into the past, present and future of general purpose water accounting standard setting”. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 25(6), 1001-1024.
- Chen, W., Kang, J. N., & Han, M. S. (2021). Global environmental inequality: Evidence from embodied land and virtual water trade. *Science of the Total Environment*, 783, 146992.
- Cherkauer, K. A., Bowling, L. C., Byun, K., Chaubey, I., Chin, N., Ficklin, D. L., ... & Williamson, T. N. (2021). Climate change impacts and strategies for adaptation for water resource management in Indiana. *Climatic Change*, 165(1), 1-20.
- Common, M., & Perrings, C. (1992). Towards an ecological economics of sustainability. *Ecological economics*, 6(1), 7-34.
- Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN. (2021). CASAN investe na aquisição de bombas para poços da Região Oeste. <<https://www.casan.com.br/noticia/index/url/casan-investe-na-aquisicao-de-bombas-para-pocos-da-regiao-oeste#0>>. Recuperado em 09 de agosto de 2022.
- Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN. (2022a). Lagoa da Conceição. <<https://www.casan.com.br/noticia/index/url/lagoa-da-conceicao#0>>. Recuperado em 09 de agosto de 2022.
- Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN. (2022b). Objetivos do Desenvolvimento Sustentável: CASAN recebe Selo Signatário 2022. <<https://casan.com.br/noticia/index/url/objetivos-do-desenvolvimento-sustentavel-casan-recebe-selo-signatario-2022#0>>. Recuperado em 13 de agosto de 2022.
- Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN. (2022c). Relatório Anual das Demonstrações Contábeis de 2021. <[https://www.casan.com.br/ckfinder/userfiles/images/Noticias\\_Conteudo/Balan%C3%A7o%20CASAN%20DC%20-%20Final.pdf](https://www.casan.com.br/ckfinder/userfiles/images/Noticias_Conteudo/Balan%C3%A7o%20CASAN%20DC%20-%20Final.pdf)>. Recuperado em 09 de agosto de 2022.
- Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN. (2022d). Relatório Anual de Sustentabilidade de 2021. <<https://ri.casan.com.br/wp-content/uploads/2022/08/Relat%C3%B3rio-de-Sustentabilidade-CASAN-2021.pdf>>. Recuperado em 09 de agosto de 2022.

- Costa Oreiro, J. L. (2012). Novo-desenvolvimentismo, crescimento econômico e regimes de política macroeconômica. *Estudos avançados*, 26(75), 29-40.
- Costanza, R. (1991). Ecological economics: a research agenda. *Structural Change and Economic Dynamics*, 2(2), 335-357.
- Costanza, R., Cumberland, J., Daly, H., Goodland, R., & Norgaard, R. (1997a). An Introduction to ecological economics. St Lucie Press. FL, USA.
- Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., ... & Van Den Belt, M. (1997b). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387(6630), 253-260.
- Couceiro, S. R. M., & Hamada, N. (2011). Os instrumentos da política nacional de recursos hídricos na região norte do Brasil. *Oecologia Australis*, 15(4), 762-774.
- Croci, E., Lucchitta, B., & Penati, T. (2021). Valuing ecosystem services at the urban level: a critical review. *Sustainability*, 13(3), 1129.
- Cunha, J. V. A. D., Ribeiro, M. D. S., & Santos, A. D. (2005). A demonstração do valor adicionado como instrumento de mensuração da distribuição da riqueza. *Revista Contabilidade & Finanças*, 16 (37), 7-23.
- Daily, G. C., Söderqvist, T., Aniyar, S., Arrow, K., Dasgupta, P., Ehrlich, P. R., ... & Walker, B. (2000). The value of nature and the nature of value. *Science*, 289(5478), 395-396.
- Daly, H. (1973). *Towards a Steady State Economy*. San Francisco: W.H. Freeman & Co, 1973.
- Daly, H. (1997). *Beyond Growth*. San Francisco: *Freeman*.
- Daly, H. (2004). Crescimento sustentável? Não, obrigado. *Ambiente & Sociedade*, 7(2), 197-202.
- Daly, H. (2013). *Ecological economics and sustainable development: Selected Essays of Herman Daly*. *Edward Elgar Publishing*. <https://doi.org/10.4337/9781847206947>.
- Daly, H., & Farley, J. (2011). *Ecological economics: principles and applications*. Island press.
- Egan, M. (2014). Making water count: water accountability change within an Australian university. *Accounting, Auditing & Accountability Journal*, 27(2), 259-282.
- Ekins, P. (1992) Sustainability first. In Ekins, P. and Max-Neef, M., editors, *Real life economics: under-standing wealth creation*, London: Routledge, 412–22.

