

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS
DOUTORADO

IZES REGINA DE OLIVEIRA

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

CRICIÚMA/SC

2021

IZES REGINA DE OLIVEIRA

**ECOSSISTEMA URBANO EM CONEXÃO - FLUXOS DA ÁGUA E
BIODIVERSIDADE COM A QUALIDADE DE VIDA FRENTE À MUDANÇA
CLIMÁTICA: PROPOSTAS DE PLANEJAMENTO PARA
CRICIÚMA – SC/BRASIL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul
Catarinense - UNESC para a obtenção do título de
Doutora em Ciências Ambientais.

Área de concentração Sociedade, Desenvolvimento e
Meio Ambiente

Orientação: Prof. Dr. Geraldo Milioli

CRICIÚMA/SC

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

O48e Oliveira, Izes Regina de.

Ecossistema urbano em conexão - fluxos da água e biodiversidade com a qualidade de vida frente à mudança climática : propostas de planejamento para Criciúma - SC/Brasil / Izes Regina de Oliveira - 2021.

389 p. : il.

Tese (Doutorado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Criciúma, 2021.

Orientação: Geraldo Milioli.

1. Cidades biofílicas. 2. Ecologia urbana. 3. Planejamento urbano. 4. Ecossistemas. 5. Águas pluviais. 6. Drenagem urbana. 7. Infraestrutura verde. 8. Permacultura. 9. Resiliência (Ecologia). 10. Desenvolvimento urbano sustentável. I. Título.

CDD 23. ed. 711.4

IZES REGINA DE OLIVEIRA

**ECOSSISTEMA URBANO EM CONEXÃO - FLUXOS DA ÁGUA E
BIODIVERSIDADE COM A QUALIDADE DE VIDA FRENTE À MUDANÇA
CLIMÁTICA: PROPOSTAS DE PLANEJAMENTO PARA
CRICIÚMA – SC/BRASIL**

Esta tese foi julgada e aprovada para obtenção do Grau de Doutora em Ciências Ambientais na área de concentração, sociedade, desenvolvimento e meio ambiente no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense.

Criciúma, 31 de agosto de 2021

BANCA EXAMINADORA

Prof. Geraldo Milioli - Doutor - UNESC – Orientador

Prof. Dr. Dimas Floriani – UNESC/UFPR

Prof.^a Dra. Elizabeth de Siervi – UNESC

Prof.^a Dra. Sandra Medina Benini – UNESP

Prof. Dr. Daniel Cenci - UNIJUI

Ao futuro das crianças que possivelmente viverão em uma cidade que respeite o cidadão e a Natureza, em especial aos meus netos Matthias Werlang e Jorge Werlang von Mühlen, elos da minha vida com o planeta Terra.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos que fizeram parte desta caminhada, professores, colegas, atendentes da secretaria, da biblioteca, do cafezinho, dos restaurantes e à interatividade em corredores e setores;

Acima de tudo, agradeço às energias celestiais que me dão o prazer de estudar e saber mais e pela oportunidade que o universo me proporcionou de viver essa experiência de crescimento pessoal e profissional;

Aos anjos e arcanjos que iluminam meu caminho e minha mente;

Agradeço e homenageio, postumamente, ao meu pai Raul, que sempre apoiou e incentivou em tudo que eu pensei fazer, na minha vida;

À minha família, minha conexão com a vida - minha mãe Iolanda que consta desta pesquisa, com informações; meus filhos Joana e Diogo; e meus netos Matthias e Jorge aos quais dedico esta pesquisa;

À vibração em alta frequência do grupo do LabSDMA na pessoa do professor Geraldo Milioli a quem agradeço a oportunidade de conviver alguns anos da minha vida, nessa e em outras caminhadas e, principalmente, por acolher esta tese em andamento, acreditando no tema;

Aos amigos, que de alguma forma apoiaram, dedico o capricho deste trabalho;

Aos professores do PPGCA, pela dedicação aos saberes compartilhados;

À banca examinadora pelo tempo que dedicou a esta pesquisa na pessoa do professor Dimas Floriani, avaliador da tese;

À UNESCO pela oportunidade;

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos;

Às novas crenças, novos paradigmas e às novas ecotécnicas que poderão qualificar a vida nas cidades e deixá-las mais harmoniosas com a natureza e com as pessoas;

Aos céticos que não abrem mão dos seus hábitos e zona de conforto e não concordarão com a mudança de paradigma, que esta tese propõe, reduzindo-a a uma mera pretensão, agradeço à compreensão da realidade e ampliação da consciência para que vislumbrem a mudança para melhorar a vida e se precaver de situações inesperadas.

Gratidão!

Nossas atitudes serão muito diferentes quando nos apercebermos de que o meio ambiente não só está vivo como também é dotado de mente, como nós (CAPRA, F. O ponto de mutação, 2006, p.285).

RESUMO

Esta tese trata a cidade como um ecossistema urbano complexo para estudos de resiliência e sustentabilidade na busca de entender porque a racionalidade cartesiana de tratar o crescimento urbano é motivo da causa de enchentes urbanas e afeta a biodiversidade, a saúde dos sistemas, as pessoas, as águas e não permite a sustentabilidade. Busca preparar a cidade para o novo paradigma ecológico na transição frente à mudança climática. A tese aponta os fluxos da água e o aumento da biodiversidade conectados aos ecossistemas relacionados à sustentabilidade ambiental e à resiliência. Contribui para a mudança de paradigma através da teoria sistêmica complexa e da racionalidade ambiental, opostos ao sistema tradicional. A fundamentação metodológica está na retrospectiva histórica do planejamento urbano e da urbanização, nas dimensões da água no mundo considerando conceitos e práticas da Ecologia Urbana, os fluxos de água e de vida, serviços ecossistêmicos, recursos naturais urbanos, clima urbano (evapotranspiração X vegetação) e a drenagem das águas pluviais, todos conectados à biodiversidade e aos seres vivos. A modalidade da pesquisa é qualitativa investigativa e o método utilizado é uma revisão técnico-conceitual alternativa da drenagem pluvial, baseada nos ciclos urbanos da água para iniciar a transição ecológica e contribuir com a Agenda 2030. Busca técnicas e métodos científicos para subsidiar o Planejamento Urbano a integrar as pessoas, o ciclo urbano da água e os serviços ecossistêmicos no contexto ambiental. Seu limite é a bacia do rio Criciúma e seus afluentes onde se localiza o espaço urbano mais adensado da cidade, em função da qualidade ambiental nada recomendável em termos dos ciclos da água, do rio e da falta de vegetação contínua, cujos estudos se ampliam para o município e região, sem esquecer da interdependência entre as áreas urbana e rural. A perspectiva deste trabalho de introduzir a dimensão interdisciplinar e transdisciplinar, para pensar a problemática e a gestão compartilhada da água, articula diferentes saberes e conhecimentos e se fundamenta em promover maior consciência na sociedade, técnicos e estudiosos do planejamento urbano e gestores dos temas que imprescindivelmente devem ser assumidos. Considera apressá-los à sustentabilidade ambiental dos espaços urbanos e recomenda aos profissionais do urbanismo fazerem conexões transversais entre os conhecimentos especializados e aos gestores e legisladores a transversalidade das políticas públicas no nível do todo, socioecológico e urbano, não apenas, somando as partes de cada política. Um plano municipal de adaptação sugere conter e recuperar as alterações dos ecossistemas, integrando o conceito de serviços ecossistêmicos na vida das pessoas e na gestão das cidades e fazer, por fim, a transição frente à mudança climática.

Palavras-chave: Cidade Biofílica. Ecologia Urbana. Infraestrutura verde. Resiliência. Transdisciplinaridade.

ABSTRACT

This thesis treats the city as a complex urban ecosystem for resilience and sustainability studies in order to understand why the Cartesian rationality of dealing with urban growth is the cause of urban floods and affects biodiversity, the health of systems, people, waters and does not allow for sustainability. It seeks to prepare the city for the new ecological paradigm in the transition to climate change. The thesis points out water flows and increased biodiversity connected to ecosystems related to environmental sustainability and resilience. It contributes to the paradigm shift through complex systemic theory and environmental rationality, as opposed to the traditional system. The methodological foundation lies in the historical retrospective of urban planning and urbanization, in the dimensions of water in the world considering concepts and practices of Urban Ecology, water and life flows, ecosystem services, urban natural resources, urban climate (evapotranspiration X vegetation) and rainwater drainage, all connected to biodiversity and living beings. The research modality is qualitative investigative and the method used is an alternative technical-conceptual review of rainwater drainage, based on urban water cycles to initiate the ecological transition and contribute to the 2030 Agenda. Search for scientific techniques and methods to support Urban Planning to integrate people, the urban water cycle and ecosystem services in the environmental context. Its boundary is the Criciúma river basin and its tributaries where the densest urban space in the city is located, due to the unrecommended environmental quality in terms of water and river cycles and the lack of continuous vegetation, whose studies are extended to the municipality and region, without forgetting the interdependence between urban and rural areas. The perspective of this work to introduce the interdisciplinary and transdisciplinary dimension, to think about the problem and the shared management of water, articulates different knowledge and knowledge and is based on promoting greater awareness in society, technicians and scholars of urban planning and managers of the themes that are essential must be assumed. It considers pushing them towards the environmental sustainability of urban spaces and recommends urban planning professionals to make cross connections between specialized knowledge and to managers and legislators the transversality of public policies at the level of the whole, socio-ecological and urban, not only, adding the parts of each policy. A municipal adaptation plan suggests containing and recovering changes in ecosystems, integrating the concept of ecosystem services in people's lives and in the management of cities, and finally making the transition to climate change.

Keywords: Biophilic city. Green infrastructure. Resilience. Transdisciplinarity. Urban Ecology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Água é sinônimo de vida: sem água, sem vida	51
Figura 2.2 - Proporção de água no planeta	533
Figura 2.3 - Abuela Grillo	56
Figura 2.4 - Carrancas do rio São Francisco	56
Figura 2.5- A água contaminada provoca doenças.....	64
Figura 2.6 - Tambomachay - Cusco, Peru	65
Figura 2.7 - Rua João Cechinel, no Centro de Criciúma, em 06/março/2019.....	68
Figura 2.8 - Limites planetários	76
Figura 2.9 - Ciclo da água	83
Figura 2.10 - Quatro capas da Terra	83
Figura 2.11 - Ciclo urbano da água UWC	84
Figura 2.12 - Rios Voadores.....	86
Figura 2.13 - Quadrilátero afortunado.....	86
Figura 2.14 - Impactos das águas pluviais em área florestada e em urbana sem vegetação	88
Figura 2.15 - Bairro Hammarby em Estocolmo	88
Figura 2.16 - Plano do lago Hammarby Sjö	88
Figura 2.17 - Redesenhando a paisagem em Toronto	89
Figura 2.18 - Maior integração comunitária.....	89
Figura 2.19 - Enchente, inundação e alagamento	90
Figura 2.20 - Banheiro com descarga do palácio de Knossos	92
Figura 2.21 - Banheiros comunitários na área romana de Ostia Antica	92
Figura 2.22 - Piazza del Popolo, Roma, 1715	95
Figura 2.23 - Palácio de Versalhes	95
Figura 2.24 - Dudley Street, rua de um bairro pobre de Londres.....	96
Figura 2.25 - “Sopa de Monstros”	96
Figura 2.26 - Plano de Riverside, 1868-1870: projetado por Olmsted, Vaux & Co	97
Figura 2.27 - Cidade-Jardim meio digital e os respectivos esquemas originais.....	98
Figura 2.28 - Consumo desigual de água.....	132
Figura 2.29 - Mudanças climáticas.....	136
Figura 2.30 - Localização do Sahel e lago de Chade.....	148
Figura 2.31 - Mulheres e crianças no norte da Nigéria fazem fila por água	149
Figura 2.32 - Lago Baikal.....	154
Figura 2.33 - Sibéria - Rússia o mais profundo do planeta	154

Figura 2.34 - Sistema hídrico do Paraná-Paraguai	154
Figura 2.35 - Mapa da escassez de água no mundo.....	161
Figura 2.36 - Carência de água durante um mês, cada ano, e as estimativas para as próximas décadas.....	162
Figura 2.37 - Rio Nilo desde as nascentes.....	163
Figura 2.38 - Lago Chad - de 1970 até 2018.....	164
Figura 2.39 - Bacia do rio Jordão	165
Figura 2.40 - Emissário Nacional de Israel	165
Figura 2.41 - Bacia do Prata	166
Figura 2.42 - Bacia Amazônica	169
Figura 2.43 - Aquífero Guarani	170
Figura 2.44 - Aquífero Alter do Chão	170
Figura 2.45 - Castanhão - o maior reservatório de água do Ceará quase seco	172
Figura 2.46 - Ambiente Bucólico ou incongruência de exaustão.....	174
Figura 2.47 - Aquíferos Guarani, Urucuia e Bambuí no Cerrado.....	175
Figura 2.48 - Biomas brasileiros	176
Figura 2.49 - Bioma Cerrado.....	176
Figura 2.50 - Comparação do Cerrado original e o atual com desmatamento	177
Figura 2.51 - Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros - Goiás.....	179
Figura 4.1 - Parque del Rio Medellin	215
Figura 4.2, 4.3 e 4.4 - <i>Swales</i> ou canais de infiltração	228
Figura 4.5 - Flor comestível lantana e capuchinha	231
Figura 4.6 - Jardim comestível	231
Figura 4.7 - Banheiro seco do IPEC.....	233
Figura 4.8 - Bason	233
Figura 4.9 - Círculo de bananeiras	234
Figura 4.10 - Bacia de evapotranspiração.....	234
Figura 4.11 - Jardim de chuva em Portland, US.....	240
Figura 4.12 - Parede verde em Birmingham, Inglaterra.....	240
Figura 4.13- Mais natureza e conexão em Singapura.....	241
Figura 4.14 - Singapura “uma cidade em um jardim”	241
Figura 4.15 - Antes e depois da restauração do Clear Paddock Creek, Sidney, Austrália	242
Figura 4.16 - Parque de los Pies Descalzos, Medellin - diferentes sensações no pisar.....	244

Figura 4.17 - Yonging River Park	251
Figura 4.19 - Red Ribbon Park	251
Figura 4.20 - Design sensível à água coloca riacho à luz do dia e recupera ecossistemas.....	252
Figura 5.1 - Green Roof, sede da American Society of Landscape Architects (ASLA), Washington, DC	267
Figura 5.2 - Laje de edifício	267
Figura 5.3 – Industrializado.....	267
Figura 5.4 – (a) e (b) <i>12th Green Street</i> . Portland, Oregon US.....	268
Figura 5.5 – (c) Jardim de chuva em Melbourne, AU.....	268
Figura 5.6 - Tipos de trincheira de biorretenção.....	269
Figura 5.7 - Corte transversal de trincheira.....	269
Figura 5.8 - Biovaleta em High Point, em Seattle, Washington.....	271
Figura 5.9 - Prêmio Inovação Verde, 21st street, Paso Robles, CA.....	271
Figura 5.10 - Prêmio Design Residencial Profissional para Kevin Robert Perry.....	272
Figura 5.11 - NE Siskiyou Green Street, Portland, Oregon	272
Figura 5.12 - Street Edge Alternatives Seattle, Washington; rua piloto, projeto e realidade	273
Figura 5.13 - <i>Petit pavê</i> em Criciúma SC.....	276
Figura 5.14 - <i>Petit pavê</i> no calçadão da rua XV Curitiba PR.....	275
Figura 5.15 - <i>Paver</i> em estacionamento	275
Figura 5.16 - Comparação entre design tradicional e design que observa os objetivos de LID	278
Figura 5.17 - Localização da infraestrutura verde de Nova York	282
Figura 5.18 - Jardim de chuva	283
Figura 5.19 - Telhado azul.....	284
Figura 5.20 - Manhattan Waterfront Greenway	285
Figura 5.21 - Renaturalização do córrego Cheonggyecheon, em Seul – Coreia do Sul.....	287
Figura 5.22 - Tratamento de efluentes por jardins filtrantes em fábrica de cosméticos no Rio de Janeiro.....	287
Figura 5.23 - Esquema do balanço hídrico urbano e balanço hídrico WSUD.....	299
Figura 5.24 - Esquema geral para a bioretenção de árvores de rua.....	305
Figura 5.25 - Sistema de água da chuva	305
Figura 5.26 - Projeto paisagístico.....	305
Figura 6.1 - Foto panorâmica de Criciúma.....	321
Figura 6.2 - Enchente de 1974, rua Seis de Janeiro, Criciúma.....	321

Figura 6.3 - Construções rentes às margens do rio Criciúma.....	323
Figura 6.4 - Construção sobre o rio	323
Figura 6.5 - Alagamentos do dia 26 novembro 2020 no Centro da cidade	325
Figura 6.6 - Bairro Próspera	325
Figura 6.7 - Rodovia Luiz Rosso - Quarta Linha	325
Figura 6.8 - Cratera na rua Engenheiro Jorge Becker, bairro Próspera.....	332
Figura 7.1 - Rio Criciúma.....	345
Figura 7.2 - Projetos propostos para os rios (a) Tietê, São Paulo (Br), (b) Sena, Paris e (c) Rhonê, Lyon (Fr)	346
Figura 7.3 - (a) Perspectiva atual (b) perspectiva desejada para uma margem	346
Figura 7.4 - Identificação e localização de tipologias de design sensível à água na quadra entre ruas Santo Antônio e Cel. Pedro Benedet, João Cechinel e Hercílio Luz e arredores.....	348
Figura 7.5 - Placa de obra em andamento	397

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1 - População urbana no mundo de 1950 a 2050.....	27
Gráfico 2.1 - Crescimento da população mundial.....	76
Gráfico 2.2 -Temperatura anual da superfície em comparação com a média (1850 a 2018) por quatro equipes de análise	137
Gráfico 2.3 - Riscos climáticos para cada grau de aquecimento global entre 1,5°C e 2°C	140
Gráfico 2.4 - Uso global da água X população global - crescimento percentual desde 1900 e projeção até 2025.....	157
Gráfico 2.5 - Carência mundial de água em 2015	165

LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 - Objetivos Específicos e Metodologia usada	47
Quadro 2.1 - Proporção de água doce existente no planeta.....	52
Quadro 2.2 - Número de pessoas que morre por ingestão de água suja.....	64
Quadro 2.3 - Serviços Ecosistêmicos - benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas.....	73
Quadro 2.4- Fronteiras planetárias guiando o desenvolvimento humano em mudança...	75
Quadro 2.5 - Cinco princípios básicos da ecologia para o desenvolvimento urbano água doce existente no planeta.....	80
Quadro 2.6 - Alteração no ciclo urbano da água.....	87
Quadro 2.7 - A água ultrapassa suas fronteiras.....	112
Quadro 2.8 - Declaração Universal dos Direitos da Água.....	119
Quadro 2.9 - Cruel realidade mundial sobre a água	121
Quadro 2.10- Pessoas impossibilitadas do direito à água.....	119
Quadro 2.11 - Abastecimento de água nas cidades mais populosas do mundo.....	133
Quadro 2.12 - Água oculta ou virtual	134
Quadro 2.13 – Carta Aberta do Relatório Painel de Alto Nível sobre a Água.....	155
Quadro 2.14 - Índice Falkenmark para definir escassez hídrica.....	160
Quadro 2.15 - Contribuições de água do bioma Cerrado para oito das doze regiões hidrográficas do país.....	175
Quadro 3.1 - Fatores que geram problemas urbanos na conexão entre o espaço construído e a água.....	183
Quadro 3.2 - Os sete princípios da resiliência e as formas de aplicá-los	202
Quadro 3.3 - Principais diferenças entre sustentabilidade e resiliência.....	206
Quadro 4.1 - Princípios do planejamento ecossistêmico e diferenças entre o planejamento ecossistêmico e o tradicional.....	219
Quadro 4.2 - Metodologia GIZ de planejamento urbano baseado em ecossistemas	221
Quadro 4.3 - Princípios da permacultura	226
Quadro 4.4 - Zoneamento permacultural.....	228
Quadro 4.5 - Processos ecológicos que fortalecem um ambiente bioclimático	238
Quadro 4.6 - Dois padrões do design biofílico ligados à pesquisa.....	243
Quadro 4.7 - Indicadores de uma cidade biofílica.....	245
Quadro 4.8 - Princípios para uma gestão eficiente e responsável	254

Quadro 5.1 - Diferenças entre o processo tradicional e o processo alternativo, sensível à água	262
Quadro 5.2 - Abordagem tradicional e abordagem ecossistêmica.....	263
Quadro 5.3 - Princípios LID.....	277
Quadro 5.4 - Recomendações LID.....	279
Quadro 5.5 - Principais benefícios de uma estrutura verde.....	289
Quadro 5.6 - Interesses de um projeto participativo para as águas urbanas.....	294
Quadro 5.7 - Princípios da técnica WSUD.....	297
Quadro 5.8 - Metas do WSUD.....	297
Quadro 5.9 - Objetivos do WSUD.....	298
Quadro 5.10 - Princípios e práticas da metodologia WSUD para uma cidade sensível à água... ..	300

LISTA DE MAPAS

Mapa 2.1 - Nascentes no Cerrado.....	175
Mapa 2.2 - Localização de cisternas construídas no nordeste brasileiro, entre 2003 e 2004....	184
Mapa 6.1 - Bacia hidrográfica do rio Criciúma e sua hidrologia	318
Mapa 6.2 - Localização do Brasil, SC e a BHRC no município de Criciúma	321
Mapa 6.3 - Ocupação do solo na BHRC.....	321

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP	Área de Preservação Permanente
APA	Áreas de Proteção Ambiental
CDB	Panorama da Biodiversidade nas Cidades
DNPM	Departamento Nacional de Pesquisa Mineral
GEE	Gases de Efeito Estufa
ICLEI	Governos Locais pela Sustentabilidade, organização não governamental internacional que promove o desenvolvimento sustentável
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
LID	<i>Low Impact Development</i> Desenvolvimento de baixo impacto
MaB	<i>Man and Biosphere</i> Programa Homem e Biosfera
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ODM	Objetivos de Desenvolvimento do Milênio
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPAT	Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas (UNESCO)
IPCC	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i> - Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
ISE	Integração dos Serviços Ecossistêmicos
NEPA	<i>National Environmental Policy Act</i> principal lei da política ambiental do EEUU
PBMC	Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PUI	Projetos Urbanos Integrados
SES	Serviços Ecossistêmicos
SUDS	Sistema Urbano de Drenagem Sustentável
UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i> Programa das Nações Unidas para o Ambiente, ou Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, PNUMA
UN-HABITAT	Programa das Nações Unidas para os Assentamentos Humanos
UWC	<i>Urban Water Cycle</i> Ciclo de Águas Urbanas
WSUD	<i>Water Sensitive Urban Design</i> Desenho Urbano Sensível à Água
WWI	<i>Worldwatch Institute</i> O Estado do Mundo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	23
1.1 PROBLEMÁTICA DE PESQUISA	30
1.2 REFLEXÃO SOBRE AS INVESTIGAÇÕES	31
1.3 JUSTIFICATIVA E HIPÓTESES	31
1.4 OBJETIVO GERAL	35
1.4.1 Objetivos específicos.....	35
1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	35
1.5.1 Motivações para a escolha do tema.....	35
1.5.2 Panorama da pesquisa	39
1.5.3 Observações necessárias para a pesquisa.....	42
1.5.4 Teoria e métodos da pesquisa.....	43
2 REFERENCIAL TEÓRICO CONCEITUAL	48
2.1 ÁGUA, ELEMENTO VITAL E SUA IMPORTÂNCIA - UMA VISÃO HOLÍSTICA TRANSDISCIPLINAR.....	51
2.1.1 O sentido espiritualista, a dimensão afetiva e o valor intrínseco da água e a mudança paradigmática.....	55
2.1.2 Reversão da água em doença e elemento de cura e lazer	62
2.1.3 Os fluxos da água como desafio ou ameaça no cenário da cidade	66
2.1.4 Os impactos à biodiversidade refletem na alteração dos serviços ecossistêmicos dos quais as sociedades humanas dependem para viver	69
2.1.5 Relação dos SES serviços ecossistêmicos com a vida.....	73
2.1.6 A cidade e a teoria sistêmica.....	77
2.1.6.1 Princípios básicos dos ecossistemas naturais se manifestam como princípio para o desenvolvimento urbano.....	79
2.1.7 Ciclo de água.....	82
2.1.8 Os percursos da água na produção da espacialidade urbana	900
2.1.8.1 Da Cidade-Jardim à racionalidade do urbanismo modernista.....	98
2.1.8.2 O discurso higienista no Brasil	101
2.1.9 O planejamento urbano e suas interconexões.....	102
2.1.9.1 Integrar os serviços ecossistêmicos ao planejamento urbano.....	109
2.1.10 O elemento transversal água nos remete a um olhar transdisciplinar.....	111

2.2 A ÁGUA COMO UM DIREITO HUMANO NAS DISCUSSÕES MUNDIAIS	114
2.2.1 Declaração de Dublin coloca a água no contexto sistêmico	118
2.2.2 Da Rio+10 - Cúpula Mundial para o Desenvolvimento Sustentável até resolução A/RES/64/292 do direito humano à água e ao saneamento	120
2.2.3 Agenda 2030 - “transformando nosso mundo, até 2030”	122
2.2.4 Fóruns mundiais da água - FMA e FAMA.....	123
2.2.5 No caminho da ciência, a crise da humanidade.....	124
2.3 “A ÁGUA É UM DIREITO, NÃO É MERCADORIA”	128
2.3.1 O sistema capitalista expor a água como matéria-prima é desrespeito.....	129
2.3.2 O Banco Mundial e a água, duas pontas entre a ecologia e o privacionismo.....	130
2.3.3 Água virtual ou oculta e pegada hídrica.....	133
2.4 ÁGUA E MUDANÇA CLIMÁTICA - UM DEBATE EMERGENTE	135
2.4.1 Dos riscos do aquecimento global a escassez hídrica é a pior consequência.....	138
2.4.2 Desequilíbrio dos ecossistemas concorre com incertezas quanto a quantidade e qualidade de água e a intensidade de eventos extremos.....	142
2.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE CONFLITOS POLÍTICOS PELA ÁGUA	145
2.5.1 Tipos de conflito e insegurança no contexto político e social e nos processos naturais da água.....	147
2.6 A ÁGUA NO PLANETA - GLOBAL, REGIONAL E NACIONAL	152
2.6.1 Grandes reservas mundiais de água	153
2.6.2 Crescimento da população mundial versus crescimento do uso da água.....	155
2.6.3 O aumento da urbanização e as águas urbanas	157
2.6.4 Estresse e escassez da água	159
2.6.5 Questões da água em países da África e da Ásia	161
2.6.6 A América do Norte, Latina e o Caribe.....	165
2.6.7 Águas brasileiras	168
3 REQUALIFICAÇÃO DOS ESPAÇOS URBANOS E ECOLOGIA URBANA - RELAÇÃO ENTRE A BIODIVERSIDADE E OS PROCESSOS DA ÁGUA	180
3.1 CONECTAR A ECOLOGIA URBANA AO PLANEJAMENTO PODERÁ INTEGRAR OS SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS NA VIDA DAS PESSOAS E NA GESTÃO DAS CIDADES.....	183
3.2 ECOLOGIA URBANA.....	187
3.3 AS VÁRIAS REPRESENTAÇÕES PARA UMA CIDADE RESPONSÁVEL SOCIAL E ECOLOGICAMENTE	191

3.4 RESILIÊNCIA SOCIOECOLÓGICA	198
3.4.1 Gestão adaptativa	207
3.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO 3.....	208
4 PESQUISA - CONTEÚDO DA TESE - CONTRIBUIÇÃO TEÓRICA E MÉTODOS ECOSSISTÊMICOS PARA A ÁREA URBANA E AVANÇOS NO PLANEJAMENTO BASEADO EM ECOSISTEMAS.....	210
4.1 AVANÇOS DO PUI - PROJETOS URBANOS INTEGRAIS, EXPERIÊNCIA DE MEDELLIN - COLÔMBIA	211
4.1.1 A Carta de Medellín.....	216
4.2 PLANEJAMENTO ECOSISTÊMICO - O CASE DO DAS TREZE CIDADES DO CANADÁ.....	218
.4.2.1 Metodologia GIZ para um planejamento urbano integrado baseado em abordagem ecossistêmica.....	221
4.3 DESIGN PERMACULTURAL	225
4.3.1 Agricultura urbana	229
4.3.2 Ecosaneamento.....	231
4.3.2.1 Banheiro seco	232
4.3.2.2 Tratamento ecológico de águas residuais	233
4.4 CIDADE BIOFÍLICA - RESILIENTE E SUSTENTÁVEL	235
4.4.1 “Cidade esponja”	250
4.4.2 Córrego da Reserva La Rosa, à luz do dia, em Auckland. Nova Zelândia	252
4.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO 4.....	252
5 TÉCNICAS PARA UMA CIDADE SENSÍVEL À ÁGUA.....	256
5.1 CONTROLE DE ÁGUAS PLUVIAIS NO MEIO URBANO	258
5.1.1 Benefícios do processo ecossistêmico e diferenças com o processo tradicional na drenagem urbana.....	261
5.2 TÉCNICAS COM ABORDAGEM ECOSISTÊMICA DE INFRAESTRUTURA NATURAL E CONSTRUÍDA SENSÍVEIS À ÁGUA	264
5.2.1 Biorretenção.....	265
5.2.2 Telhado jardim	266
5.2.3 Jardim de chuva	268
5.2.4 Trincheira de biorretenção	268
5.2.5 Biovaleta	269
5.2.5.1 Parceria pública, privada e arquitetos, em grande escala, High Point, Seattle, WA ..	270

5.2.5.2 <i>Designs</i> de biovaletas premiados.....	271
5.2.5.3 Street Edge Alternatives	273
5.2.6 Cisterna	274
5.2.7 Pavimentos permeáveis	275
5.3 LID - <i>LOW IMPACT DEVELOPMENT</i> - DESENVOLVIMENTO DE BAIXO IMPACTO	276
5.3.1 O programa LID em Nova Iorque	281
5.3.2 A infraestrutura verde é uma ferramenta para uma cidade sensível à água.....	285
5.4 WSUD - <i>WATER SENSITIVE URBAN DESIGN</i> - DESENHO URBANO SENSÍVEL À ÁGUA	295
5.5 SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA - SBN	305
5.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO 5.....	309
6 A CIDADE DE CRICIÚMA E A ÁGUA COMO PONTO DE INFLEXÃO E PROBLEMATIZADOR DA PESQUISA.....	318
6.1 CRICIÚMA, SEUS VALORES E SEUS PROBLEMAS.....	320
6.2 ASPECTOS SOCIAIS QUE ENVOLVEM O RIO CRICIÚMA.....	329
6.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO	332
7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	333
7.1 PRINCÍPIOS COMPLEMENTARES PARA INTEGRAR O CONCEITO DE SES NA VIDA DAS PESSOAS E NA GESTÃO DAS CIDADES PARA CUMPRIREM OS ODS CORRELACIONANDO O CICLO DAS ÁGUAS, A BIODIVERSIDADE, OS ESPAÇOS CONSTRUÍDOS E AS PESSOAS	340
7.2 RECOMENDAÇÕES.....	342
7.3 JARDIM DAS ÁGUAS PARA UMA CRICIÚMA SENSÍVEL À ÁGUA.....	344
7.4 CONCLUSÃO.....	349
REFERÊNCIAS	352

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa reconhece a cidade como um sistema complexo e nele o valor da biodiversidade e dos ecossistemas naturais - seus serviços, características, realidades ecológicas e valores -, a cultura e a história. Trata-a, dessa forma, como um ecossistema urbano, para estudos da sustentabilidade e resiliência com o objetivo de reconsiderar problemas de enchentes e alagamentos urbanos, recuperar os ecossistemas naturais e requalificar os espaços urbanos para a transição frente à mudança climática.

Com o crescente da população urbana e o aumento da urbanização nas cidades contemporâneas, amplia a demanda por água e a atenção atribuída a ela é o oposto desta necessidade. O paradigma da água urbana e seus fluxos é o impacto causado pelas impermeabilizações. Essas evidências fazem refletir a relação do cidadão e da cidade com a natureza, motivos que levaram à crise humanitária e a antagonismos na ciência. Nesta tese faz-se jus à teoria sistêmica porque inspira as conexões que o ser humano e a cidade têm com a natureza e a dependência que ambos têm dos ecossistemas.

A partir do processo de industrialização e urbanização o modelo da cidade contemporânea transfigura seu aspecto natural - vegetação erradicada reproduzindo impactos nos ecossistemas e transformação dos ciclos urbanos da água, conhecido pela sigla UWC. Não precisaria ser assim!

O metabolismo linear da cidade aprofunda as transformações, pois o espaço urbano exige muitos insumos energéticos e uma grande entrada de materiais e alimentos para seus fluxos funcionarem e reproduz maior saída de resíduos e poluição (ODUM, 2004). A expansão inadequada das cidades contribuem para aumentar os problemas urbanos com impacto nos ecossistemas naturais, poluição de ar, solo e águas, além da desintegração social. De outro lado, os processos bióticos, geomorfológicos e climáticos respondem ao fluxo dos ecossistemas naturais, com um metabolismo diferente (circular) e num tempo muito menor do que o ritmo frenético da cidade.

Na reflexão sobre a responsabilidade de mudança, Morin (2004) aponta solução ética e de consciência e envolve responsabilidade sobre o sujeito e o outro. O desdém dos impactos aos ecossistemas e a desconexão entre o espaço construído e o ambiente natural distanciam a cidade e o cidadão cada vez mais da natureza. Essa responsabilidade alcança o PU planejamento urbano convencional e a morfologia urbana atual. As decorrências do crescimento populacional e da urbanização como expansão urbana, mudança do uso solo, impermeabilização, poluição de rios, eliminação de vegetação, alteração do microclima, entre

outros problemas, como as enchentes e alagamentos são desafios para o PU. A tarefa é conciliar os elementos sistêmicos da vida, como água, alimentos, abrigo e tratamento de resíduos na cidade frente a esses desafios, somados às mudanças climáticas, à escassez de água e às desigualdades sociais.

Os problemas urbanos justificam o fracasso do PU tradicional que não dá conta de atuar nas multi-interconexões da cidade pois se apresenta incapaz de compreender a complexidade e multidimensionalidade socioambiental desses problemas (JACOBS, 2001; CAPRA, 2006a) tampouco, a produção do espaço como produto social, pois aborda uma perspectiva direcionada à produção puramente territorial e econômica. Compreende-se porque nas áreas ecologicamente mais sensíveis está assentada uma população carente de habitação.

A abordagem tradicional, com solução fragmentada dos problemas, resulta na relação conflituosa entre os elementos da natureza, a água e a vegetação. Esta constatação se configura, plenamente, quando o olhar é para a água em qualquer das situações: potável, dos rios, lagoas, alagados, fluxos urbanos, águas servidas. Todas estão no epicentro da crise de percepção, cujo cuidado foi incompatível com seu valor intrínseco e com a demanda. Além disso, os problemas resultantes das águas interferem diretamente no espaço da cidade, na dinâmica do solo urbano e na dinâmica ecossistêmica. As conexões, usos e complexidade atribuídos à água, fazem-na emergir como elemento “transdisciplinar”.

Os impactos da urbanização diminuem a qualidade e quantidade dos espaços verdes remanescentes, sobrando, apenas, manchas de vegetação sem conectividade, o que ameaça à biodiversidade e aos ecossistemas local e global e torna grande o desafio das águas urbanas diante do cenário de mudanças climáticas.

A degradação do ambiente urbano é um dos principais problemas que atinge, de maneira geral, o conjunto da população, mas nas áreas carentes de infraestrutura e serviços urbanos a degradação será com mais profundidade (ICLEI, 2012).

O tratamento racional dos problemas complexos tem impactos no sistema hidrológico e reproduzem uma sensação do impraticável, de que está consumado o problema (SUDERHSA, 2002). No entanto, os alertas da mudança climática foram acionados junto à população pela necessidade de mitigar os problemas referentes à água e para o agravamento das inundações que resultam por transferir os alagamentos de montante para jusante. Soluções de controle pluvial que ampliam o leque de obras de engenharia e que, tecnicamente, hoje não é mais admissível.

Essa metodologia aumenta a velocidade de escoamento da água e a energia de arraste das enxurradas, resultado das soluções tradicionais de drenagem urbana que incluem a

canalização e retificação dos rios, redes pluviais (TUCCI, 2005) e construção de canais auxiliares. Apesar dos grandes problemas e despesas para a sociedade e perdas para os ecossistemas, o PU convencional, através dos Planos Diretores, não tem considerado esses aspectos da drenagem urbana, tratando-os como um projeto acessório.

A Rio+10, produziu os Dez Princípios de Melbourne para as Cidades Sustentáveis. A Cúpula da Terra (Rio92) já aspirava a cidade como um ecossistema sustentável (PNUMA, 2002). As funções ecossistêmicas e as relações socioecológicas fazem parte dos princípios, cujo quinto, modela a cidade como um ecossistema que é o contexto da dissertação da autora. A proposta está em construir as cidades de acordo com a organização dos ecossistemas para o desenvolvimento e consolidação da sua saúde e sustentabilidade

Logo após a Cúpula da Terra 2002, o Conselho da Cidade de Melbourne, em maio de 2002, adota formalmente os “Dez Princípios para as Cidades Sustentáveis” como estrutura a guiar Melbourne por um caminho sustentável (PNUMA, 2002). Por isso, Melbourne é uma das primeiras cidades a integrar todas as águas, pluviais, fluviais, as da chuva, as subterrâneas, as servidas e as do mar, ao PU da cidade e exporta metodologia.

A solução tradicional e linear dos problemas urbanos das cidades brasileiras está em oposição a esta mensagem. Estudiosos da cidade, como Souza (2006), afirmam que a abordagem sistêmica complexa é um obstáculo para a academia e aos profissionais da área e, talvez, por isso mesmo, seja difícil incluir a biodiversidade, a conexão com o social e o vínculo com a subjetividade nas preocupações de gestores, urbanistas e escolas de arquitetura.

Um ecossistema urbano organizado com os princípios dos ecossistemas naturais manifestam-se como princípios para a sustentabilidade urbana (CAPRA, 2006b). Porque a cidade não é, apenas, seu território, como no conceito ecossistema urbano de Morin (1984), é a totalidade de relações e interações no seio de uma unidade ecológica. Uma cidade compreende o mundo natural, o mundo social e suas estruturas urbanas, com toda sua complexidade. Compreende-se que a falta de conexão entre as ciências urbanas e as ciências ecológicas, coloquem o PU tradicional contrário às soluções.

A desconexão contribui para dificuldades sociais e incompatibilidades ecológicas, visto que trata dos problemas urbanos na esfera da metodologia racionalista e fragmentada e transforma soluções em problemas, mostrando-se incapaz de tratá-los (JACOBS, 2001; CAPRA, 2006a). Este paradigma está na contramão das questões contemporâneas, que poderá ser remodelado, com uma metamorfose nas ações das cidades e nas pessoas.

Uma revolução epistêmica só acontecerá se um metassistema hábil vier a integrar-se para tratar desses problemas (MORIN, 2011). A ecosofia de Guatari (2009) esclarece tais

questões através de uma articulação ético-política, entre o meio ambiente, as relações sociais e a subjetividade humana.

Como civilização, continua-se a pressionar os sistemas naturais que sustentam a economia e a vida num ritmo acelerado de crescimento. O 5º Relatório, o IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática, reforça que o aquecimento global é, inequivocamente, causado por emissões de GEE gases de efeito estufa da atividade humana (IPCC, 2014).

O crescimento das populações urbanas é alto, mas as cidades estão se expandindo mais rapidamente. A demanda por água aumenta, em média, 1% ao ano, e com as mudanças do clima 3,6 bilhões de pessoas poderão ficar em situação de escassez (ONU-BR, 2018) e a demanda por terra agrícola de qualidade, para abrigar esse crescente populacional, limitará a proteção e o manejo dos SES serviços ecossistêmicos.

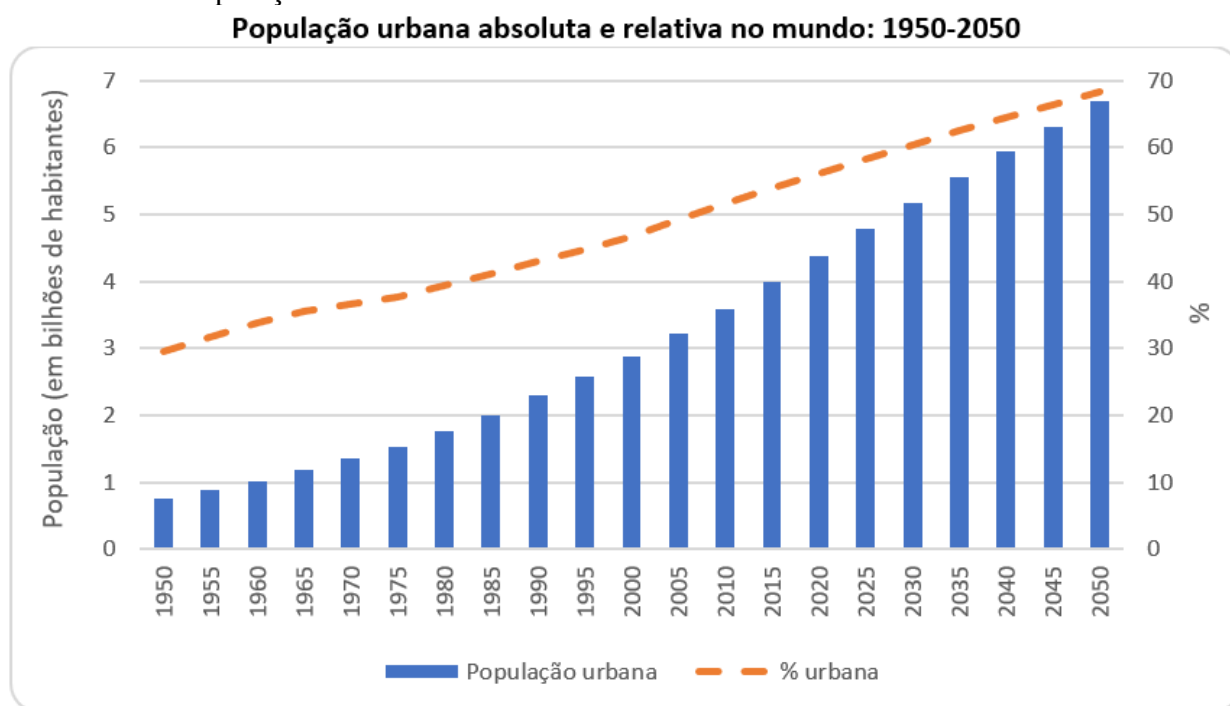
Proporcionalmente mais terras são impactadas que o aumento de população. O espraiamento - *urban sprawl* - com baixa densidade demográfica, caracteriza a expansão horizontal e tem perspectiva de crescimento três vezes maior que a taxa de aumento da população urbana, entre 2000 e 2030. Esse é um aspecto dos mais transformadores do século XXI porque age sobre o sistema natural e sobre a diminuição da biodiversidade que alteram os SES e têm forte influência no ciclo hidrológico (ICLEI, 2012).

O responsável principal pelo risco de desastres nas cidades é o crescimento das populações e o aumento da densidade urbanas, seguido pelo declínio dos ecossistemas e a inadequação dos sistemas de drenagem e resíduos sólidos, entre outros (ONU, 2014).

Em 1900, quando a população global era de 1,6 bilhão de pessoas, viviam em áreas urbanas cerca de 200 milhões, apenas 13% da população. Em 1960, sobe para 25% a população mundial vivendo nas cidades (SANTOS, 2012). A população mundial urbana atual é de 55% e esta proporção deve aumentar para 68% até 2050 (PBMC, 2016).

Nos países em desenvolvimento esse aumento é, ainda, maior. Na América Latina, principalmente no cone sul, o percentual supera os 80% (ONU, 2019) e no Brasil, alcança 84,72% (IBGE, 2015). A estimativa da população urbana no planeta, para 2050, é de 6,3 bilhões, quase o dobro dos residentes urbanos em 2010, de 3,5 bilhões (Gráfico 1.1). A estimativa da população brasileira é de 212.556.189 habitantes, em 11/01/2021 (IBGE, 2021) a estimativa da população urbana brasileira em 2050 é de 91% (ONU, 2014). É assustador!

Gráfico 1.1 - População urbana no mundo de 1950 a 2050



Fonte: World Urbanization Prospects: The 2018 Revision <https://population.un.org/wup/>

A responsabilidade da densidade demográfica sobre riscos urbanos leva a discussões que pressupõem a quantidade populacional como o principal causa que induz na velocidade de mudança do seu esgotamento (SATTERWAITE, 2004). Demonstra que maior densidade tem menor custo e mais permeabilidade para mais pessoas. Na formação de cidades compactas e mais densas com mais vegetação, os processos ecológicos são mais viáveis (RUEDA, 2000; ROGERS, 2001; MOSTAFAVI, 2010). O tamanho da população é parte importante da equação e a sustentabilidade da cidade está no limite da sua capacidade biorregional (NEWMAN e JENNINGS, 2008).

Mas a cidade pode exceder sua bacia atmosférica de captura de carbono ou sua capacidade sustentável de prestação de mananciais. Excedeu, impactou!

A mudança climática é o maior e mais difícil problema ambiental da atualidade. Os SES de provisionamento de água potável, qualidade da água, qualidade do ar, clima local, regulação de eventos extremos, erosão e sequestro de carbono como os mais importantes para o enfrentamento dos impactos das mudanças climáticas (PBMC, 2016).

A falta desse conhecimento pode levar a decisões equivocadas nas gestões municipais, pois envolvem perdas significativas de capital natural, que para restaurar requer altos custos. Consequências como as relacionadas ao solo, elemento importante do sistema climático e segundo maior «sumidouro», de carbono, depois dos oceanos (AEA, 2018) e que interferem na temperatura, como os materiais usados na infraestrutura urbana. Concreto, aço,

asfalto, chamadas infraestruturas “cinzas” e utilizadas há séculos, não absorverem CO₂, possibilitam inundações e, são muito mais caras que os materiais naturais.

Um dos maiores desafios ambientais das cidades brasileiras consiste em revigorar o PU territorial e desenho integrados entre si e à drenagem. As plataformas de PU não resgatam, tampouco incorporam a visão ecossistêmica na gestão. O aspecto fundamental na revisão e implementação de planos diretores municipais é a observação dos zoneamentos ambientais (H-III, 2015; 2019).

À medida em que aumenta a população urbana, nasce um desejo inconsciente das pessoas buscarem por cidades mais saudáveis, o que fortalece um movimento mundial de cidades desde final do século passado iniciado com o movimento ambientalista em meados do século XX.

Newman e Jennings (2008) *apud* (Newman, 1997) fazem uma comparação das cidades da década de 1890 que mudaram o paradigma, da natureza para o urbano, com as contemporâneas quando se verifica uma revolução similar e oposta, onde a população urbana vai em busca de qualidades humanas e ecológicas. Na contemporaneidade, aumentar a biodiversidade e cuidar dos ecossistemas e da natureza, é urgente!

Novas conscientizações, novos olhares, novas metodologias e técnicas alternativas de tratar a cidade apresentam evolução epistemológica que impulsiona o PU a abraçar a cidade como um todo e integrar a biodiversidade e as águas, recuperar e renaturalizar rios e margens poluídos, requalificar espaços públicos, promover a agricultura urbana, incentivar telhados e fachadas jardins e maior cuidado no controle das águas da chuva sobre o solo e outros.

Assim, as necessidades sustentáveis e ecológicas valorizam o PU, requerem sua eficiência e o notabilizam a, juntamente com o desenho urbano, buscar um caminho sustentável e resiliente. Essa eficiência, porém, está impregnada de conscientização que só se transformará em políticas públicas se o inconsciente coletivo mudar os padrões de sentimentos sobre os impactos ao meio ambiente, em especial à água, e admitir a necessidade do aumento da biodiversidade e o cuidado com os elementos da natureza. Para isso, como afirma Maricato (2020), e já está em andamento em Medellín - Colômbia, o Urbanismo Pedagógico é necessário, tanto para população quanto para gestores, técnicos e legisladores.

Fica ratificado que um modelo de abordagem nesse nível se identifica com a visão sistêmica complexa o que capacita a condição de proteger os processos e elementos naturais, como os fluxos da água e a biodiversidade. Essa é uma forma inovadora, de pensar a cidade, não linear, tampouco racionalista, cujo padrão de solução alternativo e sistêmico busca a

racionalidade ambiental com a qual Leff (2007) ensina a repensar a relação ética e estética do ser humano com a natureza e o planeta.

São poucas as pesquisas sobre a rápida urbanização e seus efeitos no aumento cada vez mais rápido da densidade habitacional, em relação às funções ecossistêmicas, na América Latina e no Caribe. O Panorama da Biodiversidade na Cidade identifica a necessidade de informações mais detalhadas sobre como os SES estão ligados à disponibilidade de tipos diferentes de espaços verdes urbanos e como a socioeconomia, a morfologia urbana e os impactos naturais e antropogênicos afetam os ecossistemas ao longo do tempo. Segundo o mesmo documento, Curitiba, Brasil e Bogotá, Colômbia são consideradas exceções em gestão e planejamento para a biodiversidade e SES.

A pesquisa identifica que os espaços urbanos construídos e a impermeabilização modificam os fluxos naturais da água e se conectam com o impacto na biodiversidade e desequilibram os SES, diminuindo a qualidade de vida urbana. Reconhece, outrossim, uma morfologia urbana pouco atraente e nada natural e o descompasso da cidade com a dinâmica ecossistêmica do seu crescimento, características que advêm de um PU fragmentado, separado do estudo das águas e da biodiversidade que impede a proteção do ambiente social e natural.

Contribui, desta forma, com metodologias de abordagem ecossistêmica, fundamentada em diversos autores, pensamentos, programas e projetos já implementados em países desenvolvidos e em desenvolvimento, demonstrando que há base para implementar no sul do mundo um PU com perspectiva sistêmica e complexa. O documento Relatório Panorama de Cidades e Biodiversidade, do ICLEI (2012) Governos Locais pela Sustentabilidade, dá mensagem bem clara: as funções ecossistêmicas devem ser integradas às políticas de PU incorporadas em planos municipais mais amplos.

Os custos aos sistemas naturais e sociais proporcionados pela visão racionalista fazem com que agências nacionais e internacionais, órgãos multilaterais, gestores e estudiosos da cidade sustentável desafiem abordar a cidade de forma sistêmica. A água emerge como um dos itens urbanos imprescindíveis, mais vulneráveis e que mais prejudicam as cidades. O século XXI encontra o problema da água urbana já evidente. A difícil administração e soluções caras estão à cargo da especulação imobiliária e valorização do solo urbano.

Neste apanhado de informações que tocam em diversas problemáticas, esta tese promove Criciúma como um exemplo legítimo. Na sequência apresentam-se a problemática específica da pesquisa, a questão norteadora, a justificativa e hipóteses, os objetivos e os procedimentos metodológicos.

1.1 PROBLEMÁTICA DE PESQUISA

Os inúmeros problemas das cidades brasileiras, acumulados ao longo de décadas de urbanização acelerada, estão atrelados ao PU ou à falta dele, cujo objetivo único está respaldado na visão analítica e economicista. Enchentes, vegetação escassa, poluição das águas e impacto social, relacionados a problemas ecológicos urbanos, são as dificuldades que o levaram ao fracasso.

A multiplicidade de variáveis interdependentes, presente na dinâmica da cidade, nos diversos níveis sistêmicos sociais, ambientais, estruturais e físicos, fazem emergir a complexidade do ecossistema urbano. Por outro lado, a diversidade de problemas interconectados em redes de sistemas sociais e culturais está inter-relacionada ao sistema ambiental e econômico.

Por sua vez, os sistemas ambiental e econômico estão conectados aos problemas de expansão urbana e seus desdobramentos, como desmatamento contribuindo com a diminuição da quantidade e qualidade da água; o uso de combustíveis fósseis, contribuindo com a poluição e emissão de GEE; e a impermeabilização, elevando o risco de enchentes e diminuição da qualidade de vida, todos conectados com as mudanças climáticas.

Da falta de cuidado com os subsistemas de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e fluxo de águas pluviais decorrem a escassez de águas, as catástrofes urbanas e as mudanças climáticas, num panorama de impactos socioambientais de poluição e de mercantilização e conflitos pela água.

A impermeabilização do solo em ruas, calçadas e construções, a alteração de rios, córregos, margens e várzeas com canalizações e retificações e construção da rede de condutos pluviais têm profundos impactos na hidrologia, impossibilitando a infiltração das águas. Essas alterações estão conectadas à alteração do fluxo e ao balanço hídrico das águas urbanas e interconectadas ao aumento da frequência e magnitude das enchentes e ao volume do escoamento superficial. Outras alterações estão a cargo das obstruções ao escoamento - os aterros, as pontes e até pilares dentro do leito e construções sobre o rio e drenagens inadequadas.

A ideia de trabalhar os fluxos das águas com o aumento da biodiversidade inter-relacionados aos SES e à ecologia instrumentaliza-se na Ecologia Urbana, nas conexões entre as ciências urbanas e as ciências ecológicas, no desafio do PU de conciliar os elementos de sobrevivência humana ao crescimento urbano frente às mudanças climáticas. Definições de sistemas, ecologia urbana, urbanismo ecológico, urbanismo biofílico, infraestrutura ecológica, levam à evolução da epistemologia e a contribuições metodológicas que podem reconhecer os

sistemas ecológicos capazes de requalificar o ambiente desestruturado e ecologicamente sensível. Para o estudo da cidade ser mais eficiente e resolutivo o PU deve integrar a água como elemento vital. Esta integração deve estar numa dimensão, no mínimo, interdisciplinar. Morin (2003) coloca a organização como fator importante nesta inter-relação.

O princípio da cidade é o fluxo, mas racionalidade provoca consequências nos fluxos da água, da circulação viária e do ar pois, maltratados se transformam em enchentes, congestionamento e poluição. Entre outros fluxos, o de informação atravessa os níveis de percepção. Nicolescu (2005) lembra, que este, com orientação coerente pode dar um sentido à verticalidade consciente e cósmica do ser humano no mundo o que constitui o fundamento de todo projeto social viável. O fluxo que responde aos processos bióticos, geomorfológicos e climáticos dos ecossistemas naturais é metabólico cíclico e mais lento do que o ritmo da cidade.

O PU tradicional abrigado na racionalidade cartesiana, não dá sentido à verticalidade cósmica, pois trata a cidade independente do meio ambiente. Isso se compatibiliza à reestruturação do fluxo das águas no tecido urbano e promove suporte para a regeneração ecológica, interconectados à biodiversidade e aos SES do espaço urbano que esta pesquisa busca com a abordagem ecossistêmica no cenário do ambiente urbano.

O recorte espacial desta pesquisa envolve a bacia hidrográfica do rio Criciúma, cujos fluxos das águas estão alterados, mais especificamente onde se desenvolve o centro urbano que esta tese traz como exemplo de transição frente à mudança climática.

1.2 REFLEXÃO SOBRE AS INVESTIGAÇÕES

Diante das experiências de PU alternativas que privilegiam as conexões entre as dinâmicas ecossistêmicas e as socioambientais, é possível identificar quais problemas e limitações para executar o PU com base ecossistêmica de Criciúma?

1.3 JUSTIFICATIVA E HIPÓTESES

Os ecossistemas recebem pressão do crescimento urbano, que dificulta os caminhos da sustentabilidade e resulta no aumento da pobreza e da miséria, poluição, desmatamento, falta de espaços públicos eficientes, água e ar de qualidade e temperatura equilibrada. Expõe a cidade a vulnerabilidades, porque submetidas a modelos racionais de crescimento que desequilibram os SES. As vulnerabilidades ecológicas, sociais e territoriais das cidades desencadeiam problemas múltiplos e sistêmicos por serem resolvidas de maneira racional.

O processo de urbanização tem impactos dramáticos na captação hidrológica pela criação de áreas impermeáveis, a simplificação da rede de drenagem, a canalização e retificação de rios e córregos, o que resulta em resposta de escoamento muito mais rápida às chuvas, levando para tempos de concentração mais curtos e tempos de recessão reduzidos (FLETCHER; ANDRIEU; HAMEL, 2013).

Estes alertas fazem a ONU apresentar 17 objetivos para alcançar a sustentabilidade até 2030, cujo o ODS6 sobre disponibilidade e gestão sustentável de água é considerado o central. Dentre eles, esta pesquisa oferece subsídios para alcançar também, o ODS 9 - construir infraestrutura resiliente e fomentar a inovação; o ODS 11 - tornar as cidades resilientes e sustentáveis (AGENDA 2030, 2019).

A investigação desta pesquisa correlaciona possibilidades alternativas de planejar a mudança de paradigma. Conecta as dimensões econômica, ecológica, social e cultural e as interliga aos fluxos das águas urbanas com visão ecológica e, por suposto, sustentável e resiliente. Busca no desenho sensível à água o apoio da Ecologia Urbana como solução ecológica para a drenagem das águas pluviais e para a infraestrutura urbana que une água e vegetação, na transição frente às mudanças climáticas. A hipótese é que a teoria sistêmica enquanto possibilidade de analisar temas complexos apresenta-se adequada para os estudos das relações entre o ecossistema natural, o espaço construído e a sociedade.

Há um movimento universal crescente que direciona o interesse sobre a arquitetura e urbanismo sustentável, a bioarquitetura, a energia solar e a agricultura urbana, constrói telhado e parede verdes, infraestruturas verde/azul, pisos permeáveis. Os exemplos mais evidentes do crescente movimento são as hortas sobre os telhados em Nova Iorque, Washington - USA e nos espaços urbanos de Havana – Cuba.

A crise civilizatória pela qual o mundo passa, tanto social quanto ecológica, e principalmente no pós-pandemia, acumulada com os impactos prováveis da alteração climática, trazem a hipótese de transformações epistemológicas e paradigmáticas no cenário do PU, como teoria e como prática uma vez que o PU com visão tradicional fracassou. A hipótese para a mudança, no entendimento desta pesquisa, é o entrelaçamento da multi, inter e transdisciplinaridade no PU.

Essa hipótese alcança o conceito de PU baseado em ecossistemas, o qual beneficia o ambiente natural e construído e as pessoas, que requer ações sistêmicas, integradas e conhecimento técnico inter e transdisciplinar. Esse conceito potencializa o elemento água relacionado à biodiversidade e aos ecossistemas, desde as nascentes até os corredores de água modificados pelo processo de urbanização. Com o propósito de compreender as causas das

enchentes que afetam as cidades e estudar os fluxos urbanos das águas, amplia-se o conhecimento sobre os conceitos atuais de baixo impacto e do *design* urbano sensível à água para trazer resiliência à cidade, melhorando a paisagem urbana, a qualidade do ar e do clima, ampliando os espaços urbanos eficientes e o respeito pelos elementos da natureza.

Criciúma é uma cidade de poucos espaços públicos vegetados. Além da poluição pela mineração, isto também ajuda na carência de água potável! O PU e gestão de Criciúma desconectam as questões sociais e ambientais das territoriais. Há necessidade de rever os paradigmas racionalistas, consolidados, quanto às águas e seus fluxos que prescrevem problemas ecológicos.

A urbanização crescente, a impermeabilização e o tamponamento do rio Criciúma alteram o ciclo natural das águas e dificultam a evapotranspiração, o que altera a variação climática e a manutenção da vida nos ecossistemas urbanos. Tucci (2005) alerta ao custo de solucionar os problemas no tratamento dos recursos depois de ocasionados os impactos. A gestão das águas pluviais urbanas continua sendo um campo complexo e desafiador na contemporaneidade.

Verifica-se a ineficiência da gestão das águas urbanas de Criciúma pelo estado do rio Criciúma e pela resposta da primeira chuva forte. Não há um mínimo de ecologização nas estruturas hidrológicas e muito menos uma visão à sustentabilidade da vida na cidade. Até pelo contrário, o canal auxiliar “acinzentou” as margens que ainda estavam livres, com vegetação espontânea.

São muitos anos de ocupação predatória ao longo do rio e suas várzeas, com visão desenvolvimentista. O nível de relação estabelecida com o rio ou com as águas pluviais que invadem as ruas e calçadas em dias de chuva pode-se dizer que é hostil com a população. Há hostilidade, também, da urbanização para com o rio e às águas da chuva pela morfologia da cidade. Ou seja, este é o ponto de conexão entre a água e o uso do solo urbano impermeabilizado que impacta a biodiversidade e reflete na alteração dos SES cuja hipótese tem nos processos ecológicos da paisagem ou do meio urbano a ferramenta, através da Ecologia Urbana, a melhoria da qualidade da água e da vida e a renaturalização do UWC.

A hipótese de regeneração está nas metodologias e técnicas baseadas em ecossistemas cujos instrumentos usados tem a perspectiva de alcançar a sustentabilidade e a resiliência, capazes de transformar uma cidade na transição frente à mudança climática.

Imagina-se difícil a mudança do tipo de relação entre sociedade e águas, em Criciúma. Levará tempo e requererá muita vontade política e engajamento popular para mudar o paradigma no tratamento das águas, das margens do rio Criciúma e a transferência da água

da chuva, que vai para mais longe do local onde cai. Além disso, a população não consegue pensar positivo sobre o rio. Muitos acreditam que não tem mais jeito, que tem que escondê-lo, que a água não vai mais limpar e que por isso não se pode usar as margens onde ainda não estão impermeabilizadas. Talvez isso seja atribuído pela gerência da visão tecnicista, oposta ao paradigma ecológico.

Outrossim, a advertência crucial de que as cidades sofrerão os efeitos do aumento em 4°C das temperaturas globais médias até 2030, pois concentram mais da metade da humanidade e contribuem com 60% a 70% das emissões de gases de efeito estufa (PBMC, 2014), significa que impermeabilizações terão que ser, inevitavelmente, evitadas ao máximo. Com esta notícia, a vegetação poderá ser muito bem-vinda em vias, espaços públicos e margens de rios para uma melhor qualidade de vida na cidade, para a absorção dos GEE e para a atenuação da temperatura.

A apreensão aos problemas ambientais leva à inquietude quanto a eventos climáticos. A partir de 2004 a região carbonífera é marcada por esses eventos, como a passagem do tornado Catarina. A localização geográfica de Criciúma é um dos fatores que favorecem a variedade de eventos climáticos, pois a região está localizada onde as massas de ar quente que vêm da região tropical se chocam com o ar frio, da região polar. Especialistas lembram que a tendência é surgirem mais fenômenos nos próximos anos e com mais frequência e intensidade. Urge a precaução!

Os estudos desta tese abrangem a resposta da urbanização aos fluxos urbanos da água e alteração climática. Buscam exemplos na literatura e nas cidades que ligam espaços urbanos de qualidade, combinados com infraestrutura ecológica de água e vegetação através do aumento da biodiversidade e da conservação dos ecossistemas naturais para alcançar a sustentabilidade e a interação entre seres humanos e a natureza. Esse tratamento leva em consideração a população como subjetivo do PU e uma composição das funções ecossistêmicas com a natureza e para o usuário das áreas, contrariando a atual situação que trata os fluxos das águas como incômodo a ser descartado, escondido ou jogado adiante.

A crescente necessidade de água pelo aumento contínuo da população mundial requer atenção ao elemento água pela importância que tem na sobrevivência de todas as espécies. O fato de a água conectar os seres vivos e os ambientes naturais e construídos justifica mudar o modo de relacionamento e buscar outra forma de tratá-la. Sabe-se da dificuldade de implantação de um processo desse tipo, visto ser outra forma de pensar, com mudança de paradigma.

1.4 OBJETIVO GERAL

Buscar, na teoria sistêmica complexa, métodos científicos e experiências alternativas que deem aporte ao PU com base ecossistêmica, na gestão sustentável das águas urbanas e no aumento da biodiversidade.

1.4.1 Objetivos específicos

1. Apresentar princípios complementares que existem entre a espacialidade urbana e o foco ecológico da cidade em conexão com a resiliência ecológica correlacionando o ciclo das águas, a biodiversidade, os espaços construídos e as pessoas;
2. Compreender o UWC, visando à Ecologia Urbana como ponto de convergência das relações da água e da ocupação do solo;
3. Identificar metodologias de PU baseado em ecossistemas que integram as pessoas e o ambiente para alcançar o equilíbrio com o UWC;
4. Identificar possibilidades de introduzir em Criciúma, e outras cidades, contribuições para torná-la sensível às águas.

1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Atenta à problemática das investigações e fundamentada na reflexão para atingir os objetivos específicos do estudo, a pesquisa visa compreender a cidade como um ecossistema para tratá-la de forma a englobar o território, a população e o contexto da natureza. Neste item apresentam-se o caminho traçado para a pesquisa, as motivações do tema, o panorama e as observações necessárias para o estudo e, finalmente, a teoria e métodos da pesquisa.

1.5.1 Motivações para a escolha do tema

A motivação de seguir neste caminho são as consequências que a água pode trazer no crescimento de uma cidade e a busca por soluções para o tema. O que se apresenta é que primeiro o rio Criciúma faz parte do cotidiano dos criciumenses, até hoje, mesmo escondido nos subterrâneos da cidade, principalmente durante as chuvas de verão, quando alaga a cidade ou quando exala seu cheiro característico e o fato de ser tão maltratado e desrespeitado.

Quem nasceu e vive no centro da cidade, como a autora, que o transpôs desde tenra idade, por ponte pênsil, quase que diariamente, conhece as mazelas de não poder chegar à casa com os pés secos, em dia de chuva, ou de estar com filhos pequenos, com dificuldade de colocar o carro na garagem, para entrar em casa. Exemplos que acontecem até hoje, para muitos que vivem em pleno centro da cidade ou no bairro Pio Corrêa, região de terras alagadas que foram aterradas.

Hoje, vive-se e trabalha-se à cerca desse rio que intimida a cada forte chuva, pelos alagamentos ocasionados pela canalização e impermeabilização de suas margens e várzeas, mesmo após a criação de canais auxiliares que seria a redenção das pessoas e o distanciamento das enchentes. Essa vivência com o rio e outros fatos focam a experienciar o problema da carência de água potável e os impactos aos ecossistemas.

Leituras como os ícones teóricos no urbanismo ecológico, que fazem parte das referências para esta tese, como o “O Jardim de Granito” (SPIRN, 1983), “Cidades do Amanhã” (HALL, 1988), “Morte e vida das grandes cidades” (JACOBS, 2001), “Manual do arquiteto descalço” (LENGEN, 2004) e mais recentemente “*Cities as Sustainable Ecosystems*” (NEWMAN; JENNINGS, 2008), “Rios e cidades” (GORSKI, 2010), “Cidades para pessoas” (GEHL, 2013) e “Cidades para todos” (HERZOG, 2013), ensinam a conviver com a Natureza, a reconciliar-se com os rios urbanos e seduzem ao tema cidade e água.

O curso de Permacultura, com ensinamentos sistêmicos, realizado em 2002, e a estada em algumas ecovilas brasileiras, a Visão Futuro em Itoporanga - SP, construída com técnicas permaculturais, e o IPEC - Instituto de Permacultura e Ecovila do Cerrado, em Pirenópolis - GO, centro de *design* educacional experimental e as leituras de Capra e Morin abriram a mente para conhecimentos sistêmicos.

Os trabalhos em PU nas cidades do oeste de Santa Catarina, quando o rio sempre foi preocupação e tratado com respeito, as aulas ministradas nas disciplinas de PU e Regional, Estudos Ambientais Urbanos e Rurais e de Ciências Sociais e Ambientais no curso de Arquitetura e os seminários e aulas apresentados na disciplina de Sociologia Urbana, em que invariavelmente o tema cidade, PU, gestão e água estão presentes. Estes contatos com o assunto foram *insights* que mostraram as possibilidades para a sustentabilidade e a resiliência da cidade quando as águas são respeitadas e tratadas com abordagem ecossistêmica.

A experiência prática positiva foi a construção do telhado jardim no escritório da autora, quando ficou categorizado o tempo de retardo da chuva neste telhado, que levava dois a três dias gotejando comparado aos dos vizinhos, em que a água saía imediatamente e com mais velocidade que a própria chuva.

