



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO E REGULAÇÃO DE
RECURSOS HÍDRICOS

RENATO MARTINIANO AYRES LINS

**ESTUDO COMPARATIVO DA REGULAMENTAÇÃO DE GESTÃO
DO CICLO DAS ÁGUAS URBANAS ENTRE O BRASIL E AUSTRÁLIA:
UMA ABORDAGEM PELO WSUD (*WATER SENSITIVE URBAN DESIGN*)**

Recife

2018

RENATO MARTINIANO AYRES LINS

**ESTUDO COMPARATIVO DA REGULAMENTAÇÃO DE GESTÃO
DO CICLO DAS ÁGUAS URBANAS ENTRE O BRASIL E AUSTRÁLIA:
UMA ABORDAGEM PELO WSUD (*WATER SENSITIVE URBAN DESIGN*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Área de concentração: Regulação e Governança de Recursos Hídricos.

Orientador: Prof^o. Dr. Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral.

Recife

2018

Catálogo na fonte
Biblioteca Margareth Malta, CRB-4 / 1198

- L759e Lins, Renato Martiniano Ayres.
Estudo comparativo da regulamentação de gestão do ciclo das águas urbanas entre o Brasil e Austrália: uma abordagem pelo WSUD (*Water Sensitive Urban Design*) / Renato Martiniano Ayres Lins. – 2018.
132 folhas, fig., qds., grafs.
- Orientador: Prof. Dr. Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos, 2018.
Inclui Referências.
1. Engenharia Civil. 2. Gestão. 3. Regulamentação. 4. Águas urbanas. 5. Recife. 6. Melbourne. 7. WSUD. I. Cabral, Jaime Joaquim da Silva Pereira. (Orientador). II. Título.
- UFPE
- 624 CDD (22. ed.) BCTG/2019-14

RENATO MARTINIANO AYRES LINS

**ESTUDO COMPARATIVO DA REGULAMENTAÇÃO DE GESTÃO
DO CICLO DAS ÁGUAS URBANAS ENTRE O BRASIL E AUSTRÁLIA:
UMA ABORDAGEM PELO WSUD (*WATER SENSITIVE URBAN DESIGN*)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos.

Aprovada em: 04 de dezembro de 2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof^o. Dr. Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr.^a Sylvana Melo dos Santos (Examinadora Interna)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Mariana Buarque Ribeiro de Gusmão (Examinadora Externa)
Universidade Federal de Pernambuco

Dedico esse trabalho aos meus pais, meu irmão, minha esposa, minha filha e a toda minha família que, com muito amor, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que sempre guiou meus passos, todos os dias da minha vida.

Aos meus queridos pai, mãe e irmão, pelo amor incondicional.

Às minhas preciosas esposa e filha, que me dão força e alegria para continuar lutando pelos meus sonhos.

Aos meus bons amigos e familiares, por todo apoio.

Aos professores do curso, por todo conhecimento que me foi passado e em especial, ao professor Jaime Cabral, obrigado pela orientação e estímulos transmitidos, sempre de forma cordial e cuidadosa.

À professora Suzana Montenegro e ao professor Roberto Azevedo, por apoiarem minhas ideias e, principalmente, pela confiança em mim depositada.

Ao professor Alfredo Ribeiro, pela atenção e companheirismo.

Aos colegas discentes Ana Claudia, Gastão, Pedro, Camylla, Fábio, Lorena, Vanessa, e a todos mais não listados aqui, por dividirem essa experiência.

À professora Circe Monteiro e a toda equipe do INCITI, por acreditarem em caminhos inovadores para sustentabilidade hídrica em centros urbanos.

Ao professor Tony Wong e a toda equipe do CRC-WSUD, por proverem subsídios acerca do *Water Sensitive Urban Design* na Austrália.

Ao professor Jefferson Nascimento de Oliveira e a todos dos outros polos, por fazerem parte dessa história, por formarem a cooperação entre os estados brasileiros e tornarem possível equilibrar ações simultâneas e integradas de pesquisa científica, desenvolvimento tecnológico, educação ambiental e mobilização social, majoritariamente, voltadas à questão da gestão e regulação dos recursos hídricos, sendo esse um passo decisivo para sociedade como um todo.

À Agência Nacional de Águas (ANA), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), um muitíssimo obrigado por proporcionarem essa oportunidade de estudo em uma área tão importante para o progresso do Brasil.

Água que nasce na fonte serena do mundo
E que abre um profundo grotão
Água que faz inocente riacho e deságua na corrente do ribeirão
Águas escuras dos rios que levam a fertilidade ao sertão
Águas que banham aldeias e matam a sede da população
Águas que caem das pedras no véu das cascatas, ronco de trovão
E depois dormem tranquilas no leito dos lagos, no leito dos lagos

Água dos igarapés, onde lara, a mãe d'água é misteriosa canção
Água que o sol evapora, pro céu vai embora, virar nuvem de algodão
Gotas de água da chuva, alegre arco-íris sobre a plantação
Gotas de água da chuva, tão tristes, são lágrimas na inundação
Águas que movem moinhos são as mesmas águas que encharcam o chão
E sempre voltam humildes pro fundo da terra, pro fundo da terra

Terra, planeta água, Terra, planeta água, Terra, planeta água

Água que nasce na fonte serena do mundo
E que abre um profundo grotão
Água que faz inocente riacho e deságua na corrente do ribeirão
Águas escuras dos rios que levam a fertilidade ao sertão
Águas que banham aldeias e matam a sede da população
Águas que movem moinhos são as mesmas águas que encharcam o chão
E sempre voltam humildes pro fundo da terra, pro fundo da terra
Terra, planeta água, Terra, planeta água, Terra, planeta água

Terra, planeta água, Terra, planeta água, Terra planeta água.
(ARANTES, Guilherme, 1980)

RESUMO

Após a aprovação da Lei 9.433/97, a gestão e regulação dos recursos hídricos tem sido uma das questões mais importantes no Brasil. Em grandes cidades, a água exerce um importante papel hidrológico, ecológico e urbanístico na vida cotidiana, não se restringindo apenas aos eventos extremos. Sob condições naturais, opera em um ciclo de precipitação, infiltração, escoamento superficial e evaporação. No entanto, nas áreas urbanas este ciclo é perturbado e os cursos d'água estão cada vez mais estrangulados e degradados, afetando negativamente a recarga subterrânea e os estados qualitativo e quantitativo dos mananciais. No Brasil o problema ainda está basicamente no estágio do tratamento de esgoto, além do lixo gerado que acaba indo parar nos rios e riachos, exigindo a priorização regional de financiamentos em projetos de grande porte e a definição de políticas. Adicionalmente, os órgãos gestores ambientais e de recursos hídricos precisam de regulamentações específicas para aplicação, uma vez que, os métodos convencionais de gestão não têm sido suficientemente eficazes nos centros urbanos. Desta forma, requerer a cooperação internacional com o fim de cumprir parte nesta esfera é de extrema importância estratégica, com vistas a evitar repercussões prejudiciais sobre o meio ambiente e a obter os máximos benefícios sociais e econômicos para todos. De tal modo, similarmente ao Brasil, na Austrália os grandes centros urbanos se destacam como principais poluidores, mas, por outro lado, boa parte dos problemas relacionados ao abastecimento de água, tratamento de esgoto e controle quantitativo do escoamento na drenagem urbana foram resolvidos. Desta forma, a presente dissertação visou comparar a situação hídrica vivida na Austrália em relação ao Brasil, mais especificamente no âmbito das ações tomadas sobre a regulamentação para gestão de recursos hídricos em áreas urbanas e fazer um paralelo entre as cidades de Recife e Melbourne. Baseada nos termos da lei das águas australiana, a cidade de Melbourne segue o modelo proposto pelo *Water Sensitive Urban Design (WSUD)*, o qual propõe uma mudança de paradigma em relação à gestão das águas urbanas, onde todos os fluxos de água são considerados um recurso. Buscando-se, de forma holística, restaurar o ciclo hidrológico natural da região, ou mimetizar o máximo possível disso, contribuindo para segurança hídrica e equilíbrio dos subsistemas urbanos e conseqüentemente tornando as cidades mais resilientes a eventos extremos e

aumentando a qualidade de vida das populações urbanas. Por fim, propor estratégias de gestão do ciclo das águas urbanas usadas na Austrália que possam ser implementadas a realidade das cidades brasileiras. Uma vez que, a política brasileira está constantemente sendo debatida e os diversos atores buscando atender as diferentes características, realidades e culturas de cada região. Espera-se que o resultado deste trabalho sirva como orientação para aprimoramento de regulamentações ou como guia estratégico para gestão dos recursos hídricos em áreas urbanas, assim como, preservação do meio ambiente para as gerações presentes e futuras.

Palavras-chave: Gestão. Regulamentação. Águas urbanas. Recife. Melbourne. WSUD.

ABSTRACT

After the approval of Law 9.433 / 97, the management and regulation of water resources has been one of the most important issues in Brazil. In large cities, the issues are confounded by larger demands and the ecological impact that these demands place, without counting for extreme events. Under natural conditions, it operates in a cycle of precipitation, infiltration, runoff and evaporation. However, in urban areas this cycle is disrupted and watercourses are increasingly strangled and degraded. This can adversely affect underground recharge and impact the qualitative and quantitative status of water sources. In Brazil, the problem is still basically at the stage of sewage treatment solving, besides the discarded garbage that ends up in rivers and streams, requiring the regional prioritization of financing in large projects and the definition of policies. In addition, conventional management methods have not been sufficiently effective in urban centers. This then requires changes in specific regulations for project implementation of alternative solutions from environmental and water management bodies. In this way, requiring international cooperation to fulfil part in water management is of utmost strategic importance, with a view to avoiding detrimental effects on the environment and maximizing social and economic benefits for all. Similarly to Brazil, in Australia, large urban centers stand out as the main polluters, however many of the problems related to water supply, sewage treatment and quantitative control of outflow in urban drainage have been solved. The present dissertation aims to compare the water situation experienced in Australia and Brazil, specifically the actions taken on the regulate water resources management in urban areas, and finally to draw a parallel between the cities of Recife and Melbourne. Based on the terms of the Australian Water Act, the city of Melbourne follows the model proposed by the Water Sensitive Urban Design (WSUD), which proposes a paradigm shift in the relation to urban water management. In this shift, all water flows are considered as a resource, aiming, in a holistic way, to restore the natural hydrological cycle of the region, or to mimetize as much as possible. Contributing to water security and balance of urban subsystems and consequently making cities more resilient to extreme events and increasing life quality of urban populations. Finally, to indicate strategies of management of the urban water cycle based on the Australian model, that could be implemented in reality of Brazilian cities. In the political landscape of Brazilian cities, policies are constantly being debated and

various group with characteristics, realities and cultures of each region trying to solve local issues. It is hoped that the result of this work will serve as a guide to improve regulations or as a strategic guide for the management of water resources in urban areas and the preservation of the environment for present and future generations.

Keywords: Management. Regulation. Urban waters. Recife. Melbourne. WSUD.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Distribuição de pessoas por Km na Austrália	26
Figura 2 –	Divisões hidrográficas da Austrália	27
Figura 3 –	Precipitação média anual na Austrália	29
Figura 4 –	Disponibilidade hídrica da Austrália entre 2013 e 2019	31
Figura 5 –	Distribuição da água doce no mundo	35
Figura 6 –	Densidade populacional nas regiões brasileiras	37
Figura 7 –	Regiões hidrográficas do Brasil	38
Figura 8 –	Precipitação média anual no Brasil	39
Figura 9 –	Precipitação, vazões médias e disponibilidade hídrica por Região Hidrográfica (RH)	40
Figura 10 –	Índice de Qualidade de Água (IQA) no Brasil	42
Figura 11 –	Diretora-presidente da ANA e embaixador australiano no Brasil assinam parceria	44
Figura 12 –	Diferença entre o ambiente natural e urbano para águas pluviais	47
Figura 13 –	Fornecimento e descarte da água em ambientes urbanos	53
Figura 14 –	Sistema convencional de gerenciamento de águas em áreas urbanas	55
Figura 15 –	Evolução da gestão da drenagem urbana	67
Figura 16–	Principais abordagens de gestão das águas urbanas	68
Figura 17–	Modelo de casa sensível à água	71
Figura 18–	Princípios orientadores do WSUD	72
Figura 19–	Ações do WSUD no Estado de Victoria	74
Figura 20–	Melbourne, Victória, Austrália	80
Figura 21–	Mapa do Brasil	81
Figura 22–	Mapa de Recife e Pernambuco na região Nordeste	82
Figura 23–	Criação da Agência Nacional de Águas	92
Figura 24–	Organograma da gestão das bacias hidrográficas no Brasil	93
Figura 25–	Tratamento de águas pluviais, CRC-WSUD, Melbourne	114
Figura 26–	Rede coletora de resíduos na Austrália	115
Figura 27–	Tonel de armazenamento de água tipo WSUD	116

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Disponibilidade hídrica e capacidade de armazenamento por divisões hidrográficas australianas	30
Quadro 2 –	Disponibilidade hídrica e capacidade de armazenamento por centro urbano australiano	32
Quadro 3 –	<i>Ranking</i> dos Países com maior disponibilidade de água doce no planeta	36
Quadro 4 –	Panorama para gestão dos hídricos entre o Brasil e a Austrália	44
Quadro 5 –	Usos das águas no Brasil no ano de 2016	52
Quadro 6 –	Diferença entre medidas estruturais e não estruturais	65
Quadro 7 –	Leis australianas e brasileiras que tratam de Recursos Hídricos	78
Quadro 8 –	Categorias de análise da pesquisa	79
Quadro 9 –	Comparativo dos fundamentos e objetivos das leis das águas entre Brasil e Austrália	95
Quadro 10 –	Comparativo de leis referentes ao abastecimento de água entre Brasil e Austrália	96
Quadro 11 –	Comparativo de leis referentes ao sistema de esgoto entre Brasil e Austrália	98
Quadro 12 –	Comparativo de leis referentes ao reuso de água entre Brasil e Austrália	101
Quadro 13 –	Comparativo de leis referentes ao manejo de águas pluviais entre Brasil e Austrália	104
Quadro 14 –	Comparativo de leis referentes à segurança hídrica no Brasil e Austrália	107
Quadro 15 –	Análise comparativa das leis de gestão de águas urbanas entre Brasil e Austrália para os parâmetros: segurança hídrica, reuso de água e participação social	109

LISTA DE SIGLAS

ABDIB	Associação Brasileira da Infraestrutura e Indústria de Base
ABINAM	Associação Brasileira de Indústria de Água Mineral
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais
ANA	Agência Nacional de Águas
ANZECC	<i>Australian and New Zealand Environment and Conservation Council</i>
ARMCANZ	<i>Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand</i>
APP	Áreas de Preservação Permanentes
BMP's	<i>Best Management Practices</i>
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CC	<i>Carpentaria Coast</i>
CCJC	Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania
CDU	Conselho de Desenvolvimento Urbano
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
COMPESA	Companhia Pernambucana de Saneamento
COPASA	Companhia de Saneamento de Minas Gerais
CRCWSC	<i>Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities</i>
ETA	Estação de Tratamento da água
GEE	Gases de Efeito Estufa
GL	Gigalitros
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Urbano
IQA	Índice de Qualidade de Água
LEB	<i>Lake Eyre Basin</i>
LID	<i>Low Impact Development</i>
LWA	<i>Land & Water Australia</i>
MDB	<i>Murray-Darling Basin</i>
ML	Megalitro
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NEC	<i>North East Coast</i>

NSW	<i>New South Wales</i>
NWP	<i>North Western Plateau</i>
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
OMS	Organização Mundial da Saúde
PG	<i>Pilbara-Gascoyne</i>
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
PNSB	Planos Municipais de Saneamento Básico
QLD	<i>Queensland</i>
RDC	Resolução de Diretoria Colegiada
RH	Região Hidrográfica
SA	Austrália do Sul
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SAG	<i>South Australian Gulf</i>
SCN	Sistema de Contas Nacionais
SEC-VIC	South East Coast (Victoria)
SINGREH	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
SINIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SUDS	Sistema de Drenagem Urbana Sustentável
SWC	<i>South West Coast</i>
SWP	<i>South Western Plateau</i>
TAS	Tasmânia
TSD	Total de Sólidos Dissolvidos
TTSC	<i>Tanami-Timor Sea Coast</i>
UC	Unidades de Conservação
UF	Unidades Federativas
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNICEF	Fundo das Nações Unidas para a Infância
UNSD	Divisão Estatística das Nações Unidas
VIC	Victoria
WSUD	<i>Water Sensitive Urban Design</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
1.1	PROBLEMÁTICA E JUSTIFICATIVA	18
1.1.1	Perguntas condutoras	22
1.2	OBJETIVOS	22
1.2.1	Objetivo geral	22
1.2.2	Objetivos específicos	22
1.3	ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	23
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	24
2.1	PANORAMA DOS RECURSOS HÍDRICOS	24
2.1.1	Cenário australiano	25
2.1.1.1	Densidade populacional	25
2.1.1.2	Divisões hidrográficas	27
2.1.1.3	Regime de chuvas	28
2.1.1.4	Disponibilidade hídrica	29
2.1.1.5	Qualidade das águas	33
2.1.2	Cenário brasileiro	35
2.1.2.1	Densidade populacional	36
2.1.2.2	Regiões hidrográficas	37
2.1.2.3	Regime de chuvas	38
2.1.2.4	Disponibilidade hídrica	39
2.1.2.5	Qualidade das águas	41
2.1.3	Cooperação para gestão da água entre Brasil e Austrália	43
2.2	CICLO DAS ÁGUAS URBANAS E O MEIO AMBIENTE	45
2.2.1	O ciclo hidrológico natural	45
2.2.2	Classificação das águas	47
2.2.2.1	Águas residenciais	47
2.2.2.2	Água potável	48
2.2.2.3	Água mineral	50
2.2.2.4	Águas residuais	51
2.2.2.5	Água de reuso	52

2.2.3	O ciclo das águas urbanas	54
2.2.3.1	Fornecimento de água potável	55
2.2.3.2	Coleta e tratamento de esgoto	57
2.2.3.3	Manejo de águas pluviais ou drenagem urbana	60
2.2.4	Água, educação e meio ambiente	61
2.3	METODOLOGIAS CONTEMPORÂNEAS PARA GESTÃO DE ÁGUAS URBANAS	63
2.3.1	Melhores Práticas de Gestão (BMP), Desenvolvimento de Baixo Impacto (LID), Sistema de Drenagem Urbana Sustentável (SUDS)	64
2.3.2	Design Urbano Sensível à Água (WSUD)	68
3	METODOLOGIA	76
3.1	TIPO DE PESQUISA	76
3.2	OBJETO DE ESTUDO	77
3.3	MODELO DE ANÁLISE	79
3.4	ÁREAS DE ANÁLISE DA PESQUISA	80
3.5	MÉTODO DE ANÁLISE	82
4	RESULTADOS E RECOMENDAÇÕES	83
4.1	MARCO REGULATÓRIO	84
4.1.1	Regulamentação de recursos hídricos na Austrália	85
4.1.1.1	Autoridade regulamentadora	86
4.1.1.2	Comitês de regiões hidrográficas	87
4.1.2	Regulamentação de recursos hídricos no Brasil	89
4.1.2.1	Autoridade regulamentadora	91
4.1.2.2	Comitê de Bacias Hidrográficas do Brasil	92
4.1.3	Análise comparativa da regulamentação de gestão do ciclo das águas urbanas entre Brasil e Austrália	94
4.2	POSSIBILIDADES DE APLICAÇÃO DO WSUD A REALIDADE BRASILEIRA	110
4.2.1	O WSUD e a legislação brasileira	111
4.2.2	Proposições estratégicas para aplicação do WSUD em Recife	112
4.2.2.1	Gerenciando a cidade como uma bacia hidrográfica	113
4.2.2.2	Instrumentos para iniciativa e aplicação do WSUD	115

5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	119
	REFERÊNCIAS	122

1 INTRODUÇÃO

A água se destaca como um recurso limitado e valioso dentre os diversos elementos naturais essenciais ao desenvolvimento econômico e que relacionam o homem ao meio ambiente. Desta forma a gestão e regulação dos recursos hídricos são de fundamental importância a qualquer nação do mundo para suprir as demandas do seu povo em quantidade necessária e com qualidade adequada, assim como, manter os ecossistemas existentes a médio e longo prazo.

Dentre os diferentes países distribuídos nos mais distantes cantos do planeta, o Brasil está entre os que possuem a maior disponibilidade de água doce em estado líquido. No entanto, em seu território enquanto uns têm água em abundância outros convivem com a escassez. Esses fatores, somados aos problemas de qualidade da água, geram áreas de conflito e a necessidade de uma regulamentação que priorize uma gestão democrática, integrada, descentralizada e participativa, além de buscar atender as diferentes características de cada região (ANA, 2013).

1.1 PROBLEMÁTICA E JUSTIFICATIVA

Com a aprovação da Lei 9.433, de 8 de janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), o Brasil passou a dispor de um instrumento legal que visa o desenvolvimento sustentável com uso racional e integrado dos recursos hídricos. Busca-se assegurar a atual e às futuras gerações a disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos seus usos, assim como, prevenir e defender contra eventos hidrológicos de origem natural ou decorrente do uso inadequado dos recursos naturais.

Todavia, majoritariamente nos grandes centros urbanos, a qualidade da água presente nos corpos hídricos brasileiros está cada vez mais poluída. Essa qualidade tem grande impacto na saúde pública e, de modo mais abrangente, na condição de vida da população, que por sua vez, se faz cada vez mais presente nestes ambientes (ANA, 2017). Segundo Cabral (2017), os rios e riachos urbanos estão cada vez mais estrangulados e degradados e para reverter esse cenário é necessária sua restauração ou revitalização, o que inclui uma série de atividades no meio físico, hidráulico, hidrológico e ecológico, tais como recuperação das funções

ambientais e sociais de um curso d'água no que se refere à biodiversidade, controle de inundações, lazer e requalificação da paisagem urbana.

Assim sendo, devem-se buscar por soluções inovadoras ou modelos de sucesso que possam servir como exemplo para aplicação aqui no país, uma vez que os métodos convencionais para a gestão das águas em áreas urbanas não estão sendo suficientemente eficazes. Nos países em desenvolvimento como o Brasil o problema ainda está basicamente no estágio do tratamento de esgoto, além do lixo gerado que acaba indo parar nos rios e riachos urbanos. Já nos países desenvolvidos grande parte dos problemas relacionados ao abastecimento de água, tratamento de esgoto e controle quantitativo do escoamento na drenagem urbana foram resolvidos. Neste último caso, foi priorizado o controle por intermédio de medidas não-estruturais que obrigam a população a controlar na fonte os impactos devido à urbanização. O principal problema, no âmbito da gestão dos recursos hídricos, nos países desenvolvidos, é o controle da poluição difusa devido às águas pluviais (TUCCI, 2005).

Desta forma, requerer a cooperação internacional com o fim de conseguir recursos de países desenvolvidos que ajudem aos países em desenvolvimento a cumprir sua parte nesta esfera é de extrema importância estratégica, com vistas a evitar repercussões prejudiciais sobre o meio ambiente e a obter os máximos benefícios sociais e econômicos para todos? Mas qual país poderia servir de exemplo para o Brasil avançar no âmbito da gestão e regulação dos recursos hídricos em áreas urbanas?

Similarmente ao Brasil, a Austrália, onde os grandes centros urbanos se destacam como principais poluidores. Devendo-se, por conseguinte, concentrar esforços principalmente na detecção de esgotos efluentes, limitando sempre que possível à poluição por nutrientes e conseqüentemente atendo novas infestações de plantas aquáticas invasivas, conhecidas por aumentar as perdas evaporativas, reduzir a disponibilidade de oxigênio dissolvido, reduzir o fluxo, degradar o habitat da flora e fauna nativas e perturbar atividades recreativas. Contudo, o gerenciamento efetivo de rios e riachos urbanos é um desafio pela natureza fluida e interconectada entre diversos ecossistemas, exigindo a priorização regional de financiamentos em projetos de grande porte e a definição de políticas (LAUREN, 2009).

No ciclo hidrológico natural, a quantidade de água capitada na área da bacia hidrográfica flui pelos corpos hídricos, tornando-se disponível ao homem e

adquirindo as características que definem sua qualidade. Essas quantidade e qualidade são inerentes não apenas para suprir as demandas da população, mas também para manter o equilíbrio e o funcionamento de ecossistemas, além de melhoria do próprio ambiente em si, tornando-o mais agradável e atrativo (ANA, 2017).

A água tem um papel importante para o bem-estar na vida cotidiana das grandes cidades. Assim sendo, o estado de conservação dos mananciais e dos ecossistemas em seu entorno é determinante para melhoria da condição de vida. Boa parte do efluente gerado nos principais centros regionais pode ser tratado, tornando-o alvo principal para o aumento da reciclagem e redução da poluição, por exemplo. Na Austrália, a água reciclada é usada para trazer novamente o verde para parques e jardins de cidades, para banheiros em novos empreendimentos, para fins industriais ou canalizados para locais vizinhos para agricultura irrigada, entre outras soluções (LWA, 2009).

Todo o avanço no âmbito da gestão de recursos hídricos observado na Austrália, entretanto, não se deu devido apenas ao fato de o país ter que buscar soluções inovadoras para enfrentar frequentes problemas de escassez hídrica. Na Austrália, a nível nacional, a gestão dos recursos hídricos é embasada nos termos da Lei *Water Act*, de 1989, que de forma semelhante ao Brasil, propõe uma gestão integrada e descentralizada do ciclo da água com uso ordenado, equitativo e eficiente dos recursos hídricos em benefício das atuais e futuras gerações, maximizando o envolvimento da comunidade na elaboração e implementação de soluções relativas ao uso, conservação ou manejo das águas (AUSTRÁLIA, 1989).

Além de promover a prestação de serviços de água responsáveis, eficientes e adequados às múltiplas necessidades a vários consumidores, de fornecer recursos para pessoas afetadas por decisões administrativas e fornecer meios formais para a proteção e aprimoramento da qualidade ambiental dos rios e riachos, a Lei das Águas australiana proporciona uma melhor definição de direitos a água, através de planos institucionais diretamente aprovados pelo governo nacional para continua existência e proteção de todos os direitos públicos e privados à água.

Nada obstante, a regulamentação para gestão de recursos hídricos dentro dos grandes centros urbanos se baseia no modelo proposto pelo *Water Sensitive Urban Design* (WSUD). Que por sua vez, propõe uma mudança de paradigma em relação à gestão das águas urbanas, onde todos os fluxos de água são

considerados um recurso, tais como: água de chuva; de torneiras de banheiro, chuveiro, lavanderia e entre outras. Mais especificamente, com a integração do ciclo das águas urbanas com planejamento urbano, paisagístico e engenharia (*MELBOURNE WATER, 2006*).

As cidades na Austrália estão buscando restaurar o ciclo hidrológico natural da região onde estão alocadas, ou mimetizar o máximo possível disso. A devida gestão sustentável do ciclo das águas urbanas não depende só apenas dos sistemas convencionais, mas sim de uma série de técnicas de captação e reuso de águas, as quais unidas de forma integrada e bem planejadas podem gerar resultados viáveis. Sendo necessário que cidadãos e comunidades, empresas e instituições, em todos os planos, aceitem as responsabilidades que possuem e participem equitativamente, nesse esforço comum (*MELBOURNE WATER, 2006*).

As cidades sensíveis à água interagem com o ciclo hidrológico natural. Buscam fornecer a segurança hídrica por meio do uso eficiente dos diversos recursos hídricos disponíveis. Mais especificamente, procura melhorar e proteger a saúde dos cursos de água e lagoas, mitigar o risco de inundação e danos, além de criar espaços públicos que colhem, limpam e reciclam a água. Suas estratégias e sistemas de gerenciamento de águas contribuem para a biodiversidade, redução na emissão de carbono e redução do efeito estufa nas cidades (*CHOI & MCILRATH, 2017*).

É preciso que se concretize uma visão mais holística na busca de soluções relacionadas aos recursos hídricos. Um modelo de gestão que entenda os espaços urbanos como sistemas complexos e dinâmicos, que tenha como fundamento paradigmático o desenvolvimento sustentável e que foque o planejamento das ações de gestão nas relações existentes entre os elementos envolvidos na realização dos serviços urbanos e não mais pura e simplesmente nos elementos do sistema, o que geraria soluções não adaptadas à realidade de cada sistema urbano (*GUSMÃO, 2016*).

Desta forma, a presente dissertação proveu análise comparativa de ações que foram e estão sendo tomadas na Austrália quanto à regulamentação de gestão do ciclo das águas urbanas, com enfoque na cidade de Melbourne, capital do Estado de Victória, e fazer um paralelo com o que se aplica no Brasil, em especial na cidade de Recife, capital do Estado de Pernambuco, no afã de obter conhecimentos que ajudem o país a se desenvolver nessa área.

1.1.1 Perguntas condutoras

- De que forma a regulamentação pode contribuir para segurança hídrica?
- É possível adotar em Recife modelos de gestão de recursos hídricos, provenientes de outros países, a exemplo do WSUD?
- De que forma a sociedade pode participar para preservação da água?

1.2 OBJETIVOS

Uma vez que a legislação brasileira está constantemente sendo debatida, estando os diversos atores buscando atender as diferentes características, realidades e culturas de cada região, espera-se que o resultado deste trabalho sirva como orientação para aprimoramento da regulação ou como guia estratégico para gestores de recursos hídricos em áreas urbanas, assim como, para preservação e melhoria do meio ambiente para as gerações presentes e futuras.

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é comparar a regulamentação de gestão do ciclo das águas urbanas, entre as leis brasileiras e a lei australiana, a fim de verificar as possibilidades de aplicação das diretrizes do *Water Sensitive Urban Design* na cidade de Recife.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analisar a disponibilidade dos recursos hídricos do Brasil e da Austrália;
- Avaliar as diretrizes das regulamentações de gestão do ciclo das águas urbanas dos Estados de Pernambuco e Victória;
- Identificar nas leis brasileiras diretrizes de apoio ao WSUD;
- Indicar estratégias para gestão do ciclo das águas urbanas usadas pela cidade de Melbourne que possam ser implementadas na cidade de Recife.

1.3 ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

Além dessa introdução onde são apresentados a justificativa, o problema, os objetivos e os conceitos norteadores, o presente trabalho está estruturado em mais quatro partes, da seguinte forma: revisão bibliográfica, metodologia, resultados e recomendações e considerações finais.

A revisão bibliográfica é composta por três capítulos. O primeiro, intitulado de Panorama dos recursos hídricos faz uma abordagem geral da disponibilidade hídrica no Brasil e na Austrália apresentando aspectos como bacias hidrográficas, densidade populacional, regime de chuvas e índices de qualidade da água nesses países.

No segundo capítulo, denominado ciclo das águas urbanas, é apresentado o ciclo hidrológico natural, a classificação das águas, o fornecimento da água potável, além da coleta e tratamento de esgoto junto com o manejo de água pluviais e, por fim, faz uma breve explanação sobre a importância da água de reuso, educação e meio ambiente.

O terceiro capítulo traz as iniciativas internacionais que tratam o planejamento urbano voltado para a integração dos recursos hídricos em uma abordagem sustentável: *Best Management Practices* (BMPs), *Low Impact Development* (LID) e no fim, apresenta o *Water Sensitive Urban Design* (WSUD).

Na terceira parte, relativa ao marco metodológico, são apresentados os critérios adotados para escolha da regulamentação a ser comparada, assim como a delimitação da pesquisa e das técnicas utilizadas.

Na quarta parte são indicadas as diretrizes da legislação brasileira de gestão dos recursos hídricos que apoiam o WSUD fazendo uma relação entre este e as leis do Brasil. É realizada a comparação das leis brasileiras com a lei australiana tendo como referência o ciclo das águas urbano. Faz-se também uma abordagem da possibilidade de aplicar os preceitos do WSUD na cidade de Recife.

Por fim, na quinta parte são tecidas as considerações e as conclusões do estudo, observando a sua importância para o meio acadêmico e para a engenharia de recursos hídricos e de planejamento urbano, bem como as necessidades de estudos futuros acerca do tema.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nos últimos 20 anos, a gestão e regulação dos recursos hídricos tem sido uma das questões mais importantes no Brasil. Sob condições naturais, opera em um ciclo de precipitação, infiltração, escoamento superficial e evaporação. No entanto, nas áreas urbanas este ciclo é perturbado e os cursos d'água estão cada vez mais estrangulados e degradados, afetando negativamente a recarga subterrânea e os estados qualitativo e quantitativo dos mananciais.

2.1 PANORAMA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Entender as propriedades climáticas, avaliar a intensidade e volume, assim como a duração e distribuição temporal e espacial das precipitações das águas torna-se crucial para o planejamento e a gestão dos recursos hídricos. Conhecer o ciclo das chuvas permite a otimização das atividades rurais, do consumo e abastecimento doméstico e industrial, da produção de energia e fornece indicadores para prevenir e controlar as inundações, como também contribui para criação de metas de contenção da erosão do solo (TUCCI, 1997 apud OLIVEIRA, 2003, p.12).

A precipitação das águas, ou a ausência dela, é um fenômeno natural climático que impacta diretamente na vida do ser humano, seja em razão da necessidade do consumo direto, seja em decorrência de seu uso como insumo da indústria e de atividades relacionadas à agricultura e pecuária, daí porque tem despertado preocupações nos mais variados países, em virtude das irregularidades com que ocorrem.

Questões ambientais como os desmatamentos, as práticas agrícolas inadequadas, o povoamento dos leitos dos rios, a ocupação desordenada dos morros e o desperdício da água potável, exige que se tenha indicadores e estimativas mais assertivas no que tange as questões climáticas. Neste sentido, a disponibilidade hídrica torna-se essencial para a manutenção do homem no planeta e por esta importância, tenha disponibilidade para consumo humano (OLIVEIRA, 2003).

2.1.1 Cenário australiano

A Austrália é a região habitável mais seca do planeta. Para os australianos a água significa um assunto de extraordinária importância e sua adequada gestão uma questão de sobrevivência. Seu território cercado por oceanos possui uma extensão de 7.682.300 km², e uma população de aproximadamente 23 milhões de habitantes distribuída basicamente no litoral. Abriga uma “grande biodiversidade com florestas tropicais, campos e alpes nevados, com ecossistemas terrestres únicos, com espécies vegetais e animais não encontrados em nenhum outro lugar do planeta” (JONES, 2014, p.1).