- Embrapa. (2018). *Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira*. Brasília, DF: Embrapa, 212p.
- Fasakhodi, A., Nouri, S., & Amini, M. (2010). Water resources sustainability and optimal cropping pattern in farming systems: A multi-objective fractional goal programming approach. *Water Resources Management*, 24, 4639–4657.
- Feitosa, R. C. (2017). Emissários submarinos de esgotos como alternativa à minimização de riscos à saúde humana e ambiental. *Ciência & Saúde Coletiva*, 22, 2037-2048.
- Fleischmann, A. S., Papa, F., Fassoni-Andrade, A., Melack, J. M., Wongchuig, S., Paiva, R. C. D., & Collischonn, W. (2022). How much inundation occurs in the Amazon River basin?. *Remote Sensing of Environment*, 278.
- Finkler, N. R., Mendes, L. A., Bortolin, T. A., & Schneider, V. E. (2015). Cobrança pelo uso da água no Brasil: uma revisão metodológica. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 33.
- Franzke, C. L. (2021). Towards the development of economic damage functions for weather and climate extremes. *Ecological Economics*, 189, 107172.
- Garcia, F. J. M. (1996). Análisis de estados contables: comentarios y ejercicios. *Madrid: Pirámide*.
- Garcia, J. R. (2012). Valoração, cobrança pelo uso da água e a gestão das bacias hidrográficas do Alto Iguaçu e afluentes do Alto Ribeira: uma abordagem econômico- ecológica. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Economia. Campinas, SP, Brasil.
- Garcia, J.R.; Vieira, J.E.R. (2014). Reflexões sobre o papel da política agrícola brasileira para o desenvolvimento sustentável. *Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada/IPEA*, Brasília.
- Gelain, J. G.; Almeida, A. N. (2018). Análise do custo-benefício da exportação de água virtual no setor agropecuário brasileiro. *Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos Regionais e Urbanos*, Caruaru - PE.
- Georgescu-Roegen, N. (1976). *Energy and Economic Myths*. New York: *Permagon Press*.
- Getirana, A., Libonati, R., & Cataldi, M. (2021). Brazil is in water crisis—it needs a drought plan. *Nature*, 600.
- Gil, A. C. (2012). Métodos e técnicas de pesquisa social. *Atlas*, 6 ed.
- Global Water Partnership - GWP. (2012). Increasing water security – a development imperative. *Perspective paper. Stockholm, Sweden: GWP*.



- Godoy, A. S. (1995). Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. *Revista de Administração de Empresas*, 35(2), 57-63.
- Goetz, M. K. (2014). Perception and the value of water: It's all relative. *Journal-American Water Works Association*, 106(6), 62-65.
- Gómez-Baggethun, E., De Groot, R., Lomas, P. L., & Montes, C. (2010). The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. *Ecological economics*, 69(6), 1209-1218.
- Hansen, D. R., & Mowen, M. M. (2001). *Gestão de Custos: Contabilidade e Controle*. São Paulo: Thomson.
- Häyhä, T., & Franzese, P. P. (2014). Ecosystem services assessment: A review under an ecological-economic and systems perspective. *Ecological Modelling*, 289, 124-132.
- Hensher, M. (2020). Incorporating environmental impacts into the economic evaluation of health care systems: Perspectives from ecological economics. *Resources, Conservation and Recycling*, 154, 104623.
- Hoekstra, A. Y. (2003). Virtual water trade: proceedings of the international expert meeting on virtual water trade. *Value of Water Research Report Series*, 12.
- Hoekstra, A. Y. (2008). Human appropriation of natural capital: a comparison of ecological footprint and water footprint analysis. *Ecological Economics*. doi: 10.1016/j.ecolecon.2008.06.021
- Hoekstra, A. Y. (2017). Water footprint assessment: evolvment of a new research field. *Water Resources Management*, 31(10), 3061-3081.
- Hoekstra, A. Y., & Chapagain, A. K. (2006). Water footprints of nations: Water use by people as a function of their consumption pattern. *Water and Resource Management*, 21, 35-48.
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). *The water footprint assessment manual*. 1.ed. London: Water Footprint Network, 224p.
- Hoekstra, A. Y., & Huang, P. Q. (2002) Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. *Value of water research report series*. *Institute for Water Education*. Holanda: UNESCO- IHE, 66.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2020a). *Contas Econômicas Ambientais – Tabelas*. <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/contas-nacionais/20207->