Outra experiência prática com respeito ao rio Criciúma, localizado aos fundos do escritório da autora, uma edificação de cinquenta anos, com altura de 1m do nível da rua Hercílio Luz, cujas águas nunca chegaram ao piso, até meados da década de 1990, após o tamponamento do rio¹, na mesma quadra, às margens da rua Santo Antônio. Na primeira chuva, a água superou a altura de 1,00m e a autora teve que ser retirada do escritório, pelos bombeiros.

Esta pesquisa inicia-se, efetivamente, em 2013, com a dissertação de mestrado em que a autora estuda a ciência sistêmica e os princípios de sustentabilidade para uma cidade como um ecossistema urbano, conduzindo seu crescimento de forma integral através de estratégias que assumem, como um todo, a direção dos elementos físico-territoriais, sociais e econômicos, interconectados com a paisagem natural e com os recursos locais.

O pensamento sistêmico presente na dissertação buscou no estudo da ciência sistêmica a possibilidade de tratar a cidade como um ecossistema urbano sustentável. Agora, o passo seguinte é aprofundar o estudo da sustentabilidade e resiliência do ecossistema urbano, através de um PU baseado em ecossistemas que integra os ciclos d'água e a biodiversidade com foco na transição da cidade frente à mudança climática.

A partir deste enunciado, do processo de reflexão sequencial à dissertação, à edição do livro adaptado da dissertação e da vivência na cidade de Criciúma, convivendo com incômodos relacionados aos fluxos locais das águas urbanas que há tanto tempo vêm causando problemas socioeconômicos, antiestéticos e climáticos e da falta generalizada de água potável na cidade e vegetação consolidada, o tema fica latente.

Este percurso, unido à descoberta do pensamento do engenheiro sanitarista Tucci, das causas dos problemas urbanos relacionados aos fluxos das águas, como exemplos buscados para a docência em PU e regional e ciências ambientais, procura-se por formas de solução.

Os exemplos de soluções inovadoras como o desenvolvimento de baixo impacto de cidades americanas e o *design* urbano sensível à água das cidades australianas, e mais recentemente as SbN Soluções baseadas na Natureza, fizeram ver quão distante está Criciúma de propostas ecológicas para o processo da água. Foi nesse momento que os ensinamentos de Tucci (2005, 2006 e 2012) revolucionaram as possibilidades de estudo no tema.

A proposta inusitada da tão propalada restauração do córrego CheongGyeCheon, em Seul - Coreia do Sul, com sua renovação urbana faz perceber que se lá, com problemas maiores, muito mais população e trânsito urbano pesado e consolidado, conseguiram, então há possibilidades para qualquer rio e qualquer cidade, desde que haja vontade política e se

¹ Foi solicitado à prefeitura que interviesse para suspender as obras do tamponamento, mas foi inútil.

respeitem as características intrínsecas da natureza de cada cidade e que se queira, efetivamente, mudar.

As visitas a outras cidades e países que cuidam dos rios e suas margens encantam quem já tem gosto pelo tema, suscitando a comparação com a desordem do rio Criciúma. Numa viagem a Treviso, em 2001, cidade histórica e antiga do Vêneto - Itália, comparável à Criciúma, esta autora teve a oportunidade de observar a leveza do rio Sile, pela cidade, que percorre o centro urbano, totalmente limpo, entrecortado por pequenos canais abertos e pontes e que compõe uma atmosfera romântica. Além de construções sobre ele sem interceptá-lo, deixando-o à vista, livre para transbordar, quando necessário, ele encanta, ainda mais, pelo respeito com que o prefeito da cidade nos apresenta como uma entidade de valor. Vislumbra-se essa atenção ao rio Criciúma, tão maltratado.

O impacto visto no exemplo da Cantareira SP, *in loco*, no curso de Geobiologia, em 2003, quando o professor alerta para a falta de água devido aos assentamentos em locais impróprios à moradia, em áreas antes preservadas da Mata Atlântica, reconhece gestão e PU distanciados de ações ecológicas e sociais. Problema, hoje confirmado.

A preocupação profissional com o rio Criciúma e a percepção de que seria possível interceptar parte das águas servidas municipais iniciou em 2001, quando ocupa-se cargo público municipal, época da descoberta do projeto do esgoto executado pela CASAN - Companhia Catarinense de Água e Saneamento e quando o poder executivo municipal, através da CODEPLA - Companhia de Desenvolvimento e Planejamento, busca o poder jurídico para exigir o cumprimento do Código Florestal Brasileiro, quanto às margens do rio Criciúma.

A relação entre o meio ambiente e a urbanização sempre evidenciou preocupações com os rios urbanos, nos cursos de especialização em PU, em 1978, no IPPUC - Instituto de Pesquisa e Planejamento de Curitiba, PR; logo após, em 1980, no IBAM - Instituto Brasileiro de Administração Municipal - Rio de Janeiro, RJ, e por fim pela JICA, no Japão, em 1996, *Special Training Course in Planning for the Development of Urban Facilities*. Assim como nos trabalhos de coordenação do Plano Diretor realizados em oito prefeituras do Estado de Santa Catarina onde o olhar sobre os córregos urbanos era atento e a observação ao Código Florestal Brasileiro está impresso na lei do Plano Diretor de cada uma das cidades trabalhadas.

O encontro em Manaus, em 2015, durante o II ARQAmazônia Congresso Internacional de Arquitetura e Sustentabilidade na Amazônia, com o arquiteto Gustavo Restrepo, quando apresenta o projeto integrado de Medellin, o qual propicia transformação urbana da cidade e comunidades e a faz saltar da condição de violência para uma mudança de paradigma e um repensar a cidade. Isto ativa mais uma chama que já estava acesa.

Estas experiências e mais o cargo de Diretora de Planejamento na CODEPLA (já extinta) mostram que o crescimento urbano com desenvolvimento efetivo questiona o modelo vigente e busca o saber ambiental (LEFF, 2010), para renovar o PU que no Brasil tem características físicas, sociais, culturais, econômicas e territoriais sem critério ambiental ou subjetivo. Os princípios cartesianos de fragmentação do planejamento tradicional o direcionam para o que é objetivo e racional, desconsiderando a dimensão ecológica e a subjetividade.

1.5.2 Panorama da pesquisa

A falta de critério ambiental e de subjetividade no PU é detectada na prática, demonstrada nos trabalhos profissionais que a autora realizou nas cidades catarinenses, nos cursos de especialização em PU e na disciplina ministrada no tema. A ação multidisciplinar do planejamento tradicional e a necessidade das diferentes profissões agrupadas para a realização do diagnóstico de uma cidade caracteriza a fragmentação do conhecimento, possibilitando limitar a realização eficiente do trabalho, que se desconecta com o cuidar da vida das pessoas, diferente de um PU que planeja “para a vida”.

Há uma transgressão da dualidade sujeito-objeto, simplicidade-complexidade, matéria-consciência, natureza-divino, diversidade-unidade que engloba tanto o universo como o ser humano (NICOLESCU, 2005), que engloba tanto a cidade como o habitante. Esta transgressão integra a água e os ecossistemas ao PU. No dizer de Domingues (2003), a transdisciplinaridade ocupa os espaços existentes entre as disciplinas, as zonas de indefinição do conhecimento e as áreas de ignorância, mas tem um pensamento organizador que ultrapassa as próprias disciplinas.

Há falta de profissionais capacitados para o tratamento das cidades contemporâneas no desenvolvimento de soluções para o tratamento das águas fluviais e pluviais integradas ao PU (TUCCI, 2006) com visão transdisciplinar. As universidades brasileiras carecem desta formação, segundo o autor, o que apresenta uma visão limitada do que seja gestão integrada do solo urbano e da sua infraestrutura. Baseado no autor destacam-se aspectos que geram esses problemas:

- A falta do entendimento sistêmico de profissionais de diversificadas capacidades que não detém referências apropriadas sobre as adversidades e suas razões, cuja resolução resulta em alto custo financeiro para o cidadão e ecológico à cidade;
- A concepção inadequada e desatualizada desses profissionais das engenharias, quanto à visão ambiental, para o planejamento e controle dos sistemas, geralmente busca

soluções estruturais que alteram o ambiente com excesso de áreas impermeáveis com consequências para população e inundações na cidade.

Além disso, o PU e a gestão precisam abraçar as causas da mudança climática que fazem parte do contexto das cidades da região carbonífera e levar em consideração não somente a questão ecológica, mas a experiência vivida com os impactos do *el Niño* e *la Niña*.

O PU também deve buscar para si o tema das consequências da falta de vegetação das cidades, da impermeabilização das margens dos rios, da destruição de matas para execução de novos loteamentos e condomínios, das pressões do ser humano sobre o meio ambiente, principalmente, no pós-pandemia. Assim, é relevante propor mudanças com soluções ecológicas e a rápida transição com energias limpas, tratamento dos fluxos das águas urbanas de forma mais natural possível, aumentando a biodiversidade e equilibrando a saúde dos SES.

Para isso, é importante a relação entre o ambiente construído e o ambiente natural (TUCCI, 2005), questão pouco especulada pelo planejamento tradicional pela desconexão entre o natural e o construído, de visão racionalista. Esta pesquisa traduz o pensamento de introduzir a teoria sistêmica complexa no tratamento do ecossistema urbano especificamente no UWC e da biodiversidade urbana, considerando os problemas socioambientais e a necessária mudança de paradigma, o que pode contribuir na resiliência das cidades.

As alterações nos ecossistemas da Terra e a falta de relação entre os espaços naturais e os espaços construídos apresentam variedade e multiplicidade de problemas que requerem da cidade contemporânea outra forma de pensar a cidade. As dicotomias existentes entre as desigualdades sociais e as abundantes fontes de riquezas naturais refletem-se na cidade abastada e nas periferias pobres, nos ambientes naturais e nos ambientes sociais e na mudança de uso do solo em conflito com os elementos naturais. São os problemas sociais interconectados a problemas ambientais que demonstram a necessidade de um tratamento sustentável voltado para o crescimento das cidades.

Para um crescimento ser sustentável deve tratar a cidade como um todo, no contexto dos ecossistemas. Para isso requer um PU que integre os serviços da natureza na infraestrutura e nos assentamentos urbanos focado para as pessoas. A biodiversidade e os SES garantem a qualidade de vida dos habitantes urbanos principalmente no que concerne aos fluxos da água e importam para a permanência da vida no planeta. O tema água e UWC estão interligados ao convívio dos usuários no contexto urbano e ecológico, definidos como questões de vida. Por isso o PU e o desenho devem ir além do território, devem correlacionar meio urbano e meio natural e conectar ciências sociais e ciências ecológicas. Verifica-se, dessa forma, uma mudança

na visão dos profissionais e hipoteticamente na academia e, por consequência, uma mudança epistemológica.

Esses problemas que têm consequência na vida se resolvem com um pensar transdisciplinar (SANTOS, 2005). Embora a Natureza não possa ser concebida fora de suas relações com o ser humano, o pensamento mecanicista, do século XIX, é predominante até hoje (NICOLESCU, 2005). O raciocínio ainda tende à objetividade e à linearidade e o conhecimento tende ao pensamento cartesiano.

A falta de profissionais capacitados (TUCCI, 2006) para o tratamento transdisciplinar das cidades contemporâneas, está baseada na carência desta formação nas universidades brasileiras. Como esta pesquisa sobre PU com abordagem ecossistêmica que necessita integrar os UWC, os SES e a ecologia urbana, esbarra na necessidade de conexão entre as ciências sociais e as ciências ecológicas.

Por orientação, durante a qualificação, de não mergulhar no tema da transdisciplinaridade, por falta de referência, esta pesquisa apenas demonstra a necessidade que o PU tem de contemplar no estudo da cidade o contexto ambiental, a relação da natureza com o habitante e suas necessidades emocionais e físicas. Os autores buscados para o tema, invariavelmente, citam a necessidade de trabalhar o PU, nestes termos, com a transdisciplinaridade. É montado nesta oportunidade, através do LabSDMA - Laboratório Sociedade, Desenvolvimento e Meio Ambiente, um *atelier* que faz parte do Grupo Ânima da UNESCO, para estudar transdisciplinaridade.

A profissão do arquiteto urbanista tem grande responsabilidade na construção da cidade e, portanto, pela crise pela qual passam as cidades do planeta. Esta pesquisa pretende compreender a necessidade de mudança do ponto de vista dessa profissão, mais precisamente da área PU na maneira como é proposta esta cidade com problemas sem solução aparente.

O tema do estudo é indicado a professores e alunos de PU, técnicos e gestores das cidades e demais interessados neste campo do conhecimento científico, o de uma cidade que precisa ser olhada por outro prisma; essa cidade que agoniza por transição nos saberes compartimentados, por respeito aos elementos naturais e à realização dos habitantes; essa cidade que quer resolver problemas novos com saberes velhos, com novas abordagens e soluções duradouras porque mais naturais e mais permanentes.

Alguns resultados alcançados, vinculados a esta tese: apresentação do artigo “Tratar a cidade como ecossistema: contribuições teórica e prática visando à sustentabilidade urbana” no VIII SPPGT - Seminário de Pesquisa, Planejamento e Gestão Territorial, em agosto de 2018, publicado na revista Tecnologia e Ambiente da UNESCO, em outubro de 2018; apresentação do

Artigo “Sociedade e natureza: perspectivas de diálogo para o ecossistema urbano” no ENANPPAS 2019 e inclusão nos Anais do Encontro; apresentação do artigo “Expansão da espacialidade urbana: onde está a área natural?” no IX SPPGT - Seminário de Pesquisa, Planejamento e Gestão Territorial, publicado na revista Tecnologia e Ambiente da UNESC, em outubro de 2019; apresentação do artigo “As águas urbanas na perspectiva do comum: uma proposta dos jardins de águas para Criciúma/SC”, no II Congresso Internacional sobre o Comum e os *Commons*, em 2020, inclusão nos anais e capítulo de livro; aprovação do artigo “A tragédia dos comuns e as questões sanitárias em tempos de Covid-19: reflexões para repensar o direito à cidade” na Revista de Direito da Cidade (no prelo); confirmação do artigo – “Águas urbanas: jardins de água em Criciúma/SC para um bem viver local e global” no GT 19, do X Encontro Nacional da Anppas, a ser apresentado entre 5 e 8 de outubro de 2021.

Com esse prognóstico, materializa-se o cenário em que se fundamenta esta tese - “Ecossistema urbano em conexão - fluxos da água e biodiversidade com a qualidade de vida frente à mudança climática: propostas de planejamento com base ecossistêmica para a cidade de Criciúma, SC - Brasil”.

1.5.3 Observações necessárias para a pesquisa

Consciente da problemática das investigações o trabalho se preocupou em atingir os objetivos específicos. A área delimitada pelo trabalho se confunde com o espaço urbano mais adensado, ao longo das margens e sobre o rio Criciúma.

Suas nascentes estão localizadas no morro Cechinel, a uma altitude de 270 metros, e nos morros do bairro Pio Corrêa e São Simão a 210 metros. O rio principal é formado pela confluência de dois afluentes, um situado a nordeste e outro situado a noroeste, entre as ruas Cel. Pedro Benedet e Marechal Deodoro. A bacia do rio Criciúma é constituída por pequenos cursos d’água e 78 nascentes que drenam uma área de 18,59 km (IPAT, 2012).

A escolha da área é em função da qualidade ambiental nada recomendável em termos de água, margens do rio, tamponamentos e canalizações, insistentes alagamentos de ruas e passeios públicos e a falta de vegetação genuinamente pública. Em alguns pontos cruciais desta área, mesmo após a construção dos canais auxiliares, em chuvas fortes de verão, os fluxos das águas, sobre as impermeabilizações, dificultam o trânsito de pedestres e mesmo de automóveis. Esta é a área sobre a qual um grupo oficioso denominado “Expedição Rio Criciúma” do qual a autora faz parte, explora e observa as nascentes, as águas e os entornos do rio.

A relação entre as estruturas “cinzas” construídas e os fluxos d’água afeta diretamente o cidadão. Para isso é importante avaliar formatos de cidades resilientes, comparando a sensibilidade ambiental que representa uma cidade sensível à água com o objetivo de alcançar a sustentabilidade. A área é pesquisada através de estudos empíricos realizados por diversos autores locais, o histórico de enchentes no capítulo 6, “A cidade de Criciúma e a água como ponto de inflexão e problematizador da pesquisa”, além da vivência, como cidadã, convivendo ao lado do rio.

Após a análise do “Diagnóstico Ambiental do rio Criciúma”, executado pelo IPAT (2012) e da pesquisa de Orige, Oliveira e Julião (2015), “Integração de informações geoespaciais para analisar a ocupação do solo na área de preservação permanente da Bacia hidrográfica do rio Criciúma/SC/Brasil”, verifica-se a necessidade de tratamento ecológico nas áreas adjacentes ao rio e nas áreas de APP, margens deste, a cuja necessidade o projeto de canais auxiliares não se ateve.

A partir daí os estudos teóricos possibilitam a geração de novos fundamentos para aplicar nos conceitos e princípios de sustentabilidade relacionados ao aumento da biodiversidade e à saúde dos ecossistemas para o equilíbrio dos SES conectados ao desenho sensível à água e ao PU.

1.5.4 Teoria e métodos da pesquisa

A questão dos fluxos da água urbana de Criciúma causam incômodos antiestéticos, socioeconômicos e climáticos, mesmo depois da execução dos canais auxiliares, e a poluição generalizada das águas da região traz a falta generalizada de água potável na cidade. Os objetivos específicos buscam a sustentabilidade urbana, focam o aumento da biodiversidade com o objetivo de equilibrar os SES para melhorar e renaturalizar os UWC.

Foram consultadas bibliografias na área de drenagem pluvial urbana (TUCCI), Agência Nacional das Águas (ANA), Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997), Programa de Drenagem Urbana Sustentável (Ministério das Cidades), *International Hydrological Programme* (UNESCO) e em infraestrutura verde em HERZOG (2013); GORSKI (2010) e FERREIRA (2010). Foi verificada a lei Federal nº 6.766/79 de parcelamento do solo; o Estatuto da Cidade, vários manuais e códigos do programa australiano WSUD e os de planejamento de baixo impacto americano LID e o guia de Nova Iorque, EUA, entre outros.

Nos estudos sobre sustentabilidade urbana, toma-se consciência da necessidade de inter-relacionar o habitante do lugar ao contexto da natureza, como ensina Capra (2006b), e de

correlacionar o espaço construído com o espaço natural que envolve a relação entre as ciências sociais e as ciências ecológicas (SANTOS, 1989; PRIGOGINE; STENGER, 1997; 2009; PICKETT; CADENASSO; GROVE, 2003; CHELLERI, 2012; PNUD, 2006; 2019). Com a revisão da literatura foram surgindo as percepções da necessidade de conectar o contexto natural e o contexto social ao desenho sensível à água e ao PU.

Nicolescu (2005) afirma que é impossível eliminar as tensões que ameaçam a vida no planeta sem outro tipo de educação (e de tratamento da cidade), sem levar em conta todas as dimensões do ser humano. O estabelecimento de uma relação recíproca entre a ciência social e a gestão ambiental, no PU e no desenho urbano sensível à água, apresenta uma nova linguagem e uma nova visão para se tratar a cidade que busca o caminho da sustentabilidade e a resiliência.

Além disso, os múltiplos aspectos da água entre os quais sua realidade globalizada, complexidade, incerteza e produção e multiplicação de riscos dialogam com a dimensão da transdisciplinaridade. Na relação dos desastres ambientais entre água e clima, convive-se com duas dimensões: a da mitigação e a da adaptação. Somados aos desastres provocados pela omissão e a irresponsabilidade da autoridade pública, de deixar pessoas morarem onde não devem, está diretamente vinculado às enchentes e a multiplicação dos locais urbanos inundáveis das nossas cidades (JACOBI, 2009).

O PU, no Brasil, é alheio às águas urbanas as quais são tratadas por planos complementares pela engenharia sanitária e outras engenharias, desconectadas das múltiplas relações do contexto urbano, muitas vezes impactando os resquícios de elementos ambientais, ainda existentes, a vida dos habitantes e até a economia, dificultando a ação eficiente do crescimento urbano.

A incorporação de conhecimentos e de práticas não acadêmicas ou outro tipo de conhecimento com uma percepção mais ampla do mundo inspira à mudança na visão de mundo. No entendimento de Nicolescu (2005, p.64), as modificações da realidade *ad eternum* abrem o conhecimento para sempre. Isso significa a transgressão da dualidade, onde o conhecimento “é exterior e interior ao mesmo tempo”. Ele não separa o exterior do interior.

O desenvolvimento superdisciplinar na universidade, cega o essencial que cai entre as disciplinas. Do essencial da vida, do ser humano e do sujeito, entrelaçados num todo complexo e sistêmico, emerge a transdisciplinaridade que a cegueira dos progressos da ciência não favoreceu. O progresso científico e a política poderiam se conscientizar e salvar do desastre a que se pode acometer e transformar as condições atuais (MORIN, 2011). Essa disciplinarização criou barreiras entre as diversas áreas do conhecimento cujo remédio é a

transdisciplinaridade, que trabalha no sentido de encontrar o antídoto e aproximar as disciplinas e unificar o conhecimento (DOMINGUES, 2003).

Para que o procedimento metodológico integre a mudança de visão e seja fundamentado, o referencial teórico conceitual revisa a retrospectiva histórica da produção da cidade e os vários movimentos pelos quais o PU passou e já se conectou às questões ecológicas; mostra a relação entre o aumento da urbanização e as águas e faz repensar a relação do ser humano com o planeta para perceber a cidade como um sistema. Os caminhos da ciência fazem vislumbrar as interconexões do PU e por fim perceber a água como epicentro da crise de percepção pelos cuidados incompatíveis que recebeu nas últimas décadas.

Referencia a água como elemento vital e preconiza a visão holística. Todas as dimensões e os sentidos que afeta e seus valores podem remeter à mudança de paradigma e a um olhar transdisciplinar. Considera os recursos hídricos, os fluxos de água e de vida, os SES, os recursos naturais urbanos e a drenagem das águas pluviais conectadas à biodiversidade e aos seres vivos. O histórico da cidade e os percursos da água produzem a espacialidade urbana.

Mostra que os valores da água podem ser revertidos e tanto poderá curar como matar, pois é um grande desafio no cenário da cidade. Seu valor primordial a torna um direito humano nas discussões mundiais e é propalado que “a água é um direito, não é mercadoria”, mas o sistema capitalista a expõe como matéria-prima e foi revertida legalmente em recurso e levada para outros países, virtualmente, em *commodities*.

É mote de debate emergente porque é a pior consequência para os riscos de aquecimento global. Assim, a avaliação sobre a saúde dos ecossistemas concorre com a quantidade e qualidade da oferta de água. Um histórico dos conflitos políticos pela água mostra insegurança em diversas direções do planeta e confirma que os países mais ricos consomem muito mais água. A realidade regional e nacional mostra que o cerrado brasileiro é o grande produtor de água, do planeta, mas é desrespeitado.

Esses motivos diagnosticam que a racionalidade ambiental vem mudar o paradigma para tratar o ciclo das águas urbanas e da biodiversidade urbana com a teoria sistêmica complexa recomendado através do encaminhamento teórico no estudo da ecologia urbana para poder regenerar os espaços urbanos. Por fim, no conceito de PU, com base ecossistêmica, poderá integrar os SES na vida das pessoas e na gestão das cidades para promover a cidade à sustentabilidade e resiliência.

A modalidade da pesquisa é teórica – qualitativa e investigativa e opta por tratar do caráter objetivo e subjetivo da água apresentando seu valor como presente da natureza e assim um direito humano. O método utilizado é uma revisão técnico-conceitual alternativa, de

drenagem pluvial, baseada nos UWC que o PU poderá usar para ajudar o crescimento da cidade por um caminho sustentável, na transição frente à mudança climática.

Para isso é importante avaliar conceitos e cidades sustentáveis e resilientes, como conteúdo da pesquisa, comparando a sensibilidade ambiental. No capítulo 4, ambas são representadas por métodos de PU que se utilizam da abordagem ecossistêmica para se tornarem sensíveis à água com objetivo de alcançar um desenvolvimento sustentável. Os métodos integrados do *design* permacultural são exemplos trazidos como contribuições sistêmicas.

Os fundamentos estudados no Referencial Teórico ajudam a analisar o planejamento urbano integrado - PUI de Medellin como um programa inovador e de referência, o planejamento ecossistêmico de 13 cidades canadenses, o *design* permacultural e o urbanismo biofílico, apresentados como avanço.

O Sistema Urbano de Drenagem Sustentável - SUDS, de Medellin-Colômbia, seria observado *in loco*, em junho de 2020, o que foi impossibilitado pela quarentena a que o planeta se submeteu. Este sistema faz parte do PUI e trata as águas da cidade com proteção dos fluxos de água e vida e das margens do rio Medellin, que a corta em um PU conceituado de planejamento “para a vida”.

Entre outros SUDS, alternativos, as SbN - Soluções baseadas na Natureza, foram estudados o método australiano - WSUD e o americano LID - Desenvolvimento de Baixo Impacto. As técnicas para uma cidade resiliente, adaptada às mudanças climáticas, apresentam ferramentas fundamentadas nestas metodologias sensíveis à água (capítulo 5) como a infraestrutura verde e a cidade biofílica. São metodologias que atingem paisagens hidrológicas funcionais com comportamento similar ao natural.

Escolheu-se Nova Iorque (item 5.3.1) como *case* de desenho sensível à água, de adaptação às mudanças climáticas, por ser uma cidade altamente urbanizada que pratica o método LID e porque se apresentou como possibilidade de ver *in loco*. A viagem, marcada para setembro de 2020, foi tolhida devido à Covid 19.

A importância do tema está em convalidar o estudo do pensamento sistêmico complexo ao ecossistema urbano que abrange as dimensões sociais, naturais e do ambiente construído. O ponto de inflexão e problematizador da pesquisa é o fluxo das águas na bacia hidrográfica do rio Criciúma que consta no capítulo 6, cuja relação entre as estruturas construídas, como as canalizações e retificações do rio Criciúma e os processos naturais, afeta diretamente o cidadão.

Por fim, depois de recolher e explicar toda a informação, analisa-se a área proposta e identificam-se as zonas mais sensíveis e quais as áreas de intervenção e locais possíveis de

instalação de *design* sensível à água, na bacia hidrográfica do rio Criciúma, métodos que melhor se enquadram à área geográfica, analisando possibilidade de melhorar a qualidade de vida da população com o aumento da biodiversidade e criação de nova paisagem urbana e, mais especificamente, dos pedestres e motoristas ao facilitar a mobilidade de pedestres e ciclistas.

A metodologia se completa com o Quadro 1.1. - Objetivos Específicos, enumerados de 1 a 4 que serão atingidos com a Metodologia apontada nos espaços de A1 a A4 com autores, métodos e técnicas buscados.

Quadro 1.1 - Objetivos Específicos e a Metodologia usada

1. Apresentar princípios complementares que existem entre a espacialidade urbana e o foco ecológico da cidade em conexão com a resiliência ecológica correlacionando o ciclo das águas, a biodiversidade, os espaços construídos e as pessoas;
A1. Relacionar autores do pensamento complexo como Morin e Prigogine, sistêmico de Capra, os que deram suporte ao PU integrado ao ecossistema urbano - Farr, Gibson, Jacobs, MacHard, Newman, Spirn - e os que deram vistas à inter-relação entre as ciências sociais e ciências ecológicas - Boaventura Santos, Pickett; Cadenasso; Grove; Chelleri e contribuições do PNUD.
2. Compreender o UWC, visando à Ecologia Urbana como ponto de convergência das relações da água e da ocupação do solo;
A2. Buscar nos autores adeptos da cidade verde como Ebenezer Howard e a Cidade Jardim, a Permacultura de Bill Mollison, a estrutura verde, o urbanismo ecológico e biofílico em Newman, Spirn e Herzog, entre outros estudos sobre resiliência e sustentabilidade;
3. Identificar metodologias de PU baseado em ecossistemas que integram as pessoas e o ambiente para alcançar o equilíbrio com o UWC;
A3. Apresentar métodos científicos, técnicas, programas e sistemas sustentáveis de drenagem urbana, buscando exemplos de projetos realizados;
4. Identificar possibilidades de introduzir em Criciúma, e outras cidades, contribuições para torná-la sensível às águas.
A4. Identificar pontos de alagamento, conexões da água e por meio de observações, informações e inventário fotográfico, consultas à PMC – Prefeitura Municipal de Criciúma, CASAN e FAMCRI e trabalhos pesquisados no repositório da UNESCO, comparados às metodologias estudadas.

Fonte: Baseado na pesquisa (2020).

2 REFERENCIAL TEÓRICO CONCEITUAL

Este capítulo mostra que pesquisar sobre os UWC exige ampliar o conhecimento sobre o tema água, seu ciclo, influência e importância, não apenas na vida cotidiana das pessoas como na indústria e na natureza, principalmente em tempos em que essa se transforma em mercadoria valiosa e as empresas multinacionais a miram como recurso. Este capítulo se inspira no assunto, a fim de valorizar o elemento ainda mais, mostrar o desleixo no trato do mesmo e de buscar formas alternativas de preservá-lo e “produzi-lo” com eficiência.

O crescimento da população mundial urbana aumenta a demanda por água, e contrariamente aumenta a poluição e canalização de rios. Continua-se a usar água potável e tratada para descargas sanitárias, impermeabilizam-se espaços urbanos e poluem-se as águas benditas que caem do céu logo que batem ao solo. A discussão desta tese está concentrada em estudar a água conectada aos SES e ao PU e na inter-relação desta com as pessoas e o meio urbano. Sabendo-se que os impactos das atividades humanas refletem na atmosfera, nas pessoas, na superfície urbana, nos rios, na biodiversidade e até nas águas de subsolo, cumpre-se, neste capítulo, uma observação generalizada da água.

As influências da agricultura, da indústria e da gestão de ecossistemas urbanos e naturais sobre a água tornam as decisões sobre sua gestão uma condição difícil de resolver pelas distintas realidades entre necessidades e tantas partes interessadas.

Essa inter-relação da água no meio urbano, obriga o PU a absorvê-la e abordá-la de forma integrada. Isto não é ideia nova, mas, está longe de uma universalização (GIRAUD; ORLIANGE, 2016). Só os países que sentem os problemas de escassez de água estão atentos à necessidade da transição frente à mudança climática e dão sinal de mudança e inovação, como USA, Austrália, França, Holanda, Reino Unido entre outros.

Muito além das necessidades fisiológicas, capitalistas ou de lazer, a água está na poesia, na religião, na magia, no prazer, na beleza da paisagem e na mitologia. Por isso, na mitologia hindu o rio Ganges nasce no céu - ele vem do alto do Himalaia ocidental.

Na realidade brasileira não há apenas o rio Amazonas, veremos que há os rios voadores (NOBRE, 2015), resultado da evapotranspiração da floresta Amazônica. Eles demonstram a importância da vegetação para os ciclos de água, a agricultura, a economia e a vida, e a influência que as águas pluviais podem ter para uma cidade, da mesma forma que evapotranspiração é importante para o clima da cidade.

Muito embora continuem-se alterando os ecossistemas que dependem da água tanto quanto qualquer ser vivo. A lógica dos viventes deveria ser a compreensão de que “a natureza

e a água são indissociáveis” (AEA, 2018, p.49). O tipo das infraestruturas urbanas tradicionais influencia na deterioração de espaços, dificulta um convívio social aprazível, desvaloriza paisagens naturais e construídas, desconhece os valores da natureza, os critérios da sacralidade da água e seu valor intrínseco e reconhece a insustentabilidade. A falta de inter-relacionamento das pessoas com a água desconhece a insuficiente qualidade na vida sem ela. Do crescente aumento das populações emerge o perigo de destruição do ciclo da água. Estes requisitos demonstram a necessidade que a cidade tem de se preparar frente à mudança climática.

O processo de urbanização não necessariamente precisa desmatar a vegetação nativa tampouco descaracterizar ou poluir rios urbanos, muito menos canalizá-los e tamponá-los. Os cursos d’água podem cooperar no crescimento e até direcionar o desenvolvimento dos assentamentos urbanos, fazendo parte da paisagem urbana, tendo as mais diversas funções.

O cenário de distanciar os rios da paisagem natural está ligado ao tipo de planejamento e gestão urbanos, à consciência de gestores e técnicas arcaicas (TUCCI, 2005).

Este capítulo traz as benesses e importância da água como elemento vital, lista diversas atividades e usos para o bem-estar ou mal-estar humanos e riscos, numa abordagem expositiva e questionadora. A visão geral da água no mundo confirma o quanto é desvalorizada em oposição à extrema necessidade.

Os usos, funções e serviços da água, conflitos por ela e sua distribuição geográfica desigual no planeta mostram seus poderes em vista da multidimensionalidade e diversidade, sem a pretensão de fazer uma análise do bem ou do recurso hídrico em si, pois o cenário global da água dá consciência de quão grande é o tema e diversas são as interconexões com outros temas. A compreensão é que cada um desses subtemas daria para desenvolver uma longa reflexão.

Dados da ONU, ANA e outros órgãos nacionais e internacionais, empresas, autores como Petrella, Barlow, Rebouças, Shiva, Tundisi e Tucci fornecem a situação de disponibilidade de água no planeta, na América Latina e no Brasil, apontam regiões mais críticas, discussões mundiais da água como um direito humano, aspectos da privatização e da mudança climática e problemas de drenagem urbana. Herzog, Spirn, Gorski, entre outros, fornecem subsídios para estudar a relação das estruturas urbanas da água com a cidade e Capra, Morin, Leff e Odum avivam os conhecimentos sistêmicos e complexos que envolvem a água.

O percentual de aumento do consumo maior que o do crescimento populacional mundial, mais do que o ecossistema suporta, traz conflitos e a torna questão de segurança, defesa e (in) sustentabilidade. O capítulo mostra que essa visão da realidade e o distanciamento

com os elementos da Natureza confirmam o quanto se precisa aprender com ela, posto que não existe para realizar nossas vontades e desejos.

As alterações que a humanidade tem efetuado nos ecossistemas com relação à água, no ambiente global, traz impactos para os SES, às pessoas e ao clima.

Há povos com escassez de água, por outro lado, a água pluvial que cai no solo urbano é, imediatamente, poluída, os rios estão poluídos e as áreas ribeirinhas cada vez mais impermeabilizadas. A água é um bem comum, mas está cada vez mais sendo privatizada. Ao que Petrella (2020) intitula de expropriação e mistificação da sua segurança. Veja-se o novo marco legal do saneamento básico, no projeto de lei - PL 4.162/2019², de iniciativa do governo brasileiro, aprovado em plena pandemia de 2020.

Os exemplos, gráficos, taxas e estudos mostram o estresse hídrico e apontam alguns conflitos existentes em função da carência de água. Estes itens aparecem como importantes na relação água e capitalismo que a transforma em recurso. A realidade global, regional e nacional da água mostra uma tentativa de contribuir com sua valorização quando a arbitrariedade nos diversos usos avulta, na contemporaneidade, sua importância no que tange às cidades, às pessoas e ao meio.

Como elemento multissetorial complexo, transpassa a vida, a espiritualidade, o conflito, a política, a religião, o direito, a economia, a ecologia, a biologia, a geografia, a sociologia e a arquitetura e urbanismo. Verifica-se, dessa forma, validar a necessidade de tratá-la como elemento multi e transdisciplinar. A forma racional e cartesiana com a qual a água é tratada evidencia a insustentabilidade relacionada aos impactos na biodiversidade, na alteração dos SES e, principalmente, na disponibilidade e na qualidade da água.

Ao final e de grande importância para a tese, o capítulo mostra a ecologia urbana na regeneração dos espaços urbanos e na relação entre a biodiversidade e os processos da água.

A visão sistêmica concebe um mundo integrado e encaixado aos processos cíclicos da natureza (CAPRA, 2006b) com a qual o PU fica mais humanizado e ecológico. O pensamento resiliente e a ecologia urbana mostram que há outro caminho original e natural para o ciclo da água que ajuda na regeneração de espaços urbanos e no aumento da biodiversidade,

² Projeto de lei - PL 4.162/2019, aprovado em 24/junho/2020, facilita a privatização de estatais do setor e extingue o modelo atual de contrato entre municípios e empresas estaduais de água e esgoto. De iniciativa do governo brasileiro, teve como relator do projeto Tasso Jereissati (Agência Senado). Esse é o maior interessado na privatização, por conta de suas empresas de bebida, pois é representante da Coca-Cola no Brasil (Revista Forum, disponível em: <https://revistaforum.com.br/politica/psdb-defende-projeto-de-tasso-jereissati-que-privatiza-agua-e-apanha-nas-redes-senador-coca-cola/>).

além de mais fácil execução e mais barato. Na sequência, apresenta-se a importância da água para a vida.

2.1 ÁGUA, ELEMENTO VITAL E SUA IMPORTÂNCIA - UMA VISÃO HOLÍSTICA TRANSDISCIPLINAR

“A água tem papel central no bem-estar material e cultural das sociedades, por todo o mundo”, mas infelizmente representa a ameaça de devastação ecológica mais severa e mais invisível do planeta, assim Shiva (2006, p.17) denuncia a crise da água. O espírito da água é a manifestação da grande mãe universal, mas, a civilização não tem esse sentimento de respeito. Destrói sem saber que é destruição, tamanha é a desconexão com a realidade maior da vida e da essência humana (SRI PREM BABA, 2018).

A interconexão da água com a vida no sentido físico e espiritual seria a sintonia entre a vida humana, animal e vegetal que se alcança com o respeito ao valor essencial que a água, efetivamente, tem. A importância da água na epigênese³ da Terra é tal que sem ela a vida seria varrida pela energia solar. “Sem água não pode haver vida” (figura 2.1). Foi a água na Terra que possibilitou a vida, senão a Terra seria seca. A água surgiu através da fotossíntese que participou na sua formação pelo oxigênio liberado na atmosfera redutora na época do Arqueano⁴ quando parte desse oxigênio combinava com o hidrogênio gasoso, produzindo água e vida (LOVELOCK, 2006b, p.44).

Figura 1.1 - Água é sinônimo de vida: sem água, sem vida



Fonte: Disponível em: <https://ipappicuritiba.com.br/agua/>.

Considerada o bem mais valioso e crucial para a vida humana, necessária à sobrevivência e à abundância, foi enaltecida desde antes de Cristo pelo primeiro filósofo da humanidade, Tales de Mileto, que já dizia que o universo é feito de água, e sem água tudo morre. O profundo pensador chinês, filósofo e escritor que viveu antes de Cristo, Lao-Tsé, já reconhecia a dependência da água para o ser vivo: “A água pode agir sem o peixe, mas o peixe

³ Origem e desenvolvimento dos seres sobre a superfície terrestre.

⁴ Nascimento da Terra de 3,7 a 2,5 bilhões de anos atrás (LOVELOCK, 2006b, p.78).

não pode agir sem a água” (TAO-TE CHING, XXXIV). Na contemporaneidade, ainda não se chega ao nível de consciência do uso responsável da água, mesmo reconhecendo sua necessidade e importância na história, em quase todos os acontecimentos.

A água ocupa os lugares mais baixos e se acomoda (TAO-TE CHING, VIII). Como elemento democrático se molda em qualquer invólucro que a contém, dotada de propriedades, tem volume e ocupa espaço. Assim, se configura na forma de rio, mar, lago, geleira, calota polar, neblina, orvalho, em neve a cair ou em lágrima a rolar. Mas, para ser potável, ela deve se apresentar cristalina, inodora, incolor e insípida. Ela é o H₂O encontrado nos estados líquido, sólido ou gasoso.

As necessidades humanas fizeram conexões e deram denominações para a água - é vida, pode ser terapêutica, límpida, cristalina, água-de-cheiro, que rejuvenesce, água que purifica os pecados, sagrada ou profana, mas continua sendo água, independentemente do modo como os humanos a concebem e a valorizam. Água é ordinariamente física sendo capaz de estabelecer relações e significados que guiam percepção frente aos lugares e atuação dos indivíduos e dos grupos sociais. Ela carece de significados em si mesma, mas recebeu significado e preço, consolidando interesse e conflito humano.

Há 50 anos da aventura espacial, quando os astronautas mostraram a primeira foto do planeta, confirmou ao mundo maravilhado que a Terra é azul, devido às grandes massas de água espalhadas por oceanos e mares, em dois terços da sua superfície. Acontece que de toda essa água apenas 2,5% são doces (Quadro 4). Ou seja, 97,5% da água existente no mundo é salgada e não é adequada ao consumo direto, tampouco à irrigação. Dos 2,5% doces, 69% são de difícil acesso porque estão congelados nas calotas polares, *icebergs* e glaciares, 30% integram os aquíferos e 1% encontra-se nos rios (CLARKE; KING, 2005; ANA, s/d).

Destaca-se, no Quadro 4, para ficar bem claro:

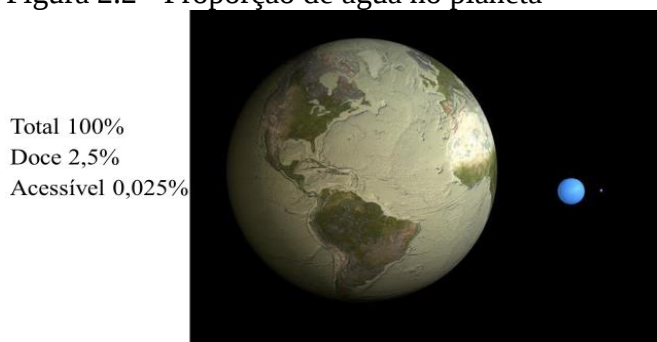
Quadro 2.1 - Proporção de água doce existente no planeta

69% dos 2,5% da água doce são de difícil acesso;
30% dos 2,5% da água doce integram aquíferos;
01% dos 2,5% da água doce encontra-se nos rios.

Fonte: Da autora baseado em (CLARKE & KING, 2005; ANA, portal).

Apenas 1% dos 2,5%, ou seja, 0,025% do total das águas do planeta estão disponibilizadas em rios, lagos, áreas alagadas e represas acessíveis para usufruir facilmente. A Figura 3 apresenta visualmente a proporção desse volume total.

Figura 2.2 - Proporção de água no planeta



Fonte: Disponível em: <https://hypescience.com/quanta-agua-exatamente-existe-na-terra/> Acesso em: 10/06/2019.

A água agrega os serviços da natureza, os quais protegem as pessoas, a economia e a ecologia, pois garantem a segurança alimentar, a saúde e a energia necessárias para a vida na Terra. Todos os elementos da natureza, bióticos e abióticos, estão inter-relacionados entre si e aos seres humanos, na grande comunidade da vida, a Terra. Mesmo com toda a diversidade e complexidade, os ecossistemas são dependentes da água para sobreviver. Por isso, essa complexidade de sistemas, inter-relacionados entre si e interconectados com a água, quando alterados por degradação e impactos afetam a água.

Segundo Lovelock (2006), a manifestação da vida aconteceu com a interação entre os seres vivos e a biosfera, que se tornou possível através dos quatro elementos que podem ser percebidos pelos sentidos do corpo, da matéria - a terra sólida, a água líquida, o ar gasoso e o fogo plasma ou energia irradiada⁵.

A organização desses quatro elementos representa tudo o que cerca a vida, mas a água é o bem considerado mais precioso do mundo, porque é essencial. Vive-se dependente de todo o entorno, dos quatro elementos organizados, incorporados no meio ambiente, onde a água é fonte de saúde e bem-estar, que purifica, limpa, alimenta e nutre os seres humanos, as plantas, os animais e todos os ecossistemas do planeta. Só é possível usufruir o dom da vida com acesso à água de qualidade, visto que humanidade e planeta são 70% água e surgimos envoltos nela.

Tomando o conceito de sistema em Capra (2006b), para situar a água, esta pertence a uma complexidade de sistemas que atua numa pluralidade de subsistemas, organizada em rede de relações, dependentes entre si, circulando entre níveis e funções, formada por individualidades inseparáveis que formam o todo, para brindar a vida.

⁵ O quinto elemento é o Éter, ou quintessência, não palpável, existente em um estado energético não compatível com a matéria. Ele é o vazio do espaço sideral. Relaciona-se com uma força chamada *Kundalini* para a teosofia. Disponível em: <http://www.teosofico.com/livros/h-p-blavatsky/isis-sem-v%C3%A9u/os-elementais-descritos-pormenorizadamente> É o prana dos hindus, o *chi* dos antigos chineses, o fluido cósmico dos espíritas, o axé dos cultos africanos e o *id* dos druidas.

Nessa organização, a água é fundamental, funcionando, no mundo complexo, o qual representa o bem viver, assinalado no pensamento de Odum (2004), Morin (1984,2005), Capra (2006a, 2006b), Floriani (2014) e Petrella (2018, 2018a), guiado pelos princípios de complementariedade, cooperação, segurança comum, interdependência, solidariedade, dignidade, transformação, participação e tolerância numa pluralidade e multidimensionalidade ao mesmo tempo social, ecológica e espiritual. Ela ainda está envolvida num desafio técnico, ético e político no ato de construir e administrar uma infraestrutura para seu fornecimento. Todo esse contexto evidencia a água como elemento multi, inter e transdisciplinar.

A água é obra da Natureza e todos os seres vivos dependem dela para viver, sendo, assim, um bem comum. Poderá ser um bem para utilizar na navegação, nas práticas esportivas e lazer em rios, lagos e mares ou poderá ser considerada um recurso quando usada para produção de energia, de bebidas e outros produtos, na irrigação e na pecuária ou na produção industrial de peixes. Dessa forma é reconhecida como de importância estratégica, pois lhe é atribuído valor econômico e político. Nesse caso afasta sua efetividade como bem comum, coletivo e público.

Todos precisam de água, mas isso não dá o direito de acesso de todos à água. A prioridade está nas necessidades essenciais da humanidade e dos ecossistemas, depois disso, se disponível, pode ser destinada a outros usos. Mas não há razão para que o seu custo seja plenamente reembolsado pela sociedade. Por exemplo, os sistemas de irrigação são os maiores usuários da água e deveriam garantir a plena recuperação do custo envolvido.

Mesmo porque no Brasil e na América Latina e em outros países, em diversas manifestações culturais de tradição e fé, de comunidades ribeirinhas de pescadores, quilombolas, caiçaras e indígenas existem várias formas de agradecer à água pela cura, pelo sustento garantido e em sintonia com a corrente das águas, para garantir a existência do que tenha vida, que continue a existir (BRASIL, 2015). Os rios, Ganges na Índia e *Whanganui* na Nova Zelândia, têm significado religioso.

Com o passar do tempo, o crescimento e diversificação da sociedade e desenvolvimento de técnicas e da economia modificam a capacidade de usar a água, o que a torna mais importante nos seus diversos e múltiplos usos, para a saúde e a vida de todos, ribeirinhos e povos tradicionais até grupos mais privilegiados, rurais e urbanos, porque a água atinge a todos e a crise hídrica também.

A água apresenta diversas funções no contexto socioambiental, sendo que aqui impõe buscar o sentido espiritualista, ecológico e sociocultural; como elemento de cura, lazer e morte; como direito humano e supostamente, mercadoria, e como os fluxos urbanos da água

podem ser um desafio ou ameaça no cenário da cidade bem além, apenas, da vital dessedentação humana e animal e outros usos domésticos.

2.1.1 O sentido espiritualista, a dimensão afetiva e o valor intrínseco da água e a mudança paradigmática

A água está interconectada à espiritualidade em religiões e culturas, na subjetividade da vida, nos mitos e ancestralidades. Esse sentido espiritualista e afetivo do elemento água vem ilustrado na expressão das emoções humanas quando com ela benzemos, batizamos ou sacramentamos a vida e a morte.

O Fórum Mundial da Água (FMA, 2018) é um evento das corporações e trata da mercantilização e privatização da água em grandes proporções, para prosseguir nos negócios sobre a manipulação da água do planeta (VEGA; BONFIN, 2018) mas para aparentar grandeza e valorizar a água como um bem comum, apresenta também a secção Água e Espiritualidade. O povo indígena ensina que a água é sagrada, por isso deve ser reverenciada antes de consumi-la, pois, seus atributos são de cura, pureza e fonte de vida.

Outra evidência da sacralidade da água e da terra, na cultura indígena, está na famosa Carta do Cacique de Seattle, de 1854, ao presidente dos EEUU, que queria comprar suas terras. Distribuída pela ONU, essa carta é considerada um dos mais profundos pronunciamentos já feitos em defesa do meio ambiente e demonstra quão atual é, como dignifica e reverencia a água e seu amor pela natureza: “Essa água brilhante que escorre nos riachos e rios não é apenas água, mas o sangue de nossos antepassados [...] vocês devem lembrar-se de que ela é sagrada, e devem ensinar as suas crianças que ela é sagrada [...]” (CHEFE INDÍGENA SEATTLE, s/d, s/p).

Na cosmovisão andina nas culturas *aymaras* e *quéchuas*, da Cordilheira dos Andes, a água é considerada um ser vivo integrante da comunidade. Na cosmovisão Guarani está presente o ritual da origem da água: o vapor da água para a comunidade *Jasuka* tem um poder vivificante e revitalizador, onde a terra se originou da água, contado no mito da Avó Grande eterna, que sentada no centro da terra cuidava do *Yvypyte* - fonte de água genuína, de onde surge e se nutre toda a vida na terra (GEZN, 2019). Há quem pense que o povo guarani - da Amazônia, em territórios da Bolívia, Argentina, Paraguai e Brasil - há muito tempo já tinham conhecimento do aquífero Guarani.

No Peru, o povo andino considera a água, sagrada, como uma deidade, ou seja, fonte de divindade, precisamente feminina, pois, carregada com força mágica, gera vida. Para

eles, os humanos estão integrados à natureza formando uma unidade na diversidade. Os espíritos ancestrais constituem divindades que cuidam de homens e mulheres. Assim, no mundo andino, as virgens estão associadas à água, como a Virgem do Rosário, a Virgem de *Cocharcas*, a Virgem da Candelária, associadas a aparições sagradas (ROJAS, 2015).

Uma história milenar aborda a luta do povo *Ayoreos* - povo indígena que habita entre Paraguai e Bolívia - contra a mercantilização da natureza e da água, contada no conto da *Abuela Grillo* - Avó Grilo (Figura 2.3).

Figura 2.3 - *Abuela Grillo*; Figura 2.4 - Carrancas do rio São Francisco



Fonte: <https://dlastframe.com/abuela-grillo-2/> Acesso 02/05/2019;
e <https://www.lendas-de-minas-gerais.noradar.com/lenda-do-caboclo-dagua/> Acesso 02/05/2019.

Na cosmovisão a personagem é dona da água há muito tempo, e seja onde estiver está, também, a chuva. O povo *Ayoreos* mantém uma grande consciência da importância da água, por vivenciar constante seca por longos períodos do ano (INTERBOLÍVIA, 2017; GEZN, 2019).

O Brasil sertanejo, do agreste e da caatinga, é caracterizado pela diversidade cultural e pela pobreza em virtude da seca, onde a água é elemento raro conseguida com ajuda de santos e rituais em clemência à natureza. A observação das estrelas e de certas árvores como o pau-d'arco e imbiratanha, árvore característica da caatinga, fornece elementos de previsão para a tão esperada chuva (DIEGUES, 2009) que quando chega “o sertão vira mar” e transforma a paisagem e a sociedade, a vida econômica e social. É quando aparecem os rios temporários e os moradores plantam roças. Ver item 3.1 sobre construção de cisternas no nordeste brasileiro e mapa 2.2 (p. 184).

O rio São Francisco deu origem a muitos mitos, aos ribeirinhos, populações do semiárido, como o Caboclo d'água, um ser benfazejo, porém vingativo, pois se ofendido pode causar naufrágios ou pesca infrutífera. Para afugentá-lo, esculpem carrancas horrendas (Figura 2.4) adotadas pelos barqueiros, desde a segunda metade do século XIX (NEVES, 2003), na proa dos barcos transformados em folclore e *marketing* turístico. O São Francisco é o maior e,

verdadeiramente, brasileiro, pois nasce em terras brasileiras e deságua no Oceano Atlântico. Conhecido como de integração nacional por ligar as regiões sudeste e centro-oeste com o Nordeste (CBHSF, 2020). A transposição do rio São Francisco, embora leve água para zonas áridas, em colapso hídrico, de estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Ceará, que garante plantações outrora impossível, também ocasionou diminuição da abundância de água e de peixes, no próprio São Francisco, tendo mudado a vida das populações ribeirinhas, indígenas e quilombolas (OLIVEIRA, 2020).

Os povos indígenas brasileiros têm relação vital com rios, riachos, igarapés e lagos, dos quais dependem a pesca e a caça de animais ribeirinhos e sobre os quais desenvolveram mitos que relatam o surgimento de tribos a partir das relações entre os seres das águas e os humanos. Rituais de pesca são realizados para pedir permissão para entrar no rio e capturar peixes. O povo Parakanã, no sudeste do Pará, narra seu surgimento através do mito do dilúvio; os Metutire do grupo Caiapó - localizados no Mato Grosso e Pará, consideram a água um elemento que estimula o crescimento físico e o amadurecimento psicossocial e crescimento rápido das crianças (DIEGUES, 2009).

Os mitos e as crenças na sacralidade das fontes de água percorrem a história de muitos países, como a Índia, em cuja mitologia as águas do Ganges descem do céu (SHIVA, 2006).

A antropóloga e estudiosa das religiões Meyer (2018) quando fala da água sob uma perspectiva bíblica, afirma que todos os mitos de criação do mundo envolvem a água. O mundo nasce da água, o ser humano nasce do líquido amniótico, mas a água tem caráter de caos quando está revolta, incontrolável. Segundo a antropóloga especialista em religião, o dilúvio é ação de Deus contra o pecado e a hipótese que a Bíblia demonstra é que a atual crise hídrica é uma punição, resultado dos pecados contra a natureza como a desertificação e do mau uso da terra.

Dessa forma, pode-se pressupor, conforme a Bíblia Sagrada, que o apocalipse será o deserto como forma de julgamento, uma provação divina: “Suas cidades ficarão completamente arrasadas como um deserto, sem água, onde ninguém conseguirá habitar” (JEREMIAS, 51:48). “Chegou o tempo de [...] destruir os que destroem a terra” (APOCALIPSE, 11:18).

Lembrando que a primeira praga do Egito, na Bíblia, transformou as águas do Nilo em sangue, onde segundo a literatura mitológica existia a divindade *Hapi*, que personificava suas águas durante a inundação anual das terras. Nas mitologias Grega e Romana, respectivamente, Poseidon e Netuno eram deuses dos mares, das boas chuvas, mas também das catástrofes climáticas.

A Bíblia apresenta a teologia da água numa dualidade, como visto, num sinal de ameaça, caos, morte, destruição e ausência de Deus, mas também é vida, bênção, presença e dom de Deus com um forte significado espiritual, na tradição cristã. A água está ao longo de toda a Bíblia, com mais de 300 referências. Na aliança com Noé, no Mar Vermelho para a passagem do povo como também o rio Jordão, aberto para a passagem da Arca da Aliança e a entrada do povo na Terra Prometida. No Salmo 72 Deus descera como chuva sobre o feno. (DIACONIA, 2016).

Segundo Shiva (2006, p.158), a “devoção espiritual aos rios foi varrida da Europa com o advento do cristianismo”, que classificava a adoração como paganismo e a abominava, mesmo assim manteve-se a fé profunda das pessoas no caráter sagrado da água.

Por que o pensamento cartesiano triunfou sobre a natureza à ideia da subordinação? Talvez a visão de progresso encoraje o homem sobre seu medo da dominação da Natureza, muito embora haja uma ligação emocional forte entre o ser humano e a natureza. Como no pensamento de Morin (2005) existe uma interdependência ecológica entre os indivíduos e seu ambiente. Na Bíblia Sagrada os sinais de ameaça da água demonstram essa relação num contexto de convivência, que integra a água e o ser humano na Natureza. Antes da industrialização, as cidades já demonstravam submeter a Natureza aos seus anseios.

Com o desenvolvimento humano, no decorrer dos tempos a tecnologia e o sistema racional acentuado com a Revolução Industrial mudam o paradigma e essa relação se transforma. No paradigma contemporâneo a tecnologia decide “que tudo pode”, destaca o ser humano como o centro da Terra e os elementos da Natureza como meros recursos.

Ou seja, a união da tecnologia com o capitalismo é a maior ameaça que há para a Natureza. O ser humano passa a se considerar superior ou talvez até negligenciar a natureza como se dela não necessitasse, dominando-a à sua disposição, pois a ética da contemporaneidade, ainda, é antropocêntrica. Tanto assim que o povo *Whanganui Iwi* na Ilha do Norte, da Nova Zelândia, levou mais de um século para provar que sua relação ancestral com o rio *Whanganui* tem conexão espiritual profunda.

O parlamento neozelandês reconhece, em 28 de março de 2017, a relação sagrada da população *maori* com o rio, aprovando uma lei que ficará histórica pela personalidade jurídica que dá ao rio. A solicitação de indenização e justiça do povo nativo ao parlamento iniciou em 1870, dois séculos atrás. Nesse ano, o povo nativo reclamou ao parlamento, pela primeira vez, do impacto causado pela mineração do leito do rio que diminui sua qualidade, destrói açudes e pescarias de enguias e degrada as barreiras culturais.

O acordo, vencido após 147 anos, corrige ações e omissões da Coroa⁶ e reconhece os 145 quilômetros do rio *Whanganui* como um todo indivisível e vivo, compreendendo das montanhas até o mar e todos os seus elementos físicos e metafísicos. Isso também proporcionará proteção e restauração a longo prazo do rio, o terceiro maior do país, tornando-o uma entidade viva com os mesmos direitos que um ser humano aos olhos da lei, legalmente reconhecido como tal (NZ, 2017).⁷

O reconhecimento jurídico do rio *Whanganui* da Nova Zelândia deu ênfase ao Supremo Tribunal de Uttarakhand, da Índia, ao conceder, cinco dias após, a mesma personalidade jurídica ao rio Ganges, considerado o rio mais sagrado do país, que ocupa um lugar de destaque em sua mitologia, talvez mostrando quão influente e inovadora é a abordagem da Nova Zelândia. O *status* jurídico de ambos os rios significa que se alguém poluir a lei o tratará igual como se prejudicasse um ser humano. Ficou decidido pelo Tribunal de Uttarakhand a formação de um Conselho de Administração do Ganges para limpeza⁸ e melhor manutenção do rio que poderá voltar a fluir em toda a sua glória (DHAKA TRIBUNE, 2017).

Lembra-se que na América Latina, mais precisamente o Equador, libera-se da prepotência de dominação antropocêntrica sobre a Natureza antes da Nova Zelândia e da Índia, pois no início do século XXI, em 2008, muda este paradigma e reconhece a Natureza como sujeito de direito. Na sua Constituição “*La naturaleza será sujeto de aquellos derechos que le reconozca la Constitución. La naturaleza o Pacha Mama, donde se reproduce y realiza la vida, tiene derecho*” (CRE, 2008, Art. 10 e Art. 71).

A personalidade subjetiva da Natureza na Constituição da República do Equador restringe a atuação sobre o meio ambiente como meros objetos dos desejos econômicos e materiais do ser humano, rompendo com a relação antropocêntrica de submissão. Assim, o valor intrínseco dos ecossistemas - florestas, oceanos, rios e animais - responde juridicamente como sujeito e inclui a dimensão cultural da convivência com os homens em sintonia com a natureza.

Seu valor é percebido no exemplo oferecido por Maliska e Moreira (2017), que cita um processo civil⁹, onde fica confirmada uma revolução paradigmática que envolve o rio

⁶ Nova Zelândia é uma monarquia constitucional e um reino da *Commonwealth* pelo qual Elizabeth II ocupa o trono desde fevereiro de 1952. Disponível em: www.google.com.br.

⁷ O povo Whanganui Iwi, presente no parlamento, festeja a vitória, cantando lindamente, *waiata*, após a Terceira Leitura, Parte 13, do projeto aprovado. Gravado ao vivo pela rádio e TV do Parlamento da Nova Zelândia. Disponível em: <https://www.parliament.nz/en/watch-parliament/ondemand?itemId=180552>. Acesso em 20/05/2019.

⁸ É confirmado por pesquisas bacteriológicas que o rio Ganges está saturado com minerais antissépticos que matam bactérias, inclusive germes da cólera (SHIVA, 2006).

⁹ Tribunal Provincial de Loja, Sentença nº 11121-2011-0010 (30 de março de 2011).

Vilcabamba, localizado na Província de Loja, interior do Equador, como primeiro exemplo mundial que reconhece um elemento da Natureza como sujeito de direito. O rio ganha na Justiça por seu valor intrínseco em virtude da constatação de degradação e violação dos direitos da natureza e por outro lado o reconhecimento da água como elemento vital para a natureza.

O direito da natureza não está se reportando apenas aos povos indígenas, esse como o exemplo da Nova Zelândia, busca conciliar a coexistência entre ser humano e natureza do paradigma ecocêntrico, como oposição ao modelo antropocêntrico, que explora os recursos naturais como se fossem ilimitados.

A união de saberes ancestral e moderno, eurocêntrico e progressista traz a ideia da ecologia de saberes, não como conceito de direito, porque na cosmovisão indígena só há conceito de dever, o que os coloca do outro lado desse paradigma. O direito da mãe Terra - Pachamama está na riqueza do capital social organizativo dessa diversidade entre as mesclas de pensamento (SANTOS, 2009).

Além dos direitos da natureza, a constituição do Equador inclui o *buen vivir*, que marca positivamente as experiências de autogestão da água que se apresenta como uma visão alternativa de mundo, como um modo de vida que torna relevante o conjunto de significados e instituições sociais que podem dar origem a uma racionalidade ambiental (GÜNTHER, 2016). Como na proposta de Leff (2010, 2007), mobiliza a relação com o outro, os limites e diferenças e reproduz um modelo de desenvolvimento, diferente desse já esgotado, com o objetivo de superar a crise sociedade-natureza.

Viu-se, assim, que a Natureza como sujeito, valorizada explicitamente na constituição do Equador e na personalidade jurídica ao rio *Whanganui* e ao rio Ganges, tem conteúdo epistemológico¹⁰, social e cultural, ligados ao paradigma ecocêntrico (ou biocêntrico) e aos movimentos que reivindicam a implementação desses direitos de reconstituírem a relação ser humano e Natureza renegada pelo sistema racional. Evidencia-se, dessa forma, uma ética ambiental que valida a pluralidade social e cultural. No exemplo do Equador corresponde a alterar o quadro exploratório sobre a Natureza e de dominação sobre suas culturas primitivas. No caso do rio *Whanganui* corresponde a discordar da dominação sobre a Natureza e da dominação sobre a cultura primitiva do povo *Whanganui Iwi* e ampliar a proteção do rio. No caso do rio Ganges, a Índia tem histórico de considerar todos os rios sagrados e os nativos nunca perderam a relação com ele na vida, tampouco na morte.

¹⁰ (sic) Professor Dimas Floriani nas aulas da disciplina Epistemologia Ambiental, em 24/10/2019.

A natureza tem seus direitos porque tem vida própria e, como já declarado pela Teoria de Gaia, a interdependência entre todos os elementos vivos e não vivos torna a Terra um sistema único. Hoje existe um movimento mundial pelos Direitos da Natureza que ampara o direito dos rios através da Declaração Universal do Direito dos Rios. Esta une pessoas interessadas no direito intrínseco dos elementos da natureza e da vida, materializando uma utopia que em particular promove a criação de um novo paradigma jurídico e social baseado nos acontecimentos acima citados e outros existentes e na convivência com a natureza, em particular às necessidades urgentes das comunidades indígenas e ribeirinhas e dos ecossistemas que essas pessoas protegem há muito tempo.

Esta Declaração é um fato político, e, como a Declaração dos Direitos Humanos, poderia ser incorporada pelos estados de todas as nações, como já o fez Santa Catarina, o primeiro¹¹ que tem os Direitos da Natureza reconhecidos. Por si só, esta Declaração serve como ferramenta para respaldar os tribunais, para que não haja necessidade de esperar 147 anos como esperou o povo *Whanganui Iwi* pelos direitos do rio *Whanganui*.

Além do Equador e Nova Zelândia, crescem ao redor do mundo governos que buscam reverter a tendência atual de degradação ambiental global, fazendo cumprir os direitos inerentes à natureza. A Bolívia e Uganda promulgam leis ambientais nacionais em 2010 e 2019, respectivamente, e várias emendas constitucionais estaduais no México e dezenas de decretos sobre os direitos da natureza nos Estados Unidos e em São Paulo, Brasil (DUDR, s/d).

Os exemplos da cultura e tradições de povos e seus modos de viver, numa relação ecocêntrica, nos reportam a Eleonice Sacramento, presidente do Movimento de Pescadoras e Pescadores MPP, a qual fala sobre seu povo, no interior do Brasil, de tradição milenar. Esse povo é guardião do conhecimento local não somente como profissão, mas principalmente como cultura e tradição. Eles têm conhecimento de luas, marés e ventos, conhecem espécies de pescados pelo balanço das águas, diferenciam os mariscos por traços na areia, cascalho ou lama da maré. “Somos homens e mulheres de fé. Fé nas folhas, na vida, no sagrado e no outro” (BRASIL, 2015, p.143).

Muitos especialistas entendem e consolidam esses valores ecocêntricos. Há necessidade de cooperação para retomar o sentido sagrado da água, apreciar seu valor intrínseco e profundo e reconhecer que a água não é um meio para atingir outros fins, mas é essencial como um fim em si mesma (SELBORNE, 2001), como na Constituição do Equador.

¹¹ (sic) Vanessa Hasson, no Forum Mundial Social, em 25 de janeiro de 2021.

Se a água não for considerada por si mesma, em vez de elemento de cura e lazer poderá ser, implacavelmente, um elemento mortal, por maltrato do elemento ou sua escassez.

2.1.2 Reversão da água em doença e elemento de cura e lazer

Na Bíblia a água é sinal de benesses como de caos, ameaça e destruição. Fora da Bíblia poderá estar conectada com morte se for escassa e conectada com doença, se estiver contaminada. Ela pode servir de meio de transmissão de doenças através de agentes patogênicos aos seres humanos. Daí é fonte de insalubridade que dissemina enfermidades. Nessas condições a água está interconectada a questões da saúde pública.

Mas como fonte de vida para os seres vivos tem direito a sua própria integridade ecológica como um ser vivo que é, e fonte de saúde. A água é vida, e a vida tem seu valor absoluto. No domínio do direito a água requer vida, regeneração, integridade e seu bom estado ecológico. Mas pode ser, também, fonte de doenças, de calamidades e cada vez mais antrópica (PETRELLA, 2018). A ação da Natureza influencia a ciência, a arte, a religião a vida social, (NICOLESCU, 2005) e precisa influenciar no tratamento da cidade. As águas urbanas agonizam nas cidades. Nicolescu diz que o acompanhamento dos agonizantes não pode dispensar uma pesquisa transdisciplinar, e a água compreende o sentido da vida e o sentido da morte, neste mundo.

A antropicidade está ligada ao consumo crescente, inter-relacionada aos variados usos que resultam, também, em múltiplos impactos de diversas grandezas o que exige avaliações diversas e adequadas. Essa multiplicidade de usos lhe dá características complexas, pois além dos usos já citados, pode ser usada na mineração¹², na indústria¹³ e na produção de energia.

As hidrelétricas são a principal geradora de energia no país e produzem cerca de 70% da energia disponível para consumo, no Brasil (USP- BR, 2018).

Por isso a função da água pode ficar revertida nos diversos sintomas. Quando causar impacto na saúde, quando há escassez e falta de saneamento ou relacionada a calamidades vinculada a catástrofes de grandes ou pequenas proporções.

- A reversão da função da água relacionada aos impactos na saúde está relacionada a mais de 80% das águas residuais ou usadas retornarem ao meio ambiente sem

¹² A poluição das águas da região de Criciúma é proveniente da mineração do carvão.

¹³ As confecções e lavanderias de Criciúma são exemplos de utilização de água doce na indústria.

tratamento com possibilidades de transmissão de doenças infecciosas como cólera, salmonela, diarreia e leptospirose, pois a água é um veículo passivo de disseminação. A diarreia e a cólera estão relacionadas com a baixa cobertura de água tratada e o saneamento. Em outras doenças o agente de infecção se utiliza da água para se desenvolver, como a malária e a esquistossomose. A leptospirose, a malária e a dengue são doenças associadas à inundação (TUCCI, 2005; UNESDOC, 2019).