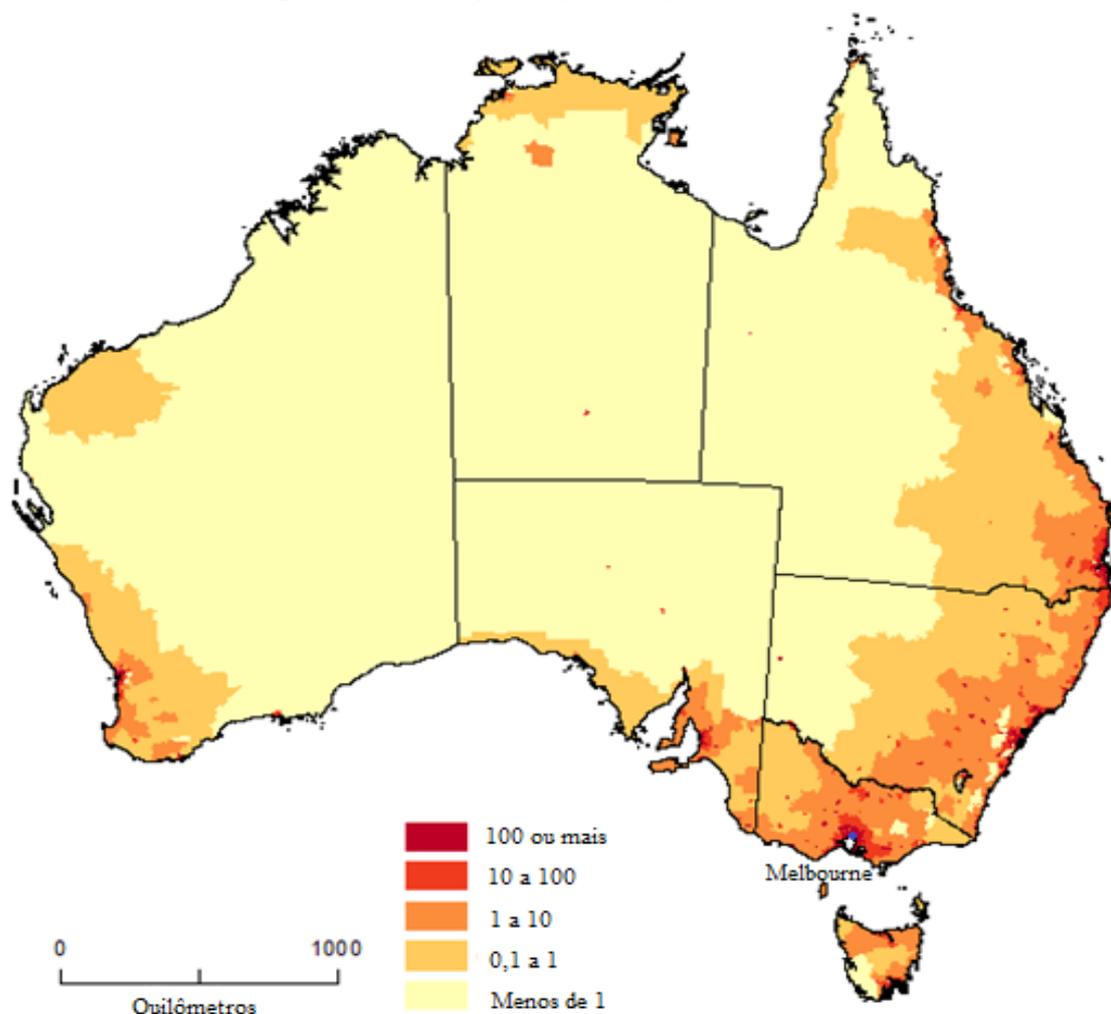
2.1.1.1 Densidade populacional

Segundo o *Australian Bureau of Statistics*, em junho de 2016 a densidade populacional Australiana era de 3,1 pessoas por quilômetro quadrado (km²). O destaque fica com o território da Capital, onde fica a cidade de Camberra, com a maior densidade populacional de 171 habitantes por km² (hab./km²), por ser bem menor que os demais Estados da federação, seguido por Victoria com 27 hab./km², Nova Gales do Sul com 9,7 hab./km² e Tasmânia com 7,6 hab./km². Os demais Estados e territórios tinham densidades populacionais abaixo do australiano, com destaque para o Território do Norte com o mais baixo, de apenas 0,2 pessoas por km².

Também, segundo o *Australian Bureau of Statistics*, em relação às áreas urbanas, oito dos dez municípios mais densamente povoados do país estavam em áreas que cercam o distrito comercial central de Sydney em Nova Gales do Sul (NSW), incluindo Woolloomooloo com 15.800 hab./km², Pyrmont com 15.700 hab./km² e Darlinghurst com 14.200 hab./km². Entretanto, o município com maior densidade demográfica da Austrália em 2016 era o centro da cidade de Melbourne com 17.500 hab./km² no Estado de Victória (VIC). Seu vizinho Carlton com 11.300 hab./km², também apareceu nos dez primeiros colocados. Já no Estado de Queensland (QLD), na região metropolitana de Brisbane, o destaque foi para Kangaroo Point com 6.600 hab./km², e New Farm com 6.300 hab./km², apresentando as maiores densidades populacionais.

A Figura 1 apresenta a quantidade de pessoas por quilômetro quadrado distribuída no território australiano com uma escala de cores, assim como, a divisão dos seus oito Estados com linhas pretas e a localização da cidade de Melbourne no extremo sul da ilha maior.

Figura 1– Distribuição de pessoas por Km na Austrália.



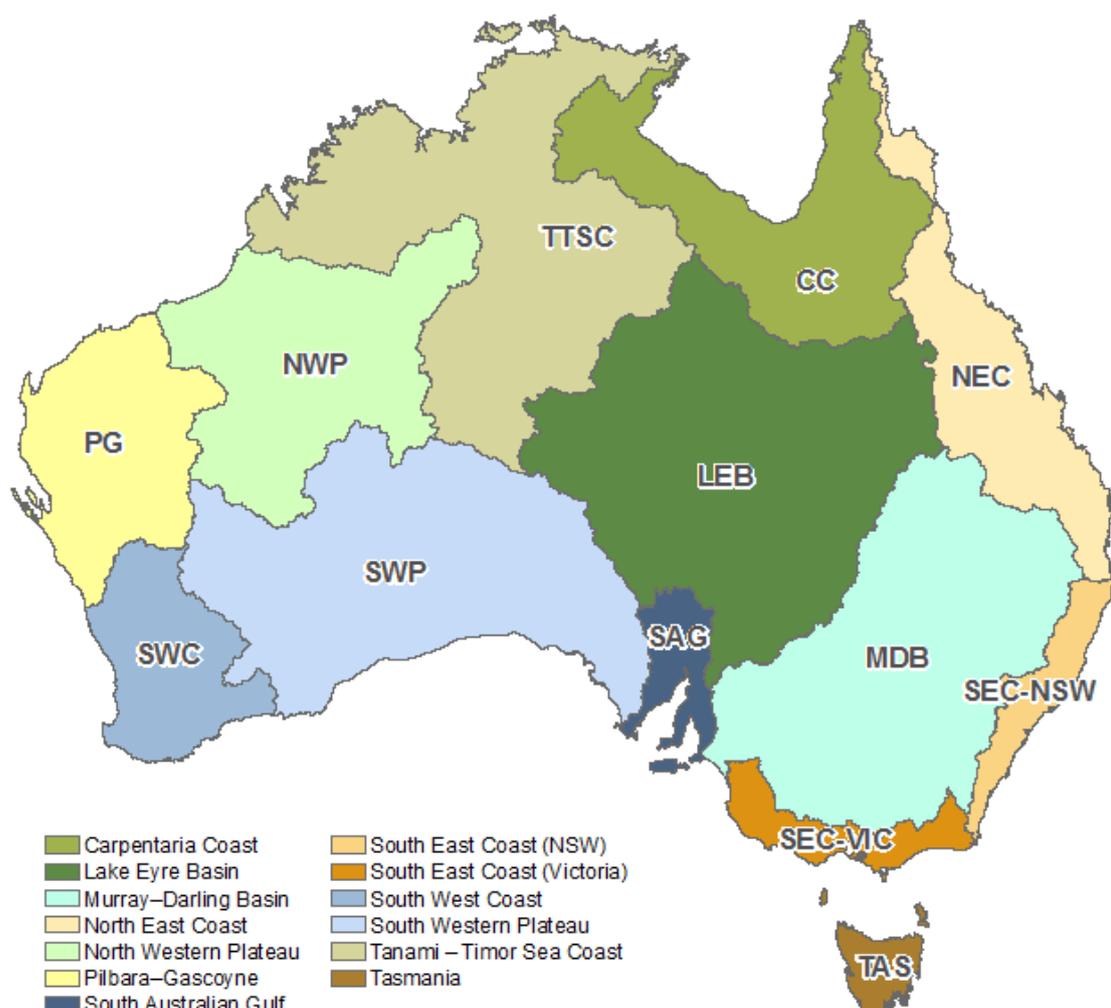
Fonte: Adaptado de *Australian Bureau of Statistics* (2016).

Saber a quantidade de pessoas que habitam uma região e como ela se distribui é de extrema importância para gerir o volume de água necessário para suprir suas demandas. Adicionalmente, a bacia hidrográfica, área territorial em que as águas das chuvas, das montanhas, subterrâneas ou de outros rios que escoam em direção a um curso d'água principal, abastecendo-o até um exutório, se destaca como unidade territorial estratégica para gestão dos recursos hídricos. Podendo-se assim fazer um balanço de demanda e oferta.

2.1.1.2 Divisões hidrográficas

Segundo a *Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC)* e a *Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand (ARMCANZ)* (2000), na Austrália, os limites das divisões hidrográficas (ou divisões de drenagens) foram definidos pelo Conselho Australiano de Recursos Hídricos. Essas divisões representam grandes sistemas de drenagem de águas superficiais, geralmente compreendendo várias bacias hidrográficas. Mais especificamente, o território australiano correspondente está desmembrado em 12 divisões, as quais são subdivididas em 77 regiões e 245 bacias, excluindo os territórios da ilha Tasmânia, ilha Norfolk, ilhas Cocos e ilhas Christmas.

Figura 2 - Divisões hidrográficas da Austrália.



Fonte: Adaptado de *Australia State of the Environment* (2016).

A Figura 2 a permite visualizar as 12 divisões hidrográficas australianas mais a da Tasmânia, totalizando 13 divisões hidrográficas, sendo elas: Carpentaria Coast (CC), Lake Eyre Basin (LEB), Murray–Darling Basin (MDB), North East Coast (NEC), North Western Plateau (NWP), Pilbara–Gascoyne (PG), South Australian Gulf (SAG), South East Coast (NSW) (ESC-NSW), South East Coast (Victoria) (SEC-VIC), South West Coast (SWC), South Western Plateau (SWP) e Tanami–Timor Sea Coast (TTSC) e Tasmania (TAS).

Vale ressaltar que as divisões de drenagem australianas podem atravessar as fronteiras estaduais, sendo o melhor exemplo disso a Bacia de Murray-Darling, que atravessa mais de quatro destas. Essas bacias são o principal alicerce para a coleta de dados hidrológicos nacionais e para avaliação dos recursos hídricos.

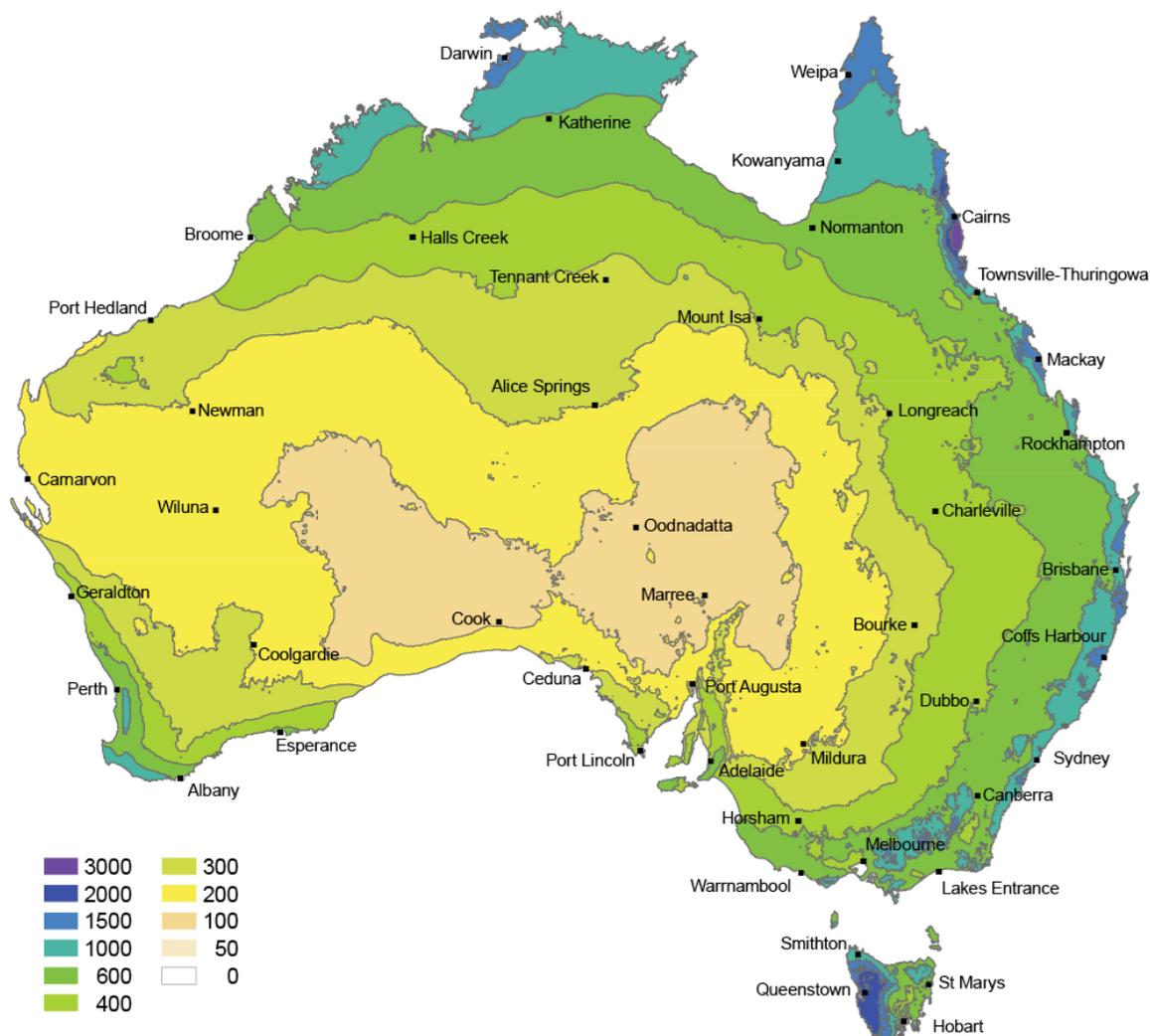
Dentre as dados hidrológicas e meteorológicas encontram-se as precipitações, temperatura, radiação solar, velocidade e direção dos ventos, evapotranspiração, umidade relativa do ar, níveis de água, vazões, sedimentos e parâmetros de qualidade da água, entre outros, e a sua variação no tempo e no espaço, sendo a hidrometria a parte da hidrologia ligada à medição das grandezas que interessam ao estudo da água na natureza (AZEVEDO, 2010).

2.1.1.3 Regime de chuvas

De acordo com a *Australia State of the Environment* (2016), a Austrália representa 90% da Oceania, que é o segundo continente mais seco do mundo, depois da Antártida, com uma precipitação média de longo prazo de 430 milímetros (mm) e variações entre menos de 100 mm e mais de 3000 mm por ano, como apresentado na Figura 3, a seguir.

De toda água que chove na Austrália, cerca de 380.000 gegalitros (GL) ou 380 bilhões de m³, a cada ano boa parte vai para atender às necessidades de consumo da população. Vale ressaltar que, a maior parte da água dos ambientes aquáticos australianos é perdida pela evapotranspiração (perda de água da Terra por evaporação e transpiração das plantas), sendo o coeficiente médio anual de escoamento (uma medida que compara a quantidade de escoamento com a quantidade de precipitação) de 12% (AUSTRALIA STATE OF THE ENVIRONMENT, 2016).

Figura 3 – Precipitação média anual na Austrália.



Fonte: Adaptado de *Australia State of the Environment* (2016).

2.1.1.4 Disponibilidade hídrica

De acordo com a Agência de Águas Australiana ou *Australian Bureau of Meteorology* (2018), apesar de o país ser o mais seco no mundo, por outro lado a Austrália tem a maior capacidade per capita de armazenamento de água do mundo. A capacidade total de armazenamento por divisão hidrográfica está detalhada na Quadro 1.

Quadro 1 – Disponibilidade hídrica e capacidade de armazenamento por divisões hidrográficas australianas.

Divisão Hidrográfica (<i>Drainage division</i>)	Disponibilidade Hídrica (<i>Current Volume</i>) (Megalitro)	Capacidade Total de Armazenamento (<i>Accessible Capacity</i>) (Megalitro)	% Armazenado (<i>Current % Full</i>)
Carpentaria Coast	88.288	99.317	89
South Australian Gulf	107.749	197.405	55
Tasmania,	13.483.491	22.040.966	61
Tanami–Timor Sea Coast	8.109.433	10.746.912	75
South West Coast	498.279	958.620	52
South East Coast (Victoria)	2.282.165	7.569.841	30
Lake Eyre Basin	0	0	0
Murray–Darling Basin	13.863.679	25.319.777	55
North East Coast	7.181.842	9.771.113	74
South Western Plateau	0	0	0
North Western Plateau	0	0	0
South East Coast (NSW)	2.718.267	4.056.279	67
Pilbara–Gascoyne	34.638	63.478	55
Total	48.367.831	80.823.708	

Fonte: Adaptado de *Bureau of Meteorology* (2018).

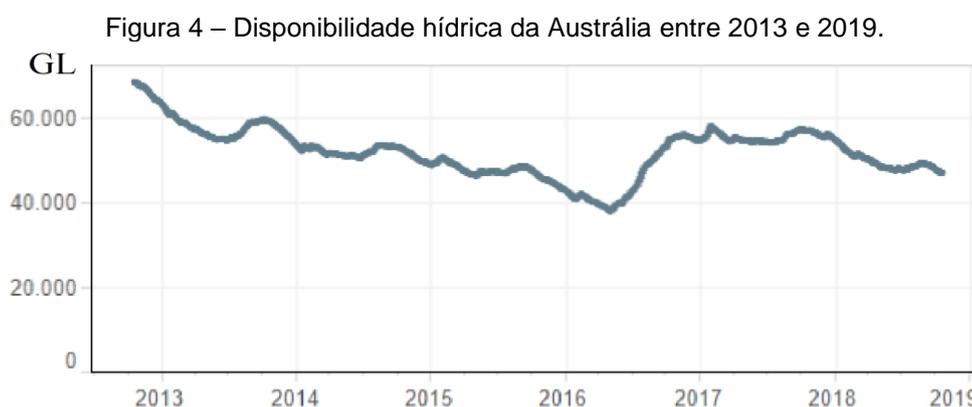
Como se pode ver no Quadro 1, a bacia Murray-Darling apresenta uma disponibilidade de água com aproximadamente 14 bilhões de metros cúbicos (m³), sendo sua capacidade de armazenamento de mais de 25 bilhões de m³. Esta bacia faz divisão com os Estados de Queensland (QLD), Nova Gales do Sul (NSW), Victória (VIC) e Austrália do Sul (SA), suprimindo as demandas inerentes aos mais diversos usos necessários de boa parte da população australiana, a qual, por sua vez, se concentra majoritariamente habitando as proximidades desta divisão hidrográfica.

Para o Estado de Victória, além da disponibilidade hídrica da bacia de Murray, a bacia South East Coast representa um acréscimo de uma capacidade de armazenamento de mais 7,5 bilhões de m³ ao balanço hídrico da região. Assim como a bacia South East Coast acrescenta 4 bilhões para o Estado de Nova Gales

do Sul. E ainda, para o Estado de Queensland, no qual, de forma intrigante, se observa que a grande bacia Lake Eyre não acrescenta em nada sua capacidade de armazenamento, mais sim, as bacias Carpentaria Coast e North East Coast com aproximadamente 10 bilhões de m³.

No Território Norte (NT) a bacia com maior contribuição para o sistema hídrico da região é a Tanami-Timor Sea Coast com uma capacidade de armazenamento de mais de 10 bilhões de m³. Já nos Estados oeste (WA) e do sul (SA) a água é mais escassa, com as bacias South Western Plateau e North Western Plateau não contribui em nada para o sistema hídrico das regiões, restando apenas às bacias South Australian Gulf, Pilbara–Gascoyne e South West Coast, com uma capacidade bem inferior as bacias anteriores de pouco mais de 1 bilhão de m³, somadas. Vale ressaltar que o Estado Oeste da Austrália é o maior territorialmente de todos e se encontra isolado no âmbito hídrico, diferentemente do Estado do Sul da Austrália, aonde o rio Murray encontra o mar, exutório da bacia de Murray-Darling.

Cerca de 80.000 GL ou 80 bilhões de m³ é a capacidade total de armazenamento de água na Austrália. Contudo, esta capacidade, nos últimos anos, não tem sido completamente preenchida pelas chuvas como se pode ver na Figura 4. A real disponibilidade hídrica da Austrália está entre 40.000 e 60.000 GL por ano.



Fonte: Adaptado de *Bureau of Meteorology* (2018).

É importante observar também que, a bacia Tasmania, referente à ilha da Tasmânia, detém uma capacidade de armazenamento de 22 bilhões de m³, sendo a segunda maior australiana. No entanto, a Tasmânia não está dentro do território da grande ilha australiana, composta pelas 12 divisões hidrográficas. O que a deixa

com uma capacidade de armazenamento ainda menor, de aproximadamente 60 bilhões de m³.

Em relação às regiões urbanas, segundo a Agência de Águas Australiana (2018), o total de água fornecida para os grandes centros entre 2017 e 2018 foi estimada em 2.531.700 megalitro (ML). A água superficial representou 62% do suprimento total e foi à fonte predominante em todas as regiões urbanas, com exceção de Perth-WA, onde a água dessalinizada e a água subterrânea continuaram a sustentar o abastecimento urbano. Já, em Melbourne-VIC, uma redução na produção de água dessalinizada em comparação com anos antecessores significou o aumento da oferta entre regiões.

A disponibilidade hídrica e capacidade de armazenamento por centro urbano é apresentada na Quadro 2.

Quadro 2 – Disponibilidade hídrica e capacidade de armazenamento por centro urbano australiano.

Divisão Hidrográfica (<i>Drainage division</i>)	Disponibilidade Hídrica (<i>Current Volume</i>) (Megalitro)	Capacidade Total de Armazenamento (<i>Accessible Capacity</i>) (Megalitro)	% Armazenado (<i>Current % Full</i>)
Sydney	1.622.774	2.581.750	63
Melbourne	1.172.119	1.812.175	65
Brisbane	1.691.822	2.220.150	76
Perth	310.584	583.537	53
Adelaide	121.086	197.405	61
Hobart	2.850	3.600	79
Canberra	184.899	277.839	67
Darwin	238.082	299.409	80
Total	5.344.216	7.975.865	

Fonte: Adaptado de *Bureau of Meteorology* (2018).

A maior capacidade de armazenamento por centro urbano australiano é a de Sydney, com 2.581.750 ML, seguida por Brisbane, com 2.220.150 ML, e Melbourne com 1.812.175 ML, em terceiro.

2.1.1.5 Qualidade das águas

O gerenciamento efetivo dos corpos hídricos é um desafio pela natureza fluida e interconectada entre diversos ecossistemas. Principalmente em se tratando de áreas urbanas, onde a influência do homem sobre o meio ambiente é significativamente maior devido ao número de pessoas ocupando um mesmo espaço. Similarmente ao Brasil, na Austrália os grandes centros urbanos se destacam como principais poluidores. Especialmente devido à descarga de esgotos efluentes, causando à poluição por nutrientes e conseqüentemente provocando infestações de plantas aquáticas invasivas, conhecidas por aumentar as perdas evaporativas, reduzir a disponibilidade de oxigênio dissolvido, reduzir o fluxo, degradar o habitat da flora e fauna nativas e perturbar atividades recreativas (LAUREN, 2009).

Para gestão dos recursos hídricos, não só a quantidade de água é importante, mas sua qualidade também. No entanto, uma ampla gama de atividades humanas pode causar variações nesta qualidade, principalmente, quando afetam os ecossistemas aquáticos. As principais atividades humanas poluentes incluem a poluição por fontes industriais, agrícolas, urbanas e de mineração. Destas atividades, as resultantes da urbanização podem não ser as maiores consumidoras de água, mas, por outro lado, se destacam como maiores poluidoras, tais como: regulação dos rios através da construção de barragens e açudes; salinização; assoreamento e sedimentação por desmatamento, construção de estradas; remoção da vegetação de margens de riachos; superexploração dos recursos pesqueiros; introdução de espécies vegetais e animais exóticos; remoção e destruição de habitats; entre outras (ANZECC & ARMCANZ, 2000).

Todavia, na Austrália há fortes incentivos para gestão e proteção de ecossistemas aquáticos urbanos, sobretudo, porque grandes benefícios podem ser obtidos com a reparação de um território relativamente pequeno e porque muitas ações de restauração, como a revegetação, são simples e acessíveis. Identificando-se os processos ecológicos realizados por ecossistemas aquáticos, como esses processos são enfatizados pela urbanização e como eles podem ser reparados são atividades de extrema importância para auxiliar os gestores em seu processo de tomada de decisão, considerando a configuração natural e urbana do local de restauro (BEESLEY *et al.*, 2017).

Do ponto de vista humano, um ecossistema aquático saudável e funcional é valioso, porque os processos ecológicos que ele fornece apóiam a prestação de inúmeros serviços. No ciclo hidrológico natural, a quantidade de água capitada na área da bacia hidrográfica flui pelos corpos hídricos, tornando-se disponível ao homem e adquirindo as características que definem sua qualidade. Essas quantidade e qualidade são inerentes não apenas para suprir as demandas da população, mas também para manter o equilíbrio e o funcionamento de ecossistemas, além de melhoria do próprio ambiente em si, tornando-o mais agradável e atrativo (ANA, 2017).

A água tem um papel importante para o bem-estar na vida cotidiana das grandes cidades. Assim sendo, o estado de conservação dos mananciais e dos ecossistemas em seu entorno é determinante para melhoria da condição de vida. Na Austrália, boa parte dos recursos hídricos disponíveis dentro dos centros urbanos é alvo de reciclagem ou reuso para redução da poluição (LWA, 2009). Promovendo a redução da carga em cima das prestadoras de serviços de água e tornam os consumidores mais responsáveis e compassivos ao uso adequado e eficiente.

As cidades na Austrália estão buscando restaurar o ciclo hidrológico natural da região onde estão alocadas, ou mimetizar o máximo possível disso. Para os australianos, a devida gestão sustentável de ciclo das águas urbanas não depende só apenas dos sistemas convencionais, mas sim de uma série de técnicas de captação e reuso de águas, as quais unidas de forma integrada e bem planejadas podem gerar resultados viáveis. Sendo necessário que cidadãos e comunidades, empresas e instituições, em todos os planos, aceitem as responsabilidades que possuem e participem equitativamente, nesse esforço comum (MELBOURNE WATER, 2006).

As cidades sensíveis à água interagem com o ciclo hidrológico natural. Buscam fornecer a segurança hídrica através do uso eficiente dos diversos recursos hídricos disponíveis. Mais especificamente, procura melhorar e proteger a saúde dos cursos de água e lagoas, mitigar o risco de inundação e danos, além de criar espaços públicos que colhem, limpam e reciclam a água. Suas estratégias e sistemas de gerenciamento de águas contribuem para a biodiversidade, redução na emissão de carbono e redução do efeito estufa nas cidades (CHOI & MCILRATH, 2017).

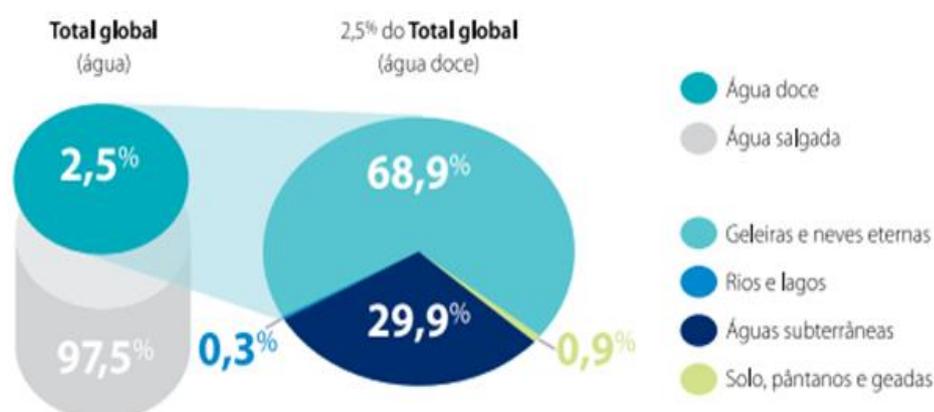
2.1.2 Cenário brasileiro

O capítulo primeiro da Lei 9.433/97 reza que “a água é um bem de domínio público; um recurso natural limitado, dotado de valor econômico” (BRASIL, 1997). É uma fonte natural renovável, finita e acidental, sendo essencial para vida humana. Renova-se rapidamente por meio das chuvas, mas ainda assim é vista como um recurso finito, consequência do uso indiscriminado e tratamento inadequado.

Considerando que a água é um recurso vital para o ser humano e diante das possibilidades de escassez, a Lei da Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9433/97) postula que o objetivo é “assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos” (BRASIL, 1997). A água é um bem econômico denominado de recursos hídricos, formados pelas águas superficiais (rios, lagos, lagoas e bacias e mar territorial) e subterrâneas (BARROS; BARROS, 2009).

De toda água que existe no planeta, apenas 2,5% é água doce, o percentual de 97,5% são águas salgadas que compõem os mares e oceanos. Segundo Settiet *al.*, (2001), do total de água doce existente na terra, 68,7% estão nas áreas congeladas, nos reservatórios subterrâneos encontra-se 29,9%, na atmosfera, sob forma de vapor, na umidade do solo e na biomassa contêm 0,9% e somente 0,3% do volume de água doce do planeta forma as águas superficiais que compõem os rio e lagos, como pode-se ver na Figura 5.

Figura 5 – Distribuição da água doce no mundo.



Fonte: Plano Nacional de Recursos Hídricos – Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente (2017).

Em relação à quantidade, o Brasil está entre os países que possuem a maior disponibilidade de água doce no planeta Terra, conforme *ranking* demonstrado no Quadro 3.

Quadro 3 – *Ranking* dos Países com maior disponibilidade de água doce no planeta.

Posição no <i>ranking</i>	País	Água em metros cúbicos (bilhões)
1º	Brasil	5.661
2º	Rússia	4.312
3º	Canadá	2.850
4º	Estados Unidos	2.818
5º	China	2.813
6º	Colômbia	2.145
7º	Indonésia	2.019
8º	Peru	1.641
9º	Índia	1.446
10º	Myanmar	1.003

Fonte: O Autor (2018).

2.1.2.1 Densidade populacional

O Brasil se destaca ainda, como o quinto maior país do mundo em área territorial, com mais de 8.500.000 km² e possui um litoral de mais de 7.300 km de extensão. Tem uma biodiversidade externamente variada e espalhada em distintos ecossistemas, assim como uma população de mais de 200 milhões de pessoas ocupando de forma desigual seus territórios (ANA, 2013).

A grande divergência nos valores demográficos regionais, sendo mais significativa quando comparados os 4,0 hab./km² da região Norte em relação aos 86,3 hab./km² da região Sudeste, se dá porque a população do país encontra-se má distribuída, havendo regiões com uma elevadíssima concentração de pessoas e outras totalmente opostas a essa realidade, com baixíssima densidade populacional, como se pode observar na Figura 6. Sendo a média brasileira de 23,5 hab./km².

Figura 6 – Densidade populacional nas regiões brasileiras.



Fonte: ANA (2013), *apud* IBGE (2008).

Com base no último censo de 2010, realizado pelo IBGE, o maior centro urbano brasileiro, a cidade de São Paulo, na região Sudeste, por exemplo, apresenta mais de 7.300 hab./km², sendo uma cidade densamente povoada, ao passo em que várias cidades na região Norte apresentam índices menores do que 10 hab./km².

É importante salientar que, na região Nordeste as pessoas estão mais concentradas nos centros urbanos do que nas regiões rurais. A cidade do Recife, do Estado de Pernambuco, por exemplo, tem uma densidade populacional de 7.000 hab./km², ou seja, próxima à realidade da maior cidade do país. Assim sendo, mais uma vez, faz-se necessário para um gestor conhecer as características e necessidades das populações que habitam cada diferente região do país para melhor gerenciamento dos recursos hídricos.

2.1.2.2 Regiões hidrográficas

Até o ano de 2003, o território brasileiro era dividido em sete regiões hidrográficas, mas com a Resolução nº 32, de 15 de outubro (CNRH, 2012) passou

a ser dividido em 12 regiões hidrográficas (RH), sendo elas: Amazônica, Tocantins-Araguaia, Atlântico Nordeste Ocidental, Atlântico Nordeste Oriental, Parnaíba, São Francisco, Atlântico Leste, Atlântico Sudeste, Atlântico Sul, Paraná, Paraguai e Uruguai, como se pode ver na Figura 7, as quais geram vazões médias e disponibilidade hídricas distintas para atenderem a diversos usos.

Figura 7 - Regiões hidrográficas do Brasil.



Fonte: ANA (2018).

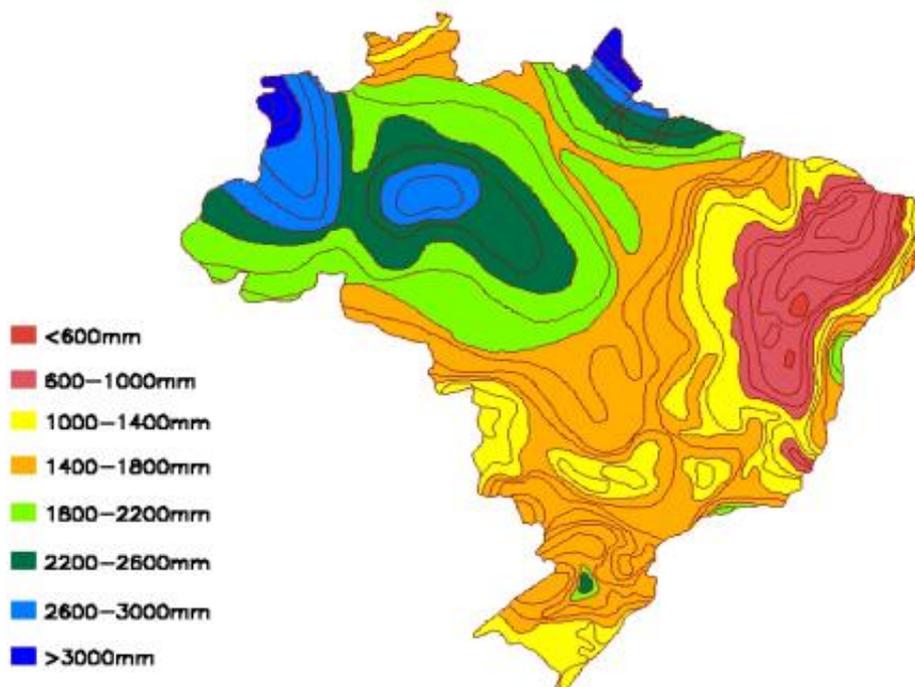
Vale ressaltar que as regiões hidrográficas se limitam as divisões do território do país, enquanto que as bacias hidrográficas vão além dos limites territoriais do país, ou seja, ultrapassa as suas fronteiras. Assim como, algumas Unidades Federativas (UF) possuem papel fundamental na entrega de água, pois em seu território estão localizadas nascentes de importantes cursos d'água que adentram os limites de outros Estados (ANA, 2017).

2.1.2.3 Regime de chuvas

Parte da água que chove sobre o território brasileiro escoar pela superfície indo em direção dos riachos, rios, lagos ou reservatórios, outra parte infiltra e é armazenada no subsolo e em aquíferos como águas subterrâneas. Com uma precipitação variando entre menos de 600 mm e mais de 3.000 mm por ano, como apresentado na Figura 8 a seguir. Mais especificamente, na região Nordeste se destaca como sendo a região mais seca do Brasil. Sua pluviosidade média anual

varia entre 300 mm a 2.000mm por ano. Diferentemente da região Sudeste com precipitações variando entre 900 a 3600 mm por ano (CREPANI *et al.*, 2004 *apud* CREPANI *et al.*, 2001).

Figura 8 – Precipitação média anual no Brasil.