contas-economicas-ambientais-da-agua-brasil.html?=&t=resultados>. Recuperado em 11 de fevereiro de 2022.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2020b). *Contas Econômicas Ambientais da Água*. <[https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101710\\_notas\\_tecnicas.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101710_notas_tecnicas.pdf)>. Recuperado em 11 de fevereiro de 2022.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. (2021). Levantamento Sistemático da Produção Agropecuária. <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/valor-bruto-da-producao-agropecuaria-vbp>>. Recuperado em 28 de janeiro de 2022.

Jena, N. R., & Sethi, N. (2021). Determinants of foreign exchange reserves in Brazil: An empirical investigation. *Journal of Public Affairs*, 21(2), e2216.

Jury, W. A., & Vaux Jr, H. J. (2007). The emerging global water crisis: managing scarcity and conflict between water users. *Advances in agronomy*, 95, 1-76.

Kendall, M. (2013). *Drought and its role in shaping water policy in Australia*. In *Drought in arid and semi-arid regions* (pp. 451-467). Springer, Dordrecht.

Khan, S. (2008). Managing climate risks in Australia: options for water policy and irrigation management. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 48(3), 265-273.

Khan, Z., Linares, P., & García-González, J.. (2017). Integrating water and energy models for policy driven applications. A review of contemporary work and recommendations for future developments. *Renew Sust. Energ. Rev.* 67, 1123–1138.

Khan, W. A., Ali, S., & Shah, S. A. (2022). Water Pollution: Sources and Its Impact on Human Health, Control and Managing. *Journal of International Cooperation and Development*, 5(1), 69-69.

Kirilchuk, I., Rykunova, V., & Panskov, V. (2018). Indicators of sustainable development as indicators of ecological-economic safety. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM*, 18(5.3), 491-498.

Lanna, A. E. (1995) Estudos para cobrança pelo uso de água bruta no estado do Ceará: simulação tarifária para a bacia do Rio Curu. Fortaleza: COGERH.

Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*.

- Lindhe, A.; Rosén, L.; Norberg, T.; Bergstedt, O. (2009). Fault tree analysis for integrated and probabilistic risk [SEP]analysis of drinking water systems. *Water Res.*, 43, 1641–1653.
- Liu, L., & Jensen, M. B. (2018). Green infrastructure for sustainable urban water management: Practices of five forerunner cities. *Cities*, 74, 126-133.
- Liu, Y., Du, J., Ding, B., Liu, Y., Liu, W., Xia, A., ... & Wang, Y. (2022). Water resource conservation promotes synergy between economy and environment in China's northern drylands. *Frontiers of Environmental Science & Engineering*, 16(3), 1-12.
- Lopes, T. R., Zolin, C. A., Mingoti, R., Vendrusculo, L. G., de Almeida, F. T., de Souza, A. P., ... & Uliana, E. M. (2021). Hydrological regime, water availability and land use/land cover change impact on the water balance in a large agriculture basin in the Southern Brazilian Amazon. *Journal of South American Earth Sciences*, 108, 103224.
- Ma, J.; Hoekstra, A. Y., Wang, H., Chapagain, A. K., & Wang, D. (2006). Virtual versus real water transfers within China. *Philosophical Transactions of the Royal Society: Biological Sciences*, 361, 835-842.
- Maracajá, K. F. B. (2020). Nacionalização dos recursos hídricos: um estudo exploratório da pegada hídrica no Brasil. *Qualitas Revista Eletrônica*, 20(3), 39-54.
- Marconi, M. A., & Lakatos, E. M. (2010). Fundamentos de metodologia científica. *Atlas*, 7 ed.
- Marengo, J. A., Tomasella, J., & Nobre, C. A. (2017). Climate change and water resources. *Waters of Brazil*, 171-186.
- Marques, R. V., Rocha, M. B., & Johnsson, R. M. F. (2020). Crise hídrica de 2014-2015 no Sudeste do Brasil: análise nas Revistas Scientific American Brasil e Veja. *Revista Ciências & Ideias*, 11(1), 49-67.
- Martinez-Alier, J., & Schlüpmann, K. (2015). Economia ecológica. *International Encyclopedia of the Social and Behavioral Sciences*, 851-864.
- Mekonnen, M. M., & Gerbens-Leenes, W. (2020). The water footprint of global food production. *Water*, 12(10), 2696.
- Meraj, G., Singh, S. K., Kanga, S., & Islam, M. (2021). Modeling on comparison of ecosystem services concepts, tools, methods and their ecological-economic implications: A review. *Modeling Earth Systems and Environment*, 1-20.