Ou seja, a alteração nos ecossistemas aquáticos afeta a saúde das pessoas. Doenças ressurgem causadas por vetores aquáticos onde historicamente a erradicação foi bem-sucedida, como a constância da dengue e outras que surgem em áreas onde eram desconhecidas, como a propagação do *chikungunya*.

A dificuldade de acesso à água potável para consumo humano e higiene pessoal pode pôr em perigo a saúde humana. A pandemia da Covid-19, em 2020, encontrou um país que facilita a propagação de contágio do vírus. O Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento SNIS (2019) adverte que o índice médio do tratamento dos esgotos do país chega a 46,3% para a estimativa dos esgotos gerados e 74,5% para os esgotos que são, apenas, coletados¹⁴.

Nos países em desenvolvimento, 90% do despejo da água residual é sem tratamento. Resíduos compostos, principalmente, de esgoto, poluição industrial, pesticidas agrícolas e resíduos animais resultam no consumo e no uso de água não tratada e poluída. O número de pessoas que morre hoje por causa da água suja, poluída e/ou contaminada (Quadro 5) é maior do que qualquer forma de violência, inclusive as guerras (ANA, 2019c). Por outro lado, a ciência já sabe, desde 1992, que o acesso à água e ao saneamento reduz, em média, 55% da mortalidade infantil (TUCCI, 2002) (Figura 6). Nos relatórios das doenças por falta de água e saneamento, a partir de 2020, estarão adicionadas a mortalidade por Covid-19.

Quadro 2.2 - Número de pessoas que morre por ingestão de água suja

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> • 1,8 milhões de crianças com menos de 5 anos de idade, morrem, anualmente, por ingestão de água suja; • 2,2 milhões de pessoas morrem ao ano de diarreia, causa de ingestão de água suja |
|--|

Fonte: ANA (2019c).

Definitivamente, trata-se mal as águas. Levantamento realizado em 2 mil pontos de monitoramento, em 17 unidades da Federação, revela o Índice de Qualidade da Água - IQA que resulta em apenas 9% de pontos ótimos - 70% dos pontos são considerados bom; 14%, razoável; 5%, ruim e 2%, péssimo (figura 2.5). Dentre as áreas críticas estão a Bacia do Alto

¹⁴ O percentual de esgoto coletado é ainda menor, pois a contagem é compatível com a entrada de água tratada.

Tietê (SP), o Rio São Francisco e o Rio das Velhas (MG) e as bacias dos rios Jaguaribe, Cuiá, Cabocó e Mussure (PB) (ANA, 2019c) e os rios região carbonífera de Santa Catarina - SC.

Figura 2.5 - A água contaminada provoca doenças



Fonte: Disponível em: <https://www.fragmaq.com.br/blog/riscos-agua-poluida-traz-populacao/>. Acesso em: 3/11/2019.

A OMS - Organização Mundial da Saúde confirma que cada real investido em saneamento economiza R\$ 9,00 em saúde (FUNASA, 2019).

- A reversão da água relacionada a calamidades, ligada a eventos no estado de Santa Catarina, o qual foi atingido profundamente, nas últimas décadas, com muitas histórias vinculadas a catástrofes de grandes ou pequenas proporções.

A inesquecível e catastrófica enchente no vale do rio Itajaí, em 1983, e outras subsequentes em 2008 e 2018 afetaram vastas regiões ao norte do estado, com inúmeras vítimas. Em Criciúma e Tubarão, no sul do estado, as enchentes de 1974 também são lembradas pelas perdas humanas e materiais o que veremos adiante.

- Como elemento de cura e lazer, é atividade cultural em corrida de canoas, caiaques e barqueadas, nas homenagens à Iemanjá - a rainha das águas, ao Bom Jesus dos Navegantes e a Nossa Senhora dos Navegantes (no sul do país), entre outras são formas que os povos tradicionais brasileiros agradecerem à água.

A atividade de recreação, lazer e competição dos esportes aquáticos são extremamente importantes em regiões no interior dos continentes e têm grande repercussão entre jovens e desportistas no litoral, rios, corredeiras, cachoeiras e lagos brasileiros ou represas e piscinas, desde a tradicional pesca, natação, polo aquático, saltos, surfe, *bodyboard*, iatismo e canoagem até outros mais radicais. Essas atividades em água doce é mais fácil e barato, no entanto fazem muita pressão sobre rios, lagos e represas.

- Como fonte de cura, a água é orientada para desintoxicar os pulmões e cicatrizar feridas. Banhos de imersão em águas minerais ou aplicação de ingredientes marinhos são utilizados em balneários de águas minerais desde a antiguidade. Um tratamento chamado talassoterapia, técnica eficiente para tratamento estético e terapêutico - simula um ambiente de águas salgadas para imersão e aplicação. Essa técnica transforma um saber tradicional com embalagens e rótulos a serviço do capital, mas sua comercialização é reconhecida no Brasil e

no mundo (BRASIL, 2015). Sua exploração na fisioterapia é recente em processos de recuperação na natação, hidroginástica, mergulhos e remos. A simples contemplação das águas de rio, mar, lagos e cachoeiras é função de cura da alma.

Na Idade Média, as fontes de água eram locais de encontro, principalmente das mulheres. Essas fontes, com finalidades diversas, foram acompanhando os movimentos do urbanismo localizados nos centros de cidades. Muitas bicas, fontes e chafarizes das cidades históricas brasileiras são obras de arte que se tornam pontos turísticos, integrando a paisagem urbana. O exemplo conhecido da região é a turística Água da Carioca, em Laguna, construída na época da colonização, por escravos.

A cosmovisão andina está relacionada ao ecossistema cósmico que compreende o sol, a Terra, a água e a lua como ainda é o espírito do povo andino-amazônico de respeito, na divindade da água e da natureza. As nascentes eram sagradas para os incas. Existem muitas represas de média capacidade, espalhada pelos Andes, intituladas “*altoandinas*”, que armazenam águas da chuva.

O balneário Tambomachay - Cusco, Peru (Figura 2.6), construído no império inca e usado pela nobreza, é símbolo da hidráulica Inca. Uma nascente preservada e aproveitada para formar fontes, até a contemporaneidade transporta água cristalina e chega para o usuário através de aqueduto subterrâneo, ao longo de todo o ano, independente de seca.

Figura 2.6 - Tambomachay - Cusco, Peru



Fonte: Da autora.

Uma série de plataformas, de nichos e fontes atesta a adoração dos incas pela água como força vital essencial. Por isso, acredita-se que o local era dedicado ao culto da divindade da água. Os incas escondiam a fonte e o trajeto percorrido pela água. A prática pré-inca de recarga de aquíferos persistiu ao longo do tempo.

O sistema com trincheiras abertas permitem que a água da chuva flua para uma estrutura aberta que recebe a água. A mesma que iria para os rios é filtrada pela montanha e emerge meses depois, exatamente quando não chove. Na atualidade o sistema está sendo mostrado como novidade. Outros sistemas de irrigação e armazenamento de água ao serem redescobertos poderão mostrar ao mundo sua maravilha e, portanto, mostrar mais uma vez a engenhosidade da hidráulica inca (OJEDA, 2013).

Os banhos quentes, terapêuticos e atividade social, conhecidos desde a Grécia antiga, e os banhos públicos de Roma, as famosas Termas, foram se modificando na contemporaneidade, até os balneários de águas termais, que atraem turistas com as mesmas virtudes curativas, para fins medicinais ou de lazer. Essas águas são quentes, por isso sua denominação. Vêm do subsolo e geralmente saem, naturalmente, por uma brecha em falha de rocha, onde está encravada.

- Alguns balneários de águas termais localizadas no estado de SC:

Termas do Gravatal, no sul do estado, considerada, extraoficialmente, a segunda melhor água do mundo; Águas de Chapecó, Águas das Pratas e Quilombo, localizadas no oeste de SC; Piratuba e Treze Tílias, no meio oeste; Caldas da Imperatriz e Santo Amaro, na Grande Florianópolis, e São João do Sul, no sul do estado, única estância de água termal salgada do país.

No Brasil, a classificação das águas minerais entre os recursos minerais as exclui das regras de gestão dos recursos hídricos, muito embora seja um bem de uso comum (GOMES, 2011). Explorar e comercializar água mineral para consumo humano ou para fins balneários é facilitada através da requisição de Regimes de Autorização de Pesquisa e de Concessão de Lavra previsto no Código de Mineração ou no Código de Águas Minerais (ANM, 2019).

Os fluxos urbanos da água é o mote dessa pesquisa que será demonstrado como outra reversão da água, no próximo item, como desafio no cenário da cidade.

2.1.3 Os fluxos da água como desafio ou ameaça no cenário da cidade

A criação dos primeiros aglomerados cerca de rios, lagos ou mar demonstram sua importância como recursos hídricos, que proporcionam diferentes e múltiplas possibilidades para a sociedade e ao ambiente físico cuja utilização vai além da dessedentação e higiene. Pois o leito dos recursos hídricos facilita o transporte aquático para distribuição de produtos e agente de desenvolvimento econômico e social, ou usos subjetivos de lazer e rituais religiosos.

Por uma contradição histórica, no Brasil a forte urbanização está onde não havia água (ANA, 2019a). São Paulo e Brasília, no Brasil, são os principais exemplos de dificuldade com a água doce correlacionada com a forte urbanização, dentre outros municípios brasileiros.

Mesmo as cidades com acesso ao mar estão instaladas próximo de fontes de água doce, mas com construções e instalações longe dessas. Essa sabedoria veio com a convivência com as inundações eventuais das águas. Anuncia, dessa forma, que há uma relação dialética entre a cidade e o rio. De um lado atende as necessidades sociais e de outro pode comprometer essas mesmas necessidades na ordem urbana, quando manifesta sua dinâmica natural e afeta os indivíduos no seu cotidiano, em enchentes sazonais e possíveis inundações.

A paisagem urbana entre rios e espaços construídos vai se modificando com o crescer da cidade. Outros valores aparecem e a paisagem urbana adquire novos contornos. Cobrem-se rios, pavimentam-se suas margens e poluem-se suas águas de forma a afastar os rios da paisagem urbana. Além de interferir na paisagem, a urbanização agrava a situação do ciclo urbano das águas e das águas dos rios, pela negligência ao saneamento e ao desacato às águas com poluição de várias fontes e várias procedências, agregando ratos e transferindo doenças.

A urbanização conta com inumeráveis problemas complexos como congestionamentos, dispersão e fragmentação do tecido urbano, deterioração de áreas centrais e bairros históricos, entre outros problemas os níveis crescentes de poluição e consumo exaustivo dos recursos ambientais. Estas dispersões e fragmentações estão associados à degradação ambiental que reflete na alteração do fluxo das águas e interfere nos processos do ciclo hidrológico.

O crescimento populacional e a execução de estruturas urbanas impermeabiliza várzeas, transforma rios em canais de esgotamento de águas servidas e captação das águas pluviais o que pode reverter a função da água por transbordamentos e enchentes com impactos socioeconômicos. Essas transformações expõem locais de privilégio ou exclusão e, principalmente, valorizam a terra e depreciam o rio.

A água está no ponto de confluência entre a ocupação urbana, o desmatamento e a impermeabilização. Há, também, uma conexão entre o ecossistema natural, a sociedade e o ecossistema construído. Inegavelmente, a relação entre a biodiversidade e os processos da água, no contexto da natureza e da cidade inspira conexões. O desafio é perceber o modo como a gestão municipal e a população se relacionam com a água. Se houver atenção nesta relação está reconhecida a complexidade da relação, se não houver, há reversão da água em enchente como a de março/ 2019 (Figura 2.7), em Criciúma, SC e a de novembro/ 2020.

Figura 2.7 - Rua João Cechinel, no Centro de Criciúma, em 06/março/2019



Fonte: <https://www.4oito.com.br/noticia/em-meia-hora-chuva-que-supera-indice-de-enchentes-video-11288>.

De fato, a imagem das cidades brasileiras do final do século XX está associada à poluição das águas e enchentes o que reafirma a situação de esquecimento, ocultação e o pouco caso pela maioria dos rios urbanos.

Há uma relação dialética que inter-relaciona rios e cidades que os modificam mutuamente como sujeito e objeto, natural e cultural, orgânico e artificial, numa associação contraditória e perversa (ALMEIDA; CARVALHO, 2009). A relação está nas margens ocupadas irregularmente e muitas vezes pela população sem alternativa de espaço para moradia.

No Brasil, as margens de rios são consideradas APP - Área de Preservação Permanente, cujas matas ciliares são especialmente protegidas por sua importante função ecológica. São ecossistemas florestais em espaços territoriais, proibidos de vender e construir, que regulam o ciclo hidrológico e ajudam a conservar o solo e a proteger os ecossistemas aquáticos em suas margens. Por isso, fora dos centros urbanos, transformam-se em espaços desvalorizados pelo capitalismo consumista, onde surgem os assentamentos irregulares.

Nos países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento, a correlação cidade e rio apresenta a configuração de distanciamento da paisagem fluvial da visão do habitante, negando os rios, escondidos nos subterrâneos do crescimento. Ou os tapam ou dão as costas para essa paisagem, que a própria urbanização degrada, com deposição de lixo e lançamento de esgotos *in natura*. Por isso a gestão das águas os canaliza e impermeabiliza margens, tornando esses espaços erroneamente valorizados pela sociedade consumista e utilitarista por uma maior ocupação urbana. Uma APP tem função biológica, geológica e social para preservar os recursos hídricos, a paisagem e a biodiversidade e por isso um espaço territorial protegido pelo art. 225 Constituição Federal e detalhado no Novo Código Florestal.

Esse procedimento de gestão urbana está afeto ao planejamento tradicional que cuida, apenas, do território da cidade. O plano das águas trata o problema de enchentes, drenagem e poluição separado do PU, metodologia criticada por sanitaristas e urbanistas.

Este tratamento é oposto à eficiência da drenagem, mesmo porque esta técnica não reduz nem elimina a água, apenas a transporta para outro lugar, contribuindo para inundações mais abaixo. Retificações e canalizações de rios e impermeabilizações de margens e da cidade como um todo aumentam o volume de água e acelera sua chegada ao canal, fazendo-o transbordar, com as consequências desastrosas e recorrentes. (TUCCI, 2006).

As curvas de um rio representam um verdadeiro barramento, da mesma forma que um carro precisa diminuir a velocidade numa estrada sinuosa, as curvas de um rio também ajudam a diminuir a velocidade das águas. A retirada das curvas do rio faz com que ele se projete sobre as “áreas de escape”, gerando transbordamentos abruptos nesses pontos. (SCHÄFFER, 2011). Estas alterações do solo urbano em função das impermeabilizações e retificações e canalizações de rios afetam todos os níveis de biodiversidade desequilibrando os ecossistemas naturais e deixam a cidade vulnerável frente às mudanças climáticas.

2.1.4 Os impactos à biodiversidade refletem na alteração dos SES dos quais as sociedades humanas dependem para viver

A água promove a riqueza da biodiversidade, tanto para a flora como para a fauna e propicia diversidade da paisagem e de *habitats*, garantindo a saúde e beleza dos patrimônios naturais desde as grandes florestas quanto os rios, riachos, cascatas e praias.

Pela importância e complexidade dos ecossistemas, das paisagens e dos biomas, é possível analisar sua dinâmica no espaço e no tempo com metodologias adequadas para conhecer as interações entre os componentes do ecossistema. A multiplicidade de relações possibilita a manutenção do ecossistema e sua capacidade de suportar distúrbios ou de restaurar ambientes degradados (SEVEGNANI; COMTOIS, 2013).

A água pode ser condutora de degradação, e reverter sua função, ou da manutenção dos ecossistemas e da vida. Depende dos impactos à biodiversidade que podem agravar os processos da água e influenciar nas mudanças climáticas. O processo de urbanização em alto grau impacta a biodiversidade em função da industrialização e do aumento populacional.

A biodiversidade sustenta uma grande variedade de SES dos quais as sociedades humanas dependem para viver cujo impacto reduzem os serviços de abastecimento de água limpa, ar puro, temperaturas amenas e paisagem urbana prazerosa interligados a problemas como enchentes, ilhas de calor, ar fétido [...] (UN - WATER, 2011).

A biodiversidade é a variabilidade entre organismos vivos de todas as origens. Compreende, dentre outros, “os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas

aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte”. Perdendo-se os elementos da biodiversidade, os ecossistemas tornam-se menos resilientes e os serviços ameaçados (CDB, 2010, p.15).

Os ecossistemas ajudam a reduzir a vulnerabilidade e a construir resiliência na área urbana, na escala do bairro, da cidade, do país ou do planeta, como a gestão otimizada das bacias hidrográficas para conservar o estoque de água, destinar água para os ecossistemas através da aplicação das vazões ambientais e restaurar planícies de inundação (UN - WATER, 2011). São necessárias ações para reduzir e restaurar os ecossistemas.

Em 2012, oito anos antes da Covid19, a avaliação científica do Panorama da Biodiversidade nas Cidades, referenciada por renomados cientistas, alerta que vários fatores ou eventos como uma pandemia global “poderiam diminuir consideravelmente a taxa de urbanização global” (ONU, 2012, p.7). Este mesmo relatório informa crescimento da expansão urbana maior que o crescimento populacional, o que afeta diretamente os ambientes de água doce em relação à disponibilidade hídrica, justamente em locais com grande demanda urbana por água.

A humanidade está, efetivamente, mudando a superfície da Terra, diminuindo a variedade de espécies animais e vegetais, levando à chamada “homogeneização biótica”. A maior insensatez apontada é que a urbanização está se dando em áreas costeiras e pontos adjacentes de importante biodiversidade e áreas de baixa capacidade econômica e humana que limitará a proteção das áreas e o manejo dos SES (ONU, 2012).

Sem vegetação não há água e sem água não há vida, mas o volume de população e o aumento da expansão urbana vem crescendo assustadoramente e isso impacta a biodiversidade. A avaliação científica confirma que os processos de urbanização consumirão grandes quantidades de recursos, principalmente de água e trarão efeitos nocivos aos SES.

A biodiversidade se mostra ao nível da paisagem urbana e do habitat, em forma de manchas e remanescentes florestais ou paisagens não originais em (ONU, 2012):

- Remanescentes de paisagens naturais como resquícios de florestas antigas (Mata Atlântica);
- Paisagens agrícolas tradicionais como campos e terra arável;
- Paisagem urbano-industriais como os centros urbanos, áreas residenciais, parques industriais, parques e jardins formais e áreas contaminadas.

A influência da atividade humana nos sistemas da Terra evidencia nova era do planeta, o Antropoceno - a era dos humanos. Tanta população, tantos recursos utilizados e emissão de tantos GEE mudam os ciclos geológicos, químicos e biológicos da Terra. Padrões

de produção e consumo insustentáveis geram vários efeitos no clima com altos custos aos ecossistemas. Concorrendo com esta situação, a desigualdade apresentada entre as sociedades e dentro delas colocam milhares de pessoas em situação de miserabilidade, falta de água e vulneráveis frente às mudanças climáticas. Os impactos que a indústria, o crescimento populacional e a expansão urbana impõem ao meio ambiente e à sociedade colocam a situação da humanidade em perigo na face da Terra para benefício de uma minoria (PNUD, 2019).

Esses fatores contaminam e degradam fontes de água doce, provocam enchentes e desaparecimento da biodiversidade, entre outros impactos que ameaçam a existência dos seres vivos. Para o contingente populacional mais pobre, com *déficit* habitacional, a situação é ainda, pior. Ocupam, muitas vezes, áreas de risco, inundáveis, suscetíveis a eventos de deslizamentos de encosta e soterramentos trágicos.

Um dos SES mais importantes na área urbana, especificamente, está correlacionado à alteração do UWC, o qual desafia ou ameaça o cenário da cidade pela impermeabilização do solo que impedem a absorção da água pela terra e por consequência impedem sua evaporação, alterando a temperatura ou impossibilitando a infiltração para o lençol freático, podendo causar inundação.

Pouca biodiversidade, pouca vida e pouca água. Assim, a água doce do planeta depende da biodiversidade. Primavesi (2005) afirma que um solo compactado pode aquecer até a 73°C e um solo com vegetação chega apenas a 28°C.

Quanto mais a vegetação cumprir seu papel de ajudar a terra transpirar e absorver mais água, mais umidade haverá na atmosfera, e mais regular será o fluxo da água, como demonstram Nobre (2015), Tundisi (2009), Tucci (2005), Odum (2004) e Primavesi (2005). A urbanização não atenta, da maioria das cidades brasileiras, altera ou perde os SES de absorção, evaporação, vaporização, infiltração e filtração da água e controle de enchentes. A diminuição da biodiversidade, diminui a capacidade dos ecossistemas de oferecer tantos bens e serviços e impõe impactos social e econômico.

A correlação entre o uso do solo urbano, a impermeabilização e a diminuição da biodiversidade aumentam o volume do escoamento da água pluvial. Este é o ponto de ligação da ecologia com o PU em cujo ponto se efetivará a resiliência que ao integrar o *design* ecológico reconhecerá a necessidade de um nível apropriado para esse diálogo (PICKET; CADENASSO; GROVE, 2004). Como nos programas de LID, WSUD e SbN.

A alta tecnologia também responde à crise da água e replica em grandes impactos à biodiversidade e aos SES ao deslocar a água na natureza, movê-la para as grandes cidades ou indústrias distantes alterando ecossistemas e perturbando a vida animal, vegetal e humana.

Retirar água da sua bacia hidrográfica, diminui a quantidade de água do lençol freático e pode resultar no esgotamento e causar desertificação (BARLOW, 2009).

Como os exemplos: A Cidade do México busca parte da água a 100 km de distância e a outra parte no subterrâneo que diminui e baixa sua superfície; na Líbia está o maior duto do mundo, com cinco mil quilômetros; e o Mar de Aral, o maior mar interior do mundo, na década de 1950, virou deserto por dragar as águas através de canal para plantar algodão de exportação, no deserto (BARLOW, 2009; TUNDISI, 2009).

O Mar de Aral é o exemplo mais atroz de megaprojeto que se transformou em mega impacto, tornando-o um deserto salgado. O desvio das águas do Lago Chad para irrigação, juntamente, com a seca, foi uma causa importante da sua destruição (BARLOW, 2009).

A situação na área urbana é a mesma. Tira-se a água pluvial de onde ela deveria se infiltrar e joga-se à jusante. Os lençóis freáticos do local, não são recarregados por conta da impermeabilização e a cidade fica sem “criar” água no subterrâneo. Na circularidade do sistema, de um benefício pode emergir um ou mais benefícios e de um impacto emergem muitos impactos interconectados. Ou como frisa Primavesi (2005) ao interromper-se um curso natural, provoca-se um problema, que necessita de outro combate e daí para frente mais degenerações.

A disponibilidade hídrica é fator determinante na distribuição das espécies vegetais na terra. Por isso, a relação da vegetação com a água é imprescindível para melhor compreender a relação da vegetação com o meio (PIMENTEL, 2004).

Essa é a razão porque a água é o principal meio de influência com as mudanças climáticas. Ela influi nos ecossistemas da Terra, na biodiversidade e no bem-estar da humanidade e na cidade. É urgente adaptar medidas de gestão do solo urbano e da água com base ecossistêmica. Falta gestores e políticos reconhecerem a função fundamental da água, (ONU, 2010b). Criciúma é exemplo da falta desse reconhecimento científico.

Com o aumento previsto para a população urbana, no mundo, os problemas sociais e ambientais deverão aumentar (ONU, 2019), visto que as cidades ocupam de 2% a 5% da superfície terrestre do mundo, mas contêm metade da população e consomem mais de 75% dos recursos naturais (ODUM, 2004). Os desafios são grandes, pois para reverter a degradação dos ecossistemas requer mudanças significativas nas políticas, instituições, práticas e atitudes.

A civilização humana esqueceu-se que foi construída sobre o fundamento da biodiversidade, do seu valor intrínseco, pelos bens e serviços, que trabalham como agentes para o desenvolvimento sustentável e contribuindo para a redução da pobreza (NEWMAN; JENNINGS, 2008). A conexão do ser humano com a natureza está nas funções dos ecossistemas naturais e seus SES. Entender esta dinâmica é entender as necessidades de preservá-los.

2.1.5 Relação dos SES com a vida

Os SES ou serviços ecológicos, são os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas e só podem ser executados pela Natureza, com a biodiversidade saudável (MEA, 2005), são gratuitos, para a permanência da vida no planeta e base da vida, dos meios de vida e do desenvolvimento econômico, sustentados e interligados pela água. Esses serviços promovem o crescimento da vegetação e oferecem *habitats* permanentes a muitas espécies, mas serão agravados pelos efeitos da mudança climática, reduzindo-os.

A grande variedade de SES subdividem-se em quatro categorias - provisão, regulação, culturais e de suporte (quadro 2.3) (MEA, 2005):

Quadro 2.3 - SES - benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas

PROVISÃO bens fornecidos ou produzidos por um ecossistema • Alimentos • Água • Lenha • Fibras • Princípios ativos • Recursos genéticos • Serviço de abastecimento de produtos.	REGULAÇÃO benefícios obtidos da regulação de processos ecossistêmicos • Regulação do clima e do ciclo da água • Controle de doenças • Controle de enchentes e desastres naturais • Purificação da água • Purificação do ar • Controle de erosão • Serviço de controle dos processos naturais.	CULTURAIS Benefícios imateriais obtidos dos ecossistemas • Espiritualidade • Lazer • Inspiração • Educação • Simbolismos • Serviço para a saúde mental e física.
SUPORTE serviços que mantêm as condições de vida na terra • Formação de solos • Produção primária • Ciclagem de nutrientes • Processos ecológicos • Serviço de apoio de outros ecossistemas.		

Fonte: elaborado pela autora, baseado nas Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005)

Os ecossistemas influenciam na regulação das águas - intensidade e tempo de escoamento, inundações e recarga de aquíferos. Por isso é importante a vegetação nas margens e várzeas de rios para o solo poder infiltrar as águas pluviais, recarregar o subsolo e diminuir inundações, evitando, assim, deslizamentos de terra, melhorando o microclima e atacando os ventos.

Um ecossistema saudável não perde solo, é isento de GEE na atmosfera ou compostos químicos na água e solo e os ciclos de nutrientes estão intactos (BOYDEN, 1992 apud NEWMAN; JENNINGS, 2008). Assim, fornece os SES, naturalmente. As questões urbanas contemporâneas que mais limitam a capacidade de suporte do planeta é o crescimento

demográfico crescente e interconectado às mudanças climáticas, ao uso de combustíveis fósseis, à expansão urbana e ao colapso imobiliário.

A redução da biodiversidade, na Terra, representa a perda e a diminuição de espécies vegetais e animais, que transformam o conjunto das regiões em áreas semelhantes, e pela disseminação de espécies exóticas invasoras que perturbam os *habitats* (PNUD, 2019). Essa perda influencia na degradação ambiental, desequilibrando os ecossistemas e alterando os SES e na desigualdade social pela carência de recursos da água.

É certo que haverá desigualdade enquanto 1% das pessoas continuarem a controlar a riqueza da economia mundial e enquanto o crescimento econômico beneficiar os que mais tem e a superconcentração econômica seguir ilimitada - oito homens possuem a mesma riqueza que 3,6 bilhões de pessoas (OXFAM, 2017). O início da pandemia de 2020, mostrou que os vinte e cinco maiores bilionários do mundo e no Brasil aumentaram suas riquezas de maneira assombrosa (OXFAM, 2020). A trajetória do paradigma ecológico vem problematizando o desenvolvimento econômico e a conscientização ao meio ambiente nas agendas nacionais e internacionais e na ciência. Um novo paradigma, no final da década de 1960, culmina com a expressão de sustentabilidade da Comissão Brundtland, em 1987.

O conceito de pegada ecológica é incluído em final do século XX, a ideia de Antropoceno no início do século XXI (PHARAND-DESCHÊNES, 2012; PNUD, 2019), e os Limites Planetários introduzidos em 2009 (STEFFEN *et al.*, 2015).

Os Limites Planetários representam as fronteiras do impacto para compreender o modo que o clima e os ecossistemas funcionam, em nível global. É um dos intentos científicos mais significativos na orientação ao desenvolvimento humano criados, em 2009, por diversos cientistas. Identifica e quantifica (quadro 2.4) um conjunto de nove limites do planeta em mudança cuja intenção é reduzir os riscos abruptos ou irreversíveis das alterações ambientais (STEFFEN *et al.*, 2015).

O quadro 2.4 representa em cores os níveis planetários: alto risco, em vermelho, risco crescente em amarelo, ecossistemas em segurança, em verde, e não quantificado, em branco. A transgressão de qualquer um dos nove limites de suporte do planeta implica em levar o sistema terrestre a um estado mais inóspito e esforço bem maior para retorno ao bem-estar e à diminuição da pobreza.

Quadro 2.4 - Fronteiras planetárias guiando o desenvolvimento humano

1. Integridade da biosfera ¹⁵ - manter 90% da integridade da biodiversidade e um limite de extinção de 10 espécies por milhão de anos-espécie. Pelos dados de 2006 esse limite já havia excedido de 10 a 100 vezes. Situação de alto risco.
2. Mudança Climática – limite de concentração atmosférica de CO ₂ em 350 ppm ¹⁶ . Em 2015 o mundo ultrapassou esse limite em 400ppm, por uns meses; em 2016 a concentração de CO ₂ esteve acima do limite durante todo o ano. Situação de risco crescente.
3. Fluxos biogeoquímicos – N ₂ nitrogênio - limite de 62Mt/ano (mil toneladas ao ano), removidas da atmosfera, para uso humano. Nos últimos dados os limites ultrapassaram a 150 Mt/ano; - F (fósforo) – limite de 11Mt/ano que fluem para os oceanos. Nos últimos dados os limites ultrapassaram a 22Mt/ano. Ambos, situação de alto risco.
4. Destruição da capa de ozônio - concentração de 275 DU (sigla em inglês de Unidades de Dobson) – abaixo desse nível indica transgressão. Nos últimos dados o limite transgrediu na Antártida durante a primavera austral ao redor de 200DU. Situação de segurança.
5. Descarga de partículas de aerossol na atmosfera – não foi determinado.
6. Acidificação dos oceanos – 2,75 Oarag ¹⁷ - abaixo desse nível indica transgressão ao limite. Últimos dados, de 2008, foi 2,9 Oarag. Situação de segurança.
7. Novas entidades – não estabelecidas.
8. Consumo de água doce – 4.000 km ³ /ano (quilômetros cúbicos por ano) consumida por humanos. Ultrapassar este limite incrementaria de maneira significativa o risco de colapso dos ecossistemas terrestres e aquáticos, levaria a mudanças importantes nos níveis de umidade do solo e ocasionaria incrementos na mescla entre água doce e água salgada, partindo de escalas regionais até alcançar as escalas continentais. Os últimos dados de consumo de água, em 2003, foi de 2.600 km ³ /ano. Situação de segurança.
9. Mudança no uso do solo – O limite é 75% de área com cobertura florestal original. Os últimos dados, de 2008, são de 62% de área com terras florestadas original, havendo transgressão do limite. Situação de risco crescente.

Fonte: elaborado pela autora, baseado em: STEFFEN *et al.* (2015). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/270898819_Planetary_Boundaries_Guiding_Human_Development_on_a_Changing_Planet Acesso em: 26/04/2019

O centro da Figura 2.8, não representa valores de 0 (zero) para as variáveis de controle. A variável de controle mostrada para as mudanças climáticas é a concentração atmosférica de CO₂. Os processos para os quais os limites em nível global ainda não podem ser quantificados são a carga atmosférica de aerossóis, novas entidades e o papel funcional da integridade da biosfera, representados por cunhas cinza (STEFFEN *et al.*, 2015).

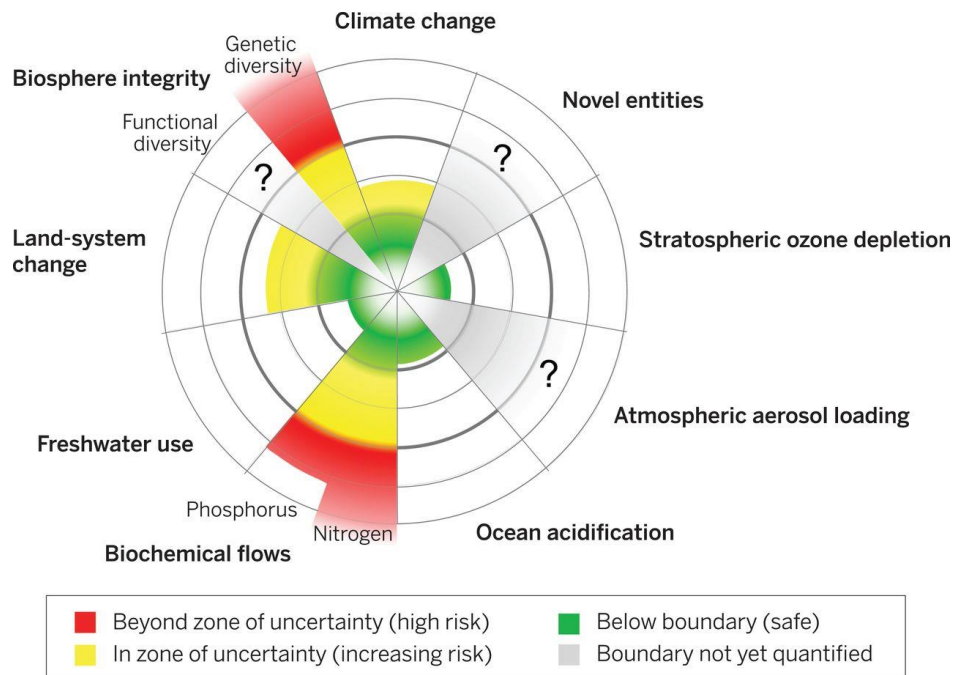
O quadro 2.4 quantifica as fronteiras planetárias guiando o desenvolvimento humano, que juntamente, com a figura 2.8, com a visualização dos Limites Planetários, acusam como o crescente uso de água e o abrupto crescimento da população mundial (Gráfico 2.1) atuam na questão da sustentabilidade.

¹⁵ Conjunto de ecossistemas terrestres/ camada relativamente fina do globo terrestre onde ocorre toda a vida de humanos, animais e vegetais num mosaico de comunidades vivas de espécies interagindo com seu meio ambiente (Newman & Jennings, 2008).

¹⁶ Ppm – partes por milhão

¹⁷ Oarag é uma medida indireta de quanto CO₂ se encontra dissolvido nas águas dos oceanos e em consequência do modo em que descende o pH que incrementa acidificação (PNUD, 2019).

Figura 2.8 - Limites planetários



Fonte: STEFFEN *et al.* (2015) <https://science.sciencemag.org/content/347/6223/1259855.full> Acesso em: 26/04/2019

Em dezessete séculos, até 1804, a população alcança 1 bilhão. Dois séculos após crescimento exponencial, em 2017, chega a 7,6 bilhões de pessoas. Em pouco mais de uma década, a previsão é para 2030, de 8,6 bilhões (gráfico 2.1) (ONU, 2017). O relógio mundial marca, em 19 março 2021, às 23:32h, 7 871 805 651 a população atual.

Gráfico 2.1 - Crescimento da população mundial



Fonte: Ed Stephan, <https://pt.scribd.com/document/348355976/Populacao-Mundial-Desde-a-Criacao> Acesso em: 25/04/2019

As consequências das alterações climáticas nos ecossistemas desprotegerão as pessoas. Por isso, buscam-se técnicas e métodos existentes direcionados a restaurar os ecossistemas que ajudarão a equilibrar os SES, a reduzir a vulnerabilidade e a construir

capacidade de adaptação - realocar água para os ecossistemas através da execução e utilização de fluxos ambientais e a renaturalização das várzeas. Uma governança eficaz e participativa da água é necessária para maximizar os benefícios da adaptabilidade (PNUD, 2019).

Resguardar e restabelecer os ecossistemas florestais e aquáticos que vivem e dependem da água é amenizar a escassez de água e otimizar seus serviços (ODS 6, 2016), é aumentar a biodiversidade, equilibrar e criar SES dentro das cidades, favorecer a manutenção e a recuperação da água, é tratar a cidade com a visão sistêmica.

2.1.6 A cidade e a teoria sistêmica

O pensamento sistêmico complexo possibilita entender a multiplicidade e interdependência dos problemas urbanos, pois, no novo paradigma ecológico, a vida é um sistema de sistemas, evidente em tudo. (CAPRA, 2006a). Na estrutura sistêmica, os sistemas menores estão aninhados dentro de sistemas maiores e em diferentes escalas o que possibilita atuar-se na escala mais adequada, urbano, rural, regional ou global. Com o crescimento, a cidade transforma o uso do solo e instala, com a urbanização, um novo ecossistema, ou seja, um novo meio, composto pelo ecossistema socio urbano e pelo ecossistema natural.

Compartilhar o mundo com muitos outros organismos assegura a dependência ecológica entre o ser humano e a natureza (ODUM, 2004). Os ecossistemas que circundam o ser humano, envolve o ecossistema natural das águas urbanas - rios e águas pluviais, da vegetação, dos animais e de todas suas necessidades materiais, espirituais e fisiológicas. Esta relação sistêmica entre a biodiversidade e os processos da água, no contexto da natureza e da cidade, inspira conexões, numa coprodução de dependência recíproca.

Da mesma forma os indivíduos dependem da sociedade. O caráter do aglomerado urbano é fornecido pela multiplicidade de sistemas que envolve diversos subsistemas de indivíduos, grupos, empresas ou instituições políticas, sociais e culturais, além dos artefatos, máquinas e produtos numa relação aberta e ecossistêmica (MORIN, 1984). Outros elementos, componentes do ecossistema urbano, interagem - os edifícios, os transportes, a infraestrutura de água e esgoto, parques esportivos, praças, espaços urbanos públicos ou particulares onde são introduzidos plantas e animais. Entidades urbanas como o bairro, a vila, as aldeias e as cidades são ecossistemas maiores prestam serviços essenciais (NEWMAN, JENNINGS, 2008; REGISTER, 2008).

O ecossistema socio urbano depende diretamente desta inter-relação sistêmica. A totalidade de relações e de interações de múltiplas relações marcam a complexidade e a

autonomia estabelecida com o ecossistema. Ainda, aninham-se elementos da natureza e sistemas vivos como o clima, a atmosfera, o subsolo, os micro-organismos e os animais (MORIN, 1984). Os fluxos que o sistema urbano comporta vão desde energias, materiais e informações, que interagem como peças de um sistema entre humanos e não humanos (NEWMAN, JENNINGS, 2008; REGISTER, 2008).

Na natureza, não há acima ou abaixo porque não há hierarquia e sim níveis sistêmicos em rede de sistemas dentro de sistemas (CAPRA, 2006b) e não há dentro ou fora (NICOLESCU, 2005). No ecossistema urbano todos os setores têm a mesma importância (MORIN, 1984). É com esta concepção de organização que Spirn (1983) trata os ciclos da água no meio urbano.

A organização está correlacionada à troca com o ambiente, sob a forma de alimentos e energia, e o potencial de organização, sob a forma de informações. Esse ambiente é o ecossistema organizado e inter-relacionado nas suas diversas dimensões sociais, culturais, ambientais e políticas. A riqueza e o número de interações e a diversidade dão o caráter organizacional e aumentam a estabilidade dentro de uma cidade (MORIN, 2004). Quanto mais variáveis forem mantidas, mais dinâmico e mais flexível será o sistema. A variabilidade e flexibilidade dentro de um ecossistema urbano dá a habilidade de se adequar às situações inconstantes. A pouca flexibilidade expõe estresse, perturbação ou tensão (CAPRA, 2006b).

Pela Teoria de Gaia os impactos da ação humana trazem riscos e consequências para a vida na Terra. O planeta se regula, mas a regulação está “falhando e o sistema da Terra rapidamente se aproxima do estado crítico”, pois seu equilíbrio está vinculado a um conjunto de limites - atmosférico, oceânico, clima e nível de dióxido de carbono no ar. Ao ultrapassá-los, converterá para um estado quente (LOVELOCK, 2006a, p.19). Esta será a “vingança de gaia”.

O saber requer mais do que um repertório de disciplinas separadas, mas o mundo está longe de compreender a ciência sistêmica sobre o sistema da Terra, pois a compreende tanto quanto um médico compreendia seu paciente, no século XIX (LOVELOCK, 2006a).

Com este entendimento, a sensibilidade à ecologização da cidade poderá melhorar não só o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos e dos SES quanto à inter-relação homem e natureza, tão importante para a qualidade e sobrevivência da vida humana. As cidades fazem parte do mundo natural, e podem ser projetadas em conjunto com processos naturais e princípios para uma abordagem ecológica para o *design* das cidades (SPIRN, 1983).

A chave do entendimento da cidade em equilíbrio com os ecossistemas é as atividades humanas e a forma urbana interagirem com os processos naturais de ar - transferência

de calor e fluxo de ar; terra - geologia e solos; água – fluxos e ciclos; vida - reprodução, crescimento e comportamento; e ecossistemas - fluxos de energia, informação e materiais, sucessão de espécies vegetais e comportamento de plantas e animais. Ao se concentrar nos processos que moldam e estruturam o ambiente, *designers* e planejadores podem acomodar mudanças dinâmicas e realizar oportunidades (SPIRN, 2011).

O poder sistêmico que o desenho urbano manifesta, possibilita que o PU sustentável beneficie a cidade com a interdependência necessária para a vida na Terra de maneira tal, que facilita as pessoas escolherem um estilo de vida de baixo consumo dos recursos naturais. De maneira oposta, o argumento de que o desenho urbano inconsequente esteja associado aos impactos adversos à saúde humana e às mudanças climáticas estimula à mudança da natureza dos lugares onde as pessoas vivem (FARR, 2013).

A relação de equilíbrio dá caráter aos espaços, influenciam no padrão de vida urbano e trazem esperança para o futuro da cidade. Existem instrumentos para produzir uma atmosfera agradável, conscientes de antemão, do desconforto que o colosso urbano empurra os habitantes (LYNCH, 1970). Para analisar a relação do cidadão com o espaço urbano, e mais especificamente com os fluxos da água, no contexto da natureza, é necessária a visão sistêmica complexa.

Para gerir a cidade com abordagem ecossistêmica deve-se tratar de ecologia e para isso, conhecer os princípios ecossistêmicos que se interconectam ao PU.

2.1.6.1 Princípios básicos dos ecossistemas naturais se manifestam como princípio para o desenvolvimento urbano

As interações com caráter auto-organizado resultam numa espécie de ser vivo que é o próprio ecossistema. Como um sistema aberto precisa se alimentar de energia, de ordem e de complexidade, ao mesmo tempo que é muito frágil, podendo morrer em cadeia com todos os demais ecossistemas interligados se lhe injetarem veneno químico (MORIN, 1984).

Um ecossistema é um ambiente biológico que inclui, segundo Odum (2004):

- Organismos vivos (bióticos) - vegetais, animais, humanos, bactérias e fungos;
- Organismos não vivos (abióticos) - água e minerais inseparavelmente interagem entre si e com o ambiente físico com um fluxo de energia solar que produz uma troca entre as partes vivas e não vivas.

O ecossistema urbano difere do ecossistema natural pelo tipo de metabolismo. O metabolismo linear do ecossistema urbano desperdiça muita energia para fazer funcionar seu

fluxo, pela grande entrada de energia, materiais e alimentos e produção de lixo, poluição e resíduos orgânicos e inorgânicos (ODUM, 1988; GIRARDET, 2014).

A proposta do metabolismo circular para o ecossistema urbano é de Girardet, que se estabelece ao usar energia e produzir alimento nos locais, reduzir consumo, reutilizar produtos e reciclar resíduos - os três R's da sustentabilidade. O quarto R é a necessidade de repensar.

O sol é a energia renovável e local da maioria dos ciclos ecológicos e tem formas eficientes e boas para a natureza: aquecimento solar, eletricidade fotovoltaica, vento, energia hidráulica e biomassa. Estes, imitam os processos cíclicos da natureza e alcançam padrões sustentáveis de produção e consumo e mantem as comunidades humanas sustentáveis.

Os princípios básicos dos ecossistemas naturais manifestam-se como princípio para um crescimento urbano sustentável (CAPRA, 2006b) pois se traduzem como redutores de impactos ambientais fornecidos pelos SES. Os cinco princípios básicos da ecologia (quadro 2.5) o autor identifica e sugere como diretrizes ecossistêmicas.

Quadro 2.5 - Cinco princípios básicos da ecologia para o desenvolvimento urbano

a. Padrão de organização	
1.	Interdependência – os membros de uma comunidade dependem da associação e dependência mútua para viver; “o sucesso de cada um depende do sucesso de todos” na relação, “das partes para o todo, de objetos para relações e de conteúdo para padrão” (p. 232) que envolvem laços de realimentação, de natureza cíclica, o que leva a reciclagem.
2.	Reciclagem – é o fluxo cíclico de recurso – a evolução das comunidades de organismos vivos é a contínua reciclagem das mesmas moléculas de minerais, águas e de ar, há bilhões de anos.
3.	Parceria e cooperação – Os “intercâmbios cíclicos de energia e de recursos são sustentados por cooperação generalizada” (p.233) nos ecossistemas naturais. Tendem a formar associações e estabelecer ligações que certificam a qualidade da vida. A parceria faz entender as necessidades do todo, possibilita a flexibilidade e propicia a mudança. Desafia as atuais estruturas da sociedade e supõe sustentabilidade.
b. Padrão de realimentação	
1.	Flexibilidade - são os múltiplos laços de realimentação que possibilitam um ecossistema se colocar em equilíbrio, no caso de desvio com relação às condições ambientais mutáveis;
2.	Diversidade – são as muitas relações e muitas abordagens diferentes do mesmo problema.

Fonte: da autora, baseado em Capra (2006b)

A interdependência e interação, entre elementos bióticos e abióticos, dentro de um ambiente físico, regidos por um fluxo de energia solar, em harmonia cósmica(ODUM, 1988; BRANCO,1989; CAPRA, 2006b), demonstra a interdependência do ser humano com os SES de água, ar e alimentos, produzidos pelo ecossistema natural. Mostra também, o estresse entre sustentabilidade e economia. À medida que uma parceria se processa enfatiza a cooperação e a conservação (CAPRA, 2006b), ao contrário da economia que enfatiza competição, expansão e dominação.

A flexibilidade é importante ao equilíbrio do ecossistema porque a quantidade de variáveis biológicas, religião, habilidades, costumes, níveis culturais e etnias dá os limites de tolerância numa comunidade humana que é mais flexível quanto mais variáveis tiver. Desordens ou distúrbios ocorrem no decurso do tempo porque as coisas modificam dentro de uma cidade, pela diversidade de elementos.

Para que os cinco princípios propostos sejam executados numa cidade como um ecossistema sustentável, demanda uma educação ecológica para gestores, legisladores, técnicos e empresários e estudos detalhados de energia e ecossistemas, assim como quaisquer princípios com base ecossistêmica como os que a UNESCO oferece desde 2002, aos gestores:

1. necessidade de os recursos terrestres estarem nas mãos da sociedade;
2. descentralizar a gestão;
3. levar em consideração os efeitos das suas ações nos ecossistemas;
4. priorizar o funcionamento do ecossistema na gestão;
5. gerenciar os ecossistemas no limite de suas funções e na escala de espaço e tempo;
6. adequar o equilíbrio entre conservação e uso da biodiversidade;
7. definir metas para longo prazo;
8. considerar as diversas formas de informações, conhecimentos, habilidades, inovações e práticas de comunidades científicas, indígenas e local;
9. envolver todos os setores da sociedade e disciplinas científicas relevantes;
10. reconhecer que a mudança é inevitável.

A conexão da cidade com grandes trechos de terras florestadas, rios, áreas ribeirinhas e várzeas é requisito essencial para aumentar a qualidade dos SES. O Morro do Céu, Criciúma é exemplo de conexão com fragmentos existentes ou a serem criados, como a recuperação das margens do rio Criciúma.

A dependência da cidade pelos serviços de água, ar, alimentos e outros, conecta-se à interdependência aos ecossistemas naturais entre o solo urbano e o solo rural (ODUM, 2004), A integração urbano-rural funda-se na conexão entre ecologia e economia. Esta interdependência segundo o autor, requer assegurar a terça parte do espaço livre, para parques, refúgios, cinturões verdes e corredores ecológicos no PU.

Os SES vitais e a deferência estética e paisagística que os ecossistemas naturais oferecem ao local, incrementam valor à cidade e aos habitantes e denotam, efetivamente, que o PU possibilita integrar a água. Para isto, necessita-se conhecer como funciona seu ciclo.

2.1.7 Ciclo de água

As áreas de várzea são espaços de inundação natural dos rios, necessárias para o fluxo e permeabilidade das águas. A impermeabilização desses espaços remove sistemas naturais que retêm a água do ciclo hidrológico. A camada natural da vegetação é fundamental na recarga dos aquíferos e na filtragem da poluição. O solo compactado ou impermeabilizado impede a absorção da água para o subsolo, o que altera seu fluxo, fazendo-a escorrer ao invés de penetrar, diminuindo a quantidade de água no ciclo hidrológico (TUCCI, 2006; TUNDISI, 2009).

A pavimentação aumenta a temperatura mais que em espaços mais abertos pois impossibilita a infiltração de água no solo, pela falta de vegetação, extinguindo a possibilidade da evaporação. Isto altera o ciclo hidrológico e os serviços de água nas bacias hidrográficas e diminui a quantidade de água. Estes fatores transformam paisagens naturais e altera padrões de circulação do ar provocando efeito no microclima, muda o regime de energia, polui o ar e libera GEE - gases de efeito estufa (UNESCO, 2008; RIBEIRO, 2009).

O fato é que se trata mal a pouca água doce disponível, mas não há mais espaço para desperdício e poluição, no cenário urbano, de rio maltratado e impactado, recoberto e escondido, poluído e engolido pela urbanização, vedado da paisagem urbana (ANA, 2019a). Nos antigos loteamentos os lotes considerados mais importantes são cortados por pequenos riachos. Hoje, terra rural valorizada tem nascente, riacho ou rio, ao contrário, terreno urbano é desvalorizado, porque ocupa um espaço “não utilizável”. Isso é insensatez, mas é real!

As leis do mercado de capital valorizam o solo e desconsideram os rios permitindo ocupar suas margens. O sistema é indiferente aos problemas socioambientais, aos fluxos das águas urbanas, às áreas ribeirinhas construídas e à poluição das águas. A preocupação com transbordamentos chega onde afeta a economia.

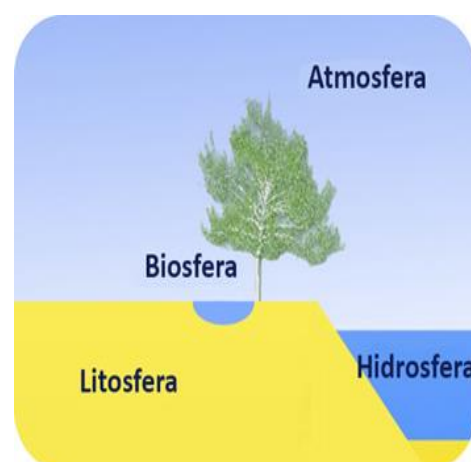
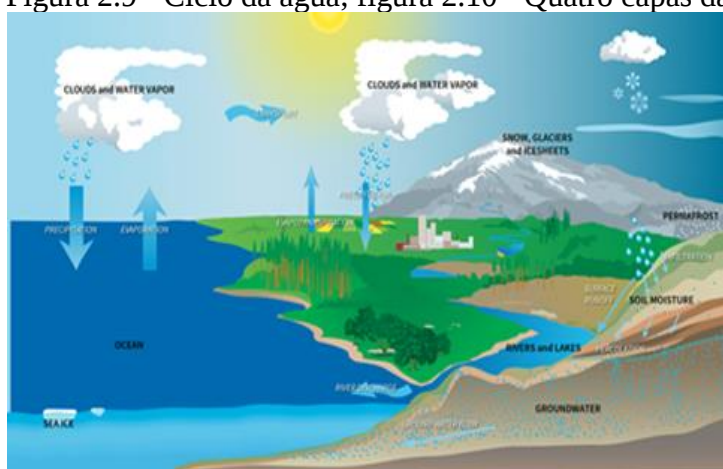
A quantidade de água, no ciclo planetário, é a mesma, pois o ciclo é aberto, interno e constante. As principais fontes de água, reconhecidas, na área urbana, são o abastecimento de água municipal e a precipitação. A água municipal, geralmente, é importada de fora da área urbana ou mesmo de fora da sua bacia hidrográfica. A precipitação representa a segunda entrada de água para o ciclo hidrológico urbano, derivada da água da atmosfera (UNESCO, 2008).

O Programa Hidrológico Internacional da UNESCO (2008) informa através Geiger *et al.*,1987, que o armazenamento em solo impermeável, de pavimento asfáltico liso, é de 0,2 mm, enquanto em áreas arborizadas e campos abertos é de 15 mm. Ou seja:

- Com vegetação há infiltração de sete vezes mais água e armazena a que fica presa em pequenas depressões na superfície de captação, retida até que se infiltre ou evapore.

O ciclo natural físico-químico da água funciona como uma fábrica que produz serviços ecológicos, independente da mão do ser humano, mas dependente de critérios próprios, naturais, mínimos para funcionar bem, resultante entre outros, da vegetação (TUNDISI, 2009).

Figura 2.9 - Ciclo da água; figura 2.10 - Quatro capas da Terra



Fonte: NASA; <https://flexbooks.ck12.org/>

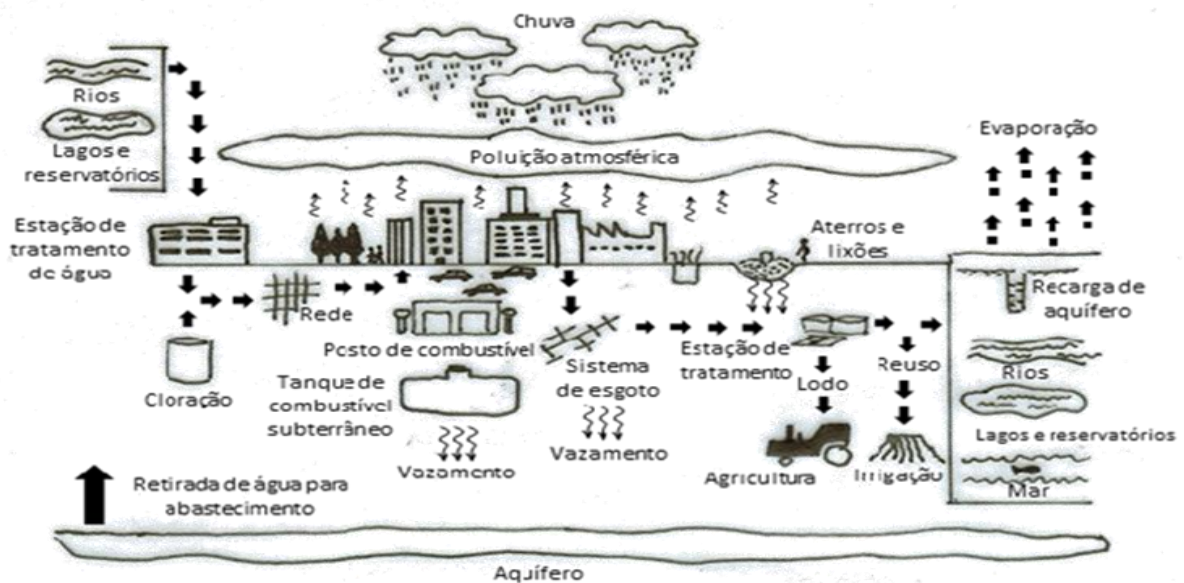
O ciclo da água (Figura 2.9) é um processo ecológico onde o ecossistema Terra recebe a água em forma de chuva ou neve e recarrega rios, aquíferos e lençol freático. Este é um dos conceitos mais fundamentais na hidrologia e descreve o armazenamento nas quatro capas da Terra (Figura 2.10) entre a biosfera, atmosfera, litosfera e a hidrosfera. A circulação se dá entre esses compartimentos de armazenamento na atmosfera, nos oceanos, lagos, rios, riachos, solos, geleiras, campos de neve e aquíferos subterrâneos.

Os processos de circulação como evapotranspiração, condensação, interceptação, precipitação, percolação, infiltração, degelo e escoamento são componentes do ciclo da água. A água da chuva é conceituada como água verde e a água de rios, lagos e mares é chamada de água azul, as águas servidas são as águas cinzas, as águas negras são provenientes de sanitários e a água potável é a chamada água branca (UNESCO, 2008; TUNDISI, 2009).

A água evapora da superfície da Terra e das águas continentais e oceânicas, movida pela energia solar, pela ação dos ventos, pela interação dos oceanos e impulsionada para a atmosfera. Esfria e condensa para formar nuvens e cai em forma de chuva ou neve, por precipitação, através do movimento das nuvens, novamente, na superfície e entra no solo por infiltração, drena para os rios e para o mar ou percola até o lençol freático.

- No UWC (Figura 2.11), estão inseridos os processos de precipitação, interceptação, depressão, armazenamento e evapotranspiração onde, a infiltração da água, no solo, contribui para sua umidade e recarrega o subterrâneo.
- A vegetação ajuda o UWC, para infiltrar a água no solo pelas raízes, para transpirar - pelas folhas, e devolver a água para a atmosfera pela evapotranspiração e assim, sucessivamente, completando o ciclo.

Figura 2.11 - Ciclo urbano da água UWC



Fonte: UNESCO (2008).

O Programa Internacional Hidrológico da UNESCO (2008) informa que o volume de escoamento superficial, direto de águas pluviais, aumentou para vários períodos de retorno em até seis vezes. Este volume depende da frequência das tempestades, do clima local, das condições e do grau de impermeabilidade do solo. Para avaliar e dimensionar qualquer infraestrutura urbana, seja ela cinza ou verde, as tempestades com alto índice pluviométrico são elementos importantes.

A precipitação é uma fonte derivada da atmosfera e representa uma das duas principais entradas no ciclo da água. Segue, geralmente, uma rota mais longa do ciclo da água. Uma parte cai nas áreas urbanas como interceptação, depressão, armazenamento e evapotranspiração e infiltra-se no solo urbano, quando o solo não estiver impermeabilizado. A outra parte é convertida em escoamento superficial, que pode ser transportado para as águas receptoras por meio de transporte natural ou em sistemas construídos cujo processo se dá de três formas, como abaixo (UNESCO, 2008):

- a) evaporação - transferência de água em vapor para a atmosfera através de superfícies

de água livre, dos solos e da vegetação úmida, interceptada durante uma chuva, ou de lagos, reservatórios e mares;

- b) transpiração - evaporação por qualquer vegetação. Parte da água que as plantas retiram do solo, através das raízes, é cedida à atmosfera pela superfície das folhas. É dessa forma que a água da superfície terrestre passa para a atmosfera no estado de vapor;
- c) evapotranspiração - união da evaporação com a transpiração num processo simultâneo de transferência de água para a atmosfera.

A evapotranspiração é usada no ecossaneamento, técnica não convencional, para tratar as águas negras ou águas cinzas, como um Sistema de Bacia de Evapotranspiração (BET), popularmente chamado fossa de bananeiras, montado aos moldes da natureza (item 4.3.2).

A extensão reduzida de áreas verdes nas cidades e as altas taxas do consumo de energia contribuem para reduzir a transpiração total de vegetação e aumentar as taxas de evaporação, alterando o microclima, para mais quente. A liberação de calor na área urbana, pelas impermeabilizações e densidade de construções, eleva a temperatura do ar e afeta o clima local e provoca “ilhas de calor” (UNESCO, 2008). Por isso, a cidade precisa da vegetação para que aconteça a evapotranspiração. O transporte do vapor d'água para a atmosfera se dá através da vegetação e o vapor da evapotranspiração voltará para o solo e a vegetação a usará novamente.

- A mudança ocorrida no UWC, pela urbanização e impermeabilização, é o ponto de conexão e interdependência dos recursos hídricos urbanos com as atividades humanas (UNESCO, 2008).

Por isso, a Austrália introduziu, no final do século passado, o conceito de gestão total do ciclo hidrológico urbano, integrando a água ao PU.

- A conexão, entre a água e o solo urbano alterado e impermeabilizado, é o impacto na biodiversidade que altera os SES pelas atividades humanas.

Por isso pode-se dizer que os processos ecológicos em uma paisagem ou no meio urbano influenciam na qualidade da água, na qualidade de vida humana, flora e fauna e na maneira como os fluxos urbanos da água se movimentam.

O ciclo composto por árvores, chuva e solo é tão importante que, segundo Lovelock (2006b) e Nobre (2015), se acabarem com as árvores a chuva irá embora com elas. Infelizmente é o que está acontecendo: desmatamento, erosão e escassez de água, como um círculo vicioso.

O UWC fica sujeito à poluição difusa. Esta, carrega consigo toda sorte de dejetos que escorrem pelas sarjetas das ruas, entram nas bocas de lobo e vão para os rios e daí ao mar.

A poluição difusa é mais problemática por não ser considerada pelos planejadores urbanos e não fazerem parte de políticas públicas (HERZOG, 2013). Além de contribuir com a evapotranspiração, a vegetação contribui para a retenção desta poluição difusa.

Porque a evapotranspiração é tão importante?

Em termos globais a evapotranspiração tem a função de amenizar as temperaturas. Se 40% da chuva é proveniente das águas e da vegetação intraurbanas, ao destruírem-se os ciclos de uma bacia urbana o solo impermeabilizado aumenta o calor e afasta as nuvens, produzindo ilhas de calor, mudando o microclima.

A definição de evapotranspiração assumida pelo Boletim FAO 56 e pela Embrapa é a de Allen *et al* (1998): dá-se através da vegetação de no mínimo 0,12 m, ou seja, de gramado, com crescimento ativo sombreando o solo e sem restrição hídrica (COELHO FILHO, 2011; MORAIS *et al.*, 2015). O sombreamento do solo com vegetação aumenta a transpiração e processa a evaporação. Só haverá evapotranspiração com vegetação no solo.

A evapotranspiração, na floresta Amazônica, gera os “rios voadores” (figura 2.12). Seu oposto, o desmatamento, geraria a desertificação (figura 2.13) (NOBRE, 2015).

Figura 2.12 - Rios Voadores; figura 2.13 - Quadrilátero afortunado



Fonte: <http://geonauta.com.br/sala-dos-professores/aconteceu/conheca-o-projeto-rios-voadores/122> ; <https://amazoniaacontece.blogspot.com/2019/01/o-quadrilatero-afortunado-prestes-virar.html> Acesso 6/11/2019.

- A evapotranspiração da floresta forma nuvens de água e fabrica sua própria chuva através das próprias árvores. As raízes profundas buscam água lá de baixo a 50m e as copas frondosas formam um rio com 20 bilhões de toneladas de vapor de água por dia que ascende.

Esse volume de água é maior que o do rio Amazonas, que coloca 17 bilhões de toneladas de água por dia. O ar sobre a Amazônia é muito limpo e fonte de umidade. De lá vem a chuva para o sul e sudeste (NOBRE, 2015).

“As plantas suam. A água, ao evaporar, resfria a folha e o ambiente. Mas a transpiração nas plantas é muito mais importante que isso. A transpiração promove a sucção” da água do solo, pelas raízes, ao longo do tronco, até as folhas, por onde sai o vapor, e por onde entra o CO₂. Ao transpirar, as plantas regulam seu próprio bem-estar e controlam o ambiente e o excesso de temperatura. A produção de umidade por si mesma contraria a tendência de produzir um deserto como nas demais regiões na mesma latitude (Figura 2.13): Atacama, no norte do Chile, Namíbia, Calábria e Austrália. A exceção é o “quadrilátero da sorte”, que vai de Cuiabá a Buenos Aires, de São Paulo aos Andes, que não é um deserto, porque a Amazônia é usina de SES, um super-irrigador da atmosfera desse quadrilátero, contrariando sua tendência para a aridez (NOBRE, 2015, p.12)

O que ocorre na Floresta Amazônica reafirma que tudo está conectado e é um alerta para as áreas urbanizadas em função do clima e da água, uma vez que sem árvore não há água, não há absorção dos GEE e não há evapotranspiração, o que piora a temperatura. Só preservar os fragmentos de vegetação é pouco, é necessário replantar para contribuir com o UWC pois há uma grande variação ecológica entre o rio natural e um rio artificializado.

A urbanização aumenta os resíduos sólidos e lixo, entulho e material particulado que contaminam os corpos d'água das cidades. Os rios canalizados alteram o UWC e potencializam as enchentes aumentando o volume de escoamento direto de águas pluviais de até seis vezes o volume, afetando o escoamento superficial de três maneiras (quadro 2.6) (UNESCO, 2008):

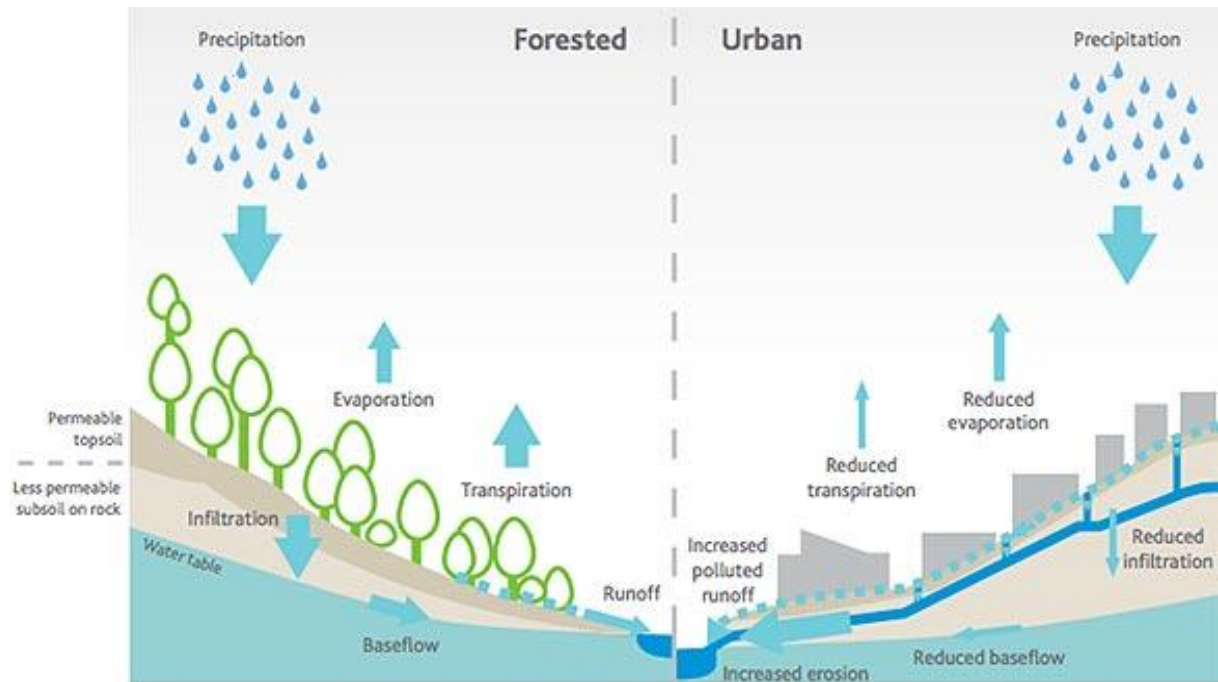
Quadro 2.6 - Alterações no UWC afetam o escoamento superficial • Aumenta os volumes de escoamento em até 6X devido à redução da infiltração de água da chuva e evapotranspiração; • Aumenta a velocidade de escoamento, devido a “melhorias” hidráulicas dos canais de transporte; • Reduz o tempo de resposta da bacia e, consequentemente, aumenta a intensidade máxima da chuva, causando o pico de descarga. Fonte: Da autora, baseado em Tucci (2006) e UNESCO (2008).
--

As diversas variações ecológicas de um rio retificado e degradado fizeram com que muitos países voltassem a renaturalizá-los.