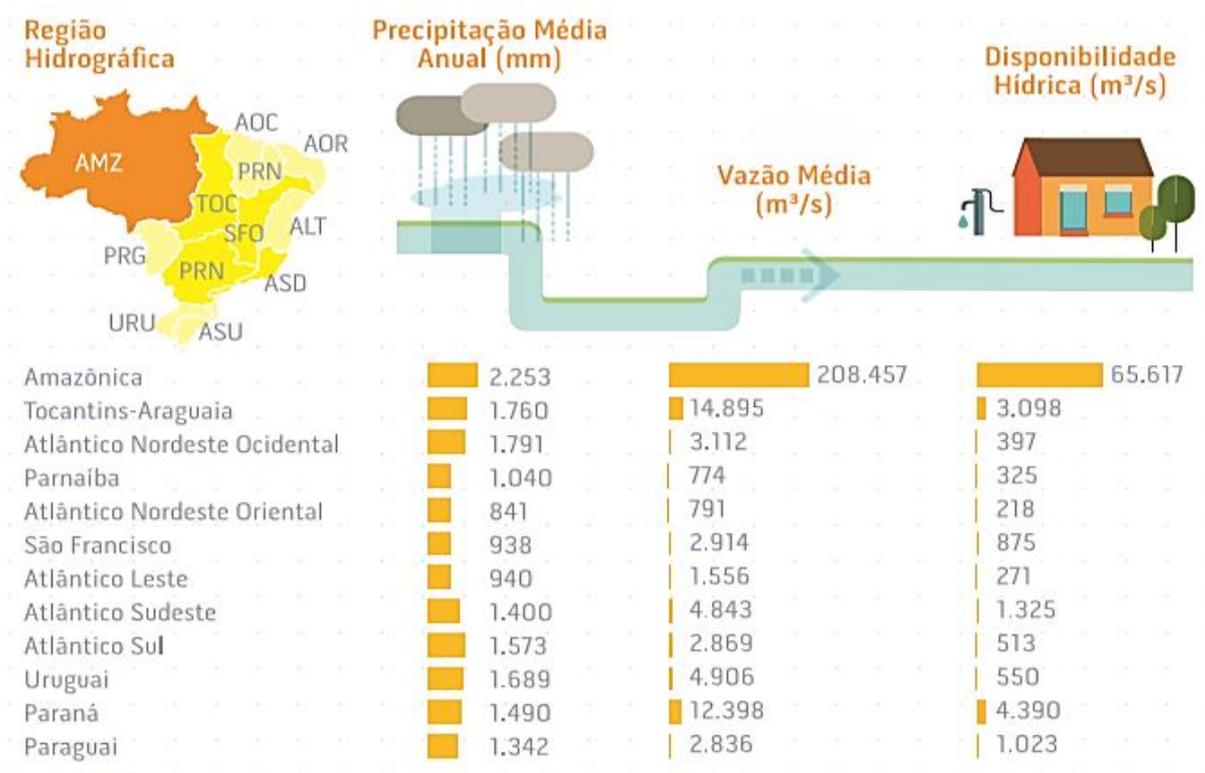
Fonte: Adaptado de Crepani *et.al.* (2004).

Toda chuva precipitada sobre o território brasileiro gera para seus rios uma vazão média anual de 179.000 m³/s, ou seja, o aproximadamente 12% da disponibilidade hídrica do mundo. Entretanto, somando-se as com vazões dos rios que nascem em países estrangeiros e fazem fronteiras com o Brasil, a exemplo do Uruguai ou Paraguai, os quais contribuem para o aumento dessa disponibilidade hídrica, eleva essa média para 267.000 m³/s, coloca o Brasil no patamar de possuidor de 18% da água doce do mundo (MMA, 2011).

2.1.2.4 Disponibilidade hídrica

A Figura 9 a seguir apresenta informações sobre precipitação médias anuais, vazões médias e a disponibilidade hídrica para cada uma das 12 regiões hidrográficas brasileiras.

Figura 9 - Precipitação, vazões médias e disponibilidade hídrica por Região Hidrográfica.



Fonte: ANA (2017).

A Bacia do rio Paraná e a bacia do rio Uruguai são exemplos de bacias que vão além das suas fronteiras. No caso da bacia do rio Paraná que abrange os Estados de Goiás, Minas Gerais, São Paulo, Paraná e Mato Grosso do Sul, vai até parte do Paraguai e Argentina, já a bacia do Uruguai que abrange os Estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul, se estende para o Uruguai e uma parte da Argentina.

Os rios brasileiros na sua grande maioria são de planalto, como as regiões hidrográficas do Paraná e do São Francisco. Já as regiões hidrográficas da Amazônia e do rio Paraguai se caracterizam como planícies. As águas das chuvas são as responsáveis pela alimentação dos rios que na sua maioria são perenes. Com exceção da região semiárida do Nordeste que no período de estiagem há rios que podem desaparecer. Estes são denominados rios temporários ou intermitentes.

Analisando a Figura 9, no que se refere à precipitação, as regiões hidrográficas Amazônica, do Atlântico Nordeste Oriental, do Tocantins Araguaia e do Uruguai são as regiões com maiores precipitações média anual por milímetro,

representando 2.253, 1.791, 1.760 e 1.689 respectivamente. Já as regiões Amazônica, Tocantins Araguaia, Paraguai e Uruguai são as regiões que apresentam maiores vazões média por segundo, sendo; 208.457, 14.895, 12.398 e 4.906 respectivamente. Com relação à disponibilidade hídrica, as bacias Amazônica, Paraná, Tocantins Araguaia e Atlântico Sudeste apresentam 65.617, 4.390, 3.098 e 1325 metros cúbicos por segundo.

No entanto, mesmo o Brasil estando entre os países que possuem a maior disponibilidade de água doce no mundo, enquanto uns tem água em abundância outros convivem com a escassez, concretizando o desequilíbrio entre a oferta e demanda enfrentada pela população em relação a disponibilidade hídrica nas diferentes regiões brasileiras. Enquanto a região amazônica tem uma disponibilidade hídrica de 65.617m³/s para uma população de 4.0 hab./km², a região nordeste, com uma população de 34.4 hab./km², tem aproximadamente 1.815m³/s, incluindo a Bacia do São Francisco.

Esses fatores, somados aos problemas de qualidade da água, geram áreas de conflito e a necessidade nacional de uma gestão democrática, integrada, descentralizada e participativa.

2.1.2.5 Qualidade das águas

Estudo realizado pela Agência Nacional de Águas (ANA), entre os anos de 2001 a 2015, demonstra que na maioria dos pontos de monitoramento analisados os resultados de Índices de Qualidade de Água (IQA) são “Boa” categoricamente. Com exceção dos resultados “Ruim” ou “Péssimo” presentes majoritariamente nos pontos situados nos corpos hídricos dos grandes centros urbanos (Figura 10). Este é um fator agravante, visto que a qualidade de água tem grande impacto na saúde pública e na qualidade de vida da população (ANA, 2017).

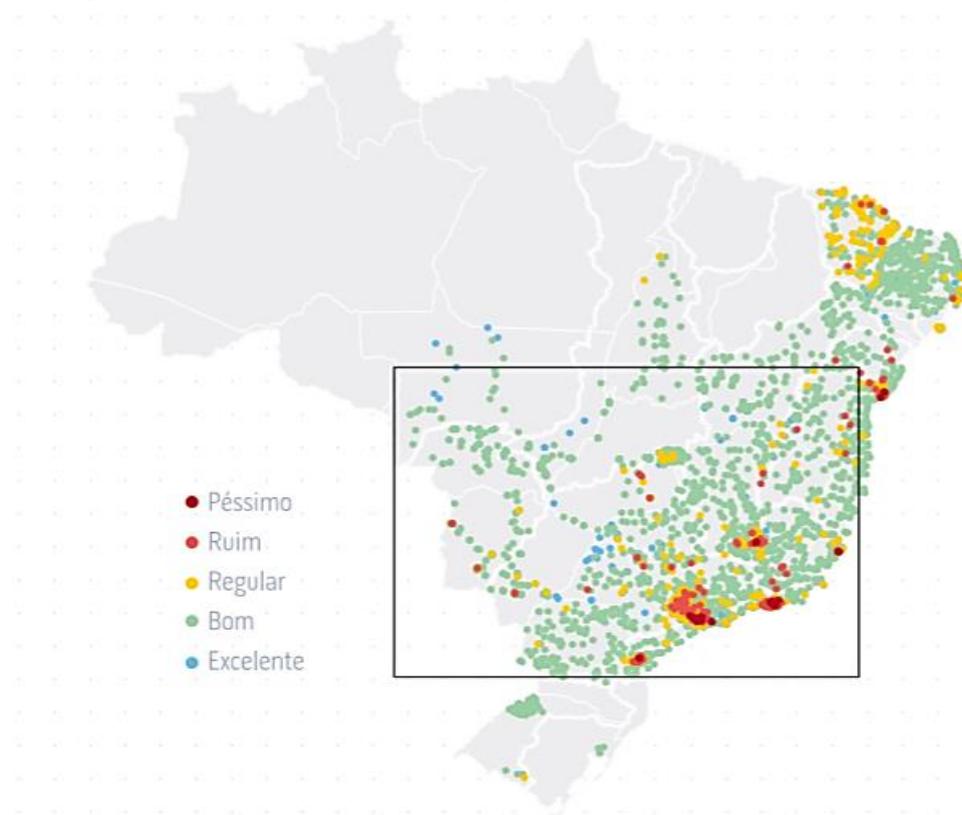
A verificação sistematizada e a conservação da qualidade dos corpos d’água são de fundamental importância em virtude de seu papel basilar para o abastecimento dos ecossistemas tanto naturais como artificiais (ALLEN *et al.*, 1974). O uso inadequado das águas leva a deterioração dos recursos hídricos e causa impactos que compromete a vida no planeta.

Para Pereira-Silva *et al.*,(2011) a análise da qualidade da água implica em uma visão holística da bacia hidrográfica.

As causas e soluções da poluição dos recursos hídricos não serão encontradas olhando-se apenas para dentro da água. A bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento deve incorporar todo o sistema rio-bacia hidrográfica e integrar outros recursos ambientais e a análise da estrutura ambiental. Os diversos processos que controlam a qualidade da água fazem parte de um frágil equilíbrio, motivo pelo qual quaisquer alterações de ordem física, química ou climática na bacia hidrográfica podem modificar a sua qualidade (PEREIRA-SILVA *et al.*, 2011, p.2).

A análise e monitoramento contínuo da qualidade da água criam subsídios para gestores elaborarem programas de redução da poluição e recuperação de ecossistemas. Tornando-se alicerce para o gerenciamento dos recursos hídricos, capaz de fornecer informações cruciais para a criação de regulamentação de uso dos recursos naturais que contemplem as questões ambientais.

Figura 10 - Índice de Qualidade de Água (IQA) no Brasil, de 2001 a 2015.



Fonte: ANA (2017).

Manter a qualidade da água sugere uma transformação nas concepções e ideias atuais no que se refere ao processo de qualificação. Exige uma quebra de paradigma abandonando a postura mecanicista-reducionista e adotando uma visão integrativa e orgânica de todo o sistema hidrológico. Neste arcabouço, o setor de

saneamento se apresenta como primordial para a melhoria da qualidade de vida da população. Todavia, o Brasil apresenta dados insatisfatórios no cenário do saneamento ambiental, segundo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SINIS, 2016). Mais especificamente, 93,2% da população urbana possui água potável para consumo, enquanto somente 57,6% possui seus esgotos coletados. Ainda, estima-se que no país somente 40% dos esgotos gerados sofrem algum tipo de tratamento antes de serem lançados nos corpos hídricos.

Em se tratando de resíduos sólidos urbanos, com base nos dados fornecidos pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE, 2015), o quadro é ainda pior. Apesar de aproximadamente 100% da população brasileira ter seus resíduos coletados com frequência regular, somente 58,7% desses resíduos coletados são levados a um local de disposição final adequada, o aterro sanitário. Indicando que cerca de 40% do lixo gerado no Brasil acaba indo parar nos rios e riachos urbanos.

A explicação para a baixa cobertura dos serviços de saneamento ambiental no país está na carência crônica de investimentos e no gargalo de financiamento do setor. Segundo a Associação Brasileira da Infraestrutura e Indústrias de Base (ABDIB, 2017), os indicadores de atendimento de água e esgoto não foram alterados significativamente nos últimos anos, sendo o setor de infraestrutura o que menos recebeu investimentos em comparação com áreas de transportes, energia elétrica, petróleo e gás e telecomunicações.

2.1.3 Cooperação para gestão da água entre Brasil e Austrália

Os países têm muito em comum, também de clima tropical e subtropical, sobre o trópico de Capricórnio, situado ao sul do equador terrestre, com regiões mais áridas, de fauna e flora fascinantes e praias lindas. Mais, sobretudo em relação à necessidade de melhorar a qualidade dos corpos d'água em seus centros urbanos. A Austrália tem cidades modernas e de excelente infraestrutura em face da recente colonização europeia e dada a riqueza gerada pela mineração. Com território similar em dimensão ao Brasil. Sendo que aqui, em números gerais, há aproximadamente nove vezes mais pessoas e setenta vezes mais água que na Austrália, como detalhado no Quadro 4 a seguir, o qual apresenta um resumo comparativo do panorama para gestão dos recursos hídricos entre o Brasil e a Austrália.

Quadro 4 – Panorama para gestão dos recursos hídricos entre o Brasil e a Austrália.

Aspectos abordados	Brasil	Austrália
Tamanho territorial	8.500.000 km ²	7.700.000 km ²
População	200 milhões de hab.	23 milhões de hab.
Densidade populacional	23,5 hab./km ²	3,1 hab./km ²
Variação da precipitação	Menos de 600 mm e mais de 3.000 mm por ano	Menos de 100 mm e mais de 3.000 mm por ano
Disponibilidade hídrica	5.600 bilhões de m ³	80 bilhões de m ³
Quantidade de água por habitante atual	28 milhões de litros	3,5 milhões de litros
Qualidade das águas nos corpos hídricos	Poluição presente nos grandes centros urbanos	Poluição presente nos grandes centros urbanos

Fonte: O Autor (2018).

Não obstante, o que mais evidencia quão estratégico em se estudar métodos e técnicas de gerenciamento de recursos hídricos adotados do outro lado do planeta é o contrato de cooperação firmado entre o Brasil e a Austrália (Figura 11). Pelo Memorando de Entendimento, assinado em 20 de julho deste ano de 2018, entre a Agência Nacional de Águas (ANA) e o Departamento de Relações Exteriores e Comércio do Governo da Austrália, que formaliza a parceria inédita entre os dois países até junho de 2021. O documento expressa o “interesse conjunto no desenvolvimento de uma cooperação de longo prazo no campo da gestão da água” (ANA, 2018).

Figura 11 - Diretora-presidente da ANA e embaixador australiano no Brasil assinam parceria.



Fonte: ANA (2018).

2.2 CICLO DAS ÁGUAS URBANAS E O MEIO AMBIENTE

Todos os fluxos de água em áreas urbanas criam uma relação entre os homens e o meio ambiente.

2.2.1 O ciclo hidrológico natural

A água tem na sua composição molecular dois átomos de hidrogênio e um átomo de oxigênio. É vital para os seres vivos e está presente na natureza sob a forma líquida, gasosa ou sólida fazendo uma passagem entre esses estados da matéria.

A transição de um estado para outro ocorre nas camadas da hidrosfera e atmosfera por meio da evaporação, condensação, precipitação, infiltração e transpiração. De acordo com Amabis & Martho (2006, p.239), a água quando sofre essas mutações apresenta as seguintes etapas e denominações:

Evaporação - o calor irradiado pelo sol aquece a água dos rios, lagos, mares e oceanos ocorrendo o fenômeno. Nesse momento, ocorre a transformação do estado líquido da água para o seu estado gasoso, à medida que se desloca da superfície da Terra para a atmosfera.

Condensação - ocorre este processo quando o vapor da água esfria, se acumula na atmosfera e se condensa na forma de gotículas, que formarão as nuvens ou nevoeiros, ou seja, a transformação do estado gasoso da água para seu estado líquido, sendo as nuvens, as gotículas de água líquida suspensas no ar.

Precipitação - ocorre com muita água condensada na atmosfera. As gotículas suspensas no ar se tornam pesadas e caem no solo na forma de chuva. Em regiões muito frias a água condensada passa do estado gasoso para o líquido e rapidamente para o estado sólido, formando a neve ou o granizo.

Infiltração - quando o vapor de água condensado cai sobre a superfície terrestre, ocorre a de uma parte dessa água que vai alimentar os lençóis subterrâneos.

Transpiração - processo onde parte da água que se infiltrou no solo pode ser absorvida pelas plantas que, depois de utilizá-la a devolvem à atmosfera.

O ciclo da água na natureza é basilar para a conservação da vida no planeta Terra, já que determina a alteração climática e impacta no nível dos rios, lagos, mares, oceanos. A água desses ambientes quando é aquecida pelo calor do sol evapora, passando de um estado para outro.

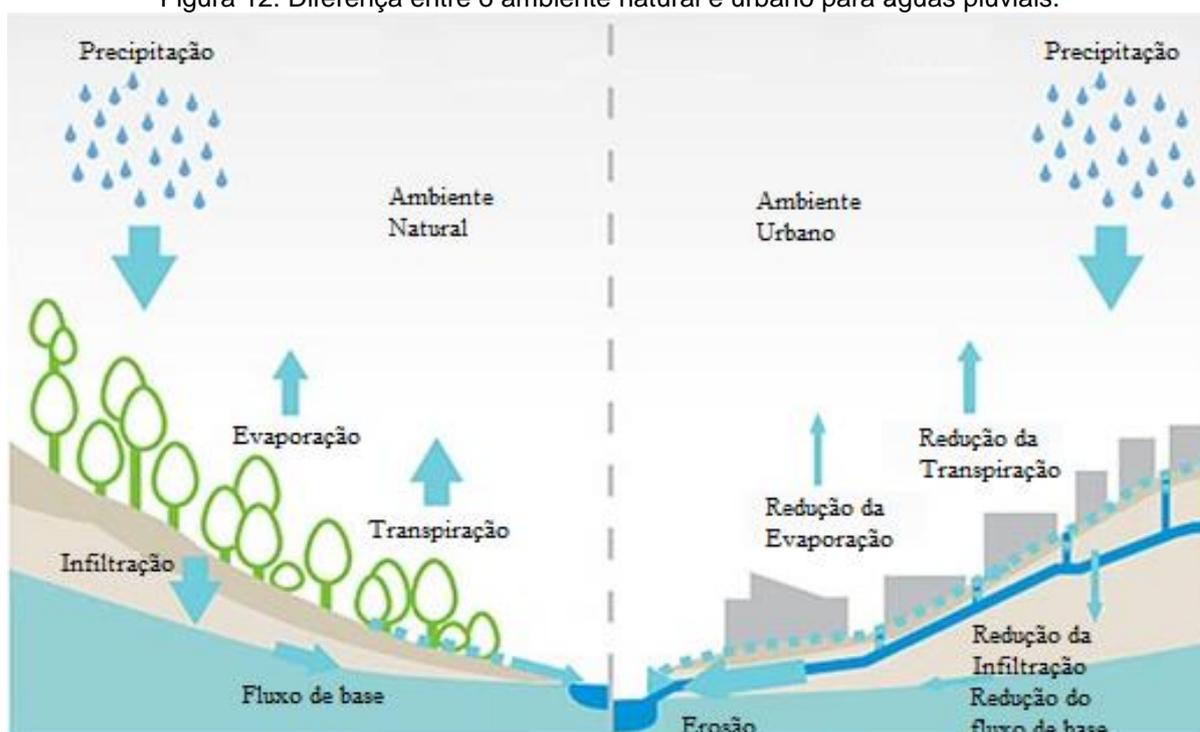
Disposta na atmosfera, o vapor de água quando atinge camadas mais elevadas e frias da atmosfera se condensa formando as nuvens. Por sua vez a água que se encontra nas nuvens em estado gasoso sofre outra transformação passando

para o estado líquido formando gotículas. Essas quando muito concentradas nas nuvens se precipitam em forma de chuva retornando para os rios, lagos, oceanos fechando o ciclo hidrológico.

Todavia a água que cai sobre os continentes pode se infiltrar no solo como água subterrânea ou seguir para os rios, lagos ou oceanos. Parte da água quando infiltrada é absorvida pelas plantas que a devolve para a natureza, outra parte recarrega os lençóis freáticos e aquíferos. Quando a precipitação é maior do que a capacidade de absorção das chuvas, fenômenos como cheias e alagamentos ocorrem, podendo ou não, causar danos para a vida das pessoas.

O ciclo hidrológico é o resultado da mutação dos estados da água quando se desloca dos oceanos para a atmosfera, da atmosfera para a terra e da terra de volta para os oceanos. Nas cidades, o ciclo natural é alterado. O excesso de pavimentação diminui a capacidade de infiltração e a evapotranspiração das águas provocando as inundações e enchentes, mais frequentes em épocas de chuva intensa, e a redução dos níveis dos corpos d'água, em épocas de estiagens prologadas, como ilustrado na Figura 12. Além de, adicionalmente, elevar a temperatura ambiente devido à maior absorção e retenção de calor. A urbanização altera a forma como a água flui e no ambiente natural.

Figura 12: Diferença entre o ambiente natural e urbano para águas pluviais.



Fonte: Adaptado de Melbourne Water (2017).

2.2.2 Classificação das águas

Todas as águas utilizadas no ambiente urbano irão compor o ciclo das águas urbanas. De acordo com o grau de salinidade, a água pode se classificar em água doce, salobra e salgada. Considera-se água salgada aquela que possui uma quantidade elevada de sal dissolvida, principalmente cloreto de sódio. A salinidade chega a ser superior a 30‰ e representa 97,5% do total de água do planeta. A água doce contém um percentual de 0,5% de sal. Por ter salinidade baixa é a indicada para uso humano. A água salobra é intermediária, tendo um grau de salinidade entre 0,5‰ a 30,5‰. É um tipo de água encontrada nos mangues e não utilizada pelo homem para consumo. A água doce é também chamada de água potável. Não possui cor nem cheiro ou outro elemento que possa trazer risco ou causar danos à saúde humana, por isso é a indicada para o consumo humano.

Há ainda as águas denominadas minerais. Estas têm na sua composição uma quantidade alta de minerais dissolvidos que lhe confere sabor diferente das outras, propriedades terapêuticas e são classificadas em função da sua composição química.

A água também pode ser produzida em laboratório, a exemplo da água destilada que por meio do processo de destilação são retiradas as substâncias e sais minerais. Esse tipo é considerado uma água pura e indicado para uso específico como produção de medicamentos. Além da água destilada, no laboratório também pode produzir a água deionizada que se “distingue por não apresentar apenas substâncias iônicas, não sendo livre de substâncias moleculares. Os processos para chegar à água deionizada são a troca iônica ou a osmose reversa” (SANTOS, 2018, p.1).

Quando a água de qualquer espécie sofre alterações na sua composição físico-química, torna-se poluída e quando além da alteração contém substâncias tóxicas ou organismos patogênicos torna-se contaminada e nociva ao homem, podendo seu consumo provocar doenças (SANTOS, 2018).

2.2.2.1 Águas residenciais

A migração do homem do campo para a cidade provocou um adensamento populacional urbano. Da mesma forma em que a cidade aumentou em tamanho

com novas ruas e avenidas, também aumentou a demanda por água, resultando em obras de infraestrutura para o abastecimento e coleta.

Ao longo da história da humanidade, as mudanças de modo de vida implicaram também na mudança pelo consumo de água nas cidades e atualmente, diante das inquietações pela escassez do recurso, surge também a preocupação com a forma, de como se utiliza água nas residências. Neste contexto a oferta de água, que a princípio se imaginava ser suficiente passou a ser insuficiente visto que os mananciais urbanos não eram suficientes para atender a demanda, levando assim as pessoas buscarem o recurso em locais mais afastados dos centros urbanos para abastecer suas residências.

Considera-se águas residências todas aquelas que são utilizadas no ambiente residencial, tais como: água potável; água mineral e água de reuso que irão compor o ciclo das águas urbanas.

Segundo Tucci (2008, p.4), “as águas urbanas englobam o sistema de abastecimento de água e esgotos sanitários, a drenagem urbana e as inundações ribeirinhas, a gestão dos sólidos totais, tendo como metas a saúde e conservação ambiental”. Destarte, os sistemas de abastecimento, de coleta e tratamento das águas residuárias e das águas pluviais devem ser pensados e projetados de forma sistêmica, visando um convívio harmonioso do meio urbano com o meio ambiente.

2.2.2.2 Água potável

O ministério da saúde por meio da portaria de consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017, consolida normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Em seu Anexo XX, depõem sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade com base na portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. Considera água potável aquela cuja ingestão não causa danos à saúde humana conforme determina o artigo 5º dessa portaria (BRASIL, 2017):

Art. 5º Para os fins desta Portaria são adotadas as seguintes definições:
I - água para consumo humano: água potável destinada à ingestão, preparação e produção de alimentos e à higiene pessoal, independentemente da sua origem;

II - água potável: água que atenda ao padrão de potabilidade estabelecido nesta Portaria e que não ofereça riscos à saúde;

III - padrão de potabilidade: conjunto de valores permitidos como parâmetro da qualidade da água para consumo humano, conforme definido nesta Portaria;

IV - Padrão organoléptico: conjunto de parâmetros caracterizados por provocar estímulos sensoriais que afetam a aceitação para consumo humano, mas que não necessariamente implicam risco à saúde;

V - água tratada: água submetida a processos físicos, químicos ou combinação destes, visando atender ao padrão de potabilidade;

Além de não apresentar substâncias e organismos que possam trazer doenças, a água potável também não possui cor, gosto ou cheiro. Para que uma água seja atestada como potável, deve ser avaliada suas características físicas, químicas, biológicas e radioativas.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), aproximadamente cerca de “748 milhões de pessoas não possuem acesso de forma sustentada à água potável no mundo e aproximadamente 1,8 bilhão de pessoas utilizam água contaminada”. No Brasil a falta de água potável é consequência da poluição e da ausência de planejamento na distribuição.

O novo relatório da Organização Mundial da Saúde (OMS) e do Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) registra que “em todo o mundo, cerca de três em cada 10 pessoas (2,1 bilhões) não têm acesso à água potável e disponível em casa e seis em cada 10, ou 4,5 bilhões, carecem de saneamento seguro”.

Apesar de todos os seres humanos terem o direito ao acesso à água garantido, grande parte da população mundial ainda sofre com a escassez. Na fala de Tedros Adhanom Ghebreyesus, diretor geral da OMS isso se evidencia:

"A água potável, o saneamento e a higiene em casa não devem ser um privilégio apenas daqueles que são ricos ou vivem em centros urbanos"[...] "Esses são alguns dos requisitos mais básicos para a saúde humana e todos os países têm a responsabilidade de garantir que todos possam acessá-los" (OMS, 2017, p.1).

Neste sentido, é mister garantir a conservação dos recursos hídricos, a limpeza dos rios, o saneamento amplo, estendido a toda a população para que a água seja distribuída de forma adequada e com qualidade para todos.

2.2.2.3 Água mineral

A crescente poluição hídrica tem deixado às pessoas apreensivas com a qualidade da água, favorecendo o crescimento do consumo de água proveniente de fontes minerais em escala mundial. A crença de que o consumo de água mineral contribui para um estilo de vida saudável tem elevado o consumo do produto no Brasil e no mundo (MAVRIDOU, 1992).

Os países Europeus e nos Estados Unidos adotam definições específicas para a água mineral de acordo com sua composição. Na Europa, para ser caracterizada como água mineral deve apresentar uma quantidade concentrada de sais minerais, já nos Estados Unidos a água mineral é definida como que contém no mínimo 250 mg/L de Total de Sólidos Dissolvidos (TSD). No que tange ao Brasil, há regulamentação específica (CAETANO e PEREIRA, 2003).

De acordo com a ANA (2018, p.1) “A água mineral é aquela captada de fontes com composição química ou propriedades diferentes das águas comuns, com características que confirmam uma ação medicamentosa”.

A Resolução de diretoria colegiada - RDC Nº. 274, DE 22 de setembro de 2005 apresentam em seus anexos à definição de água mineral sendo:

Água Mineral Natural: é a água obtida diretamente de fontes naturais ou por extração de águas subterrâneas. É caracterizada pelo conteúdo definido e constante de determinados sais minerais, oligoelementos e outros constituintes considerando as flutuações naturais.

Água Natural: é a água obtida diretamente de fontes naturais ou por extração de águas subterrâneas. É caracterizada pelo conteúdo definido e constante de determinados sais minerais, oligoelementos e outros constituintes, em níveis inferiores aos mínimos estabelecidos para água mineral natural. O conteúdo dos constituintes pode ter flutuações naturais.

Água Adicionada de Sais: é a água para consumo humano preparada e envasada, contendo um ou mais dos compostos previstos no item 5.3.2 deste Regulamento. Não deve conter açúcares, adoçantes, aromas ou outros ingredientes.

Não é competência da ANA a exploração ou comercialização da água mineral, já que de acordo com a Constituição Federal (1988), a gestão e a autorização para o uso de águas subterrâneas, inclusive para a perfuração de poços, são competências dos Estados.

De acordo com registros da Associação Brasileira da Indústria de Águas Minerais (ABINAM), o mercado apresenta patamares de crescimento próximos a 20% ao ano.

Dados da ABINAM apontam que o Brasil tem uma participação de 7% no mercado global de água mineral, ficando na posição de 8º lugar como maior produtor mundial de água mineral envasada. Esse resultado é uma resposta da preocupação da sociedade por alimentos mais saudáveis.

2.2.2.4 Águas residuais

A Resolução nº 54, de 28 de novembro de 2005, que estabelece as modalidades de reuso direto não potável e dita as normas e diretrizes para aplicação em todo território brasileiro, define:

Art. 2º Para efeito desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:
I - Água residuária: esgoto, água descartada, efluentes líquidos de edificações, indústrias, agroindústrias e agropecuária, tratados ou não;
II - Reuso de água: utilização de água residuária;
III - Água de reuso: água residuária, que se encontra dentro dos padrões exigidos para sua utilização nas modalidades pretendidas;
IV - Reuso direto de água: uso planejado de água de reuso, conduzida ao local de utilização, sem lançamento ou diluição prévia em corpos hídricos superficiais ou subterrâneos; (BRASIL, 2005, p.1).

Considera-se como água residual toda a água descartada pelos diversos usos humanos, e que popularmente é chamada de esgoto. Nesta condição, a água exibe características naturais alteradas e apresenta poluentes, seja pelo uso doméstico, comercial ou industrial. Para descartá-la no meio ambiente deve passar por um processo de tratamento adequado para evitar contaminação e não causar danos às pessoas. O tratamento inadequado pode provocar baixa qualidade da água dos rios e afetar a fauna e a flora.

Segundo o site Pensamento verde (2018, p. 1), as águas residuais podem ser classificadas em cinco tipos, de acordo com a sua origem:

Águas residuais domésticas: proveniente de instalações residenciais, do metabolismo humano e de atividades domésticas como banhos, cozinhas e lavagens de pavimentos domésticos;
Águas residuais industriais: águas residuais provenientes de instalações utilizadas para todo o tipo de comércio ou indústria, resultantes de processos de fabricação;
Águas residuais por escorrência urbana: mistura de águas residuais domésticas com águas residuais industriais e/ou água de escoamento pluvial, além de chuvas, regas, lavagem de pavimentos públicos;
Águas residuais de infiltração: águas residuais resultantes de infiltrações nos coletores de água nos terrenos;

Águas residuais turísticas: águas residuais que apresentam características sazonais, com menor ou maior carga poluente provenientes de estabelecimentos hoteleiros ou complexos turísticos isolados.

Grande parte da água retirada dos mananciais e usada no abastecimento urbano se transforma em águas residuais. Dados da Agência Nacional das Águas (ANA), apontaram que no ano de 2016, o Brasil teve uma retirada de 2.275m³/s, dos quais, 1.210 m³/s foram efetivamente para consumo e 1.065m³/s descartados como águas residuais, ou seja aproximadamente 50%, assim distribuídos:

Quadro 5 – Usos das águas no Brasil no ano de 2016.

Setor	Retirada		Consumo		Retorno	
	em m3/s	%	em m3/s	%	em m3/s	%
Irrigação	1.253	55	913	75	340	32
Abastecimento humano urbano	503	22	101	8	402	38
Setor industrial	346	15	69	6	277	26
Pecuária	135	6	108	9	27	2
Abastecimento humano rural	38	2	19	2	19	2
Total	2.275		1.210		1.065	

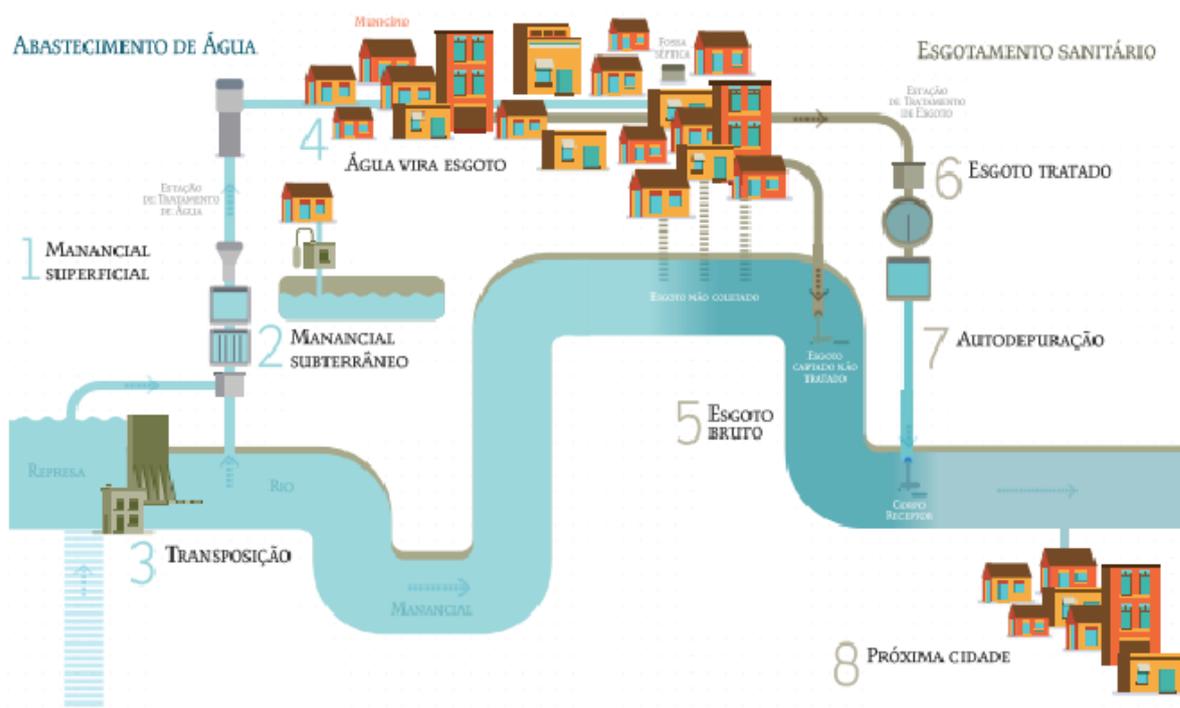
Fonte: ANA (2017).

2.2.2.5 Água de reuso

Segundo informações da ANA (2017), parte dessa água que retorna ao ciclo hidrológico natural é lançada no solo, havendo pouco volume destinado a reuso. A agência chama a atenção para esse desperdício, visto que ela pode ser usada em várias atividades tais como na indústria para refrigerar caldeiras, construção, apagar incêndios, irrigar paisagens no campo e na cidade, construções, descarga de vasos sanitários, controle de poeira, sistemas de ar condicionado, lavagem de ruas, pontos de ônibus e veículos; e também para outras finalidades ambientais como nas indústrias de pesca (ANA, 2017).

Alega a agência que a desequilíbrio hídrico existente nas regiões pode ter no reuso da água uma alternativa para minimizar a escassez do recurso. Alerta que as instalações urbanas são as maiores fontes de contaminação e que a água residual gerada é um “elemento particularmente ameaçador quando combinada com resíduos industriais não tratados” (ANA, 2017, p.69).

Figura 13 – Fornecimento e descarte da água em ambientes urbanos.



Fonte: Adaptado de ANA (2017).

A Figura 13 ilustra o caminho do fornecimento e descarte da água dentro do ambiente urbano, desde a retirada, qual pode ser dos mananciais superficiais ou subterrâneos, o tratamento e abastecimento de água potável até o descarte, que é de aproximadamente metade do volume fornecido no Brasil. Parte dessa água vira esgoto, sendo descartada, tratada ou não de volta aos mananciais, o que pode alterar a qualidade dos mesmos e afeta a população à jusante. Contudo, esses efluentes líquidos descartados são recursos hídricos, os quais podem ser utilizados para outros fins equilibrando mais o sistema e, apesar de impróprias para o consumo humano, trazer benefícios econômicos e para a segurança hídrica.