- McKay, J.M. (2011). Australian water allocation plans and the sustainability objective — conflicts and conflict-resolution measures. *Hydrological Sciences Journal*, 56 (4), 615–629.
- Millington, N. (2018). Producing water scarcity in São Paulo, Brazil: The 2014-2015 water crisis and the binding politics of infrastructure. *Political Geography*, 65, 26-34.
- Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR. (2019). Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgoto de 2018. < [http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2018/Diagnostico\\_AE2018.pdf](http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2018/Diagnostico_AE2018.pdf) >. Recuperado em 19 de abril de 2022.
- Ministério do Desenvolvimento Regional – MDR. (2022). Plano Nacional dos Recursos Hídricos. <<https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/o-pnrh>>. Recuperado em 19 de abril de 2022.
- Montoya, M. A. (2020). A pegada hídrica da economia brasileira e a balança comercial de água virtual: uma análise insumo-produto. *Economia Aplicada*, 24(2), 215-248.
- Morais, J. L. M., Fadul, É., & Cerqueira, L. S. (2018). Limites e desafios na gestão de recursos hídricos por comitês de bacias hidrográficas: um estudo nos estados do nordeste do Brasil. *REAd - Revista Eletrônica de Administração (Porto Alegre)*, 24, 238-264.
- Motta, R. S. (1997). Indicadores ambientais no Brasil: aspectos ecológicos, de eficiência e distributivos. Ipea, Rio de Janeiro.
- Mussoi, A., & van Bellen, H. M. (2010). Evidenciação ambiental: uma comparação do nível de evidenciação entre os relatórios de empresas brasileiras. *Revista de Contabilidade e Organizações*, 4(9), 55-78.
- Nadeau, R. L. (2015). The unfinished journey of ecological economics. *Ecological Economics*, 109, 101-108.
- Nascimento, N. V., Galdino, S. M., da Gama Mota, T. L. N., de Sousa, J. L. C., & Machado, R. S. (2021). O uso das pegadas hídricas na agricultura do Brasil. *Research, Society and Development*, 10(1).
- National Development Plan 8. (1997). Ministry of Finance and Development Planning. *Government Printer*, Gaborone, Botswana.
- National Development Plan 11. (2016). Government of Botswana. *Government Printer*, Gaborone, Botswana.