A atitude de área urbanizada com falta da vegetação, muitos países já deixaram para trás não só por eliminar a evapotranspiração, reduzir a infiltração e o fluxo subterrâneo como porque incrementa poluentes e ostenta uma paisagem criada que faz parte do cenário urbano (Figura 2.14). O tratamento eficiente e cuidados do ciclo das águas poderá valorizá-las e torna-

las símbolo do lugar e do imaginário coletivo, realçadas poderão ser apreciadas pelo turismo e o lazer e trazer retorno econômico para o município. A visão de um mundo urbano ecossistêmico não precisa ser, apenas, sonho.

Figura 2.14 - Impactos das águas pluviais em área florestada e em urbanizada, sem vegetação



Fonte: <https://www.melbournewater.com.au/>.

A política de crescimento de uma cidade causa impactos urbanos e sociais e as técnicas racionais, lineares e deficientes têm péssimo desempenho ecológico e geram mais impactos do que os pré-existentes. Esta técnica de canalizar rios, com projetos irracionais e altos custos, foi abandonada pelos países desenvolvidos no início da década de 1970 (TUCCI, 2005). Essa irresponsabilidade contribui com a negligência sobre a importância da evapotranspiração (UNESCO, 2008).

A crítica à engenharia tradicional pela eliminação das matas ciliares de autores como Tucci e Herzog, já citados, e Gorski (2010), propõem abordagens alternativas, não convencionais como renaturalização das margens, restauração das matas ciliares e várzeas.

Figura 2.15 - bairro Hammarby em Estocolmo; figura 2.16 - plano do lago Hammarby Sjö.

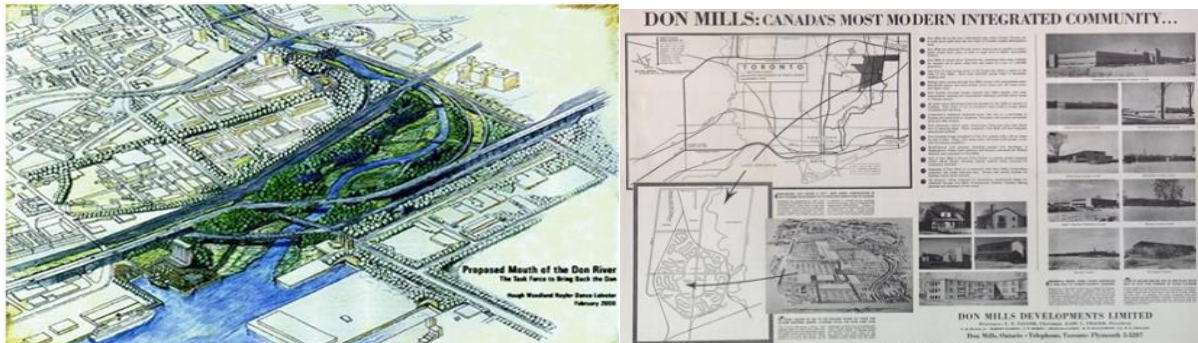


Fonte: Madeleine d'Ersu; Stockholm City Planning Administration

O bairro Hammarby (Figura 2.15), em Estocolmo, Suécia, com áreas urbanas degradadas, às margens do lago Hammarby Sjö (Figura 2.16), poluídas e artificializadas, foram renaturalizadas e consideradas referência mundial, pela transformação das regiões circunvizinhas, em bairros ecológicos.

A bacia urbanizada do rio Don em Toronto, Canadá, com 800 mil habitantes e muitas inundações, erosões e degradação, foi regenerada e requalificada a partir de 1990 (figura 2.17), sob pressão da sociedade civil (GORSKI, 2010). Considerada a maior integração comunitária da época, como visto no recorte de jornal (figura 2.18), guardado na biblioteca de Toronto.

Figura 2.17 - Redesenhando a paisagem em Toronto; figura 2.18 - Integração comunitária



Fonte: Desenho de Ricardo Gusmão; <https://www.torontopubliclibrary.ca/>

Os projetos de requalificação de áreas marginais, citados, aliam benefícios humanos e naturais, dos espaços verdes e dos espaços construídos, à subjetividade.

A partir da segunda metade do século XX, grande parte dos rios ao redor do planeta estão poluídos. No Brasil, o modelo de cidade começa a atender os interesses das classes dominantes, e para fazê-la funcionar a infraestrutura básica de drenagem, saneamento e estradas fica sob responsabilidade da administração pública municipal, que retifica rios e os canaliza, alteram ecossistemas naturais, impactam rios e poluem suas águas.

Isso acaba com a usina de SES (NOBRE, 2015; TUNDISI, 2009). De acordo com Marsalek, Jiménez e Malmquist (ONU, 2006), do ponto de vista ecológico o rio é de fato uma entidade "viva" e deve ser considerado em todas as suas dimensões temporais e espaciais, cujo equilíbrio depende de muitas condições:

- Continuidade a montante e a jusante - dimensão longitudinal;
- Diversidade de habitat - natureza das margens, largura do leito, velocidade de fluxo, profundidade do rio, etc.;
- Conexões entre o leito do riacho principal e corpos de água hidráulicamente conectados - dimensão lateral e;
- Troca de fluxos entre rios e aquíferos - dimensão vertical.

Os autores apontam que a canalização e a construção de estruturas e fundações subterrâneas, aterros, barragens e dragagem de leito empobrecem o *habitat* do rio e diminuem sua capacidade de regeneração. Para um rio estar em equilíbrio é necessário considerar-se a sucessão de estágios de águas altas e baixas, episódicas ou cíclicas. Canalizações e regularização de cursos de água, construção de canais auxiliares para reduzir inundações ou para manter fluxos baixos pode ser extremamente prejudicial.

A gestão municipal não incentiva a prevenção dos problemas de forma sustentável, pois a administração prefere obra que, politicamente, traz retorno (TUCCI, 2005).

A relação da água com as cidades contemporâneas, nos países em desenvolvimento, está nos efeitos provocados pela concentração da população urbana que gera volumes cada vez maiores de efluentes, reduz as áreas verdes e destrói grande parte da biodiversidade natural e altera os SES. Esses impactos diminuem a qualidade e a quantidade das águas. Além disso, a disputa pelo solo urbano provoca o desmatamento de margens e as canalizações desrespeitam a natureza dos rios. Há relação entre os espaços construídos e a qualidade da água (ANA, 2013).

Figura 2.19 - Enchente, inundação e alagamento



Fonte: <http://www.semasa.sp.gov.br/>.

O componente mais importante dos UWC com relação à drenagem e proteção de inundação é o escoamento de águas pluviais (Figura 2.19). O aumento deste deve ser gerenciado em áreas urbanas, por controles de fonte (UNESCO, 2008).

Assim será importante compreender as evoluções epistemológicas, através do marco temporal da produção da espacialidade urbana, para refletir sobre vertentes e paradigmas.

2.1.8 Os percursos da água na produção da espacialidade urbana

A disponibilidade de água, a alta produtividade e diversidade de plantas e animais são determinantes para a escolha da localização dos assentamentos humanos, tanto que as primeiras cidades a partir de 6.000 anos a.C., e ao longo da história, surgiram em margens de rios, deltas e à beira de lagos, na Anatólia, na Mesopotâmia, na China e no Egito.

No século IV a.C., Hipócrates, o pai da medicina, já influencia urbanistas em relação ao planejamento da cidade, quanto ao risco de saúde que a água poluída oferece.

Pela revisão da OMS (2004) sobre os marcos dos sistemas de água potável, há cerca de 3.000 anos a.C. era distribuída em tubos de chumbo e bronze, na Grécia, e em 800 a.C. aqueduto romano fornecia água para beber, lavar as ruas, banhos públicos e latrinas. Entre os grandes monumentos arquitetônicos da história da humanidade e deslumbrante obra de engenharia estão os aquedutos de Roma e Nîmes - França. Onze aquedutos, considerados uma das maiores conquistas da civilização romana, transportam aproximadamente 133 milhões de litros de água por dia, por 16 a 95 km de distância e distribuídos por toda a cidade para uso público, banhos e chafarizes (SPIRN, 1983).

Os persas construíram, há mais de 3.000 anos, os *qanāts* - túneis de muitos quilômetros de comprimento e a mais de 90m de profundidade - para transportar água das encostas das montanhas para as cidades, nos confins do deserto. Os mais ricos moravam morro acima e recebiam a água primeiro, a usavam e passavam adiante, aos pobres, que moravam mais abaixo (SPIRN, 1983).

A população usa a água limpa e o rio leva a água usada e poluída, para longe das vilas¹⁸. Com as cidades menores e menos população, menores eram os impactos. Os processos naturais e culturais conseguiam transformar naturalmente os elementos com o mesmo tempo. O estudo sobre os banheiros é de pouco interesse, mas o assunto expande descobertas sobre o estilo de vida antigo como os conteúdos que arqueólogos ambientais do Reino Unido analisam.

A análise de conteúdo preservado de um esgoto fechado, conectado a vários banheiros, em um bloco de apartamentos em Herculano, destruída por uma erupção do Monte Vesúvio, descobrem rica fonte de informações. A prática de jogar lixo de cozinha nos vasos sanitários, que os antigos romanos achavam anti-higiênica, surpreendem pela qualidade e variabilidade dos alimentos ingeridos pelos moradores de Herculano e pela quantidade de ossos de peixes encontrados. A análise indica que o comércio regional de peixes era muito maior do que os estudiosos haviam suspeitado (WALD, 2016).

Outra descoberta através do livro *The Archaeology of Sanitation in Roman Italy*, de Koloski-Ostrow, publicado em 2015, é que os esgotos, revelam que, em grande parte, não atendiam aos padrões de saneamento. Mesmo na Cloaca Máxima, o grande esgoto sob Roma, alguns canais bloqueiam completamente com lodo, em menos de um ano (WALD, 2016).

¹⁸ História do nome do rio Maina, Criciúma. SC (o rio come - o rio “manha”, *manja* - do verbo *manjare*, em italiano).

Há aproximadamente 4000 anos, os antigos minoicos de Creta, Grécia, utilizavam condutores subterrâneos de argila para o abastecimento de água e para o saneamento básico, comprovado pelas descobertas nos trabalhos de escavação no palácio de Knossos. Um dos primeiros banheiros conhecidos com descarga de água (Figura 2.20), os resíduos são carregados para o sistema de esgoto do palácio, pela água (semelhante ao sistema atual).

A partir daí a tecnologia dos banheiros decola, e no I milênio a.C. os gregos antigos desenvolveram latrinas públicas em grande escala. Assim como os romanos, por volta do século I a.C., as latrinas públicas gregas tornaram-se uma das principais características da infraestrutura romana (Figura 2.21), os banheiros comunitários na área romana de Óstia Antica, assim como as casas de banho. Os arqueólogos sabem muito pouco sobre o funcionamento deles (WALD, 2016).

Figura 2.20 - Banheiro com descarga do palácio de Knossos;

Figura 2.21 - Banheiros comunitários na área romana de *Ostia Antica*.



Fonte: Departamento de Clássicos da UNC ; imagem BROKER / REX / Shutterstock.

Na Idade Média até a contemporaneidade, muitos rios urbanos atravessavam e atravessam cidades, com esgotos¹⁹. A maior parte dos rios europeus funciona como redes de esgotos naturais e com a industrialização, a partir do século XVIII, juntam-se aos poluentes lançados pela indústria. Por isso, muitas cidades têm poço público de onde mulheres e crianças têm a tarefa diária, difícil, de executar o transporte de água (AEA, 2018).

Entre os séculos V e XV a morfologia da cidade se caracteriza pela rede de ruas como resultado de iniciativas privadas dos habitantes, ao construírem suas casas. O castelo era um lugar fisicamente isolado para o poder. No feudalismo o clero tinha o monopólio do conhecimento, os cavaleiros o das armas, um privilégio hereditário, e os burgueses o monopólio do comércio. A Igreja detinha grande poder ao lado da nobreza. A área do território e do poder era a castelania, cuja extensão era medida pela possibilidade de atravessá-la, a pé, entre seus limites e voltar no mesmo dia. Um senhor feudal poderia controlar várias castelânias.

¹⁹ Em Criciúma esta modalidade funciona até início do século XXI e em muitas cidades brasileiras também.

Aos poucos, o domínio político instala-se na cidade, onde começa ser o lugar de moradia da nobreza e as casas no campo eram reservadas para o lazer. O pensamento era teocêntrico, tendo Deus como figura central do pensamento humano e o esterco é o centro de práticas inócuas, na cidade. Parece ríspido, mas é a realidade da época.

Tanto que em 1338 Cambridge recorda a permissão de pilhas de esterco durante uma semana, em uma única via pública. Em função de problemas decorrentes, o parlamento, reunido, aprova a primeira lei sanitária urbana da Inglaterra, fazendo com que o esterco saísse do centro da cidade e fosse jogado longe dos narizes e da visão das pessoas. Outro grave defeito da cidade medieval foi enterrar os mortos cerca da residência que contaminavam o lençol freático, por infiltração (MUMFORD, 1998). Na Londres do século XIII as repetidas tentativas foram ineficazes para diminuir a poluição do Tâmsa, um esgoto à céu aberto (SPIRN, 1983).

As cidades ditas modernas ainda não mostram suficientes recursos técnicos, pois poluem os rios com as descargas das privadas. Mumford (1998) compara a salubridade rude da cidade medieval com a má salubridade das cidades do século XIX, abençoadas com requintadas privadas nas moradias da classe média e amaldiçoadas pela água potável gasta para esgotar águas servidas no mesmo rio acima (como até hoje se faz). O autor coloca a sanitização como uma característica bem forte da cidade medieval, percebida pela proibição de lançar lixo e imundície nos rios, valas e lagos, em 1338. No século XVI proíbem enterrar esterco nos limites da cidade.

A primeira obra hidráulica e rede de esgoto sanitário foi construída em 1543, na cidade de Bunzlau, na Silésia, conduzidos por canos a uma área de deposição desconhecida (MUMFORD, 1998). As características de sanitização não impediram a propagação das doenças, motivo da Peste Bulbônica, que teve impactos devastadores na população e na economia. As cidades americanas e europeias do século XIX com os repetidos ataques de tifo e cólera e a grande epidemia de influenza, de 1918, tão fortes quanto a Peste Bulbônica, poderiam estar em situação pior ou semelhantes às da Idade Média. Pior até que Cuzco ou Tenochtitlán, no século XV.

Estas, tinham um nível de limpeza e salubridade “que a Europa de sua época alcançaria apenas alguns séculos depois” (CM, 2014, p.86). Isto, porque os povos originários tratam a Terra e a vida de forma orgânica e sistêmica e seus fluxos metabólicos são circulares, como ensina Girardet (2014).

No plano físico, a cidade medieval é orgânica, se adapta às coerências e realidades geográficas. As curvas orgânicas fazem parte do núcleo central da cidade, cuja segurança está

representada pela cavidade da entrada e a muralha que são a alma da cidade medieval. O fim da Idade Média, arruinada e intitulada de “idade das trevas”, demarca uma época, com o Renascentismo, que muda o significado cultural e filosófico do ser humano, que de agora em diante, estão separados.

A busca pelo belo e o apressado pelas tolices da vida diária, dos séculos XV e XVI, fazem desaparecer a fé e retomar o poder da filosofia (MUMFORD, 1998). Da completude e o todo da vida, a generalização e a dominância do Deus medieval autoritário, para a monotonia de um poder político centralizado e absolutista, do barroco ao rococó, passaram-se quatrocentos anos, entre antigas e novas referências.

Platão, Vitruvius e o Príncipe de Maquiavel davam pistas a um plano novo para a cidade, enquanto Descartes (1596-1650) reinterpreta o mundo da ciência. A ordem unificada da cidade barroca, no urbano, era o estilo aristocrático (MUMFORD, 1998).

O comércio amplia as cidades medievais e os urbanistas renascentistas derrubam as muralhas, que dissolvem os limites da cidade para fora dos muros e impõem o desenho geométrico no traçado urbano de ruas retas e praças retangulares com repetição de elementos uniformes, que rompem a harmonia do padrão medieval.

No Novo Mundo renova-se a ordem medieval. As novas cidades da América do Sul são traçadas pela Lei das Índias, de 1523. O Conselho das Índias foi o órgão mais importante da administração colonial espanhola, que intensifica a padronização, criando no centro da cidade a plaza, de 120m X 180m, com a igreja de um lado e as moradias em quadras rigorosamente regulares e ruas largas (GOITIA, 1982).

A visão teológica do séc. XVII concebia Deus como um legislador determinístico e na ciência a certeza simétrica entre passado e futuro conduzia o conhecimento humano para mais perto do divino. A nova ordem estabelecida pela ciência cartesiana, racional, era a física newtoniana (PRIGOGINE, 2003). A expressão “penso, logo existo”, de Descartes, identifica a separação entre mente e corpo e do humano para com a natureza que Capra (2006a) define como fragmentação do pensamento com disciplinas que levam ao reducionismo da ciência.

Na cidade barroca a avenida é símbolo que sacrifica o espaço do cidadão aos caprichos da estética urbana. A visão antropocêntrica com base na liberdade individual e na razão valoriza o conceito de crescimento. Entre o século XVII a meados do XVIII a circulação dos veículos de roda, carregados por animais, efetua função fundamental. A linguagem visual das intervenções urbanas tem aparência de cenário - espetacular e aristocrática. Os grandes eixos, a perspectiva simétrica e proporcional, distanciam-se da escala humana (Figuras 2.22 e

2.23) (GOITTIA, 1982; MUMFORD, 1998). Esta expressão de poder inicia a mudança de escalas da cidade, cuja medida não é a do indivíduo, até as atuais dimensões inalcançáveis.

Figura 2.22 - Piazza *del Popolo*, Roma, 1715; figura 2.23 - Palácio de Versalhes



Fonte: Óleo de Gaspar van Wittel; <https://www.pariscityvision.com/pt/versalhes/jardins-versalhes>

As cidades crescem em extensão e população com a Revolução Industrial. Os acontecimentos e descobertas marcham de acordo com o tempo de cada uma delas. A evolução da sociedade e das técnicas alteram escolhas e as modificam, de forma generalizada, e os rios começam a receber, também, poluentes industriais. A demanda por água limpa aumenta e as descargas de águas usadas vão superando o suporte dos rios. As grandes mudanças e transformações desta época distanciam a arquitetura e a cidade da natureza.

A Revolução Industrial e a centralização da administração do Estado dão impulso à urbanização de vastos espaços territoriais. A necessidade de criar políticas de planejamento e urbanização visam sanar problemas habitacionais, sanitários e de deslocamento, e ainda, evitar e combater distúrbios sociais decorrentes da vida urbana contemporânea (MUMFORD, 1998).

“A industrialização produz a urbanização que inicia sobre a explosão da cidade tradicional. A sociedade urbana começa sobre as ruínas da cidade antiga e da sua vizinhança agrária” (LEFEBVRE, 2001, p.137). Ou seja, a infraestrutura existente é insuficiente para o avanço da urbanização que gera impacto no ambiente natural e no espaço construído, os quais agem sobre os recursos não renováveis de água, vegetação, ar e solo como se fossem infinitos.

O processo de industrialização e urbanização, dos séculos XVIII e XIX, e o crescimento da população da Inglaterra e dos Estados Unidos, desfazem a noção de limites da expansão urbana. A morfologia socioespacial das cidades inglesas é reputada pela desigualdade. Os bairros operários são fétidos e com baixa qualidade ambiental pela falta de saneamento, de ventilação e iluminação. Os suntuosos palácios têm amplas e iluminadas ruas, para a circulação do grande mundo londrino.

A primeira cidade a atingir um milhão de habitantes e muita pobreza (figura 2.24), ao final do século XVIII, Londres cresce sem se planejar, dividindo as ruas estreitas com carroças e esgoto escorrendo a céu aberto, construções precárias e sem espaços públicos

(HERZOG, 2013). Esta condição é extensiva às cidades europeias onde proliferam doenças de origem hídrica que atinge a qualidade de vida de todos os níveis sociais.

Figura 2.24 - *Dudley Street*, bairro pobre de Londres; figura 2.25 - “Sopa de Monstros”



Fonte: gravura de Gustave Doré 1872; Cartum de Paulo Pry, 1829.

Hipócrates alerta para o risco de saúde que a água poluída oferece, no século IV a.C., mas apenas em 1854 John Snow relaciona o surto de cólera à simples água de poço. A poluição do rio Tâmesa era tão grande que o ano de 1856 foi instituído como o “Ano do Fedor” e lençóis embebidos em desinfetantes foram pendurados no Parlamento, para suportar o cheiro (figura 2.25). Até 1950 não existiam peixes no rio, nas proximidades de Londres (SPIRN, 1983).

A cidade fundamentada no liberalismo econômico cujo mercado interfere no processo de produção e atende aos interesses das classes dominantes (HERZOG, 2013) leva pensadores políticos como Karl Marx (1818-1883) e Friedrich Engels (1820-1895) a revoltarem-se com o deprimente modo de vida da época. A sociologia urbana de Engels responsabiliza a miséria e a marginalização do proletariado urbano, e reitera a necessidade que cada trabalhador tem, de uma casa individual (CHOAY, 2013).

Com a propagação do cólera, por volta de 1900, foram instaladas plantas de cloração para desinfecção da água potável, na Bélgica e em Nova Jersey, EUA, e durante o século XX todas as grandes cidades da América do Norte e Europa introduziram inclusive o tratamento físico, biológico e químico. Na Eslovênia²⁰ e na Dinamarca não há nenhum tipo de tratamento (UNESCO, 2008).

O Movimento Higienista surge na primeira metade do século XIX, por conta dessas críticas condições na cidade. Surge a primeira legislação de saúde pública, regulamentos e normas mínimas para a construção e composição de conjuntos operários, posturas urbanas com relação à higiene e ao saneamento e construção de esgotos e suprimentos de águas livres de contaminação (HERZOG, 2013). O PU da época se restringe à divisão de fazendas em terrenos prontos para a especulação, aplainados e aterrados, ignorando a topografia, sem preocupação

²⁰ Na Eslovênia, toma-se água direto da torneira. Água mineral em supermercado só com gás (da autora).

com os ventos dominantes ou com a orientação dos edifícios quanto à insolação ou qualquer necessidade vinda de conhecimentos dos gregos ou chineses.

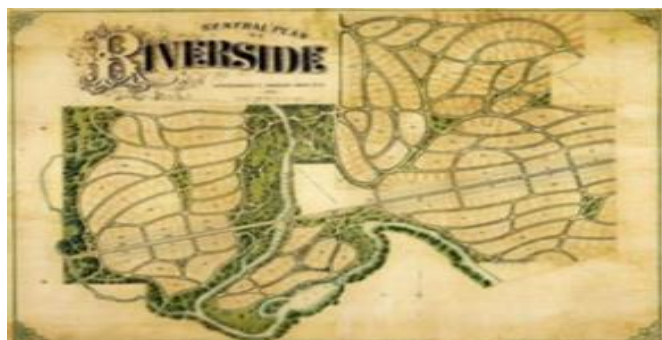
A acelerada expansão industrial intensifica o uso da terra, cuja preocupação é atender às necessidades dos negócios, com o aumento do valor dos aluguéis e dos terrenos. A economia capitalista anula as necessidades naturais necessárias para a vida e valoriza os montes de mercadorias nos portos, o corte de árvores e as baixas de extraordinários edifícios. O industrialismo do século XIX cria uma cidade embatumada e acinzentada, tida como o espaço urbano mais depreciado de todos os tempos (MUMFORD, 1998).

Essa condição, que a cidade do século XIX apresenta, está conectada ao aumento exponencial da população urbana, que trouxe consigo a precariedade no controle das águas urbanas, o que favorece o alastramento de epidemias pela Europa. A técnica higienista de escoar as águas servidas, dentro dos rios e córregos, o mais rápido possível, muda a relação do urbanismo com as águas urbanas e faz a água ficar distante do habitante urbano. Nos subterrâneos da cidade, bem longe dos olhos, fica mais fácil poluir.

A reestruturação dos espaços urbanos para abrigar as diferentes classes sociais tem no urbanismo sua teoria que começa com um papel baseado no pré-urbanismo em textos e realizações de pensadores políticos sociais, como filósofos, economistas e historiadores do século XIX.

Aparecem propostas de cidades para os trabalhadores que objetivam solucionar a situação social. Robert Owen, constrói a “cidades fabris”, na Inglaterra, em 1817, e Charles Fourier, os falanstérios, na França. O primeiro projeto de bairro, com temática ambiental, vem com a execução do Riverside (Figura 2.26), por Frederick Law Olmsted, nos USA. A característica do autor é aplicar diretrizes da arquitetura da paisagem na preservação dos recursos ambientais. Neste bairro, o fundamental é o respeito à vegetação das margens do rio Des Plain e à topografia, (SPIRN, 1983; HALL, 1988). O autor crê que a natureza promove mudanças sociais e culturais nos ambientes urbanos (CHOW, 2016).

Figura 2.26 - Plano de Riverside, 1868-1870: projetado por Olmsted, Vaux & Co



Fonte: Disponível em: <https://www.olmstedsociety.org/resources/maps-of-riverside/>.

Ao mesmo tempo que a cidade é o símbolo da sociedade, das relações, da ciência, da arte e da cultura, o campo é o amor à natureza, é o alimento e a inspiração da música e da arte. Desta forma, Ebenezer Howard junta a sociedade e a natureza no mesmo espaço.

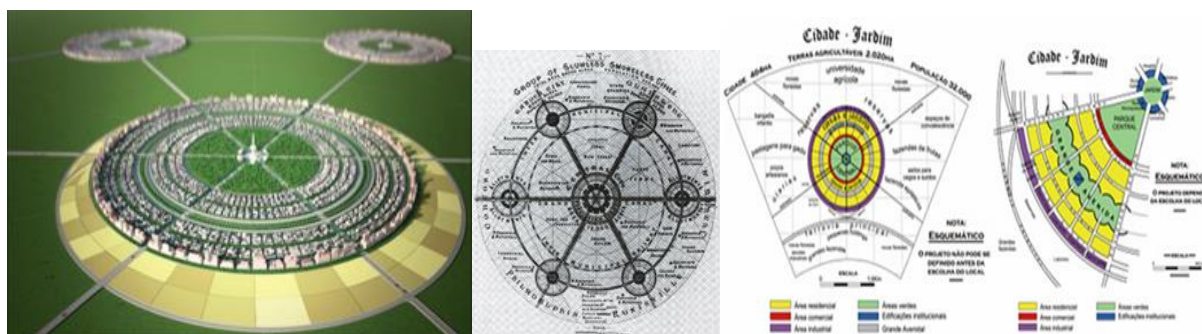
2.1.8.1 Da Cidade-Jardim à racionalidade do urbanismo modernista

A Cidade-Jardim de Howard surge no século XIX, com um pensamento que busca respostas aos problemas acentuados na Inglaterra de superpovoamento das cidades, pobreza, precário sanitarismo, distância do trabalho, ar viciado, luz do sol escondida e ao êxodo rural.

Sua proposta é unir as vantagens da cidade, com altos salários, vida social, diversão, iluminação urbana, com as belezas e as delícias do campo.

O desenho (Figura 2.27) induz à estreita relação cidade/campo como uma força de atração, nomeada imã, que junta os benefícios de cada uma. Como garantia de um ambiente físico agradável, o traçado urbano, ajustado à topografia e com baixa densidade em um plano circular convergente, dispõe da quarta parte da área com bosques, praças, zonas verdes circundantes, além dos jardins particulares e alamedas. Tinha como atributos, a qualidade ambiental em harmonia das paisagens natural e construída (TAVANTI; BARBASSA, 2010).

Figura 2.27 - Cidade-Jardim em meio digital e os respectivos esquemas originais



Fontes: <http://equilibrium.org.br/portal/wp-content/uploads/2013/07/NeWPy.jpg>
http://urbanidades.arq.br/imagens/2008/EbenezerHowardaCidadeJardim_E359/eh_sistema_cidades_01.png
http://www.portogente.com.br/arquivos/id_29403_u1.jpg Acesso em: 11/abril/2010.

Nesse modelo de cidade as soluções de drenagem podem ser consideradas potencialmente sustentáveis, por permitirem a infiltração das águas pluviais através das áreas permeáveis, criadas para valorizar a paisagem e a qualidade de vida da população. Um plano plenamente realizável para aumentar o grau de salubridade e o conforto urbano, numa área limitada a um raio de 1.130m para uma população de 30.000 pessoas, em cada cidade-jardim. Ao atingir essa quantidade de pessoas é criada outra cidade, pouco além da zona dos jardins ou do campo. Os habitantes das cidades se locomovem por transporte urbano de massa, representado, na figura 2.27, pelas linhas diametrais que cortam a cidade-jardim.

As vantagens do campo estão entre as cidades, com vegetação abundante que rodeia da cidade central. As edificações públicas como teatro, biblioteca, museus, hospital, estão localizadas no centro, de cada célula, com acesso fácil e perto. “A associação das cidades-jardins fundada em 1899 tem a primeira cidade construída em Letchworth²¹, Inglaterra, em 1903” (HALL, 1988; CHOAY, 2013, p.221).

Para Hall (1988), as cidades-jardins, onde de fato pode-se conhecer, na realidade, a visão howardiana da cidade-jardim, circundadas por seu próprio cinturão verde, são quatro das oito cidades londrinas construídas, Hertfordshire de um lado e mais três delas formam um grupo, ao Great North Road.

Interligadas pelos equivalentes modernos da ferrovia intermunicipal suburbana eletrificada, ao centro de Londres, e uma rodovia concluída em meados de 1980. Em poucos minutos é possível passar de uma para outra saindo da rodovia barulhenta e entrando num mundo sereno onde há muita vegetação (HALL, 1988).

No Urbanismo modernista a obsessão é separar a cidade em função de usos e densidades como a solução básica do “ordenamento” cujo procedimento tradicional gira em volta da segregação. Esse caráter “funcionalista” compreende e disfarça uma medida socialmente supressiva e conservadora (SOUZA, 2006).

A racionalidade é prevenir a população da poluição das indústrias através de áreas estritamente residenciais ou outras áreas separadas. Mas o caráter funcionalista, ou a mono função, evidencia a exclusão como desculpa para segregar, pois já havia formas de controle dos impactos industriais pelas descobertas da biologia ou através de regulamentos simples da saúde e controles ambientais, compatíveis com mecanismos técnicos já existentes (ROGERS, 2001; SOUZA, 2006; FRANCO, 2008).

As epidemias geradas pela água, como cólera ou tifo, eram recorrentes e sucessivas nas cidades norte-americanas e europeias do século XIX. Em 1832 morreram, em quatro meses, 3.500 pessoas em Nova Iorque, quando metade da população (100 mil habitantes) abandonou a cidade (SPIRN, 1983). O espectro de epidemias e doenças causadas pelas águas que perseguia as cidades no passado parece ter ressuscitado no início do século XXI, no mundo, com a Covid19²², e se intensificado no Brasil.

A reforma urbana de Paris (1851 - 1870), por Haussmann, revoluciona os espaços urbanos com grandes obras hidráulicas, monumental, estrutural e higienista para melhorar as

²¹ Ainda existe uma da época e a vila está viva, para visitaçao.

²² O Brasil lidera mortes por Covid-19 no mundo: 2.360 mortes por milhão. Fonte: correiobraziliense.com.br Em: 20jun.2020.

péssimas condições sanitárias. Paris se transforma com largas avenidas e bulevares arborizados, rede de transporte público - puxado a cavalo, iluminação pública e abastecimento de água e esgoto (HERZOG, 2013). Serve de modelo para as cidades coloniais brasileiras e para o mundo com problemas de insalubridade e propagação de epidemias.

O planejamento de Hausmann, em Paris, corta avenidas à custa de jardins e bairros operários, provoca admiração e imitação em todo mundo, mas ocasiona críticas sobre suas consequências. A substituição indiscriminada de jardins e espaços lúdicos por avenidas empoeiradas e áreas internas não arejadas ocasionaram problemas sociais com efeitos sobre a saúde pública, como intemperança, tuberculose e outros males, como a classe operária escondida entre as avenidas, a miséria e as crianças proibidas de brincar. Partiu crítica idêntica da Berlim imitadora de Paris, em 1913 (GEDDES, 1994).

Nas cidades já urbanizadas, as mudanças para melhorar o saneamento foram baseadas na racionalidade do urbanismo higienista com as grandes aberturas no tecido urbano, alargamento de ruas e demolições. A técnica da drenagem higienista é apontar a água como vetor de epidemias, rejeitá-la dos espaços urbanos, canalizando rios e corpos hídricos, jogando a água a jusante e mascarando os rios, como até hoje se faz no Brasil.

Também adotada na França, no Japão, nos Estados Unidos e na África do Norte, cuja eficácia na questão da saúde e higiene obceca e polariza a ponto de isolar os edifícios em unidades autônomas, edificações verticais transformadas em pseudocidades, elevadas e geometricamente ordenadas, abolindo ruas (CHOAY, 2013).

Como a natureza muda através dos tempos, a natureza do homem, no transcorrer dos tempos, não tem mais nada em comum a não ser a própria natureza intrínseca da humanidade. O imaginário predominante na visão da natureza depende de inúmeros parâmetros, como o grau de desenvolvimento das ciências e das técnicas, a organização social, a arte, a religião, etc. Muitas visões contraditórias podem até mesmo coexistir.

Como o pensamento contemporâneo que usa o mesmo pensamento cartesiano do século XVIII e XIX que “concebe a natureza como máquina, conhecida e conquistada pela metodologia científica e separada do homem, que se decompõe num conjunto de peças separadas” (NICOLESCU, 2005, p.68). Esta concepção racionalista afronta a natureza sem preconceito e indiscriminadamente como poluir rios, tamponá-los e esconde-los sob as cidades, afrontar e desvalorizar a biodiversidade a ponto de desconhecer sua importância.

A insalubridade das cidades tanto nos USA quanto na Europa e o perigo da difusão de doenças que dá início ao discurso higienista chega ao Rio de Janeiro por volta de 1902. Em 1906, com o mesmo contexto, este discurso justifica a defesa do uso da terra por zoneamento.

2.1.8.2 O discurso higienista no Brasil

O urbanismo sanitarista com discurso higienista sobrepõe o homem à natureza, baseado em conceitos de amparo, proteção e estética (FRANCO, 2008). Esta noção está baseada na pavimentação e impermeabilização do solo e na canalização e tamponamento de rios e córregos.

A forma indisciplinada da urbanização e da gestão do crescimento baseada em conceitos ultrapassados e com características de impermeabilização do solo, além de desconsiderar rios e córregos urbanos, afastando-os da vista dos habitantes, tem implantação de redes de drenagem pouco dimensionadas. (TUCCI, 2005).

No Brasil do início do século XX espalham-se epidemias, como Febre Amarela, Cólera, Varíola e Malária, pelo país. Com necessidade de reforma urbana e sanitária, na cidade do Rio de Janeiro foi criado em 1900 o Instituto Soroterápico Federal. Casas foram demolidas, pessoas desalojadas, mosquitos combatidos, doentes isolados e vacinados em nome da saúde pública (SUR, 2016).

Mesmo assim, no Brasil de Nilo Peçanha (1909-1910), quando a capital era, ainda, no Rio de Janeiro, os navios não queriam, ali, atracar, pela imundície do porto. Preferiam atracar em Buenos Aires. Isso faz os barões do café pressionarem o governo, quando entra na história Oswaldo Cruz (1872-1917). O médico sanitarista, formado em Paris, saneia o porto e a cidade, desmancha a zona de meretrício no Mangue e vacina as pessoas, à força, através de uma polícia sanitária autoritária. Rui Barbosa, político na época, fica furioso pela obrigatoriedade, mas depois admite a necessidade²³.

A política de saneamento básico da época, de evacuação de efluentes urbanos o mais rápido e o mais longe possível, torna evidentes os impactos negativos no final da década de 60 e alguns países alteram suas políticas no tratamento de esgoto e no controle de águas pluviais. Mas, a maioria continua alicerçada na impermeabilização massiva, canalizações com tratamento cinza de cimento e concreto, aumentando o problema das águas.

Para pensar a cidade é importante conhecer a história da urbanização e saber o papel significativo que a representa, no cotidiano e no crescimento. No Brasil, o PU ficou estabelecido somente pela lei Federal nº 6.766/79 e suas alterações, responsável pelo parcelamento do solo urbano até a promulgação do EC Estatuto da Cidade, lei 10.257/2001. O primeiro obriga 35% da área da gleba para áreas públicas destinados às vias, equipamento urbano, espaço público e

²³ (sic) Prof. Dra. Teresinha M^a Gonçalves (2017, em orientação). O Brasil do ano 2020 precisa de um Oswaldo Cruz.

10% para áreas verdes. Não há restrição quanto à topografia, nascentes, vegetação, corpos d'água, tampouco as condições naturais. A liberdade é total! Depois as drenagens corrigem, os gastos aumentam e o ecossistema já foi. Igual ao processo do planejamento higienista do século XIX.

Muto embora o art 2º do EC, sancionado para execução da política urbana federal, garanta uma cidade sustentável e estabeleça que o PU deva “corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente”. O uso das diretrizes e dos instrumentos legais oferecidos pelo estatuto direcionam a uma cidade sustentável e democrática, mas o desafio de implementá-lo fica por conta do engajamento na transformação e no objetivo de superar a exclusão social e a predação ecológica. O inciso XVII do mesmo art 2º estimula a padrões construtivos e técnicas que reduzam impactos ambientais e a economia de recursos naturais e acusa a omissão no caso do não cumprimento (BRASIL, 2001, art. 2º).

Poder-se-ia dizer que a lei brasileira, indiretamente liga o PU à água, uma vez que estimula técnicas amigáveis aos ecossistemas naturais. Conhecer a história da PU serve para repensar suas interconexões.

2.1.9 O PU e suas interconexões

O objetivo do Urbanismo, do PU e do Desenho Urbano é estudar, avaliar, melhorar e direcionar a cidade. Pela ótica da ciência social e da ecologia o objetivo é superar as injustiças sociais e ambientais e melhorar da qualidade de vida. Souza (2006), considera que o Planejamento multi, inter e transdisciplinar para o desenvolvimento socioespacial, vai além de uma disciplina específica. Necessita conhecimentos e metodologias que abrangem outros aspectos da sociologia, arquitetura, economia, geografia, engenharias, direito e administração. A complexidade do tema desperta a consciência inter e transdisciplinar e deve unir ambas as ciências, naturais e sociais, para ultrapassar o fracionamento disciplinar e avançar sobre uma prática teórica transdisciplinar.

O PU tradicional com características multidisciplinares fragmentam o conhecimento sobre a cidade, em partes, a tal ponto que limitam o diagnóstico. Pode até valorizar os aspectos nos âmbitos da sociedade, da sanidade urbana e da infraestrutura, porém, sem critério ambiental, pois sua perspectiva racional dificulta a inter-relação com a complexidade do ecossistema urbano.

O crescimento da cidade, separado da natureza e até contrário a ela, causa muitos problemas ambientais urbanos e os agrava pelo erro de desprezar a natureza. “A

desconsideração dos processos naturais na cidade é, sempre foi e sempre será tão custosa quanto perigosa” (SPIRN, 1983, p.26).

A inconsciência ambiental no PU ou a falta dele, lembra Bonduki (2004) quando cita o processo predatório da transformação urbana periférica de São Paulo - SP, pós 1940. As favelas, em loteamento periférico, sem orientação técnica ou governamental, ficam à mercê de processo predatório ambiental e das necessidades sociais e estruturais por falta de compreensão ecológica no PU e na gestão o que repercute em consideráveis perturbações ao ecossistema urbano e atinge todos os ecossistemas naturais.

A inconsciência está evidente também na função economicista dos centros urbanos brasileiros, em projetos arquitetônicos da cidade formal/legal que tratam rios, nascentes e outros elementos do ecossistema como incômodo, ao invés de um item de valorização do bem a ser construído. Está nos rios canalizados e tamponados e nas margens desflorestadas e impermeabilizadas. Maricato (2015) como Harvey (2006) intitula a terra urbana como mercadoria especial e a cidade, um grande negócio. Isto revela o conflito ambiental que gera outros conflitos pela forma insustentável do crescimento urbano na exploração do espaço em função do seu valor de troca que o PU tradicional fragmentado facilita e em cujo ambiente o capitalismo busca moldar suas necessidades.

O PU de Geddes (1994) é ecológico, pois interconectado às dimensões social, ambiental e da subjetividade, e trata a cidade como um todo no contexto da paisagem regional, da cultura e da história, considerando a bacia hidrográfica, para estudar a cidade. Sugere uma estrutura lógica, de pesquisa, análise e proposta (equivalente ao atual diagnóstico, prognóstico e proposta).

Historicamente, o autor remonta a um estágio mais próximo do planejamento nas cidades camponesas da planície, em forma de círculo, que pode se expandir em uma série de anéis mais ou menos concêntricos que lembra a Cidade - Jardim, de Howard.

O urbanismo como teoria começa com um papel baseado no pré-urbanismo como a cidade-jardim, com pensadores políticos, sociais, filósofos, economistas e historiadores do século XIX. O conceito bifurca entre o progressista e o culturalista.

No culturalista o aglomerado urbano prevalece sobre as partes e as pessoas. As linhas seguem as sinuosidades natural do terreno e se direcionam aos locais de encontro, de passagem, dos espaços públicos, na multiplicação das relações interpessoais onde o indivíduo pode realizar-se e a cultura desenvolver-se (CHOAY, 2013).

O modelo progressista teve que esperar o fim da guerra, 1914, e o progresso tecnológico para dar sua expressão. Camilo Sitte, urbanista austríaco, expressa-se em planos

teórico e prático da Alemanha e da Áustria nos anos de 1880 e 1890. A imagem de cidade futura é extraída pela Bauhaus, na Alemanha de Gropius e na França por Le Corbusier. Este modelo conceitua o Urbanismo Modernista que se difunde no movimento internacional de arquitetos no C.I.A.M - Congressos Internacionais de Arquitetura Moderna, que propôs a Carta de Atenas, em 1933. Com base na modernidade, tem conceito industrial como ruptura histórica radical cujo interesse são as estruturas técnicas e estéticas (CHOAY, 2013). É racionalista e resolve a relação dos homens com o meio e entre si pela ciência e pela técnica.

Le Corbusier apoia a cidade industrial e cultua o pensamento progressista onde uma casa é uma máquina de morar, cuja racionalidade contempla as linhas retas, a funcionalidade e a cidade como lugar da produção e na simplicidade a estandarização da arquitetura e do mundo. Na lógica industrial a técnica pode tudo, alterar, aplanar, preencher terrenos, por isso distancia a cidade e os habitantes da natureza e a desvaloriza.

O planejamento ambiental vem desde o século XIX, nos EUA, onde a arquitetura da paisagem e o planejamento da cidade compartilham planos metropolitanos e regionais desenvolvidos para sistemas de parques que integram recreação, transporte, drenagem de tempestade e controle de inundações e desperdício (SPIRN, 1983; FRANCO, 2000). Frederick Law Olmsted, arquiteto paisagista, executa planos paisagísticos, inclusive o Central Park, movido pelos limites dos recursos naturais, quando estava longe a preocupação com impactos.

O primeiro curso de PU em uma universidade americana foi iniciado na *Harvard University's School of Landscape Architecture*, em 1909, e em 1923 oferece um mestrado no tema e em 1928 estabelece a primeira escola de PU da América. Historicamente McHard lidera, a partir de 1962, o estudo do ambientalismo na cidade (SPIRN, 2011). No seu livro *Desenho Urbano com a Natureza*, de 1969, explica os sistemas de informação geográfica (GIS) e o transecto natural e marca sua indignação contra a poluição e feiura de Glasgow, sua cidade natal, mas não se importa com os sistemas humanos e das cidades porque não podia conciliar a ciências sociais com a ecologia (FARR, 2013). A seriedade em encarar o planejamento das cidades, levou a Alemanha e o Reino Unido a criarem cursos específicos voltados para planejadores urbanos e regionais (SOUZA, 2006).

Antes do urbanismo ecológico o urbanismo sustentável trouxe uma emergência teórica para tratar das questões urbanas, sensível aos problemas ambientais e unido ao *design* sustentável.

O urbanismo ecológico tenta combater o estilo de vida norte americano dos subúrbios de áreas monofuncionais, relacionados à dependência do automóvel, à emissão de poluentes, ao sedentarismo das pessoas e maiores consumos de água, solo e energia (ROGERS,

2001; FARR, 2013). Objetiva dispersar a expansão urbana com seus altos custos de infraestruturas e propor multifunção do uso do solo com maiores densidades, incentivar os espaços livres e considerar o transeunte, facilitando as caminhadas, o transporte leve e público.

Este tipo de suburbanização é criticado por Jane Jacobs (2001) e Rogers (2001) e muitos outros autores, por seus impactos ambientais e pela segregação espacial e social. O desmatamento para a construção de um condomínio fechado e suas vias de acesso, implica na quantidade, qualidade e alteração dos fluxos naturais da água, impacta a biodiversidade e os SES. Além disso, as áreas verdes são privatizadas gerando dispersão e segregação. Esse modelo de expansão urbana se valoriza, no Brasil, porque compõe elementos de segurança e proteção.

O aumento e a grande concentração populacional transformam o uso do solo de rural para urbano e a execução das infraestruturas de maneira convencional alteram os SES, a vegetação, a fauna, o relevo, rios e nascentes e o clima, diminuem a biodiversidade, sem preocupação com o ambiente como um todo, ignorando a ecologia, favorecendo o aspecto econômico.

Assim, o urbanismo ecológico reconhece a escala e o alcance do impacto da ecologia, além do território urbano e a relação dinâmica, visível e invisível, de ecologias urbanas e rurais. No dizer de Mostafavi (2010) as incertezas e contradições que existem entre contingências rurais e urbanas podem levar a soluções não convencionais, com abordagem regional e consequências nacionais e globais, o que confirma a qualidade multiescalar do urbanismo ecológico.

A imprudência do planejamento tradicional poderia ser substituída e a urbanização poderia se dar conectada aos princípios da natureza, sem eliminar os espaços necessários para o rio acomodar suas águas, aliada ao sistema de drenagem ecológica, valorizando várzeas e áreas vulneráveis a inundações e com, no mínimo, pavimentação porosa.

O conceito de urbanismo ecológico Sporn (2011) une teoria e prática do PU e desenho, conecta ecologia com outras disciplinas ambientais, fundamentais frente à mudança climática, e atende às necessidades de saúde, segurança, bem-estar, significado e prazer.

O Urbanismo Modernista separa a cidade em funções, pelo zoneamento de usos, e acoberta uma dimensão social excludente e conservadora (FRANCO, 2000; ROGERS, 2001). Inicialmente, as áreas estritamente residenciais, previnem a população da poluição das fábricas e outros impactos industriais. Após as descobertas científicas, da filtragem de fumaça e do saneamento é possível regular e controlar esses impactos, sem necessidade da separação. É que a visão setorializada não consegue dar conta dos processos e fatores que explicam a transformação das relações sociais e a produção do espaço social, sobretudo no complexo espaço urbano.

Os teóricos do PU modernista convencional têm confundido constantemente os problemas das cidades com problemas de simplicidade elementar, sem a complexidade e multidimensionalidade que os problemas urbanos exigem, e sem inter-relacionar o ambiente natural e o ambiente construído (JACOBS, 2000; CAPRA, 2006a). Ocorre que “quando examinarmos as fontes da nossa crise cultural, ficará evidente que a maioria de nossos principais pensadores usa modelos conceituais obsoletos” por que não estão capacitados a lidar com problemas urgentes da contemporaneidade, que surgem nas suas respectivas áreas de especialização (CAPRA, 2006a, p.23).

A era industrial e a poluição de lagos e cursos d’água por resíduos domésticos e industriais, enfatiza a recuperação apenas proibindo a poluição com recuperação natural, como foi a despoluição do rio Tâmesa em Londres, da baía da Jamaica em Nova Iorque e do rio Sena, na França e não pelo tratamento do ecossistema (DUBÓS, 1981). O ecossistema começou a ganhar importância com o MEA (2001) *Millennium Ecosystem Assessment* - Avaliação Ecosistêmica do Milênio, com a Teoria de Gaia (LOVELOCK, 2006a) e com os Limites Planetários (STEFFEN et al., 2015).

A abordagem linear limita-se a transferir os problemas do centro urbanizado para a periferia, também urbanizada.

Há uma contrariedade em apresentar saídas sistêmicas complexas na esfera das organizações, cujas instituições sociais têm princípios fragmentados. “Temos que transferir nossa perspectiva do final do século XX” e [...] substituir estruturas estáticas por padrões dinâmicos de mudança” (CAPRA, 2006a, p.24).

A Teoria dos Sistemas surge nos anos de 1960/70 e deu ao planejamento sistêmico a chance de cientificar o PU. A necessidade de saber como funciona a cidade leva arquitetos e urbanistas a um enorme desafio, pela desinformação quanto à teoria sistêmica (SOUZA, 2006).

A Agenda 21, em 1992, reconhece o planejamento ambiental como responsável em fornecer sistemas de infraestrutura ambientalmente saudáveis de áreas ecologicamente sensíveis. No entanto, aponta a necessidade de o PU cuidar do uso da terra para impedir a degeneração do recurso água e diminuir as pressões da urbanização (AGENDA 21, 1995). Percebe-se desta forma, o direcionamento para um PU integrado com a regeneração dos ecossistemas que potencializa o urbanismo ecológico o qual responde e transforma outros critérios que afetam as cidades, como geografia, posição geográfica, clima, lixo, poluição e fluxos de água. Outro desafio contemporâneo, dramático, que os métodos convencionais de planejamento são incapazes de responder e o urbanismo ecológico tem maneiras de responder, efetivamente, são as rápidas taxas de aumento da população urbana.

O planejamento ecológico vai além do planejamento ambiental e usa como princípios os da ecologia (ver item 2.1.6.1) que unem grupos ecológicos e associações humanas para modificar as cidades em um ecossistema como um todo holístico. O que fortalece esta alteração para o paradigma sistêmico é o pensamento que reconhece a natureza como parte do sistema (RUEDA, 2000).

A partir da década de 1980 a preocupação dos arquitetos urbanistas visa um equilíbrio ecológico. Durante os anos de 1990 os países desenvolvidos começam a implementar um tratamento ecossistêmico, integrando o espaço construído e a bacia hidrográfica. Mesmo que o tipo de ação impactante tenha sido abandonado nos países mais desenvolvidos no início da década de 1970, a preocupação efetivamente ambientalista e a preocupação com a qualidade das águas só iniciam a partir da década de 1980 (GORSKI, 2010).

O Urbanismo Ecológico de Spirn (1983, 2011) integra a paisagem e a arquitetura, correlaciona os espaços construído e natural em harmonia com a interferência humana. Para estudá-lo precisa-se interpretar o ecossistema urbano com a definição de sistema.

Toma-se o pensamento de Morin (1984, 2005, 2011) e Capra (2006a, 2006b) e conceitua-se o sistema no ecossistema urbano. É o diálogo entre as partes e com o todo - a cidade, com os bairros, estes com as instituições e as estruturas dos espaços construídos com os espaços naturais e todos com as pessoas e entre si, no contexto da natureza, numa distribuição característica e indestrutível, com cada singularidade complexa global, organizada e interagindo com os elementos, ações ou indivíduos.

O PU e o *design* tradicionais demonstram capacidade limitada para responder à escala da crise ecológica, no entanto, os de base ecossistêmica podem ser vistos como um meio de fornecer um conjunto de sensibilidades e práticas para aprimorar as abordagens de desenvolvimento urbano mais sustentável. Isso não é novidade. Existem métodos, ferramentas e técnicas novas e antigas da abordagem interdisciplinar e colaborativa com visão ecológica. Essas práticas abordam o *retrofit* das condições urbanas existentes, para buscar cidades mais sustentáveis (MOSTAFAVI, 2010).

Este entendimento aspira organizar a inter-relação social e ecológica (CAPRA, 2006b) com ambas as ciências para dar conta do conhecimento e dos saberes e não haver “desunidade” (SANTOS, 2005, p.44), tampouco disparidade nos saberes, como canalizar e tamponar rios. O autor lembra da necessidade do bom senso de técnicos, gestores e população.

Estudar o ecossistema urbano é interconectar a dimensão social, econômica, política, territorial, ambiental e da subjetividade. Isso, demanda soluções complexas e sistêmicas. Deduz-se, que o PU apresente possibilidades de integrar o ambiente construído e o

ambiente natural, com os elementos que o compõe, como uma unidade ecológica, certamente, com a água incluída.

A abordagem ecológica no planejamento fornece estrutura para enfrentar desafios que ameaçam a humanidade como o aquecimento global, o aumento do nível do mar, demandas crescentes de energia e justiça ambiental para satisfazer as necessidades humanas de saúde, segurança e bem-estar, significado e prazer de viver.

No entanto, há gerações de gestões baseadas em certezas e decisões antiecológicas, da população, profissionais e de empresas que apoiam decisões para aumentar seus lucros como consequência de uma visão limitada e de uma certeza inconsequente, da desconexão do solo urbano e da sua infraestrutura, no planejamento e na gestão (TUCCI, 2008). Ocorre que, a academia e os organismos governamentais caracterizam-se no âmbito da metodologia fragmentada, dificultando compreender os problemas sistêmicos e complexos do mundo contemporâneo.

Estas interconexões mostram a importância do PU ao desafio de colaborar com setores público e privado para incentivar cidades mais densas, compactas e biodiversas, como potenciais benefícios que o setor público deve considerar como alternativas para tornar o ambiente urbano mais sustentável como muitas cidades progressistas já procedem (MOSTAFAVI, 2010).

No início do século XX, o urbanismo ecológico no Brasil teve influências da aspiração ao verde urbano nas reformas urbanas de São Paulo, presentes no Anhangabaú, Parque Dom Pedro II, e nos bairros Jardins do Pacaembu e Jardim América. Estes revelam a proteção da natureza (FRANCO, 2008) muito embora, sejam exemplos embasados, apenas, na referência estética, usando a natureza apenas como pano de fundo (RUANO, 2006). Este pensamento vai ao encontro dos “rótulos” dados por empresas que especulam a introdução da sustentabilidade ou da eficiência energética na arquitetura e na cidade sem a devida mudança de paradigma.

O urbanismo ecológico une a consciência da transdisciplinaridade entre os vários campos do conhecimento e contempla a teoria de Guattari (2001) que integra o meio ambiente, as relações sociais e a subjetividade humana.

Interpretando Nicolescu (2005), as cidades contemporâneas e a vida em mutação, desafiam o PU a permear valores e realidades que enfatizam a abordagem transdisciplinar, cuja proposta é distinguir o real do ilusório, com espírito científico, baseado no questionamento e na incerteza, para fazer pontes entre os diversos saberes, sem descartar a flexibilidade das especializações.

Por ser um conceito mais recente, o PU com abordagem ecológica, ainda está pouco desenvolvida, aquém do avanço da arquitetura sustentável e das infraestruturas verdes. O PU e *design* baseados em ecossistemas se reconhecem ao integrar os SES, como estratégia de gestão que integra os recursos e promove sua conservação e uso sustentável da terra.

2.1.9.1 Integrar os SES ao PU

Os seres humanos são parte integral dos ecossistemas (RUEDA, 2000, ODUM, 2004), assim, o PU com base ecossistêmica reconhece esta integração e a diversidade cultural. Em um planejamento tradicional, a maioria das decisões de gestão de recursos perde ou degrada benefícios dos SES por estar fortemente influenciada pelo valor de mercado. Áreas ecologicamente sensíveis, p.e., as empreendedoras não usam e acabam invadidas para assentamento humano, e as margens de rio impermeabilizadas visam aumentar área de uso.

Por outro lado, estudos associados a florestas, em oito países mediterrâneos, constataam que o valor econômico total associado ao gerenciamento de ecossistemas de forma mais sustentável como recreação, caça, proteção de bacias hidrográficas, sequestro de carbono, muitas vezes é maior do que o valor associado à conversão do ecossistema por meio da agropecuária. Há muitos exemplos de danos associados aos SES que levam a custos econômicos, substanciais, na saúde pública (MEA, 2005). A Costa Rica associou o gerenciamento de ecossistemas ao lazer e turismo e deu uma alavanca no desenvolvimento.

Os danos que ecossistemas degradados impõe são bastante abrangentes em termos de impactos, porque minam sua capacidade de fornecer bens e serviços vitais, mas só agora estão se tornando aparentes.

A sobrevivência humana e o desenvolvimento social dependem deles de alguma forma para o bem-estar e crescimento e podem incorrer em perdas e custos significativos se forem degradados com crescentes desigualdades e disparidades entre os grupos, como pobreza e conflito social (MEA, 2005).

A Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade - *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* - TEEB, é um estudo global sobre a economia e a perda de biodiversidade e uma análise sobre seus benefícios, de como incorporar os valores da natureza na tomada de decisões. Foi elaborado com base na Abordagem Ecossistêmica da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) e na Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005). Orienta políticas públicas, gestores e administradores (GIZ, 2012).

A partir deste estudo, o Giz (2012) *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit*, oferece uma metodologia com abordagem ISE - Integração dos SES para ajudar planejadores e gestores implementarem políticas públicas. Considerando os riscos e oportunidades que surgem a partir da dependência e do impacto do crescimento urbano sobre os ecossistemas. Esta metodologia (item 4.2.1) poderá despertar o desenvolvimento sustentável, identificar e priorizar os tipos de respostas que precisam ser integradas à elaboração de projetos e programas. Ela oferece módulos de treinamento para profissionais e planejadores urbanos, e podem apoiar plataformas de diálogo, programas, redes de compartilhamento de informação ou comunidades de aprendizagem sobre SES.

A abordagem ISE requer, além do conhecimento, conscientização relativo aos conceitos de SES. Deixar de investir nos ecossistemas é uma atitude míope em termos econômicos, mas, infelizmente, os valores dos SES, tradicionalmente, não têm sido considerados e podem anular muitos dos ganhos advindos de esforços de desenvolvimento (GIZ, 2012).

Os serviços de água e saneamento no crescimento urbano dependem diretamente dos benefícios de regulação dos SES para proteger e manter o consumo e a infraestrutura. Gestores e técnicos subestimam maciçamente a contribuição desses serviços, inclusive técnicas convencionais de avaliação de projetos e programas. Reconhecer e levar em consideração os SES no PU e na tomada de decisões, pode ajudar a abordar um vasto leque de questões e temas de forma mais eficaz. Dentre os serviços que estão mais diretamente associados às metas de desenvolvimento urgentes são a segurança alimentar e da água e geração de renda (GIZ, 2012).

O meio ambiente recebe baixíssima prioridade em planos de desenvolvimento (UNESCO, 2018), mesmo que o conceito de PU, baseado em ecossistemas, seja muito mais barato do que investir em alternativas “cinzas” (TUCCI, 2006; 2008).

Qualquer estudo para a sustentabilidade urbana requer que o uso de recursos seja na medida do suporte dos ecossistemas e em equilíbrio com a biorregião (NEWMAN; JENNINGS, 2008) e para a consecução dos ODS. A perda e degradação dos SES representam um grande obstáculo para a consecução dos objetivos e requerem restauração urgente, porque podem impor impactos devastadores.

As influências antrópicas menos óbvias são a superexploração dos recursos, mudanças no uso da terra, a retificação e canalização de rios, construções e impermeabilizações nas margens de rios e várzeas, retirada de água de uma bacia para outra e a perda da biodiversidade. A tomada de consciência é um componente essencial para a abordagem ISE.

Os elementos desses *trade-offs* e os grupos por eles impactados, devem ser explicitados e levados em conta no planejamento e na gestão. Os efeitos observados tanto nas externalidades quanto nos custos de oportunidade são omitidos nas abordagens convencionais. A abordagem ISE evita os *trade-offs* negativos que surgem da perda dos SES e maximiza os *trade-offs* positivos entre as ações que beneficiam os SES.

Uma infraestrutura urbana impacta um SES se as ações a ele associadas alterarem a quantidade ou qualidade do serviço. A ecologia urbana ajuda no impacto positivo dos SES.

O PU e *design* ecossistêmicos se reconhecem ao integrar os SES. Estas conexões são capazes de confirmar a transversalidade da água, por isso uma nova conscientização da agenda internacional começa a tratá-la como uma questão transversal, tornando a comunidade global da água menos fragmentada.

2.1.10 O elemento transversal água remete a um olhar transdisciplinar

As dimensões ambiental, social, econômica, de direito, lazer e de saúde, da água, transcendem às emoções e religiões, ao cuidado e outras espiritualidades e em manifestações socioculturais reveladas na história, na mitologia, nas artes e no urbanismo, o que a torna um elemento multidimensional e complexo, apesar da sua simplicidade. Ultrapassa, dessa forma, o campo das ciências exatas e das ciências humanas, atingindo outros argumentos que necessitam de novos paradigmas e conhecimentos multirreferenciais²⁴, para tratá-la, nessa situação de crise hidrológica, sanitária, ecológica e civilizatória.

Na inter-relação homem e ecologia está a transdisciplinaridade que quer compreender o mundo presente e está ao mesmo tempo entre as disciplinas, através de diferentes disciplinas e além de qualquer disciplina (NICOLESCU, 2005). Está na dinâmica gerada pela ação de vários níveis de realidade, ao mesmo tempo. Afinal, o interesse é a compreensão do mundo ou a compreensão da cidade.

Surgem métodos transformadores que tratam a cidade com abordagem ecossistêmica apresentados por diversos países com soluções urbanas baseadas na natureza, de mimetismo (CAPRA, 2006a) com critério rigorosamente ambiental e social e abordagem ecossistêmica, por isso exigem conhecimento técnico interdimensional. Compreender a complexidade da problemática ambiental gera novas perspectivas epistemológicas, questiona a

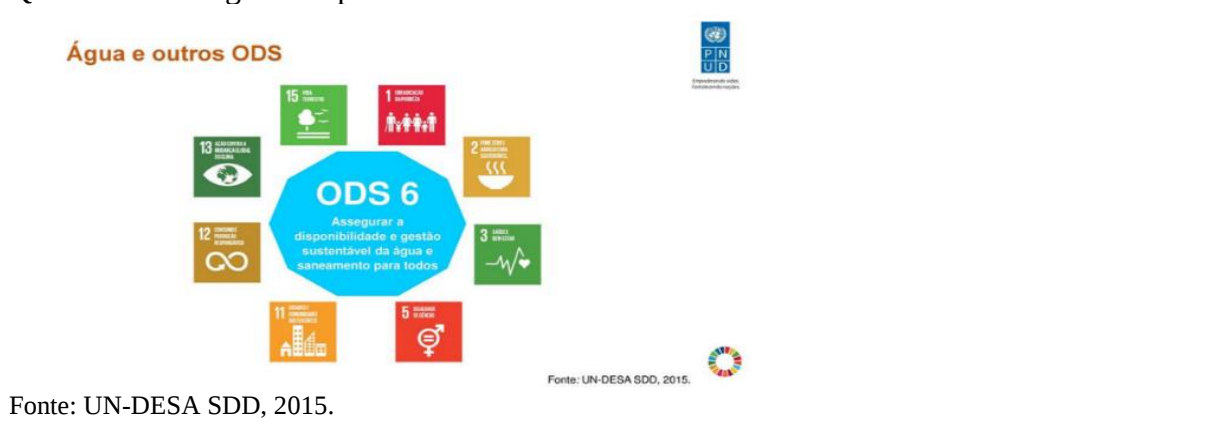
²⁴ Na equipe multitransdisciplinar o sujeito pesquisador ou agente deve ter a capacidade de transitar por diversas percepções e epistemes de outras disciplinas, isso o torna multirreferencial (SILVA, 1999).

fragmentação e a compartimentação de um saber disciplinar. Isso gera novas disciplinas como a ecologia urbana e o direito urbanístico e induz à racionalidade ambiental.

O saber ambiental problematiza o conhecimento com a perspectiva de questionar comportamentos, degradações, visões e paradigmas e promove mudança de atitude associados aos conhecimentos que se fundam na racionalidade social dominante (LEFF, 2007). Como a água que ultrapassa suas fronteiras e integra outros oito ODS.

Segundo o PNUD, a água é o núcleo do desenvolvimento sustentável. Esta pesquisa vem contribuir com o cumprimento do ODS6 para garantir o acesso e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos e sua conexão: ao ODS1 ajuda a erradicar a pobreza; ao ODS2 propõe agricultura urbana; ao ODS3 ações para melhorar a saúde e conforto urbanos; ao ODS5 diminui o trabalho pesado das mulheres de carregarem água; ao ODS11 subsídios para requalificar as cidades e torná-las sustentáveis; ao ODS12 consumo responsável e produção local; ao ODS13 ações urbanas para a transição da cidade frente à mudança climática e; ao ODS15 requalifica a vida terrestre (Quadro 2.7) (AGENDA 2030, 2020.).

Quadro 2.7 - A água ultrapassa suas fronteiras



A água é elemento transversal, marcado no desenvolvimento da sociedade, no crescimento das cidades (8º FMA, 2018a) e no desafio para a erradicação da pobreza e na mudança de atitude com relação aos seus valores intrínsecos. Nesse sentido ela atinge a dimensão afetiva e os diversos níveis de realidade.

Quando a afetividade é alcançada “a transdisciplinaridade cumpre o seu papel de auxiliar homens e mulheres a construir um mundo melhor” (SILVA, 1999, p.17) e numa postura sensível ajuda a perceber como a questão da água repercute “uns nos outros” numa inter-relação que ocorre no mundo e na vida de todos.

Nessa perspectiva, busca-se a Carta da Transdisciplinaridade e percebe-se a água contemplada nos 14 artigos que imprimem os “princípios fundamentais da comunidade dos espíritos transdisciplinares”, o que a confirma como elemento transdisciplinar. No conceito, a

transdisciplinaridade é “uma teoria do conhecimento”. Com nova assimilação de uma cultura, é uma arte, no sentido da capacidade de articular a multirreferencialidade e a multidimensionalidade do ser humano e do mundo (CETRANS, 1998).

Como elemento múltiplo, a água compõe o ecossistema urbano e se conecta entre os diversos subsistemas. Integra as dimensões ambiental, social, cultural e econômica, confirmando sua complexidade e parâmetro sistêmico. Sejam as águas urbanas fluviais e suas margens ou sejam as águas pluviais, ou mesmo as marítimas, a água se mostra interconectada à urbanização, às pessoas e suas atividades, à biodiversidade e aos SES, nos seus processos e fluxos.

A água abrange tantas esferas que também está no centro das discussões sobre mudança climática, a qual originou uma consciência da população global sobre uma resposta de colaboração e a busca de solução nas agendas multinacionais. Ela atinge todas as pessoas, inclusive a dignidade delas, e desde sempre. Por isso a ética da água mostra que ela deve estar a serviço do ser humano, “baseado no respeito absoluto às alteridades unidas pela vida comum numa só e mesma Terra” (CETRANS, 1994, s/p).

O uso insustentável da água está interconectado ao desmatamento, à desertificação, à mudança climática, à diminuição da biodiversidade e à miserabilidade num contexto que causa impactos sobre sociedades e economias. Por isso a ética da água concede o direito ao diálogo e à discussão e ao mesmo tempo faz questionar sobre o porquê dessa irracionalidade, dessa capacidade insensível de levar tão longe os impactos sobre a natureza que afetam a água e a constatação de 2 bilhões de pessoas sem água, no mundo.

Ocorre que a dimensão da água é material, biológica e espiritual. Sendo assim, é premente estudá-la numa abordagem científica que compreenda a sua complexidade sistêmica, pois os tempos mudaram, os paradigmas são outros e o desafio do aumento progressivo das populações ávidas por água num contexto de carência está na consciência planetária de respeito ao meio ambiente e às pessoas.

Nicolescu (2005, p.16) confirma que a verdade, hoje, é outra. “Pois, pela primeira vez em sua história, a humanidade tem a possibilidade de destruir a si mesma inteiramente, sem nenhuma possibilidade de retorno”. No entanto, só ter consciência sobre a escassez da água é pouco, o desafio é a urgência de soluções inovadoras e sustentáveis e ações de qualificação imediatas das cidades.

A conscientização de que a água deve estar a serviço do ser vivo permeia discussões mundiais entre agendas multinacionais e institucionais, fóruns de discussão e teses de

doutorado, muito embora, no país, o Senado brasileiro tenha assinado, em plena pandemia da Covid-19, a privatização da água.