2.2.3 O ciclo das águas urbanas

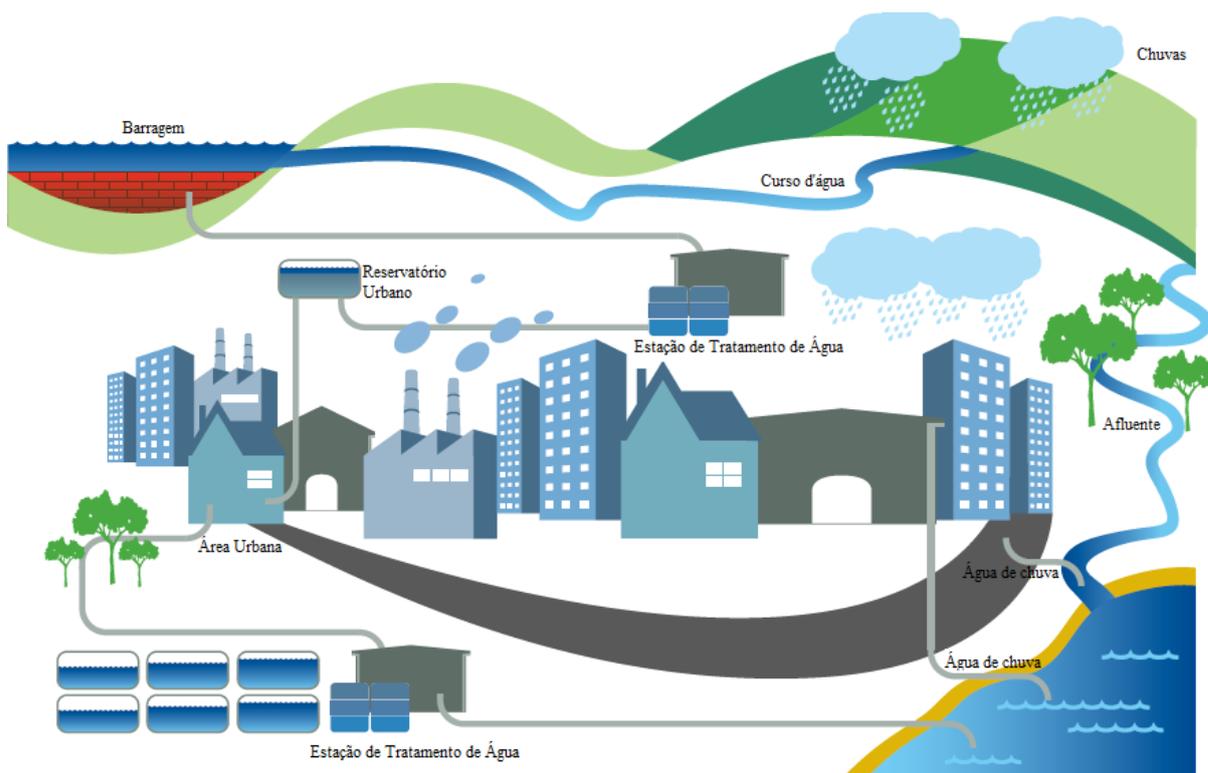
A água flui de diversas formas nas grandes cidades. Segundo o *WSUD Guidelines - City of Melbourne* (2006), é preciso entender que o sistema convencional de gerenciamento de águas em áreas urbanas nada mais é que um subsistema do ciclo das águas urbanas. Dividido em três sistemas, operando separadamente, assim estabelecidos:

- Abastecimento ou fornecimento de água potável: captada fora da área urbana, a água bruta é tratada, canalizada e entregue com qualidade de potável dentro da cidade;
- Coleta e tratamento de esgoto ou sistema de esgotamento sanitário: coleta e transporta de águas residuais através de canalizações para estações de tratamento antes de ser descarregada para o manancial mais próximo, e;
- Manejo de águas pluviais ou drenagem urbana: são fluxos naturais, vias navegáveis e sistemas de canos subterrâneos que transportam as águas pluviais e outras fontes naturais de água para o manancial mais próximo (*MELBOURNE WATER, 2006*).

O ciclo natural das águas é como a natureza lida com a água, mas dentro desse lugar artificial e complexo chamado cidade, que por causa da presença forte do homem e suas prioritárias necessidades, sua homeostase é impedida. Desta forma, o ciclo das águas urbanas se destaca como um subciclo do ciclo hidrológico maior. E que deve ser tratado como tal, ou seja, o homem deve respeitar necessidades do ciclo hidrológico natural. O que seriam, então, essas necessidades, a água tem que infiltrar, tem que ter lugar para que ela escoe durante um evento pluviométrico, entre outros aspectos.

Esses sistemas artificiais se enquadram no sistema de captação do ambiente natural e são mostrados na Figura 14.

Figura 14 - Sistema convencional de gerenciamento de águas em áreas urbanas.



Fonte: *Melbourne Water (2006), apud NZ Parliamentary Commissioner for the Environment (2000).*
Adaptado pelo Autor.

2.2.3.1 Fornecimento de água potável

O Brasil é um dos países com mais disponibilidade de água, entretanto há um desequilíbrio em virtude da maior concentração dos recursos hídricos se encontrar em região com pouca densidade populacional. Por outro lado, há regiões com muitas pessoas e pouco recurso hídrico. Somado a essa problemática, nas áreas urbanas há uma atitude poluidora por parte da população que impacta direto na qualidade da água e conseqüentemente no abastecimento.

Abastecer considerando essas desigualdades exige dinamismo e flexibilidade para se adaptar a especificidade de cada região. No norte de Minas Gerais e parte do nordeste há mananciais que não atende a demanda por recursos hídricos para o abastecimento humano, já nas regiões metropolitanas o grande problema a ser vencido é a utilização da mesma fonte para os diversos usos dos recursos gerando conflito entre quantidade e qualidade da água (ANA, 2018).

O abastecimento nas e entre as cidades ocorrem de forma integrada e simultânea o que requer planejamento, execução sistemática e uma operação de infraestrutura com qualidade que suporte as demandas de cada cidade.

Embora a ANA (2018, p.1) não regule o abastecimento da água, tem como papel:

consolidar o diagnóstico e elaborar o planejamento dos recursos hídricos e dos setores usuários [...] servem de base para as instituições públicas - federais e estaduais - que regulam e desenvolvem políticas públicas para o setor de abastecimento público. Assim, é possível atender à necessidade básica da população, assegurar o uso do recurso em atividades produtivas, definir obras e intervenções necessárias de estruturas (barragens, canais e outros), e minimizar os riscos associados a eventos críticos, como secas e cheias, que podem interferir no abastecimento.

Considera um sistema de abastecimento de água todos os serviços, equipamentos e obras utilizadas com o propósito de transportar água potável para uso no consumo doméstico, indústria, serviço público, e outros fins. De acordo com Eos Consultores (2018, p.1), as etapas para o abastecimento podem ser assim definidas:

O manancial é a fonte onde se coleta a água para abastecimento da região. A captação consiste nos equipamentos e instalações que retiram a água do manancial e a joga no sistema de abastecimento.
A adução é a tubulação, normalmente sem variações, que liga a captação ao tratamento e/ou do tratamento à rede de distribuição. Essa etapa pode funcionar de duas formas: Por gravidade ou por recalque.
O tratamento não é uma regra, pois depende da qualidade da água captada no manancial. Entretanto, todos os sistemas existentes possuem (ou deve) uma estação de tratamento da água (ETA).
O reservatório tem a desígnio de armazenar a água. Seu objetivo é atender as demandas de emergência, manter uma pressão constante na rede e atender a variação de consumo.
A variação ocorre em consonância com os hábitos da comunidade, o clima e a qualidade da água.
A rede de distribuição é a unidade do sistema que leva a água do reservatório para os consumidores.
O ramal domiciliar é a ligação que é feita da rua para a residência.

O Brasil, mesmo sendo detentor de cerca de mais de 12% de toda a água doce superficial do planeta, somente 27 % dos recursos hídricos brasileiros estão disponíveis para as demais regiões, onde residem 95% da população do país (LIMA, 1999). Somados a isso tem o grande desperdício que chega a ser de 20% a 60% da água tratada para consumo que se perde na distribuição, em função das condições de conservação das redes de abastecimento.

Para atender as exigências do Ministério da saúde, a água deve passar por um processo de tratamento em estação específica para realizar processos de desinfecção e garantir seu consumo sem riscos à saúde.

Segundo o Ministério do meio ambiente, após chegar à estação de tratamento, a água passa basicamente pelas seguintes etapas (BRASL, 2009, p.6): Adição de coagulantes; Coágulo-sedimentação; Filtração; Desinfecção, e; Fluoretação.

O tratamento da água é essencial para a saúde pública. Na América Latina, apesar da evolução na implantação de sistema de abastecimento, muitos lugares ainda precisam ser atendidos por esse serviço. De acordo com a Organização Mundial de Saúde, no ano de 2000, havia 78 milhões de pessoas sem acesso a água encanada e 117 milhões de pessoas não se utilizam de esgoto sanitário, o que corresponde 15% e 22% da população total da América Latina e do Caribe (BRASIL-MMA, 2009, p.7).

2.2.3.2 Coleta e tratamento de esgoto

A Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007 estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. Traz no artigo 2º o seguinte texto:

Art. 2º Os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes princípios fundamentais: I - universalização do acesso; II - integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados; III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente; IV - disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes, adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado; (BRASIL, 2007).

A Lei prevê a universalização dos serviços de abastecimento de água e tratamento da rede de esgoto para garantir a saúde dos brasileiros.

Determina ainda as diretrizes básicas para o setor ao delimitar as competências do governo federal, estadual e municipal para serviços de saneamento e água, como também regulamenta a participação de empresas privadas no saneamento básico na forma a seguir:

Governo Federal – Estabelece diretrizes gerais, formula e apoia programas de saneamento em âmbito nacional;
Estados – Opera e mantém sistemas de saneamento, além de estabelecer as regras tarifárias e de subsídios nos sistemas operados pelo Estado;
Prefeituras – Compete ao município prestar, diretamente ou via concessão a empresas privadas, os serviços de saneamento básico, coleta, tratamento e disposição final de esgotos sanitários. As prefeituras são responsáveis também por elaborar os Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB), que são os estudos financeiros para prestação do serviço, definição das tarifas e outros detalhes. O município que não preparar o plano fica impedido de contar com recursos federais disponíveis para os projetos de água e esgoto.

O abastecimento de água é constituído pelas atividades e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição. Já o esgotamento sanitário contempla as ações de coleta, transporte, tratamento e a disposição final adequada dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente.

A Lei nº 11.445 ainda determina:

Art. 3º Para os efeitos desta Lei considera-se: I - saneamento básico: conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de:

- a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;
- b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;
- c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;
- d) drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas (BRASIL,2007).

Segundo o Ministério das Cidades, no Brasil cerca de 60 milhões de brasileiros que corresponde a 9,6 milhões de domicílios urbanos, não são contemplados com a rede de coleta de esgoto e, destes, aproximadamente 15 milhões, que corresponde a 3,4 milhões de domicílios também não têm acesso à água encanada. Do total coletado, apenas 25% do esgoto é tratado, sendo o restante despejado “in natura”, nos rios e no mar sem nenhum tipo de tratamento.

Após 20 anos de discussão no Congresso Nacional, em agosto de 2010 entrou em vigor a Lei 12.305/10 que legisla a Política Nacional de Resíduos. Considera resíduo sólido todo e qualquer material, substância, objeto ou bem descartado que precisa ser tratado ou reciclado, denominado popularmente como Lixo.

O Panorama de Resíduos Sólidos no Brasil 2015, realizado pela ABRELPE, Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, entre 2014 e 2015, postula que a produção de lixo no país cresceu 1,7%. Segundo o estudo, anualmente 30 milhões de toneladas de lixo acabam nos lixões, aterros irregulares, onde são depositados sem qualquer tratamento, provocando a contaminação do solo e do lençol freático.

Segundo a OMS, mais de cinco milhões de pessoas morrem por ano no mundo, devido às doenças transmitidas pela água. “A falta de saneamento no Brasil é causa de 80% das doenças e 65% das internações hospitalares, implicando gastos de US\$ 2,5 bilhões. Estima-se que para cada R\$ 1,00 investido em saneamento, haveria uma economia de R\$ 5,00 em serviços de saúde” (BRASIL, 2009, p.7).

Quanto mais poluída estiver a água, maiores dificuldades se apresentarão para torná-la pronta para o consumo. Implica em uso de grande quantidade de produtos químicos para torná-la potável outra vez. Para esse problema a solução é a redução da quantidade de nutrientes lançada nos rios, através do tratamento do esgoto.

De acordo com a Companhia de saneamento de Minas Gerais (2018, p.1) o tratamento de esgoto passa por várias etapas, a saber: Coleta e transporte; Gradeamento; Desarenação; Oxidação biológica; Decantação; Recirculação do lodo, e; Destino final do lodo.

Nas últimas décadas houve a ampliação do saneamento básico porém há muita desigualdade no atendimento em função das desigualdades sociais. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) apontam que 98% da população brasileira têm acesso à água potável, porém 17% dos domicílios pesquisado ainda necessita desse serviço, tendo que recorrer a cisternas, açudes, rios ou riachos.

No ano 2010, o IBGE registrou que 79% da população brasileira tinha acesso à rede sanitária ou fossa séptica deixando de fora o grande número de domicílios situados em localidades com esgoto a céu aberto. Acrescenta a pesquisa que

aproximadamente 14% dos habitantes do país não são contemplados pelo serviço de coleta de lixo e 2,5% não tem acesso à energia elétrica.

As desigualdades regionais só reforçam as desigualdades sociais de forma acentuada. O paradoxo está entre as cidades mais desenvolvidas do país, como São Paulo e Rio de Janeiro, com índices de tratamento de esgoto de 93%, e outras capitais, como Belém (7,7%) e Macapá (5,5%), que não usufrui desse mesmo benefício garantido em lei.

A falta do saneamento básico leva ao descarte indevido dos resíduos que acabam nos riachos urbanos desencadeando e potencializando o problema da drenagem urbana.

2.2.3.3 Manejo de águas pluviais ou drenagem urbana

A drenagem urbana é a soma de medidas gerenciais de manejo e controle das chuvas que escorre nas áreas urbanas com o objetivo de diminuir os riscos e os prejuízos que a população está sujeita, em virtude das inundações e favorecer o desenvolvimento urbano de forma coordenada com outros serviços promovendo a sustentabilidade.

A Lei nº 13.308, de 6 de julho de 2016, altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, determinando a manutenção preventiva de drenagem pluvial. Tais alterações estão dispostas na forma seguinte:

Art. 1º O inciso IV do art. 2º, a alínea *d* do inciso I do art. 3º e o inciso I do § 1º do art. 52, todos da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, passam a vigorar com a seguinte redação:

Art. 2º IV - Disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes, adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;

Art. 3º d) drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas;

Art. 52. § 1º I – abranger o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, o manejo de resíduos sólidos e o manejo de águas pluviais, com limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes de drenagem, além de outras ações de saneamento básico de interesse para a melhoria da salubridade ambiental, incluindo o provimento de banheiros e unidades hidrossanitárias para populações de baixa renda;

A migração do homem do campo para os grandes centros urbanos, somado com o crescimento populacional tem contribuído para o aumento irregular das periferias e para o uso desordenado dos recursos hídricos e impactando na infraestrutura. Ocupando espaços inadequados, muitas vezes em áreas de risco ou nas margens dos rios e riachos urbanos, essa população vai remodelando esses ambientes, desestruturando seu curso natural e provocando consequências ambientais como as inundações e degradação do meio ambiente em que se insere.

No passado, a solução para a drenagem urbana se limitava em ações reativas de execução de projetos e obras de caráter estrutural para resolver o problema sob uma perspectiva econômica. Nos dias atuais, busca-se uma visão holística, um entendimento da integração social, legal, institucional e tecnológica, com o intuito de equacionar os problemas gerenciais por meio de componentes políticos.

Diversos fatores decorrentes da urbanização exercem pressão sobre a vazão máxima a saber: “Pico da vazão da água em uma bacia impermeabilizada é 6 vezes maior; A cobertura vegetal da área urbana influencia diretamente na vazão, a partir da chuva; as precipitações críticas são mais intensas e frequentes; No início da chuva é que ocorre o maior pico de poluição” (VAZ, 2004, p.1).

Outra questão que impede o escoamento das águas são as pavimentações dos centros urbanos. Cada vez mais se observa os gramados e áreas verdes sendo substituídos por calçadas e pavimentos, fazendo com que o volume de água escoado nas ruas aumente gradativamente.

2.2.4 Água, educação e meio ambiente

O que deverá levar à produção dos resultados desejados?

Em 1975, a Carta de Belgrado, ao contextualizar a situação ambiental no mundo, destaca a necessidade indispensável de mudanças nos sistemas educativos para criar uma nova relação entre os homens e a natureza em contínua evolução. Idealiza o conceito de educação ambiental com intuito de formar uma população consciente e preocupada com o meio ambiente, com conhecimento, aptidão, atitude,

motivação e compromisso para trabalhar individual e coletivamente na busca de soluções para os problemas presentes e futuros. A carta também define a participação como a aptidão das pessoas ou grupos sociais a ajudar, desenvolvendo seu sentido de responsabilidade e consciência da imperativa necessidade de prestar atenção aos problemas ambientais, para assegurar que sejam adotadas medidas adequadas.

Em sequência, a Declaração de Tbilisi, produzida em 1977, apresenta os princípios, diretrizes e fundamentos da educação ambiental, fundando o primordial marco referencial neste contexto. Mais especificamente, a educação ambiental deve abranger todas as pessoas, está presente nos meios de comunicação e dirigida à comunidade, despertando o interesse do indivíduo em participar proativamente para resolver os problemas dentro do contexto em sua realidade específica, com senso de responsabilidade para construir um futuro melhor. Destacando que aos especialistas no assunto, e também aqueles cujas ações e decisões podem repercutir significativamente no meio ambiente, devem ser capacitados, no decorrer da sua formação, com conhecimentos necessários para trazerem atitudes plenas no sentido de suas responsabilidades nesse aspecto (UNESCO, 1977).

A Declaração de Dublin, publicada em 1992, sobre Água e Desenvolvimento Sustentável (ICWE, 1992), define, mais especificamente, que a gestão dos recursos hídricos deve ser baseada em uma abordagem participativa, a fim de aumentar a conscientização sobre a importância da água entre os decisores políticos e o público em geral. A participação na esfera pública é importante pelo conteúdo pedagógico, principalmente para a construção de uma ética social que contribua significativamente para o reordenamento da gestão pública e propicie a passagem de uma cultura de favores a uma cultura de direitos (ROCHA, 2009).

No Brasil, também em 1992, a Agenda 21, no que se refere às questões relativas à educação ambiental, constitui-se na principal referência para implementação das ações de caráter educativo. Em seu Capítulo 36: Promoção do Ensino, apresenta as bases para a ação, objetivos, atividades e meios de implementação para reorientação do ensino no sentido do desenvolvimento sustentável, aumento da consciência pública e promoção do treinamento. Ensino,

conscientização e treinamento são conceitos presentes em toda a Agenda 21 e ainda mais no que se refere à educação ambiental para desenvolvimento sustentável, à satisfação das necessidades básicas, fortalecimento técnico institucional, ciência e papel dos principais grupos.

Segunda a ANA (2017), em 1992 foi realizada a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento no Rio de Janeiro. Nesse evento foi proposta uma agenda para monitorar a evolução dos países em direção ao desenvolvimento sustentável. A solução encontrada foi o desenvolvimento de contas econômicas e ambientais de forma integrada. A partir daquele ano, a comunidade estatística internacional passou a trabalhar na preparação de um sistema de contabilidade para ampliar o Sistema de Contas Nacionais (SCN). O SCN é o conjunto padronizado e organizado de dados da atividade econômica de um país, segundo metodologias acordadas internacionalmente. Os dados econômicos são apresentados em um formato condensado, para fins de planejamento e formulação de políticas públicas. As contas fornecem um registro completo e detalhado das diferentes atividades econômicas. Representam de uma maneira geral a produção, a renda, os gastos e a riqueza de um país, incluindo as transações com o resto do mundo. O SCN registra fluxos entre as atividades econômicas e estoques em um determinado período.

Em 2012, quando da realização da Conferência Rio+20, a Divisão Estatística das Nações Unidas (UNSD) recomendou que o Brasil iniciasse o processo de elaboração de suas contas econômicas ambientais. O país instituiu o Comitê das Contas Econômicas Ambientais da Água pela Portaria Interministerial nº 236 de maio de 2012, com o objetivo de elaborar essas contas, observando e adaptando as recomendações e boas práticas internacionais existentes sobre o tema.

2.3 METODOLOGIAS CONTEMPORÂNEAS PARA GESTÃO DE ÁGUAS URBANAS

Pensar as cidades de forma sistêmica, integrando as demandas da sociedade por recursos finitos (água, energia, habitação), com qualidade de vida para as pessoas e em contraponto às alterações dos ciclos naturais, a exemplo do ciclo

hidrológico, é uma tarefa árdua para os planejadores ao levar-se em consideração o modelo de desenvolvimento escolhido e a densidade demográfica, em se tratando do Brasil.

2.3.1 Melhores Práticas de Gestão (BMP), Desenvolvimento de Baixo Impacto (LID), Sistema de Drenagem Urbana Sustentável (SUDS)

A problemática levantada no decorrer do século XX sobre o melhor modelo de planejamento urbano, se o de cidades compactas, com densidades populacionais mais elevadas e verticalizadas ou se dispersas, com densidades mais baixas e áreas verdes localizadas no subúrbio, com as pessoas de menor renda habitando longe do trabalho e dos grandes centros urbanos, apesar de ainda resistir em países em desenvolvimento como o Brasil, precisa ser suplantada, já que os efeitos advindos da falta de planejamento urbano se apresentam constantemente, a exemplo das inundações causadas pela falta de escoamento das águas pluviais.

Nesse contexto, medidas pontuais que se utilizam de modelos tradicionais de drenagem, como canalizações de cursos d'água, frequentemente aumentam as vazões e inundações, além de ultrapassadas e típicas do período higienista, vigente até a década de 1970. Entre 1970 e 1990 vigorou o período corretivo, principalmente nos países desenvolvidos, caracterizado como um período corretivo, onde se buscou o controle dos impactos causados pelos tradicionais sistemas de drenagem e só a partir de 1990, medidas sustentáveis foram incorporadas à gestão das águas urbanas, às quais tentam respeitar os cursos naturais de escoamento das águas, objetivando reduzir os impactos à jusante (ANDRADE; BLUMENSCHHEIN, 2013, p. 61).

Cabe ressaltar que, dentre as medidas propostas e implementadas referentes à drenagem urbana, existem as estruturais e as não estruturais, que a priori engloba obras de infraestrutura para armazenamento, contenção, detenção, retenção, amortecimento, desvio e tratamento de águas pluviais (medidas estruturais) e ações de gestão, monitoramento e atendimento à população (medidas não estruturais), a exemplo do que aponta a Quadro 6.

Quadro 6 - Diferença entre medidas estruturais e não estruturais

Estruturais	Não estruturais
Dispositivos construídos para armazenamento e tratamento de águas pluviais	Técnicas de tratamento para escoamento de águas pluviais que se utilizam de medidas naturais para redução dos níveis de poluição
Ampliação, modificação, retificação, revestimento, canalização dos cursos d'água naturais ou execução de galerias.	Reserva de área para lazer e atividades compatíveis para os espaços abertos, margens e entorno de lagos e rios.
Armazenamento ou desvio das águas a montante da região sujeita a inundações.	Controle do uso do solo fora da área de inundação.
Diques, muros e <i>floodwalls</i> .	Securitização da área de risco de inundação.
Alterações em pontes e travessias.	Estruturas a prova de inundação e restrições de aproveitamento.
Bacias de retenção, detenção e amortecimento.	Sistema de previsão, antecipação e alerta.
Bacias de sedimentação, retenção de detritos e lixo.	Tratamento das populações em encostas e áreas baixas.
Wetlands e áreas de depuração in situ	Programa de manutenção e inspeção do sistema de drenagem.

Fonte: Adaptado de JACOB (2015); MARTINS (2012); DAEE (2010); RIGHETTO (2009).

Dessa forma, é preciso enxergar e replanejar as cidades como bacias hidrográficas, não apenas levando-se em consideração o sistema de drenagem urbana convencional (captação de águas urbanas e brutas, tratamento e distribuição, esgoto e saneamento, manejo de águas pluviais), mas também quebrar paradigmas através da utilização de metodologias já implantadas e conhecidas em outras partes do mundo, que levem em consideração o “*triple bottom*” da sustentabilidade e procurem solucionar de forma mais eficiente os gargalos gerados pela urbanização exacerbada e sem planejamento.

Dois exemplos de implantação dessas metodologias são as cidades de Seattle e Portland, que em alguns de seus trechos conseguiram atingir uma redução do escoamento superficial das águas em até 99%, tornando-as exemplos de cidades de baixo impacto no ciclo da água no meio urbano (HILL, 2009).

Todavia, essa não é uma decisão fácil de ser tomada e implementada pelos governos, pela necessidade de se rever modelo de desenvolvimento baseada em rodovias, como o que aconteceu no Brasil, onde boa parte de toda a cobertura

impermeabilizada construída foi para o uso de carros, gerando enchentes, congestionamentos e aumento consumo médio de energia (TOM *apud* AURBACH, 2010, p. 5).

Além disso, Tucci e Mendes (2006) corroboram com essa perspectiva ao chamarem a atenção para a importância da interface entre solo-vegetação-atmosfera no ciclo hidrológico, variáveis essas relacionadas com a importância de manutenção de áreas verdes urbanas, que ausentes impactam na temperatura média global, com tendência de aumento entre 3,7°C e 4,8°C até 2100, caso sejam mantidas as atuais taxas de emissões de gases de efeito estufa (GEE), (PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS, 2011).

A problemática do ciclo hidrológico perpassa questões climáticas em decorrência da emissão de gases de efeito estufa por segmentos econômicos, além da correlação com áreas verdes, o que exige uma gestão holística e composta por equipes de técnicos interdisciplinares.

Com a intensificação das emissões globais de gases de efeito estufa, concomitantemente com o aumento do desmatamento, principalmente das matas das áreas de nascente dos rios, o ciclo hidrológico sofre mais alterações de natureza antrópica. Assim, se o fato do Brasil dispor das maiores reservas de água doce do mundo, a exemplo dos aquíferos Guarani e Alter do Chão, não preocupava a gestão pública e a população. Com os efeitos da interferência do homem na natureza visualizamos regiões onde nunca faltou água passarem por períodos de seca, a exemplo das secas de 2014 e 2015 em São Paulo, tornando-se inerente a necessidade de reaproveitamento das águas pluviais.

É nessa perspectiva que surge a abordagem de Drenagem Urbana Sustentável, que objetiva encontrar soluções que proporcionem a retenção artificial das águas pluviais, como forma de compensar as perdas na retenção natural.

A Figura 15 mostra a evolução da gestão da drenagem urbana ao longo dos anos, que no princípio tinha como objetivo apenas mitigar a ocorrência de cheias e que hoje objetiva também a melhoria da qualidade das águas drenadas, a restauração do regime de vazões e o aproveitamento das águas da chuva, dentre as possibilidades testadas em outros países.

Figura 15 - Evolução da gestão da drenagem urbana.



Fonte: Fletcher *et al.*, (2015) *apud* Aquaflex, 2015.

Dentre as principais metodologias desenvolvidas e implantadas em outros países e que tem por objetivo comum mitigar os efeitos negativos advindos das alterações do ciclo hidrológico natural, através da tentativa de resgate das características naturais, temos os Melhores Princípios de Gerenciamento ou *Best Management Practices* (BMP), o Sistema Sustentável de Drenagem Urbana ou *Sustainable Urban Drainage Systems* (SUDS), o Desenvolvimento de Baixo Impacto ou *Low Impact Development* (LID) e o Design Urbano Sensível à Água ou *Water Sensitive Urban Design* (WSUD).

A primeira dessas metodologias, conhecida como *Best Management Practices* (BMP) refere-se às melhores práticas de gestão, com a utilização de medidas estruturais e não estruturais nas bacias, no intuito de reduzir e melhorar a qualidade da água lançada nos corpos receptores.

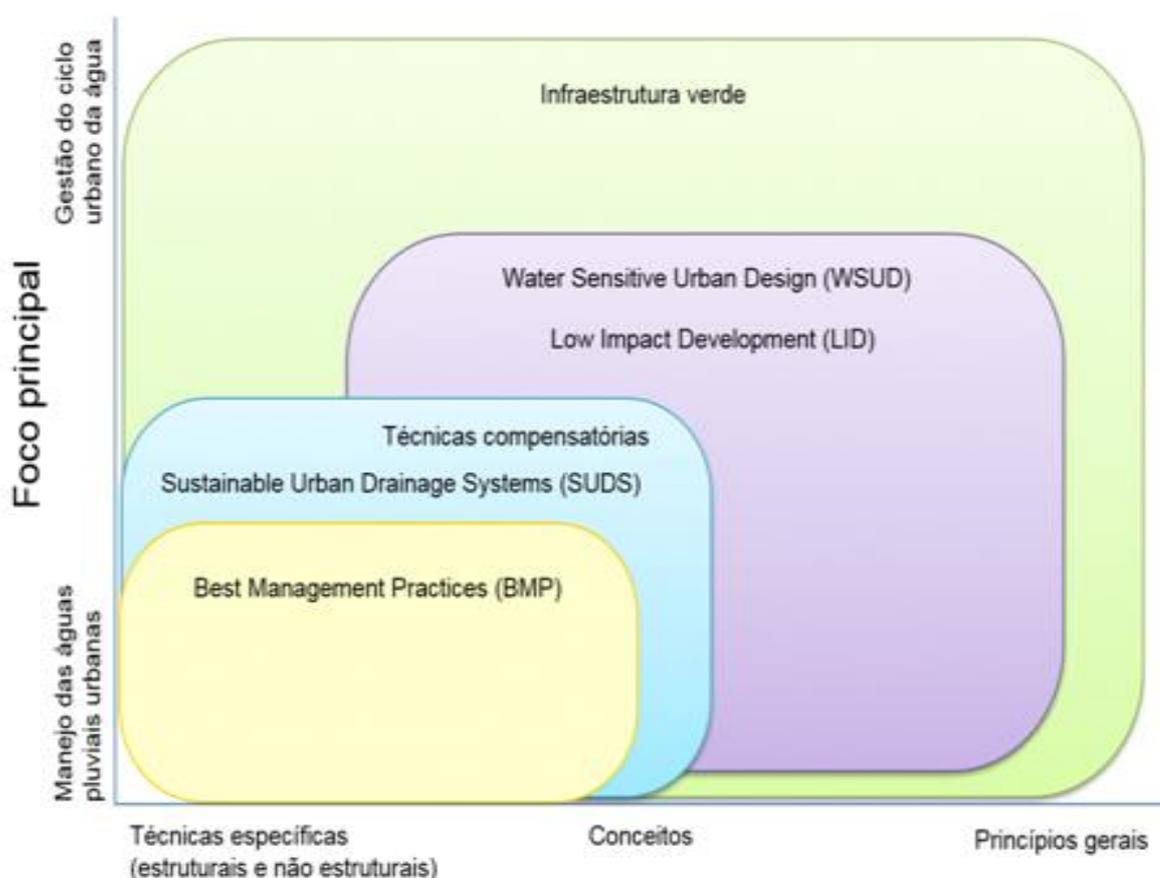
Em seguida tem-se a abordagem de *Low Impact Development* (LID), que busca resolver o problema de forma integrada, simulando as funções de infiltração e armazenamento da bacia pré-urbanizada, com controle do escoamento das águas para jusante e assim como as BMP, com melhoria da qualidade da água.

A terceira dessas metodologias trata-se do *Sustainable Urban Drainage Systems* (SUDS), que além da preocupação com os escoamentos superficiais das águas, a exemplo das abordagens apresentadas anteriormente, abrange todo o desenho urbano, utilizando-se de medidas não estruturais como layouts alternativos

de prédios e estradas, gestão dos riscos ambientais e minimização da impermeabilização dos solos e maximização do uso das águas.

Por último, abordaremos o *Water Sensitive Urban Design* (WSUD), que por fazer parte do objetivo de estudo dessa pesquisa, será detalhada em sessão à parte. Essas metodologias se interlaçam como apresenta a figura abaixo.

Figura 16 - Principais abordagens de gestão das águas urbanas.



Fonte: Fletcher *et al.*, (2015), *apud* Aquaflux, 2015.

2.3.2 Design Urbano Sensível à Água (WSUD)

Historicamente, assim como a humanidade se estabeleceu e desenvolveu ao redor dos grandes rios, também algumas cidades em terras bem ao sul como canta a banda *Men at Work* em sua música mais conhecida *Down Under* (1982), a exemplo do rio Yarra (com pronuncia em inglês: lara) e a cidade de australiana de Melbourne. Igualmente a cidade de Recife, localizada no Estado de Pernambuco (PE), conhecida como a Veneza brasileira, é cortada pelo rio Capibaribe e por

pontes construídas desde a época da ocupação dos holandeses, sendo a água parte integrante de suas paisagens e identidade.

Boa parte do Recife foi construída em cima do mangue, com aterramento de áreas que até hoje impactam em sua área costeira, comprometendo o fluxo natural das águas, seu escoamento e despejo adequado à jusante, gerando alagamento de bairros e áreas em períodos de chuvas, além da constante contaminação das praias através do despejo inadequado de esgoto doméstico.

Apesar da ligação do município com seus rios, a exemplo do rio Capibaribe e tão bem explicada por Chico Science e Nação Zumbi (1994) ao cantar seus “rios, pontes e overdrives...”, o design sustentável que imita o fluxo natural das águas e que conecta seus rios às pessoas não é priorizado, tampouco a construção de espaços recreativos onde a comunidade possa desfrutar desse recurso finito, tão necessário para o desenvolvimento de qualquer civilização, inclusive das gerações futuras.

Com a falta de planejamento urbano, as tubulações foram escondidas no subsolo, impactando negativamente no gerenciamento da água próxima ou na superfície. Para um melhor aproveitamento das vantagens de um correto gerenciamento das águas, as áreas urbanas devem ser projetadas considerando a água como seu principal elemento, através da implantação e manutenção de áreas verdes urbanas e com foco no aproveitamento, reciclagem e tratamento de todos os fluxos de água.

Foi nessa perspectiva que surgiu a abordagem australiana de melhoria da gestão das águas, chamada WSUD. O *WSUD Guidelines - City of Melbourne* (2006) propõe uma mudança no paradigma da gestão das águas urbanas, onde todos os fluxos de água são considerados um recurso, tais como: água da chuva; de torneiras de banheiro, chuveiros, lavanderias, dentre outras, além da preocupação com os problemas de enchentes, poluição e escassez de água. Mais especificamente, com a integração do ciclo da água urbana com o planejamento urbano, paisagístico e a engenharia, tanto em obras públicas quanto na construção de prédios habitacionais e comerciais.

Ao compararmos o ciclo natural da água com o ciclo artificial, melhor visualizamos a problemática e seus impactos sobre a vida humana e de animais aquáticos, a exemplo de diversas espécies de peixes, tartarugas, dentre outros, afetando inclusive a reprodução desses animais.