- Ngene, B. U., Nwafor, C. O., Bamigboye, G. O., Ogbiye, A. S., Ogundare, J. O., & Akpan, V. E. (2021). Assessment of water resources development and exploitation in Nigeria: A review of integrated water resources management approach. *Heliyon*, 7(1).
- NWC. (2017). Australian Water Markets Report. <[https://daff.ent.sirsidynix.net.au/client/en\\_AU/search/asset/1027108/2](https://daff.ent.sirsidynix.net.au/client/en_AU/search/asset/1027108/2)>. Recuperado em 05 de outubro de 2020.
- Oliveira, E. (2017). Economia verde, economia ecológica e economia ambiental: uma revisão. *Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade*, 13(6).
- Oliveira, I. G., & da Costa, S. M. F. (2017). Análise da percepção ambiental dos moradores de área de várzea urbana de uma pequena cidade do estuário do Rio Amazonas. *Paisagem e Ambiente*, (40), 151-167.
- Otoch, B. C., Studart, T., Campos, J. N. B., & Portela, M. (2019). Gestão de Recursos Hídricos em Regiões Semiáridas e a Dependência da Trajetória Institucional: Nordeste Brasileiro e Austrália. *Recursos Hídricos*, 40(1).
- Palhares, J. CP. (2014). Pegada hídrica de suínos e o impacto de estratégias nutricionais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi*, 18(5).
- Paula, L. F. D., & Pires, M. (2017). Crise e perspectivas para a economia brasileira. *Estudos avançados*, 31, 125-144.
- Pavan, L. S. (2018). Economia Ecológica. *Atena Editora*, Ponta Grossa – PR.
- Pearce, D. (1992). The practical implications of sustainable development. In Ekins, P. and Max-Neef, M., editors, *Real life economics: understanding wealth creation*, London: Routledge, 403–11.
- Pearce, D. & Turner, R. (1991). Economics of Natural Resources and the Environment/D.W. Pearce, R.K. Turner. *Am. J. Agricultural Economics*, 73, 100–110.
- Pinto-Coelho, R. M.; Havens, K. (2016). Gestão de Recursos Hídricos em tempos de crise. Porto Alegre: *Artmed*, 228 p.
- Pinto, A. L., & Ribeiro, M. D. S. (2004). Balanço social: avaliação de informações fornecidas por empresas industriais situadas no estado de Santa Catarina. *Revista contabilidade & finanças*, 15 (36), 21-34.

- Pinto, N. M. C., & Leão, M. M. D. (2005). Produção mais limpa na indústria têxtil de acabamento de malhas: uso da água. In: Saneamento Ambiental Brasileiro: Utopia ou realidade?. ABES, 1(10).
- Plano Nacional de Recursos Hídricos. (2020). Informe de implementação das prioridades e metas para 2016-2020/21. < [https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/Pag\\_02\\_Informe\\_Prioridades\\_PNRH\\_2016\\_2020.pdf](https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/plano-nacional-de-recursos-hidricos-1/Pag_02_Informe_Prioridades_PNRH_2016_2020.pdf) >. Recuperado em 05 de junho de 2021.
- Porto, M. F. A. & Porto, R. L. L. (2008). Gestão de bacias hidrográficas. *Estudos Avançados*, 22(63), 43-60.
- Prabhu, R., Colfer, C. J. P., & Dudley, R. G. (1999). Guidelines for developing, testing and selecting criteria and indicators for sustainable forest management. *Toolbox Series*, n. 1. Indonesia: CIFOR.
- Quiggin, J. (2007). Issues in Australian water policy. Australian Chief Executive: *Official Journal of the Committee for Economic Development of Australia*, (Feb 2007), 38-47.
- Radcliffe, J. C. (2018). The water energy nexus in Australia—the outcome of two crises. *Water-Energy Nexus*, 1(1), 66-85.
- Radcliffe, J. C., & Page, D. (2020). Water reuse and recycling in Australia—history, current situation and future perspectives. *Water Cycle*, 1, 19-40.
- Rahm, D., Swatuk, L., & Matheny, E. (2006). Water resource management in Botswana: Balancing sustainability and economic development. *Environment, Development and Sustainability*, 8(1), 157-183.
- Resende, G. M. (2011). Multiple dimensions of regional economic growth: The Brazilian case, 1991– 2000. *Papers in Regional Science*, 90(3), 629-662.
- Resende, M. A., de Araújo, F. A., da Silva, A. S., & de Souza Barros, E. (2011). Precificação da água e eficiência técnica em perímetros irrigados: uma aplicação da função insumo distância paramétrica. *Estudos Econômicos (São Paulo)*, 41(1), 143-172.
- Rizal, A., Sahidin, A., & Herawati, H. (2018). Economic value estimation of mangrove ecosystems in Indonesia. *Biodiversity International Journal*, 2(1), 98-100.
- Rodrigues, M. L., Malheiros, T. F., Fernandes, V., & Dagostin Darós, T. (2012). A percepção ambiental como instrumento de apoio na gestão e na formulação de políticas públicas ambientais. *Saúde e sociedade*, 21, 96-110.