O próximo item traz a problematização do pensamento humano com respeito a água numa retrospectiva histórica e situa o recurso nas discussões da comunidade científica, no transcorrer dos tempos, até a proposta de transformação da Agenda 2030 mostrando a relação do direito intrínseco à água, como direito humano e o aumento do mercantilismo do bem.

2.2 A ÁGUA COMO UM DIREITO HUMANO NAS DISCUSSÕES MUNDIAIS

A revolução industrial, aparentemente, instauraria um novo pensamento para guiar e controlar o desenvolvimento. A narrativa era reduzir divergências, incompatibilidades e desigualdades com a promessa de felicidade aos indivíduos, mas as carências e desamparos dos tempos de guerra e do pós-guerra deram lugar ao consumo, em troca de felicidade material. O destaque ao crescimento econômico transfere impactos à natureza e à sociedade, com poluição de ar, solo e águas e miséria, cuja racionalidade desligada da complexidade biológica foi bruscamente problematizada, na década de 1960 (MORIN, 1984).

A preocupação com a espoliação da natureza já vinha se manifestando desde 1862, com o precursor da ideia de proteção dos rios e das florestas George Perkins Marsh, com seu livro *Man and nature*. Ele ataca o mito da abundância e relata a deterioração de recursos naturais pela ação ignorante do ser humano com ideias que contribuem a grandes conservacionistas, como Rachel Carson (FRANCO, 2000). Essa obra motiva décadas após, em 1911, a lei de proteção de nascentes de cursos d'água, cuja medida protege recursos d'água e solo, explicitamente disputados ao longo da história, cuja “falta de disponibilidade de um desses elementos significa entrave ao desenvolvimento” (GORSKI, 2010, p.72).

Os horrores da II Guerra deram relevância, também, aos direitos humanos em meados do século XX, fornecendo parâmetros para a atuação das Nações Unidas. A onda da conscientização ambiental chegou com a constatação de que o poder técnico e o desenvolvimento dão margem ao impacto das ações humanas sobre o meio ambiente e sobre a sociedade e isso poderia destruir a vida no planeta. Assim, a Conferência das Nações Unidas, de 1972, em Estocolmo, colocou a dimensão do meio ambiente na agenda internacional (SACHS, 2002; UN, s/d).

A Primavera Silenciosa, de Raquel Carson (2010), escrito em 1962, é um marco que coloca o planeta em alerta aos limites do progresso tecnológico e causa agitação,

mundialmente. Lembro, ainda colegial, ter ouvido em uma rádio de Criciúma-SC comentário sobre o livro, citando que os aerossóis DDT furavam a camada de ozônio, maléfico para as pessoas. Por conta disso, a conscientização da geração 1970 evita o uso de aerossóis em casa. O Clube de Roma publica, em 1972, o também histórico *Os Limites do Crescimento*, de Meadows (1973). Ambos, *Primavera Silenciosa*/1962, e *Os Limites do Crescimento*/1972, são considerados divisores na história do movimento ambientalista, antes e após ele.

Estava montada a base para a primeira conferência da ONU, de Estocolmo - Suécia, em 1972, sobre o Meio Ambiente Humano, que deu ênfase à água. O movimento ambientalista segue com propostas de outra forma de organização social e comportamental, como as ecovilas, os *hippies*, e a necessidade de respeitar o ecossistema.

Poucas pessoas falavam sobre o respeito ao ecossistema como o agrônomo José Lutzenberger, que em 1971 cria a Associação Gaúcha de Proteção ao Ambiente Natural (AGAPAN). Em conferência, no IAB-Instituto de Arquitetos do Brasil RS, em Porto Alegre, após 1971, deixa as pessoas antenadas quanto aos impactos das obras de infraestrutura no ambiente, inclusive a mim, estudante, recém-entrada na faculdade de Arquitetura.

A comunidade científica se preocupa com o comprometimento dos recursos hídricos, a poluição da água, o assoreamento de rios, a desertificação e a erosão, na primeira reunião internacional em Estocolmo, em 1972, mas a relação da questão ecológica com os problemas sociais passa despercebido (DIAS, 2002; RIBEIRO, 2005).

A ambiguidade da conferência entre limitar o crescimento econômico e o controle populacional resulta num debate entre crescimento zero e desenvolvimento (RIBEIRO, 2005). Entre a dicotomia de catastrofistas e desenvolvimentistas era necessário assumir uma terceira posição. Ou seja, o problema ambiental é de todos e os países em desenvolvimento recebem os custos dessa degradação. Após Estocolmo um caminho socialmente correto e ecologicamente prudente deveria atender aos critérios de eficiência econômica como o tripé do ecodesenvolvimento - o social, o ecológico e o econômico (SACHS, 1992).

Do Relatório Brundtland, em 1983, pela Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD, 1991), surge o conceito de DS - Desenvolvimento Sustentável que distingue sustentabilidade e paradigma econômico, subtraindo qualquer limite para o uso de recursos naturais, relegando assim, a relevância dos ecossistemas.

O distanciamento da natureza da lógica desenvolvimentista contradiz o pressuposto de preservação dos recursos ambientais e da justiça social (VEIGA, 2010). Exemplos na região carbonífera sul catarinense de empresas mineradoras que têm selo sustentável, mas, continuam com externalidades sociais e ecológicas.

O pensamento desenvolvimentista da atual crise de escassez de água e da falta de saneamento básico, evidencia o descomprometimento social e ecológico, com consequências desnudadas para a sociedade civil, durante a pandemia da Covid-19.

A 1ª Conferência Mundial (UN, 1977) em Mar del Plata - Argentina, sobre água potável, emite o documento referencial mais completo sobre recursos humanos até o capítulo da Agenda 21. Marca o direito universal de todo indivíduo à água limpa para beber, estimula a participação dos usuários no processo decisório e aconselha que todos os países deveriam se esforçar para fornecer água e saneamento adequados para todos até 1990. Endossa, também, a recomendação para o Habitat – Conferência da ONU sobre Assentamentos Humanos, realizado em 1976, em Vancouver, Canadá (GORSKI, 2010).

Os retrocessos quanto a preocupações sociais e destaques sobre o processo de aquecimento global (REBOUÇAS, 2004) são contextos que dificultam a universalidade do direito à água potável.

O primeiro órgão ambiental brasileiro em nível federal - Secretaria Especial de Meio Ambiente - SEMA, foi criado em 1973, em resposta ao impasse diplomático gerado pela posição defendida pelo Brasil em Estocolmo, ao enfatizar o crescimento econômico em detrimento da preservação ambiental. Mas, apenas em 1980 iniciaram-se as discussões sobre conflitos de gestão de recursos hídricos (dominados pelo setor de energia) (BRASIL, 2007).

O Brasil defende o crescimento econômico em detrimento dos impactos socioambientais na política no “milagre” econômico, modelo econômico associado a altos índices de degradação ambiental, nada sustentável, arrendando reservas naturais com o objetivo de estimular a economia (DEAN, 2020). Mas, o ardil dos ambientalistas, logo após a conferência de Estocolmo, conseguiu aprovar várias leis em defesa do meio ambiente, para o país não ficar tão tosco perante a comunidade internacional.

Cientistas brasileiros faziam críticas aos projetos desenvolvimentistas em florestas, mas os emissários em encontros internacionais não os ouviam e especulavam a capacidade brasileira de absorver a poluição industrial. O “milagre” econômico esbarra, porém, em 1973, com a quadruplicação do preço do petróleo, e a resposta foram projetos ainda mais agressivos ao ambiente e aos efeitos sociais como usinas de energia nuclear, conversão da cana-de-açúcar em álcool combustível e a expansão das hidrelétricas, os quais implicaram a sobrevivência da Mata Atlântica. “As indústrias que queimavam lenha como substituto do petróleo importado foram isentadas da exigência de replantio previsto no Código Florestal” (DEAN, 2020, p.309).

Esta discussão chega na relação entre a Agenda 21 e o compromisso ecológico (Agenda Verde) e a Agenda Marrom, dos países do terceiro mundo, que inter-relaciona a

questão ambiental com os problemas socioeconômicos visando diminuir a degradação do meio urbano.

Nos países menos desenvolvidos houve um período de conscientização a respeito dos efeitos da poluição e desperdício de água, principalmente entre 1981 e 1990, intitulada pelas Nações Unidas “Década Internacional de Abastecimento de Água Potável e Saneamento” (ONU-WHA34.25, 2019; PETRELLA, 2004). No art. 26 da Constituição Federal do Brasil: “[As águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito] são consideradas bens dos Estados (CFB, 1988).

O decênio da água potável deu vazão a projetos extraordinários, cada vez mais caros, de obras de captação, adução e tratamento de rios cada vez mais poluídos e mais distantes dos consumidores. Não obstante o grande desenvolvimento da engenharia sanitária, no Brasil, o quadro sanitário das cidades não evoluiu, apenas privilegiou a estatística baseada na expansão das redes de distribuição que escondiam os baixos índices de saúde pública e o modelo inadequado de saneamento básico (REBOUÇAS, 2004).

Até a década de 1980, a comunidade mundial pedia por conscientização ao desperdício, mas ainda não havia um levantamento de dados sobre acesso à água. Comissões internacionais ainda faziam reuniões para confirmar a ética da água para constituí-la como um direito humano, como a COMEST - Comissão Mundial sobre a Ética da Tecnologia e do Conhecimento Científico. Ao longo de suas reuniões - Paris, 1998 e 1999; Oslo - Noruega, 1999, Almeria - Espanha, julho e agosto de 1999, debateu questões éticas fundamentais sobre a água, com o objetivo de ampliar a cooperação internacional para a coleta de dados e pesquisa hidrológica e possibilitar ênfase nas atitudes éticas a respeito da disponibilidade e do acesso à água doce. É necessário colocar em movimento uma dinâmica com relação à segurança hídrica visto a pouca importância dada à água na agenda das políticas públicas que só aparece em desastres, escassez, poluição ou como fonte potencial de conflito (SELBURN, 2001).

A propósito, uma das grandes falhas da sociedade, do planejamento e gestão das cidades, no século XX, foi a incapacidade de prover água e saneamento básico para o universo dos habitantes do planeta. Percebe-se que no final do século XX o que marca o movimento mundial, sobre a sustentabilidade, é a relação entre as pessoas - como estavam sendo, quais eram e como deveriam ser consubstanciadas em princípios morais que incorporam as concepções, interesses e ideais da conduta humana e o sistema de valores em que esta conduta se baseia (SELBORNE, 2001). Talvez por isso a água não entrasse, ainda, diretamente no âmago da questão e não estava reconhecida como direito humano.

O referencial teórico do Direito Humano à Água e ao Esgotamento Sanitário - DHAES deriva de outros direitos reconhecidos após aprovação da resolução A/RES/64/292 sobre “Direito humano à água e ao esgotamento sanitário”. Esse referencial teórico importa como ferramenta para regulamentar o uso da água nos países, para elaborar e implementar políticas públicas. Pode auxiliar a pensar ações mais efetivas e eficazes de lidar com as necessidades de saúde e a formular políticas públicas que respeitem as populações vulneráveis (ONU, 2010a).

A Declaração de Direitos Humanos, de 1948, era imprecisa quanto à garantia ao direito da água (NEVES-SILVA; HELLER, 2016). A DD - Declaração de Dublin trata exclusivamente dos recursos hídricos, iniciando nos anos 1990, na reunião preparatória para a conferência da Rio92. Mas, apenas após a aprovação da resolução A/RES/64/292 da ONU (ver item 2.2.2), que assegura água limpa e saneamento como um direito humano essencial e a inclusão do referencial de direitos humanos em políticas e programas é possível a realização dos direitos.

2.2.1 Declaração de Dublin coloca a água no contexto sistêmico

Na DD foram registrados, de forma inovadora, avaliação e aproveitamento dos recursos hídricos. O programa integra todas as dimensões que envolvem a água - física, ecológica, social, cultural e econômica e a conectam aos usos da terra, baseado nas bacias hidrográficas (DD, 1992).

Fica, assim, atestada a notabilidade da declaração pelo contexto sistêmico e complexo em que a água é colocada segundo seus quatro princípios: 1. água como recurso finito e interconectada à vida, ao desenvolvimento e ao Meio Ambiente; 2. abordagem participativa de usuários e políticas em todos os níveis; 3. as mulheres como salvaguardas da água; 4. água como bem econômico (NU, 2003).

O Brasil aderiu aos princípios de Dublin (BRASIL, 2007) que protegem os ecossistemas naturais, mas a visão neoliberal da Declaração favorece a especulação econômica da água ao reconhecê-la como um bem econômico. O subterfúgio do pensamento neoliberal é privatizar para frear o mau uso da água para ser possível água a todos. Condição que muitos países já foram e retornaram porque essa não é a forma de diminuir sua escassez.

Ambas as declarações, a de Dublin e a do Direito à Água, favorecem valorar a água. A primeira a reconhece como bem econômico e a segunda inscreve no texto do artigo sexto valor que sugere o comércio da água, e além disso afirma não ser “uma doação gratuita da

natureza”. Revela-se um contraditório, quando no primeiro artigo a água “faz parte do patrimônio do planeta”.

Após a Declaração de Dublin surge o Direito Universal da Água (Quadro 2.8) proclamada com o objetivo de atingir todos os indivíduos, povos e nações, para que se esforcem, através da educação e do ensino, em desenvolver o respeito aos direitos e obrigações anunciados e reconheçam sua aplicação efetiva.

Quadro 2.8 - Declaração Universal dos Direitos da Água, 1992

Art. 1º - A água faz parte do patrimônio do planeta. Cada continente, cada povo, nação, cada região, cada cidade, cada cidadão é plenamente responsável aos olhos de todos.
Art. 2º - A água é a seiva do nosso planeta. Ela é a condição essencial de vida de todo ser vegetal, animal ou humano. Sem ela não poderíamos conceber como é a atmosfera, o clima, a vegetação, a cultura ou a agricultura. O direito à água é um dos direitos fundamentais do ser humano: o direito à vida, tal qual é estipulado do Art. 3º da Declaração dos Direitos do Homem.
Art. 3º - Os recursos naturais de transformação da água em água potável são lentos, frágeis e muito limitados. Assim sendo, a água será manipulada com racionalidade, precaução e parcimônia.
Art. 4º - O equilíbrio e o futuro do nosso planeta dependem da preservação da água e de seus ciclos. Estes devem permanecer intactos e funcionando normalmente para garantir a continuidade da vida sobre a Terra. Este equilíbrio depende, em particular, da preservação dos mares e oceanos, por onde os ciclos começam.
Art. 5º - A água não é somente uma herança dos nossos predecessores; ela é, sobretudo, um empréstimo aos nossos sucessores. Sua proteção constitui uma necessidade vital, assim como uma obrigação moral do homem para com as gerações presentes e futuras.
Art. 6º - A água não é uma doação gratuita da natureza; ela tem um valor econômico: precisa-se saber que ela é, algumas vezes, rara e dispendiosa e que pode muito bem escassear em qualquer região do mundo.
Art. 7º - A água não deve ser desperdiçada, nem poluída, nem envenenada. De maneira geral, sua utilização deve ser feita com consciência e discernimento para que não se chegue a uma situação de esgotamento ou de deterioração da qualidade das reservas atualmente disponíveis.
Art. 8º - A utilização da água implica no respeito à lei. Sua proteção constitui uma obrigação jurídica para todo homem ou grupo social que a utiliza. Esta questão não deve ser ignorada nem pelo homem nem pelo Estado.
Art. 9º - A gestão da água impõe um equilíbrio entre os imperativos de sua proteção e as necessidades de ordem econômica, sanitária e social.
Art. 10º - O planejamento da gestão da água deve levar em conta a solidariedade e o consenso em razão de sua distribuição desigual sobre a Terra.

Fonte: Da autora, baseado em ANA - Agência Nacional de Águas (2019b).

Na Rio 92 foram produzidas as primeiras versões da CBD - Convenção sobre Diversidade Biológica, e definida, também, a Agenda 21 que deveria ter sido aplicada até o ano 2000 com vistas a minimizar os problemas ambientais do planeta (RIBEIRO, 2002). No capítulo 18, da Agenda 21, o objetivo é satisfazer as necessidades hídricas de todos os países para o desenvolvimento sustentável.

O documento serviu de alerta à população sobre a questão da mudança climática. O objetivo geral é assegurar que se mantenha uma oferta adequada de água de boa qualidade para toda população do planeta, se combata vetores de moléstias relacionadas com a água, se preserve as funções hidrológicas, biológicas e químicas dos ecossistemas, adaptando as atividades humanas aos limites da capacidade da natureza (AGENDA 21, 1995).

Aparenta controvérsia, como uma visão do mundo que não dialoga com a realidade. Assemelha-se a uma representação, uma encenação da realidade, porque nada disso aconteceu, nem água, tampouco saneamento para todos, nem observados os limites naturais.

Após 10 anos a Cúpula Mundial para o Desenvolvimento Sustentável discute o problema da Água nas Megacidades.

2.2.2 Da Rio+10 - Cúpula Mundial para o Desenvolvimento Sustentável até resolução A/RES/64/292 do direito humano à água e ao saneamento

Na Rio+10, Joanesburgo abre a discussão sobre escassez de água potável e a falta de saneamento básico. Em 2002, mais de 1,1 bilhão de pessoas não têm acesso à água potável nem saneamento básico e tantas morrem por dia - a maioria crianças - por conta de doenças relacionadas à água e falta vontade política (RIO+10). São Paulo e Cidade do México, na América Latina, e muitas megacidades têm problemas com água. Na África, já há grande pobreza no Cairo, Egito e no Lagos, Nigéria, que sofrem com falta de água potável e saneamento básico. No ano seguinte, de 2003, a ONU estabelece como o Ano Internacional da Água e cria a ONU-água.

O ponto positivo da Rio+10 está na concordância entre os países, com a meta de reduzir pela metade o número de pessoas que não têm acesso a água potável nem a saneamento básico, até 2015. Estão contemplados, ainda, o incentivo à aplicação da abordagem de ecossistemas, até 2010 (JURAS, 2002). Além da redução da carência de água, estimula continentes, países, bacias hidrográficas internacionais e municípios a implementar ações para diminuir a demanda de água, resolver problemas de contaminação (TUNDISI, 2009a). Procurou-se estabelecer um diálogo para evitar o confronto e a luta por recursos vitais do planeta, como a água doce (RIBEIRO, 2002).

Depois de conferências, declarações e discussões que aprofundam a questão da água, pode-se perceber que a crise da água é uma crise de governabilidade (GORSKI, 2010; PETRELLA, 2018a), pois na segunda década do século XXI ainda não há entendimento perante a complexidade da água, compreensão acerca do seu mercantilismo e muito menos seu acesso universalizado. Mesmo tendo disponibilidade para todas as demandas (TUNDISI, 2008), o acesso é desanimador.

A realidade cruel do planeta é a carência de uma multidão ao acesso e todas as consequências sociais e econômicas correlacionadas à água (ONU, 2010). Os levantamentos em 2010 mostram uma realidade preocupante (Quadro 2.9):

Quadro 2.9 - Cruel realidade mundial sobre a água em 2010

- | |
|---|
| • Aproximadamente 884 milhões de pessoas carecem de acesso à água potável; |
| • Mais de 2,6 bilhões de pessoas sem acesso ao saneamento básico; |
| • Aproximadamente 1,5 milhão de crianças menores de 5 anos falecem a cada ano; |
| • Crianças perdem 443 milhões de dias letivos como consequência de enfermidades relacionadas com a água e o saneamento. |

Fonte: Da autora, baseado em ONU (2010).

Com isso, o compromisso foi declarar o direito à água potável e ao saneamento e em 28 de julho de 2010 a Resolução A/RES/64/292 reconhece o acesso à água como um direito humano, toca a ética da água e reconhece o direito essencial à vida (ONU, 2010a). Fica inter-relacionado o direito à saúde, à alimentação, à vida, à solidariedade, à igualdade humana.

As metas a serem alcançados até o ano de 2015, do Desenvolvimento do Milênio, estão longe do mundo em desenvolvimento. Em 2019 o relatório da ONU trouxe um número alarmante de pessoas que não têm água potável na sua habitação, dependem de carro-pipa, bica e outras formas, muitas vezes não potável, além disso (Quadro 2.10) o número de pessoas no planeta que não têm instalações sanitárias seguras mostra que a realidade cruel não mudou (PNUD, 2019a).

Quadro 2.10 - Pessoas impossibilitadas do direito à água em 2015

- | |
|---|
| • 2,1 bilhões de pessoas vivem sem água potável em casa; |
| • 4,5 bilhões de pessoas, ou seis entre dez, não tinham instalações sanitárias geridas de forma segura. |

Fonte: PNUD (2019a); CNBB (2019).

É inegável que as demandas aumentem exponencialmente, mas esse tipo de economia que supõe escassez ecológica e atinge as populações urbanas e os ecossistemas terrestres e aquáticos alcança a crise da água e atinge direitos fundamentais das pessoas. Por outro lado, a escassez ecológica afeta, seriamente, os setores econômicos.

Da última década do século XX à primeira do XXI a economia mundial quadruplicou, mas 60% dos maiores produtos que sustentam o modo de vida de poucos reduziu o ecossistema mundial ou foi usado de modo insustentável. A água “está se tornando escassa e há previsão de que o estresse hídrico aumente quando a distribuição de água satisfizer apenas 60% da demanda mundial em 20 anos” PNUMA (2011, p.2). Este tipo de desenvolvimento torna a vida ainda mais difícil para quem já está com dificuldades e alcançará mais pessoas em ordem progressiva. Imagine-se como ficarão com a privatização da água!

Verifica-se um hiato entre a Declaração Universal dos Direitos Humanos, em 1948, até a Declaração da Água, em 2010, de mais de meio século. Em Mar del Plata, 1977, e na Agenda 21, 1995, o reconhecimento do direito à água é limitado, não materializa o valor da água para a vida e tampouco seu valor intrínseco, não há, portanto, garantia plena do direito

(JURAS, 2002; ONU, 2010, 2019c). O avanço foi insuficiente nos países. Houve uma preocupação tardia, uma indiferença sobre a real necessidade da água, uma falta de vontade política, para que todos tivessem acesso à água potável e ao saneamento.

As sociedades abandonaram a visão da água como bem comum público e jogaram “às urtigas” o reconhecimento universal do direito à água potável e ao saneamento. Isso mostra o desrespeito que os Estados têm pelas decisões da ONU (PETRELLA, 2019a, s/p). Embora, o Relatório Mundial sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, da ONU, aponte progresso ao longo da fase de implementação dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) (UNESDOC, 2019), a Rio + 20 e a Agenda 2030 reconhecem a água como o centro, para que a sustentabilidade das cidades se efetive.

2.2.3 Agenda 2030 - “transformando nosso mundo, até 2030”

A “Década da Água 2005-2015” ajudou a garantir que a água estivesse no topo da agenda internacional, mas a própria ONU confirma índices hidrológicos que continuam preocupantes, por isso propõe a Agenda 2030 para países e territórios trabalharem na proteção do planeta, contra a pobreza e a favor da prosperidade e da paz para todas as pessoas do planeta (ONU, 2015).

Na Rio+20 as Nações Unidas compõem a Agenda 2030 com os 17 ODS - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. O Objetivo 6 é o direito à água como garantia e está inter-relacionado à gestão sustentável. A partir da Agenda 2030 e da resolução A/RES/64/292, privatizar a água, portanto, deveria ser considerado crime.

A Agenda 2030 declara meios de implementar os 17 ODS – objetivos do desenvolvimento sustentável, as parcerias globais, bem como um roteiro para acompanhamento e revisão e um quadro de resultados e 169 metas a alcançar até o ano de 2030 (AGENDA 2030).

Intitulada “Transformando Nosso Mundo, até 2030”, a Agenda 2030 traz objetivos, com garantias e ações, e engloba os Objetivos do Desenvolvimento do Milênio - ODM, que não foram atingidos. Ao quesito água e outros foram juntados novos que resultaram nos 17 ODS. Assim, a Agenda 2030 assegura, através do ODS 6, o acesso, a gestão sustentável da água e o saneamento para todos, até 2030 (ODS-6, s/d). No Brasil, a gestão de recursos hídricos para alcançar o ODS 6 está a cargo da Agência Nacional de Águas - ANA.

“Em sã consciência ninguém de bom senso se contrapõe a esses objetivos”, mas o que preocupa é o que não está explícito, na Agenda, o modo de implementar e o significado de cada um dos objetivos em cada lugar social (FLORIANI, s/d, p.24). A Agenda 2030 (2012)

sofreu, antecipadamente, críticas e leituras diferentes na Rio+20. Os movimentos sociais apontam que os textos “O Futuro que Queremos” e o texto final da Cúpula dos Povos não privilegiam a defesa dos bens comuns, como a água, e denunciam o abuso dos grandes projetos de impacto sobre os ecossistemas (FLORIANI, 2014).

Desde o Nosso Futuro Comum, as Metas do Milênio, até a Agenda 2030 buscam-se regras que viabilizem a humanidade e o planeta (DAWBOR, 2020), e a água é o ponto crucial para o crescimento e a erradicação da pobreza e da fome. Por isso, em dezembro de 2016, a Assembleia Geral das Nações Unidas adotou por unanimidade a resolução “Década Internacional (2018-2028) para Ação - Água para o Desenvolvimento Sustentável” (ODS, 2016). Essa ação ajuda a dar maior ênfase à água durante os dez anos seguintes e evitar uma crise global. São necessários administradores conscientes e que enfatizem os ODS.

2.2.4 Fóruns mundiais da água - FMA e FAMA

O FAMA - Fórum Alternativo Mundial da Água questiona a legitimidade do Fórum Mundial da Água - FMA. Este é considerado o maior evento do mundo sobre o tema água. Esses fóruns acontecem, concomitantemente, a cada três anos, em países diferentes, e discutem os desafios hídricos mundiais. O FMA é organizado pelo Conselho Mundial da Água, como entidade privada, ligada a grandes corporações de saneamento com viés comercial e feira de exposições que acompanha o evento²⁵. Ali, técnicos, estudantes, ativistas de movimentos, associações e sociedade civil de quase todos os países do planeta, presentes, discutem o tema “água”, de onde saem relatórios, acordos²⁶, decisões e diretrizes, envolvendo lideranças políticas, magistrados e delegações dos países.

Mesmo com o propósito de ser neutra ideologicamente, a cúpula do Conselho Mundial da Água é projetada para “assegurar o consenso sobre benefícios da privatização”, pois é financiado por organizações, empresas de água, incorporadoras transnacionais, governos, instituições e associações hidrológicas envolvidos na investigação, aplicação e educação (BELOW, 2009, p.63). O interesse está nos projetos hídricos municipais, estaduais ou federais financiados pelo Banco Mundial, principalmente dos países em desenvolvimento, pois o FMA

²⁵ Evidente pelos *stands* de indústrias ligadas ao assunto, durante o FMA - 2018, em Brasília (março, 2018).

²⁶ Na apresentação sobre conservação do ecossistema do Pantanal no FMA (2018) os técnicos paraguaios trouxeram argumentos da importância do potencial de umidade, considerada das maiores extensões úmidas contínuas do planeta. Por isso é assinado o acordo de interesse para o Pantanal e cooperação entre Brasil, Bolívia e Paraguai.

foi criado, em 1996, com o objetivo de consolidar um espaço onde as empresas possam apresentar, frente aos representantes dos Estados, as virtudes da gestão privada da água com a meta de consolidar o processo de privatização (IPEA, 2014).

Em paralelo e antagonista ao FMA, o FAMA 2018 dá um não à mercantilização da água: “Água é direito, não mercadoria”. Oito edições do FMA já foram realizadas.

No FAMA 2018 diversos movimentos sociais, principalmente de populações atingidas pelo processo de privatização, sociedade civil e sindicatos, do Brasil e de outros países. As discussões referiam-se a problemas e desafios do acesso à água para resistir e lutar contra o avanço do grande capital e denunciar a privatização e o esgotamento dos recursos hídricos. Sugestões de pesquisas avançadas motivadas pela ética e pela interdisciplinaridade, integrando cientistas sociais, economistas e filósofos, ao lado de cientistas e técnicos para proporcionar um modelo de ciência dedicada à água doce.

Enigmaticamente, o FMA – 2018 reconhece a água como bem de interesse público e seu acesso como direito fundamental e dissimuladamente trata, no particular, da privatização do Aquífero Guarani entre Paraguai, Argentina, Uruguai e Brasil, onde a autora, presente ao fórum soube, oficiosamente, que apenas o Uruguai é contrário à privatização. Claramente o Uruguai é a salvação do Aquífero Guarani, onde, conforme a Constituição do país, tudo sobre as águas superficiais e subterrâneas deve ser discutido amplamente com a sociedade e decidido em plebiscito. O presidente anfitrião, covardemente, desencorajou-se de comparecer ao evento, onde havia mais de duas centenas de países representados, por isso a abertura e encerramento do evento foram via *online*.

2.2.5 No caminho da ciência, a crise da humanidade

A expansão urbana, a concentração das populações, a desigualdade social, a pobreza e a miséria, a banalização da violência e dos impactos ecológicos, a produção industrial, o consumismo, as monoculturas e o poder das forças colocaram a Natureza distante da vida e distante da cidade. Tanto que no PU, separam-se os problemas sociais e ecológicos dos territoriais.

O conceito de natureza foi expulso da ciência e a exaltação ao progresso legitima sua destruição (MORIN, 1984). A técnica e os espíritos racionais desafiam tudo. As pessoas se desviam do assunto natureza, criam termos piegas, desdenham-na, desconsideram-na, como se dela não precisassem.

Mas, a notícia da alteração climática conectada aos impactos socioecológicos ecoa no inconsciente coletivo que sinaliza a importância da natureza que volta a emergir das considerações racionais.

Mesmo assim, a palavra Natureza virou tabu e até chacota! Tanto que se substitui a palavra por meio ambiente ou ecologia. A vulnerabilidade da vida mostra, que a humanidade não pode dissimular o fato de que não mais domina grande coisa e que não pode mais estar feliz numa sociedade antinatureza (MOSCOVICI, 2007). Após a pandemia essa visão deve ampliar.

Em meados do século XX, a sociedade industrial capitalista dá sinais de contrariedades e problemas sociais, ecológicos e econômicos, os quais não dão conta de resolver. Inicia-se a crise da humanidade pelo modelo masculino, adulto, burguês e branco que trouxe conflitos e impactos socioecológicos e desigualdades extremas, o que provocou reações de ordem antirracistas, feministas, juvenis e ecológicas (MORIN, 1984).

A ciência moderna, saída da revolução científica do século XVI pelas mãos de Copérnico, Galileu e Newton, deixa os cálculos esotéricos para se transformar no fermento de uma transformação técnica e social sem precedentes na história da humanidade. Era uma fase de transição, que os espíritos mais atentos refletiam sobre os fundamentos da sociedade em que viviam e sobre o impacto das vibrações da emergente ordem científica. Hoje, passados séculos, somos todos protagonistas e produtos dessa ordem e das transformações que ela produziu (SANTOS, 1989) entre objetivações, separações, reducionismos, especializações e certezas.

Uma cultura sensualista predomina no sistema patriarcal desta era científica que não reconhece um conhecimento intuitivo, feminino ou ecológico. A ênfase no pensamento racional confere aos homens os papéis de protagonistas da sociedade com a maioria dos privilégios, mantendo as mulheres e a natureza num papel de subordinação (CAPRA, 2006b).

No pensamento de Capra, o masculino como a consciência do eu linear e analítico discrimina, mede e classifica, tende à fragmentação. Em oposição, o feminino é baseado na experiência direta, na realidade, em decorrência de um estado ampliado de percepção consciente, com tendência ao holístico.

O pensamento racional igualou a identidade humana com a mente e não com todo o organismo, separando mente e corpo, espírito e matéria numa concepção mecanicista do universo, composto de objetos separados. Isso ainda está na base da ciência que se fragmentou em disciplinas e serviu como fundamento lógico para o tratamento do meio ambiente, subjugando a natureza. O progresso é predominantemente racional e intelectual, numa evolução unilateral e reducionista de tal forma que propõe a instalação de comunidades utópicas em gigantescas colônias espaciais (CAPRA, 2006b) mas esqueceu da natureza e sua complexidade.

Tampouco, tem capacidade de resolver os problemas da miséria e da fome ou controlar a poluição, as enchentes nas cidades, a escassez de água e as expansões urbanas.

O pensamento clássico do século XVIII e XIX predomina até hoje. Mecanicista, concebe a natureza como máquina, distanciada do ser humano, a decompõe em peças separadas; objetivista, reduz a natureza à superficialidade. Essa visão é incompatível com a interpretação dos resultados da ciência contemporânea e a física quântica não aprova (NICOLESCU, 2005).

O dualismo entre espírito e matéria, corpo e alma, bem e mal, homem e natureza, é um eterno conflito que ainda perturba a cultura ocidental desde a descoberta das leis determinísticas da natureza de Newton e da física quântica. As leis da natureza não se referem mais a reduzir a distinção entre ciências exatas e as ciências humanas (PRIGOGINE, 2009). Há conflito entre as duas culturas do mundo ocidental, de um lado a cultura científica baseada em leis determinísticas e de outro as ciências humanas. Essa separação é que aliena uma parte de nós mesmos como separa o PU de uma parte da cidade, seja a periferia, seja a gestão da água ou o mercantilismo dela.

O autor sugere ultrapassar a concepção dualista para descrever o mundo que a ciência tomou como um todo, pois o mundo é incerto e a criatividade da natureza é uma constatação irrefutável. Está longe o mundo linear, determinista. Muito embora o incerto exija esforço e tire o sujeito do seu lugar de conforto.

Pensar o incerto é vislumbrar diferentes soluções, é tomar consciência da condição humana do modo mais racional possível e progredir (PRIGOGINE, 2009). A cultura patriarcal de séculos e a ênfase que a ciência dá ao pensamento racional, aos poucos vão dando lugar a novos avanços culturais e científicos onde conversam disciplinas antes distanciadas e o conhecimento intuitivo aparece, lentamente.

A gestão e planejamento da cidade é um bom exemplo do diálogo entre disciplinas, cujo universo a estudar se compõe de ruas, tipos de solo, terra, água, ar, alimentos, população, subjetividade, função social, biodiversidade, clima da região, paisagem, projetos, orçamentos.

Para ampliar a qualificação necessária ao PU é fundamental a união de conhecimentos científicos das mais diversas áreas. Ao ultrapassar essa barreira entre as ciências exatas e as ciências humanas, pode-se potencializar a transformação da cidade que se quer. O que se precisa para que isso aconteça? Nicolescu (2005) propõe perceber a necessidade de mudança, ir além, ultrapassar barreiras e mudar!

Com a visão sistêmica e da complexidade do mundo, a partir de meados do século XX, no pensamento de Morin (1984, 2005), de Nicolescu (2005), Prigogine (2003, 2009) e Capra (2006a, 2006b), a transdisciplinaridade olha para a escola do futuro, mas nas palavras do

próprio Nicolescu, a passagem de uma visão para outra não é progressiva, tampouco, contínua, ela se dá através de rupturas bruscas e descontínuas.

A mudança da cultura contemporânea reposiciona a ciência pela expectativa da sociedade, pelo pleno reconhecimento da questão ambiental. Esta inclusão desafia buscar a mais ampla interlocução com outros departamentos e instituições, tais como aqueles dedicados à filosofia, às artes, ao direito e ao conhecimento geo-histórico. Isto significa a mais ampla interlocução entre os cursos, o avanço nas relações entre disciplinas, o estímulo a trocas acadêmicas e o encontro de conceitos. O conhecimento em áreas inter e transdisciplinares é exigência de uma reflexão que envolve o trato cuidadoso de visões de mundo (RIBEIRO, 2002).

Os avanços recentes da física e da matemática superaram a dualidade cartesiana que restaura a ideia de valor e coloca a ciência econômica mais perto das ciências naturais. O extraordinário são os sistemas complexos estudados pela economia e a união entre reinos supostamente autônomos como o político, o econômico e o social. Os sistemas sociais são cíclicos e estão longe do equilíbrio e os sistemas econômicos são lineares, instáveis e caóticos. Não existe mais o abismo entre as ciências exatas que falam das certezas e as ciências inexatas que tratariam das possibilidades. O universo é regulado tanto por leis quanto por acontecimentos, por isso tem-se escolhas e valores. Mas para descrever a natureza, trilha-se um caminho limitado pela descrição determinística, que conduz à alienação, onde não há lugar para a racionalidade humana (PRIGOGINE, 2009).

O quadro para a sobrevivência e prosperidade dos povos é desafiante. Para estudar estes problemas, a ABC - Academia Brasileira de Ciências propôs no Workshop Internacional Sociedade e Natureza, de 2014, integrar as áreas de exatas e das ciências sociais e humanas, visando a uma análise mais precisa da sociedade (ABC, 2014).

Os anos 1990 focaram a melhoria ambiental das cidades brasileiras e foram marcados pela ideia do desenvolvimento sustentável e da conservação ambiental e ao redor do planeta pelo movimento de preocupação com as águas e com a biodiversidade, com base na Rio92.

No Brasil, a partir da Constituição Federal/1988 o desenvolvimento de programas de saneamento básico é competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. O avanço aponta para o Ministério Público de Santa Catarina (MPSC) com apoio do STJ (2021) que observa o Código Florestal em detrimento da Lei de Parcelamento do solo, na extensão da faixa de APP em área urbana consolidada, exigindo o mínimo 30m sem construção.

Atingir outro mundo com uma sociedade transformada seria utopia? O mundo está saindo de uma época de certezas conflitantes para uma época polêmica de incertezas e criatividades, de mudança de pensamento, de transformações e possibilidades. A cultura contemporânea em todo o planeta começa a perceber a necessidade de reconciliar-se com a natureza e buscar mais democracia e humanidade, principalmente pós Covid19.

A transição do pensamento, na ciência, nos valores, nas atitudes, inicia a partir do movimento ambientalista de 1960. Mas, ainda, há falta de políticas públicas sólidas e problemas como carência na educação e o mercantilismo da água, nos países em desenvolvimento. O item seguinte mostra no transcorrer dos acontecimentos, que efetivamente, há uma abjeta exclusão na privatização da água.

2.3 “A ÁGUA É UM DIREITO, NÃO É MERCADORIA”

Assim o FAMA/2018 rotulou seu encontro “A água é um direito, não mercadoria”. A privatização vai além da água potável. Implica na faixa de mar para aquicultura, gestão das bacias hidrográficas e alteração dos ecossistemas. A causa da água está conectada ao valor que há em todas as suas configurações - lagos, mares, rios e riachos, água potável, águas residuais e águas pluviais, e como em seu ciclo completo há vida e pode ser otimizado para construir economias fortes, comunidades vibrantes e ambientes saudáveis. Padecer da crise de água significa depauperar-se, enfraquecer, adoecer e até morrer.

No Brasil, o direito à água está estendido no direito à vida, através art. 5º da Constituição Federal de 1988 que o identifica e no art. 225 que dá direito à qualidade de vida e ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, ou seja, pode estar subentendido. No art. 26º, “as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito” são consideradas bens do Estado (BRASIL, 1988).

Por isso, o Brasil precisaria reconhecer a água como um direito humano. Uma PEC - Proposta de Emenda Constitucional, estava parada no Congresso Nacional, desde 2016, para a privatização enquanto a agenda mundial continuava a mandar dados para o debate: até 2040, cerca de 660 milhões de crianças viverão em regiões com escassez de água e mulheres e meninas gastam 200 milhões de horas carregando baldes de água todos os dias - do Fundo das Nações Unidas para a Infância (Unicef) 2017; mais de 748 milhões de pessoas passam sede e cerca de 1.400 crianças morrem por dia de doenças relacionadas à falta de água e saneamento, mais de 800 delas com menos de cinco anos - da ONU (PLANALTO, 2017). Mesmo assim, o Congresso ignorou e o sistema capitalista venceu com a privatização.

2.3.1 O sistema capitalista expor a água como matéria-prima é desrespeito

A partir da Revolução Industrial o sistema capitalista trata os bens naturais como matéria-prima precificando-os. Neste contexto o valor espiritual, ecológico, cultural e social da água foi perdido e a solução dada pelo sistema, para a crise da água é essa mesma, dar-lhe valor econômico, colocando a crise da água entre dois paradigmas: o ecológico e o do mercado.

A “crise da água resulta de uma equação errada que iguala valor a preço monetário” (SHIVA, 2006, p.160) cujo termo “recurso” identifica o desrespeito à água que é um bem comum, o que leva à irresponsabilidade no caso da não garantia à vida. Como exemplo, a “constituição do Chile, herdada do regime ditatorial de Pinochet e ainda em vigor, estipula que a água no Chile é de propriedade privada. Trata-se de fato único no mundo, inaceitável” (PETRELLA, 2018, tese 2). Um país que privatizou a água, demonstrando problemas e o vizinho querendo reproduzir!

Sob interesses privados do relator do projeto de privatização da água, é aprovado pelo Senado Federal, no Brasil, em junho de 2020, em plena pandemia, com dois terços dos votos, o Projeto de Lei - PL 4162, que atualiza o Marco Legal do Saneamento Básico e segue para sanção presidencial (SENADO FEDERAL, 2020). O posicionamento de diversas entidades era contra a aprovação e milhares de pessoas com dificuldade de acesso à água potável ou insuficiência de saneamento básico morriam ou sofriam pela Covid-19.

Os senhores do dinheiro conseguem convencer a maior parte dos políticos do mundo e do Brasil, em particular, de que os argumentos para a privatização são corretos e importantes. Os princípios da Lei das Águas fez empresários começarem a trabalhar na privatização do bem, preparando o caminho que o Brasil trilha, desde 1997.

- Lei das águas desrespeita a Constituição Federal mesmo que as vozes gritem que transformar a água em “mercadoria é uma aberração” (PETRELLA, 2004, p.85).

Esta lei garante o objetivo das grandes corporações de água no sentido de substituir o governo na sua gestão. Nela, a água é um recurso natural limitado e por isso se torna uma mercadoria. Assim como na Declaração de Dublin (1992) e na Declaração Universal dos Direitos da Água (1992), essa também é dotada de valor econômico.

A “Lei das Águas” cria a Política Nacional de Recursos Hídricos e orienta a gestão das águas no país, como um bem de domínio público, e a assegura às gerações atual e futuras. Em caso de escassez, a preferência é dada, portanto, ao abastecimento humano e à dessedentação animal (LEI 9433, 1997).

Ela contraria a Constituição Federativa do Brasil no art. 26º que garante “as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito” como bens do Estado (BRASIL, 1988, s/p) e necessita alterar e modificar outras leis e regulamentos. Assim como, para cumprir seus objetivos é criada a ANA em 2000.

A vantagem dessa lei é desfragmentar a gestão que passa a ser integrada e descentralizada e para substituírem práticas profundamente arraigadas de tecnicismo e autoritarismo, devolvendo o poder para as instituições, possibilitando, dessa forma, negociação entre agentes, usuários e sociedade (JACOBI, 2009).

A Lei das Águas e a lei de criação da ANA “são leis propositadamente ambíguas”. Os Comitês de bacia hidrográfica representam uma perda de poder tradicional dos governos e está difícil uma devida descentralização como unidade básica de planejamento (REBOUÇAS, 2004, p.82). Apesar da Lei das Águas definir a bacia como unidade de planejamento e gestão, há carência de critérios e procedimentos para instalar um sistema que permita enfrentar questões sobre o uso das águas em várias regiões.

São muitas as críticas sobre a Lei das Águas e ao Banco Mundial unidos ao modelo neoliberal que generalizou na América Latina e trouxe alguns reveses sociais, culturais, ecológicos e econômicos como as privatizações.

2.3.2 O Banco Mundial e a água, duas pontas entre a ecologia e o privacionismo

O motivo das críticas ao Banco Mundial, por diversos autores, é o mote que o banco usa que transforma escassez em oportunidade de mercado e se beneficia como subsidiário das empresas de privatização. Seu papel seria estar na origem da escassez e da poluição da água. As Agências de Águas são entidades que estão no local, com as populações, localizadas junto aos Comitês de Bacia Hidrográfica. Essas entidades técnicas e administrativas deveriam ser uma organização apartidária, voltada totalmente à questão da ecologia e da sociedade, mas o interesse está direcionado às grandes corporações transnacionais e de governos estrangeiros.

O ecológico e o privacionista são duas visões na disputa pela água (SHIVA, 2006). Os interesses privacionistas, as corporações transnacionais, a maioria dos governos do Primeiro Mundo, e instituições como o Banco Mundial, o FMI, a OMC, o Conselho Mundial da Água e parte da ONU são forças que tratam a água como *commodity* (BARLOW, 2009).

O Banco Mundial financia projetos rotulados de “parcerias público-privadas” que indicam participação do público, mas encobre o fato de que usam fundos públicos na privatização de bens públicos (SHIVA, 2006). Quando essas empresas entram na história, os

preços da água sobem e quando os movimentos populares expulsam a concessionária as indenizações são pesadas como aconteceu na Bolívia e em outros países. Além disso, as empresas entram com as estruturas já executadas, pagas pelo setor público, e as novas obras, quando vierem, serão remuneradas através das tarifas. A discussão é longa e não é nosso objetivo, aqui.

Na verdade, a privatização é a antítese da universalização demonstrado, em todas as partes do mundo, que só tem o bem ou o serviço quem tem dinheiro. Sórdida exclusão com a ajuda do Banco Mundial (NOGUEIRA, 2006). As empresas impõe pressão de privatizar para tornar seu uso racional ou sua gestão mais eficiente, mas, na realidade, é um grande negócio. A ideia de privatizar não é permitir que todas as pessoas e comunidades humanas tenham acesso à água, mas que autorizem o gerenciamento do bem.

A ONU e as agências de desenvolvimento dos países industrializados protegem o setor privado a promover interesses corporativos através do Conselho Mundial da Água. Este é um importante veículo para o controle corporativo da água do mundo que trabalha em nome da mitigação da pobreza e do desenvolvimento sustentável, metas que lhe dão moral (BARLOW, 2009). A pressão de transformar a água em mercadoria não é isolada, é uma tendência de privatizar todos os setores públicos que vem desde a década de 1970, com as ideias neoliberais, as quais permitiram as forças do capital captarem os poderes de decisão e controle de recursos materiais e imateriais em todos os níveis, local, nacional, continental e global.

A força e a lógica do mercado tem poder e governa os princípios e formas de distribuição da riqueza mundial. A água demorou mais para atingir essa tendência porque efetivamente é uma “aberração” privatizá-la (PETRELLA, 2004). A ideologia neoliberal crê que a economia liberal seja a única opção para o mundo. Por isso, o Consenso de Washington orienta FMI, ONU e Banco Mundial a privatizar os serviços estatais.

O fracasso da privatização da água na Inglaterra e em outros países da Europa e até da América Latina, como na Bolívia e Argentina, retornou à municipalização, como tendência no mundo contemporâneo (NOGUEIRA, 2006). Os vícios da privatização da água estão na cultura das grandes obras que transformam os planos federais e estaduais de “recursos hídricos em verdadeiros planos de obras” (REBOUÇAS, 2004, p.81). Além disso, na prática é manifesta a manipulação e submissão da sociedade civil, nos comitês, com posicionamento político aos interesses das empresas e governos.

Os países em desenvolvimento consomem menos água que os países ricos. Com a privatização essa proporção poderá ficar ainda maior, uma vez que com a privatização, a expectativa é que haja maior exclusão social.

- Os países ricos consomem mais água! Isto está vinculado às condições sociais, o estilo de vida e o tipo de infraestrutura. Estes aspectos culturais concorrem a impactos na gestão da água, na área urbana, vinculadas ao meio ambiente.

A contradição é grande, pois, mesmo tendo água em abundância a população de um país pode sofrer carência no acesso à água como na América Latina, mais precisamente no Brasil, onde há muita água e parte da população carece dela.

O elevado consumo dos países desenvolvidos faz com que os Estados Unidos e Europa queiram ter o controle das fontes de água doce. Essas regiões são grandes consumidoras de água por habitante e individualmente consomem mais que a América do Sul, Ásia e África juntas (Figura 2.28). Por outro lado, a desproporção na disponibilidade da água, considerando que está distribuída de acordo com as características naturais do planeta, determina a desigualdade do uso, entre países e continentes. A África tem menor disponibilidade de acesso à água e consequentemente, é um dos continentes com maior escassez (GEZN, 2019).

Figura 2.28 - Consumo desigual de água



Fonte: Da autora, baseado em GENZ (2019).

O levantamento da UN-HABITAT (2003) do abastecimento de água nas cidades mais populosas do mundo (dados de 2000), corrobora com essa afirmação (Quadro 2.11).

Quadro 2.11- Abastecimento de água nas cidades mais populosas do mundo

a.	Tokyo, Japan.....	27.9 milhões de habitantes, cada pessoa gasta.....	250 litros por dia
b.	Mexico City, Mexico.....	19.7 milhões de habitantes, cada pessoa gasta.....	331 litros por dia
c.	São Paulo, Brasil.....	17.8 milhões de habitantes, cada pessoa gasta	306 litros por dia
d.	Shanghai, China.....	17.2 milhões de habitantes, cada pessoa gasta.....	407 litros por dia
e.	New York, USA.....	16.4 milhões de habitantes, cada pessoa gasta.....	300 litros por dia
f.	Mumbai, Índia.....	16.4 milhões de habitantes, cada pessoa gasta.....	130 litros por dia
g.	Beijing, China.....	14.2 milhões de habitantes, cada pessoa gasta.....	239 litros por dia
h.	Los Angeles, USA.....	13.1 milhões de habitantes, cada pessoa gasta.....	570 litros por dia
i.	Calcutá, Índia.....	12.7 milhões de habitantes, cada pessoa gasta.....	171 litros por dia

Fonte: Adaptado de UN-HABITAT (2003).

No Canadá, 40% da água usada no verão é para irrigar gramados dos jardins (CLARKE; KING, 2005). Além disso, os alimentos e produtos consumidos estão impregnados de água virtual da qual os países mais ricos usufruem. Por isso as empresas medem o nível de dependência com relação aos recursos hídricos pela “pegada hidrológica” de cada produto.

2.3.3 Água virtual ou oculta e pegada hídrica

A pressão que o setor da agropecuária e da indústria impõem no ciclo da água e sobre as reservas hidrológicas, indicam o volume de água para cada produto do mercado e serviços e expressam o motivo da luta comercial pela água. Esse indicador, pode funcionar como uma ação individual que direcione as escolhas de alimentos e outros produtos na suposição de mudança de atitude perante a água e perante a tomada de consciência ecológica.

Os produtos poderão não ter água na sua composição, mas precisam dela para serem elaborados. Alguns autores denominam “água virtual”, “invisível” ou “oculta” a água usada na produção do alimento ou produto manufaturado, não contida nele. Essa água que está oculta nos produtos e levada virtualmente para outros países relaciona-se a um comércio dissimulado, da água, que está por trás de cada produto, como uma matéria prima indispensável para a sua produção, seja do gênero alimentício, agrícola ou industrial.

O conceito de Água Virtual, introduzido por John Anthony Allan, em 1998, é definida como a água que está agregada em *commodities* - mercadoria industrializada ou agrícola, que necessita da água no processo produtivo (BLENINGER; KOTSUKA, 2015). Na venda de uma mercadoria está transportando, também, a água oculta nela embutida.

“A irrigação e a agricultura são de longe a maior consumidora de água” (UNESDOC, 2019, p.2) e o Brasil é o maior exportador de grãos do mundo (SECEX, 2018). Confirma-se, desse modo, que a exportação de grãos para alimentar o gado vendido para a China e outros países é o maior exemplo de exportação de água virtual do Brasil.

O volume de água oculto em alguns produtos (Quadro 2.12) confirmam os altos gastos da água na agricultura (UNESDOC, 2019). A ideia é apontar o tipo de produto por quantidade de água necessária e visualizar o motivo porque é considerada o “ouro azul” como também, conscientizar sobre uso de produtos que causem menos desabastecimento da água.

Quadro 2.12 - Água oculta ou virtual

1 folha de papel	10 litros
1 maçã	70 litros
1 xícara de café	140 litros
1 ovo	200 litros
1 Kg batata.....	500 litros
1Kg trigo.....	900 litros
1 kg soja	1.800 litros
1 kg de arroz.....	1.900 litros
1 camisa de algodão.....	2.700 litros
1 kg carne de frango.....	3.900 litros
1 kg carne bovina	15.500 litros

Fonte: Da autora adaptado de Clarke e King (2005); Gorbosth *et al.* (2014),

Junto ao conceito de água virtual vem o conceito de pegada hídrica. Da mesma forma que a pegada ecológica calcula o impacto do espaço, os recursos e a energia necessários para o uso na fabricação de produto, a pegada hidrológica é o impacto da água necessária na produção. Este é um indicador do uso direto e indireto da água, por consumidor ou por produto, compreendido como apropriação do recurso, estabelecendo relação com o uso dos sistemas de água doce. É o volume de água utilizado por um produto ao longo de toda a sua cadeia produtiva. Ilustra um indicador multidimensional dos volumes de consumo de água por fonte e os volumes de poluição por tipologia (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

O indicador é multidimensional e abrangente da apropriação de recursos hídricos cujos componentes são especificados geográfica e temporalmente. Mede os volumes de consumo e poluição da água e não a severidade do impacto ambiental, embora forme uma boa base para a avaliação dos impactos ambientais, sociais e econômicos (HOEKSTRA *et al.*, 2011; BLENINGER; KOTSUKA, 2015).

A carne de gado está no topo das que mais consomem, dado o volume de água necessário para irrigar as plantas que o animal ingere e mais a água que bebe (BLENINGER; KOTSUKA, 2015).

Há muitas razões para realizar um estudo da pegada hídrica entre elas é saber o nível de dependência com relação aos recursos hídricos; conhecer a sustentabilidade do uso de água nas áreas de onde provêm produtos que consomem muita água; saber se as pegadas hídricas das atividades humanas de uma bacia violam os padrões de qualidade de água em algum momento; saber a relação entre os escassos recursos hídricos de uma bacia e suas culturas; saber da dependência dos recursos hídricos em uma cadeia produtiva ou como ela pode contribuir para diminuir os impactos nos sistemas hídricos ao longo desta cadeia produtiva (HOEKSTRA *et al.*, 2011).

Esta é também, a maneira de avaliar as consequências do uso da água, ou seja, podem mensurar a amplitude da exportação virtual da água brasileira através da exportação de produtos como soja, milho, arroz, carne bovina e outros (BLENINGER; KOTSUKA, 2015).

A água virtual exportada alcança o quadro das mudanças climáticas pelo inter-relacionamento entre a água e o clima e os impactos aos ecossistemas que a produção impõe.

2.4 ÁGUA E MUDANÇA CLIMÁTICA - UM DEBATE EMERGENTE

A degradação do ambiente natural provoca desastres meteorológicos que gera a mudança climática e coloca as pessoas e as cidades frente a um conflito ambiental.

- As alterações climáticas deverão se intensificar nos próximos anos e com isso aumentar a pressão sobre as massas de água, causando desde inundações e secas, até à subida dos níveis do mar. Esses problemas precisam impulsionar ações nas cidades para a adaptação, com soluções mais sustentáveis e baseadas na natureza com o fim de reduzir o impacto das inundações e utilizar a água de forma mais inteligente e sustentável (AEA, 2018).

Os efeitos da cultura hegemônica do capitalismo e seu modo de produção, geram desequilíbrios globais e impactos antrópicos responsáveis pelas alterações climáticas (MARQUES Fº, 2016). Além de todas as qualidades e necessidades da água, ela afeta a todos os sistemas naturais, sociais e econômicos. Isso a torna um vínculo fundamental entre o sistema climático, a sociedade e o meio-ambiente (ONU, 2010b).

A expansão industrial não recuou nos impactos, tampouco reduziu o declínio dos recursos naturais, mesmo com o alerta de Carson (2010), em meados do século passado pelos limites da Natureza, em Primavera Silenciosa, mesmo que a Conferência das Nações Unidas, de 1972, em Estocolmo, colocasse a dimensão do ambiente na agenda internacional, ou que o Clube de Roma limitasse o crescimento na Conferência da Rio-92. Nem os rigorosos Protocolos de Kyoto pela redução da emissão dos GEE - gases de efeito estufa, tampouco a “verdade inconveniente” de Al Gore ou a preocupação de um fórum diretamente ligado à economia como o Fórum Econômico de Davos. Pelo contrário, os abalos à biodiversidade seguiram a degradar as áreas dos biomas e a estressar ecossistemas já degradados, a afetar a saúde das populações e da agricultura, a aumentar as temperaturas e alterar a periodicidade e os tempos de seca e chuva. A economia avança expiando sua culpa (LEFF, 2007; 2010; ANA, 2013; MARQUES Fº. 2016).

Até o momento, nada reverteu o crescente processo de destruição do planeta (Figura 2.29). A negação de que o aquecimento global está conectado ao sistema econômico, ao

desmatamento, incêndios florestais e lançamentos de GEE deixa no vácuo a resposta à intensidade de fenômenos meteorológicos observados década após década.

Figura 2.29 - Mudanças climáticas



Fonte: WWF.

Alguns processos deterioram o ambiente e são causas indiretas das mudanças climáticas, mas que trazem consequências inevitáveis às alterações ambientais e que podem influenciar na mudança do clima.

As cidades precisam se alertar com a prática de lançar a água da chuva direto para os córregos e rios que chegam aos oceanos e combinam com a destruição da vegetação.

- Este problema cotidiano evidente nas cidades afeta as mudanças climáticas, provadas pelo ganhador do Prêmio Goldman, o cientista polonês Kravçik (*apud* BARLOW, 2009, p.32). Esta é uma “causa tão importante do aquecimento global e do aumento do nível dos mares quanto a emissão de gases de efeito estufa”.

Na contemporaneidade, as mudanças climáticas estão afetando a frequência e a intensidade dos desastres naturais como tempestades, chuvas e, consequentemente, deslizamentos de terra (ADMIRAAL; CORNARO, 2020).

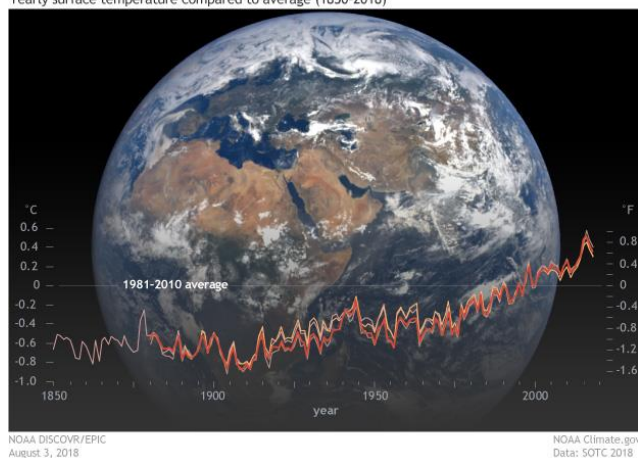
O Boletim da Sociedade Meteorológica Americana - o Estado do Clima, em 2018, apresenta um histórico da temperatura global, apanhado desde meados do século passado e sua comparação com a média de 1981-2010, que reflete tendências consistentes de um planeta em aquecimento.

O relatório anual que acompanha o histórico de temperatura global é conduzido pelos Centros Nacionais de NOAA de Informação Ambiental, baseado em contribuições de mais de 470 cientistas de quase 60 países ao redor do mundo.

As temperaturas confirmam o aquecimento, inequivocamente semelhantes, oferecidas independentemente, por quatro equipes de análise: NOAA - *National Oceanic Atmospheric Administration* - Administração Oceânica e Atmosférica Nacional (no gráfico, em **vermelho**); NOAA NASA (**marrom**); Universidade de East Anglia (**rosa**); e Agência Meteorológica do Japão (**laranja**). A imagem da Terra, ao fundo do Gráfico 2.2, do satélite DISCOVER da NOAA, mostra os recordes meteorológicos em 3 de agosto de 2018 oferecidos pelo citado relatório (BLUNDEN, 2019).

Gráfico 2.2 - Temperatura anual da superfície em comparação com a média (1850 a 2018) por quatro equipes de análise

Yearly surface temperature compared to average (1850-2018)



Fonte: NOAA

Alguns resultados anotados abaixo, estão de acordo com marcadores, como nível do mar e concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera:

- Os quatro anos mais quentes registrados já ocorreram desde 2015 e o ano de 2018 foi o quarto ano, consecutivo, mais quente já registrado desde meados do século XIX;
- Na América do Sul - recordes em 19 anos - queda de neve nos Andes centrais e do sul do Peru no inverno austral/2018 contribuíram para o inverno mais chuvoso da região;
- São Paulo experimentou o verão austral mais seco desde 2003;
- Europa/ 2018 foi um dos pontos quentes do mundo com precipitação abaixo da média;
- Ásia – Nawabshah, Paquistão, registrou 50,2° C, a mais alta de todos os tempos.

Os GEE foram os mais altos já registrados. Dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), atingiram novos valores recordes em 2018. A temperatura da superfície do mar teve seu pico de aquecimento em 2016, ano do *El Niño*, mas o oceano mais profundo continua aquecendo ano após ano e o nível global do mar foi o mais alto já registrado. Pelo sétimo ano consecutivo, o nível do mar médio global atingiu um novo recorde em 2018 e foi cerca de 8,1 cm acima da média de 1993 (BLUNDEN, 2019).

A EU - União Europeia, inicia, em 2005, a abordagem da estratégia 20:20:20 para a mudança climática até 2020: redução de 20% das emissões (base/ 1990); aumento de 20% da energia renovável; e aumento de 20% da eficiência energética. Metas intermediárias, rumo à 2050 de cortar a emissão de GEE (base/ 1990) de 80% a 95%, e dois terços de fontes de energia renováveis e geração energia zero emissão de GEE (EUROPEAN COMMISSION, 2011; GIDDENS, 2014). O mercado de carbono aumentou seu volume em 2011 e deixa evidente o caráter publicitário das metas (ROMANO, 2014). A emissão de GEE “foi substancialmente

reduzida nos últimos anos, mas o grosso dessas reduções se deveu à recessão, não à política” (GIDDENS, 2014, p.183). A meta atual da EU, com base em quadro de ação de 2014, é reduzir as emissões de GEE em 40% até o ano de 2030, em comparação com 2005 (PE, 2018).

Em maio de 2019, duzentos e dez prefeitos, de diversas cidades da Europa, fizeram uma Carta Aberta direcionada à reunião de cúpula da UE apoiando a realização de um plano de longo prazo, para o clima, com a única meta possível em benefício do futuro da humanidade, a de chegar a 2050 com o balanço zerado de emissões de CO₂ (DW, 2019).

Em 2020, o planeta Terra parou, por semanas seguidas, diminuindo a poluição do ar, das águas e da terra. O coronavírus mostra ao coletivo global que o debate sobre a água e a mudança climática, passou da hora e que a poluição e a ruína da natureza precisam reavaliar as atitudes e as vidas, já! Mostra que todos estão conectados física e energeticamente. Espera-se que a Covid-19 venha trazer uma maior conscientização e um alento às destruições.

O Acordo de Paris é organizado para que os governos apresentem suas metas de corte de emissões ou ações concretas em termos ambientais. A notícia da exclusão do Brasil da lista dos oradores responde a um fiasco internacional, por outro lado, mostra o interesse da cúpula em garantir que a COP26 em Glasgow - Escócia, em 2021, tenha êxito com compromissos e não propostas vazias (CHADE, 2020).

Segundo a ANA (2016), são muitos os impactos complexos com consequências em todas as esferas da existência, como a pobreza, o desenvolvimento econômico, o crescimento populacional e a gestão de recursos, mas, o efeito que a população perceberá primeiro, como a pior e mais forte, por consequência da mudança climática é a necessidade da água.

2.4.1 Dos riscos do aquecimento global a escassez hídrica é a pior consequência

A ANA - Agência Nacional de Águas e o INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais são instituições brasileiras mais diretamente envolvidas com as mudanças climáticas. A primeira, estuda os cenários de mudança climática e promove ações para aumentar a segurança hídrica e o segundo, estuda a causa das mudanças ambientais e seus impactos. Outras instituições envolvidas são o IPCC - *Intergovernmental Panel on Climate Change* - Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas e o WWF - *World Wide Fund for Nature* - Fundo Mundial da Natureza, Organização não governamental internacional que atua nas áreas da conservação, investigação e recuperação ambiental.

Até meados da década de 2000, a participação das emissões de GEE no mundo era relativo ao setor de transportes e o destaque no Brasil era o desmatamento. A partir de 2004

houve vertiginosa redução do desmatamento, mas aumentou a queima de combustíveis pelo setor de transportes. Isso mudou o olhar sobre a política energética no âmbito global e as cidades passam a ter papel estratégico na redução de emissões e na adaptação às mudanças climáticas (KLUG, 2018).

No ano 2020 o volume de queimadas do Pantanal e Amazônia volta a ser destaque. Os incêndios florestais foram maiores em escala e emissões estimadas, comparados por cientistas da NASA, com base nos últimos dezoito anos do início da observação de dados de satélite. Isto motivou a carta aberta de oito países europeus ao governo brasileiro, em protesto contra a política ambiental (BBC.COM).

Como há mais água do que solo na superfície da Terra, o aquecimento dos oceanos tem sido responsável por cerca de 93 % do aquecimento do planeta desde a década de 1950. Este aquecimento é resultado do aumento das emissões de GEE que retêm cada vez mais energia solar na atmosfera, aumentando as temperaturas e até derretendo as calotas polares. “Esta situação, por sua vez, resulta na entrada de mais água doce nos oceanos, alterando ainda mais as correntes” (AEA, 2018, p.39).

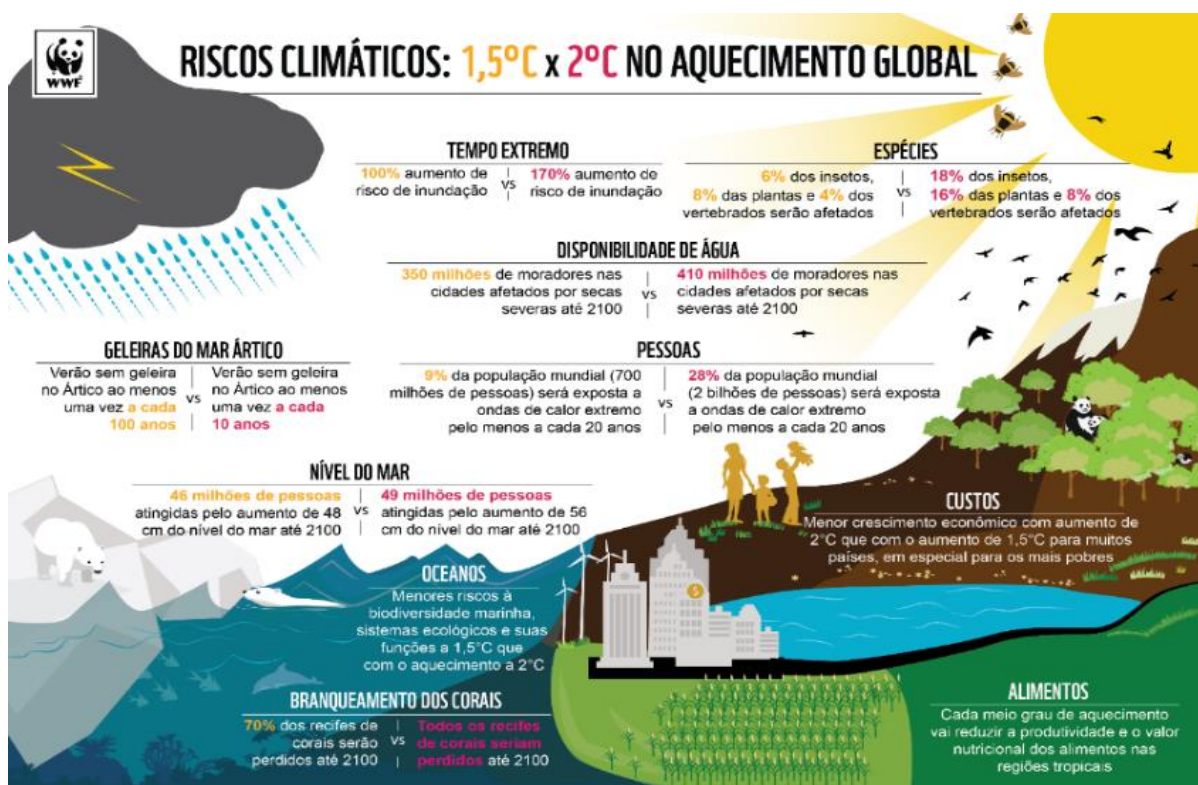
As alterações climáticas, para além dos seus impactos na saúde humana, aumentam os níveis de vapor de água na atmosfera, o que torna a disponibilidade de água menos previsível como também conduz a chuvas torrenciais em algumas zonas e outras regiões podem enfrentar condições de seca mais graves, ao mesmo tempo em que podem aumentar em termos de frequência e intensidade (AEA, 2018).