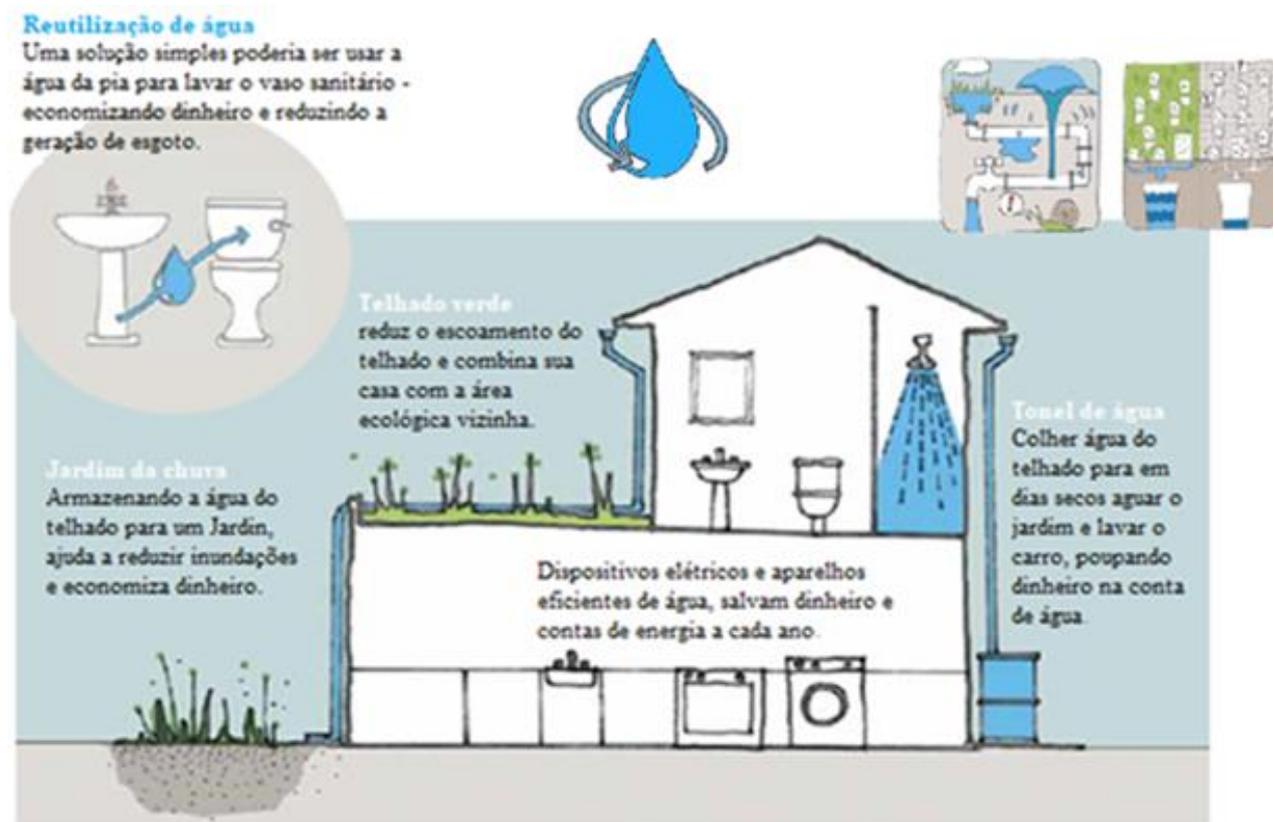
Com o aterramento de longas extensões sem planejamento, quando ocorrem as precipitações, as águas pluviais que antes eram drenadas pelas árvores e vegetação nativa, que infiltrava no solo e abastecia os aquíferos, seguindo seu ciclo de evaporação e transpiração normalmente e sem gerar danos e desequilíbrios ao meio ambiente, passou a ter seu fluxo alterado e os cursos d'água passaram a ter seus fluxos reduzidos durante a maior parte do tempo, apresentando fluxos mais altos e não naturais durante algumas horas após as chuvas, em decorrência da queda na infiltração das águas pluviais e da diminuição da evaporação e transpiração, corroborando com o aumento da temperatura média e tornando as praias impróprias para nadar por pelo menos uns dois dias após chuvas pesadas (*MELBOURNE WATER, 2017*).

Logo, o WSUD além de necessário, pode ser aplicado em qualquer escala, como no design de casas, a exemplo da água utilizada nas pias que podem servir para as descargas das privadas (aparelho sanitário), assim como, a água colhida do telhado pode em dias secos servir para aguar os jardins ou lavar o carro. Além disso, o imperativo fornecimento e descarte sustentável e o uso de pavimentos permeáveis, ao invés das pavimentações tradicionais, somado a introdução de sistemas sustentáveis de drenagem e infraestruturas verdes que colham e filtrem a água retendo-a por mais tempo e fazendo com que o volume escoado nas ruas diminua gradativamente e tornando os rios e riachos mais renaturalizados (*WATER SENSITIVE URBAN DESIGN IN THE UK, 2013*).

Uma vez que a água é um recurso natural limitado e dotado de valor econômico, também entende-se que numa situação de transação resultante de uma livre negociação entre pessoas conhecedoras do mercado imobiliário, apesar do grande número de variáveis influenciadoras que teriam lugar num modelo explicativo para precificação de um imóvel, é fácil perceber que as benfeitorias gerais oferecidas numa casa sensível a água valoriza o bem em questão, por exemplo (*DANTAS, 2005*).

A Figura 17 a seguir elucida como algumas soluções desta metodologia podem ser benéficas, diminuir despesas e agregar valor aos imóveis.

Figura 17: Modelo de casa sensível à água.



Fonte: Adaptado de *Water Sensitive Urban Design in the UK* (2013).

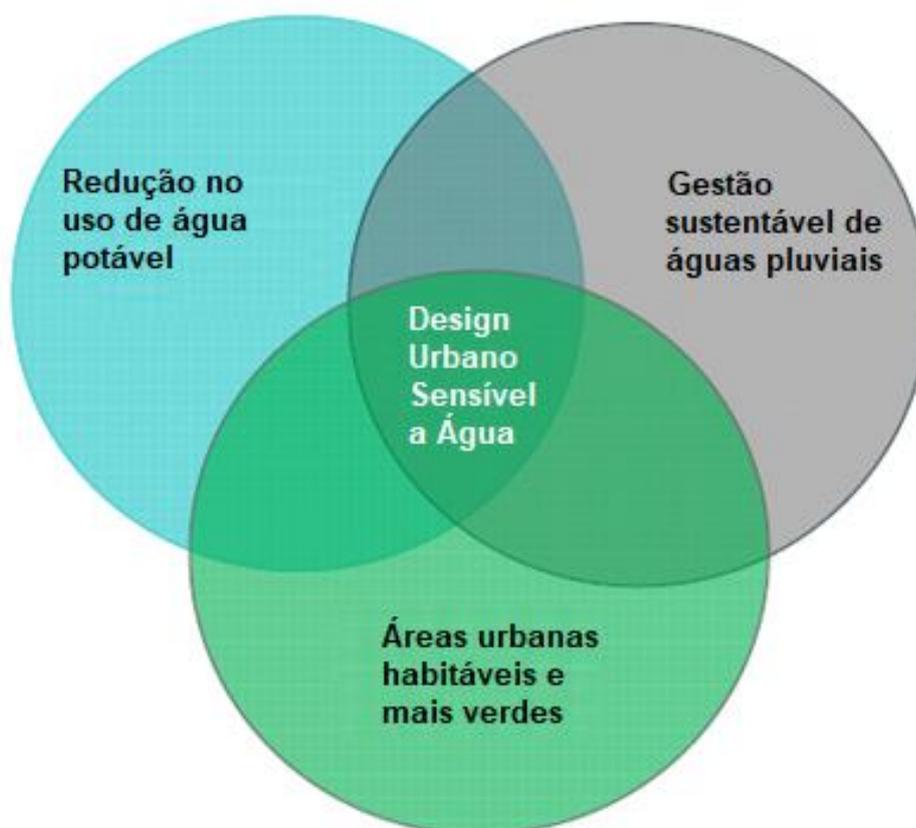
As habitações sensíveis à água interagem com o ciclo hidrológico natural em ambientes urbanos, buscam segurança hídrica através do uso eficiente dos diversos recursos disponíveis com a integração de técnicas já conhecidas para redução do consumo de água potável, gestão de águas pluviais e criando unidades mais verdes e atrativas, visando sempre à sustentabilidade hídrica.

Dessa forma alivia-se a pressão nos sistemas de esgoto e drenagem, contribuindo com um ambiente de clima mais ameno através da redução do efeito estufa em decorrência da priorização de áreas verdes, seja nos telhados dos edifícios ou em áreas públicas através da implantação de jardins de chuvas, incluindo a instalação de reservatórios planejados para captação e retenção de águas pluviais que podem e devem ser usados na limpeza geral, irrigação de plantas e áreas verdes, em descargas e ou usos industriais.

Choi e McIlrath (2017) corroboram com essa perspectiva ao afirmarem que as cidades sensíveis à água interagem com o ciclo hidrológico urbano, buscando fornecer a segurança hídrica através do uso eficiente dos diversos recursos hídricos disponíveis. Mais especificamente, procuram melhorar e proteger a saúde dos cursos de água e lagoas, mitigar os riscos de inundações e danos, além de criar espaços públicos que limpam e reciclam a água. Suas estratégias e sistemas de gerenciamento de águas contribuem para a biodiversidade, redução na emissão de gás carbono e conseqüentemente do efeito estufa nas cidades.

Para tal, o WSUD baseia-se em três princípios orientadores: redução no uso de água potável; gestão sustentável de águas pluviais; e áreas urbanas habitáveis e mais verdes, conforme nos mostra a Figura 18 abaixo.

Figura 18 - Princípios orientadores do WSUD.



Fonte: Adaptado de *WSUD Engineering Procedures – Stormwater* (2012).

A partir desses princípios orientadores, todos os países, municípios, governos, pessoas físicas ou jurídicas que desejem implantar alguma medida sugerida pelo WSUD, deve levar em consideração o gerenciamento integrado da água através da redução de seu consumo, incluindo a reutilização e diminuição da descarga de águas residuais, minimização da poluição das águas pluviais antes de serem descarregadas no ambiente aquático e maximização da proteção das águas subterrâneas.

Para que tais medidas de gerenciamento integrado sejam possíveis, faz-se necessário o gerenciamento da demanda de água, fornecimento apropriado de água potável incluindo suas alternativas e aplicação das melhores práticas no manejo de águas pluviais.

Aplicar essa metodologia em áreas urbanas é uma questão prioritária, já que são nessas áreas que ocorrem a maior parte da poluição das águas pluviais, dos riachos e dos rios. Sendo assim, o WSUD pode e deve ser continuamente incorporado à paisagem urbana densamente construída através do uso de sofisticadas tecnologias de tratamento de menor porte, localizadas e moduladas às demandas locais, ao invés de grandes estações de tratamento centralizadas cobrindo grande parte da área metropolitana.

Dessa forma, reduz-se a poluição e a demanda de água potável, além de proteger o meio ambiente através da minimização das emissões de gases de efeito estufa e outras formas de poluição.

Mas, para incorporar a metodologia do WSUD nos projetos, faz-se necessário analisar algumas variáveis, como as condições individuais das localidades, as funções das construções e finalidade da ocupação (se residencial, comercial ou industrial), a escala do empreendimento, o uso e demanda de água (a exemplo da demanda de irrigação de jardim ou uso industrial), as fontes de água disponíveis, incluindo o clima local (sazonalidade das chuvas), a área de captação do local (telhado e superfície), e o design de paisagem urbana (arquitetura e paisagismo).

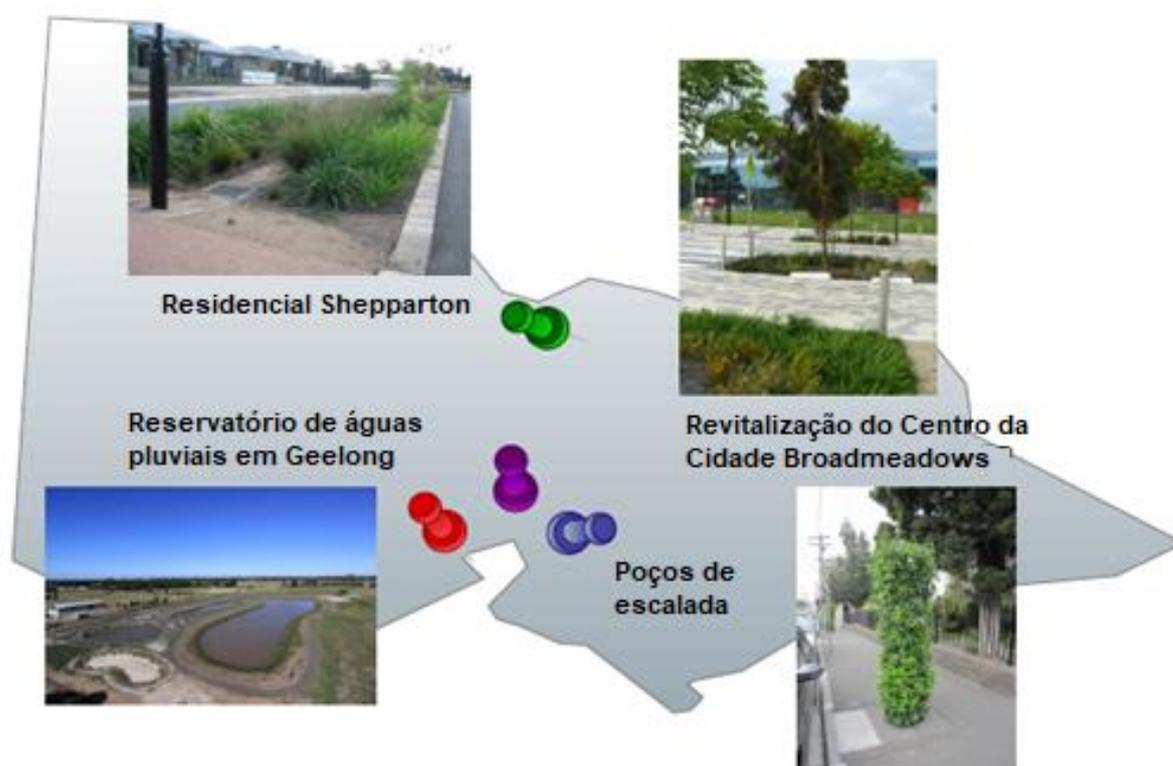
Outros pontos devem ser levados em consideração, a exemplo do alcance das concentrações adequadas das águas, redução de cargas poluentes, manutenção da amenidade visual, gerenciamento adequado de impactos graves, proteção de áreas sensíveis, integração entre áreas construídas e paisagens, fontes alternativas de água potável, reciclagem, redução da demanda, volume, frequência,

duração e picos de vazões (*WSUD ENGINEERING PROCEDURES STORMWATER*, 2005).

Sendo assim, para produzir uma solução inovadora e equilibrada, a abordagem WSUD precisará incorporar profissionais multidisciplinares, a exemplo de planejadores urbanos, paisagistas, designers de edificações, biólogos, geólogos, geógrafos, oceanógrafos, meteorologistas, advogados, engenheiros, arquitetos, assim como dos gestores públicos, acadêmicos e membros da comunidade local, objetivando desenvolver e implementar soluções integradas às suas respectivas localidades e de forma sinérgica.

Algumas dessas ações sugeridas pelo WSUD foram implementadas no Estado de Victoria, Austrália, onde a sociedade dispõe de áreas revitalizadas no centro de algumas cidades, “poços de escalada”, recolhimento de águas pluviais, novas áreas residenciais, dentre algumas das principais medidas, como podemos visualizar na Figura 19 abaixo.

Figura 19: Ações do WSUD no Estado de Victoria.



Fonte: Adaptado de Anna Jennings (2012).

Dessa forma, pode-se pensar nas proposições do WSUD como um grande quebra cabeças de ações que devem ser implantadas conjuntamente, gerando e aproveitando sinergia, com a instalação de jardins de chuva, tanques de captação e tratamento de águas pluviais, pontos de infiltração nas áreas urbanas, lagoas, vales, pavimentação permeável, telhados verdes, dentre tantas outras opções disponíveis e passíveis de implementação (*IMPROVING URBAN LIVEABILITY THROUGH WSUD*, 2012).

Assim, gerenciar as águas urbanas deixa de apenas traduz-se por transferir o mais rápido possível às águas pluviais urbanas para o corpo d'água natural mais próximo, investindo-se em infraestrutura centralizada para remoção e tratamento de águas residuais, além do fornecimento de água potável de boa qualidade através de canalização centralizada.

De forma concisa, pode-se enumerar como os principais benefícios do WSUD, além dos já citados, a maior conservação e melhoria da qualidade das águas pluviais e corpos hídricos, melhoria do habitat e da biodiversidade, redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e fornecimento de opções de enfrentamento aos impactos gerados pelas mudanças climáticas.

Ademais, a configuração urbana também beneficia-se através da instalação de elementos naturais para drenagem, estética aprimorada e paisagismo, infraestrutura que combina funcionalidade a elementos naturais, vinculação dos ambientes urbanos ao ambiente natural e mitigação das inundações.

3 METODOLOGIA

O aporte teórico utilizado como base dessa dissertação foi o relativo à gestão das águas urbanas pluviais, mais especificamente às práticas de utilização da metodologia australiana conhecida como *Water Sensitive Urban Design* (WSUD), tida como uma das práticas mais atualizadas em relação à gestão das águas urbanas.

Para cumprir seu intento, a pesquisa foi desenvolvida em três etapas: a primeira utilizou-se de levantamento de dados secundários sobre os recursos hídricos e sua gestão, abrangendo consulta a banco de teses, dissertações, artigos científicos e órgãos oficiais, a exemplo do Governo da Austrália, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Agência Nacional das Águas (ANA), Ministério do Meio Ambiente (MMA), dentre outros.

Numa segunda etapa foi realizada análise documental da legislação Australiana e Brasileira referente à gestão dos recursos hídricos e águas urbanas.

E por fim, a terceira etapa que se constituiu na identificação das diretrizes contidas no WSUD australiano passíveis de serem implantadas no município de Recife-PE.

3.1 TIPO DE PESQUISA

Em relação ao tipo de pesquisa, pode-se classificá-la como sendo bibliográfica e documental, com abordagem qualitativa.

Na etapa de pesquisa bibliográfica, utilizaram-se livros, artigos e revistas científicas e sites especializados na temática, justificando-se pela necessidade de cobertura de uma maior gama de informações do que aquela que poderia pesquisar diretamente, (GIL, 2008, p.44-45).

Também foi necessária pesquisa documental na análise e comparação das legislações australianas e brasileiras (nacional, estadual e municipal) pertinentes ao tema, objetivando representar de forma condensada a informação (MARCONI; LAKATOS, 2006, p. 29), além de se valer de fontes ricas e estáveis de dados, (GIL, 2008, p.46).

3.2 OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo materializou-se na análise e comparação da regulamentação para gestão do ciclo das águas em áreas urbanas da Austrália e do Brasil, a fim de verificar as possibilidades de aplicação das diretrizes do WSUD aprioristicamente no município de Recife, Estado de Pernambuco.

Estas legislações, ao mesmo tempo em que seriam o objetivo principal de análise do presente trabalho, no decorrer da pesquisa configurou-se como mais uma problemática a ser tratada, visto que enquanto a Austrália, apesar de assim como o Brasil possuir dimensões continentais, centralizou a elaboração das regulamentações referentes à gestão dos recursos hídricos urbanos na cidade de Melbourne e sua utilização serve para todos os Estados (distritos) e municípios australianos, sem distinção.

Já o Brasil optou por um caminho diferente ao criar a Lei Federal nº 9.433 de 1997 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), a qual em um de seus fundamentos instituiu que a gestão dos recursos hídricos deveria “ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades”. Assim, abriu-se espaço para a criação de Leis estaduais e municipais, em detrimento, pelo menos até o momento, da elaboração de um manual com diretrizes de implantação de ações voltadas à gestão das águas urbanas pluviais, como foi feito em detalhes em Melbourne, culminando com a metodologia *Water Sensitive Urban Design* (WSUD).

Dessa forma, impossibilitou-se a análise comparativa entre a legislação da Austrália e do Brasil como inicialmente planejou-se: entre os dois países (Leis Federais), entre Victória e Pernambuco (Leis Estaduais) e entre Melbourne e Recife (Leis Municipais). O quadro a seguir nos aponta o tamanho da problemática jurídica de forma concisa:

Quadro 7 - Leis australianas e brasileiras que tratam de Recursos Hídricos.

Leis Brasileiras			Leis Australianas
Brasil (Federal)	Pernambuco (Estadual)	Recife (Municipal)	
<p>Lei Federal Nº 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos – PNRH.</p> <p>Lei Nº 13.501, de 30 de outubro de 2017 Altera o art. 2º da Lei nº 9.433/97, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, para incluir o aproveitamento de águas pluviais como um de seus objetivos.</p> <p>Lei Federal Nº 11.445 de 2007 estabelece diretrizes para a regulação dos serviços de saneamento básico</p> <p>Lei Federal Nº 13.308, de 6 de julho de 2016. Trata do saneamento básico e drenagem urbana.</p> <p>Resolução Nº. 54, de 28 de novembro de 2005 – Estabelece critérios gerais para reuso de água potável. (publicada no DOU em 09/03/06) Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para a prática de reuso direito não potável de água, e dá outras providências.</p> <p>Projeto de Lei Nº 2245/15, do deputado Veneziano Vital do Rêgo (PMDB-PB). Altera a Lei nº 9.433/97, para incluir entre os fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos a determinação sobre o emprego da água de menor qualidade em usos menos exigentes. (em tramitação. Já aprovado pelo CONAMA).</p>	<p>Lei Nº 11.426 de jan 1997. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Plano Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Revogada pela Lei Nº 12984 de 30.12.2005.</p> <p>Lei Nº 11.427 de jan 1997 Dispõe sobre a conservação e a proteção das águas subterrâneas no Estado de Pernambuco e dá outras providências.</p> <p>Lei Nº 12.984 de 30 de dez 2005 que institui a Política Estadual de Recursos Hídricos.</p> <p>Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências.</p> <p>Lei Nº 14826 DE 08/11/2012 Dispõe sobre as condições sanitárias relativas à captação, armazenamento, transporte, distribuição, e comercialização de água potável natural procedente de soluções alternativas de abastecimento de água para o consumo humano no Estado de Pernambuco, e dá outras providências.</p> <p>Lei Nº 14572 DE 27/12/2011 (Estadual - Pernambuco) Data D.O.: 03/01/2012 Estabelece normas para o uso racional e reaproveitamento das águas nas edificações do Estado de Pernambuco e dá outras providências.</p>	<p>Lei Nº 18.208/2015 Dispõe sobre a política municipal de saneamento básico, cria o sistema municipal de saneamento básico e institui os elementos para elaboração do plano municipal de saneamento básico do recife, destinado a promover a saúde, a qualidade de vida e do meio ambiente, a organizar a gestão e estabelecer as condições para prestação dos serviços públicos de saneamento básico e sua universalização.</p> <p>Lei Nº 16.243/96 código do meio ambiente e do equilíbrio ecológico da cidade do Recife.</p> <p>Lei Nº 16.176/96 (Vide revisão do Plano Diretor dado pela Lei Nº 17.511/2008) (Regulamentada pelo Decreto nº 26.601/2012) Estabelece a lei de uso e ocupação do solo da cidade do Recife.</p>	<p><i>Water Act 1989 No. 80 of 1989 Version incorporating amendments as at 28 October 2010.</i> (Ato de Água 1989 No. 80 de 1989 - Versão incorporando alterações em 28 de outubro de 2010).</p> <p>à</p> <p><i>Water Act 2007 No. 137, 2007</i> (Lei da Água de 2007 No. 137, 2007).</p>

	Decreto Nº 18.251 - 21/12/1994 ementa: Aprova o regulamento geral do fornecimento de água e da coleta de esgotos, realizados pela Companhia Pernambucana de Saneamento – COMPESA.		
--	---	--	--

Fonte: Elaborado pelo Autor. BRASIL (1997), (2007), (2015), (2016), (2017); CPRH (1997); APAC (1997), (2005)a, (2005)b; LEGISWEB (1996), (2011), (2012), (2015), (2018); AUSTRÁLIA (1989).

Assim, optou-se pela análise da legislação excluindo-se o rigor dos parâmetros inicialmente definidos (Comparação entre as Leis Federais, Estaduais e Municipais) passando a comparar diretrizes das leis brasileiras com diretrizes da lei Australiana, na medida das possibilidades de relação.

3.3 MODELO DE ANÁLISE

Para atender aos objetivos da pesquisa optou-se pelo uso das legislações vigentes tanto na Austrália quanto no Brasil, em todos os níveis (Federal, Estadual e Municipal) para avaliação das categorias de análise definidas, baseadas na bibliografia da área:

Quadro 8 - Categorias de análise da pesquisa.

Numeração	Categorias
1	Coleta e distribuição da água
2	Tratamento de esgoto, saneamento e reuso da água
3	Manejo das águas pluviais

Fonte: O Autor (2018).

As diretrizes do WSUD podem ser aplicadas nas áreas rurais e urbanas, todavia, por limitação do tempo e complexidade da pesquisa, no sentido de traduzir a bibliografia pertinente à Austrália, essa pesquisa limitou-se a analisar somente o ciclo das águas urbanas.

3.4 ÁREAS DE ANÁLISE DA PESQUISA

Desta forma, todos os objetivos da pesquisa referiram-se à Austrália e ao Brasil, este último desagregado até o nível municipal, para englobar as sugestões de implantação do WSUD no Recife.

A Austrália, assim como o Brasil, é um país de dimensões continentais. Possui 13 divisões que englobam 77 regiões e 245 bacias hidrográficas em uma área de 7.682.300 km², com uma população de 23 milhões de habitantes predominantemente localizada no litoral e uma densidade demográfica de 3,1 pessoas por quilômetro quadrado (km²). Tem um Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) de 0,94 e PIB per capita de 57.500 mil dólares por ano. Dentre suas cidades, o município com maior densidade demográfica em 2016 era o centro de Melbourne com 17.500 hab./km² no Estado de Victória, exposto na Figura 20 (Australian Bureau of Statistics, 2016).

Figura 20–Melbourne, Victória, Austrália.



Fonte: O Autor (2018).

O Brasil possui uma área de 8.515.759,090 km², 5.570 municípios divididos em cinco regiões geográficas (Figura 21). População estimada em mais de 208 milhões de habitantes (estimativas do IBGE, 2018) e densidade demográfica de 22,43 hab./km². Possui um IDH de 0,699 (2010), PIB de 6.266.895 trilhões (IBGE, 2016) e PIB per capita de R\$ 30.407. É um país que está em primeiro lugar no ranking mundial de disponibilidade de água doce no mundo, com um volume de 5.661 bilhões de metros cúbicos de água doce e está dividido em 12 regiões hidrográficas.

Figura 21 - Mapa do Brasil



Fonte: Adaptado de Mapas Brasil – Atlas Geográfico (2018).

Já o Estado de Pernambuco possui 82 Unidades de Conservação (UC), sendo 42 de Uso Sustentáveis e 40 de Proteção Integral, com 9 no bioma Caatinga e 73 na Zona Costeira e Mata Atlântica. Daí depreende-se o tamanho do desafio humano, técnico, político, institucional e social, para fazer uma gestão responsável e de resultados (BRAGA, 2018).

Por sua vez, o município do Recife, destacado na Figura 22 abaixo, possui uma área de 218,435 km², com uma população estimada em 1.637.834 milhão de habitantes (IBGE, 2018), densidade demográfica de 7.039,64 hab./km² (2010). Possui um IDH de 0,772 (2010), PIB de 48.032.463 bilhões a preços de mercado e PIB per capita de R\$ 29.701,32 (BDE, 2015).

Figura 22 - Mapa de Recife e Pernambuco na região Nordeste.



Fonte: O Autor (2018).

3.5 MÉTODO DE ANÁLISE

As categorias de análise definidas (coleta e distribuição da água; tratamento de esgoto, saneamento e reuso da água; e manejo das águas pluviais) foram avaliadas em função de três indicadores:

- 1) Comparativo dessas categorias entre Austrália e Brasil.
- 2) Elementos comuns e díspares entre a legislação australiana e a brasileira em relação à gestão das águas urbanas pluviais.
- 3) Parâmetros que visam o reuso de água e a participação da sociedade para preservação da água para, conseqüente, segurança hídrica.

4 RESULTADOS E RECOMENDAÇÕES

A Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988) trouxe em seu art. 6º uma série de Direitos Sociais aos brasileiros, entre eles a saúde, a moradia e a segurança, os quais estão intimamente ligados às consequências advindas do ciclo das águas urbanas. A água é um recurso vital para o ser humano e seu uso ou consumo inadequado, sem as características ideais, pode provocar doenças. Dessa forma é mister cuidar para que o abastecimento, a distribuição, o saneamento e o manejo seja realizado de forma segura e com o conhecimento da sociedade, no afã de evitar problemas que comprometam o bem-estar da população.

O Brasil tem uma organização pública que se estratifica nas seguintes dimensões de poder: União, Estados, Distrito Federal e Municípios. Esses entes federativos, assim definidos logo no art. 1 da Constituição Federal de 1988, detêm autonomia política, administrativa e financeira para se regerem, respeitadas as regras prescritas no Texto Constitucional, o qual atribuiu à União Federal a competência privativa para legislar sobre “águas” em seu art. 22, IV, mas estabeleceu, no art. 23, VI, uma competência “comum” entre a própria União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios para deliberar sobre a proteção do “meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas” (BRASIL, 1988).

A União, portanto, deve tratar dos temas macros, que envolvem a integração regional e a administração geral dos recursos hídricos brasileiros. Contudo, para proteger o meio ambiente e evitar a poluição, Estados e Municípios também poderão legislar sobre o tema, para tratar de suas especificidades regionais e locais, respectivamente.

Essa forma de governo, se de um lado permite que cada unidade da federação adapte a lei a sua realidade regional, por outro, há quebra a unidade, dificultando o controle e a avaliação da implantação e aplicabilidade da lei pela União. Este aspecto gerou um entrave para realizar um comparativo das Leis Australianas com as Leis brasileiras, visto que estas se apresentam com três desdobramentos, federal, estadual e municipal. Já na Austrália existe apenas uma lei que rege toda a administração das “águas” no País.

Outra característica que diferencia e dificulta o comparativo entre as leis dos países mencionados é a forma como elas estão escritas textualmente. Na Austrália,

a *Water Act 1989 No. 80 of 1989* ou em uma tradução literal, Ato de Água 1989 No. 80 de 1989, versão incorporando alterações em 28 de outubro de 2010, é uma lei apresentada em 15 partes e suas subdivisões distribuídas em 721 páginas (Austrália, 1989). O texto tem uma característica instrucional, nos lembrando um manual de procedimentos. A cada parte e a cada divisão são descritos o que fazer e como fazer para cada diretriz. É apenas uma única esfera que cria as leis que direcionam as decisões a serem tomadas acerca da gestão dos recursos hídricos.

Já no Brasil, partindo da Lei Federal 9.433 de 8 de Janeiro de 1997 (BRASIL, 1997), a qual Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990 (BRASIL, 1990), que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989 (BRASIL, 1989), os Estados federativos criaram suas próprias leis e em alguns casos, os municípios também fizeram suas adequações. Os textos das leis brasileiras, em qualquer esfera têm um teor de diretriz, de determinação. São textos generalistas que deixa brechas para várias interpretações e o cumprimento deixa de ser uma obrigação.

A Lei 9.433/97 (BRASIL, 1997) traçou as diretrizes que foram seguidas pelas leis estaduais. No caso de Pernambuco, a lei originada da 9.433 foi a Lei 11.426 de 1997 (BRASIL, 1997) que foi revogada pela Lei 12.984 de 2005 (BRASIL, 2005). Observa-se no teor dessas leis brasileiras, que elas não determinam, quem ou como, deve ser o abastecimento da água. Apenas diz que deve ser descentralizado e com a participação dos usuários e da sociedade civil.

4.1 MARCO REGULATÓRIO

Pela complexidade e amplitude do universo da pesquisa (quantitativo das leis), o estudo se limitará a comparar trechos da lei que se referem ao ciclo das águas urbanas que são: Coleta e abastecimento de água; saneamento básico, tratamento de esgoto e reuso de água; e manejo de águas pluviais. O comparativo será feito entre as leis brasileiras (usando as três esferas quando necessário) e a *Water Act 1989 No. 80 of 1989* australiana.

4.1.1 Regulamentação de recursos hídricos na Austrália

Na Austrália a gestão dos recursos hídricos é embasada nos termos *Water Act*, de 1989. Trate-se de um documento extenso, com mais de 700 páginas, que reza as diretrizes nacionais do tema. Tem como propósitos: providenciar a gestão integrada do ciclo da água; promover o uso ordenado, equitativo e eficiente dos recursos hídricos; certificar-se de que os recursos hídricos são conservados e devidamente gerenciados para uso sustentável em benefício dos atuais e futuras gerações; maximizar o envolvimento da comunidade na elaboração e implementação de disposições relativas ao uso, conservação ou manejo de recursos hídricos; para eliminar inconsistências no tratamento de recursos de águas superficiais e subterrâneas e vias navegáveis; proporcionar uma melhor definição de direitos de água privada e os direitos das autoridades; promover a prestação de serviços de água responsáveis, eficientes e adequados a várias necessidades e a vários consumidores; fornecer recurso para pessoas afetadas por decisões administrativas; fornecer meios formais para a proteção e aprimoramento da qualidade ambiental das vias navegáveis e suas utilizações; prever a proteção das condições de captação; substituir muitas formas de supervisão administrativa descentralizada das autoridades com supervisão geral pelo Ministro, por intermédio de planos corporativos aprovados e instruções expressas, e, por fim, para continuar a existência e proteção de todos os direitos públicos e privados de água existente antes do início das disposições relevantes desta Lei (AUSTRÁLIA, 1989).

Mas especificamente, neste subitem, pretende-se apresentar um estudo feito por Linda Choi e Barnaby McIlrath, *Policy Frameworks for Water Sensitive Urban Design in 5 Australian Cities*, o qual apresenta um abanico geral sobre as principais leis e regulamentações existentes na Austrália relacionadas a gestão de recursos hídricos em áreas urbanas, publicado em 2017, pelo *The Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities (CRCWSC)* (WATER MELBOURNE, 2017). Uma iniciativa de pesquisa colaborativa interdisciplinar e multi-institucional que buscou promover a aceitação de práticas sensíveis à água na Austrália e no exterior. A visão do *CRCWSC* sobre cidades sensíveis à água é para futuras cidades, visando sua sustentabilidade, além de torná-las, resilientes, produtivas e habitáveis.

Sendo assim, na Austrália a gestão do ciclo da água urbana é sustentada por princípios de redução do consumo de água potável, reuso e reciclagem de águas, minimização de resíduos e proteção ambiental.

4.1.1.1 Autoridade regulamentadora

De acordo com a lei das águas australiana de 1989, em sua Parte 4, uma Autoridade é qualquer corporação de recursos hídricos com poderes para desempenhar qualquer função em relação à água nomeada pelo Ministro que administra a Lei de Conservação, Florestas e Terras de 1987, sendo o governo federal acima hierarquicamente.

No que se refere ao ciclo das águas urbanas, a Parte 8 da lei das águas australiana trata sobre a questão do abastecimento. Em sua Divisão 1, estabelece uma Autoridade com um distrito de água como sendo uma corporação pública ou privada com autorização para gerir os recursos hídricos de uma região específica, possuindo as seguintes funções:

- (a) fornecer, gerenciar, operar e proteger sistemas de abastecimento de água, incluindo a coleta, armazenamento, tratamento, transferência e distribuição de água;
- (b) identificar as necessidades da comunidade relacionadas com o abastecimento de água e planejar as necessidades futuras da comunidade também relacionadas com o abastecimento de água;
- (c) desenvolver e implementar programas para a conservação e uso eficiente da água;
- (d) investigar, promover e conduzir pesquisas sobre qualquer assunto relacionado às suas funções, poderes e deveres em relação ao abastecimento de água;
- (e) educar o público sobre qualquer aspecto do abastecimento de água.

Por sua vez, a Parte 9 da lei das águas australiana estabelece a Autoridade de saneamento, especificamente para os sistemas de esgotamento sanitários. A disposição da divisão de Autoridade a uma companhia de água que tenha um distrito de saneamento tem as seguintes funções:

- (a) fornecer, gerir e operar sistemas para o transporte, tratamento e eliminação de esgotos e, se a Autoridade assim o decidir, de resíduos comerciais;
- (b) identificar as necessidades da comunidade relacionadas aos serviços de esgoto e planejar as necessidades futuras da comunidade também em relação aos serviços de esgoto;
- (c) desenvolver e implementar programas para a reciclagem e reutilização de águas residuais tratadas;

- (d) investigar, promover e conduzir pesquisas sobre qualquer assunto relacionado às suas funções, poderes e deveres em relação aos serviços de esgotamento sanitário;
- (e) educar o público sobre qualquer aspecto do esgoto.