- Rolemberg, P. (2022). Desastre na Lagoa da Conceição completa um ano de poucas respostas e muitos danos. <<https://ndmais.com.br/meio-ambiente/desastre-na-lagoa-da-conceicao-completa-um-ano-de-poucas-respostas-e-muitos-danos/>>. Recuperado em 13 de agosto de 2022.
- Romeiro, A. R. (2003). Economia ou economia política da sustentabilidade. Rio de Janeiro: *EcoEco & Editora Campus*.
- Romeiro, A. R., & Andradre, D. C. (2009). Valoração econômico-ecológica de recursos naturais. *Gestión y Ambiente*, 12(3), 21-36.
- Røpke, I., 2004. The early history of modern ecological economics. *Ecological Economics*. 50, 293–314.
- Røpke, I., 2005. Trends in the development of ecological economics from the late 1980s to the early 2000s. *Ecological Economics*. 55, 262–290.
- Rosa, A. H., Fraceto, L. F., & Moschini-Carlos, V. (2012). Meio ambiente e sustentabilidade. Porto Alegre: *Bookman*.
- Rudenko, I. et al. (2013) The added value of a water footprint approach: Micro-and macroeconomic analysis of cotton production, processing and export in water bound Uzbekistan. *Global and planetary change*, 110, 143-151.
- Sadoff, C. W., Borgomeo, E., & Uhlenbrook, S. (2020). Rethinking water for SDG 6. *Nature Sustainability*, 3(5), 346-347.
- Santos, M. E. P., Moraes, L. R. S., & Rossi, R. A. (2013). Água como direito e como mercadoria: os desafios da política. *Bahia Analise & Dados*, 23, 437-459.
- Santos, R. F., & Rodrigues, M. G. (2010). Dilemas no crescimento econômico sustentável. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 1(1), 5-15.
- Schyns, J. F., & Hoekstra, A. Y. (2014). The added value of water footprint assessment for national water policy: a case study for Morocco. *PLoS One*, 9 (6), e99705.
- Schyns, J. F., Hoekstra, A. Y., Booij, M. J., Hogeboom, R. J., & Mekonnen, M. M. (2019). Limits to the world's green water resources for food, feed, fiber, timber, and bioenergy. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(11), 4893-4898.
- Setlhogile, T., Arntzen, J., & Pule, O. B. (2017). Economic accounting of water: The Botswana experience. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 100, 287-295.

- Shields, D., Solar, S., & Martin, W. (2002). The role of values and objectives in communicating indicators of sustainability. *Ecological Indicator*, 2(1-2), 149-160.
- Sillery, A. (1974). *Botswana: A Short Political History*. London: Methuen and Co Ltd.
- Silva, C. D. O. F., Putti, F. F., & Manzione, R. L. (2021). Panorama da evolução da agricultura irrigada no sudeste do Brasil entre 2006 e 2017. *Irriga*, 1(3), 446-457.
- Silva, R. C. D., Tognoli, F. M. W., Reginato, P. A. R., Salvadoretti, P., & Souza, L. V. D. (2021). Hydrogeological compartmentalization and connection of the Guarani (GAS) and Serra Geral (SGAS) aquifer systems from a multiscale perspective: a case study in southern Brazil. *Brazilian Journal of Geology*, 51.
- Silva, V. P. R. *et al.* (2013). Uma medida de sustentabilidade ambiental: Pegada hídrica. *R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental*, 17(1), 100-105.
- Sneddon, C. S. (2000). 'Sustainability' in ecological economics, ecology and livelihoods: a review. *Progress in human geography*, 24(4), 521-549.
- Solow, R. (1974). The economics of resources or the resources of economics. *American Economic Review*, 64 (2), 1-14.
- Sousa, W., Baldwin, C., Camkin, J., Fidelman, P., Silva, O., Neto, S., & Smith, T. F. (2016). Water: Drought, crisis and governance in Australia and Brazil. *Water*, 8(11), 493.
- Souza, F. P., & Pertel, M. (2020). Complexidades para a aplicação dos aspectos normativos para a gestão de recursos hídricos no Brasil. *Exatas & Engenharias*, 10(27), 70-82.
- Stake, R. E. (2011). Qualitative research and case study. *Silpakorn Educational Research Journal*, 3(1-2), 7-13.
- Sukhdev, P.; Wittmer, H.; Schröter-Schlaack, C.; Neßhöver, C.; Bishop, J.; Ten Brink, P.; Gundimeda, H.; Kumar, P.; Simmons, B. (2010). *Mainstreaming the Economics of Nature: A Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB*; UNEP: Nairobi, Kenya.
- Sutton, P. C., Anderson, S. J., Costanza, R., & Kubiszewski, I. (2016). The ecological economics of land degradation: Impacts on ecosystem service values. *Ecological Economics*, 129, 182-192.
- System of Environmental Economic Accounting - SEEA. (2022). *Knowledge Base*. < <https://seea.un.org/content/knowledge-base> >. Recuperado em 10 de março de 2022.