É “provável que o aquecimento global atinja 1,5°C entre 2030 e 2052, caso continue a aumentar no ritmo atual” (IPCC, 2019, p.7). O WWF compara os riscos climáticos do aquecimento global a 1,5°C e os riscos com o aquecimento a 2,0°C. O padrão climático, projetado, mostra grandes desproporções nos aspectos regionais entre os dias atuais e o aquecimento global de 1,5°C. Para o aquecimento 2°C, a desproporção é maior ainda (IPCC, 2019).

O pacto existente sob o Acordo de Paris não é suficiente para estabelecer limites ao aquecimento a 2°C, muito menos 1,5°C. Este 0,5°C a mais eleva os riscos a aumentarem as proporções de inundação, em 70% e a afetar 49 milhões de pessoas, até 2100 (WWF, s/d).

Aumento de 2°C das temperaturas globais acima dos níveis pré-industriais, terão consequências devastadoras. Os impactos irão desde inundação, calor, disponibilidade de água e diminuição da produção de alimentos, menor crescimento econômico, diminuição da biodiversidade e aumento do nível do mar (Gráfico 2.3) (WWF, 2018; IPCC, 2019).

Gráfico 2.3 - Riscos climáticos para cada grau de aquecimento global entre 1,5°C e 2°C



Fonte: WWF.

O desmatamento ilegal e a perda de biodiversidade, no Brasil, estão na contramão dos compromettimentos das Conferências de Clima. Há necessidade de ações concretas que diminuam a emissão de GEE.

- Os efeitos do aumento da temperatura no planeta sobre os sistemas natural e humano já foram observados como mudança de alguns dos SES incluindo os referentes à água doce, devido à alteração dos ecossistemas naturais (IPCC, 2019).

No sul do Brasil, a variabilidade interanual do clima está associada aos fenômenos de *El Niño* e *La Niña* que podem gerar anomalias climáticas e produzir grandes secas como ocorreu em 2004-2006, afetando a disponibilidade de água (MARENGO, 2008).

Segundo o relatório especial do IPCC (2019) e pelo Gráfico 2, da WWF, acima apresentados, para que não ultrapasse de 350 milhões de pessoas expostas, até 2050, aos riscos é necessária mudança de atitudes com relação à natureza com propósitos essenciais, dentre eles:

- Aumentar a biodiversidade, melhorar as infraestruturas urbanas e respeitar a água de modo a geri-la e administrá-la de forma sustentável.

O IPCC tem conhecimento disponível para confirmar que as mudanças no ciclo hidrológico em função da intensidade e variabilidade das precipitações identificam aumentos da precipitação na região sul como o principal impacto (ANA, 2016).

A Região Sul é a segunda colocada em número de ocorrências e com maior taxa de afetados. Também é a segunda em perdas acumuladas e seus três Estados estão entre os dez de maiores perdas. Um dado alarmante é o número de afetados em Santa Catarina que supera a população residente do estado (YOUNG *et al.*, 2015).

- A relevância nos dados técnicos do IPCC está na indicação de forte reincidência.

De modo geral, as áreas que afetarão as águas pelas mudanças climáticas são as secas que tenderão a se tornar ainda mais secas, e as áreas úmidas, que tenderão a mais chuvas. É provável que a mudança climática aumente o estresse hídrico nas áreas que já são as mais afetadas, pois a tendência à seca e à desertificação, em todo o mundo, aumentam a escassez de água. Ao longo do período de 1995–2015, as inundações responderam por 43% de todos os desastres naturais registrados, no planeta, afetando 2,3 bilhões de pessoas, matando mais 157 mil e causando US\$ 662 bilhões em prejuízos (UNISDR, 2015).

Existem evidências crescentes de que o esgotamento de recursos naturais, como a água, devido a uma combinação de uso excessivo, degradação ambiental e mudança climática, pode ser uma das principais causas das migrações no planeta (ONU, 2019a)

Os eventos climáticos ocorridos em Santa Catarina adicionados à Covid19 poderiam supor uma mudança paradigmática em relação às políticas públicas, mas o pós-desastre, do Ciclone Catarina de 2004, por exemplo, nas cidades catarinenses e especialmente em Criciúma SC, contradizem as possibilidades.

Poucas pessoas conhecem as mudanças ocorridas no planeta, nos últimos 40 anos. Assim, os municípios ainda não mudaram de paradigma, desconsideram os ecossistemas e se pautam por conceitos estabelecidos no século XIX e início do século XX, seja no desenvolvimento urbano (MENEGAT; ALMEIDA, 2004); ou especificamente nas estruturas sanitárias, no tratamento de rios e suas margens (TUCCI, 2006). As gestões tratam as águas e a drenagem urbana “de maneira equivocada” (TUCCI, 2005, p.74).

- A OMS, com visão em 2030 sugere a infraestrutura de água da chuva com *design* sensível à água para melhorar o desempenho sob condições variáveis de disponibilidade de água, demanda e qualidade, pois esse é um assunto urgente que facilitará a adaptação às mudanças climáticas (ONU, 2010).
- São as áreas urbanas que amplificam os impactos das ondas de calor, muito embora haja uma grande variedade de opções de adaptação para alguns sistemas humanos e naturais que podem reduzir os riscos da mudança do clima e os riscos dos ecossistemas naturais (IPCC, 2019).

Estamos em uma emergência climática e o aquecimento deve ser limitado a 1,5°C! Pesquisas na última década mostram que o gelo que cobre o Mar de Amundsen, na Antártica Ocidental, o oceano e as rochas estão recuando irreversivelmente. Um modelo de estudo mostra que, quando esse setor entra em colapso, ele pode desestabilizar o resto do manto de gelo da Antártica Ocidental como dominós que tombam. As informações resumidas nos dois Relatórios Especiais do IPCC publicados em 2018 e em 2019, são de alerta. A mudança irreversível e abrupta no sistema do clima será um risco maior no menor aumento da temperatura média global e deve obrigar a ações políticas e econômicas sobre as emissões (LENTON *et al.*, 2020).

O autor afirma evidências crescentes que perda da Floresta Amazônica ou do manto de gelo da Antártica Ocidental são altos impactos interconectados por diferentes sistemas biofísicos. Potencialmente comprometem o mundo com mudanças irreversíveis de longo prazo.

Nesse sentido, para enfrentar as consequências do aumento das temperaturas da Terra, nos recursos hídricos, é necessário ajustes da cidade, com uma melhor gestão, em nível do todo, e de ações no PU com técnicas sustentáveis que equilibrem a saúde dos ecossistemas.

2.4.2 Desequilíbrio dos ecossistemas concorre com incertezas quanto a quantidade e qualidade de água e a intensidade de eventos extremos

A saúde humana depende diretamente da saúde dos ecossistemas e sua alteração terá influência direta na água, cujos efeitos na saúde humana estão ligados à desnutrição devido à diarreia por ingestão de água não potável; aparecimento de invasores em lagos e reservatórios com exposição a riscos nos serviços de saúde; e geração de criadouros de mosquitos e outros insetos transmissores de doenças (UNESDOC, 2019).

Mesmo sabendo da dependência dos SES que o ser humano tem para viver (ODUM, 2004), em pouco mais que 200 anos a sociedade industrial coloca em cheque o planeta. Essa dependência é subjetiva e objetiva. O valor intrínseco da biodiversidade e dos ecossistemas naturais abrange sistemas naturais ecológicos adaptados ao contexto sociocultural da cidade, criados pela espiritualidade e pelas relações entre os homens com o cosmos, do arquétipo da natureza (CAPRA, 2006a) e da ecologia profunda.

Os ecossistemas de água doce estão entre os mais degradados do planeta, o que influencia na qualidade e na diminuição de quantidades de água (UN - WWAP, 2009). Os riscos relacionados à água, associados às mudanças climáticas estão conectados a eventos extremos como tempestades, escorregamentos e inundações.

- O desequilíbrio dos ecossistemas ligado à variabilidade climática pode afetar o espaço urbano. Pois “as temperaturas mais elevadas, e as mudanças nas condições de tempo, com a ocorrência de eventos extremos, afetam a disponibilidade e a distribuição das chuvas, vazão dos rios e água subterrânea e ainda deterioram a qualidade das águas”. A água liga o sistema climático, a sociedade humana e o meio ambiente (UN - WATER, 2011, p.1).

Ecossistemas de águas urbanas foram alterados, zonas úmidas e várzeas perdidas em ritmo acelerado para os aterros, drenadas, impermeabilizadas e ocupadas pelas atividades humanas e rios canalizados. Rios fragmentados com graves interrupções dos fluxos por pontes, canalizações, barragens ou reservatórios alteram as conexões entre as diferentes partes de uma bacia hidrográfica onde sedimentos e os nutrientes fluem em ritmos dinâmicos de enchentes (CBD, 2010).

Um ecossistema saudável está conectado e interage entre a diversidade de espécies animais e vegetais e habitats mais saudáveis que podem produzir mais e se adaptar melhor a desafios como a mudança climática (NU, 2019c).

Nesta situação há redução de riscos e danos com inundações, tempestades e secas e a vegetação pode oferecer ar mais limpos, atuar como filtros naturais, purificar e garantir as fontes de água, fluxos mais naturais da água, menos sedimentos que fluem e menos água doce perdidas e entregues a outras fontes como rios, lagos e mares.

As mudanças globais pressupõem uma modificação no tratamento da gestão da água e uma mudança de ética com relação à natureza e ao ecossistema urbano (FRANCO, 2000; TUCCI, 2005), de modo a promover qualidade de vida e mínimo impacto ambiental.

A ciência sistêmica complexa e a abordagem ecossistêmica integradas estão a postos para todo o sistema afetado pelo poder da água, integrando a gestão da água e a do solo urbano e rural. Trabalhar a cidade como um ecossistema sustentável no padrão dos sistemas naturais (DE OLIVEIRA; MILIOLI, 2014) trazendo respostas para a água baseadas nos ecossistemas da natureza (WWDR, 2018) são formas alternativas de gestão e PU que requerem estabelecer outras instituições e redes, a coordenação e o intercâmbio de informações e capacitações (MENEGAT; ALMEIDA, 2004; ONU, 2010b). É essencial que haja estruturas organizacionais inclusivas designadas para a participação e a cooperação entre as diferentes partes interessadas para garantir o acesso equitativo a todos os serviços (UNESDOC, 2019).

Assim, além do problema da governança dos recursos hídricos, a outra questão referente à gestão é a transição para um gerenciamento em nível de ecossistema da bacia hidrográfica, integrado ao ciclo de águas atmosféricas, superficiais e subterrâneas e usos

múltiplos, com a participação popular para aprofundar a sustentabilidade e segurança coletiva de oferta e demanda de água. São importantes a educação da comunidade em todos os níveis e a preparação de gestores com novas abordagens para o necessário desenvolvimento da gestão de recursos hídricos no século XXI (TUNDISI, 2008).

Atividades humanas como a urbanização causam importantes impactos e contribuem com a variabilidade climática. A contaminação e degradação da qualidade das águas superficiais, e outras, interferem na saúde dos ecossistemas. A cidade destina despejos de águas residuais não tratadas e resíduos sólidos, industriais e domésticos; a remoção cobertura vegetal e de espécies de importância nos ciclos e redes alimentares em rios, lagos e represas e remoção são fatores que alteram a qualidade e quantidade de água. A lista das consequências é grande, além de deteriorar as águas subterrâneas, alteram os processos de manutenção e renovação dos ciclos e da biodiversidade com acidificação, contaminação e o aumento das substâncias tóxicas e vetores de doenças. Certos tipos de deterioração são irreversíveis, tornando impossível o uso da água ou do ecossistema aquático (TUNDISI, 2006).

Por isso um PU sustentável deverá reconhecer a mudança climática para adaptar a cidade de maneira adequada. “Quando a visão de mundo muda, o mundo muda” (NICOLESCU, 2005, p.63). Isto é inspirador e lembra Mollison (2002) quando diz que as pessoas que não mudam de mentalidade não fazem diferença alguma.

A água é o principal meio de influência com as mudanças climáticas e influi nos ecossistemas da Terra, na biodiversidade e no bem-estar da humanidade (ONU, 2010b). Existem diversas medidas necessárias à adaptação baseadas em práticas sustentáveis já conhecidas, de gestão do solo urbano e da água que oferecem possibilidades de criar capacidades de adaptação às mudanças climáticas e segurança da água. Muito embora, a urgência para a adaptação à mudança e o reconhecimento da função da água, ainda não tenha entrado no mundo político, mas, frequentemente, refletem nos planos locais, nacionais ou internacionais.

A transição à mitigação dos efeitos frente à mudança climática exige que os instrumentos relacionados ao PU, *design*, gestão, política e economia sejam integrados entre si e com a infraestrutura natural. Esta integração deve ser construída com esforços e programas de incentivos relacionados aos ecossistemas, e sanções ao impacto nos SES e na saúde humana, considerando a capacidade que a infraestrutura natural e as dimensões que as demandas locais propiciam, cujo conhecimento popular pode incrementar o saber científico (UN - WATER, 2011).

Sendo assim, as palavras de ordem são: adaptação às mudanças climáticas, já! Muitas cidades, principalmente em países desenvolvidos têm adotado alguma adaptação baseada no planejamento integrado empregando diversas ferramentas com suporte nos ecossistemas, participação popular, incentivos políticos e financeiros.

A qualidade e quantidade da água é mote de discussões sobre os efeitos mais devastadores da mudança climática e das necessidades perante a vida por isso, das necessidades, da escassez e da mercantilização, surgem conflitos políticos desde o início do século passado.

2.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE CONFLITOS POLÍTICOS PELA ÁGUA

No século XIX a escassez de água era um problema que pouco afetava as populações ao redor da Terra. Mas, a partir do século XX, 2% da população mundial convive com escassez crônica de água, em 1960 aumenta para 9% e em 2005 pula para 35% (CORTES *et al.*, 2015). Se bem que a água doce seja usada como arma de guerra desde 4.000 a.C., no Oriente Médio, norte da África, China e Índia (REBOUÇAS, 2004). As alterações ecossistêmicas promovidas pelo homem, o alto crescimento populacional e as mudanças climáticas impõem mudança de comportamento e atitudes que levam a conflitos de toda ordem, pela necessidade de água. A valorização da água e a busca por sua privatização estão dentro dos motivos de conflitos mais acobertados, disfarçados de soluções.

O acesso desigual e o controle mercadológico empoderam uma região abundante ou desestabilizam uma região onde a água é escassa, transformando a forma de distribuição e a localização da água numa das maiores preocupações mundiais quanto a conflitos.

Esse item atravessa a história de cada região citada, foca no conflito e na insegurança relativos à água e à complexidade que a mesma transpassa, com mais esse contexto, político e social. Os exemplos de situações e contextos captados, de forma investigativa e bibliográfica, permitem exprimir a significação da água doce para a vida dos seres vivos.

A percepção do real valor e finitude da água confirmam sua escassez nos últimos anos e a perspectiva de afetar dois terços da população global até 2025 (ANA, 2019e), o que deverá refletir na eficiência de políticas públicas e na conscientização ambiental, pois o conhecimento existente bastam para mudar o rumo da escassez de água.

Mas o que importa aos grupos sociais dominantes é o próprio bem, fato reconhecido no relatório especial de 2012, da *Global Water Security* - Segurança Global da Água, solicitado pelo Departamento de Estado americano ao Exército. Elaborado para responder de que maneira os problemas de escassez e má qualidade da água ou inundações, afetam os interesses de

segurança nacional dos EUA, nos próximos 30 anos (ICA, 2012). O relatório capacitou o Exército estadunidense a analisar e descrever os recursos de todos os países do mundo e basear as medidas da segurança militar em sua segurança hídrica. A determinação proveniente da horda militar reconduz a garantia da água como a base para a segurança econômica dos USA (PETRELLA, 2020).

A expressão da segurança militar do país supõe que se carência de água se agravar e mundializar, os militares norte-americanos atuarão para salvaguardar aos Estados Unidos o acesso aos aquíferos caudalosos e limpos do mundo (PETRELLA, 2020).

Os conflitos pela água já não são mais futuros, eles nos cercam, sem armas, pois são guerras paradigmáticas, com choques culturais, como a água engarrafada vendida para quem não tem comida na mesa. A guerra da mercantilização contra a argumentação ecológica é a cultura do compartilhamento, da água gratuita (SHIVA, 2006). Mas existem guerras reais entre regiões, dentro de países ou entre comunidades, com violências políticas por fontes escassas e outros conflitos de água abafados por guerras étnicas e religiosas.

Quando as agendas política e econômica coincidem há democracia. Quando a agenda econômica é sequestrada pelo Banco Mundial, FMI ou OMC, o que sobra para os políticos são raça, religião e etnia, que fazem brotar o fundamentalismo, como uma democracia decadente (SHIVA, 2006).

O acesso à água sempre envolveu desigualdade e esforço, muito embora, a lei do mais forte legitime poder de criar formas desiguais de acesso aos recursos básicos, que hoje, pressionam pela privatização para obter lucros, prestígio político e eleitoreiro (PETRELLA, 2004; REBOUÇAS, 2004). Essa política desenvolvimentista é formada por instrumentos econômicos, tecnológicos e de planejamento local com finalidade ilusória de melhoria da qualidade de vida (FLORIANI, s/d). As influências do capital mundial desapropria o valor da segurança da água, semeando o medo da queda do PIB e do consumo (PETRELLA, 2020).

Na guerra da água vinculada à privatização, do gênero “estratégia da escassez”, as empresas se “especializam” em pressionar a população para obter verbas para tocar obras grandiosas quando, muitas vezes, as alternativas ao agrado do senso humano e ecológico são menos dispendiosas (REBOUÇAS, 2004, p.156). Todos os tipos de conflito trazem insegurança social, proporcional à gestão política.

2.5.1 Tipos de conflito e insegurança no contexto político e social e nos processos naturais da água

O conflito demonstra que a política hídrica é incapaz de se desenvolver integralmente ao interesse de todos e identifica fraqueza nas relações entre grupos e interesses constituídos (PETRELLA, 2004). Esses processos são caracterizados “*por el déficit democrático*” (CASTRO, 2016, p.17).

A literatura e a mídia alternativa permitem observar que os conflitos sociais nas lutas pela água na América Latina são provenientes do avanço do crescimento urbano e atividades humanas perdulárias, dependentes de exploração de ecossistemas aquáticos fragilizados ou superutilizados, caracterizados pela falta de atenção aos processos ecológicos. Outros conflitos podem ser associados à demarcação de fronteiras, ou relacionados à navegação, irrigação, produção de energia, questões étnicas, políticas e paradigmáticas.

Transfronteiriça é a partilha de rio, lago, mar ou bacia hidrológica que nasce em um país e desagua em outro ou abrange vários países (ANA, 2009) e no Brasil, esta partilha, é de domínio público (CFB, 1988) e pode criar situações de conflito por interesses materiais, crenças, valores e princípios humanitários e ecológicos.

A UNESCO levantou 263 sistemas fluviais que cruzam fronteiras, 13 grandes rios que banham quatro ou mais países, compartilhados por cem diferentes nações com chance de conflitos na gestão da água. As disputas surgem pelo uso de cada país, principalmente à montante do rio e por represas (CLERKE; KING, 2005; GF, 2013). No Brasil, existem 83 rios fronteirizos e transfronteirizos, sendo os maiores na bacia Amazônica e do Prata (ANA, 2009).

Quando o rio atravessa fronteira, faz com que o conceito tradicional de soberania não seja aplicado na sua plenitude, pois um recurso partilhado pode promover alto potencial de competição. Tanto que a palavra rival, do latim *rivalis*, significa a pessoa que usa o mesmo rio ou fonte de água (ESPADA, 2017). Além da soberania²⁷, as preocupações entre os países são a integridade territorial e a segurança nacional, pois o sistema entre ribeirinhos abrange as esferas econômica, política ambiental e segurança nacional. Assim é impossível desligar as questões

²⁷ É necessária a revisão do conceito de soberania sob à luz da governança da água, pois já “não é mais apenas o país que vai ditar as regras”, e não existe hierarquia entre instancias internacionais, nacionais e regionais. Uma convenção internacional da água deve ser feita diante de diretrizes gerais, mas salvaguardadas as leis nacionais e com a imprescindível participação popular. No caso brasileiro a governança internacional da água deve ser considerada nas bacias Amazônica e do Prata e do Sistema Aquífero Guarani (RIBEIRO, 2009, p. 116).

relativas a recursos hídricos dos demais cenários políticos existentes. Por isso, um acordo justo é de grande importância.

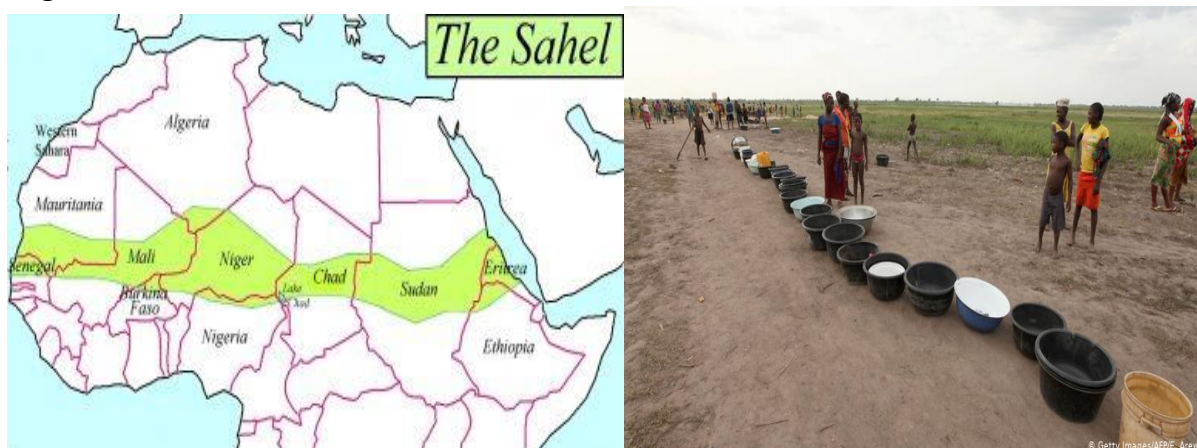
- Na atualidade, quatro regiões enfrentam grandes riscos de conflito armado pela escassez da água o Sahel - Norte da África, o Oriente Médio, a Ásia Central e zonas costeiras do leste, sul e sudeste da Ásia e agregam instabilidade política e insegurança alimentar (KOFFI, 2017) .

Muito embora, as regiões mais conhecidas do mundo envolvidas em conflitos sobre a água são a Turquia, Síria, Irã, Iraque países localizados nas bacias dos rios Tigre e Eufrates; Israel e seus vizinhos árabes; os oito países afetados pela bacia do rio Nilo: Uganda, Tanzânia, Ruanda, Burundi, Sudão, Sudão do Sul, Etiópia e Egito; e alguns países do rio Mekong - Tailândia, Vietnã, Camboja e Laos (PETRELLA, 2004).

- O *Sahel* é uma faixa de 5 mil km (Figura 2.30), considerado basicamente, um misto de problemas e cinturão da fome, onde está a bacia do Lago Chade. 30 milhões de pessoas do Chade, Camarões, Níger e Nigéria dependem das suas águas.

Os conflitos internos têm diversas causas, mas a falta de água atinge todos sem dó. Filas enormes com mulheres e crianças em busca de água, em vasilhames (Figura 2.31), no norte da Nigéria, em áreas antes férteis, como o Lago Chade, agora se desertificam e impulsionam muitos deslocamentos por insegurança alimentar (KOFFI, 2017; BBC - MUNDO, 2018). A evaporação diária é muito alta na região, correspondente as mais altas taxas de evaporação de uma área urbana (UNESCO, 2008).

Figura 2.30 - Localização do *Sahel* e lago de Chade; figura 2.31 - Fila por água no norte da Nigéria



Fontes: <https://www.dw.com/pt-br/mudan%C3%A7a-clim%C3%A1tica-tamb%C3%A9m-gera-terreno-f%C3%A9ril-para-o-terror/a-42614185>; <https://www.globalresearch.ca/france-intensifies-intervention-in-west-africa-with-launch-of-sahel-g5-force/5619095> Acesso em: 02 out. 2019.

O acesso à água é um luxo, abrindo caminho para conflitos violentos entre pessoas ameaçadas pela fome, por diminuir as reservas de alimentos. O lago foi dos maiores do planeta, mas está desaparecendo. Encolheu 90% nos 40 anos contabilizados por imagens feitas em 1963, 1973, 1987 e 2006 (ver Figura 40, item 2.6.5), causado pelas mudanças climáticas e processos geográficos (AHMED, 2015; SOW, 2017; UNESCO, 2018), que o colocaram em um intenso processo de desertificação, pois está localizado numa região árida, com chuvas raras e uma série de secas devastadoras. Mas a irrigação insustentável, o desvio de águas e o intenso uso da savana com a criação do gado caprino, agricultura e desmatamento reduziram a qualidade do ecossistema dificultando a reciclagem e a retenção da água chuva. Outro fator importante para seu encolhimento foi a demanda pela população que triplicou desde os anos 1980. A pobreza generalizada por conta da escassez hídrica é combustível para grupos armados arregimentarem pessoas empobrecidas e desesperançosas para sua causa. A pacificação da região, segundo as Nações Unidas, no entanto, só se dará com a recuperação ambiental da bacia do Lago Chade (AHMED, 2015).

- No Oriente Médio a escassez de água é relacionada a conflitos desde o século XX.

A maioria dos conflitos violentos ocorreu entre Israel e seus vizinhos, entre outras tantas guerras como na região do rio Tigre e Eufrates, na bacia do Nilo ou no Oriente Médio, por razões que incluem a água, muito embora existam diferenças políticas e econômicas entre eles. O século XX e início do XXI marcaram conflitos entre os estados árabes - Líbano, Síria e Jordânia e israelense. O acesso aos recursos hídricos, na região da bacia do rio Jordão é dos mais conhecidos, pois todos usam o rio que é controlado por Israel (CLARKE; KING, 2005).

A Guerra dos Seis Dias em 1967 culminou com o desacordo de Israel à proposta da Jordânia de desviar o rio Jordão. Israel tomou as terras na cabeceira do rio e o controle do aquífero aumentando em 50% seus recursos hídricos, sob as terras da Cisjordânia. Ali, alguns palestinos sobrevivem com apenas 35 litros de água, enquanto os israelenses desfrutam de seus gramados e piscinas usando água que deveria ser compartilhada. Israel extrai mais de 75% das águas altas do rio Jordão deixando à Cisjordânia, apenas água salobra (CLARKE; KING, 2005; QUEIROZ; TIBURCIO, 2018).

Na Faixa de Gaza, a única fonte de água potável do Aquífero Costeiro está em colapso, impróprio para consumo humano, por processo de salinização, devido ao abaixamento do nível, por excesso de bombeamento, contribuindo para uma significativa crise de saúde entre os dois milhões de palestinos que lá vivem. Israel consome três a cinco vezes mais água do que os palestinos, pois irriga 50% das terras cultivadas e continua a expandir assentamentos na

Cisjordânia. Qualquer construção que os palestinos queiram realizar exige um pedido de autorização que lhes é recusada (MPPM, 2018; O GLOBO-MUNDO, 2019).

Na Síria a questão da água está muito relacionada à questão ecológica. A seca estimulou a revolta civil e ampliou as mudanças climáticas como um efeito estimulante sobre as manifestações, cuja escassez de água desempenhou papel na agitação síria. A tendência de séculos de condições mais quentes e secas no Mediterrâneo Oriental e o enfraquecimento dos ventos carregados de umidade do Mediterrâneo com temperaturas mais quentes e mais evaporação confirmam o aumento das emissões de gases de efeito estufa (FOUNTAIN, 2015).

Os conflitos sobre as bacias do Rio Tigre e Eufrates desde 1960 são motivo de alteração nas relações entre Turquia, Iraque, Síria e Irã, primeiro por construção de barragens entre a Turquia e a Síria depois o Aqueduto da Paz entre os países árabes rejeitado por questão de controle sobre o abastecimento. Outras tensões em 1990 de ameaças por reduzir o fluxo de água para os países rio abaixo confirma a tese de que “a guerra pela água é resultado, e não causa” (PETRELLA, 2004, p.69).

- Na América Latina, a má conduta política nas renegociações Brasil - Paraguai, fez divulgar, em agosto de 2019, a rusga contratual para a tarifa de energia elétrica adicional paga pelo Brasil ao país vizinho, produzida na Usina Binacional de Itaipu.

A relação de uso da água transfronteiriça entre Brasil e Paraguai, ainda está longe de uma cooperação sem conflitos, pela falta de um plano duradouro para o uso da água que atenda aos interesses da maior parte da população dos dois países. Em 2023, passados 50 anos, os dois países deverão rever o tratado original de Itaipu, assinado em 1973 por Alfredo Stroessner e Ernesto Geisel (RIBEIRO, 2017). Por outro lado, o Mercosul (2017), Mercado Comum do Sul já demonstrou sua preocupação com a questão hídrica dos países que o integram, faz algum tempo. A temática vem sendo discutida de forma recorrente.

- O aquífero Guaraní, reservatório subterrâneo, compartilhado entre Argentina, Brasil, Paraguai e Uruguai é objeto de preocupação e discussões, cuja tendência é a possibilidade de confrontos militares.

Alguns governos chegaram a desenvolver “*incluso hipótesis de guerra basadas en la posibilidad de que fuerzas militares extranjeras puedan intentar tomar control del acuífero*” Castro (2016, p.14) Os rumores de uma pretensa base militar americana, no Paraguai, alardeada pela imprensa internacional é tratada como teoria da conspiração pelos USA que critica a desinformação e nega rumores (OHARA; PARO, 2012). O *National Geographic News* informa as dificuldades internacionais de desenvolver de modo sustentável o aquífero, devido à presença do exército americano na área e ao envolvimento de um consórcio de financiamento americano,

o *Global Environment Facility*, financiado pelo Banco Mundial e pela ONU que envolve interesses privados (Nestlé). Além disso, conhecimento acumulado de anos de pesquisas nas universidades latino-americanas estão à disposição de corporações norte-americanas (BARLOW, 2009).

- Miniguerra entre Equador e Peru, no conflito fronteiriço no rio Cenepa, desde 1995, emerge a verdadeira causa, o controle sobre uma área rica em minerais.

O respeito aos princípios de soberania territorial, de comunidade de interesses e do uso justo e razoável diminuiria os poderes dos “senhores da guerra” (PETRELLA, 2004).

- Cochabamba e El Alto – Bolívia, têm um histórico de políticas hídricas de solução ineficiente para resolverem a desigualdade no acesso à água, desde a colonização.

A expansão urbana e o aumento da população aliados à falta de infraestrutura proveniente dos baixos investimentos públicos, em Cochabamba, em função do Estado boliviano, por décadas, atender aos interesses da classe dominante do país, torna mais precária a questão da água doce.

O abastecimento domiciliar atende 50% da população, o restante recorre à captação de água subterrânea ou bebedouros públicos. Nesse contexto, o Projeto Múltiplo Misicuni surge como salvação da carência de água, e a partir de 1997 privatiza-a, sob pressão do Banco Mundial. A cobrança abusiva das taxas deu grande repercussão na população que já conhecia o modo de funcionamento da privatização, de outras cidades do país (PFRIMER, 2008).

A “Guerra da Água” marca a história política da Bolívia e conduz a um ganho democrático através de um movimento popular. A sociedade civil local provoca grande conflito, paralisação, feridos e uma morte, no ano 2000, quando derrota a privatização e expulsa empresa multinacional. Hoje os cidadãos locais decidem pela empresa, mesmo que o problema da escassez de água continue afetando a maior parte da cidade. Há critérios para utilizá-la, ainda que sejam os do capital (PFRIMER, 2008; BELOW, 2009). A relevância do assunto mercantilização e apropriação privada da água é pauta de muita discussão, mas a “Guerra da Água” na Bolívia esclarece as consequências que podem provocar.

- El Alto, antes do evento de Cochabamba, havia mandado embora a Suez.

A maior transnacional do mundo, em serviços hídricos, nega-se a ampliar os serviços para 200.000 habitantes pobres e eleva as tarifas de outros 70.000 habitantes que não estavam dentro da área servida de água pela Suez- Água Illimani. Para cumprir essas metas, dentro da área de concessão, exige do governo local crédito facilitado. Os habitantes insurgem-se contra este financiamento, que deveria se destinar a uma empresa pública nacional e jamais transnacional. O insucesso na revisão do contrato e a greve em alta, por três dias, fez o governo

federal, através de Evo Morales, negociar a saída da empresa e, por decreto, encerrar o contrato de El Alto e o de La Paz, ambos interligados. O sucesso da revolta pacífica, mostra que a água não é um negócio privativo, mas participação comunitária e confirma, também, que o Banco Mundial não é uma organização para ajudar o desenvolvimento de comunidades, mas um banco de negócios (NOGUEIRA, 2006; BELOW, 2009).

2.6 A ÁGUA NO PLANETA - GLOBAL, REGIONAL E NACIONAL

Os rios das regiões industrializadas, como grande parte dos Estados Unidos e da Europa, e em países excessivamente povoados, como a China e a Índia estão se tornando cada vez mais fragmentados. Em regiões áridas, a fragmentação é devida ao uso de represas e reservatórios. Os rios correm mais livremente nas zonas menos povoadas do Alasca, Canadá e Rússia e em pequenas bacias costeiras na África e Ásia (CDB, 2010).

As represas estão dentre as interferências das atividades humanas no ciclo hidrológico que mais impactam, provocam alteração de fluxos e aumentam o transporte de sedimentos dos rios. A drenagem dos rios é o componente mais importante do ciclo hídrico e representa a renovação dos recursos hídricos (TUNDISI, 2009). Não é o que sucede nas drenagens das cidades (TUCCI, 2003) com canalizações de rios e impermeabilizações de margens que impossibilitam a renovação dos recursos hídricos.

A ameaça à água doce, no planeta, deve-se ao consumo excessivo, às mudanças climáticas, à poluição e a desvalorização dos ecossistemas naturais e da biodiversidade que diminuem o funcionamento pleno dos SES (ONU, 2019). Estão tirando água de onde tem, alterando o ciclo hidrológico, para colocar onde ela será usada, desperdiçada e poluída (BARLOW, 2009).

A prática de usar água subterrânea é denominada “mineração da água” que é recurso finito e, em grande medida, desregulamentada. É bem diferente de usar água de poço que funcionou de modo sustentável para agricultores de várias gerações (BARLOW, 2009). Esse descaso com a gestão dos aquíferos é denominado na literatura de “hidroesquizofrenia”. No Brasil, há controvérsias entre as considerar recurso hídrico ou mineral por dificuldades jurídicas de incluí-las nos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (ANA, 2019g; GOMES, 2011).

Não há, porém, razão para discriminar constitucionalmente o tratamento entre ambas as águas no que se refere à proteção ambiental e sua dominialidade, pois, após 1988, as águas minerais subterrâneas são bens públicos ambientais e pertencem aos Estados federados.

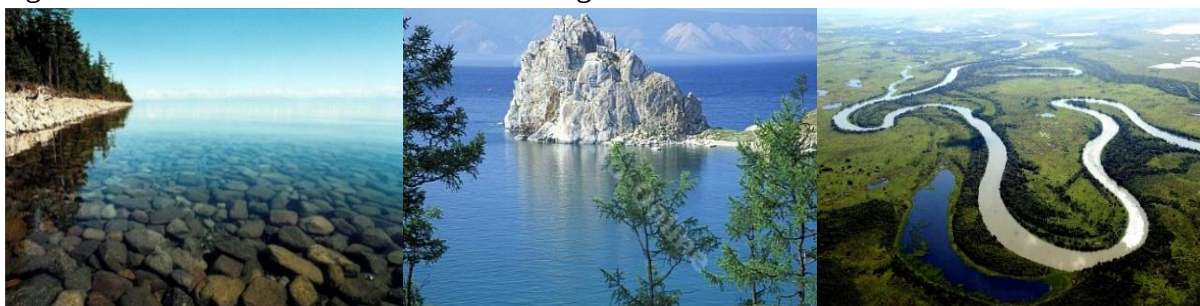
A dúvida está na interpretação da Constituição, de qual órgão ou entidade reguladora está a gestão das águas minerais, ANA ou DNPM (GOMES, 2011).

A ameaça à segurança das grandes reservas mundiais de água se dá pela população que demanda por mais água e pelos aquíferos excessivamente bombeados para o agronegócio ou mineração, com poluição química ou resíduos, ou ainda, invadidos por água salgada (como em Israel).

2.6.1 Grandes reservas mundiais de água

As grandes reservas mundiais de água encontram-se nas áreas tropicais e subtropicais em função do regime de chuvas, existência da floresta tropical úmida, grandes sistemas hídricos e os reservatórios subterrâneos do Cerrado brasileiro. Os grandes sistemas hídricos são o Congo, o Amazonas, o Paraná-Paraguai (figura 2.34) onde se encontra o Aquífero Guarani, e os Grandes Lagos da África Central. A região dos Grandes Lagos Africanos possui três grandes bacias de drenagem: a Bacia do Nilo, a Bacia do Congo-Zaire e a Bacia do Rio Zambeze (SILVA, 2014). No Hemisfério Norte, os Grandes Lagos, compartilhados entre Canadá e EEUU, são o conjunto de cinco lagos interconectados. Os lagos da Patagônia e regiões andinas estão em regiões temperadas. O lago Titicaca, importante reserva de água doce internacional, é compartilhado por Peru e Bolívia, na América do Sul. Está altamente afetado por expansões extrativistas de ouro, durante décadas, e outras contaminações. A bacia hidrográfica e o lago foram recuperados, a partir de 2009, com o projeto Suma Quta, traduzido do *aymará* - Lago Bonito (TUNDISI, 2009).

Figuras 2.32 e 2.33 - lago Baikal, Sibéria – Rússia o mais profundo do planeta;
figura 2.34 - Sistema hídrico do Paraná-Paraguai



Fontes 1 e 2: <http://lilsugarpie.blogspot.com/2012/06/kas-herr-zuckerberg-on-ajueetusega-voi.html> e
Fonte 3: <http://www.ihu.unisinos.br/entrevistas/532441-projeto-da-hidrovia-paraguai-parana-uma-irracionalidade-entrevista-especial-com-debora-calheiros> Acesso 04 nov. 2019.

O grande sistema Paraná-Paraguai (Figura 2.34), poderá ter um impacto hidrológico e ecológico ocasionado por questões econômicas com a hidrovia estudada para transportar grãos do Mato Grosso. O impacto mais relevante deverá ocorrer no Pantanal mato-grossense com

alteração do regime hídrico e da qualidade da água, perda de áreas úmidas e da biodiversidade, além de alterar o controle de inundações e a complexidade paisagística da área. Perdem os recursos naturais e a população nativa (TUNDISI, 2009; CALHEIROS, 2014).

O lago Baikal (Figuras 2.32 e 2.33), localizado na Sibéria - Rússia, é o mais profundo do planeta (1.680 m), responsável por 20% da água doce líquida da Terra e classificado como patrimônio mundial, pela alta diversidade biológica e águas límpidas (UNESCO, 1996).

As peculiaridades climáticas causadas por diferenças de latitude e longitude dão a diferença na distribuição das águas doces no planeta, comparada à densidade populacional. As grandes reservas estão em áreas de populações em expansão, em fortes conflitos religiosos e étnicos ou em áreas com dificuldade de preservação dos aquíferos por questões técnicas e orçamentárias, além da transposição de rios, construção de reservatórios e uso excessivo de águas subterrâneas (TUNDISI, 2009).

A previsão de que mais de 700 milhões de pessoas, em todo o mundo, até 2030, correm risco de deslocamento pela intensa escassez de água, fez com que 11 chefes de Estado, a ONU e o Banco Mundial escrevessem uma Carta Aberta em 14/03/2018, denominada “Faça cada gota contar: uma agenda de ação pela água” (NU-BRASIL, 2018).

- A intenção da carta (Quadro 2.13) é a mudança na gestão da água para poder cumprir o Objetivo 6, da Agenda 2030.

Quadro 2.13 - Carta Aberta do Relatório Painel de Alto Nível sobre a Água

O Objetivo do Desenvolvimento Sustentável número 6 é assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos. O que é um objetivo senão uma promessa? E do que vale a nossa promessa se nós não formos mantê-la? Água, o nosso bem mais precioso. Ainda assim, vivemos em um mundo que tem sede. Onde todas as nações devem beber da mesma fonte. Hoje, 40% da população mundial é afetada pela escassez de água. A mudança climática, um dos grandes desafios da nossa era, está acelerando eventos catastróficos para a água em um ritmo nunca visto. Secas e enchentes estão espalhando devastação, enquanto o crescimento populacional aumenta a demanda por água, comida e energia. Os rios secam e não alcançam mais o mar. Hoje nossa promessa está em risco. Nós, os chefes de Estado e governo, do Painel de Alto Nível sobre a Água, temos três chamadas de ação: desligar, ligar e intensificar. A primeira, acabar com a negação sobre a crise global de água; desligar a torneira e acabar com o desperdício; acabar com a poluição e com a destruição das nossas bacias hidrográficas. Combater as bactérias que adoecem nossas crianças; acabar com a necessidade de buscar água e transformá-la em um caminho para a educação. Em seguida, precisamos ligar. Criar soluções, ter ideias e criar inovações; realizar investimentos em infraestrutura, saneamento e na gestão e resiliência dos ecossistemas. Incentivar a tomada de decisões políticas difíceis sobre como entendemos, valoramos e administramos a água. Aumentar o volume do debate público sobre a água. Intensificar a cobrança para que as promessas sobre a água sejam cumpridas. Pressionar aqueles que utilizam a água de maneira inadequada. Aumentar o financiamento para fornecer acesso universal a água. Dar mais importância para a água. Este é o nosso momento decisivo. A água está sob os holofotes. A Década Internacional de Ação “Água para o Desenvolvimento Sustentável” na ONU já começou. O mundo precisa com urgência que nossa promessa seja mantida. Todos nós devemos agir. Você se importa com a água? Então, junte-se a nós. Desligue! Ligue! Intensifique!

Fonte: NU-Brasil (2018). Acesso 12/06/2019

A carta precisa ser mais divulgada, e o ODS6 precisa ser cumprido, porque as taxas de uso da água aumentam mais que crescimento populacional que é exponencial.

A crise da água se dá ao fato de apenas um terço da população mundial usufruir de um serviço sanitário eficiente com fornecimento de água regular e de qualidade, coleta e tratamento de esgoto e coleta. Aos dois terços restantes falta prioridade política para a solução (REBOUÇAS, 2004).

- 4 bilhões de pessoas, quase dois terços da população mundial, vivenciam uma escassez hídrica grave, durante pelo menos um mês no ano (UNESCO, 2019).

A crise global da água foi tão divulgada no início do século XXI que segundo pesquisa de Barlow (2009) mais estudos, relatórios e livros foram escritos nos sete primeiros anos do que em todo o século anterior, mesmo assim, institutos de pesquisa afirmam que a escassez da água, ainda seja pouco valorizada. A situação é grave e deverá aumentar com o crescimento da população mundial.

2.6.2 Crescimento da população mundial versus crescimento do uso da água

É comprovado pelos diversos estudos do relatório sobre Recursos Hídricos que as taxas de aumento do uso da água em cerca de 1% ao ano extrapolam o crescimento da população (UNESCO, 2019). Representado pelo gráfico 3, a relação entre o percentual de crescimento da população mundial (em vermelho) é por volta de 450% e o percentual do uso global da água para consumo (em azul mais claro), é mais que 800%. O uso de água para outros fins (azul escuro, no gráfico) chega a 900% de acréscimo. Desde 1900 até uma previsão em 2025, sobressai o aumento percentual do uso da água em relação ao aumento da população mundial.

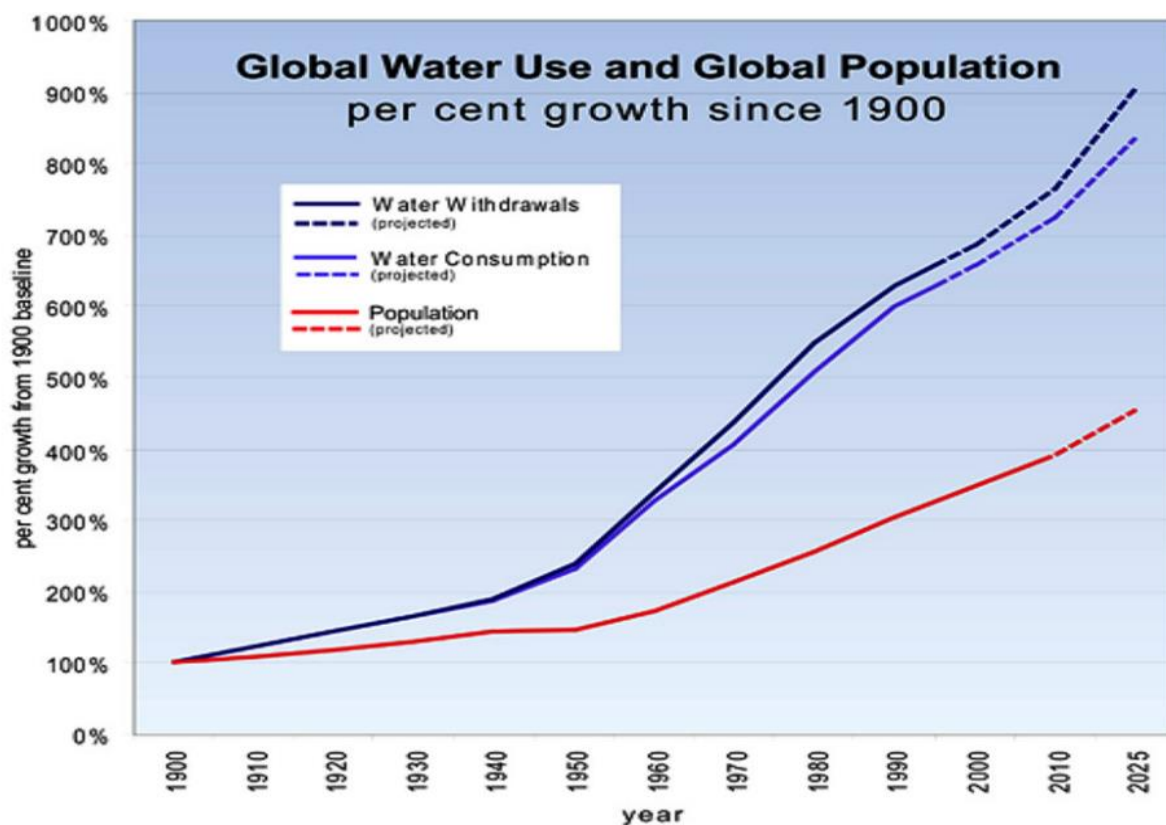
O aumento do consumo da água varia com o nível do consumismo nos países e independe do número de habitantes pois os países mais ricos consomem mais água. Essa dissonância no crescente uso da água em relação ao aumento da população se evidencia quando se sabe que o percentual de retirada da água do planeta é 69% para a irrigação, a pecuária e um pouco para a aquicultura.

A área equipada para irrigação, no Brasil, é uma das dez maiores do mundo e registra o forte crescimento da atividade devido ao estímulo a financiamentos na agricultura irrigada. Isso permite alterar, cada vez mais, as condições da água não a deixando retornar aos corpos hídricos (ANA, 2017). A sugestão é fazer política de agricultura sustentável que

promova a produção em terrenos secos, com outro tipo de alimento mais saudável. Como as culturas nativas, na Índia, que guardam cada gota e criam abundância a partir da escassez.

O gráfico 2.4, unido às taxas de uso da água por setor, faz pensar qual o percentual da população mundial come esse alimento, que vem da monocultura e da pecuária, que usa tanta água, se tanta gente está faminta e tem sede.

Gráfico 2.4 - Uso global da água X população global - crescimento percentual desde 1900 e projeção até 2025



Fonte: PNUMA, 2012 - Baseado em Shikomanov 1999 & US Census Bureau 2011.

Antigas tecnologias e conhecimento nativo, baseado na observação sensível da chuva, conservam cada gota de chuva e ganham popularidade no Oeste da Índia, na fronteira com o Paquistão, no vibrante e abundante deserto do Rajasthan (SHIVA, 2006). A saga da Revolução Verde continua a forçar a monocultura do arroz e do trigo, que requer mais água, em direção do Terceiro Mundo, sem levar em conta o risco de estresse e escassez de água. O tipo de produção e o modelo de industrialização interferem no estresse, e o aumento da urbanização impõe a demanda por água.

2.6.3 O aumento da urbanização e as águas urbanas

É importante citar o período histórico da economia, que influencia na urbanização improvisada e nos resultados socioambientais deploráveis e que termina no início da década de 1970, do “milagre” econômico brasileiro (BONDUKI, 2000; DEAN, 2020). O “milagre” começou em 1968, depois que os países periféricos constatam que a industrialização seria a única forma de superar desequilíbrios característicos das economias subdesenvolvidas.

O modelo rodoviarista iniciou com as metas do governo Juscelino Kubistchek de avançar “50 anos em 5” no progresso brasileiro. A instalação de indústrias automobilísticas no Brasil impulsiona o modal rodoviário e a construção de rodovias, política que os governos militares mantiveram.

A escala e a velocidade dos projetos de desenvolvimento do governo militar atingem, durante a década de 1970, um clímax de desastres econômicos e ambientais. Nessa época, o poder estatal assumiu a responsabilidade de investir na criação da infraestrutura industrial necessária ao desenvolvimento capitalista e também da participação na própria esfera produtiva. Assim, foram criadas empresas estatais em setores estratégicos, principalmente na indústria de base. No entanto, após o término do “milagre”, depois de 50 anos de crescimento da economia, o país emergiu em grandes desigualdades sociais e grandes impactos ambientais. O benefício de classe específica e a concentração da renda permitiu a modernização da pauta de consumo dessa minoria, deslocado em relação às condições de sobrevivência da maior parte da população (SANTOS, 2006; MONTE-MÓR, 2011; DEAN, 2020).

A utilização de recursos naturais compõe até hoje boa parcela da pauta de exportações e a crescente dependência e apropriação dos países desenvolvidos em relação aos recursos naturais localizados em países não desenvolvidos. Esta utilização de recursos naturais observa-se na venda de petróleo, *in natura*, do pré-sal brasileiro.

O desenvolvimento da rede viária brasileira favoreceu, sem dúvida, o forte contingente migratório rural/urbano. Muito embora, o ritmo acelerado de urbanização a partir de 1950 sejam características dos países subdesenvolvidos. Destes, o crescimento mais elevado está nos países da América do Sul e da África. Algumas causas apontam para o crescimento demográfico nos países em desenvolvimento, até a década de 1970: a diminuição da taxa de mortalidade, a percepção e solução dos problemas de higiene e o processo de industrialização/urbanização. A inclinação dos países pobres consumirem como país rico contribuiu, também, para a atração das pessoas para as cidades. Desta forma, o movimento migratório esvazia o campo e provoca um crescimento urbano rápido diferente dos países

desenvolvidos onde a população passa sucessivamente pelos três setores da economia. Nos países subdesenvolvidos a população passou do setor primário direto para o terciário (SANTOS, 2012). Uma vez que não há empregos suficientes na indústria as pessoas vem para a cidade trabalhar na prestação de serviços (quase sempre desqualificado).

A contemporaneidade encontra-se num período de maior e mais rápido crescimento populacional e expansão urbana na história humana que alterarão paisagens naturais e construídas com impactos significativos sobre a biodiversidade, os habitats naturais e muitos SES, especialmente os ecossistemas aquáticos, dos quais dependemos.

Essa concentração e multiplicação de pessoas gera impactos socioambientais preocupantes decorrentes de assentamentos precários de ocupação irracional e predatória, de poluição, falta de cuidados com os subsistemas tanto de abastecimento de água como de esgotamento sanitário e fluxo de águas pluviais. Além disso, uma grande proporção constroem suas casas com recursos precários e sem o concurso do conhecimento técnico.

Áreas ambientalmente frágeis devem ser preservadas e merecem legislação específica, mas é o que sobra para a moradia de grande parte da população (MARICATO, 2003) que impactam solo e águas. Por falta de alternativas, instalam-se em áreas que não interessam ao mercado imobiliário como as encostas dos morros, beira de córregos, áreas de mangue, rios e reservatórios, encostas íngremes, áreas alagáveis, fundos de vale, áreas de proteção aos mananciais, justamente as que deveriam ser tratadas de modo sistêmico, observando os fluxos e princípios da natureza. Como poderemos esperar que a relação com o meio ambiente e a água seja respeitada?

A falta de critérios na urbanização, na maioria das cidades, o ponto de intercepção entre o espaço construído e as águas urbanas, é uma desconexão, uma incompatibilidade entre o crescimento da cidade e as águas. Isto acontece não só na periferia das cidades em desenvolvimento como nos centros urbanos.

O mau relacionamento com a água vem da deterioração ambiental, mas está também no comportamento humano, com relação ao desrespeito pelo meio ambiente e pelas águas. Isso se dá pelo distanciamento do ser humano para com a natureza, que ao longo da história se agravou, no processo de industrialização e urbanização das cidades.

Assim, a água emerge como problema bem atual e difundido pelas atividades da urbanização as quais afetam os ecossistemas da água. Além disso, a água que cai limpa como um recurso natural, ao bater no solo impermeável se transforma em problema.

A densidade de urbanização desequilibra os ecossistemas, afetando a biodiversidade e a variedade de espécies na natureza (MINKS, 2013, p.124). Uma cidade

consciente da necessidade de buscar caminhos sustentáveis deve ter como meta mínima, fontes seguras com águas limpas, cursos de água atrativos e margens tratados com respeito aos princípios estéticos e fundamentos ecossistêmicos.

As reações do movimento ambiental trouxeram outros caminhos para a ciência com algumas práticas eficientes de desenvolvimento urbano sustentável. Muito embora, ainda se permaneça, na contemporaneidade dos países em desenvolvimento, neste período de mau relacionamento com os recursos naturais. Isso permite assistir no cotidiano das cidades, efeitos adversos ligados a danos à saúde, à segurança e ao bem-estar da população e mais recentemente à disseminação da Covid19 que evidenciou maior a disseminação do vírus em locais com maiores problemas sanitários e com falta de água potável. A pesquisa demonstra que escassez de água depende das atitudes do consumo dela e do tratamento dos elementos da natureza.

2.6.4 Estresse e escassez da água

A ONU baseia-se no Índice Falkenmark para definir escassez hídrica (Quadro 2.14). O conceito, no entanto, tem sido utilizado indiscriminadamente para caracterizar problemas de abastecimento em qualquer região climática. Assim, foi considerado que todos os países de clima árido e moderadamente desenvolvidos, que não proporcionam 1.000m³ de água, por pessoa, ao ano, apresentam condição de estresse (REBOUÇAS, 2004).

Quadro 2.14 - Índice Falkenmark para definir escassez hídrica

a) Nível 1.....estresse de água.....quando o suprimento é de.....	< 1.700m ³ / ano/pessoa
b) Nível 2.....escassez de águaquando o suprimento é de	< 1.000m ³ /ano/pessoa
c) Nível 3.....escassez absoluta de água.....quando o suprimento é de	< 500m ³ /ano/pessoa

Fonte: da autora, baseado em MARQUES Fº (2016).

Análise da oferta hídrica por pessoa no Brasil, de Ribeiro (2009):

- 70% do volume de água está na Amazônia e
- 9% da população localiza-se lá.

A escassez e a abundância não são dadas pela natureza, elas advêm do tipo de cultura das águas (REBOUÇAS, 2004; SHIVA, 2006).

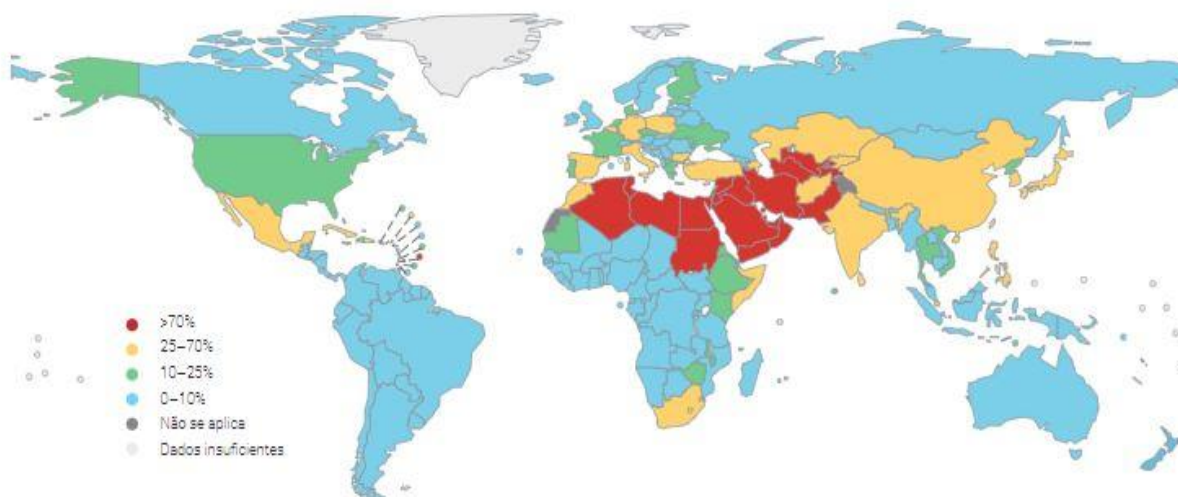
O mapa mundi (Figura 2.35) expressa o percentual dos diferentes níveis de escassez de água anual entre o total de água potável retirada pelos principais setores, incluindo as necessidades hídricas do meio ambiente. Cada cor representa um nível de escassez hídrica, por área: a) Vermelho >70%; b) Bege de 25 a 70%; c) Verde de 10 a 25%; d) Azul de 0 a 10%.

Pelo relatório da ONU, as áreas em vermelho são chamadas pelos cientistas, de “manchas quentes”: Oriente Médio, grandes áreas da Ásia e norte da África entre outras com

menor escassez como a Índia, China, México, Espanha, Itália e África do Sul, (UNESCO, 2019).

Figura 2.35 - Mapa da escassez de água no mundo

FIGURA 1 Nível de estresse hídrico físico



Fonte: UN (2018a, p. 72, com base em dados do AQUASTAT). © 2018 United Nations. Reimpressa com permissão das Nações Unidas.⁴

Fonte: Relatório das Nações Unidas sobre Desenvolvimento de Recursos Hídricos 2019

Taxas e números, alarmantes, para a água, no planeta (PNUD, 2019):

- 40% das pessoas são afetadas pela escassez, que crescerá frente à mudança climática;
- 8% são águas residuais tratadas pelos países de baixa renda;
- 95% é o nível de acesso a saneamento em toda a América do Norte e Europa;
- 69% é a média de consumo de água pela agricultura, sobretudo a irrigação, no mundo;
- 1.9 bilhão é o número de pessoas que vivem em áreas onde pode faltar água;
- 2.2 bilhões de pessoas carecem de acesso a um sistema seguro de gestão da água;
- 4.5 bilhões de pessoas carecem de acesso a um sistema seguro de saneamento.

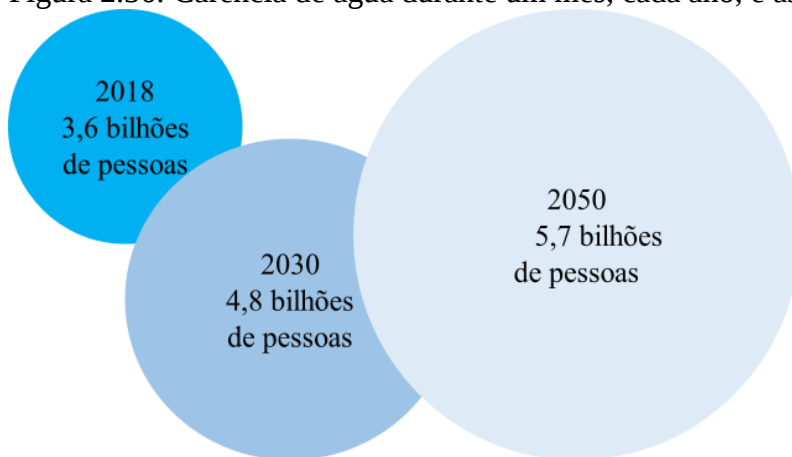
O ODS6 busca mitigar a desigualdade social violenta comparada ao consumo *per capita*. O desperdício de água, o uso abusivo no tratamento dos recursos hídricos de um país e na lacuna da função do governo de outros são fatores da desigualdade.

Pesquisa do Conselho Episcopal Latino-Americano - CELAM (2019) mostra a realidade mundial e traz afirmativas de acordo com o Pontifício Conselho de Justiça e Paz:

- Quase 2 bilhões de pessoas têm acesso, somente, à água insalubre;
- 3.5 bilhões pessoas vivem inseguras sobre quando e a que tipo de água terão acesso;
- 84% das pessoas que não têm acesso à água potável vivem em zonas rurais.

O número levantado de pessoas com escassez de água (figura 2.36), pelo menos um mês no ano de 2018 é: 3,6 bilhões de pessoas. A perspectiva aumenta para 4,8 bilhões, na década de 2030 e para 5,7 bilhões de pessoas para 2050 (ONU-ÁGUA, 2018).

Figura 2.36: Carência de água durante um mês, cada ano, e as estimativas para as próximas décadas



Fonte: elaborado pela autora, baseado em ONU-ÁGUA, 2018.

Segundo esta pesquisa, a água potável está garantida somente para cerca da metade da população mundial (GORBOSTH *et al.*, 2014, p.26) e de acordo com a (OMS, 2019):

- De cada dez pessoas no mundo, para três, ainda falta acesso à água potável;
- Seis de cada dez, tampouco contam com saneamento básico seguro;
- Um em cada quatro hospitais do mundo carece de serviços básicos de água;
- 2 bilhões de pessoas enfrentam riscos graves à saúde;
- A totalidade global está sujeita à transmissão de doenças infecciosas;
- Um em cada cinco centros de assistência de saúde falta banheiro ou latrina.
- No Brasil, 97,6% (70,7 milhões) possuem água canalizada (IBGE, 2019).

Pesquisa da revista *Nature Sustainability* de fevereiro de 2018 aponta a previsão de um cenário absurdo do mundo, quando atingirá o auge da irracionalidade em 2050, ao que as sociedades devem reagir e as cidades desempenhar uma função importante na pesquisa e na construção de uma regulação política, econômica e social da água (PETRELLA, 2018):

- Habitantes de 300 a 482 cidades superpopulosas carecerão de acesso à água potável e aos serviços higiênico-sanitários de base.

2.6.4 Questões da água em países da África e da Ásia

As duas regiões mais problemáticas na questão da água, África e a Ásia, culminam

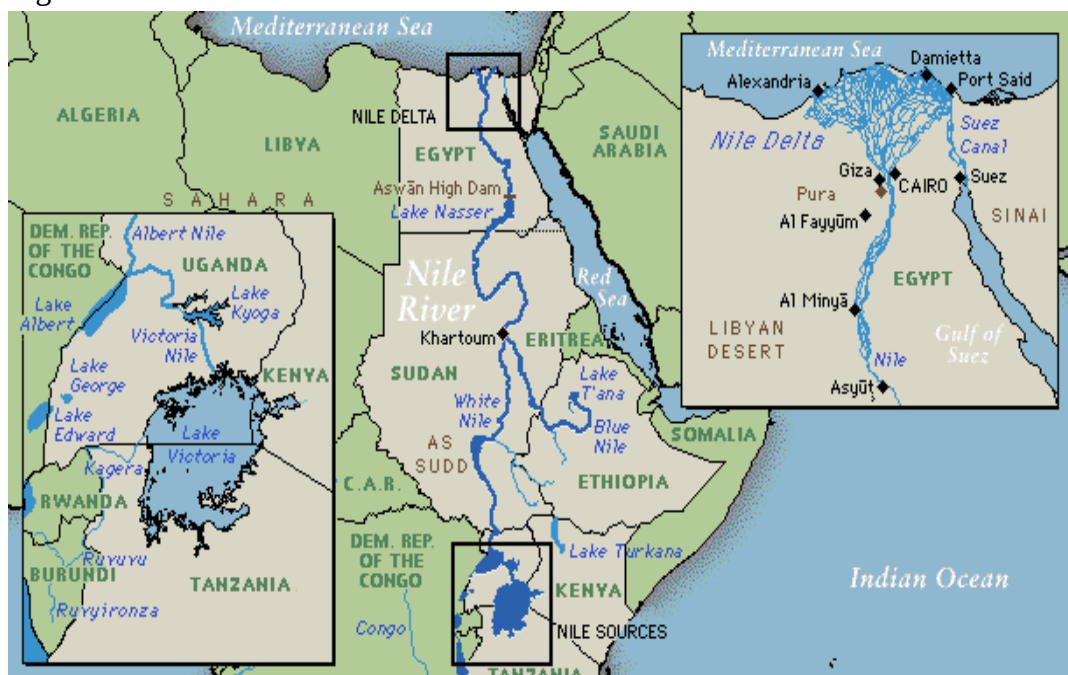
em outras questões adversas como a seca no Sudão, norte da África, onde as pessoas, sem gestão de recursos, sobrevivem de poços artesanais. Das 48 milhões de pessoas, 4,8 milhões (10%) tem dificuldade em acessar a água potável, diariamente. Falta água em Cartum - capital do Sudão, nas províncias e nos estados, onde é muito seco. Como consequência, as pessoas tomam menos banho. Lá, passaram do conflito armado para conflito ambiental. Mesmo com o rio Nilo banhando dez por cento do continente, a questão é atingir a fonte de água de imediato, afirma Cristina Muller (2018), da Coordenação Humanitária da ONU.

São dois Nilo (s) - o azul que começa no lago Tanna, nas montanhas da Etiópia e o branco que começa no lago Vitória Lago Vitória, que banha territórios de Uganda, Quênia e Tanzânia e atravessa o deserto criando o vale e o Delta do Nilo, no Mediterrâneo. Mais de 350 milhões de pessoas, 95% da população, vive às suas margens e dependem dele, que passa por 10 países da África. Percorre o Egito, de sul a norte, que usa 65% de suas águas com controle total sobre o rio, através do Tratado de 1929, entre Grã Bretanha e Egito. Por isso desvia suas águas para o deserto como proprietário que se acha. A Etiópia tem um projeto de mudar o curso do rio, represando as águas com objetivo de produção de energia elétrica e regulação do manejo hídrico. O Sudão, que está à jusante, tem apoiado o projeto (MULLER, 2018). O *Grand Millennium Dam* é o maior projeto de infraestrutura de todo o continente africano para produzir 6 mil megawatts de energia, mas, os egípcios se inquietam, pois, esse projeto, a montante, impacta severamente a disponibilidade de água da represa de Aswan - Egito, construída anteriormente à jusante. Esta, na atualidade não é suficiente para dessedentar a população do Egito. Por isso, em Tosca haverá outra represa, o que enfurece outras nações africanas (BRANDÃO; GERBASE, 2016). A barragem de Aswan, construída nos anos de 1960, é imensa, e por submergir o Templo de Ísis, na ilha de Philae, a maior parte do ano, o mesmo foi desmontado e reconstruído na ilha vizinha – Agilka.

Apesar disso, na Bacia do Nilo não há iminência de “guerras pela água”, apenas conflitos de interesses políticos, econômicos e estratégicos, fundamentais entre os países da bacia, numa dinâmica de confronto. Mas, existem tentativas de cooperação regional para a resolução de problemas da bacia (BRANDÃO; GERBASE, 2016).