Por fim, a Parte 10 da mesma lei estabelece a Autoridade de gestão de cursos d'água, especificamente para gerenciamento das águas pluviais, drenagens, rios e riachos. Uma Autoridade que tenha um distrito de gestão dos cursos d'água tem as seguintes funções em relação aos cursos de água designados e terras designadas aquele distrito:

- (a) identificar e planejar as necessidades da comunidade estadual e local relacionadas ao uso e aos valores econômicos, sociais e ambientais da terra e dos cursos de água;
- (b) desenvolver e implementar efetivamente esquemas de uso, proteção e melhoria da terra e dos cursos de água;
- (bA) para:
 - (i) desenvolver e implementar planos e programas; e
 - (ii) realizar obras e atividades para manter a reserva hídrica ambiental de acordo com o objetivo da reserva de água ambiental;
- (bB) para:
 - (i) desenvolver e implementar planos e programas; e
 - (ii) realizar trabalhos e atividades para melhorar os valores ambientais e a saúde dos ecossistemas aquáticos, incluindo sua biodiversidade, funções ecológicas, qualidade da água e outros usos que dependam da condição ambiental;
- (c) investigar, promover e pesquisar qualquer assunto relacionado às suas funções, atribuições e deveres em relação à gestão dos cursos de água;
- (d) educar o público sobre qualquer aspecto da gestão dos cursos de água.

Com a devida autorização do Governo Federal, a *Water Merlbouner Corporation* gerencia o sistema convencional de gestão de águas urbanas no Estado de Victória. Vele ressaltar que uma Autoridade poderá exercer suas funções fora de seu distrito, inclusive fora do Estado, mas independente de onde seja deverá sempre o fazer com autorização do Governo Federal, visando à preservação dos recursos hídricos, além de, apresentar e fazer cumprir os planos permanentes de segurança hídrica (AUSTRÁLIA, 1989).

4.1.1.2 Comitês de regiões hidrográficas

A lei das águas australiana caracteriza um comitê e suas funções, nos itens 214, 215 e 216, os quais tratam sobre as investigações relacionadas à questão hídrica, sistemas de gestão de recursos hídricos e aprovação de planos de gerenciamento das águas. Diferentemente da legislação brasileira, quando se fala

em comitê na Austrália, refere-se a um grupo de pessoas nomeadas pelo Governo Federal, por intermédio do Ministro da conservação florestal e terras, para fazerem investigações localizadas e os planos de gerenciamento. O comitê não tem qualquer poder ou um percentual disto para interferir em decisões do governo que de alguma forma se relacionem a gestão dos recursos hídricos de uma área delimitada. Também, não recebe ou decide sobre recursos financeiros provenientes de outorgas de água dentro deste território. Nos termos da lei australiana, um comitê serve para capacitação humana e social através da participação comunitária na realização das investigações, criando-se parcerias entre as comunidades, os usuários e o poder público, onde o governo age sempre com a participação e aprovação popular, nunca se impondo ou abstendo, mas deixando à população sempre envolvida e amparada.

De uma forma geral, entende-se que apenas transmitir o conhecimento sobre a natureza dentro das comunidades não é suficiente para uma boa gestão dos recursos naturais. Deve-se buscar entender qual a realidade de cada região, seus problemas, qualidades e dificuldades, desenvolver localmente estudos e pesquisas científicas específicas e construir capacidades através de parcerias de trabalhos e formas colaborativas, trazendo os cidadãos para participar na produção de soluções em questões hídricas, as quais vão afetar suas vidas diretamente. Os mecanismos da gestão pública devem promover uma gestão descentralizada e contar com a participação das comunidades, dos usuários e do poder público, buscando-se uma boa governança para a atual sociedade em acelerada transformação. De acordo com o subitem 7 do item 214 da lei das águas australiana, o comitê de base comunitária da Austrália tem funções de delegado do Ministro, o qual irá acatar ou não com suas propostas. No entanto, a construção da capacidade social é o objetivo fim do governo australiano, como a criação de comunidades autônomas que entendam as questões relacionadas aos recursos hídricos para uma melhor governança das águas.

A construção da capacidade é uma derivação da capacitação, mas que enfatiza uma abordagem orientada aos processos de reconhecimento das capacidades existentes em vez de se concentrar apenas na construção de novas capacidades. Por sua vez, a capacitação social se baseia na capacidade de grupos e instituições em compreender e lidar com demandas relacionadas à gestão sustentável de recursos naturais na busca de compreender suas restrições e habilidades para intervir especificamente nas dimensões e questões que conduzam

ao processo de acumulação de capital, seja humano ou social, o que deverá levar à produção dos resultados desejados (LWA, 2003).

Observa-se que o Brasil começa agora a dar passos que se assemelham aos já iniciados pela Austrália há quase 30 anos, no quesito de investir em pesquisa e desenvolvimento na área de gestão de recursos hídricos atrelado a um órgão do poder executivo, como estratégia política de estímulo a participação e capacitação social. Pôde-se entender que os problemas de gestão das águas na Austrália requeriam estratégias inovadoras e conhecimentos específicos, mas, inegavelmente, alcançar a sustentabilidade é em grande parte um problema social, de cooperação, voluntariado e inovação.

No Brasil, observa-se um grande avanço nesse aspecto com a criação de espaços públicos de participação dos Comitês de Bacias Hidrográficas, assim como com a promoção de programas educacionais de capacitação, pesquisa e desenvolvimento em implantação com o amparo da ANA, a exemplo do programa de mestrado profissional em rede nacional sobre gestão e regulação de recursos hídricos, do programa PROFÁGUA. Apresentando os problemas debatidos nacionalmente e tomando conhecimento das questões locais, gerando e oferecendo uma diversidade de informações em cada região do país, assim como, promovendo e interação e cooperação entre as diversas regiões.

4.1.2 Regulamentação de recursos hídricos no Brasil

A Constituição Brasileira de 1988 celebra no artigo 26:

Incluem-se entre os bens dos Estados: I – as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União; II – as áreas, nas ilhas oceânicas e costeiras, que estiverem no seu domínio, excluídas aquelas sob domínio da União, Municípios ou terceiros; III – as ilhas fluviais e lacustres não pertencentes à União; IV as terras devolutas não compreendidas entre as da União (BRASIL, 1988).

A CF 88 distingue a água como um bem público, todavia há uma separação da titularidade das águas entre a União e os Estados. O artigo 20, inciso III, da CF 88, determina que pertencem à União “os lagos, rios e quaisquer correntes de água em terrenos sob seu domínio, ou que banhem mais de um Estado, que sirvam de

limites com outros países, que provenham ou se estendam a território estrangeiro e também os terrenos marginais e as praias fluviais” (BRASIL, 1988).

No tocante à proteção do meio ambiente, o artigo 225 da CF 88 prevê que o meio ambiente deve ser ecologicamente equilibrado, um “bem de uso comum do povo essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações” (BRASIL, 1988).

O artigo 23, da CF 88, prevê a proteção e preservação do meio ambiente assim como determina a competência para fiscalizar as concessões de exploração dos recursos:

[...]

VI - Proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;

VII - preservar as florestas, a fauna e a flora;

IX - Promover programas de construção de moradias e a melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico;

XI - registrar, acompanhar e fiscalizar as concessões de direitos de pesquisa e exploração de recursos hídricos e minerais em seus territórios;

[...] (BRASIL, 1988).

Ainda que a União possua domínio na normatização sobre águas no país, existe uma descentralização federativa relevante no que diz respeito a aspectos estratégicos da regulação do uso e exploração dos recursos hídricos, tornando extremamente complexa a gestão das águas no país.

A água é um bem público, que tem o seu uso classificado de acordo com a finalidade e o modelo de gestão do país. No Brasil, a proteção e conservação da água potável usada para subsistência e consumo humano e animal são decisivas sobre a gestão dos recursos hídricos e estabelece condições para o seu uso no país.

Os “anos 80” ficaram marcados como a “década da água potável”. Os debates realizados nesse período foram relevantes para a solidificação do Direito humano à água. Segundo Kaufman (2012), os efeitos da poluição e o desperdício da água no período de 1981 a 1990 serviram de impulso para a conscientização da sociedade no que tange a água e seus usos.

Com a promulgação da Lei 9.433/97, o povo brasileiro ganhou um instrumento legal que objetiva o desenvolvimento sustentável por meio do uso racional e integrado dos recursos hídricos. Buscou-se assegurar à atual e às futuras gerações a disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados aos seus usos, assim como prevenir e defender contra eventos hidrológicos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais (BRASIL, 1997).

A referida lei instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), regulamentou o inciso XIX, do art. 21, da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988), e alterou o art. 1º, da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990 (BRASIL, 1990), que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989 (BRASIL, 1989), no que tange a distribuição financeira para aplicação na implementação da PNRH e do SINGREH, assim como na gestão da rede hidrometeorológica do Brasil.

As diretrizes gerais de ação para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos: se fundamenta no fato da água ser um recurso natural de domínio público, limitado e dotado de valor econômico. Tornou-se regra reunir as comunidades distribuídas nos territórios delimitados pelas bacias hidrográficas, os usuários e o poder público para tomada de decisões nos assuntos referentes à gestão dos recursos hídricos de forma democrática, visando sempre proporcionar o uso múltiplo e sustentável das águas em benefício das atuais e futuras gerações (BRASIL, 1997).

4.1.2.1 Autoridade regulamentadora

A Lei 9.433/97 também criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SINGREH), cujos objetivos são coordenar a gestão integrada das águas, arbitrar conflitos, implantar políticas, planejar, regular, controlar e cobrar pelo uso de recursos hídricos, além de preservar e recuperar os mesmos. Contudo, para que esta estrutura tivesse viabilidade foi necessária a criação de um órgão gestor que implementasse tal arcabouço. Nesta perspectiva, a Lei 9.984, de 17 de julho de 2000, criou a Agência Nacional de Águas (ANA) (Figura 23) (BRASIL, 2000). Essa agência tem como missão implementar e coordenar a gestão compartilhada e integrada dos recursos hídricos e regular o acesso à água em todo território nacional.

Figura 23: Criação da Agência Nacional de Águas



Fonte: O Autor (2018).

De uma forma geral, compete à ANA, em parceria com órgãos gestores estaduais, executar ações de regulação, apoio à gestão dos recursos hídricos, de monitoramento hidrometeorológico e de rios e reservatórios da União, de planejamento dos recursos hídricos, como também desenvolver programas e projetos para oferecer uma diversidade de informações com o objetivo de estimular a adequada gestão e o uso racional e sustentável dos recursos hídricos, para garantir seus usos múltiplos, e avaliar a sustentabilidade de obras hídricas.

A Lei referida 9.433/97 é o marco para a ordenação territorial dos recursos hídricos do país e teve como consequência, a necessidade de serem tomadas ações decisivas para os administradores públicos e os usuários, demandando parcerias para sua implementação. A principal dificuldade apresentada nos anos subsequentes à aprovação desta Lei foi o arranjo institucional do Sistema de Gerenciamento de Recursos Hídricos, que necessitava de um órgão com a atribuição executiva de implantar a Política Nacional de Recursos Hídricos (ANA, 2012).

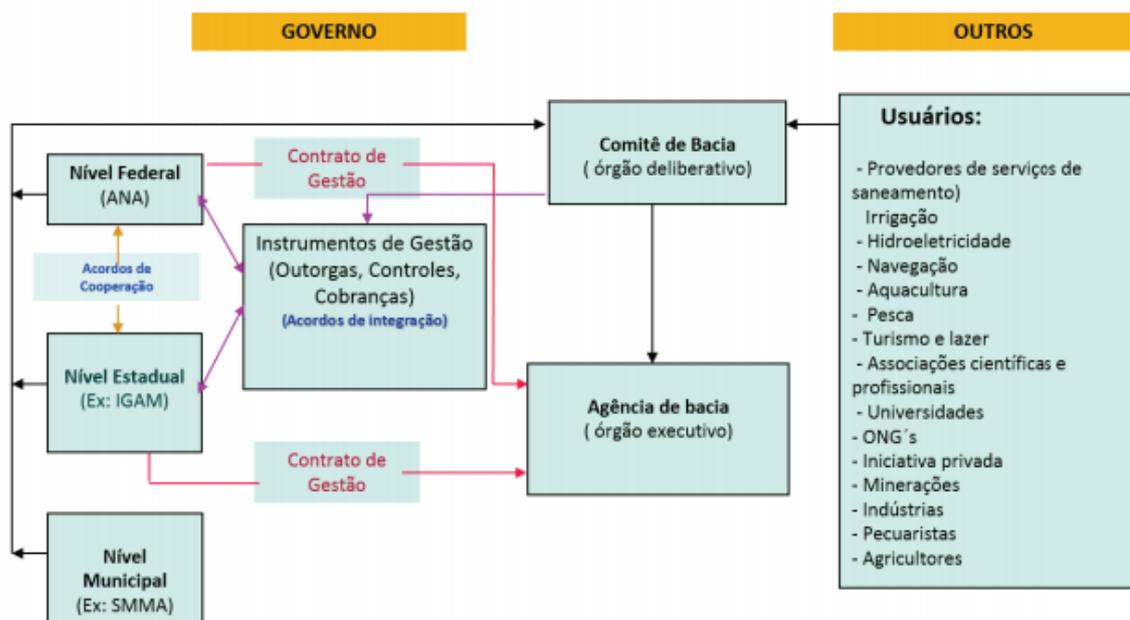
4.1.2.2 Comitê de Bacias Hidrográficas do Brasil

A bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. A bacia hidrográfica compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem

formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório (TUCCI, 1997).

O gerenciamento das águas é um dever do Estado para assegurar o Direito fundamental do acesso à água para o ser humano. Dessa forma, cabe aos poderes nas instâncias federal, estadual e municipal gerir os recursos hídricos de acordo com suas competências conforme Figura 24.

Figura 24: Organograma da gestão das bacias hidrográficas no Brasil



Fonte: Coelho & Havens (2014).

De acordo com Coelho & Havens (2014), além de ser um país com uma enorme diversidade de recursos hídricos, o Brasil é muito grande, populoso e com muitas diferenças regionais. O País é também caracterizado pela autonomia político administrativa entre seus 26 Estados e 5.564 Municípios. Administrar, explorar, recuperar, fiscalizar e proteger os recursos hídricos é uma tarefa que deve ser executada por todos os níveis de governo (União, Estados e Municípios) por diferentes sistemas de gestão que, no mais das vezes, apresentam sobreposições, contradições e falta de integração entre si.

Além disso, somada a necessidade aos usos múltiplos das águas, o maior problema para os decisores consiste em avaliar os objetivos de forma integrada, sendo necessário estabelecer instrumentos para decisão multicritérios (ALMEIDA,

2013). Vale ressaltar que uma negociação trata de um processo no qual as partes envolvidas podem independentemente fazer uma escolha coletiva ou escolha nenhuma. Já uma decisão em grupo envolve dois ou mais decisores, os quais assumirão alguma responsabilidade sobre a escolha. A decisão em grupo envolve procedimentos analíticos que indicam as preferências entre os decisores e um dos problemas que ilustra bem este aspecto é o da repartição, essencial na busca de uma divisão justa (ALMEIDA, 2012).

No Brasil, a gestão participativa, integrada e descentralizada é adotada como princípio fundamental da Política Nacional de Recursos Hídricos, que deve envolver a sociedade civil organizada, os usuários diretos da água e o Poder Público. Assim, visando o fortalecimento da gestão, foram criados os espaços públicos de participação, mais conhecidos como Comitês de Bacias Hidrográficas, considerado um grande avanço na base legal da governança das águas. Os comitês são responsáveis por promover discussões relacionadas à água por bacia hidrográfica, sendo a participação de todos fundamental para que os objetivos da ANA sejam alcançados.

4.1.3 Análise comparativa da regulamentação de gestão do ciclo das águas urbanas entre Brasil e Austrália

No caso da Austrália, o texto da lei define a *Water Melbourne Corporation* como detentor do direito para gerir os recursos hídricos no Estado de Victória. Esta Divisão aplica-se a uma Autoridade ou empresa pública que tenha autorização para gerir os recursos hídricos de uma região hidrográfica específica (ou distrito de água) (AUSTRÁLIA, 1989). No caso Brasil, a descentralização de abastecimento da água na dimensão micro fica por conta das empresas contratadas de água e esgoto, tendo uma em cada Estado da Federação. Em Pernambuco a empresa responsável por esse serviço é a Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA) (PERNAMBUCO, 1994).

Os Quadros 9 e 10 a seguir apresentam fundamentos legais, objetivos e finalidade dos agentes quanto ao abastecimento da água no Brasil, em Pernambuco, e na Austrália, em Victoria.

Quadro 9 – Comparativo dos fundamentos e objetivos das leis das águas entre Brasil e Austrália.

Leis Brasileiras		Lei Australiana
Brasil (Federal)	Pernambuco (Estadual)	Victoria (Federal/ Estadual)
<p>Lei 9.433/97 Título I Da política Nacional de Recursos Hídricos Capítulo I Dos fundamentos [...] VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades. [...] Capítulo II Dos objetivos Art. 2º São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos: I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais. IV - incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais.</p>	<p>Lei nº 12.984, de 30/12/2005 Título I Da Política Estadual de Recursos Hídricos Capítulo I Dos fundamentos [...] Art. 2º. VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das organizações da sociedade civil, considerando os aspectos quantitativo e qualitativo das fases meteórica, superficial e subterrânea do ciclo hidrológico; [...] Capítulo II Dos objetivos Art. 3º São objetivos da Política Estadual de Recursos Hídricos: I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade dos recursos hídricos; II - assegurar que a água seja protegida, utilizada e conservada, em níveis e padrões adequados de quantidade e qualidade, por seus usuários atuais e futuros, em todo o território do Estado de Pernambuco, garantindo as condições para o desenvolvimento econômico e social, bem como para melhoria da qualidade de vida e o equilíbrio do meio ambiente; e III – utilizar racionalmente e de forma integrada os recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável.</p>	<p>Lei Ato da Água de 1989 Parte 1 Objetivos desta Lei [...] (a) Reafirmar, com emendas, a lei relativa à água em Victoria; (b) Prover a gestão integrada de todos os elementos terrestres do ciclo da água; (c) Promover o uso ordenado, equitativo e eficiente dos recursos hídricos; (d) Assegurar que os recursos hídricos sejam conservados e adequadamente gerenciados para uso sustentável em benefício dos atuais e futuros vitorianos; (e) Maximizar o envolvimento da comunidade na elaboração e implementação de arranjos relacionados ao uso, conservação ou manejo dos recursos hídricos; (f) Eliminar inconsistências no tratamento de recursos hídricos superficiais e subterrâneos e hidrovias; (g) Fornecer uma melhor definição dos direitos à água privados e os direitos das Autoridades; (h) Fomentar a prestação de serviços de água responsáveis e eficientes, adequados às diversas necessidades e aos diversos consumidores; (i) Prover recursos para pessoas afetadas por decisões administrativas; (j) Fornecer meios formais para a proteção e o aprimoramento das qualidades ambientais dos cursos de água e seus usos in-stream; k) Prever a proteção das condições de captação; (l) substituir muitas formas de supervisão administrativa detalhada de Autoridades com supervisão geral pelo Ministro, através de planos corporativos aprovados e instruções expressas; (m) Continuar a existir e a proteger todos os direitos públicos e privados à água.</p>

Fonte: Elaborado pelo Autor. BRASIL (1997); APAC (2005)a.; AUSTRÁLIA (1989).

Fica evidente que a Lei estadual brasileira segue as orientações da Lei Nacional, dando sua contribuição regional. As leis dos dois países buscam assegurar a necessária disponibilidade de água através de uma gestão integrada de seu ciclo, promovendo o uso racional e ordenado com vista à sustentabilidade, e descentralizada, maximizando o envolvimento da sociedade.

Quadro 10 – Comparativo de leis referentes ao abastecimento de água entre Brasil e Austrália.

Leis Brasileiras		Lei Australiana
Brasil (Federal)	Pernambuco (Estadual)	Victoria (Federal/ Estadual)
<p>Lei 9.433/97 Título I Da política Nacional de Recursos Hídricos Capítulo II Dos Objetivos Art. 2º São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos: [...] II - a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável;</p> <p>Portaria nº 2.914 de 12/12/2011 Capítulo I Art. 2º Esta Portaria se aplica à água destinada ao consumo humano proveniente de sistema e solução alternativa de abastecimento de água. Art. 3º Toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água.</p> <p>Lei nº 11.445 de 05/01/2007 Capítulo 3 Dos princípios</p>	<p>Lei nº 12.984 de 30/12/2005 Art. 3º São objetivos da Política Estadual de Recursos Hídricos: I - assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade dos recursos hídricos; II - assegurar que a água seja protegida, utilizada e conservada, em níveis e padrões adequados de quantidade e qualidade, por seus usuários atuais e futuros, em todo o território do Estado de Pernambuco, garantindo as condições para o desenvolvimento econômico e social, bem como para melhoria da qualidade de vida e o equilíbrio do meio ambiente; e III – utilizar racionalmente e de forma integrada os recursos hídricos, com vistas ao desenvolvimento sustentável.</p> <p>Decreto Nº 18.251 de 21/12/1994 Art. 1 - Fica aprovado o Regulamento Geral do Fornecimento de Água e Coleta de Esgotos, realizados pela Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA, na forma do anexo que se publica com este decreto. Art. 2º - Compete à</p>	<p>Lei Ato da Água de 1989 Parte 8 – Abastecimento de água Divisão 1 - Autoridades com um distrito de Água 162 [...]Esta Divisão aplica-se a uma Autoridade ou empresa pública que tenha autorização para gerir os recursos hídricos de um distrito ou região específica. 163 Funções de Autoridades (1) Uma Autoridade que possui o direito de gerir os recursos hídricos em uma região específica, tem as seguintes funções: (a) fornecer, gerenciar, operar e proteger sistemas de abastecimento de água, incluindo a coleta, armazenamento, tratamento, transferência e distribuição de água; (b) identificar as necessidades da comunidade relacionadas com o abastecimento de água e planejar as necessidades futuras da comunidade também relacionadas com o abastecimento de água; (c) desenvolver e implementar programas para a conservação e uso eficiente da água; (d) investigar, promover e conduzir pesquisas sobre qualquer assunto relacionado às suas funções, poderes e deveres em relação ao abastecimento de água; (e) educar o público sobre qualquer aspecto do abastecimento de água.</p> <p>Divisão 2 - <i>Melbourne Water Corporation</i> (Companhia de Águas de Melbourne) 171B Função de abastecimento de água da <i>A Melbourne Water Corporation</i> tem as seguintes funções: (a) fornecer, gerenciar, operar, manter e proteger sistemas de fornecimento de água para o fornecimento de água para todos ou qualquer um dos seguintes: (i) o titular de uma licença de água sob a</p>

<p>fundamentais Art. 2º Os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes</p> <p>III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;</p> <p>estruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas; [...]</p>	<p>Companhia Pernambucana de Saneamento - COMPESA o planejamento, a execução das obras e instalações, a operação e manutenção dos sistemas de abastecimento de água e de coleta de esgotos, a medição dos consumos, o faturamento, a cobrança e arrecadação de valores, a aplicação de penalidades e quaisquer outras medidas a ela relacionada na sua jurisdição, observados os critérios e condições das concessões municipais.</p> <p>Lei nº 14.826 de 08/11/2012 Art.4º</p> <p>Toda água potável natural deve atender ao padrão de potabilidade estabelecido pelos artigos 27 a 39 da portaria MS nº 2914 de 12/2/2011 ou documento legal que venha a substituí-la.</p>	<p><i>Water Industry Act</i> de 1994 (Essa lei trata dos direitos e responsabilidades para quem usa a água para fins industriais);</p> <p>(ii) o titular de uma licença de água e esgoto de acordo com o <i>Water Industry Act</i> de 1994;</p> <p>(iii) o titular de um direito a captação de água bruta para infraestrutura hídrica da <i>Melbourne Water Corporation</i> concedidas sob a Divisão 1 da Parte 4;</p> <p>(iv) uma Autoridade que tenha um distrito de água ou um distrito de irrigação;</p> <p>(v) qualquer outra pessoa ou classe de pessoa prescrita para os fins desta seção;</p> <p>(vi) qualquer pessoa com quem a <i>Melbourne Water Corporation</i> tenha um acordo para fornecer água que esteja em vigor imediatamente antes do início da seção 162 da Lei de Governança das Águas de 2006;</p> <p>(b) identificar as necessidades da comunidade relacionadas com o abastecimento de água e planejar as necessidades futuras da comunidade;</p> <p>(c) fornecer água a todas ou algumas das pessoas mencionadas no parágrafo (a) (i) a (vi);</p> <p>(d) desenvolver e implementar programas para a conservação e uso eficiente da água;</p> <p>(e) administrar, operar, manter e proteger os reservatórios de água para coleta, tratamento, armazenamento e distribuição de água;</p> <p>(f) para cumprir as obrigações operacionais, ambientais, financeiras e de relatórios (fornecimento de informações) em qualquer situação de coleta de água bruta para infraestrutura hídrica da <i>Melbourne Water Corporation</i>;</p> <p>(g) prover e manter instalações para o uso recreativo em reservatórios de água e áreas adjacentes, onde este uso seja compatível com a proteção do reservatório e outros usos para os quais a água possa ser alocada;</p> <p>(h) Proteger os valores ecológicos nos reservatórios de água e desenvolver e implementar programas relacionados com os valores ecológicos dos reservatórios de água.</p> <p>171H Estatuto</p> <p>(1) A <i>Melbourne Water Corporation</i> pode, de acordo com a seção 160, estabelecer estatutos para ou com relação a:</p> <p>(a) regular, restringir ou proibir o uso da água, seja de modo geral ou para qualquer propósito específico.</p>
--	---	--

Fonte: Elaborado pelo Autor. BRASIL (1997), (2007), (2011); APAC (2005); LEGISWEB (2012); COMPESA (1994); AUSTRÁLIA (1989).

De acordo como Decreto n.º 18.251, de 21/12/94, do Governador do Estado de Pernambuco, compete a COMPESA o planejamento, a execução das obras e instalações e operação de manutenção do sistema de abastecimento de água, assim como, de sistema de coleta de esgoto. É a descentralização da competência da união para os Estados e deste para outras entidades. A COMPESA atua como órgão executor a serviço do Estado.

O Quadro 11 abaixo apresenta um comparativo entre as legislações referente ao sistema de esgoto para Brasil e Austrália.

Quadro 11 - Comparativo de leis referentes ao sistema de esgoto entre Brasil e Austrália.

Leis Brasileiras		Lei Australiana
Brasil (Federal)	Pernambuco (Estadual)	Victoria (Federal/ Estadual)
<p>Lei 9.433/97 Capítulo II Dos Objetivos Art. 2º São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos: III - a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.</p> <p>Lei nº 11.445 de 05/01/ 2007 Capítulo I Dos princípios fundamentais Art. 2º Os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes princípios fundamentais: I - universalização do acesso; II - integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados; III - abastecimento de água, esgotamento sanitário,</p>	<p>Decreto nº 18.251 de 21/12/1994 Capítulo I Das redes de distribuição de água e coleta de esgotos Art. 3º - As redes distribuidoras de água e coletoras de esgotos serão assentadas em logradouros públicos, após aprovação dos respectivos projetos pela COMPESA, que executará ou fiscalizará as obras, sem prejuízo do que dispõem as posturas municipais e/ou a legislação aplicável. Capítulo II Dos ramais prediais de água e de esgotos Art. 10 - A pedido do titular do Imóvel ou seu representante, e às suas expensas, os ramais prediais de água serão implantados pela COMPESA, desde que haja disponibilidade técnica da rede distribuidora e satisfeitas as exigências estabelecidas em normas e instruções regulamentares. § 1º Toda edificação permanente urbana será obrigatoriamente conectada às redes</p>	<p>Lei Ato da Água de 1989 Parte 9 – Sistema de Esgoto Divisão 1 173 Funções das Autoridades (1) Uma Autoridade que tenha um distrito de saneamento tem as seguintes funções: (a) fornecer, gerir e operar sistemas para o transporte, tratamento e eliminação de esgotos e, se a Autoridade assim o decidir, de resíduos comerciais; (b) identificar as necessidades da comunidade relacionadas aos serviços de esgoto e planejar as necessidades futuras da comunidade também em relação aos serviços de esgoto; (c) desenvolver e implementar programas para a reciclagem e reutilização de águas residuais tratadas; (d) investigar, promover e conduzir pesquisas sobre qualquer assunto relacionado às suas funções, poderes e deveres em relação aos serviços de esgotamento sanitário; (e) educar o público sobre qualquer aspecto do esgoto</p> <p>175 Novos trabalhos (1) Sujeito à subseção (4), pelo menos 14 dias antes de iniciar a construção de qualquer canalização, uma Autoridade deve: (a) servir um aviso sobre cada proprietário ou ocupante da terra (lotes, área, região) que será afetada</p>

<p>limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;</p> <p>IV - (Inciso com redação dada pela Lei nº 13.308, de 6/7/2016)</p> <p>V - adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;</p> <p>VI - articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;</p> <p>VII - eficiência e sustentabilidade econômica [...]</p> <p>Capítulo 3 Art. 3º</p> <p>b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente.</p>	<p>públicas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário disponíveis, estando sujeita ao pagamento de tarifas decorrentes da conexão ou disponibilidade para o uso desses serviços.</p> <p>Decreto Nº 41.579, de março de 2015.</p> <p>Art. 11 - Cada edificação ou conjunto de edificações constituído em condomínio terá um único ramal predial de água e um único ramal predial de esgoto, ligando as diversas economias, mesmo abrangendo categorias diferentes, conectados ao distribuidor e ao coletor público existente na testada do imóvel.</p> <p>§ 1º - O abastecimento de água e coleta de esgotos em edificação ou conjunto de edificações constituído em condomínio poderá ser feito por mais de um ramal predial de água e/ou esgoto, quando houver conveniência de ordem técnica, a critério da COMPESA.</p> <p>Capítulo III Dos loteamentos e conjuntos habitacionais Art. 28 - Em todo projeto de loteamentos e de conjuntos habitacionais a COMPESA deverá ser consultada previamente sobre a possibilidade técnica do fornecimento de água e coleta de esgotos.</p> <p>Art. 29 - Confirmada a viabilidade do fornecimento de água e/ou coleta de esgotos, o interessado submeterá a apreciação da COMPESA o projeto técnico.</p>	<p>pela construção proposta; e</p> <p>(b) publicar um aviso em um jornal de circulação geral na área em questão - que contém uma declaração da intenção da Autoridade de construir o esgoto, informações sobre onde e quando uma cópia do plano das obras para o esgoto pode ser inspecionada, e observar que as submissões da população em geral são convidadas a serem enviadas dentro de 14 dias após a publicação</p> <p>Divisão 2 <i>Melbourne Water Corporation</i> 184A Funções da <i>Melbourne Water Corporation</i> relacionadas ao sistema de esgoto</p> <p>(a) fornecer, gerenciar, operar, manter e proteger sistemas para a coleta, a granel, de esgoto de todos ou qualquer um dos seguintes:</p> <p>(i) o titular de uma licença de água e esgotos, nos termos da Lei da Indústria da Água de 1994;</p> <p>(ii) uma Autoridade com um distrito de saneamento básico;</p> <p>(iii) qualquer outra pessoa ou classe de pessoa prescrita para os fins desta seção;</p> <p>(b) fornecer, administrar, operar, manter e proteger sistemas para o transporte, tratamento e disposição de qualquer esgoto coletado nos termos do parágrafo (a);</p> <p>(c) por acordo ou consentimento, fornecer, administrar, operar, manter e proteger sistemas para a coleta a granel, transporte, tratamento e descarte de resíduos comerciais;</p> <p>(d) desenvolver e implementar programas e fornecer, gerenciar e operar sistemas para a reciclagem, reutilização e fornecimento de resíduos tratados e subprodutos de água de tratamento de esgoto e tratamento de resíduos comerciais;</p> <p>(e) a aceitação, armazenamento, tratamento e eliminação debiossólidos e outros resíduos;</p> <p>(f) identificar as necessidades da comunidade relacionadas aos serviços de tratamento de esgoto e planejar as necessidades futuras da comunidade em relação a esses serviços.</p> <p>Lei Ato da Água 1989 Parte 9 – Sistema de Esgoto</p>
--	---	--

Fonte: Elaborado pelo Autor. BRASIL (1997), (2007); LEGISWEB (2015); COMPESA (1994); AUSTRÁLIA (1989).

Na esfera federal, as diretrizes são generalistas e versam sobre saneamento básico, incluindo o abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente. Acatando a determinação da Lei nº 9.433/97, que determina que a gestão de recursos hídricos pode ser descentralizada, o governo de Pernambuco transferiu para a COMPESA a incumbência de gerir o fornecimento de água e da coleta de esgotos no Estado. Neste sentido, toda a normatização acerca do uso desses elementos segue as regras estabelecidas no referido Decreto n.º 18.251, de 21/12/1994 (PERNAMBUCO, 1994). Não há uma separação do fornecimento da água e da coleta de esgotos na legislação, entretanto, a cada diretriz são mencionados os dois simultaneamente o que dificulta a análise comparativa com a Austrália que apresenta diretrizes individuais.

Outro fator importante na legislação Australiana relacionada ao sistema de esgoto está na seção 175, item “b”. Trata da responsabilidade da companhia em publicar em jornais de circulação o plano para construção de esgoto e submeter esse plano a apreciação da população, que analisará e verificará a melhor solução coletiva. A autoridade geralmente atende as reivindicações da população, agentes envolvidos ou usuários. No Brasil, nas compras públicas (ou contratos de serviços) realizadas por licitação, é aplicado o princípio da publicidade com a publicação do edital que normatiza o evento, contudo, a população não faz nenhum tipo de interferência, ou seja, não há participação direta da população na tomada de decisão.

Vale ressaltar que na Lei “Ato da Água de 1989”, da Austrália, a nomenclatura Autoridade registrada na seção 179 significa uma companhia de água que exista em um determinado distrito, no caso do Estado de Victória, é a *Water Melbourne Corporation*. Esta companhia tem a mesma finalidade geral da COMPESA, em Pernambuco. Há funções definidas estabelecidas na seção 173 de forma bem didática. Entre elas, destaca-se o item “c”, que trata de criar soluções para reciclar e reutilizar as águas residuais e o item “e”, que determina educar o povo para as questões relacionadas com o esgoto. Estes aspectos, somado ao tratado na seção 175, criam cenários mais propícios a uma maior governança das águas.

O Quadro 12, a seguir, versa sobre o reuso de água, detalhando as leis brasileiras até o nível municipal, devido a sua importância.