- Tomasoni, M. A., Pinto, J. E. S., & Silva, H. P. (2009). A questão dos recursos hídricos e as perspectivas para o Brasil. *GeoTextos*, 5(2).
- Unicef. (2021). Reimagining WASH Water security for all. <<https://www.unicef.org/media/95241/file/water-security-for-all.pdf>>. Recuperado em 09 de junho de 2021.
- UN-Water. (2021). Summary Progress Update 2021 – SDG 6 – water and sanitation for all. Version: July 2021. Geneva, Switzerland.
- United Nations. (1987). Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future. <<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5987our-common-future.pdf>>. Recuperado em 08 de novembro de 2021.
- United Nations. (2022). Sustainable Development Goals – Goals 6 Water and Sanitation. <<https://sdgs.un.org/goals/goal6>>. Recuperado em 14 de agosto de 2022.
- Usman, M., & Balsalobre-Lorente, D. (2022). Environmental concern in the era of industrialization: Can financial development, renewable energy and natural resources alleviate some load?. *Energy Policy*, 162, 112780.
- Vanham, D. (2016). Does the water footprint concept provide relevant information to address the water–food–energy–ecosystem nexus?. *Ecosystem services*, 17, 298-307.
- Veiga, L. B. E., & Magrini, A. (2013). The Brazilian water resources management policy: Fifteen years of success and challenges. *Water Resources Management*, 27(7), 2287-2302.
- Water Accounting Standards – WAS. (2022). Water Accounting Standards – Australian Government Bureau of Meteorology. <<http://www.bom.gov.au/water/standards/wasb/index.shtml>>. Recuperado em 29 de março de 2022.
- World Bank. (2022). *Metadata Glossary*. <<https://databank.worldbank.org/metadataglossary/world-development-indicators/series/NV.IND.MANF.ZS>>. Recuperado em 08 de março de 2022.
- World Bank. (2022). *World Bank national accounts data and OECD National Accounts data files*. <<https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.MKTP.CD?end=2021&start=2021&view=map&year=2020>>. Recuperado em 28 de maio de 2022.
- World Resources Institute. (2019). Water Stress Ranking. <<https://www.wri.org/insights/17-countries-home-one-quarter-worlds-population-face-extremely-high-water-stress>>. Recuperado em 05 de agosto de 2020.

- World Water Council. (2016). Water Crisis. <<http://www.worldwatercouncil.org/library/archives/water-crisis/>>. Recuperado em 26 Novembro 2019.
- WHO/UNICEF. (2001). WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme for WaterSupply and Sanitation Coverage Estimates 1980-2000: Access to Improved Sanitation. Botswana: WHO.
- Wu, X. D., Guo, J. L., Li, C. H., Shao, L., Han, M. Y., & Chen, G. Q. (2019). Global socio-hydrology: an overview of virtual water use by the world economy from source of exploitation to sink of final consumption. *Journal of Hydrology*, 573, 794-810.
- World Economic Forum. (2020). The Global Risks Report 2020. World Economic Forum. <<https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2020>>. Recuperado em 11 de novembro de 2021.
- Yin, RK (2017). Pesquisa e aplicações de estudo de caso: Design e métodos. Publicações Sage.
- Young, R. A. (2010). Determining the economic value of water: concepts and methods. Routledge.
- Zago, V. C. P. (2007). A valoração econômica da água - uma reflexão sobre a legislação de gestão dos recursos hídricos do Mato Grosso do Sul. *Revista Internacional de Desenvolvimento Local*, 8(1), 27-32.
- Zahoor, S. A., Ahmad, S., Ahmad, A., Wajid, A., Khaliq, T., Mubeen, M., ... & Nasim, W. (2019). Improving water use efficiency in agronomic crop production. *Agronomic crops*, 13-29