Embora o Nilo seja o maior rio em extensão (figura 2.37), sua descarga média é de menos de 3.000 m³/s, catástrofe causada por falta de chuva, que quando vem, é tempestade que acumula sedimentos. Comparada à vazão do rio Amazonas, 209.000 m³/s, percebe-se precária a situação do Nilo. Por isso a BBC publicou matéria com o título “A morte do rio Nilo”, que depende das chuvas. Situação que se dá pelo desmatamento das margens, pelas drenagens, poluição do rio e sua foz, onde poucas espécies conseguem sobreviver (MESQUITA, 2017).

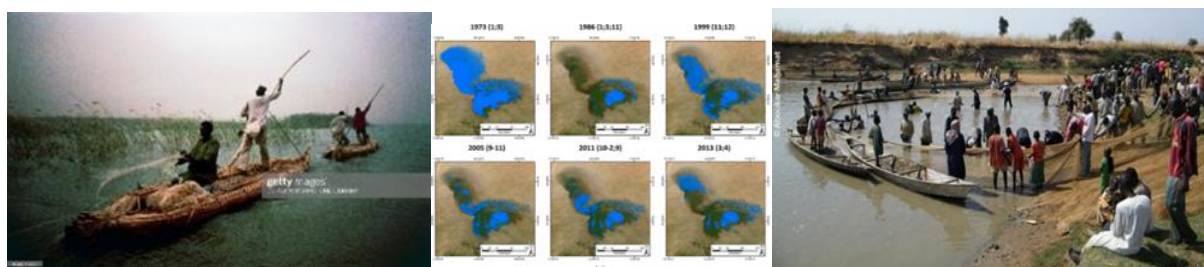
Figura 2.37 - Rio Nilo desde as nascentes



Fonte: <http://orientemedioeagua.blogspot.com/2013/09/o-nilo-em-disputa.html> Acesso em: abril 2019

O Lago Chade (Figura 2.38), sexto maior do mundo, até 1970, chama a atenção pela intensidade da cor azul que o identifica nas fotos de satélite. Considerado a principal fonte de água do Cinturão do Sahel. Perde 90% de sua água, em quatro décadas, devido ao manejo insustentável, extração para a irrigação e pela mudança climática (BBC - MUNDO, 2018).

Figura 2.38 - Lago Chad - de 1970 até 2018



Fonte: <https://www.gettyimages.pt/detail/foto/africa-north-africa-sahara-desert-chad-or-tchad-imagem-royalty-free/614277230?adppopup=true>
<https://sites.google.com/site/pod1country2616/water-statistics/distribution>
<https://pt.unesco.org/courier/2018-4/unesco-margens-do-lago-chade> Acesso em 30 set. 2019

- A Ásia alcança a crise de água que se expande no Estado Islâmico com as altas temperaturas. No Iraque o impacto de secas, e na Síria e no Iêmen o regime instável de águas relacionam-se às mudanças climáticas.

No Sul da Ásia, várias cidades estão diante do declínio do fornecimento de água *per capita*, o que reflete um impacto global sobre a produção de alimentos, abastecimento urbano e geração de energia na Jordânia, Turquia, Iraque, Israel, Síria, Iêmen e Índia. Para as regiões norte da China e do Ganges Superior, na Índia e no Paquistão, produtoras de alimentos,

as estimativas são precárias. A demanda por água excede a produção sustentável dos aquíferos em 3 vezes e meia. Há forte conexão entre altas temperaturas e instabilidade política, como guerras civis, tumultos e violência étnica (AHMED, 2015).

Figura 2.39 - Bacia do rio Jordão; Figura 2.40 - Emissário Nacional de Israel

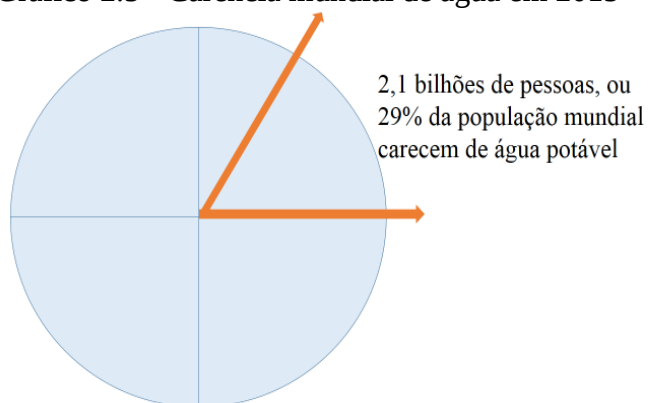


Fonte: Clarke e King (2005, p. 79); Fonte: www1.folha.uol.com.br

Na bacia do Rio Jordão, a escassez de água afeta Israel, Jordânia, Cisjordânia e Faixa de Gaza pela característica de aridez das terras da região e poucas chuvas. O Emissário Nacional de Águas de Israel (pontilhado em vermelho na Figura 2.39) e foi construído em 1964 e percorre 200 km de canais abertos (Figura 2.40), tubulações e dutos transportando águas do norte, para as regiões litorâneas mais áridas. Serve exclusivamente Israel e reabastece o Aquífero Litorâneo com águas usadas (figura 2.39, em rosa claro) (CLARKE; KING, 2005).

Israel é dos poucos países do mundo com infraestrutura eficiente de abastecimento e conservação de água que propõem suficiência hidráulica para o país, através da dessalinização das águas do Mediterrâneo e da reciclagem das águas usadas (DISTEL, 2017; ANA, 2019a).

Gráfico 2.5 - Carência mundial de água em 2015



Fonte: da autora, baseado em UNESDOC (2019).

Pelo Relatório Mundial sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, no âmbito universal, o progresso foi escasso (UNESDOC, 2019):

- 2,1 bilhões de pessoas, 29% da população, carecem de água potável (gráfico 2.5)
- 181 países atingem mais de 75% de cobertura desses serviços, pelo menos em termos de serviços básicos de água potável;
- Entre 2000 e 2015, a proporção da população mundial que dispõe de pelo menos um serviço básico de água potável aumenta de 81% para 89%.

Da mesma forma que a taxa de expansão urbana é maior que o aumento da população (ICLEI, 2017), a demanda por água crescerá mais que o crescimento populacional, na AL e no Caribe.

2.6.5 A América do Norte, Latina e o Caribe

- No México frequentes e destrutivos fenômenos da corrente *El Niño* são o manifesto da mudança climática registrada no aquecimento global.

Altas temperaturas, menor incidência de chuvas e mais seca, no norte do país, onde se concentra o desenvolvimento industrial e densa população, o acesso à água é precário. Oposto ao sul do país, onde a população é menor e o acesso à água é maior (GORBOSTH et al., 2014).

A Cidade do México está ficando sem água, mas já foi um oásis, no tempo dos astecas, literalmente uma cidade-ilha, um jardim flutuante, circundada por lagos, cruzada por abundantes canais, aquedutos e diques que os espanhóis demoliram em 1521 junto com as florestas que circundavam a área. Com o crescimento surpreendente da população, um PU fraco e uma infinita floresta de concreto armado, interrompeu o fluxo das águas e as drenagens restantes.

Dessa forma, a chuva não tem para onde ir, a não ser para o enorme sistema subterrâneo onde se misturam esgoto não-tratado e bombeado para fora da cidade. Parte da água doce é bombeada desde 300km de distância. A cidade também tem afundado 50cm por ano, à medida que as bolsas de água subterrânea são substituídas por ar, pois está assentada em um subsolo poroso e quanto mais bebem água mais afundam sobre suas drenagens já obsoletas, estremecendo e rachando seus tesouros arquitetônicos (BARLOW; CLARKE, 2003).

Em 2018 metade da população da cidade fica quatro dias sem água para manutenção do sistema Cutzamala, que fornece parte da água potável vinda do estado de Michoacán (EM, 2018). O fluxo do líquido no sistema é cortado para manutenção, cerca de sete vezes por ano

segundo maior rio brasileiro e o principal da bacia. Nasce em Goiás e deságua no rio da Prata, entre Argentina e Uruguai. Os limites do aquífero desconectados dos limites das bacias hidrográficas concedem dificuldades tipo esgotamento e poluição de importantes reservas hídricas brasileiras uma vez que sofrem com a imensa exploração do solo (MESSAGE *et al.*, 2016).

Os municípios e população nada ganham com a construção de hidrelétricas, no seu território, somente alterações socioambientais com o aumento da população e os problemas subsequentes. Os benefícios econômicos com pressuposta geração de empregos e o aumento da arrecadação devido às indenizações deixam problemas sociais, econômicos e ambientais. Às vezes incrementa o turismo.

- Chile e cordilheira dos Andes, na costa do Pacífico, envolvem situações que trazem um novo cenário para a América Latina.

O derretimento das geleiras da Antártica está diretamente conectado com a subida do nível do mar e da temperatura média da água. O degelo dos Andes afeta a corrente dos poucos e pequenos rios que fluem na direção da costa do Pacífico. Isto, mais o consumo intenso da água na agricultura e nas indústrias extrativas, de cobre, colocam em risco as possibilidades futuras do acesso à água potável para as populações das cidades da costa, incluindo os grandes centros urbanos como Lima e Santiago do Chile (GORBOSTH *et al.*, 2014).

Em função do degelo das montanhas, há dez anos, a capital, diminuiu o caudal de rios em 50%. Este exemplo interpreta a relação conflitiva entre o meio ambiente natural e o meio ambiente construído se levado em consideração o determinismo físico quanto à posição geográfica e a localização equivocada da cidade, que coloca o conflito do modelo econômico entre a produção do capital e a produção da vida. A determinação dessa lógica aliada à mudança climática, demonstra que a possibilidade de desertificação das terras, no Chile, supõe que a população deverá habitar, até 2080, ao sul do país ou em terras altas da cordilheira dos Andes (ZARRICUETA, 2020).

- No Peru, tecnologias de origem inca, suportam canais construídos há quase mil anos.

O canal *Cumbe Mayo* a 4300 metros acima do nível do mar, e os canais de Nazca, captam as águas subterrâneas, com importantes aquedutos (ROJAS, 2015).

As obras mestras: - *Tipón*, em Cusco, provavelmente usada pelos incas como laboratório agrícola para os vários microclimas, lá produzidos; - *Tambomachay*, o incrível sistema hidráulico com dois aquedutos esculpidos na rocha e técnicas sofisticadas, mantêm um fluxo constante de água limpa e clara durante todo o ano. São produtos de esforço coletivo, com o mais alto nível de entendimento do povo andino, sobre como manipular o meio ambiente. As

pessoas, ainda, se organizam para limpar e reabilitar canais de irrigação, na execução de rituais sagrados, como pagamento à *pachamama*, pela água, e isso se alterna com a emoção da dança, a energia do canto e a coca. Até a gestão da água permanece objeto de ação e confiança coletivas e representa o trabalho conjunto. A hidrosolidariedade é uma estrutura para a GIRH - Gestão Integrada de Recursos Hídricos (ROJAS, 2015).

- Na Serra Nevada de Santa Marta, onde vivem, até hoje, os *taironas*, habitantes de Gonawindúa, Colômbia, a montanha nevada atinge cerca de seis mil metros de altura.

Ali, as águas fluem por seus espaços naturais, complementados por canais modelados por formas orgânicas, acompanhando a topografia do terreno, que impedem seu transbordamento e erosão do solo. Os terraços que suportam templos, praças e moradias estão projetados com bioarquitetura e arquitetura e urbanismo sustentáveis, construídos em pedra e estrutura em terra e madeira, respeitando a natureza, que se convertem em paisagem natural dentro de uma determinada paisagem humanizada (CM, 2014).

Na panorâmica sobre a água, na América Latina, à exceção do eficiente exemplo dos incas, percebe-se claramente a relação conflituosa entre a produção da vida e a produção do capital, nas cidades contemporâneas. Não muito diferente dos aspectos das águas brasileiras.

2.6.6 Águas brasileiras

A bacia Amazônica, no norte do país, é a maior do mundo, localizada em área de baixo índice demográfico, compartilhada com países vizinhos, ao norte e noroeste, Suriname, Guiana, Venezuela, Colômbia, Equador, Peru e Bolívia. Na Figura 2.42, o verde escuro é a Amazônia brasileira (RIBEIRO, 2009; TUNDISI; TUNDISI, 2009a).

Figura 2.42 - Bacia Amazônica



Fonte:

http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/180622_fronteras_do_brasil_v3_oficina_arco_norte_a_presentacao_alessandra_rufino.pdf acesso 6/11/2019

Os dois maiores aquíferos do Brasil: Sistema Aquífero Guarani - SAG (Figura 2.43), localizado no sul da América Latina; e Alter do Chão (Figura 2.44), localizado no norte do país sob os estados do Amapá, Pará e Amazonas.

Figura 2.43 - Aquífero Guarani; figura 2.44 - Aquífero Alter do Chão



Fonte: <https://poranews.com/?p=1070> e <http://www.pvsp.org.br/2013/10/page/2/?print=pdf-search>

Dois terços do SAG ocorrem no Brasil, aproximadamente 70% do total, o restante está entre Paraguai, Uruguai e Argentina. Na parte brasileira estende-se a oito estados: Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo. Sua importância está na localização política, social e geográfica, privilegiada, pois ocorre nos estados de grande concentração populacional e do PIB brasileiros, mas sua exploração é modesta. As reservas hídricas do aquífero Guarani (Figura 45) são consideradas umas das maiores reservas de água subterrânea do mundo com um volume acumulado de 37.000 km³ e área estimada de 1.087.000 Km² (BRASIL, 2018).

Até 2013, creditava-se que o SAG era o maior aquífero, mas, pesquisadores da Universidade do Pará e da Universidade do Ceará desenvolveram estudos que atestam que o aquífero Alter do Chão, agora considerado o maior do planeta, supera as dimensões estabelecidas para o SAG em pelo menos o dobro do volume. A Amazônia detém um quinto da água doce existente no planeta. No seu terreno arenoso a chuva penetra com facilidade, diferente da maior parte do aquífero Guarani, que está debaixo de rocha (ANA, 2019f, s/p).

Além das importantes bacias do Amazonas e do Prata, o Brasil compartilha cerca de 82 rios com os países vizinhos. Esse cenário se traduz em diferentes e oportunas possibilidades para a cooperação e o bom relacionamento entre os países (ANA, s/d)

O volume total de água doce do Brasil, dá-lhe o *status* de possuir mais água doce que qualquer outro país do mundo, mas a má conservação deste recurso natural não dá garantia de uso. Essa massa de água existente, portanto, é fictícia no tocante a suprimento e disponibilidade estável de água de boa qualidade. A variedade de riscos relacionados a água é grande, o que representa incerteza na disponibilidade de água doce para a população e múltiplos efeitos sobre o meio ambiente e a economia (NU, 2019).

- Na bacia hidrográfica do rio São Francisco, houve redução de 11,1% na extensão dos ecossistemas aquáticos em 2015 em relação a 2000, com redução dos espelhos d'água dos grandes reservatórios para geração de energia hidrelétrica (ANA, 2019c).

No Dia Mundial da Água, em 2019, o programa SOS Mata Atlântica, apresentou a análise dos rios brasileiros sob o título, “Grandes rios brasileiros estão por um triz”. Somente 6,5% deles apresentam qualidade boa na média do período de monitoramento e nenhum deles tem qualidade ótima (SOS, 2019).

- Insanidade nacional!

As soluções para os problemas das cidades brasileiras ainda são baseadas nas ações tradicionais e racionalistas, com uma sólida visão clássica e mecanicista da natureza. O exemplo dos serviços de infraestrutura para os fluxos da água urbana, em especial, concebidos unicamente pelas engenharias, através de conhecimentos fragmentados, disciplinares (TUCCI, 2005), está amparado no conceito de Nicolescu (2005, p.51) de que “a soma dos melhores especialistas em suas especialidades não consegue uma competência generalizada, pois a soma das competências não é competência”. Assim, um tratamento urbano com visão unilateral se apresenta como uma perspectiva limitada para diagnosticar uma cidade como um todo. No entanto, mudar o método exige mudança de pensamento. A Agenda 2030 dá exemplo ecossistêmico no que se refere aos ODS. A ANA (2019d) apresenta as metas e os indicadores. Aponta-se o ODS 6 - Água Limpa e Saneamento:

- Meta 6.1 - Alcançar acesso universal e equitativo à água potável.
 - Indicador 6.1.1- percentuais de população que utiliza serviços de água potável geridos de forma segura. Taxa para o estado de SC - 99,79%, em 2017, maior que a taxa brasileira - de 97,2%.
- Meta 6.3 - Melhorar a qualidade da água reduzindo a poluição.
 - Indicador 6.3.1: proporção de 50% as águas residuais tratadas no Brasil, 2016; (Não consta indicador por estado);
 - Indicador 6.3.2 Proporção de corpos hídricos de boa qualidade. Para 2015 o indicador do Brasil é 69,9% e para a Região Hidrográfica Atlântico Sul é 72,34% (Este indicador está em desconformidade com a poluição generalizada dos rios da região carbonífera).
- Meta 6.6 - Proteger e restaurar ecossistemas relacionados à água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos.

- Indicador 6.6.1: alteração dos ecossistemas aquáticos ao longo do tempo em %. Para o Brasil, em 2015, a taxa é 11% de alteração; para a Região Hidrográfica Atlântico Sul é 8,95%, taxa referente a 2013 (ANA - ODS6).

O que se deduz das metas da Agenda 2030 é que poderá tornar-se um retrocesso para a região carbonífera e poderá ser usada politicamente uma vez que, os indicadores da Agenda apontam para SC um índice acima da média brasileira.

Situação contrária ao que mostra a pesquisa da SDE - Secretaria do Desenvolvimento Econômico Sustentável, confirmando a criticidade da água potável na RH10 - Região Hidrográfica 10, onde se localiza a região Carbonífera. Com um percentual de 437% insuficiente qualitativamente, afirma mudanças drásticas se continuar como está, pois chegará em 2027 a 536% insuficiente (SDE, 2017).

A ocorrência irregular de chuvas no Nordeste semiárido, é bem dimensionada pela natureza, pois se chovesse, nada seria o bastante para atender às altas taxas de evaporação. Essa irregularidade das chuvas faz com que a região semiárida, principalmente, não seja um deserto. Assim como, os milhares de açudes rasos ou profundos, construídos no Nordeste semiárido, no estado do Ceará, poderá significar espalhar água para evaporar mais do que regularizar sua oferta de água. Os grandes açudes que poderiam ser uma fonte confiável de água não se integram numa política racional da água quando não integrados à sistema de adução ou canais para conduzir a água ao usuário. Ou seja, a questão da água não é climática é uma questão física ou de gestão. Isso se confirma pelo exemplo do famoso açude de Orós, construído em 1958 que teve uma tomada de água 20 anos depois (REBOUÇAS, 2004).

Episódios críticos de viés físico como o de Orós e sociocultural:

- O maior reservatório de água do Ceará, o Castanhão (Figura 2.45) apresenta um “volume morto” de água que evaporou, em 2017, em uma situação de emergência devido à seca extrema.

Figura 2.45 - Castanhão - o maior reservatório de água do Ceará quase seco, em 2017



Foto: KD Júnior, em 22/11/2017

- Episódio ocorrido no sudeste brasileiro, mais precisamente na cidade de São Paulo, em agosto de 2018. O jornalista Felipe Souza é abordado por uma menina, em plena rua, à noite, pedindo um gole da água da garrafa que ele trazia à mão. O artigo “A saga dos moradores de rua em São Paulo por um copo d’água”, repercutiu muito, pois os paulistanos não imaginam que os moradores de ruas sofram com a indisponibilidade de água para beber (SOUZA, 2018).

Em outros países existem bebedouros públicos e fontes instalados em parques e ruas. Em Paris tem bebedouro público, com água mineral, no 2º arrondissement.

Quanto à geração de energia elétrica, no Brasil há exatamente 7.429 usinas geradoras, espalhadas por todo o território (ANEEL, 2019).

Os megaprojetos são os que fornecem os “megaimpacto” (BARLOW, 2009), como as “megamonoculturas” de soja do Cerrado trazem grandes impactos ambientais e sociais, impedem o desenvolvimento da população nativa e alteram o fluxo das águas.

- O bioma Cerrado é o berço das águas, mas passa de um ambiente bucólico de importância vital para o Brasil e o Planeta à incongruência da exaustão.

A savana de maior biodiversidade do planeta, tem um horizonte inteiro de soja, de incongruência e beleza. A biodiversidade convive hoje com a extinção de espécies e a alteração das águas, muito relacionadas ao desmatamento, ao uso abusivo de agrotóxicos e à quantidade de hidrelétricas dentro do bioma. Esta matriz energética foi pensada na década de 1970. Hoje, a verdade é outra em função da escassez real de água e de alternativas de matriz energética.

A Chapada dos Veadeiros, na região, é considerada o segundo melhor lugar de incidência solar do país, razão da estação seca, de seis meses anuais à sol pleno das 6h às 18h. Os maiores níveis de irradiação do país ocorrem na faixa do Nordeste ao Sudeste, durante a Primavera. A região amazônica recebe maior irradiação solar global, nos meses de Inverno (INPE, 2006). Quanto aos agrotóxicos, o veneno vai do “berço das águas” para 75% das águas brasileiras que poderão se transformar no túmulo das águas (D’ELIA, 2018, depoimentos de moradores, ativistas e técnicos).

O desmatamento acelerado com mudança no uso do solo (Figura 2.46) tem alterado demais o ciclo da água que impacta tanto a frequência de chuvas, que vem diminuindo nos últimos cinco anos na região, quanto na capacidade do solo de absorver e armazenar a água no subsolo e devolvê-la para os rios, segundo a coordenadora do programa Cerrado e Caatinga do Instituto Sociedade, População e Natureza (ISPN) (AB, 2018).

Figura 2.46 - Ambiente Bucólico ou incongruência à exaustão.



Fontes: <https://www.techtudo.com.br/noticias/noticia/2012/10/serie-fotografica-feita-por-brasileiro-revela-belezas-do-cerrado.html>

<https://istoe.com.br/cerrado-brasileiro-recua-diante-da-soja-e-do-gado/>

<http://conexaoplaneta.com.br/blog/plantio-de-soja-no-brasil-expande-310-nos-ultimos-anos-e-em-grande-parte-sobre-areas-de-vegetacao-nativa/> Acesso em: 17 nov. 2019.

Do ponto de vista hídrico, o bioma Cerrado é conhecido como o “pai das águas” por sua importância para a vida no país e no continente sul-americano. É onde se encontram as nascentes das três maiores bacias hidrográficas da América do Sul (Amazônica/Tocantins, São Francisco e Prata), o que resulta em um elevado potencial aquífero e favorece a sua biodiversidade (MMA, s/d). Essas nascentes alimentam oito das doze regiões hidrográficas do País que dependem do Cerrado: do Araguaia/Tocantins, 71% das águas nascem no Cerrado; do Rio São Francisco, 94% nascem no Cerrado e a bacia do Rio Paraguai-Paraná depende de 71%. Ali, nascem também, o rio Xingu (bacia amazônica), o Parnaíba, o rio Jequitinhonha e outros rios que alimentam o Pantanal, entre tantos outros menores (Mapa 3.2 - o limite do bioma Cerrado é a linha em vermelho) (EMBRAPA, 2008).

Mapa 3.2 - nascentes no Cerrado



Fonte: EMBRAPA

Três grandes aquíferos brasileiros estão no Cerrado (linha lilás, Figura 2.47):

- Aquífero Guarani - alimenta a bacia do Paraguai-Paraná (na figura, em azul);
- Aquíferos Bambuí (na figura, em roxo) e
- Urucuia (na figura, em rosa) integram a bacia do rio São Francisco, Tocantins-Araguaia e outros.

Figura 2.47 - Aquíferos Guarani, Urucuia e Bambuí no Cerrado



Fonte: <https://pontobiologia.com.br/cerrado-abastecimento-aquiferos/> Acesso em: 28 mai. 2019

Os codinomes “berço das águas do Brasil” ou a “grande caixa d'água do Brasil”, identificam a importância hidrológica do bioma. Qualquer problema que aconteça com essa área pode ser transferido para muitas outras áreas nacionais.

Sua localização é desde a parte mais alta da bacia do Paraná e abrange áreas do Planalto Central, com altitude média de 650 m. A capacidade do solo, de infiltrar e armazenar a água e de liberá-la de forma mais lenta funciona como um grande reservatório que verte água para oito das doze regiões hidrográficas brasileiras. Além disso, mais de 80% de geração de energia elétrica brasileira tem matriz hídrica, cujas nascentes localizam-se nesse bioma, que tem caráter estratégico para o desenvolvimento do país (LIMA, 2011).

Contribuições do bioma Cerrado para as diversas regiões (Quadro 2.15).

Quadro 2.15- Contribuições de água do bioma Cerrado para oito das doze regiões hidrográficas do país

- Cerca de 70% da água que sai na foz da bacia do Tocantins–Araguaia;
- Cerca de 90% da água que vai para a foz do rio São Francisco, Parnaíba e Paraguai;
- Cerca de 50% da água que sai na foz do rio Paraná, no território brasileiro, água que chega a Itaipu;
- O Cerrado manda mais água para o Pantanal do que este joga de água no rio Paraguai.

Fonte: Da autora, baseado em Lima (2011)

No Cerrado, as chuvas concentram-se em seis a sete meses do ano, época em que é bastante verde, nas regiões de mata ou nas regiões do cerradão - campo limpo. No período seco a umidade fica em 15%, por isso as notícias de queimadas dão ideia de região seca, mas não é.

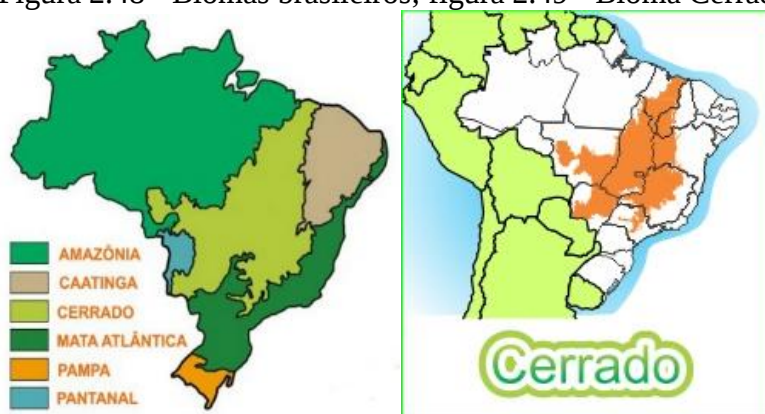
A grande biodiversidade e variabilidade de chuva acontece por conta da divisa com quase todos os biomas. Tem elo de ligação com quatro dos cinco biomas brasileiros - Mata Atlântica, Caatinga, Amazônia e Pantanal (Figura 50). Só não tem com o Pampa, ao sul. Por seu potencial agrícola é considerado o “celeiro do mundo” (LIMA, 2011).

O potencial conflito é a agricultura irrigada por técnicas de manejo inadequado. A técnica correta favoreceria a otimização do uso da água e a redução da pressão sobre os recursos hídricos do monitoramento do clima, da umidade do solo ou do potencial da água nas folhas, a qual determina o momento de irrigar e o quanto aplicar de água em áreas cultivadas (LIMA, 2011).

Conhecido como a savana brasileira, a mais rica do mundo, detém 5% da biodiversidade do planeta, está localizado no centro do país (Figura 2.48) e presente em onze estados brasileiros (figura 2.49): Minas Gerais, Goiás, Tocantins, Bahia, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Piauí, São Paulo, Rondônia, e o Distrito Federal, ocupando $\frac{1}{4}$ do território brasileiro. Tem faixas do Cerrado no Paraná, Amapá e Pará. Também expande partes para a Bolívia e o Paraguai o que faz com que ele seja considerado um dos maiores em formação vegetal da América do Sul. A vegetação de savana é composta por gramíneas, arbustos e árvores esparsas, que têm caules retorcidos e raízes longas, e permitem a absorção da água abaixo de 2 metros de profundidade, mesmo durante a estação seca e úmida do inverno (CPT, 2017).

Esse bioma é único, porém, o mais ameaçado no mundo. Depois da Mata Atlântica, é o bioma que mais sofreu com a urbanização do país (CPT, 2017; DEAN, 2020).

Figura 2.48 - Biomas brasileiros; figura 2.49 - Bioma Cerrado



Fonte: EMBRAPA <https://www.embrapa.br/ccweb/jogos/quiz-biomas-do-brasil>

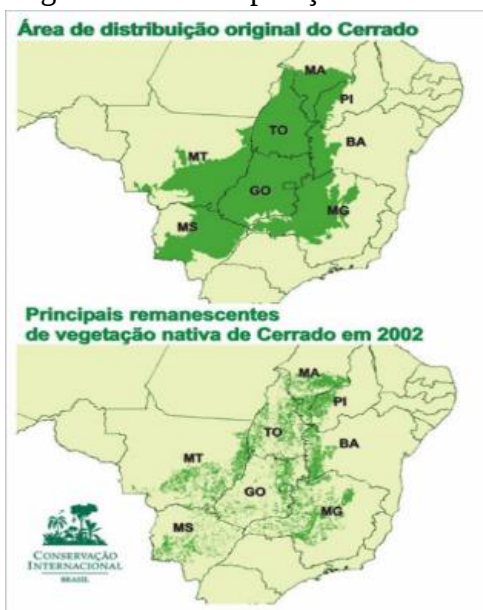
Se o Cerrado acabar é como se quebrassemos o elo com todos esses ecossistemas, mas pasme, está acabando! Esta é uma ameaça à toda água produzida e à sobrevivência da população, seja para a geração de energia, produção de alimentos, à fauna, a flora e às pessoas. Ou seja, há ameaça de extinção da espécie humana, do continente sul-americano (CPT, 2017). Sem o Cerrado, pode faltar água e energia no Brasil!

Como a cumeeira da América do Sul, distribui águas para as grandes bacias hidrográficas do continente, os três grandes aquíferos, responsáveis pela formação e alimentação dos grandes rios do continente.

Os aquíferos recarregam o lençol freático, com infiltração das águas pluviais, pelas bordas, absorvidas pela vegetação nativa e vêm se formando durante milhões de anos. A vegetação nativa do Cerrado atua como uma imensa esponja, recarregando aquíferos que abastecem rios e reservatórios, mas de pouco tempo para cá não estão sendo recarregados como deveriam, para sustentar os mananciais e estão diminuindo o nível e o volume das águas. Com a ocupação dos chapadões de forma intensa, a retirada da cobertura vegetal e substituição por vegetação de raiz subsuperficial, a precipitação não infiltra o suficiente para reabastecer os aquíferos. Este é um processo irreversível (BARBOSA, 2011). Chapadão é um acidente geográfico, existente na região central do Brasil que correspondem a zonas de rochas cristalinas com leves ondulações em forma de tubos que dividem as bacias hidrográficas dos rios Amazonas, Prata, Tocantins e São Francisco. A devastação da cobertura vegetal já chega a 52% do território do Cerrado (Figura 2.50). O bioma responde por 51,9% da área de soja cultivada no país (CPT, 2017).

A mudança do uso do solo por pastagens e monocultura de soja, algodão, milho, contaminam águas e biota com agrotóxico, empobrecem os ecossistemas e poluem os mananciais e o ar pelas queimadas. 52% da cobertura vegetal foi destruída, com consequências como: nascentes secam, aparecem doenças pelo alto uso de agrotóxicos, rios poluídos, violência e expulsão de comunidades e povos tradicionais e grilagem de terras no campo (CPT, 2017).

Figura 2.50 - Comparação do Cerrado original e o atual com desmatamento



Fonte: ISPN – Instituto, sociedade, população e natureza.

Da área do bioma, apenas 11% é coberta por reservas ou Unidades de Conservação. A CNBB e mais 43 organizações iniciaram, em 2016, a Campanha Nacional em Defesa do Cerrado, denominada “Sem Cerrado, Sem Água, Sem Vida”.

Num primeiro momento, há migração das nascentes, das partes mais altas para as mais baixas, depois a diminuição do volume das águas, até chegar ao ponto do desaparecimento total do curso d’água. O rio São Francisco está secando. Em Brasília haverá cada vez menos água e a cidade de São Paulo terá de aprender a conviver com racionamentos. As próximas décadas trarão a ruína ou a salvação do Cerrado. Conhecimento há, precisa a conscientização, que raízes estrangeiras impossibilitam, e a criação de um programa racional de desenvolvimento com política que impeça a degradação irreversível (BARBOSA, 2011).

A urbanização também é um grande problema ambiental. A criação de Goiânia GO, depois Brasília DF e a construção de Palmas - Tocantins e todo sistema viário subjacente, trouxeram problemas para o meio ambiente, mas o processo de modernização da agricultura e mais recentemente a implantação de grandes atividades agropastoris trouxeram modificações significativas.

Além do impacto ecológico há o social. As comunidades tradicionais tiveram que dar lugar à agricultura de exportação ou se adaptaram a esse novo modelo mecanizado que diminuiu a geração de emprego e renda e acabou com a agricultura familiar. Há necessidade de um Zoneamento Ecológico Econômico em todo o Brasil (LIMA, 2011).

O avanço latifundiário de empresas multinacionais Bunge, Cargil, Suzano Papel e Celulose, Fundos de Pensão Norte-americanos produz para exportar e exige infraestrutura como o Porto de Itaqui, no Maranhão, a hidrovía Araguaia-Tocantins, a Ferrovia de Integração Leste-Oeste e a Transnordestina. Estão previstos, na região, 202 empreendimentos de hidrelétricas, usinas eólicas e termoeletricas. Nada fica com os brasileiros, nada é para alimentá-los. As populações foram se adaptando harmoniosamente como verdadeiros guardiões do bioma: etnias indígenas, geraizeiros, ribeirinhos, quebradeiras de côco, vazanteiros, extrativistas e comunidades quilombolas detêm um conhecimento tradicional de plantas medicinais e nutricionais da biodiversidade do Cerrado. A ocupação indígena tem onze mil anos de existência (CPT, 2017).

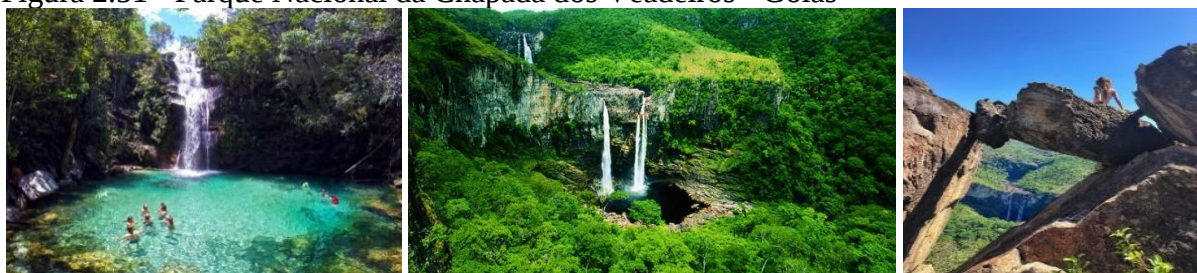
Os danos aos ecossistemas têm consequências evidentemente sistêmicas que certificam a Terra como um sistema único, provado pela Teoria de Gaia (LOVELOK, 2006a). Por isso, torna-se necessário abordar a cidade como um ecossistema, observado nos estudos de Morin (1984, 2004), Capra (2006a, 2006b), Odum (2004), Newman e Jennings (2008) e nos estudos do “Ecossistema urbano e sustentabilidade” De Oliveira e Milioli (2014).

As mazelas locais sofridas e a crise de fome são fatos da destruição social. Transformado em produção de *commodities*, os grãos produzidos são para alimentar as vacas chinesas que levam junto a água, a biodiversidade e o solo. O agronegócio esquece que o ser humano está na cadeia ecológica e pressiona o agricultor familiar a deixar sua terra e trabalhar de empregado em outras fazendas ou emigra para a área urbana, inchando mais as cidades.

A proporção é de um grande agricultor para mil agricultores familiares. O agronegócio de monocultura, produzirá mais cinco a dez anos, depois a savana vai virar deserto e deixará a crise econômica e social no Cerrado e no país. A população sugere priorizar o ecoturismo, compatível com as belezas da região, faz e quer agroecologia, que tem impacto positivo, baseada na riqueza social e cultural, na produção orgânica familiar que respeita a água e tem grande biodiversidade (D'ELIA, 2018; UNBTV, 2020).

O processo de degradação socioambiental e desigualdades econômicas foi causa da política desenvolvimentista da década de 1970, gerando um intenso processo de grilagem e de especulação fundiária crescente (CPT, 2017; DEAN, 2020).

Figura 2.51 - Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros - Goiás



Fontes: <https://www.minasecoturismo.com.br/veadeirosmoc2/> 2: IPHAN; Foto 3: Amanda Scalzoni

As belezas do Cerrado estão embutidas nos famosos parques, como verdadeiros paraísos ecológicos, que o contemplam: Jalapão - TO, da Serra da Canastra - MG e das Emas - GO, são os mais conhecidos pelos turistas do mundo inteiro. Os dois últimos são tombados como Patrimônio Natural da Humanidade por ser um dos ecossistemas tropicais mais antigos e diversificados do mundo (UNESCO, s/d). O principal é o Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros – GO (Figura 2.51).

Até 1972 intitulado Parque Nacional Tocantins, criado por decreto de Juscelino Kubitschek - Decreto n. 49875 de 1961, com área 625.000 ha. Os governos militares o mutilaram e a agropecuária o pressionaram, renomeando e diminuindo para 171.000ha. A pressão continuou e hoje tem apenas 10% da área original apenas, 65.000ha. Apenas 8,21% do Bioma está legalmente protegido por unidades de conservação - 2,85% são unidades de conservação de proteção integral e 5,36% de unidades de conservação de uso sustentável, área muito pouco efetiva para conservar a biodiversidade da região, sendo que há fazendas de

85.000ha. 20% das espécies nativas e endêmicas já não ocorrem e pelo menos 137 espécies de animais estão ameaçadas de extinção (MMA, s/d).

A população solicita a ampliação da APA por toda biodiversidade e rara beleza, e pelas rochas com mais de um bilhão de anos como parte da história local. O fato de a região ser tombada como Patrimônio Natural da Humanidade não convenceu o poder da destruição (ROCKTAESCHEL, 2003; D'ELIA, 2018). Após a reabertura do parque, em 2017, houve o maior incêndio da história da Chapada dos Veadeiros, que danificou aproximadamente 28% da reserva com impactos negativos tanto na biodiversidade quanto na economia (UNBTV, 2020).

A agricultura é de longe, o maior dano à Terra, rompe sua ligação com Gaia. Precisa sensibilidade para plantar, mas o agronegócio é grosseiro e insensível (LOVELOCK, 2006b).

Estudos abrangentes afirmam que o bioma Cerrado deverá ser totalmente destruído até 2030, caso as tendências de ocupação continuem com perda de áreas nativas (CPT, 2017).

Na cidade a diminuição da biodiversidade pelo desmatamento, o desleixo para com os rios, a impermeabilização generalizada que as vezes chega a 73% da área urbana, com a criação das “ilhas de calor” e a perda de alguns SES como a prevenção a inundações, começam a despertar o valor da inter-relação entre os seres vivos e o meio. O critério da racionalidade cartesiana de tratar o crescimento afeta a biodiversidade, a saúde dos sistemas, as pessoas e as águas. Para haver esta inter-relação no ecossistema urbano, especificamente, no tratamento dos fluxos das águas urbanas, há necessidade de mudança de paradigma de maneira a buscar a racionalidade ambiental.

3. REQUALIFICAÇÃO DOS ESPAÇOS URBANOS E A ECOLOGIA URBANA - RELAÇÃO ENTRE A BIODIVERSIDADE E OS PROCESSOS DA ÁGUA

A escassez de água omite um aspecto preponderante, o qual envolve as águas pluviais que se degradam logo que tocam o solo ou outras águas urbanas já degradadas. As águas pluviais, tampouco constam do PU das cidades brasileiras, muito menos os mananciais e sistemas aquáticos que são, de modo generalizado, poluídos.

A poluição das águas ajuda a piorar as condições de vida na cidade, a qual atinge 85% dos habitantes, no que diz respeito ao cotidiano de cada um. Para melhorar a qualidade de vida dessa população e a ecologia urbana de um modo geral, visando o suprimento de água doce, a conservação das águas superficiais e a diminuição de enchentes é importante a recuperação sanitária dos elementos hidrológicos de qualquer cidade.

Esses aspectos passam por princípios que Tundisi (2009a) apresenta como importantes para a renovação no planeta, aqui, realçados os valiosos para essa tese:

- A proteção das águas superficiais e do seu ciclo;
- A tecnologia sustentável para purificação e tratamento de água; e
- A proteção do solo urbano.

O autor utiliza estratégias importantes para a proteção das águas superficiais na área urbana, mas, como prioridade coloca a importância de reduzir a poluição e sobretudo “educar a população em geral e os tomadores de decisão” (políticos, prefeitos, técnicos) (TUNDISI, 2009a, p.97).

Um país continental, de 8.514.876 Km², que engloba 212 639 953 milhões de pessoas (IBGE, 2021) é, portanto, diverso. Precisa de pautas distintas e programas mobilizadores, que estimulem a participação efetiva da população nas decisões estratégicas e promovam a percepção sobre o problema.

Um PU que foque na qualidade da água, inter-relacionada com a saúde humana e a saúde do ambiente, deve usar de estratégias para a qualidade da bacia em questão e seus SES da mesma forma que deverá envolver o estudo, aprimorado, do uso e ocupação do solo para a localização de construções nas margens de rios (TUNDISI, 2009a).

Inundações sempre existiram, são mais antigas que a existência do homem na Terra (TUCCI, 2005) e a relação da cidade com a água tem fator fundamental no seu crescimento, desde civilizações antigas, que se estabeleceram junto a rios, lagos e litoral.

Isso facilita o impacto aos ecossistemas terrestre e aquático que a industrialização e o rápido processo de urbanização impõem pela retirada da vegetação natural. O uso intenso

do solo e a inadequada ocupação respondem com problemas de alagamentos e inundações, doenças e diminuição da qualidade de vida da população.

O problema é que o uso e ocupação do solo urbano foi se intensificando e se distribuindo em áreas de drenagem natural. Pela importância para o escoamento superficial estas áreas deveriam ser proibidas de impermeabilizar, ao contrário, deveriam estar vegetadas para absorver as águas. É importante integrar as águas urbanas ao PU e à gestão e compor o uso do solo com a infraestrutura e serviços de saneamento (TUCCI, 2012). Quem define o uso e ocupação do solo é o Plano Diretor que precisa se preocupar com a densidade de ocupação e a impermeabilização do solo que se refletem nos fluxos urbanos das águas.

A *United Nations International Strategy for Disaster* (UNISDR, 2012), Estratégia Internacional das Nações Unidas para Desastres, apresenta propostas para o processo do PU identificar, avaliar e decidir sobre diferentes opções para o uso da terra, na lei de usos do solo urbano.

As propostas informam a importância da lei de usos do solo urbano na relação entre espaços construídos e espaços livres e entre a densidade construída e a água, a qual deve envolver estudos e mapeamentos, análise de dados econômicos, ambientais e de perigo para poder formular decisões alternativas para o uso da terra, permitidos ou aceitáveis (UNISDR, 2009). Assim o PU poderá ajudar a mitigar desastres e reduzir riscos, desencorajando assentamentos e construção de instalações importantes em áreas sujeitas a riscos, no que concerne à instalação de infraestrutura de água e outras instalações críticas.

Por isso a ecologia urbana domina o conhecimento que serve de alicerce para o planejamento com base ecossistêmica e a concepção da paisagem urbana (EU-BRASIL, 2019).

A relação entre a densidade construída e a água aumenta de importância pelo crescimento da população urbana no mundo, cujo processo intensifica os problemas e é mais nítido nos países em desenvolvimento.

Na América Latina - AL o crescimento populacional urbano se acelera a partir de 1950 quando os problemas se aprofundaram (SANTOS, 2012). Os maiores problemas representados pela grande concentração populacional, apontado pela maioria dos urbanistas brasileiros como Maricato (2020) e sanitaristas como Tucci (2005) são:

- Falta de abastecimento e saneamento;
- Poluição de ar e águas;
- Expansão urbana e aumento da periferia das cidades de forma descontrolada e fragmentada;

- Urbanização espontânea fora das áreas formais da cidade, ocupadas pela população de renda média e alta;
- Ocupação do leito de inundação ribeirinha, provocando frequentes inundações;
- Retificação, canalização dos rios urbanos e impermeabilização das margens, com aumento da vazão de cheias.

A relação da urbanização com o agravamento das cheias é exponencial numa conexão entre o aumento da população e as enchentes e participam como o fenômeno natural mais causador de danos e perdas enfrentados pelas cidades ao redor do mundo. As inundações representam 50% dos desastres naturais relacionados com a água, dos quais 20% ocorrem nas Américas (TUCCI, 2005).

Estes problemas têm necessidade de um sistema que respeite a natureza para auxiliar na regeneração dos espaços urbanos e os processos da água. A importância da ecologia urbana se acentua na solução desses problemas complexos que são gerados por fatores (Quadro 3.1) discriminados por Tucci (2005, p.21) e representam pontos muito importantes:

Quadro 3.1 - Fatores que geram problemas urbanos na conexão entre espaço construído e água

a) Falta de conhecimento da população e dos profissionais de diferentes áreas com informações inadequadas sobre a fonte dos problemas e suas causas. As decisões resultam em custos altos;
b) Concepção inadequada dos profissionais das engenharias sobre planejamento e controle dos sistemas;
c) Visão setorializada do PU e uma visão setorial limitada por parte dos profissionais que atuam na área;
d) Falta de capacidade gerencial da água no meio urbano.

Fonte: da autora, baseado em Tucci (2005, p.21)

Pelo histórico da drenagem urbana, citado por Tucci (2012), na segunda metade do século XX, a população aplaudia as obras de macrodrenagem e dava até repercussão política. A retificação e canalização dos rios e aterros de alagados e pequenas obras de bueiros, galerias, bocas-de-lobo como proposta de desenvolvimento tinham o objetivo de escoar o mais rapidamente a água, muitas vezes para áreas já ocupadas.

Esses riscos de inundação e a deterioração da qualidade da água nos rios próximos às cidades de países em desenvolvimento, e mesmo em países desenvolvidos, é um processo dominante no final do século XX e no início do século XXI. Essas cidades reafirmam a produção de inundações e impactos nas áreas urbanas provenientes do escoamento pluvial, resultantes dos dois processos citados por Tucci (2005):

- Nas áreas ribeirinhas - ocorrem no leito maior dos rios e variam no tempo;
- Pela dificuldade de drenar os fluxos das águas urbanas no solo impermeabilizado, rios canalizados e obstruções ao escoamento (aumenta a vazão máximas em até sete vezes).

A setorização do PU e dos profissionais atuantes na área contribuem para gerar problemas urbanos relacionados com as águas urbanas (TUCCI, 2005). Há, inegavelmente, necessidade de introduzir as ciências ambientais e sociais ao PU (PICKETT; CADENASSO; GROVE, 2004).

Dessa forma, entende-se que a Ecologia Urbana, como interdisciplina, poderá auxiliar na regeneração dos espaços construídos e dos naturais e identificar a importância da biodiversidade nos processos da água. A definição de Ecologia Urbana é o estudo da inter-relação entre os espaços construídos, os naturais e as pessoas, necessários na busca de aumentar a capacidade dos ecossistemas de oferecerem os bens e serviços necessários para a vida humana, animal e à própria natureza, muitas vezes reduzidos pelos impactos à biodiversidade.

3.1 CONECTAR A ECOLOGIA URBANA AO PLANEJAMENTO PODERÁ INTEGRAR OS SES NA VIDA DAS PESSOAS E NA GESTÃO DAS CIDADES

O Butão, trocou o PIB - produto interno bruto, por FIB - felicidade interna bruta, por isso é considerado o povo mais feliz do mundo. Adota medidas centrando ações para prevenir a mudança do uso do solo, vinculado ao risco crescente do Limite Planetário n.9. Como sugerido por Odum (2004), de reservar 30% da área urbana para os ecossistemas naturais, o Reinado do Butão adotou na sua Constituição, no artigo 5º, sobre meio ambiente, que “60% das terras devem ser bosques, para sempre”, para prevenir a degradação dos ecossistemas (CRB, 2008). Entre outros exemplos, cita-se a Costa Rica América Latina que tem reserva ecológica de 50% do território, cobertos de florestas e mangues. As dotações vêm de encontro à interconexão entre a quantidade de áreas verdes da cidade e o aumento da biodiversidade com a saúde dos SES que contribuem com melhor qualidade ambiental e a sustentabilidade.

Estas dotações tornaram-se importantes após a Avaliação Ecológica do Milênio reconhecer a necessidade de proteção dos ecossistemas (MEA, 2001; MEA, 2005), do relatório de pagamentos de SES e segurança alimentar da FAO (2011), das 20 metas AICHI (CBD, 2010) para o aumento da biodiversidade entre 2011-2020, que por sinal não foram todas alcançadas, e das Fronteiras Planetárias (STEFFEN *et al.*, 2015).

Como proposta para superar ou estagnar os Limites Planetários, os ODS, da Agenda 2030, firmam o compromisso de todos, no planeta.

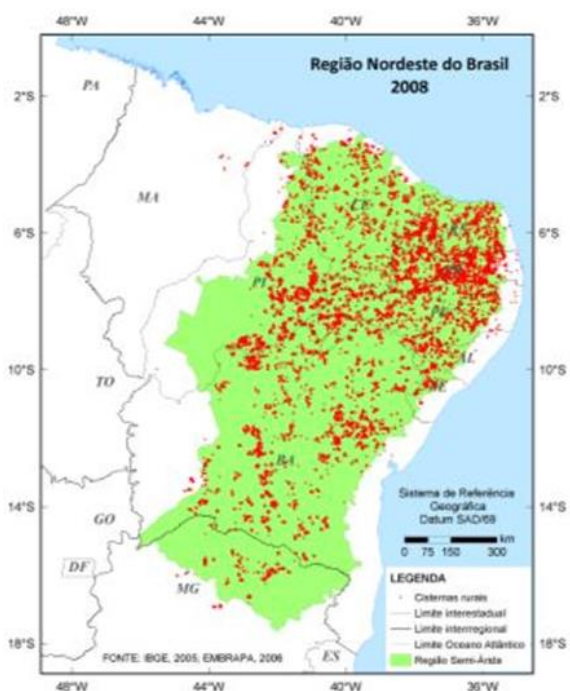
A seguir, dois exemplos referentes ao Limite Planetário n.8 - sustentabilidade da água doce (STEFFEN *et al.*, 2015). O primeiro é a Nicarágua, que assegura o limite através do Centro Alexander von Humboldt que proporciona capacitação na gestão sustentável da água

em comunidades locais perfurando 40 poços de água doce e reparando 35 sistemas comunitários para assegurar água potável o ano inteiro na região mais seca do país e com escassez de água (PNUD, 2019).

O segundo exemplo é no Brasil com o Programa Um Milhão de Cisternas Rurais - P1MC através de sistemas sustentáveis de água, no nível de comunidades que beneficiam mais de 400 mil pessoas, do nordeste brasileiro. Cada cisterna permite armazenar 16.000 litros de água da chuva.

Foram construídas 42.345mil cisternas rurais (Mapa 2.2), no período de meados de 2003 a 31 de dezembro de 2004, em municípios da região semiárida e mais 52 cisternas do programa Cisternas nas Escolas (EMBRAPA, 2008).

Mapa 2.2 - Localização de cisternas construídas, no nordeste brasileiro, entre 2003 e 2004



Fonte: SIG – Sistema de Referência Geográfica (EMBRAPA, 2008)

Os Limites Planetários oferecem, para a humanidade, espaço operacional seguro e justo, e ajudam a entender que observá-los pode criar sistemas resilientes e possibilita continuar a vida na Terra.

As transformações da cidade no que se refere a expansões, aumento da urbanização, necessidade cada vez maior de água potável, descarte de águas usadas e alteração de fluxos das águas urbanas são problemas complexos causados pelas impermeabilizações e carência de vegetação urbana. Para resolvê-los depende fortemente de tratamento sistêmico e complexo, com infraestruturas baseadas na natureza e respeito aos SES.

A saída é, indiscutivelmente, coletiva e a tarefa é árdua, justamente porque coletiva. Então, por onde começar?

Com todos os problemas referentes ao meio ambiente que se dão ao redor do planeta, torna-se imprescindível proteger e melhorar os sistemas naturais e recursos, dentro e ao redor de uma cidade. No contexto de resiliência da cidade, Pickett, Cadenasso e Grove (2004) sugerem conectar ecologia urbana e planejamento incrementando conhecimentos sobre a dinâmica ecológica e as complexidades dos ecossistemas urbanos, para integrar o conceito de SES na vida das pessoas e na gestão das cidades. Esta conexão baseada na teoria sistêmica complexa, na multiplicidade e na interconexão, torna-se mais eficiente, pois abrange processos ecológicos bioclimáticos, sociais, da subjetividade, estéticos, culturais e físicos.

Métodos para criar biodiversidade na paisagem urbana:

- Aumentar a diversidade, protegendo o que existe ou restaurando o degradado com espécies nativas, vegetal e animal, que se apoiam mutuamente, por isso evitar espécies invasivas²⁸. O gramado é comum, mas ajuda a dizimar ecossistemas e desperdiça energia e água, pelo que a Permacultura denomina de paisagismo “burro”.
- O *design* ecológico poderá ajudar a criar biodiversidade e influenciar nas visitas da fauna, com a escolha da vegetação.

O estudo de Beninde *et al.* (2015) substantia o efeito positivo abrangente do tamanho do fragmento sobre a biodiversidade, nas cidades. Diz que há necessidade de espaço e faz uma metanálise dos fatores que determinam a variação da biodiversidade intraurbana. Descobriu que cobertura vegetal abaixo de 10% do território urbano, causa declínios rápidos na riqueza de espécies. A pesquisa foi realizada em clima temperado. Na sua metanálise autores confirmam a importância das áreas naturais, sem manejo, para o benefício à saúde mental e ao sistema imunológico pelo contato com a microbiota de espaços verdes.

Estimativas de Beninde *et al.* (2015) que produziram efeitos mais fortes foram corredor e área do fragmento. Ele computou:

- Área limite média de 26,7 *ha*, para riqueza de espécies;
- Limite médio de 4,4 *ha* se o objetivo declarado for a diversidade de espécies e cobertura de água em pequenas manchas de *habitat*.

Os pássaros também responderam muito mais fortemente à estrutura da vegetação, em particular, às árvores. Corredores são *habitats* funcionais conectando dois fragmentos e seu efeito foi igualmente forte quanto ao tamanho da mancha.

²⁸ (sic) Professora Vanilde Citadin.

O PU baseado em ecossistemas poderá melhorar a saúde SES e muitos benefícios para a natureza e para as pessoas, mas requer mudança na maneira como é administrada a cidade e políticas públicas responsivas.

Como agir, em um tempo em que a “política se colocou totalmente a reboque do econômico e esquece o corpo e o sangue da vida” (MORIN, 2011, p.141), distantes do pensamento sistêmico, cedendo ao pensamento que reduz a natureza a um objeto. Talvez por isso, ainda haja desafios para integrar os SES nas áreas de planejamento e políticas públicas.

Segundo o PNUD (2019), essas tensões podem ser a fonte de desacordo entre os cientistas naturalistas e os cientistas sociais, assim como também entre diversos sistemas de conhecimento tais como o sistema de conhecimento científico e os sistemas de conhecimento local.

A intenção de adotar a “dimensão ambiental” nos paradigmas do conhecimento se propõe como um confronto de racionalidades e tradições, com um diálogo aberto à outridade e à diferença (LEFF, 2007, p.161). Ou seja, respeitar e considerar igualmente tudo e todos os integrantes do universo. Para o autor, a ciência construiu barreiras e muros de contenção para os saberes, além dos obstáculos epistemológicos, mas o saber ambiental quer um diálogo livre de saberes, na perspectiva da sustentabilidade, apontando para a criatividade humana, para a construção de alternativas e para o conhecimento local.

O saber ambiental questiona a relação do conhecimento com o objetivo de compreender o mundo. Marcado pela diversidade do ser e do saber, que vive e se fertiliza no encontro de seres culturalmente diferenciados e se projeta na criação de outro mundo possível. Reconhece saberes tradicionais e locais somados ao conhecimento científico, mas, rompe com a lógica hegemônica (LEFF, 2010).

O problema está na conscientização, pois a “crise ambiental não é crise ecológica, mas crise da razão. Os problemas ambientais são, fundamentalmente, problemas do conhecimento” (LEFF, 2007, p.217). Este pensamento de Leff culmina com o de Tucci (2008) quando cita a falta de conhecimento da população e dos profissionais de diferentes áreas sobre os problemas da água e suas causas, e Menegat e Almeida (2004) citam os municípios se utilizando de conceitos de desenvolvimento urbano estabelecidos no século XIX e início de século XX, desvinculando a cidade do ecossistema no seu entorno.

O ICLEI (2020) reconhece o valor da natureza, dentro e ao redor das cidades de todo o mundo e cria a plataforma *Cities With Nature* - Cidades com a Natureza, onde as cidades e seus parceiros compartilham e se engajam para se conectarem, trabalhando em prol de um mundo urbano mais resiliente.

Essa forma de interconexão do ICLEI com as cidades, lembra o princípio de parceria e cooperação de Capra (2006b). Nesta plataforma, as cidades brasileiras têm a possibilidade de compartilhar experiências com cidades europeias sobre o planejamento e implementação de estruturas verdes para fortalecer a resiliência urbana.

Os impactos nas áreas urbanas interferem na bacia hidrográfica causando alterações nos processos e fluxos das águas provocando uma troca de nível e de padrão como rios canalizados em galerias subterrâneas, áreas impermeabilizadas, construções sobre margens e várzeas de rios, que provocam enchentes e alterações nos fluxos de água. Segundo Herzog (2013) o planejamento baseado em ecossistemas e projetos integrados a longo prazo, seguindo um bom diagnóstico, é possível criar possibilidades de intervenções que regenerem áreas sem vida, que tiveram a interrupção de fluxos e processos.

A ecologia urbana é a disciplina que ajuda a conectar a ecologia ao PU de modo a auxiliar na regeneração dos espaços urbanos entre outros benefícios.

3.2 ECOLOGIA URBANA

Os estudos da ecologia urbana têm como requisito principal um pensamento de incluir, abundantemente, os elementos da natureza em planos de desenvolvimento, para tratar a cidade e os fluxos da água. Ela colabora no *design* ecológico que objetiva regenerar sistemas naturais e criar sistemas urbanos altamente naturais para conectar as pessoas com a natureza, para que a valorizem, a cuidem e usufruam dos benefícios que ela oferece.

Os ecólogos lembram que os processos ecológicos estão intimamente relacionados à paisagem urbana formando o mosaico de elementos resultantes da urbanização. Esses processos têm implicações importantes para a dinâmica do ecossistema urbano que muitas vezes não são observados.

A característica do crescimento das cidades contemporâneas de modificar os processos naturais e reconfigurar os ecossistemas com sequência de problemas sistêmicos complexos e crescentes dá impulso à Ecologia Urbana. Ela é um campo interdisciplinar que ajuda a compreender a relação dos habitantes urbanos no contexto ambiental.

A particularidade dos problemas urbanos está nos fluxos lineares de materiais, energias e alimentos que metabolizam poluição, lixo, resíduos, enchentes, congestionamentos (GIRARDET, 2014) dentro de um ambiente construído, ocupado por pessoas e interconectado com os fluxos circulares dos processos naturais (ODUM, 2004; HERZOG, 2013) com os quais

a ecologia urbana se envolve e auxilia na manutenção dos ecossistemas e seus serviços responsáveis pela vida.

Na década de 1920 os pesquisadores da Escola de Chicago assimilam princípios da Ecologia para explicar as relações do homem nas comunidades urbanas e os fenômenos do crescimento das grandes cidades. Essa analogia biológica aproxima as ciências sociais das ciências naturais e influencia o futuro da Ecologia Urbana. Mesmo assim, até meados do século XX, muitos ecólogos ignoram as cidades e sistemas urbanos considerando-os fora do sistema de interesse e os humanos como agentes de desequilíbrio, preferindo estudar campos menos complexos (ANDRADE, 2014).

O arquiteto urbanista Kevin Lynch, já na década de 1970, entende a cidade como ecossistema urbano. Afirmar que a “forma física de uma cidade tem um impacto sensorial que condiciona profundamente a vida de seus habitantes”, mas precisa-se senti-la como “um sistema de sinais” e ter uma relação ativa com o ambiente, relacionando “as partes entre si e conosco” para que haja uma satisfação efetiva e “compreender suas funções” para que não haja incoerência ou alienação (LYNCH, 1970, p. 208 - 209).

Em novembro de 1971, sob a égide da Unesco, é lançado o Programa Homem e Biosfera - *Man and the Biosphere* - MaB, quando a Ecologia Urbana começa a estudar as interações entre o homem e seu meio, como um inovador instrumental de planejamento para combater os efeitos dos processos de degradação ambiental que já existiam em várias cidades do mundo (MaB, 2010). A partir desse programa a cidade é considerada um sistema que faz parte de outros sistemas social, político, ecológico e econômico.

A poluição de ar e de rios ultrapassam fronteiras administrativas que impactam outros ecossistemas. Isso distingue a ecologia urbana em dois ramos, a ecologia “da” cidade, mais ampla que complementa a ecologia “na” cidade.

Segundo Herzog (2013) e Andrade *et al.* (2014) a ecologia “na” cidade entende os padrões e processos ecológicos nos ambientes urbanos comparados com outros ambientes e verifica como funciona o metabolismo, ou seja, a forma como a urbanização influencia na ecologia das espécies animais e vegetais. Examina a maneira como o impacto do espaço construído atua sobre os sistemas naturais remanescentes existentes nos terrenos baldios, jardins ou parques.

A ecologia “da” cidade considera como acontecem as relações entre os sistemas sociais e ecológicos, focado no sistema como um todo, de modo que mantenham as funções vitais sociais e ecológicas (HERZOG, 2013). Esta é a terceira fase da Ecologia Urbana a qual pretende superar a dicotomia natureza-urbanismo proposta pelo paradigma ecológico, onde

todas as áreas da cidade estão sujeitas à análise ecológica e não apenas as áreas verdes. Trata as escalas mais amplas da cidade - bacia hidrográfica, parcelamentos, subúrbios e espaços periurbanos - em conjunto, como um sistema ecológico. Aborda o mosaico completo de usos da terra e gestão de sistemas, da região urbana (HERZOG, 2013; ANDRADE, 2014). Estuda os fenômenos emergentes de interações dinâmicas em escala local entre forças socioeconômicas e biofísicas (ALBERTI *et al.*, 2003).

O congestionamento do tráfego, a poluição do ar e a expansão urbana emergem das interações em escala local entre variáveis como topografia, infraestrutura de transporte, padrões de mobilidade individual, mercados imobiliários e preferências sociais. O que diferencia as regiões urbanas de muitos outros ecossistemas é que nessas regiões os seres humanos são um componente dominante (CHELLERI, 2012). Muito embora, as ciências naturais e as sociais tenham adotado, separadamente, uma teoria complexa dos sistemas para estudar fenômenos emergentes como a cidade. Essa desintegração reduz o estudo dos seres humanos e os processos ecológicos como uma das razões que a Ecologia Urbana perde força (ALBERTI *et al.*, 2003).

São muitas as disciplinas que envolvem a ecologia “da” cidade, por isso exigem uma equipe de alto desempenho para tratar do crescimento urbano com desenvolvimento sustentável. Da dificuldade de acesso à terra urbana emergem problemas ecológicos que necessitam componente político para participar de soluções que levam à resiliência urbana. Dessa maneira, das análises dos conflitos socioambientais fizeram alguns autores colocar a ecologia política no estudo da cidade. Pelas diversas disciplinas que a envolve, estudiosos treinados em uma única disciplina não podem criar com sucesso equipes de pesquisa interdisciplinares (CHELLERI, 2012; DI PACE, 2012; ROMEO; VAZQUEZ, 2019).

As lacunas entre as disciplinas requerem novas habilidades livres de preconceitos disciplinares por isso precisa do apoio multi e interdisciplinar para compreender o sistema ecológico. A grande contribuição da Ecologia Urbana é o conceito de ecossistema para a cidade, necessário para entender como formular e definir problemas, avaliar informações e propor soluções. Esse conhecimento interdisciplinar sobre ecossistemas urbanos integra os processos de formulação de políticas para ajudar a sociedade a alcançar formas urbanas mais sustentáveis. Essas qualidades raramente são desenvolvidas pelos programas tradicionais de pós-graduação (CHELLERI, 2012).

A “ecologia na cidade” aborda as porções não construídas da paisagem para estudar colonização de plantas e animais com um instrumento de avaliação chamado transecto, uma teoria unificadora, que serve de base para os vários campos do desenho urbano. É um corte ou o caminho através de uma parte do ambiente, mostrando uma gama de diferentes *habitats* de

plantas e animais ou níveis de urbanização, de núcleos centrais urbanos a áreas silvestres. Ele enfatiza a relação entre o vertical e o horizontal no espaço. Foi utilizada pelo escocês Patrick Geddes, no final do século XIX e aparece, também, em “Desenhando com natureza” de Ian McHarg, mas nunca integrou o *habitat* humano, que foi simplesmente relegado para onde a natureza foi menos valiosa (CATS, s/d).

O *Center for Applied Transect Studies* - Centro de Aplicação de Estudos de Transecto, nos EUA (CATS, s/d) atualmente, promove a compreensão do ambiente construído como parte do ambiente natural, por meio da metodologia de planejamento do transecto rural-urbano. Este, apoia a pesquisa interdisciplinar, publicação, ferramentas e treinamento para o projeto, codificação, construção e documentação de comunidades baseadas em transectos resilientes e tem como objetivo incentivar o cumprimento dos princípios de desenvolvimento do uso do solo e ambiental no sentido de promover comunidades caminháveis conectadas com o trânsito, baseado na infraestrutura ambiental, energias renováveis e resposta climática passiva na construção e no desenho urbano.

No atual cenário de impactos, as cidades preocupadas com as mudanças climáticas, planejam e projetam a preservação dos ecossistemas urbanos para manter processos e fluxos bióticos, abióticos e humanos, providos pela biodiversidade urbana, mantendo e restabelecendo as conexões e fluxos, proporcionando estrutura para uma paisagem urbana sustentável e resiliente.

Esta estrutura é denominada de infraestrutura verde, e está no rol dos elementos que se intitula de biomimetização, ou seja, imitação da natureza e integra ambas, a ecologia “da” cidade e ecologia “na” cidade (HERZOG, 2013).

Segundo a autora, a ecologia da paisagem contribui com a paisagem urbana como um sistema heterogêneo e suscetível a mudanças, em situação de não equilíbrio, pois é composta pelo padrão de estrutura que depende das interações (conexões) entre os elementos abióticos, bióticos e humanos. A ecologia da paisagem tem uma visão sistêmica sobre os fragmentos/elementos urbanos, vegetados e florestados e sobre as conexões ou rupturas como os rios e as ruas, nos fluxos e processos naturais, determinando o funcionamento do ecossistema urbano.

Para transformar uma cidade em mais sustentável existem várias representações que expressam teorias e práticas, na ciência e no PU, que no transcorrer da história, desempenham papel importante.

3.3 AS VÁRIAS REPRESENTAÇÕES PARA UMA CIDADE RESPONSÁVEL SOCIAL E ECOLOGICAMENTE

A representação de uma cidade sustentável começou com a teoria do planejamento da Cidade-Jardim, de Ebenezer Howard, na Inglaterra de 1889, final do século XIX, que aborda a cidade dentro dos parâmetros das ciências físicas, com duas variáveis como a quantidade de moradias (áreas livres, escolas, centro comunitário, equipamentos e serviços) e o número de empregos, ou espaços verdes produtivos e recreativos divididos em zonas (JACOBS, 2001).