Quadro 12 - Comparativo de leis referentes ao reuso de água entre Brasil e Austrália

Leis Brasileiras			Lei Australiana
Brasil (Federal)	Pernambuco (Estadual)	Recife (Municipal)	Victoria/ Melbourne (Fed./Est./Municipal)
<p>Lei nº 11.445 de 05/01/2007 estabelece diretrizes para a regulação dos serviços de saneamento básico.</p> <p>Lei nº 13.308, de 6/07/2016 altera a Lei nº 11.445 de 05/01/2007 Art. 2o</p> <p>IV - Disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes, adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;</p> <p>“Art. 3º</p> <p>d) drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais</p>	<p>Lei nº 14.572 de 27/12/2011</p> <p>Capítulo II Do uso racional e do reaproveitamento das águas</p> <p>Art. 4º. O reaproveitamento das águas destina-se a diminuir a demanda de água, aumentando as condições de atendimento e reduzindo a possibilidade de inundações.</p> <p>Art. 5º. Para efeito desta Lei, as ações de reaproveitamento das águas compreendem basicamente:</p> <p>I - a captação, o armazenamento e a utilização de água proveniente das chuvas; e</p> <p>II - a captação, o armazenamento, o tratamento e a utilização de águas servidas.</p> <p>Seção I</p> <p>Das águas provenientes das chuvas</p> <p>Art. 6º. A água das chuvas será captada na cobertura das edificações e encaminhada a uma cisterna ou tanque para ser utilizada em atividades que não requeiram o uso de água potável proveniente do Serviço de Abastecimento Público de Água, tais como:</p> <p>I - rega de vegetação, inclusive hortas;</p> <p>II - lavagem de roupa;</p> <p>III - lavagem de veículos;</p> <p>IV - lavagem de vidros, calçadas e pisos;</p> <p>V - lavagem de garagens e pátios;</p>	<p>Lei nº 18.208/2015 dispõe sobre a política municipal de saneamento básico [...]</p> <p>Capítulo I</p> <p>Da política municipal de saneamento básico</p> <p>Art.6º</p> <p>I - universalização do Acesso;</p> <p>[...]</p> <p>III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de forma adequada à saúde pública e à proteção do meio ambiente;</p> <p>IV - disponibilidade, em toda a área urbana, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública, à segurança da vida e ao patrimônio público e privado;</p> <p>[...]</p> <p>VI - articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social, voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;</p> <p>[...]</p>	<p>Lei Ato da Água de 1989</p> <p>Parte 9 – Sistema de Esgoto</p> <p>Divisão1</p> <p>173 Funções das Autoridades [...]</p> <p>(c) desenvolver e implementar programas para a reciclagem e reutilização de águas residuais tratadas;</p> <p>(d) investigar, promover e conduzir pesquisas sobre qualquer assunto relacionado às suas funções, poderes e deveres em relação aos serviços de esgotamento sanitário;</p> <p>(e) educar o público sobre qualquer aspecto do esgoto. (Olha isso!!! Pense no sentido amplo disso!!!)</p> <p>Divisão 2</p> <p>184A Funções da Melbourne Water Corporation</p> <p>(d) desenvolver e implementar programas e fornecer, gerenciar e operar sistemas para a reciclagem, reutilização e fornecimento de resíduos tratados e subprodutos de água de tratamento</p>

<p>drenadas nas áreas urbanas; “Art. 52 § 1o abranger o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, o manejo de resíduos sólidos e o manejo de águas pluviais, com limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes de drenagem, além de outras ações de saneamento básico de interesse para a melhoria da salubridade ambiental, incluindo o provimento de banheiros e unidades hidrossanitárias para populações de baixa renda;</p> <p>Lei 13.501 de 30/10/2017 Aproveitamento de águas pluviais</p> <p>Resolução nº. 54, de 28 de novembro de 2005 – Estabelece critérios gerais para reuso de água potável. (publicada no DOU em 09/03/06)</p> <p>Projeto de Lei 2245/15, altera a Lei 9.433/97 para incluir entre os fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos a determinação sobre o emprego da água de menor qualidade em usos menos exigente</p>	<p>VI - descarga em vasos sanitários; e VII - combate a incêndios</p> <p>Seção II Das águas servidas Art. 8º. As águas servidas serão captadas, direcionadas por meio de encanamento próprio e conduzidas a reservatórios e, após tratamento adequado, será permitida sua reutilização, dentre outras, nas seguintes atividades: I - rega de vegetação, exceto hortas; II - descarga em vasos sanitários; III - lavagem de calçadas; e IV - combate a incêndios. Art. 10º. Os sistemas hidráulico e sanitário das novas edificações serão projetados de modo a propiciar a economia e o combate ao desperdício de água, privilegiando a sustentabilidade dos recursos hídricos, sem prejuízo do conforto e da segurança dos habitantes. Art. 11º. Nas ações de tratamento e uso racional das águas em edificações construídas a partir da vigência desta Lei serão preferencialmente utilizados aparelhos e dispositivos que evitem o desperdício e uso excessivo de água, tais como: I - bacias sanitárias de volume reduzido de descarga; II - chuveiros e lavatórios de volumes fixos de descarga; III - torneiras dotadas de arejadores; e IV - registros controladores de vazão. § 1º Em edificações de condomínio, além dos dispositivos previstos neste artigo, serão também instalados hidrômetros para medição individualizada do consumo de água por unidade, conforme</p>	<p>XVII - responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; XVIII - reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania; XIX - respeito às diversidades locais e regionais; XXI - Incentivar o reuso de água para fins não potáveis; XXII - Articular com as demais esferas governamentais, no que couber, políticas de uso e ocupação do solo a fim de coibir a ocupação desordenada em áreas destinadas aos serviços de saneamento básico</p> <p>Capítulo VIII XI - valorizar e promover programas de educação ambiental e sanitária, com ênfase na mobilização social.</p>	<p>de esgoto e tratamento de resíduos comerciais; (e) a aceitação, armazenamento, tratamento e eliminação de biossólidos e outros resíduos; (f) identificar as necessidades da comunidade relacionadas aos serviços de tratamento de esgoto e planejar as necessidades futuras da comunidade em relação a esses serviços.</p>
--	---	--	---

	<p>preceitua a Lei nº 12.609, de 22 de junho de 2004. § 2º Nos ambientes sanitários de uso coletivo das edificações será obrigatória a utilização de aparelhos e dispositivos que evitem o desperdício e uso excessivo de água.</p>		
--	--	--	--

Fonte: Elaborado pelo Autor. BRASIL (1997), (2007), (2015), (2016), (2017); LEGISWEB (2011), (2015); AUSTRÁLIA (1989).

A Lei 13.501, de 30/10/2017, alterou o art. 2º, da Lei 9.433/97; que passou a ter a seguinte redação: “IV - incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais”. (BRASIL, 2017). Entretanto, não há clareza no assunto de reuso da água. No âmbito federal, o reuso da água tem sido direcionado segundo as normas da Resolução 54, de 28 de outubro de 2005, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) (BRASIL, 2005), que estabelece os critérios para reuso da água potável. Está em tramitação no Congresso Nacional o Projeto de Lei(PL) 2245/2015, de autoria do Deputado Veneziano Vital do Rêgo (PMDB-PB). O PL propõe alterar a Lei nº 9.433/97, “para incluir entre os fundamentos da Política Nacional de Recursos Hídricos a determinação sobre o emprego da água de menor qualidade em usos menos exigentes”. Embora já tenha sido aprovada pelo Conselho Desenvolvimento Urbano (CDU) no dia 24 de maio de 2016. Seguiu para a Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania (CCJC) em 30 de maio de 2018 onde segue os trâmites (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2018).

Em 27 de dezembro de 2011, foi sancionada a Lei do Estado de Pernambuco nº 14.572 (PERNAMBUCO, 2011), que estabelece as diretrizes para o reuso da água. A lei é clara no seu texto e específica quanto às determinações de uso racional da água nas novas edificações e nas instalações coletivas (em ambientes públicos e coletivos, nas torneiras das pias dos banheiros), entretanto, quando se trata do reuso das águas provenientes da totalidade do esgoto doméstico ou comercial, seção II, há uma descrição de como deverá ser captada e como pode ser utilizada, mas sem determinada a obrigatoriedade da implantação dessa metodologia. Mesmo a Lei do Município de Recife nº 18.208/15 estabelecendo o dever em promover programas de educação ambiental e sanitária, com ênfase na mobilização social (RECIFE, 2015), se aproximando do que ocorre com a lei australiana, que no item “c” da seção 173 obriga desenvolver e implementar

programas para a reciclagem e reutilização de águas residuais tratadas, o que leva ao WSUD.

O saneamento básico é contemplado nas três esferas e constitui um grande problema nacional. Em Recife, capital de Pernambuco a Lei nº 18.208/2015 dispõe sobre a política municipal de saneamento básico. Suas diretrizes se igualam às da lei australiana em vários aspectos, tais como: “identificar as necessidades da comunidade relacionadas aos serviços de tratamento de esgoto e planejar as necessidades futuras da comunidade em relação a esses serviços” (AUSTRÁLIA, 1989). Entretanto, o que se observa é que as várias regras, tão bem elaboradas no papel, não conseguem ser concretizadas, ficando apenas no universo das ideias.

O Quadro 13 traz uma comparativo das legislações referente ao manejo de águas pluviais.

Quadro 13 - Comparativo de leis referentes ao manejo de águas pluviais entre Brasil e Austrália.

Leis Brasileiras		Lei Australiana
Brasil (Federal)	Pernambuco (Estadual)	Victoria (Federal/ Estadual)
<p>Lei nº 12.608, de 10/04/2012 Defesa civil.</p> <p>Lei nº 11.445 de 05/01/ 2007 Capítulo 3</p> <p>Dos princípios fundamentais Art. 2º Os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes</p> <p>III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;</p> <p>Art. 3º Para os efeitos desta Lei, considera-se:</p> <p>I - saneamento básico: conjunto de serviços, infra-estruturas e instalações operacionais de:</p> <p>a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infra-estruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a</p>	<p>Decreto nº 45.812, de 03/04/2018 Aprova, no âmbito do Estado de Pernambuco, o Manual Técnico de Defesa Civil para Resposta a Desastres.</p> <p>Lei 18.208/2015 Seção V Das diretrizes gerais</p> <p>I - prestação adequada dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, de modo a contribuir para a melhoria da saúde pública e à proteção ambiental;</p> <p>II - assegurar a gestão responsável dos recursos públicos, a capacidade técnica, gerencial e financeira, de modo a otimizar os processos e maximizar dos resultados;</p> <p>III - considerar o processo de expansão demográfica e de planejamento municipal, objetivando contribuir com alternativas capazes de minimizar e/ou solucionar possíveis problemas, tais como: escassez</p>	<p>Lei Ato da Água 1989 Parte 10 – Gestão da água Divisão 4</p> <p>Manejo de várzea</p> <p>202 Funções de gestão de várzea (planície de inundação)</p> <p>(1) Uma Autoridade tem as seguintes funções ou aquelas especificadas na Ordem sob a seção 201 (1) (b) (ii), conforme o caso exigir:</p> <p>(a) descobrir até que ponto as águas da enchente podem se estender e qual a probabilidade de elas aumentarem;</p> <p>(b) declarar os níveis de inundação e as áreas de inundação;</p> <p>(c) declarar linhas de construção;</p> <p>(d) controlar empreendimentos que tenham ocorrido ou que possam ser propostos para áreas ribeirinhas adjacentes a cursos de água;</p> <p>(e) desenvolver e implementar planos e tomar as medidas</p>

<p>captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição;</p> <p>b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;</p> <p>c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas;</p> <p>d) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: conjunto de atividades, infra-estruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas; [...]</p> <p>Art. 52</p> <p>§ 1º O PNSB deve:</p> <p>I - abranger o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, o manejo de resíduos sólidos e o manejo de águas pluviais e outras ações de saneamento básico de interesse para a melhoria da salubridade ambiental, incluindo o provimento de banheiros e unidades hidrossanitárias para populações de baixa renda.</p>	<p>dos recursos hídricos, poluição, insuficiência de drenagem urbana, enchentes, assoreamento de rios, ocupações irregulares e ocupações em Áreas de Preservação Permanentes-APP;</p> <p>IV - valorizar o processo de planejamento e decisão sobre medidas preventivas ao crescimento desordenado, objetivando resolver problemas de escassez de recursos hídricos, congestionamento físico, dificuldade de drenagem urbana e disposição de esgotos, poluição, enchentes, destruição de áreas verdes, assoreamentos de rios, invasões e outras consequências;</p> <p>V - integrar as políticas, planos, programas e ações governamentais de saneamento, saúde, meio ambiente, recursos hídricos, desenvolvimento urbano, habitação, uso e ocupação do solo;</p> <p>Lei 16.243/96 código do meio ambiente e do equilíbrio ecológico da cidade do Recife</p> <p>Capítulo II Seção I Da competência municipal</p> <p>XI - estabelecer normas e critérios para o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;</p> <p>XII - assegurar a manutenção das condições ecológicas favoráveis ao meio ambiente e ao saneamento ambiental, dentro de uma política ampla visando à qualidade do meio ambiente e à qualidade de vida da população;</p> <p>XIII - assegurar o saneamento ambiental do Recife, de forma ampla, abrangendo os aspectos de abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos, drenagem, educação sanitária, entre outros.</p>	<p>necessárias para minimizar as inundações e os danos causados pelas mesmas;</p> <p>(f) fornecer aconselhamentos sobre inundações e controles sobre o desenvolvimento das mesmas para as prefeituras locais, o Secretário do Departamento e a comunidade.</p> <p>(2) A <i>Melbourne Water Corporation</i> tem as seguintes funções em relação ao seu distrito de gestão de cursos de água:</p> <p>(a) para descobrir até que ponto as águas de inundação provavelmente se estenderão e até onde elas provavelmente aumentarão;</p> <p>(b) declarar níveis de inundação e níveis de margens de inundação;</p> <p>(c) declarar linhas de construção</p> <p>(d) desenvolver e implementar planos e tomar as medidas necessárias para minimizar as inundações e os danos causados pelas inundações;</p> <p>(e) controlar empreendimentos ocorridos ou que possam ser para áreas ribeirinhas adjacentes a cursos de água;</p> <p>(f) fornecer conselhos sobre inundações e controles sobre o desenvolvimento das mesmas para as prefeituras locais, o Secretário do Departamento e a comunidade.</p>
--	--	--

. O manejo da água constitui preocupação mundial, visto que esta é recurso escasso que demanda ser preservado para a manutenção da humanidade. O modo de vida da população implica em consumo exagerado de água e de poluição das bacias, o que pode vir a comprometer o abastecimento, o que já ocorre em determinados locais. Leis de preservação ambientais e diretrizes para reaproveitar esse recurso têm sido criadas no mundo inteiro.

No Brasil, a Lei nº 9.433/97 normatizou a gestão dos recursos hídricos e a descentralizou, dividindo responsabilidades com os Estados e com a sociedade. Os Estados, por sua vez, adotaram como base a dita Lei Federal, incluindo suas respectivas especificidades regionais. Ainda que nas leis haja essa chamada para a participação da sociedade, contudo, falta clareza quanto ao sentido de empoderá-la efetivamente, para que atue como verdadeira gestora de fato e de direito, participando ativamente das decisões acerca do tema. Esse empoderamento já é uma realidade na Austrália, onde determina a lei (e é cumprida) que o Estado ou a Autoridade deve prestar contas à sociedade, a qual opina, apoia, aprova ou não, medidas que possam lhe afetar diretamente.

A Autoridade, também de acordo com a lei, deve tomar decisões e implementar medidas para controlar as enchentes, além de orientar e prevenir para que não ocorram as inundações. Observa-se no texto da lei que há uma preocupação integrada do ciclo urbano das águas, onde cada etapa é cuidada para que não cause danos na seguinte. Somado a isso, há uma educação da população e uma consciência ambiental que favorece no descarte correto dos resíduos sólidos.

Embora no Brasil tenhamos a Defesa Civil que atua em todas as regiões e tem sua diretriz própria em consonância com as leis maiores pertinentes, o que se observa na prática são atitudes reativas, ao passo que na Austrália há um pensar proativo.

Na Austrália, uma autoridade que tem o direito de gerir os recursos hídricos pode, se autorizada, prestar serviço fora do seu distrito. Esta mobilidade não é possível no Brasil. A Constituição Federal garante a autonomia para cada Estado. Outro fato importante que ocorre na Lei 1989 é o fato de que na Austrália é texto de lei, de forma clara e direta, que é função da autoridade “educar o público sobre qualquer aspecto do abastecimento de água” (AUSTRÁLIA, 1989) No Brasil não existe essa determinação quanto a educar a população para o uso racional da água.

Apesar de existirem alguns debates acerca da educação ambiental, os resultados ainda são incipientes.

Observa-se também que todas as leis, tanto as brasileiras como a australiana compactuam do mesmo objetivo no que é pertinente à segurança hídrica. O quadro 14, a seguir, apresenta as leis que tratam da sustentabilidade hídrica, da preservação em atender as necessidades futuras, quanto da sua proteção para garantir a qualidade. Na esfera federal do Brasil, a regulação da qualidade da água veio por meio da portaria do Ministério da Saúde, que serviu de base para a Lei Estadual nº 14.826, de 8 de novembro de 2012, do Estado de Pernambuco. A referida lei, além de regular a qualidade da água, dispõe em seu primeiro dispositivo: “Art. 1º. Ficam disciplinadas as condições sanitárias relativas à captação, armazenamento, transporte, distribuição e comercialização de água potável natural, no Estado de Pernambuco.” (BRASIL, PERNAMBUCO, 2012, p.1).

Quadro 14 – Comparativo das leis referentes à segurança hídrica entre Brasil e Austrália.

Leis Brasileiras		Lei Australiana
Federal / Brasil	Estadual / Pernambuco	Victoria / Melbourne
<p>Lei 9.433/97</p> <p>Capítulo IV Seção I Dos planos de recursos hídricos</p> <p>Art. 6º Os Planos de Recursos Hídricos são planos diretores que visam a fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos recursos hídricos.</p> <p>Art. 7º Os Planos de Recursos Hídricos são planos de longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos e terão o seguinte conteúdo mínimo</p> <p>I - diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos; II - análise de alternativas</p>	<p>Lei nº 12.984, de 30/12/2005 Capítulo IV Seção I dos planos diretores de recursos hídricos Art 6º</p> <p>Os Planos Diretores de Recursos Hídricos são de médio e longo prazos, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos, e terão o seguinte conteúdo mínimo:</p> <p>I - diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos; II – análise das dinâmicas demográficas, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo; III - balanço entre disponibilidades e demandas atuais e futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais; IV - Metas de conservação e recuperação de mananciais,</p>	<p>Lei Ato da Água 1989</p> <p>Parte 8 – Abastecimento de água</p> <p>Divisão 1 - Autoridades com um distrito de água</p> <p>170A Preparação e adoção de plano permanente de segurança hídrica</p> <p>(1) Uma Autoridade deve preparar um plano permanente de segurança hídrica e submetê-lo ao Ministro para aprovação até a data especificada pelo Ministro (2) O Ministro pode, por aviso prestado na Autoridade, dar instruções ou emitir orientações relativas à forma e à informação a ser contida em tal plano. [...] (7) Um aviso deve: (a) resumir as restrições e proibições propostas pelo plano; (b) especificar onde uma cópia do plano proposto pode ser obtida; (c) Solicitar ou convidar todos os</p>

<p>de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;</p> <p>III - balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais;</p> <p>IV - metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis</p> <p>Art. 8º Os Planos de Recursos Hídricos serão elaborados por bacia hidrográfica, por Estado e para o País.</p>	<p>racionalização de uso da água, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos;</p> <p>V - medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas, com respectivo cronograma de execução e programação orçamentária;</p> <p>Lei Nº 14826 DE 08/11/2012 Dispõe sobre as condições sanitárias relativas à captação, armazenamento, transporte, distribuição, e comercialização de água potável natural procedente de soluções alternativas de abastecimento de água para o consumo humano no Estado de Pernambuco, e dá outras providências.</p>	<p>agentes e usuários envolvidos</p> <p>170D Cópia de um plano [...]</p> <p>(1) O plano permanente de segurança hídrica de uma Autoridade estar a qualquer momento adotado como um plano de acordo com a seção 170A ou 170B (8), assim como o variado (ou alterado) sob a seção 170B naquele momento.</p> <p>(2) Uma Autoridade deve assegurar que uma cópia atualizada de seu plano permanente de segurança hídrica esteja disponível em seus escritórios durante o horário comercial para inspeção mediante solicitação.</p> <p>(3) Uma Autoridade deve assegurar que uma cópia de seu plano permanente de segurança hídrica seja publicada eletronicamente no endereço eletrônico da Autoridade</p>
---	--	--

Fonte: Elaborado pelo Autor. BRASIL (1997); APAC (2005); LEGISWEB (2012); AUSTRÁLIA (1989).

Comparando as legislações brasileiras verifica-se pouca diferença entre as duas, havendo simetria da lei estadual para com a federal. Ambas sugerem à elaboração de um plano de gerenciamento dos recursos hídricos que avalie de início a sua situação no País.

Pode-se fazer um paralelo com essa responsabilidade da Autoridade gestora com a dos comitês brasileiros de bacias hidrográficas, os quais devem apresentar um Plano de Bacia Hidrográfica, como falado comumente, mas é um plano com diretrizes para gestão dos recursos hídricos que visa à segurança hídrica da área territorial ou região geográfica delimitada pela bacia hidrográfica, a qual o comitê é responsável. Há uma diferença na pessoa que responde como autoridade na gestão dos recursos hídricos. No caso da Austrália, o Ministro responsável tem o mesmo papel da Agência Nacional de Águas (ANA). A diferença é que na Austrália a responsabilidade está em uma pessoa e aqui no Brasil está em uma Agência ou órgão público.

No texto mencionado da lei brasileira não se contempla a inclusão da sociedade para aprovação, conquanto já se tenha notícia de que, em alguns eventos, exista sua participação em reuniões de aprovação de alguma medida, mas meramente de forma figurada, sem poder real de decidir. Esses atores, pois, não

têm participação decisória ou, sequer, opinativa. Geralmente adotam uma atitude passiva, anulando assim o objetivo da presença.

Por fim, o Quadro 15, de forma bem simples e resumida, apresenta uma visão geral sobre as legislações, um paralelo entre os países no âmbito proposto pelo presente estudo, e aponta os elementos comuns e díspares em relação às legislações para gestão de águas em áreas urbanas fruto do comparativo entre Brasil e Austrália.

Quadro 15 – Análise comparativa das leis de gestão de águas urbanas entre Brasil e Austrália para os parâmetros: segurança hídrica, reuso de água e participação social.

	Brasil	Austrália
Segurança hídrica	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Há preocupação com a preservação ambiental; ➤ Existem os Planos de Gerenciamento de Bacias, e; ➤ Não há uma separação em relação ao fornecimento da água, coleta de esgoto e manejo de águas pluviais. Falta tornar a legislação menos entrelaçada e repetitiva e mais objetiva e direta. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Há preocupação com a sustentabilidade hídrica; ➤ Existem os Planos de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, e; ➤ Apresenta diretrizes individuais em relação ao fornecimento da água, saneamento e manejo de águas pluviais.
Reuso da água	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Incentiva a captação e o aproveitamento de águas pluviais. Falta especificar como ou onde, e; ➤ Em tramitação no Congresso Nacional um projeto de lei, com base na Resolução 54 de 28 de outubro de 2005, para incluir o emprego da água de reuso de menor qualidade em usos menos exigentes. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Há as diretrizes definidas que são estabelecidas na seção 173 de forma bem didática. Entre elas, destaque para o item “c” que trata de criar soluções para reciclar e reutilizar as águas residuais e o item “e” que determina educar o povo para as questões relacionadas com o esgoto.
Participação social	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Não existe determinação quanto a educar a população para o uso racional da água; ➤ Falta clareza no sentido de empoderar a sociedade para atuar como um gestor de fato e de direito; ➤ A maioria da população desconhece o que é um Comitê de Bacia, e; ➤ Nas compras públicas (ou contratos de serviços) realizadas por licitação, é aplicado o princípio da publicidade com a publicação do edital que normatiza o evento, contudo, a população não faz nenhum tipo de interferência. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ De forma clara estabelece a função da autoridade em envolver e educar o público, com o dever de investigar, promover e conduzir pesquisas sobre qualquer assunto relacionado à água. ➤ Largamente, informar a população, agentes ou usuários na gestão dos recursos hídricos, buscando-se, sempre que possível, atende as suas reivindicações. O Estado ou autoridade deve prestar contas à sociedade que, opina, apoia, aprova ou não, medidas que possam lhe afetar.

A realidade brasileira mostra que a maioria da população desconhece o que é um comitê de bacia hidrográfica e quais são suas responsabilidades. Na Austrália é comum a população participar dessas decisões. O convite ou a solicitação para aprovação de um plano chega pelos correios na casa do cidadão comum para que ele participe ativamente, não se restringindo apenas a jornais em circulação. A lei 9.433/97 fala em gestão democrática e participativa, mas não são feitos meios para que essa participação se implemente para os brasileiros. O que é um contrassenso, já que toda decisão referente à gestão das águas é legalmente tomada dentro destes comitês, com a participação apenas das pessoas já envolvidas em questões hídricas, como empresas gestoras e grandes empresários. Recomenda-se que essas reuniões sejam mais divulgadas e busquem envolver a grande maioria da população, ou seja, que as pessoas que vivem naquela bacia hidrográfica participem efetivamente, para evitar que seus interesses sejam desatendidos.

4.2 POSSIBILIDADES DE APLICAÇÃO DO WSUD A REALIDADE BRASILEIRA

Em áreas urbanas o ciclo de água é gerenciado convencionalmente em três sistemas separados. O primeiro é o abastecimento de água potável, cuja captação se dá fora da área urbana como água bruta e é tratada, canalizada e entregue com qualidade de potável dentro da cidade pela rede. O segundo é o esgotamento sanitário, o qual coleta e transporta as águas residuais residenciais e comerciais por intermédio de canalizações para estações de tratamento antes de serem descarregadas para o manancial mais próximo. Por fim, o terceiro é a drenagem de águas pluviais, os quais são fluxos naturais, vias navegáveis e sistemas de canos subterrâneos que transportam as águas pluviais e outras fontes naturais de água para o manancial mais próximo (*MELBOURNE WATER*, 2006).

Tradicionalmente, o sistema convencional de gerenciamento de águas urbanas significa principalmente fornecer água potável segura e de boa qualidade através de infraestrutura de canalização centralizada, remover e tratar as águas residuais também de modo centralizado e guiar as águas pluviais urbanas o mais rápido possível para o corpo d'água natural mais próximo. Esses sistemas artificiais se combinam com o sistema de captação natural pré-existente alterando a quantidade e qualidade da água de corpos hídricos e conseqüentemente afetando ecossistemas (*MELBOURNE WATER*, 2006).

4.2.1 O WSUD e a legislação brasileira

Desde a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, reunida em Estocolmo em 1972, observa-se a necessidade de critérios e princípios comuns que ofereçam inspiração e guia para preservação e melhoria do meio ambiente para as gerações presentes e futuras. Sendo necessário que cidadãos e comunidades, empresas e instituições, em todos os planos, aceitem as responsabilidades que possuem e participem equitativamente, nesse esforço comum.

As cidades estão buscando restaurar o ciclo hidrológico natural da região onde estão alocadas, ou se aproximar o máximo possível disso. A devida gestão sustentável de recursos hídricos em áreas urbanas não depende apenas dos sistemas convencionais, mas sim de uma série de técnicas de captação e reuso de águas, as quais unidas de forma integrada e bem planejadas podem gerar resultados viáveis (*MELBOURNE WATER*, 2006).

Os grandes centros urbanos se destacam como principais poluidores, devendo-se, por conseguinte, concentrar esforços principalmente na detecção de esgotos efluentes, limitando sempre que possível à poluição por nutrientes e conseqüentemente atendo novas infestações de plantas aquáticas invasivas, conhecidas por aumentar as perdas evaporativas, reduzir a disponibilidade de oxigênio dissolvido, reduzir o fluxo, degradar o habitat da flora e fauna nativas e perturbar atividades recreativas. O gerenciamento efetivo de rios e riachos urbanos é um desafio pela natureza fluida e interconectada entre diversos ecossistemas, exigindo a priorização regional de financiamentos em projetos de reflorestamento de grande porte e a definição de políticas (*LAUREN*, 2009).

Deve ser dada prioridade máxima a restauração de rios e riachos em grandes centros urbanos, como primeiro passo em direção ao funcionamento ideal do ecossistema. Uma vez que a água urbana é poluída e em tendo sua qualidade um papel importante na vida cotidiana, observa-se que os métodos convencionais de gestão não estão se demonstrando eficazes. Grande parte do efluente gerado nas cidades e nos principais centros regionais pode ser tratado, tornando-o alvo principal para o aumento da reciclagem e redução da poluição. A água reciclada pode ser usada para trazer novamente o verde para parques e jardins da cidade, para

banheiros em novos desenvolvimentos, para fins industriais ou canalizados para locais vizinhos para agricultura irrigada, entre outras soluções (LWA, 2009).

Entretanto, ainda que haja uma determinação legislativa nas três esferas (federal, estadual e municipal), para que ações de reciclagem e reutilização de águas residuais e pluviais sejam realizadas e que a sociedade participe desse processo, devem ser criados mecanismos de efetivação da lei, sendo a adaptação e aplicação de procedimentos advindos do WSUD australiano uma solução viável para tal questão.

4.2.2 Proposições estratégicas para aplicação do WSUD em Recife

A falta de planejamento urbano constitui ameaça para os rios e riachos de Recife. A cidade que é cortada por rios torna-se vulnerável para a gestão dos recursos hídricos. Os rios que a cortam, que deveriam ser um fator positivo, um atrativo para o turismo e uma fonte de renda e lazer para a população, passa a ser um caminho para o descarte de efluentes e demais resíduos sólidos.

Somados a isso, as construções erguidas as suas margens destroem as matas ciliares e causam danos a vida destes habitats. É comum ver móveis, eletrodomésticos e outros produtos nas suas margens ou boiando nas suas águas. A poluição é total e se agrava com a dos riachos, que estão desaparecendo na cidade para dar lugar aos grandes empreendimentos imobiliários. Os que resistem, tornam-se canais de esgotos indo por extensão parar nos rios. A situação se agrava a cada dia, mas não para por aí. A migração rural e a evidente pobreza que ainda acomete os brasileiros contribuem para a formação de comunidades em áreas de risco, gerando desmatamento de morros e encostas e ampliando a falta de saneamento básico e de abastecimento de água.

A distribuição de água é irregular em todo o país e em Pernambuco não é diferente. Estudo realizado pela Universidade Federal de Pernambuco, através do departamento INCITI/UFPE - Pesquisa e Inovação para as Cidades no ano de 2017, revela que, em Recife, a população pode não ter o seu direito a água plenamente garantido, em virtude da política de racionamento de água.

Segundo o INCITI (2017, p.11):

Sobre a distribuição do recurso, 51% da água em Pernambuco é desperdiçada, isso levando em conta os variados vazamentos, os casos de roubo e o 1% restante é do nosso desperdício diário, com os fazeres cotidianos. Segundo a OMS (Organização Mundial de Saúde), o indivíduo urbano viveria saudavelmente ao consumir, em média, 110 litros de água por dia, enquanto no Recife, esse consumo fica em torno de 220 litros. A importância do consumo consciente foi um dos pontos de destaque nas discussões e experimentos do Campus de Pensadores Urbanos, evidenciando que fazemos uso da água como um recurso infinito e a maneira como a usamos está atrelada à desigualdade, à pobreza.

A legislação brasileira avança na criação de diretrizes que regulamente os diversos usos da água assim também como a sua preservação. Entretanto, ainda que haja uma determinação legislativa nas três esferas (federal, estadual e municipal) para que ações sejam realizadas e que a sociedade participe desse processo, muito pouco se tem feito. A ANA, no seu mister de fiscalizar o uso das águas e o cumprimento das leis, deve ser diretamente assessorada pelas populações interessadas, que devem ter canal direto para promover denúncias e ver a possibilidade de rápida solução de eventuais danos causados ao meio ambiente.

A preservação da água é uma ação sistêmica e como tal, precisa do envolvimento de todos (Estado e sociedade civil) em busca do mesmo resultado. É uma mudança de atitude, uma quebra de paradigma, uma nova maneira de viver e de conviver.

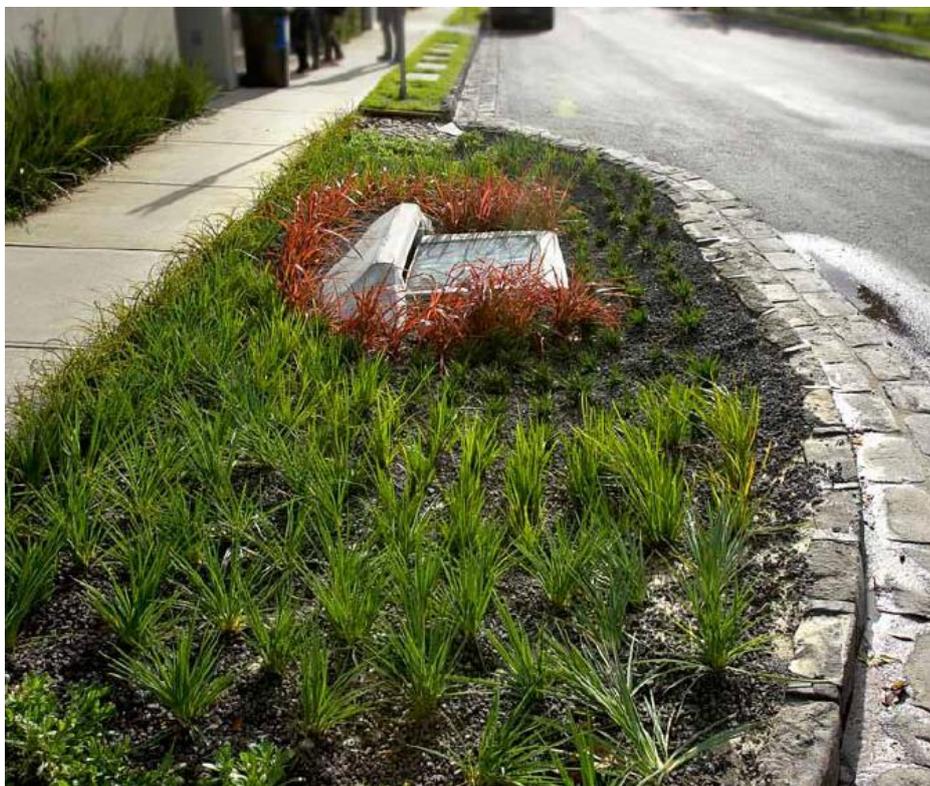
4.2.2.1 Gerenciando a cidade como uma bacia hidrográfica

WSUD traz uma abordagem de planejamento urbano, paisagístico e de engenharia integrado ao ciclo da água urbana. Mas especificamente, inclui o manejo de águas pluviais, subterrâneas, residuais e o abastecimento, assim como, o reuso destas.

Todos os locais da cidade, incluindo edifícios, estradas, trilhas e espaços abertos podem contribuir para o gerenciamento mais sustentável da água e recursos. Isso significa que a água pode ser gerenciada cada vez mais nas bacias locais ou sub-bacias urbanas independentemente das bacias externas. Por exemplo: as ruas e estacionamentos podem ser fontes captoras de água pluviais e tratamento

das mesmas; os edifícios podem reduzir a poluição através de jardins de chuva, dentre outros casos.

Figura 25 – Tratamento de águas pluviais, CRC-WSUD, Melbourne.



Fonte: *WSUD Guidelines - City of Melbourne* (2006).

Ao longo do tempo, essa abordagem irá construir a resiliência na consolidação urbana em face das mudanças climáticas e reduzir as pressões sobre os recursos hídricos e ambientes aquáticos (*MONASH UNIVERSITY*, 2015).

Desta forma, segundo o *WSUD Guidelines - City of Melbourne* (2006), para todas as localidades da cidade, havendo propostas de planejamento ou projetos de construção, o governo ou órgão gestor do mesmo precisarão:

- Identificar os pontos ou áreas coletoras de água possíveis e identificar as oportunidades mais próximas para fornecimento da mesma;
- Contabilizar os custos e benefícios das opções descentralizadas de coleta e fornecimento de água em termos de recurso, energia, construção, materiais, infraestrutura, tecnologia e riscos, assim como;

- Considerar o aprimoramento do habitat para beneficiar a biodiversidade, flora local e o microclima da região.

4.2.2.2 Instrumentos para iniciativa e aplicação do WSUD

Assim, podemos ter como referência o WSUD Australiano e replicar o modelo ou pelo menos parte considerável dele em Recife (considerando suas particularidades locais). Pequenas ações podem ser adotadas e trariam grandes resultados, a exemplo da rede coletora de resíduos que está sendo utilizada na Austrália, para impedir que o lixo urbano siga para os rios, conforme demonstra a Figura 26:

Figura 26 – Rede coletora de resíduos na Austrália.



Fonte: Arquivo pessoal do Autor, www.facebook.com/ayreslins (2018).

Apesar de sua eficiência na Austrália, no Brasil e na maioria de seus municípios, assim como em Recife, essa rede coletora de resíduos antes de ser instalada deveria aguardar um amplo programa de educação e conscientização ambiental da população que habita o entorno do trajeto, a fim de que não descarte

nos corpos hídricos nenhum tipo de resíduo, principalmente móveis de grande porte, a exemplo de geladeiras e sofás, algo atualmente comum por aqui.

O WSUD é um mecanismo de gestão de águas onde toda a nação deve incorporar a filosofia do combate ao desperdício de água e de manutenção de sua qualidade. A sociedade participa ativamente da gestão. No Brasil já existe a diretriz para que a sociedade participe, mas falta efetivar essa participação atribuindo-lhe responsabilidade.

O design urbano sensível à água (WSUD) propõe medidas simples de serem implantadas em Recife e de uma abrangência considerável, visto que trabalha em todos os níveis, de loteamentos, a ruas e delegacias, além de escalas regionais. Algumas de suas proposições, passíveis de implementação por aqui seria a instalação de estruturas de captação e armazenagem de águas pluviais nas casas, prédios, shoppings centers e demais empreendimentos públicos e privados, com posterior reaproveitamento dessa água em descargas, para limpeza de vias públicas, além de irrigação de jardins.

Figura 27 – Tonel de armazenamento de água tipo WSUD.



Fonte: Compare-quotes, (2018).

A grande maioria das casas australianas é construída em padrões modulares, o que favorece a padronização de soluções. A Figura 27 apresenta um tonel de armazenamento de águas pluviais vendido na Austrália para uso em residências. Beber água da chuva não filtrada não é recomendado, mas um reservatório como esse possibilita colher água advinda do telhado para suprir boa parte da demanda necessária para regar os jardins, na descarga no vaso sanitário, na máquina de lavar roupas, ou para lavar o carro, por exemplo.

Na cidade de Melbourne o progresso é visto nas ruas e muitas das soluções do WSUD, tais como instalação de jardins de chuva, tanques de captação e tratamento de águas pluviais, pontos de infiltração nas áreas urbanas, jardins verticais mantidos com águas residuais advindas da própria edificação, dentre tantas outras opções disponíveis e passíveis de implementação em Recife, podem ser encontradas pelo endereço eletrônico da CRC-WSUD para consulta, com estudos de casos, metodologias aplicadas e lições aprendidas, (CRC FOR WATER SENSITIVE CITIES, 2018).

No Recife, algumas iniciativas pontuais já podem ser vistas, a exemplo da construção dos primeiros prédios com jardins verticais e o desenvolvimento do Projeto Parque Capibaribe, o qual propõe uma maior integração entre o rio e os habitantes da cidade, mediante a instalação de um sistema de parques integrados que se estenderá por 30 km do percurso do rio. O Projeto também prevê a renaturalização das margens do rio e instalação de um sistema de mobilidade não-motorizada com passeios e ciclovias, além de revelar paisagens do Rio Capibaribe, incluindo áreas de lazer, passarelas e píeres, (PARQUE CAPIBARIBE, 2017).

Apesar dessas inovadoras iniciativas, ainda há muito a ser feito e para tal toda a sociedade deve estar ciente desse tipo de abordagem, até para poder interferir e cobrar das autoridades e formuladores de políticas públicas o crescimento de iniciativas que priorizem o gerenciamento integrado das águas pluviais urbanas e a consequente readaptação da cidade às novas demandas sociais.

Apesar de Recife ser palco de grandes disputas pela posse e uso da terra, inclusive com a construção de prédios em áreas de interesse público, é inerente a necessidade de interferência urgente na cidade, a fim de acabarmos com os alagamentos de bairros, a exemplo da Boa Vista e de Boa Viagem, além dos desmoronamentos em áreas de morros e encostas.

A instalação de corredores verdes como proposto pelo Projeto Parque Capibaribe ajudará na incorporação de elementos paisagísticos e de bem estar social com uma maior integração entre o rio e os habitantes da cidade, mas não apenas isso, outras opções sugeridas pela abordagem WSUD devem ser incorporadas, a exemplo dos tanques de captação de águas pluviais, sistemas de filtragem e poços de infiltração, como verdadeiras estações de tratamento e coleta de poluição difusa. Integrando o ciclo das águas urbanas com planejamento urbano, paisagístico e engenharia nessas zonas úmidas em renovação.

Nesta perspectiva, o INCITI (2017, p.15) adverte:

É preciso investir na conscientização e na educação da população, assim como no incentivo e maior acompanhamento de políticas públicas que tenham a participação dessas populações que já convivem com situações adversas e sentem, desde já, os impactos ambientais provocados pela ação do homem. Educação e democratização do conhecimento sobre o ciclo da água e soluções técnicas são proposições para que a sociedade possa se envolver mais diretamente no debate, potencializando a mudança de comportamento desejada. Mas, ao mesmo tempo, um assunto recorrente é a falta de transparência no acesso aos dados produzidos por instituições públicas.

Assim, na certeza da necessidade de intervenção da sociedade e do poder público em relação ao replanejamento das cidades, com priorização da gestão e gerenciamento sustentável dos recursos hídricos, que incorpore elementos paisagísticos e de bem estar social, o presente trabalho colabora com instrumentos de adaptação a cidades resilientes e sensíveis à água e sugere para futuros trabalhos locais, estudos delimitados às áreas e bairros específicos, passíveis de aproveitamento e implementação pelos planejadores urbanos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento do balanço hídrico, a diferença entre a disponibilidade de água e a quantidade a ser utilizada pelos diferentes usos, incluindo aquela necessária à permanência no sistema. Diante da necessária manutenção dos ecossistemas existentes, é fundamental para o direcionamento de ações de planejamento, regulação e gestão das bacias hidrográficas existentes no país.

A lógica da hidrografia, confrontada com a organização político administrativa do Brasil. Impacta decisivamente na gestão das águas. Mais especificamente, o mapa das regiões hidrográficas difere do mapa das Unidades da Federação (UF) e, embora estejam conectadas geograficamente, possuem características distintas quanto à quantidade e a qualidade das águas superficiais. Algumas delas possuem papel fundamental na entrega de água, pois em seu território estão localizadas nascentes de importantes cursos d'água que adentram os limites de outros Estados.

Este estudo demonstra a necessidade de se pensar em soluções mais sustentáveis e inovadoras, para além dos métodos convencionais de gestão de recursos hídricos, especificamente no ciclo urbano das águas. Busca por meio da comparação das leis brasileiras e australiana identificar comandos que possam servir de diretriz para adoção do WSUD na cidade do Recife. A Austrália é um país seco que criou estratégias e alternativas para gestão dos recursos hídricos servindo de modelo para o mundo e ao Brasil, o qual, conquanto detentor da maior parcela de água potável do mundo tem problemas de distribuição e preservação que comprometem a sustentabilidade ambiental.

A primeira diferença evidente entre a Austrália e o Brasil começa no arranjo das divisões das regiões hidrográficas. A Austrália segue a mesma lógica Brasileira para as regiões, mas as nomeia de divisões, depois divide mais uma vez um regiões e por fim em bacias hidrográficas. Já o Brasil divide apenas duas vezes, primeiramente em regiões e posteriormente em sub-bacias dentro das regiões hidrográficas. No entanto, para melhor entendimento dessas divisões das autoridades ou responsabilidade sobre os recursos hídricos, o governo australiano subdividiu suas divisões em regiões. Enquanto o Brasil tem 12 RHs, na Austrália são 77. De toda sorte, para se ter um vão macro, pode-se considerar que os dois países têm o mesmo número de divisões hidrográficas.

Considerando que o Brasil é detentor de uma grande concentração de água, mas que detém áreas que são assoladas pela seca, característica geográfica similar à encontrada na Austrália, o presente estudo teve como objetivo geral comparar os marcos legais na gestão dos recursos hídricos destes países. Dado o comparativo, constatou-se ser possível a adoção na cidade de Recife o mesmo modelo de gestão sustentável da água adotada e já consolidado na Austrália, tal como ocorre na cidade de Melbourne.

O primeiro objetivo específico foi alcançado no trabalho, ao se comparar a disponibilidade hídrica entre os dois países. Da mesma forma, a análise das regulamentações foi realizada e se identificou que, enquanto na Austrália existe lei que rege toda a gestão de águas no país, e que em sua decorrência todas as ações relacionadas aos usos das águas são subordinadas, no Brasil existe uma estratificação por esfera pública, de modo que ações acabam sendo tomadas pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios. Essa divisão, pelo que se observou, é feita para atender as particularidades de cada região. Vale ressaltar, todavia, que as leis estaduais, distritais e municipais não podem violar as leis federais.

Do exame das diversas leis brasileiras foi possível identificar várias diretrizes que se coadunam com as leis australianas, o que evidencia a possibilidade de utilização no Brasil, especificamente na cidade de Recife, o WSUD. Neste contexto, foi possível propor estratégias e apresentar modelos de ações possíveis de implantação de diretrizes WSUD em Recife, ainda que seja necessário adaptar à sua realidade, tais como tanques de captação e tratamento de águas pluviais e pontos de infiltração nas áreas urbanas.

De uma forma geral, não basta somente buscar o conhecimento sobre a natureza ou teorias acerca da gestão dos recursos naturais sem entender a peculiaridade de cada região do país, dadas as suas características individuais, sobretudo em países como o Brasil, de dimensão continental. Deve-se identificar qualidades e problemas e desenvolver estratégias específicas para solucionar estes, sobretudo a partir da expediência comparada. Para tanto, é importante incentivar e desenvolver pesquisas científicas, inclusive com a participação de outros países, mediante parcerias institucionais. Além disso, é mister a realização de trabalhos que tenham natureza colaborativa, que busquem o envolvimento direto da sociedade na busca de soluções para as questões locais no que tange a gestão dos recursos hídricos, como reza os fundamentos da Lei n.º 9433/97.

Nas estruturas públicas de gestão descentralizada, deve-se ter a participação das comunidades, dos usuários e do poder público. Esse tripé deve atuar com transparência para uma boa governança, capaz de satisfazer os desejos da sociedade em constante mudança.

O marco legal estabelecido com a Lei n.º 9.433/97 demonstra ter o mesmo objetivo já alcançado na Austrália. Estendendo a análise para as leis das esferas Estadual e municipal, ficou claro que as diretrizes das leis brasileiras contemplam muitas das diretrizes da lei Australiana, carecendo ao Brasil uma maior participação efetiva da sociedade na tomada de decisão.

Observa-se que o Brasil começa agora a dar passos que se assemelham aos já iniciados pela Austrália há quase 30 anos, no quesito de investir em pesquisa e desenvolvimento na área de gestão de recursos hídricos, atrelado a uma estratégia política de estímulo a participação e capacitação social.

Pôde-se também entender que os problemas de gestão das águas na Austrália requeriam estratégias inovadoras e conhecimentos específicos, mas, inegavelmente, alcançar a sustentabilidade é em grande parte um problema social, de cooperação, voluntariado e inovação.

Fica evidente ao analisar a legislação brasileira que o Brasil evoluiu em busca de oferecer à população melhores condições de vida por meio de saneamento básico, da qualidade da água, da melhora na infraestrutura com a criação de espaços públicos, participação dos Comitês de Bacias Hidrográficas, como também, com a promoção de programas educacionais de capacitação, pesquisa e desenvolvimento em implantação com o amparo da ANA.

A criação dessas estratégias públicas contribui para a melhoria da gestão da água no País. A descentralização das secretarias possibilita a verificação do problema de forma mais amigável e, em consequência, permite-se apresentar soluções locais gerando e oferecendo uma diversidade de informações em cada região do país, assim como promovendo a interação e cooperação nacional.

Diante do exposto, considerando tratar-se de um modelo já consolidado, acredita-se ser possível a aplicação, na cidade do Recife, das normas do WSUD australiano como instrumento de apoio a decisão para gestão das águas urbanas, sobretudo diante do fato das leis brasileiras já contemplarem essas diretrizes, faltando tão somente concretizá-las em um documento único.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Abastecimento**. Disponível em: <<http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/aguas-no-brasil/usos-da-agua/abastecimento>>. Acesso em: 30 set. 2018.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **A Evolução da Gestão de Recursos Hídricos no Brasil** /The Evolution of Water Resources Management in Brazil. Brasília; ANA, 2002.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz?** / 64 p.: il. -- (Cadernos de capacitação em recursos hídricos; v.1. Brasília: SAG, 2011.

ALMEIDA, Adiel Teixeira de; MORAIS, Danielle Costa; COSTA, Ana Paula Cabral Seixas; ALENCAR, Luciana Hazin; DAHER, Suzana de França Dantas. **Decisão em grupo e negociações: métodos e aplicações**. 1ª Ed. Atlas: São Paulo, 2012.

ALMEIDA, Adiel Teixeira de. **Processo de decisão nas organizações: construindo modelos de decisão multicritério**. 1ª Ed. Atlas: São Paulo, 2013.

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. Fundamentos da Biologia Moderna. Vol. Único, 4ª Ed. Moderna: São Paulo, 2006.

ANDRADE, Liza Maria Souza de; BLUMENSCHHEIN, Raquel Naves. **Cidades sensíveis à água: cidades verdes ou cidades compactas, eis a questão?** Paranoá: Cadernos de arquitetura e urbanismo, nº 10, 2013. Disponível em: <<http://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/12124/8508>>. Acesso em: 28 ago 2018.

ANZECC; ARMCANZ. **Water quality guidelines**. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC) & Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand (ARMCANZ). Canberra, 2000. Disponível em: <<http://www.waterquality.gov.au/anz-guidelines/resources/previous-guidelines/anzecc-armcanz-2000>>. Acesso em: 21 out. 2018.

APAC. Lei Estadual nº 11.427, de 17 de janeiro de 1997. Dispõe sobre a conservação e a proteção das águas subterrâneas no Estado de Pernambuco e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.apac.pe.gov.br/legislacao/lei%20_%2011427_97_aguas_subterraneas.p](http://www.apac.pe.gov.br/legislacao/lei%20_%2011427_97_aguas_subterraneas.pdf)>. Acesso em: 02 jan. 2019.

APAC. Lei Estadual nº 12.984, de 30 de dezembro de 2005. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/legislacao/lei_das_aguas_n_12984_de_30_de_dezembro_de_2005.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2019.

AQUAFLUX. **Práticas que revolucionam a drenagem urbana.** Disponível em: <<https://www.aquafluxus.com.br/bmp-lid-suds-wsud-e-infraestrutura-verde-praticas-que-revolucionam-a-drenagem-urbana/>>. Acesso em: 24 ago 2018.

ARMADA, Charles Alexandre Souza; LIMA, Raphael Leal Roldão. **A cobrança pelo uso da água como importante instrumento jurídico-econômico da gestão hídrica no contexto da região nordeste.** Revista eletrônica Direito e Política. Disponível em: <<https://siaiap32.univali.br/seer/index.php/rdp/article/view/12118/7008>>. Acesso em: 28 ago 2018.

ASSOCIAÇÃO ÁGUAS DO NORDESTE – ANE. Ofício ANE nº 69.2018 de 28 de novembro de 2018. Disponível em: <<http://www.aguasdonordeste.org.br>>. Acesso em: 03 jan. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INFRAESTRUTURA E INDÚSTRIA DE BASE - ABDIB. **Relatório Anual: As Perspectivas para a Infraestrutura em 2017.** ABDIB: São Paulo: 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS – ABRELPE. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil -** São Paulo: ABRELPE, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIA DE ÁGUA MINERAL - ABINAM. **Água Mineral: uma fonte de benefícios para a saúde.** Disponível em: <http://www.abinam.com.br/lermais_materias.php?cd_materias=398&friurl=-Agua-Mineral:-uma-fonte-de-beneficios-para-a-saude-:>. Acesso em 30 set. 2018.

AURBACH, Laurence. **Dense and Beautiful Stormwater management.** Ped Shed Blog. Maio, 2010. Disponível em: <<http://pedshed.net/?p=270>>. Acesso em: 01 set. 2018.

AZEVEDO, José Roberto Gonçalves de. **Hidrometria aplicada à gestão dos recursos hídricos.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2010.

AUSTRÁLIA, **Water Act, No. 80,** Version incorporating amendments as at 28 October 2010, Camberra, Austrália, 1989.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo.** Lisboa: Edições 70 Lda, 2009.

BARROS, A. B. de; BARROS, A. M. A. de. **A difícil aplicabilidade da política de águas no Brasil**. Inter Science Place: Revista Científica Internacional, [Sem Local], v. 7, n. 2, p.1-21, jun. 2009.

BEESELEY LS, MIDDLETON J, GWINN DC, PETTIT N, QUINTON B, E, DAVIES PM, Riparian Design Guidelines to Inform the Ecological Repair of Urban Waterways. Australia: **Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities – CRCWSC**. Melbourne, 2017.

BRAGA, Ricardo Augusto Pessoa. **Ofício ANE nº 69/2018**. Assunto: Sugestões referentes a políticas públicas. Associação Águas do Nordeste (ANE), Recife-PE, Brasil, 2018.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Constituicao/Constituicao.htm> Acesso em: 30.09.2018.

BRASIL. **Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis /L9433.HTM>. Acesso 30.09.2018.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico, altera a Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, a Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990, a Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e a Lei nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 08 jan. 2007 e retificado em 11 jan. 2007. Seção 1, p. 3. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-010/2007/Lei/L11445.htm>. Acesso em: 02 jan. 2019.

_____. **Lei Federal nº13.501/17**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/>. Acesso em 30.09.2018.

_____. Presidência da República. **Lei 13.308 de 6 de julho 2016**. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13308.htm>. Acesso em: 01out. 2018.

_____. Câmara dos Deputados. **PL2245/15**. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=1554110>>. Acesso em: 15 out. 2018.

CABRAL, Jaime Joaquim da Silva Pereira; NETO, Gastão Cerquinha da Fonseca, CABRAL, Priscila Lyra, LINS, Renato Martiniano Ayres; MONTEIRO, Pedro Benjamin Carreiro Lima; BRAGA, Ricardo Augusto Pessoa. **Avanços e desafios para a revitalização de rios urbanos em Recife: o caso do riacho Parnamirim**. In: XXII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS (SBRH), Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRHidro), 2017, Florianópolis-SC.

CAETANO, L. C; PEREIRA, S. Y. Águas minerais e águas subterrâneas: conceitos e legislação brasileira. **Simpósio de Hidrogeologia do Sudeste**, 1. 2003, p.51-62.

CHOI, Linda; MCILRATH, B. **Policy Framework for Water Sensitive Urban Design in 5 Australian Cities**. Australia: Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities – CRCWSC. Melbourne, 2017.

COELHO, Ricardo Motta Pinto; HAVENS, Karl. **Governança das Águas. 2014**. Disponível em: < <http://flseagrant.ifas.ufl.edu/CriseNasAguas/Chapter12.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2017.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS – COPASA. **Sistema convencional de coleta e tratamento de esgoto**. Disponível em:<www.copasa.com.br/media2/.../COPASA_TratamConvencionalEsgoto.pdf>. Acesso em: 01 out. 2018.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SABESP. **Coleta e tratamento de esgoto**. Disponível em:<<http://site.sabesp.com.br/site/imprensa/explicacoes/esgotamento.aspx?secaold=197>>. Acesso em:01 out. 2018.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO - COMPESA. **Plano Regional de Saneamento Básico**. Disponível em: <<https://servicos.compesa.com.br/municipios-terao-plano-regional-de-saneamento-basico/>>. Acesso em: 15 set. 2018.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DE SANEAMENTO - COMPESA. Decreto nº 18.251, de 21 de dezembro de 1994. Regulamento geral do fornecimento de água e da coleta de esgotos, realizados pela Companhia Pernambucana de Saneamento. Disponível em: < https://servicos.compesa.com.br/wp-content/uploads/2018/10/Regulamento-Geral-da-Compesa-decreto_18251_211294_.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2019.

COMPARE QUOTES. Tonel de armazenamento de águas pluviais vendido na Austrália. Disponível em: < www.compare-quotes.com.au>. Acesso em: 20 dez. 2018.

CPRH. Lei Estadual nº 11.516, de 17 de janeiro de 1997. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Plano Estadual de Recursos Hídricos, institui e Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Palácio do Campo da Princesa, em 17 de janeiro de 1997. Disponível em: <http://www.cprh.pe.gov.br/legislacao/leis/leis_estaduais/leis_estaduais_1997/39804%3B81711%3B14101014%3B0%3B0.asp>. Acesso em: 02 jan. 2019.

DANTAS, Rubens Alves. **Engenharia de avaliações: uma introdução à metodologia científica**. 2. ed. rev. de acordo com a NBR-14.653-2:2004. São Paulo: Pini, 2005.

FADUL, E; VITORIA, T. F. F.; CERQUEIRA, S. L. A Agência Nacional de Águas e a Regulação de Recursos Hídricos. XXXVII Encontro da ANPAD. Rio de Janeiro. 2013.

FREY, K. Articulação em rede para governança ambiental urbana. In **Gestão de natureza pública e sustentabilidade**. Org. por Philippi Jr., A., Sampaio, C.A.C. e Fernandes, V., Coleção ambiental, ed. Manole, Barueri – SP, 2012, pp. 147 – 177.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Ed. Atlas: São Paulo, 2008.

GOVERNO DO BRASIL. **Bacias hidrográficas do Brasil**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/noticias/meio-ambiente/2009/10/rios-e-bacias-do-brasil-formam-uma-das-maiores-redes-fluviais-do-mundo>>. Acesso em: 16 set. 2018.

_____. **Densidade Geográfica**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/governo/2013/06/divulgados-dados-sobre-as-mudancas-na-sociedade-brasileira/densidade.jpg/view>>. Acesso em: 16 mai. 2018.

GUSMÃO, Mariana Buarque Ribeiro de. **Diretrizes para uma abordagem sistêmica de gestão das águas pluviais urbanas**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2016.

HILL, Kristina. Urban Design and Urban Water ecosystems. The Water Environment of Cities. Springer. 2009, pp 141-170.

HOYER, Jacqueline; DICKHAUT, Wolfgang; KRONAWITTER, Lukas; WEBER, Björn. **Water Sensitive Urban Design – Principles and Inspiration for Sustainable Stormwater Management in the City of the Future**. Hafen City Universität Hamburg, Berlin, 2011.

INCITI/UFPE - Pesquisa e Inovação para as Cidades. **Águas**. Disponível em: http://inciti.org/aguas/wp-content/uploads/2018/03/documento-final_AGUAS_28.03.pdf. Acesso em: 02 nov. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**, 2008. Rio de Janeiro: IBGE, 2010, p. 218. Disponível em: < <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/multidominio/meio-ambiente/9073-pesquisa-nacional-de-saneamento-basico.html?=&t=sobre>>. Acesso em: 11 set. 2018.

JAMBO, Júlia Brito. **Uso do conceito de WSUD (water sensitive urban design) na transição para cidades “sensíveis” à água** – Um estudo de caso de Teresópolis-RJ. Banco de monografias da Poli/UFRJ. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10021431.pdf>>. Acesso em: 28 ago. 2018.

JENNINGS, Anna. Regional Stormwater – Policy Advisor. **Improving Urban Liveability Through WSUD**. Case studies across Victoria. Healthy Cities Conference – Geelong – 8 June 2012.

JONES, R. A fine country to starve in? Australian geography past and present. Curtin University, Perth WA, 2014, pp. 23-36.

KAUFMAN, D. **ONU institui década da água potável**. Índice de Sustentabilidade Empresarial, 2012. Disponível em: <<https://www.dw.com/pt-br/1980-onu-institui-d%C3%A9cada-da-%C3%A1gua-pot%C3%A1vel/a-401318>>. Acesso em: 25 set. 2018.

LAND, A. Implementing institutional and capacity development: conceptual and operational issues (ECDPM Discussion Paper 14). Maastricht, 2000.

LAUREN D. QUINN, SHON S. SCHOOLER & RIEKS D. VAN KLINKEN. Prevention and management of aquatic plant invasions in Australian Rivers. Land & Water Australia, Canberra, 2009.

LEGISWEB. Lei Estadual nº 14.572, de 27 de dezembro de 2011. *Estabelece normas para o uso racional e reaproveitamento das águas nas edificações do Estado de Pernambuco e dá outras providências*. DOE Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=150639>>. Acesso em: 02 jan. 2019.

LEGISLAÇÃO MUNICIPAL DE RECIFE/PE. Lei Municipal nº 16.243, de 13 de setembro de 1996. Estabelece a Política do Meio Ambiente da cidade do RECIFE e consolida a sua legislação ambiental, mediante a instituição do código do meio ambiente do equilíbrio ecológico da cidade do Recife. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/pe/r/recife/lei-ordinaria/1996/1624/16243/lei-ordinaria-n-16243-1996-estabelece-a-politica-do-meio-ambiente-da-cidade-do-recife-e-consolida-a-sua-legislacao-ambiental-mediante-a-instituicao-do-codigo-do-meio-ambiente-e-do-equilibrio-ecologico-da-cidade-do-recife>>. Acesso em: 02 jan. 2019.

LEGISLAÇÃO MUNICIPAL DE RECIFE/PE. Lei Municipal nº 18.208, de 30 de dezembro de 2015. Dispõe sobre a política municipal de saneamento básico, cria o sistema municipal de saneamento básico e institui os elementos para elaboração do plano municipal de saneamento básico do Recife. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a1/pe/r/recife/lei-ordinaria/2015/1820/18208/lei-ordinaria-n-18208-2015-dispoe-sobre-a-politica-municipal-de-saneamento-basico-cria-o-sistema-municipal-de-saneamento-basico-e-institui-os-elementos-para-elaboracao-do-plano-municipal-de-saneamento-basico-do-recife-destinado-a-promover-a-saude-a-qualidade-de-vida-e-do-meio-ambiente-a-organizar-a-gestao-e>>

estabelecer-as-condicoes-para-prestacao-dos-servicos-publicos-de-saneamento-basico-e-sua-universalizacao>. Acesso em: 02 jan. 2019.

LEGISLAÇÃO MUNICIPAL DE RECIFE/PE. Lei Municipal nº 16.176, de 11 de janeiro de 2018. (Vide revisão do Plano Diretor dado pela Lei Nº 17.511/2008). (Regulamentada pelo Decreto nº 26.601/2012). Estabelece a Lei de Uso e Ocupação do Solo da Cidade do Recife. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a1/plano-de-zoneamento-uso-e-ocupacao-do-solo-recife-pe>> . Acesso em: 02 jan. 2019.

LEGISWEB. Lei Estadual nº 14.826, de 08 de novembro de 2012. *Dispõe sobre as condições sanitárias relativas à captação, armazenamento, transporte, distribuição, e comercialização de água potável natural procedente de soluções alternativas de abastecimento de água para o consumo humano no Estado de Pernambuco, e dá outras providências.* Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=246901>>. Acesso em: 02 jan. 2019. **DOE-PE** em 28 dez. 2011.

LWA. Using recycled water for irrigation: an overview of the issues, opportunities and challenges. National Program for Sustainable Irrigation, Land & Water Australia (LWA), Canberra, 2009.

LWA (Land & Water Australia). Assessing community capacity for riparian restoration. Product number PR030553. LWA, Canberra – ACT, 2003.

LWA (Land & Water Australia). Land & Water Fundamentals. Product code: PB030632. LWA, Canberra ACT, 2003.

LWA (Land & Water Australia). Land & Water Fundamentals. Product code: PB050836. LWA, Canberra ACT, 2005.

MAPAS BRASIL – ATLAS GEOGRÁFICO. **Mapa do Brasil**. Disponível em: <[MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Metodologia do Trabalho Científico**. Atlas: São Paulo, 2006.](https://www.google.com.br/search?q=Mapas+do+Brasil&rlz=1C1GGRV_enBR796BR796&tbm=isch&source=iu&ictx=1&fir=EvgFyxaFNZc1IM%253A%252CET3kG6MwdWgifM%252C_&usg=AI4_-kQkrqf5cxmCDcBO1C0SsgpUr1YkOA&sa=X&ved=2ahUKEwjW2-KJvofeAhVDgpAKHYQKBjEQ9QEwA3oECAYQCA#imgsrc=K-2uolyQRYudVM:>. Acesso em: 15 out. 2018.</p>
</div>
<div data-bbox=)

MAVRIDOU, A. **Study of the bacterial flora of a non-carbonated natural mineral water.** Journal of Applied Microbiology, v. 73, n. 4, p. 355-361, 1992. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2672.1992.tb04989.x>>. Acesso em: 15 set. 2018

MELBOURNE WATER. **City of Melbourne WSUD Guidelines.** City of Melbourne. Melbourne, 2006.

MINISTÉRIO DAS CIDADES (Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental). **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2014.** Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). Brasília, 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE DO BRASIL. Gabinete do Ministro. **Portaria 2.914 de 12 de dezembro de 2011.** Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 30 set. 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE DO BRASIL. **Padrão microbiológico da água para consumo humano.** Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/anexo/anexo_prt2914_12_12_2011.pdf>. Acesso em: 10 set. 2018

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. **Manual de Educação para o Consumo Sustentável: Água.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sedr_proecotur/_publicacao/140_publicacao09062009025910.pdf>. Acesso em: 01 out. 2018.

MORGAN, Celeste; BEVINGTON, Cristian; LEVIN, David; ROBINSON, Peter; DAVIS, Paul; ABBOTT, Justin; SIMKINS, Paul. **Water Sensitive Urban Design in the UK.** Disponível em: <https://www.susdrain.org/files/resources/ciria_guidance/wsud_ideas_book.pdf>. Acesso em: 16 set. 2018.

OLIVEIRA, Vicente de Paulo Santos de; ZANETTI, Sidney S; PRUSKI, Fernando F. **CLIMABR parte I: modelo para a geração de séries sintéticas de precipitação.** Rev. bras. eng. agríc. ambient. [online]. 2005, vol.9, n.3, pp.348-355. ISSN 1415-4366. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662005000300009>>. Acesso em: 03. Out. 2018.

OLIVEIRA, Vicente de Paulo Santos de. Modelo para a geração de séries sintéticas de precipitação, 2003. 156 f. Tese (Doctor Scientiae em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG. 2003. Disponível em: <ftp://ftp.ufv.br/dea/GPRH/teses/ds_oliveira/Tese_Doutorado_Vicente_de_Paulo_Santos_de_Oliveira.pdf> Acesso em: 03 out. 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA - UNESCO. **Educação Ambiental: Carta de Belgrado.** Instituição

Brasileira de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Brasília: Coleção Meio Ambiente, Série Estudo de Educação Ambiental, 1975.

_____. **Educação Ambiental: Declaração de Tbilisi.** Instituição Brasileira de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama. Brasília: Coleção Meio Ambiente, Série Estudo de Educação Ambiental, 1977.

_____. **Educação Ambiental: As grandes orientações da conferência de Tbilisi.** Instituição Brasileira de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama. Brasília: Coleção Meio Ambiente, Série Estudo de Educação Ambiental, 1977.

_____. **Educação Ambiental: Agenda 21.** Instituição Brasileira de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – Ibama. Brasília: Coleção Meio Ambiente, Série Estudo de Educação Ambiental, 1992.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – OMS. **2,1 bilhões de pessoas não têm água potável em casa e mais do dobro não dispõem de saneamento seguro.** Disponível

em: <https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5458:oms-2-1-bilhoes-de-pessoas-nao-tem-agua-potavel-em-casa-e-mais-do-dobro-nao-dispoem-de-saneamento-seguro&Itemid=839>. Acesso em: 30 set. 2018.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – OCDE. **Governança dos Recursos Hídricos no Brasil.** OECD Publishing, Paris. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1787/9789264238169-pt>>. Acesso em: 30 jun. 2017.

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. **Mensagem do IPCC: Mitigar as emissões globais de GEE já!** Disponível em: <<http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/es/noticias-es/410-mensagem-do-ipcc-mitigar-as-emissoes-globais-de-gee-ja>>. Acesso em: 30 set. 2018.

PARQUE CAPIBARIBE. **O que é o Projeto Parque Capibaribe?** Disponível em: <<http://parquecapibaribe.org/ufaqs/o-que-e-o-projeto-parque-capibaribe/>>. Acesso em: 03 nov. 2018.

PENA, Rodolfo F. Alves. **Saneamento Básico no Brasil;** *Brasil Escola.* Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/brasil/saneamento-basico-no-brasil.htm>>. Acesso em: 01 de out. 2018.

PEREIRA-SILVA, Erico Fernando Lopes; PIRES, José Salatiel Rodrigues; Hardt Elisa; SANTOS, José Eduardo dos; FERREIRA, Wanderley Augusto. **Avaliação da qualidade da água em microbacias hidrográficas de uma Unidade de Conservação do Nordeste do Estado de São Paulo, Brasil.** Disponível em: <[file:///C:/Users/adeil/Downloads/1758-11812-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/adeil/Downloads/1758-11812-1-PB%20(1).pdf)>. Acesso em: 24 set. 2018.

PIVETTA, Marcos. **Ilha de calor na Amazônia**. Pesquisa FAPESP, v. 200, out. 2012. Disponível em <<http://revistapesquisa.fapesp.br/2012/10/11/ilha-de-calor-na-amazonia/>>. Acesso em 30 set. 2018.

Rewind 2018 at the CRC for Water Sensitive Cities. Direção: Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities (watersensitvecities.org.au). Produção: CRC for Water Sensitive Cities; Australian Government; Business Cooperative Research Centres Programme, 2018. (04:03 min). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Y9buTkZf89c&feature=youtu.be>>. Acesso em: 14 dez. 2018.

RIGHETTO, Antônio Marozzi. **Manejo de Águas Pluviais Urbanas**. Projeto PROSAB. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

ROCHA, Roberto. A Gestão Descentralizada e Participativa das Políticas Públicas no Brasil. Revista Pós Ciências Sociais. v. 1 n. 11 São Luís/MA, 2009.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. **Mundo Educação**. Classificação da água. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/classificacao-agua.htm>>. Acesso em: 27 set. 2018.

SETTI, Arnaldo Augusto *et al.* **Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos**. 2ª ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2001. 207 p. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/documents/656835/14876406/Introducao_Gerenciamento_2001.pdf/9e23b541-6d94-4308-ba75-47c2245db2be>. Acesso em 24 set. 2018.

SILVA, Fernandha Batista da; COUTINHO, Arthur Paiva; MONTENEGRO, Suzana Maria Gico Lima; CABARAL, Jaime Joaquim da Silva Pereira; ANTONINO, Antônio Celso Dantas; SILVA, Simone Rosa da. **Análise crítica e comparativa dos sistemas de gestão dos recursos hídricos subterrâneos nos Estados de Pernambuco, Ceará e São Paulo**. Revista Águas Subterrâneas. Disponível em: <<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/23088>>. Acesso em: 28 ago 2018.

SPIRN, Anne. Ecological urbanism: A framework for the design of resilient cities. Massachusetts, EUA. Dezembro, 2011.

The City as a catchment - Water Sensitive Urban Design. Direção: Monash University. Produção: Copyright Monash University 2015. (09:28 min). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=V-0Zi39Eeil>>. Acesso em 22 dez. 2018.

TODA MATÉRIA. **Ciclo da água**. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/ciclo-da-agua/>>. Acesso em 01.nov.2018.

TOP 10MAIS.ORG. **10 países com mais água potável.** Disponível em: <<https://top10mais.org/top-10-paises-com-mais-agua-potavel/>> . Acesso em: 15 out. 2018.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. **Águas Urbanas.** Estudos avançados 22 (63), 2008. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a07.pdf>>. Acesso em: 22 ago. 2018.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; MENDES, C. A. **Avaliação Ambiental Integrada de Bacia Hidrográfica.** Ministério do Meio Ambiente / SQA – Brasília: MMA, 2006.

VAZ, Valéria Borges. Núcleo de Pesquisa e Extensão em Gerenciamento de Recursos Hídricos. Boletim Informativo N.º 05/ Ano VI - Maio/2004. Disponível em: <https://social.stoa.usp.br/articles/0048/3006/Drenagem_Urbana.pdf>. Acesso em: 01 out. 2018.

Water Sensitive Urban Design. Direção: Room 60 with illustrations from AECOM. Produção: Landscape Institute Inspiring Great Places; Ciria, 2013. (04:15 min). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=b_DTnOzYTR4>. Acesso em: 01 nov. 2018.