Aqui a autora critica essas duas variáveis. Aponta a necessidade de trabalhar a diversidade e a multiplicidade de variáveis interconectadas entre si que há dentro de uma cidade e que planejadores urbanos tradicionais deixaram para trás, trabalham os planos diretores, apenas, com as variáveis territoriais, relacionando o terreno ao índice urbanístico. Sendo que a complexidade urbana se expressa muito além das questões territoriais do uso do solo urbano, ela se apresenta na interconexão entre os habitantes e suas atividades, no contexto da natureza.

São variados os exemplos teóricos que representam estudos para uma cidade que pensa além, apenas, dos parâmetros das ciências físicas, cujos problemas sistêmicos e complexos o PU tradicional não consegue resolver.

A inspiração dos bairros Jardins e projetos de reformas urbanas de São Paulo, no início do século XX (FRANCO, 2008) foi a cidade-jardim de Howard (JACOBS, 2001; CHOAY, 2013) pelos resultados para a saúde física e benefícios para a mente humana. Muito embora, o movimento do urbanismo modernista, considere a natureza apenas, como “pano de fundo” (RUANO, 2006). A crítica do autor é usar a natureza apenas como paisagem.

O fracasso do PU tradicional, (JACOBS, 2001; CAPRA, 2006a) deve-se às características marcantes da urbanização, do modo linear de tratar a cidade, desmatando e impermeabilizando o solo, que desencadeiam problemas sistêmicos complexos.

O percurso do crescimento das cidades contemporâneas segue a trajetória impactante de diminuir a biodiversidade, poluir as águas, deteriorar e colapsar processos físicos e sociais. Diamond (2005) denuncia a evolução de problemas ecológicos nas sociedades e cidades até o fracasso como o colapso dos Maias, entre os séculos VIII e IX. Há dados de uma agricultura que assola recursos ambientais relacionados à água. Mais recentemente, as carências da água na Austrália, no Mar de Aral, no México, no lago Chad, já citados. No Brasil contemporâneo, aponta-se o alerta para a diminuição da biodiversidade, causada pela urbanização e a alta densidade demográfica, e importantes queimadas e desmatamentos dos biomas da Amazônia, do Cerrado e do Pantanal, intensificados durante o período do ano 2020.

A despeito da insensatez, existem grandes exemplos positivos:

- O Colar de Esmeraldas, em Boston, do início do século XX, projeto de Olmsted, onde espaços livres urbanos propiciam o controle de enchentes e protegem córregos, rios e lagos contra a poluição (GORSKI, 2010; BONZI, 2014). Olmsted, foi precursor do que hoje se conceitua como infraestrutura verde, pois conectou áreas verdes, lazer e rio, ao tecido urbano.
- A liderança de estudo ambiental na área urbana é vista com McHarg, partir de 1962, quando integra paisagem e arquitetura, em “Design com a natureza” (SPIRN, 1983). McHarg inclui a avaliação de características biológicas, geológicas, hidrológicas e outras características ambientais e culturais de um local a ser planejado e reconhece o papel dos processos na maioria dessas camadas. Muito embora, à época, 1969, o progresso da inter-relação entre os processos biológicos e físicos era vago e mais ainda, os sociais e a ecologia de sistemas ainda não estava disponível (FARR, 2013).
- Na cidade celestial de Anne Spirn (1983), a natureza está presente e correlacionada ao ecossistema urbano, ao ar, à terra, à água e à vida a qual aproveita toda a diversidade vegetal e animal de onde emerge potencialidades que as pessoas podem usufruir, com águas limpas nos rios e áreas alagadas e várzeas preservadas afim de evitar as enchentes, poluições e deslizamentos. No vasto estudo sobre a ecologia da cidade Spirn mostra que o solo da cidade celestial deixa infiltrar as águas das chuvas onde elas caem e a biodiversidade está por todo o tecido urbano.
- A ecacidade de Roseland (1996) e Register (2008) mostra a habilidade de produzir e assimilar resíduos dentro da própria biorregião, sem impactar ecossistemas paralelos; restabelece rios e degradações; tem áreas verdes abundantes e; usa tecnologias sustentáveis que resgatam a consciência do lugar com a consciência da natureza.
- A cidade “orgânica” de Peter Newman (1997) envolve as pessoas, sua história e cultura, e a natureza é altamente, considerada; a água e as árvores são a alma dos espaços públicos e das ruas; o lixo é reciclado e os recursos são usados frugalmente; as terras rurais produtivas estão adjacentes à cidade, como um anel verde, integradas ao seu funcionamento.
- A ecovila é uma proposta de assentamento sustentável que surgiu em meados dos anos de 1960, com vida comunitária muito ativa e baixo impacto na sua infraestrutura e construções cuja multifuncionalidade de funções abarcam a residencial, comercial, trabalho, lazer e vida social em proporções equilibradas, para uma vida normal.

O exemplo da ecovila Findhorn vem como a mais antiga, ainda em funcionamento. É uma comunidade espiritual localizada ao norte da Escócia, composta de 400 pessoas. Afirmar a interconexão da vida como um todo, através de estruturas espirituais, sociais e econômicas sustentáveis e inclui o uso de técnicas ecológicas para construção, geração de energia e saneamento responsáveis, reciclagem e produção de alimentos orgânicos (FINDHORN, 2010).

Os elementos de baixo impacto que a envolvem são a ecologia e a agricultura, a alimentação e a tecnologia alternativas. Com infraestrutura inteligente e sustentável, gera energia renovável no local; executa bioarquitetura e permacultura com sistema sustentável de captação, armazenamento, distribuição e reciclagem das águas, reutilizando a água servida e planejando sustentavelmente as águas superficiais (BRAUN, 2005).

- A cidade compacta de Rogers (2001) e Rueda (2000) tem como principal característica a multifunção, ou seja, zoneamento de uso do solo com funções mistas. Esta característica detém a expansão urbana e a predominância do automóvel, dando ênfase ao transporte público, às caminhadas e às ciclovias. Isto diminui o gasto de energia fóssil e consequentemente, emite menos poluentes, ao mesmo tempo em que proporciona o distanciamento coletivo tão necessário para a saúde pública e simultaneamente contribui com as relações sociais, pois as pessoas caminhando ou andando de bicicleta se veem, mesmo de longe. Com a necessidade de menos estradas, preserva mais recursos naturais como a água e a vegetação e protege a área rural.

Neste modelo de cidade compacta, o metabolismo circular proposto por Girardet (2014) diminui as entradas de materiais e de combustíveis fósseis, por isso tem menos consumo, menos poluição, pois capta energia local, recicla resíduos orgânicos e inorgânicos e diminui a pegada ecológica.

- Em *Regenerative Cities*, Girardet (2014) desafia as cidades a se regenerarem ecologicamente para se tornarem energeticamente eficientes e com baixa emissão de carbono que respeitem os serviços ambientais que elas recebem de regiões, além de suas fronteiras. Diz, ainda, que o desenvolvimento sustentável não é suficiente para as necessidades atuais. A cidade regenerativa se responsabiliza em repor os recursos que retira da natureza e criar espaços urbanos que restaurem uma relação equilibrada com o meio natural de maneira a satisfazer não só as necessidades humanas como atenda às necessidades da natureza, respeitando os ecossistemas que fornecem os SES de água potável, fluxos naturais das águas superficiais, ar puro, lazer, paisagens bucólicas.

No Saber Ambiental de Leff (2007), a sustentabilidade integra as populações locais no mundo diverso, ou seja, para alcançar o potencial produtivo dos sistemas ecológicos, valores

culturais e gestão participativa, o PU deve gerar estratégias que permitam articular as economias locais com a economia de mercado nacional e mundial. Essa é a forma que o autor apresenta a preservação da autonomia cultural, das identidades étnicas e das condições ecológicas.

No entendimento para um ecossistema urbano alcançar a sustentabilidade, o crescimento de forma integral poderá ser conduzido através de estratégias com um PU que assuma, como um todo, a direção dos elementos físico-territoriais, sociais, ecológicos e econômicos. Ou seja: diminuir a pegada ecológica e o uso de recursos; interconectar o crescimento com a paisagem natural, à economia e aos recursos locais; oportunizar trabalho, habitação, saneamento de qualidade e educação para todos; valorizar a cultura local; respeitar as águas e seus fluxos; usar energia renovável do local; facilitar alimentação a menos de 100km do local de consumo; proporcionar alternativas amigáveis de transporte; reciclar lixo orgânico e industrial (DE OLIVEIRA; MILIOLI, 2014).

Ao trabalhar a cidade como um ecossistema sustentável a ecologia e o planejamento estarão vinculados. Conceituá-la dessa forma é conotá-la como um modelo (PICKETT; CADENASSO; GROVE, 2003). Este modelo traz soluções sustentáveis, imitando a Natureza, onde estão emergentes critérios como conectividade, adaptabilidade, integridade (CAPRA, 2006) e a complexidade, estudados na teoria sistêmica (MORIN, 2011).

A visão sistêmica concebe o mundo como um todo integrado e não como uma coleção de partes dissociadas. Todas as partes estão interconectadas, numa interdependência fundamental dos fenômenos com os indivíduos e a sociedade, encaixados nos processos cíclicos da natureza dependentes desses processos. As qualidades de cada parte pode ser alcançada apenas através da organização do inteiro (CAPRA, 2006b).

A solução para os problemas da cidade e região, tratados com a compreensão dos ecossistemas, devem estar interconectados, da mesma forma os ciclos da água devem estar organizados dentro das unidades complexas, no ecossistema urbano (SPIRN, 1983) onde todos os setores têm a mesma importância, lembrando que problemas complexos devem ser tratados com complexidade (CAPRA 2006b).

- O Planejamento ecossistêmico (ver item 4.2) reabilita treze ecocidades canadenses, desde 1991. São consideradas as cidades mais “verdes” do mundo. Este modelo, conecta os ciclos ecossistêmicos ao desenho urbano, envolvendo cooperação, parceria e respeito às funções ecológicas do lugar, seguindo as fronteiras biorregionais. A interdependência entre ser humano e natureza está relacionada aos mesmos objetivos ecológicos os quais refletem na interdependência entre objetivos sociais, econômicos e políticos. O plano de uso do solo e a utilização do espaço urbano construído poderá

reverter em ganhos socioeconômicos e ecológico, conhecimento interdisciplinar, resiliência das comunidades e vigor dos ecossistemas (GIBSON *et al.*, 1997).

Uma abordagem ecossistêmica como esta, de forma integrada, é eficiente, sensível à ecologia, à água e à comunidade e está aberta aos cidadãos. Diferente do planejamento convencional, tradicional, linear, que manipula a terra ao serviço do capital, um planejamento com base ecossistêmica respeita o limite de recursos disponíveis e a resiliência das comunidades e dos ecossistemas naturais, admitindo a dependência humana para com a natureza e sua responsabilidade pelas complexidades ecológicas.

Um exemplo relevante, de PU como modelo de ecossistema, citado por Pickett, Cadenasso e Grove (2004) está na região metropolitana de Baltimore, EEUU, onde várias bacias hidrográficas, urbanizadas, suburbanas e rurais são investigadas e vários tipos de seres vivos estão interligados entre córregos, infraestrutura, solos, ar, edifícios, população humana, ética e instituições.

No Brasil, o exemplo de cidade que se preocupa com os ecossistemas é Curitiba, PR, conceituada como urbanismo ecológico por conta de suas dezenas de parques de captação dos fluxos de água. Estes, armazenam o excedente de água das chuvas e preservam fundos de vale, recuperando afluentes do rio Iguaçu, um dos mais importantes para a captação de água da região metropolitana. Mesmo com estes cuidados, em maio de 2021, a notícia da mídia geral se volta para a situação de emergência hídrica, pela continuidade da estiagem, e a programação de rodízio de água na região metropolitana de Curitiba.

Os parques, de Curitiba, são implantados como solução de saneamento urbano e drenagem de áreas inundáveis. Emoldurados por obras paisagísticas e de lazer contribuem para preservar os lagos formados para evitar os perigos de enchentes e disciplinar o uso do solo urbano, evitando, também, possíveis loteamentos e assentamentos irregulares em áreas a serem preservadas. Os diversos bosques foram criados para preservar remanescentes nativos e nascentes dentro do tecido urbano que além de contribuir com o saneamento contribuem para a revitalização ecológica e da cultura étnica (OLIVEIRA, 1996).

A consciência ambiental e a percepção de que só é desenvolvido se for sustentável, introduz o paradigma que acerca e alerta o PU como teoria que emprega técnicas de manejo das águas pluviais urbanas e realiza a gestão das águas urbanas de forma integrada de retenção de águas pluviais. Essas técnicas visam reverter o efeito de impermeabilização em áreas já consolidadas e diminuir os efeitos de inundação em novos assentamentos urbanos. No Brasil, os dispositivos de retenção de águas pluviais são conhecidos como bacias de retenção, bacias de amortecimento, ou mesmo pelo termo popular de “piscinões”. A adoção da bacia

hidrográfica como unidade consolidou-se em muitos países do mundo com a introdução do desenvolvimento sustentável e com o conceito da cidade como um ecossistema urbano (TUCCI, 2012, 2006).

A bacia hidrográfica é a área de captação da água precipitada da atmosfera que flui e converge em direção a um rio. No Brasil, a adoção dessa unidade de planejamento é princípio da lei 9433 (1997) que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997).

O PU e a gestão com ênfase na saúde dos ecossistemas e a sensibilidade à ecologização possibilitam a capacidade de gerar os serviços essenciais. Esse processo que melhora o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos e dos SES e a inter-relação ser humano/natureza é importante para a qualidade e sobrevivência da vida (SPIRN, 1983). Essa metodologia de PU propicia conectar as atividades humanas e a morfologia urbana aos processos naturais:

- Ar - como a transferência de calor e fluxo de ar;
- Terra - geologia e solos;
- Fluxos de água;
- Vida - reprodução, crescimento e comportamento da vida; e
- Ecossistemas - fluxos de energia, informação e materiais, sucessão de espécies vegetais e comportamento de plantas e animais (HERZOG, 2013; SPIRN, 2014).

A Assembleia Geral das Nações Unidas declarou o período 2021-2030 como a Década da ONU sobre Restauração de Ecossistemas que visa intensificar a restauração de ecossistemas degradados e destruídos como uma medida comprovada para combater a crise climática e melhorar a segurança alimentar, o fornecimento de água e a biodiversidade (UN, 2019).

É, portanto, de fundamental importância garantir que os SES sejam incorporados ao planejamento, no crescimento das cidades, para um desenvolvimento equitativo e sustentável, mesmo porque, os custos econômicos e sociais de longo prazo associados à degradação e perda dos ecossistemas são muito maiores do que sua restauração e preservação (KOSMUS; RENNER; ULLRICH, 2012; SPIRN, 2014).

Quando os elementos sociais, culturais e naturais locais são incorporados ao processo de planejamento, estimula um crescimento urbano com menor impacto melhorando a saúde dos SES, portanto, mais sustentável que poderá induzir à resiliência.

3.4 RESILIÊNCIA SOCIOECOLÓGICA

Poucos conceitos têm merecido tanto destaque como a resiliência, nas últimas décadas. O conceito simples do Centro de Resiliência de Estocolmo (STC, 2016) é a capacidade de um sistema lidar com mudanças e, simultaneamente, continuar a desenvolver-se.

Para conceitua-la, a complexidade da cidade vislumbra a integração relevante do diálogo com o PU. Os seres humanos devem ser incorporados a estruturas ecológicas espacialmente heterogêneas e dinâmicas, envolvidos nos ecossistemas como agentes ativos de mudança. Os estudos de bacias hidrográficas em ecologia levam à percepção de que as bacias hidrográficas têm funções ecológicas que podem ser exploradas no projeto e no PU (PICKETT; CADENASSO; GROVE, 2003).

Os projetos que de fato, incorporam o conceito de resiliência são os modelos que integram ecologia e *design* urbano. Esses modelos integrados ao PU ecossistêmico emergem de perspectivas ligadas às ciências ecológicas e sociais e assumem a forma de projetos ou planos ecologicamente informados e gerados por equipes interdisciplinares (PICKETT; CADENASSO; GROVE, 2003).

Considerando a definição de Alberti *et al.* (2003), a resiliência urbana está na medida das alterações ambientais que a cidade consegue tolerar antes de se organizar dos processos a que se submeteu. Outras reconfigurações surgiram e outros significados, mas desvinculados da resiliência da cidade como resistência pela flexibilidade.

Capra (2006b) aponta para a perturbação como uma parte necessária para a sustentabilidade se o ecossistema for flexível, pois quanto mais variáveis, mais flexível é o sistema e maior é a capacidade de retornar ao equilíbrio, ou adaptar a condições mutáveis. Gunderson e Holling (2002) *apud* Chelleri (2012) enfatizam duas mensagens da teoria da resiliência, a perturbação como desenvolvimento e a renovação como aprendizado e auto-organização numa mudança com estratégia resiliente.

A emergência do ecossistema requer ajustes e transformações por sua multidiversidade entre a ordem/desordem e organização (MORIN, 1998, 2011). Assim, para entender as interações entre os seres humanos e os processos ecológicos no ecossistema urbano, tem-se que entender as cidades como entidades ecológicas complexas, ou seja, não podem ser explicados simplesmente pelo estudo das propriedades de suas partes individuais (CAPRA, 2006). Além de suas funções ecológicas as cidades têm suas regras internas, pois elas crescem e evoluem e, por isso mesmo, são fenômenos emergentes.

A sustentabilidade visando a redução da pobreza e proteção ambiental não poderia ser bem-sucedida sem levar em conta os riscos naturais e impactos. O estudo de um risco busca explicar suas causas, pois a origem política, social e econômica de um desastre é uma causa fundamental que a ecologia política permite visualizar para explicá-lo (ROMEO; VAZQUEZ, 2019). Destacam-se os vínculos entre as capacidades de recuperação e resiliência para as cidades se tornarem adaptáveis.

De fato, em todos os sistemas as adaptações e transformações humanas, sociais e ecológicas, ocorrem como processos multiescalar - espaciais e temporais. A resiliência a longo prazo, como na cidade, exige transformações constantes em diferentes escalas e componentes, como os bairros ou colapsos de subsistemas - impermeabilizações e enchentes, para fazer todo o sistema evoluir. A resiliência como resistência enfatiza que, embora o tempo tenha dissolvido estruturas construídas, as estruturas sociais permaneceram duráveis, pois as propriedades humanas e sociais fazem as cidades expressarem sua resiliência ao longo do tempo (CHELLERI, 2012).

Os ecossistemas sustentáveis são representados pela multiplicidade e abundância da diversidade funcional, com o mesmo grupo desempenhando duas ou mais funções, como prediz a Permacultura ou um sistema ecológico.

O conceito usado pelo WWF-Brasil (2010) é a habilidade de um ecossistema restabelecer-se e recuperar suas funções, após alguma disfunção como seca, enchente, desmatamento. Essa visão, segundo Pickett, Cadenasso e Grove (2003) é considerada antiga e não é adequada para cidades e regiões urbanas, as quais continuaram a mudar ao longo de suas histórias.

Exemplos de resiliência:

- A paisagem ecológica das montanhas de Pamir no Afeganistão e Tayikistão modela as pessoas, a cultura e a linguagem como um sistema socioecológico entrelaçado. A população planta sobre as rochas em grande altura com canais artificiais de irrigação há milênios (PNUD, 2019).
- Os telhados verdes ou a agricultura urbana desenvolvida nas coberturas dos edifícios existente, em Washington, Paris e Cuba e até no Brasil transformam paisagens cinzas em ecológicas, que modifica a paisagem urbana, infiltra águas pluviais, conecta as pessoas à cultura e à linguagem como um sistema socioecológico.

Em São Paulo SP, em 1.000m² da cobertura do *shopping* Eldorado, são cultivados hortaliças, atrelado a uma nova cultura de reciclagem, diminuição de consumo e lixo zero.

Numa exploração teórica para melhorar o vínculo entre desenho urbano e ciência ecológica, a resiliência deve reconhecer que ecologistas e *designers* devem compartilhar, no PU, incorporando processos ecológicos, sociais e econômicos com ajuste contínuo e articular as ideias sobre processos que constituem uma estrutura teórica inicial. É o que propõem Pickett, Cadenasso e Grove (2003) que sugerem mais:

- Estabelecer um diálogo contínuo dentro de equipes multidisciplinares, inter e transdisciplinares com a comunidade;
- Quantificar as mudanças nos processos ecológicos e medir os impactos sociais resultantes dos projetos implementados.

A comunicação dos efeitos ao público e aos tomadores de decisão constitui parte do ciclo de aprendizado. O monitoramento contínuo será necessário à medida que os projetos amadurecem, os efeitos ambientais se acumulam ou na compreensão social das mudanças do projeto (PICKETT; CADENASSO; GROVE, 2003).

Resiliência em ecologia é a taxa na qual um sistema retorna a um estado único ou cíclico após uma perturbação ou a magnitude da perturbação que pode ser absorvida antes que o sistema mude sua estrutura, alterando as variáveis e processos que controlam o comportamento (HYSLOP, 2007).

A definição técnica de resiliência com ascensão na ecologia está intimamente ligada à capacidade de um sistema se ajustar diante de mudanças nas condições normais. Essa visão é significativamente, diferente de uma interpretação anterior na ecologia da resiliência em um sentido restrito de engenharia (PICKETT; CADENASSO; GROVE, 2003).

O conceito de resiliência parece ter perdido significado devido sua vulgarização ou talvez, à proliferação de seu denominador comum que seria a “capacidade de lidar com perturbações” em muitas disciplinas diferentes. Um problema que surge disso é a falta de entendimento de um novo conceito relacionado à adaptação às mudanças climáticas para uma cidade resiliente (CHELLERI, 2012).

Segundo as Nações Unidas, a resiliência é a capacidade de voltar de um choque ou habilidade de adaptar-se à estresses crônicos ou agudos determinados pelo grau de recursos necessários capazes de se organizar antes e durante os momentos de necessidade. Isso inclui resistir, absorver, acomodar e recuperar-se dos efeitos de um perigo, de maneira oportuna, em tempo razoável e forma eficiente, inclusive através da preservação e restauração de suas estruturas e funções básicas essenciais (UNISDR, 2009). Atualizar, reforçar ou restaurar estruturas existentes para tornar a cidade mais resistente e resiliente aos efeitos prejudiciais dos perigos é uma adaptação que se traduz como *retrofitting*.

Os conceitos de “manutenção”, “recuperação” e “busca de equilíbrio” são pontos chave desses diferentes significados e estruturas de resiliência dentro do urbanismo, da engenharia, da ciência social, da economia, da psicologia, ou dos sistemas socioecológicos (CHELLERI, 2012).

Na Estrutura de Ação de Sendai, o Marco de Sendai 2015-2030 adotado na Terceira Conferência Mundial sobre a Redução do Risco de Desastres, realizada em março de 2015, em Sendai, Miyagi, no Japão, a resiliência é uma oportunidade fundamental para reconstruir melhor, inclusive pela integração da redução do risco de desastres. Está relacionada à fase de recuperar, reabilitar e reconstruir, antes que ocorra um desastre. Ela integra preparação para resposta e recuperação eficazes em todos os níveis pois sugere “Reconstruir Melhor” ao aumentar a adaptação aos desastres (UNISDR, 2015, p.17).

Alguns conceitos privilegiam aspectos sociais, associados à resiliência socioecológica a qual se refere à capacidade dos sistemas interconectados lidarem com as perturbações, adaptando-se ou se transformando, caso necessário.

Um enfoque de resiliência no planejamento e gestão da cidade investiga como os sistemas humanos, naturais e construídos asseguram uma provisão sustentável e resiliente dos SES (PNUD, 2019).

O enfoque de resiliência, num mundo com tensões crescentes devido às mudanças climáticas, ao Covid19 e outros aspectos da mudança global, se torna cada vez mais relevante de modo a identificar maneiras sustentáveis de responder aos acontecimentos inesperados e crises. Para um ecossistema urbano é a capacidade de lidar com eventos ou catástrofes naturais de um modo sustentável, a longo prazo. Isso pode envolver a resistência a tempestades, a poluição, altas temperaturas ou enchentes. De modo contrário, uma fraca resiliência pode levar a alterações não desejadas (PNUD, 2019).

A abordagem ecossistêmica para um ecossistema urbano sustentável concede relevância para a resiliência no debate sobre a sustentabilidade e a complexidade da cidade dando luz a um PU e gestão sustentáveis.

A teoria dos sistemas abre caminho para a ciência da complexidade cuja propriedade dialógica de ordem/desordem/organização, de incertezas e contradições, entre antagonismos e complementaridade (MORIN, 2011) leva ao metabolismo circular com menores entradas, menor consumo, energia local e zero saída (GIRARDET, 2014). O metabolismo é o fluxo das entradas de energia, materiais, alimentos e informações que circulam no ecossistema urbano do qual a população depende para viver. Se as saídas ou produção de

resíduos e poluição, forem maiores que as entradas de materiais, alimentos e energia o metabolismo é linear (ODUM, 2004; GIRARDET, 2014).

Esses atributos influenciam a teoria da resiliência, mas a resiliência dos sistemas ecológicos depende estritamente da dinâmica dos sistemas sociais (CHELLERI, 2012) reconhecendo “a importância vital da cooperação no processo evolutivo”, a cooperação contínua e a dependência mútua entre todas as formas de vida como aspecto central da evolução (CAPRA, 2006b, p.185).

A circularidade é dos atributos que Odum (2004); Capra (2006); Girardet (2014); compõem a diversidade dos sistemas e, por conseguinte, na emergência de novas situações.

O afastamento do equilíbrio, aumenta a entropia e o sistema não tende ao equilíbrio, pode encontrar instabilidade que levem a novas formas de complexidade sempre crescentes. Os processos são interligados por meio de múltiplos laços de realimentação, não-lineares. Quanto mais longe do equilíbrio, maior é sua complexidade e mais elevado é o grau de não-linearidade. Quanto mais alta a não-linearidade, maior será o número de soluções, ou seja, novas situações poderão emergir, envolvendo laços de realimentação. Distante do equilíbrio, “movemo-nos do universal para o único, em direção à riqueza e à variedade”, na emergência espontânea de complexidade e de ordem crescentes (CAPRA, 2006b, p.151).

A resiliência é uma qualidade do desenvolvimento sustentável e emerge como um tema central e um estímulo ao desenvolvimento urbano. Seu conceito tem evoluído de forma constante ao longo dos anos. Ela estimula a atenção a uma maior gama de impactos e procura entender como eles afetam os sistemas urbanos.

O sistema urbano pode ser compreendido a partir das escalas funcional, organizacional, física e espacial. Respectivamente, a geração de receita municipal; na governança e liderança; infraestrutura; e planejamento e *design* urbanos (H-III, 2015).

Procura, também, aumentar o conhecimento sobre os riscos, exposições e vulnerabilidades, visando identificar oportunidades para um desenvolvimento transformacional. Impactos e perda de SES podem ter efeitos diretos na resiliência urbana - por exemplo, a conexão entre a degradação de ecossistemas em bacias hidrográficas ou pantanais e as enchentes urbanas, a própria qualidade da água ou sua escassez. Ela reconhece a área urbana como um dinâmico e complexo sistema que precisa, continuamente, se adaptar a vários desafios, de forma integrada e global (H-III, 2015).

Na NAU - Nova Agenda Urbana para a Conferência Habitat III, o Brasil reforçou a necessidade de um conceito delimitado, coeso e comum de resiliência, vinculado, com os

ODS²⁹, da Agenda 2030 e sob as orientações do IPCC. Este definiu princípios para as cidades nos próximos vinte anos: compacidade, conectividade, inclusão e integração, dando ênfase ao planejamento e ao desenho urbano como um dos fatores-chave³⁰ (IPEA, 2018).

Ao tratar do tema ambiental, o Brasil reforça, no documento que comenta o Habitat III a preocupação com os remanescentes de florestas, arborização, espaços urbanos verdes e corredores ecológicos e destaca a segurança hídrica (KLUG, 2018). Na NAU, o PU, a legislação urbana e as finanças municipais são os três pilares que estruturam a compreensão da resiliência no contexto urbano, sem esquecer que a sociedade precisa estar completamente engajada e coordenada. Especialistas em questões econômicas, ambientais, de saúde e outras áreas afins asseguram que a construção da resiliência seja sistêmica (H-III, 2015).

A multiplicidade de possíveis fatores que aumentam a resiliência, tem levado a uma compreensão um pouco dispersa e fragmentada para construí-la e falta de conhecimento para aplicá-la. Os princípios abaixo destacados requerem o reconhecimento de que os seres humanos são uma parte integrante da biosfera e dependem dos SES para viver. As estratégias de proteção da biodiversidade e renovação das cidades estão intensamente apontadas por diversos autores, neste estudo.

O Centro de Resiliência de Estocolmo, apresenta o quadro teórico-metodológico com os “sete princípios da resiliência” (Quadro 16) para assegurar o fornecimento sustentável e resiliente dos SES essenciais. Faz parte do livro de mesmo título, publicado pela Universidade de Cambridge, em 2015, e é suscetível de reforçar a resiliência e aplicá-lo na prática.

Quadro 3.2 - Os sete princípios da resiliência e as formas de aplicá-los

Princípio 1. Diversidade e redundância ³¹
Serviços com funções importantes, controladas pelas principais espécies, têm pouca redundância. Dedicar especial atenção às funções importantes, associando os serviços a estas funções, para aumentar a redundância. A biodiversidade é essencial para melhorar os SES, para mantê-la, a estratégia é incluir a manutenção da complexidade estrutural nas paisagens, o estabelecimento de zonas tampão ao redor de áreas sensíveis, a criação de corredores de conectividade na paisagem e o controle de espécies invasivas. No meio urbano os espaços verdes interligados, como uma infraestrutura verde, podem ser um meio mais resiliente de proporcionar SES como a gestão de águas pluviais (SRC, 2016). Muito mais resilientes, menos oneroso e mais agradável que um duto de cimento.
Princípio 2. Conectividade
Entende-se o grau de facilidade que os elementos têm de migrar ou interagir. A fragmentação de ecossistemas decorrente da atividade humana como as estradas que reduzem a conectividade dos animais. Um elevado grau de conectividade facilita a recuperação de um sistema no pós-perturbação, mas, podem também, alastrar as

²⁹ O ODS 11 - é tornar as cidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis até 2030 (NU, 2015).

³⁰ Dentre os fatores-chave estão incluídos a governança, a economia urbana, a participação e inclusão; e a TIC - Tecnologia da Informação e Comunicação (IPEA, 2018).

³¹ Ver Glossário.

perturbações com maior rapidez³². A orientação é mapear a conectividade, identificar as componentes relevantes, a sua dimensão e interação e quão forte são as interligações para revelar a estrutura da rede, os nós centrais ou as manchas isoladas e as partes vulneráveis e resilientes do sistema. Restabelecer a conectividade significa conservar, criar ou eliminar nós, evidenciar e compreender as interligações entre o ecossistema e as pessoas na região

Princípio 3. Gerir variáveis lentas e mecanismos de *feedback*

Existem muitas maneiras de interligar todas as variáveis de um sistema. Essas diferentes configurações geram SES diferentes. Os sistemas jurídicos, os valores e as tradições podem ser variáveis lentas, mas suscetíveis de influenciar os SES existentes. Um processo bidirecional de *feedback* pode reforçar como dificultar uma mudança. Os sistemas socioecológicos são designados por sistemas adaptativos complexos ou sistemas auto-organizáveis. Os processos de *feedback* de caráter inibidor ajudam a contrariar a perturbação ou a mudança, de forma que o sistema se restabeleça e continue a funcionar do mesmo modo, produzindo o mesmo conjunto de SES. O principal desafio consiste em identificar as variáveis e os mecanismos que mantêm os sistemas que produzem os SES pretendidos e reforçar as ligações que preservam os sistemas desejados. Compreender o papel importante que as variáveis lentas e as relações de *feedback* desempenham pode ajudar os gestores a reconhecer que os investimentos nos programas de monitorização são, de fato, muito eficientes em termos de custos.

Princípio 4. Promover a compreensão sobre sistemas adaptativos complexos

Para o benefício SES, deve-se compreender as interações complexas e as dinâmicas que existem entre atores e ecossistemas. Uma abordagem centrada na complexidade de interações e dinâmicas é essencial para poder-se aumentar a resiliência dos sistemas socioecológicos. A complexidade do mundo que nos rodeia é cada vez mais manifesta. A abordagem centrada na complexidade é absolutamente necessária para compreender e enfrentar os prementes desafios socioecológicos. Comporta mudança dos modos de pensar e do comportamento. Fomenta compreender os sistemas adaptativos complexos - *Complex Adaptive Systems* - CAS, e afastar o pensamento reducionista, aceitar a imprevisibilidade e a incerteza, bem como o reconhecimento da diversidade de perspectivas de modo a promover o pensamento sistêmico promover mudanças e aceitar incertezas.

Princípio 5. Encorajar a aprendizagem

“O conhecimento de um sistema é sempre parcial e incompleto e os sistemas socioecológicos não fogem à regra”. Para reforçar a resiliência é importante a aprendizagem e a experimentação contínuas: Apoiar a monitorização do ambiente a longo prazo que tem em conta tanto os aspetos sociais como ecológicos; oportunizar a interação ente os participantes; envolver diversidade de participantes; partilhar conhecimentos; assegurar recursos suficientes para a realização da aprendizagem; estabelecer novos contatos e criar comunidade de prática.

Princípio 6. Alargar a participação

A participação ativa é considerada fundamental para desenvolver a resiliência e estabelecer elos de confiança visto que reforça e legitima os processos de governança, aprofunda os conhecimentos e ajuda a identificar perturbações. Existem múltiplas orientações que podem contribuir para ampliar a participação e torná-la mais eficaz:

- clarear objetivos e expectativas
- envolver líderes inspiradores e motivados capazes de mobilizar o grupo
- disponibilizar recursos para reforçar capacidades e participação eficaz
- resolver as questões de poder e eventuais conflitos

Princípio 7. Promover sistemas de governança policêntricos

Oposta às estratégias monocêntricas, a governança policêntrica reforça a resiliência dos SES pela forma de alcançar respostas coletivas a perturbações ou mudanças. A colaboração entre instituições e escalas superiores melhora a conectividade e a aprendizagem entre escalas e culturas das chamadas “instituições aninhadas” (*nested institutions*). Particularmente evidente na gestão das águas a nível local e regional, por exemplo, nas bacias hidrográficas na África do Sul ou na gestão dos sistemas de irrigação de grande escala nas Filipinas, onde facilitaram a participação de amplos setores e a incorporação de conhecimentos locais, tradicionais e científicos. Contudo, a “abordagem policêntrica” é entravado pela falta de princípios claros relativos à sua aplicação na prática.

Fonte: Da autora, baseado em *How to apply the Resilience Thinking* Stockholm Resilience Centre – SRC (2016)

Os estudos mostram que quando ocorre uma homogeneização de notícias, princípio nº2, a capacidade exploratória dos atores sociais diminui o que poderá conduzir a uma situação em que todos os membros da rede pensam da mesma maneira e acreditam que estão a proceder corretamente, quando na realidade estão a enveredar por um caminho insustentável.

O sistema policêntrico de governança, do princípio nº 7, é usado na administração da ecovila de Findhord, Escócia³³.

Se a instabilidade econômica é um multiplicador de risco, a diversidade econômica deve ser um componente da resiliência (KLUG, 2018). Assim, proteger a diversidade cultural, econômica e ecológica é uma das estratégias do modelo de Ecossistema Urbano Sustentável (NEWMAN; JENNINGS, 2008) o qual mostra que na produção da economia deve ser fundamental a relação entre a capacidade ecológica, a eficácia tecnológica e a imaginação ou necessidade popular (LEFF, 2010). Pois a resiliência não está apenas em lidar com os diversos impactos e pressões, ela também está na forma como os indivíduos, comunidades e negócios identificam oportunidades para um desenvolvimento transformacional (H-III, 2015).

Dessa forma pode-se assegurar que a resiliência urbana permite o sistema de uma cidade resistir e se recuperar rapidamente de múltiplos e variados impactos e tensões, melhorando seu desempenho ao longo do tempo de forma que os riscos sejam melhor enfrentados e as oportunidades e custos associados à crescente ocorrência de desastres urbanos sejam melhor assimilados, levando em conta os impactos das mudanças climáticas, atuais e previstos e a proteção aos SES críticos e aos recursos naturais (H-III, 2015).

A resiliência identifica, entende e fornece percepções claras e úteis da dinâmica do sistema, que constituem um grande potencial para os sistemas urbanos (CHELLERI, 2012).

O autor apresenta dois lados da teoria da resiliência que devem ser traduzidos para a gestão da cidade e planejamento da sustentabilidade. Ambos, são pontos de qualquer decisão para médio e/ou longo prazo:

- O princípio da recuperação que deve agir a prazo muito curto (por exemplo, salvando famílias de uma enchente); e
- As transformações do ciclo de aprendizado e subsistemas.

No segundo caso, o pensamento resiliente ensina que o princípio de redundância (que não está sendo organizado, eficiência funcional) e a ênfase nas escalas transversais pode

³³ (sic) May Est (2002) em palestra - Oikos, Criciúma.

ser um veículo por traduzir o pensamento sistêmico em cidades e (re) organizações sociais (CHELLERI, 2012).

O respeito aos limites ambientais e tecnológicos e a pesquisa dos riscos ambientais são atributos do planejamento baseado nos ecossistemas (GIBSON et al, 1997) vitais para a saúde humana e do planeta. Essas recomendações são imprescindíveis, para serem usadas em conjunto e continuamente (H-III, 2015), mas considerando que os contextos de incerteza são constantes, o significado de flexibilidade é um elemento chave a ser construído (CAPRA, 2006b), envolvendo todos os sistemas socioeconômicos e ecossistemas dos quais a população necessita para poder conviver com o inesperado e a adaptação.

As perspectivas da resiliência e da sustentabilidade se complementam. Se o desenvolvimento sustentável é a meta, a resiliência é o enfoque para abordar os desafios (PNUD, 2019). No seu artigo “Soltar para trás”, Zollinov (2012) relaciona a sustentabilidade com a resiliência de forma bem sintética: enquanto a sustentabilidade aponta a equilibrar o mundo, a resiliência busca formas nas quais possa manejar um mundo desequilibrado.

O Quadro 3.3 facilita a identificação do que é sustentabilidade e do que é resiliência:

Quadro 3.3 - Principais diferenças entre sustentabilidade e resiliência

Enfoque Resiliente
1. A mudança é algo normal. Existem numerosos estados estáveis;
2. Aceita um ciclo adaptativo;
3. Os resultados da mudança não estão predeterminados, permanecem abertos e são novos;
4. O enfoque procura manter a dinâmica do sistema;
5. As contribuições das partes interessadas centram-se na dinâmica que é considerada desejável.
Enfoque Sustentável
1. A visão de futuro é possível;
2. Utiliza um enfoque de gestão de transição;
3. Os resultados de mudança desejados são especificados com antecedência;
4. O ponto de enfoque é nas intervenções que levam à sustentabilidade;
5. As contribuições das partes interessadas centram-se nos resultados desejáveis.

Fonte: Elaborado pela autora, baseado em Redman (2014).

Na afirmação de Chelleri (2012), que nos níveis intermediários de urbanização a diversidade ecológica pode atingir o pico, lembra a agricultura urbana tão desenvolvida em alguns países. Mas o autor adverte que a interação entre humanos e a complexidade da cadeia alimentar dentro da área urbana, poderá influenciar a diversidade biológica para a estabilidade ecológica, mas isso não necessariamente aumenta a resiliência. A resiliência do ecossistema urbano depende do equilíbrio de vários SES e serviços fornecidos por sistemas humanos.

O problema fundamental do sistema vigente é a desconexão entre as pessoas e a natureza, mesmo que a economia e a sociedade estejam fundamentalmente integradas ao planeta e aos SES que sustentam a vida.

O pensamento resiliente pode romper com esse desligamento, incorporando o conceito de sistema socioecológico no PU o qual está baseado na consciência crescente de que os sistemas sociais e ecológicos estão integrados de maneira inseparável e em constante evolução.

No atual mundo globalizado praticamente não existe ecossistema algum que não seja moldado pelas pessoas e não existe pessoa alguma que não necessite dos ecossistemas e dos SES para viver (PNUD, 2019).

Um planejamento e gestão da cidade supor uma realidade completa e focada na sustentabilidade e na resiliência deve se basear não somente na perspectiva ambiental quanto nos aspectos sociais, suas estruturas e instituições.

Embora o conceito de resiliência possa soar disforme, por suas reconfigurações, gerar resiliência é garantir a sustentabilidade do crescimento urbano.

Os sistemas socioecológicos onde vive o ser humano interatuam com outros sistemas que existem em diferentes escalas os quais têm capacidade de manejar as perturbações, mas as ações humanas podem limitar dita capacidade com um pensamento resiliente (PNUD, 2019).

O pensamento resiliente promove um entendimento para abordar e medir as mudanças que se produzem nos sistemas socioecológicos. Refere-se à geração de conhecimentos no sentido de como se pode fortalecer a capacidade para fazer frente às tensões causadas pela mudança climática, na busca de novas maneiras de fazer frente a sucessos ou crises inesperadas e identificar maneiras sustentáveis de viver dentro dos limites da Terra (PNUD, 2019).

Com um pensamento resiliente uma cidade encara as mudanças climáticas ou outras mudanças de modo a persistir, adaptar-se e transformar-se em novas vias de desenvolvimento, reconhecendo a complexidade e o dinamismo que caracterizam os sistemas socioecológicos conectados que formam a vida.

Juntando as discussões supõe-se necessitar de um PU integrado à governança urbana e legislação adequadas, interconectado entre a sociedade, o meio ambiente e as instituições, protegendo a diversidade cultural, econômica e os recursos, com equipe de trabalhos de alta capacidade técnica.

A correlação entre os SES saudáveis com infraestruturas verde/azul, os sistemas físicos como estradas e outras infraestruturas urbanas e as pessoas, em equilíbrio, poderão trazer a resiliência socioecológica.

Baseado em Sevegnani e Comtois (2013), para manter a resiliência ecológica das paisagens é importante garantir as manchas de vegetação e florestas urbanas bem desenvolvidas para que áreas degradadas possam se restaurar, manter os processos ecológicos e a elevada biodiversidade no espaço e no tempo.

Se a maior quantidade de pessoas e recursos está na cidade, os impactos e tensões que podem influenciar a resiliência estão nas decisões sobre o desenvolvimento urbano. A atenção aos impactos estimula a resiliência da cidade entender como eles afetam os sistemas urbanos visando identificar oportunidades para um desenvolvimento transformacional. É impossível solucionar a irresponsabilidade da insustentabilidade com um simples esverdeamento da cidade. São necessárias políticas de desenvolvimento, vontade política e uma população e técnicos conscientes da mudança de paradigma. Para isso a sugestão é a Gestão Adaptativa.

3.4.1 Gestão adaptativa

Um planejamento com metodologia ecossistêmica que busca a resiliência, requer uma gestão adaptativa. Visto que é uma abordagem de gestão que enfatiza a aprendizagem e aplica a experimentação estruturada em combinação com a flexibilidade para promover a aprendizagem (SRC, 2016). Entendido como etapas durante a organização, desorganização e reorganização que poderá levar anos, décadas ou séculos para completar um ciclo de adaptação, dependendo do tipo de ecossistema a abordar e da fase do ciclo de adaptação em que o ecossistema está (SEVEGNANI; COMTOIS, 2013).

A Gestão Adaptativa é a abordagem que contribui para uma compreensão mais profunda da dinâmica sistêmica, desenvolvida para dotar maior grau de adaptabilidade a um PU que busque a sustentabilidade e a resiliência de uma cidade. Busca oferecer meios para aumentar a velocidade de resposta às pressões ambientais e melhorar a qualidade dessa resposta. Atualiza a contribuição sócio técnica ao adotar a perspectiva sistêmica e da complexidade do ecossistema urbano (MELO; AGOSTINHO, 2007).

A gestão adaptativa supera os problemas colocados pelas incertezas da mudança climática e das previsões em vários aspectos da tomada de decisão em relação à gestão de recursos d'água, incluindo projeções climáticas de longo prazo. Permite ajustes tais como mais

informações disponíveis. Deve basear-se no PU e no projeto de infraestrutura calcado em riscos que levam em conta incertezas climáticas e na formulação de uma nova geração de padrões de *design*, para a infraestrutura, baseado nos riscos, mais adequados para se adaptarem à incerteza de demanda e oferta, integrados em cada estratégia de adaptação (ONU, 2010).

A gestão adaptativa pode estar voltada para um projeto de previsão de um maior armazenamento de água para gerenciar a maior variabilidade de recursos da água. Parte desse armazenamento pode ser uma recarga de água natural, águas subterrâneas, através da recolha de águas pluviais, gestão sustentável de aquíferos e nutrição de zonas húmidas. Outra parte pode ser o trabalho do ser humano, como a construção de reservatórios pequenos, médios ou grandes, com a necessária salvaguarda para o meio ambiente e as comunidades afetadas (ONU, 2010).

A teoria sistêmica leva a tratar o ecossistema urbano incorporando a sustentabilidade global em um campo epistemológico comum que afirma esse novo paradigma tanto nas ciências quanto numa nova visão de mundo. Surge a complexidade, a interdisciplinaridade (MORIN, 1984, 2003), (CAPRA, 2006a, 2006b), a transdisciplinaridade (MORIN, 2004; NICOLESCU, 2005) e a racionalidade ambiental (LEFF, 2007) e nesse contexto, a resiliência vem adaptar as cidades perante as mudanças climáticas. Um planejamento com abordagem ecossistêmica marca uma forma de ajudar nessa adaptação.

3.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO 3

As perdas sociais e econômicas são substanciais e abrangentes em termos de impactos ambientais porque afetam bens e serviços vitais, mas só agora estão se tornando aparentes, mesmo que gestores e técnicos ainda, subestimem maciçamente a contribuição dos SES.

Conectar a ecologia urbana ao planejamento integra os SES na vida das pessoas e na gestão das cidades (PICKETT; CADENASSO; GROVE, 2003). O Butão e a Costa Rica contribuem no aumento da biodiversidade com 60% e 50% de vegetação permanente no seu território. A importância destas dotações ficam evidentes com os diversos relatórios mostrando a necessidade de proteger os ecossistemas (MEA, 2001; MEA, 2005), do relatório de pagamentos por SES (FAO, 2011), das 20 metas AICHI (CBD, 2010) e do quantitativo dos limites ecossistêmicos das Fronteiras Planetárias (STEFFEN *et al.*, 2015).

A grande contribuição da Ecologia Urbana foi o conceito de ecossistema para a cidade (CHELLERI, 2012). Seu requisito principal é incluir, abundantemente, os elementos da

natureza em planos de desenvolvimento. A Ecologia Urbana aparece como instrumento de planejamento, em 1971, com o programa (MaB) Homem e Biosfera (MaB, 2010.). A terceira fase da Ecologia Urbana é a ecologia “da” cidade a qual pretende superar a dicotomia natureza-urbanismo, onde todas as áreas da cidade estão sujeitas à análise ecológica e não apenas as áreas verdes (HERZOG, 2013).

Os problemas ecológicos, os conflitos socioambientais e soluções que levam à resiliência urbana envolvem tantas disciplinas na “ecologia da cidade”, que estudiosos treinados em uma única disciplina não poderiam criar com sucesso equipes de pesquisa interdisciplinares (CHELLERI, 2012; ROMEO; VAZQUEZ, 2019).

O PU, a legislação urbana e as finanças municipais são os três pilares que estruturam a compreensão da resiliência no contexto urbano (H-III, 2015). Ao incorporar os elementos sociais, culturais e naturais locais, ao processo de planejamento, diminui o impacto do crescimento da cidade melhorando a saúde dos SES, possibilitando a sustentabilidade e a resiliência. Com a intenção de levar o pensamento de mudança, a pesquisa traz contribuições teóricas e metodologias que já avançaram em diversos países que o PU atua com base ecossistêmica.

4 PESQUISA - CONTEÚDO DA TESE - CONTRIBUIÇÃO TEÓRICA E MÉTODOS ECOSSISTÊMICOS PARA A ÁREA URBANA E AVANÇOS NO PLANEJAMENTO BASEADO EM ECOSSISTEMAS

Neste capítulo apresentam-se contribuições e métodos que trabalham com conceito sistêmico e tratam a cidade como um ecossistema urbano, englobando o território, a população e o contexto ambiental e por consequência a subjetividade, considerados, por esta pesquisa, avanços práticos da teoria sistêmica. Desta forma abrange o objetivo específico de “identificar metodologias de PU baseado em ecossistemas que integram as pessoas e o ambiente para alcançar o equilíbrio com o ciclo das águas urbanas”.

As cidades contemporâneas passam por um grande desafio quanto a alcançar a sustentabilidade e resiliência urbana, no que tange combinar o uso e ocupação do solo urbano com a recuperação e manutenção do ciclo urbano das águas. Isto requer atender princípios de sustentabilidade no contexto do crescimento considerando a ampliação da consciência para mudar o paradigma que ora prejudica as cidades.

Pela metodologia e exemplos apresentados, um dos princípios da sustentabilidade é a recuperação dos ecossistemas com a introdução de manchas de vegetação que formem corredores verde/azuis, com ecossistemas de flora, fauna e aquático, em espaços públicos, para manter a saúde dos SES e a qualidade de vida no ambiente urbano.

Este capítulo combina com as ideias de autores e estudiosos da cidade como Gehl (2013), decano do projeto do espaço público, que mostra este como ferramenta para melhorar a qualidade de vida; como Lerner (2013) que coloca a diversidade como a riqueza da mistura, na cidade mais humana, e os vínculos com os espaços públicos representados no patrimônio histórico, nos parques e praças. Nessa diversidade e identidade coexiste o segredo da segurança e da saúde da cidade e do cidadão; como Jacobs (2001) crítica incontestada da separação dos conjuntos urbanos dos espaços públicos que propiciam insegurança e por outro lado leva em conta observações de *design* urbano para conectar a cidade ao habitante com interface na ecologia urbana.

O capítulo em questão alcança um contexto inerente ao espaço público (item 4.1), sobre o PUI de Medellín, que se une ao conceito de “vitalidade” de Jane Jacobs, comprometida que é, em “Morte e vida das grandes cidades”, com a diversidade estética e funcional necessária para a qualidade de vida humana, na cidade. Outras ideias defendidas são as “Cidades para pessoas” GEHL (2013) e não para automóveis e uma “cidade para a vida” em Medellín.

A sustentabilidade ambiental que defende a natureza na cidade e uma abordagem ecológica para o PU está na referência do *design* permacultural e na cidade biofílica que visam à sustentabilidade ambiental e ecológica.

Desde o referencial teórico o estudo mostra a função importante que a vegetação tem, relacionada ao caminho das águas não só para o conforto térmico ambiental quanto para a infiltração e “criação” de água no subsolo, a proteção e o aumento da biodiversidade, para o lazer, recreação, educação e cultura como para a conservação do ambiente natural.

Estas ideias viram-se expressas no PUI de Medellin, no planejamento ecossistêmico das treze cidades canadenses, nas cidades biofílicas e no *design* permacultural.

O PUI de Medellin, baseado no pensamento sistêmico complexo, compreende a cidade pela compreensão da Terra, através da ciência ecológica e das ciências da terra para estudar a cidade com uma visão integral do ser humano no mundo e seu vínculo com a natureza.

Dentre as tantas conexões, a consciência sobre as funções da água, engloba a alimentação, a saúde e conservação do *habitat* com a compreensão cada vez mais forte da transição complexa da realidade bio-psico-social do ser humano.

Um potencial importante do PUI reflete um novo conceito de cidade com base na participação popular. As discussões contínuas fazem pensar, repensar, criar e recriar alternativas sobre a cidade e seus desafios com objetivos de ampliar a consciência ecológica, preservar tesouros biológicos, ecológicos e culturais. Este urbanismo pedagógico estimula o avanço nas relações de atenção com o espaço público, mobiliário urbano e seus usos.

O PUI significa na prática, uma transformação socioecológica que integra diversos planos e projetos que avança na recuperação de bacias, áreas de sensibilidade ecológica, criação de espaços públicos, habitação de interesse social e políticas de uso do solo, conectando o habitante, suas necessidades e o ambiente. O cidadão decide como e o que executar pelo Orçamento Participativo, talvez aprendido em Porto Alegre, a capital gaúcha, que originalmente iniciou este tipo de gestão na cidade, desde 1988 e que recebeu o título mundial de “melhores práticas” do Habitat II - ONU, em 1996, hoje divulgado pelo mundo afora.

4.1 AVANÇOS DO PUI - PROJETOS URBANOS INTEGRADOS, EXPERIÊNCIA DE MEDELLIN – COLÔMBIA

Em Medellin, o respeito à vida é o que mais importa na transformação urbana integral. Com estas palavras, o arquiteto Restrepo, responsável pelo planejamento de Medellin, apresenta a cidade, no II Congresso Internacional de Arquitetura e Sustentabilidade da

Amazônia, em Manaus, em 2015, onde a autora apresentou um trabalho. Atesta plenamente que o PU precisa alargar sua abrangência além do ordenamento do território. Na abordagem ecossistêmica, este garante uma perspectiva econômica, ecológica e social, além do território.

A transformação do PU de Medellín em 2012 e 2013 com o PUI Projeto Urbano Integral (CM, 2014) visa um território sustentável cujo interesse cresce em busca de equidade e inclusão social, com o foco da “cidade para a vida”.

Localizada às margens do rio Medellín, no Vale do Aburrá, território de alto valor ambiental pela quantidade de corpos d’água, rompe paradigmas cartesianos do PU e consegue saltar da condição de uma das comunidades mais violentas do mundo, no final do século passado, para uma das referências de boas práticas mundiais, no tema crescimento sustentável, cujas ferramentas são vontade política, participação popular e cultura cidadã.

O PUI é baseado no diálogo e na conciliação. O objetivo inicial é superar o medo do tráfico de drogas e assassinatos pela educação coletiva e pela participação do cidadão de assumir-se como gestor de seu próprio crescimento.

A metodologia consta, primeiro, de ouvir as pessoas, o que elas querem, em cada bairro, depois o diagnóstico feito quadra a quadra com os técnicos e população, que resulta numa radiografia integral do território o que responde a processos de planejamento participativo. A terceira fase da metodologia é continuar junto com a comunidade, fazer o *retrofit*, a manutenção de cada equipamento, para que haja continuidade em cada gestão. Para distanciar a cidade do *ranking* das mais violentas, as radicais transformações estão baseadas em integrar espaços públicos, antes vulneráveis, para construir uma nova descrição que considera os espaços natural e construído.

O Modelo Medellín, catalisa uma série de transformações muito ligadas ao cenário de crise anterior, primeiramente ligado à desigualdade social e em seguida a uma obsolescência que vai do medo à esperança (BARATTO, 2013). Neste ponto, o PUI avança para a vida que indica melhores oportunidades evidenciadas na evolução estendida a bairros mais vulneráveis com grandes atrativos paisagísticos e culturais.

O espaço de inovação onde Medellín trocou os problemas de desigualdades estruturais por programas sociais, culturais e de educação, com a ferramenta da arquitetura e do urbanismo, conceituado como Urbanismo Social, a transformaram em um laboratório vivo. O espaço público foi a estratégia para a recuperação da confiança da população e a aposta para tornar a cidade transparente.

Echeverri (s/d) participou do processo de transformação de Medellín entre os anos 2004 - 2011. Reconhece que a transformação física, teve um impacto fenomenal nos habitantes

excluídos da cidade, em função da ética nos processos e projetos. Identifica que as realidades de alta complexidade impuseram alta sensibilidade, inovação e criatividade aos arquitetos e urbanistas para poderem valorizar e entender as dinâmicas locais.

Segundo o autor, o processo holístico do PUI rompeu a dinâmica trágica que historicamente apresenta um Plano de Ordenamento Territorial baseado em teorias racionais e lineares. Abaixo, as sete referências do método usado na aplicação do PUI, indicadas pelo autor:

1. Zonas em Ação - Enquadramento: seleciona Zonas em Ação com escolha sobre lugares reconhecidos, na memória urbana, com problemas históricos;
2. Projetos Holísticos - Confluência: articula harmonicamente os diferentes programas de governo combinando a implementação dos programas estratégicos do governo, como educação e cultura, com um processo de construção de obras de arquitetura e urbanismo em diferentes escalas;
3. Projetos de conexão - União: une lugares segregados ao processo de desenvolvimento social e econômico da cidade e converte-os em parte integrante da mesma;
4. Cidade Transparente - Visibilidade: estende as dinâmicas urbanas, culturais e econômicas definidas por meio de debates públicos e projetos estratégicos para incluir toda a cidade. A rede de mobilidade do Teleférico e BRT conectam bairros isolados ao sistema integrado do metrô. Ferramenta física e psicológica potente para o processo de inclusão;
5. Dignidade Social - Qualidade: altera a percepção da cidade para as comunidades e vice versa e o sentido de identidade e significado aos habitantes desses bairros marginais, com projetos de alto padrão de exigência;
6. A “pele” do bairro (“Pele” é termo usado pela Geobiologia para proximidade) - recupera espaços públicos com forte e profundo impacto de segurança, confiança e fator de civilidade;
7. Projeto dos processos - Cocriação: estabelece novos meios de diálogo e colaboração com os novos projetos de arquitetura e urbanismo com *feedback* para acompanhar a realidade dinâmica a serem ajustadas.

A visão integral do ser humano no mundo é a interpretação da contemporaneidade. A relação com a natureza é fundamental para a construção de novos cenários humanizados, mas o futuro da urbanidade enfrenta desafios na articulação e religação das ciências humanas e das ciências ecológicas. Isto consta na Carta de Medellín (2014), mas lembra Santos (1989), Prigogine (1997; 2009) e Capra (2006b), pois na filosofia do PUI é inaceitável separar unidade e diversidade humanas, é como separar inteligência da afetividade.

No que concerne à água, ele se conecta, no PU, com a vida, e por isso não deve ser utilizada somente como um elemento necessário para a alimentação, mas vital para manter as condições de saúde e manutenção do ambiente. A consciência sobre as funções da água, na vida e no uso está além, apenas, da sua carência na realidade global do ser humano.

Em Medellín, o novo século ratifica uma nova era, tanto pela transição complexa da história, quanto pelo vínculo dos humanos com a natureza, a compreensão do sagrado da vida e da complexidade do viver (CM, 2014).

O conceito do PUI leva em consideração ferramentas de desenvolvimento social, físico e a coordenação interinstitucional. Interconecta temas como integração, mobilidade, administração, redução da pobreza e violência, trabalhados em um mesmo projeto espacial. Ele articula plano, programas, projetos e recursos de diferentes setores municipais em uma área específica da cidade, a partir de um arranjo institucional coordenado por uma empresa pública de implantação da política (MAZO, 2017).

O PUI, somado a outros instrumentos como o Plano de Ordenamento Territorial (POT) e o Plano Diretor de Zonas Verdes, têm permitido o avanço da recuperação de bacias, zonas de risco ambiental, criação de espaços públicos, habitação de interesse social e políticas mais eficientes de gestão do solo o que indica uma cidade em transformação socioecológica (BARATTO, 2013).

A gestão de Medellín reflete o diálogo constante no crescimento. O planejamento integral e a experiência potencializam um novo conceito de cidade. A base de discussões contínuas convida a pensar e repensar, criar e recriar alternativas viáveis para abordar os assuntos e refletir sobre a cidade e seus desafios. Duas forças contrastantes e fundadoras - a vontade de conservação e a transformação são eixos conceituais do planejamento que se expressam na resiliência. Valores e princípios sustentam a filosofia de uma “cidade para a vida”, baseada em incertezas e consideram a gestão integral da cidade e seus desafios. A concepção ecológica estimula a relevância de proteger os tesouros ecológicos e culturais aos ataques que põem em risco os limites do ecossistema (CORREA, 2014).

Políticas públicas e instrumentos orientados para garantir a saúde integral de toda a população estão na evolução de um crescimento humano como um todo. Medellín promove o direito à saúde da população com foco nos ciclos vitais e territoriais, acolhe a participação popular para o orçamento da cidade - o Orçamento participativo (CM, 2014).

No PUI o protagonista é o rio, que compreende nas suas adjacências, *decks*, ciclovias, espaços públicos e novos edifícios, em uma área de 424 hectares (Figura 4.1). O

projeto sustentável representa a aspiração de recuperar o rio e conectá-lo com os diversos pontos da cidade (BARATTO, 2013).

Figura 4.1 - Parque del Rio Medellin



Fonte: <https://www.hometeka.com.br/pro/resultado-do-concurso-publico-parque-del-rio-medellin/>.

O desenho urbano reflete um planejamento inovador com o Sistema Urbano de Drenagem Sustentável (SUDS) de Medellin que trata as águas da cidade com proteção das margens do rio Medellin que mostra a trajetória do rio, o qual, corta a cidade com seus fluxos de água e vida.

O projeto do Parque Botânico Rio Medellin culminou com a articulação dos corpos de água, os vazios verdes e as infraestruturas subutilizadas sobre o rio Medellín (eixo estrutural Norte-Sul da cidade) por meio de sua recuperação e articulação ao corredor biótico metropolitano o qual permite permeabilizar as zonas de vegetação integrando-as a um sistema geral que dá maior hierarquia e continuidade à estrutura natural de muito impacto positivo do Rio Medellín. Toda essa estrutura verde de vínculo com o rio, integra a mobilidade urbana e a criação de espaços públicos para que as pessoas vejam o rio, de maneira que o vendo valorizem-no e cuidem (GOMEZ, 2017).

Assim, as obras urbanísticas, a participação e a inclusão social do Modelo de Medellín, seriam a outra cara da pacificação ou modernização paramilitar, entendida como condição de possibilidade para o turismo, a inversão e segurança necessários para o capital corporativo.

A notícia que chega pelas mídias, do prefeito da cidade, Daniel Quintero, como parte do plano do governo de transformar Medellín em uma ecocidade, é estabelecer uma meta de redução das emissões de carbono em 20% até 2030.

Como visto, o Projeto Rio Medellín regenera as áreas adjacentes, inclui riachos que ali desembocam, convertidos em novos caminhos que convergem transversalmente no rio, juntando as áreas verdes que integram os vazios verdes à rede ecológica da cidade.

Percebe-se o elemento água como integrador e o desenho urbano sensível à água como solução dos conflitos urbanos como uma lógica transdisciplinar.

Medellin é uma cidade à frente do seu tempo e já avançou nas questões do crescimento urbano, integrando todas as dimensões humanas no planejamento que integra o território ao respeito à vida das pessoas.

4.1.1 A Carta de Medellín

A Carta de Medellín - Colômbia é um documento conceitual que despertou enorme interesse pela proposta de “Cidades para a Vida”, apresentado no 7º Fórum Urbano Mundial das Nações Unidas (WUF7) sediado na cidade, em abril/2014, elaborado para o Habitat III realizado em Quito (Equador), em 20 de outubro de 2016.

Este documento é baseado na experiência da cidade, elaborado com a contribuição de numerosos autores e instituições nacionais e internacionais. Traz nova visão de cidade, amplia possibilidades para outras cidades nacionais e internacionais e dá relevância a reflexões para a comunidade internacional e embasamento à cerca da cidade e do urbano e na formação dos cidadãos, embora não seja considerado um modelo (CORREA, 2014).

A cidade foi escolhida para sediar o evento frente aos reconhecimentos internacionais que a destacam como a Cidade Resiliente (2013) entre as cem de maior destaque no mundo e o Prêmio Internacional de Desenho e Arquitetura (2013) por isso, considerada um laboratório para os temas relativos à cidade. Mais recentemente foi chamada de Vale do Silício da América do Sul, a cidade mais inovadora do mundo e a cidade mais inteligente do mundo.

Na década de 2020, no pós-pandemia, pretende ser a primeira “ecociudad” da América do Sul. *En el 2021 Medellín y el Área Metropolitana sembrarán 300 mil árboles para avanzar como ecociudad* (AM, 2021).

Além disso, o urbanismo social, o urbanismo pedagógico e o desenvolvimento de programas de inserção popular com métodos ecossistêmicos, que somados a uma política de segurança integral, compreendem um percurso que fortalece a institucionalização da justiça. Isto define um rumo de mudança permanente, uma metamorfose, tão sonhada por Morin (2011) e que faz de Medellin uma cidade para a vida.

Esta é a forma como Medellin conceitua o lugar, o espaço cultural sustentável para a cidadania, privilegiando o social. As variadas escolhas a expõe como uma cidade contemporânea, que requalifica o espaço público e valoriza a arte.

O indivíduo constrói o ente público começando com seus atos como habitante do lugar, usuário da arte pública ou como transeunte que confere significado à rua, ao parque e à praça; é integrante da criação das crenças e percepções estéticas de maneira que a obra também, interage com o lugar criando uma unidade. As práticas sociais, as formas da arquitetura e o caráter material da obra permitem descobrir novas estéticas do lugar e trocas de valores (CM, 2014).

O “espaço público tem que ser vivo” (GEHL, 2013, p.63) e precisa ter diversidade nas ruas, nos espaços naturais, verde/azul, mesclados aos cinzas, e na dimensão humana, pois a cidade é o *habitat* das pessoas.

Isto se dá, quando a requalificação dos centros urbanos está apoiada em políticas urbanas, num desenho urbano baseado nas ruas projetadas a serviço da diversidade cultural dos pedestres. Esta é a forma como Medellin reconstitui suas relações humanas, através da convivência urbana.

No PUI de Medellín as bacias hidrográficas são caracterizadas como unidade ambiental, entendidas como áreas protegidas, onde as áreas verdes são articuladas e tratadas como um sistema que favoreça a conservação, o manejo e a recuperação de espécies e do recurso hídrico. Para isto é necessário, articulação com as diversas instituições, ou seja, as políticas urbanas transpassam outras políticas, econômicas, técnicas e humanas.

Nas cidades de modo geral, o alto valor do solo urbano compete com as áreas que devem ser declaradas de proteção e conservação ambiental e o local se vê comprometido ecologicamente. Por outro lado, as expansões urbanas comprometem o setor agropecuário na medida em que os rendimentos urbanos se impõem.

Por isso, há necessidade de que o PU e a gestão estejam articulados e harmônicos de modo a identificar e gerir as inter-relações urbano-rurais que sustentam as necessidades urbanas com características naturais relacionadas a provisão de alimentos e solos adequados para exercer a sustentabilidade.

O Princípio de Precaução aplicado ao planejamento territorial faz com que a incerteza científica absoluta facilite tomar medidas corretivas adequadas. Neste sentido, o PUI fundamenta três ações urgentes (CM, 2014):

- Determinar as competências ambientais, as estruturas do território - quanto aos usos do solo, e a dimensão social inerente;
- Revigorar a densificação urbana onde os terrenos existentes o permitam e favoreçam;
- Contemplar a comunidade, em todos os casos, com novos espaços públicos eficientes com áreas verdes e outros, pois suportam taxas construtivas e habitacionais mais caras.

Para transformar Medellin, e melhorar a vida dos habitantes, a visão do PUI inspira processos integrais. Para tal, requer projetos transversais e transdisciplinares fundamentais, na busca de aprender a viabilizar as necessidades coletivas (CM, 2014, p.158).

As estratégias pedagógicas geram formas alternativas de pensar, de modo a reduzir a pegada ecológica e a ampliar os espaços verdes públicos, proporcionais à cooperação da comunidade no PU, para a manutenção dos espaços e estabilidade da identidade cultural.

O modelo adotado por Medellin, na relação sociedade-natureza, considera que o crescimento urbano está voltado para os habitantes em sentido integral, a serviço da cidadania e não para o automóvel. Assim, a nova concepção de urbanismo pedagógico está direcionado a um *design* urbano que faz repensar a cidade a partir das necessidades do cidadão e das relações com o outro. A Carta de Medellin, propõe entre outras coisas a consciência ecológica para respeitar os tesouros biológicos, ecológicos e culturais que põem em risco o ecossistema. Esta consciência está impregnada num PU baseado nos ecossistemas.

4.2 PLANEJAMENTO ECOSSISTÊMICO - O CASE DAS TREZE CIDADES DO CANADÁ

O exemplo do planejamento ecossistêmico nas treze cidades do Canadá pode ser a primeira geração de ordenamento para definir a aplicação da abordagem ecossistêmica (GIBSON *et al.*, 1997). Ele se mostra resiliente, pois os *designers* e planejadores monitoram os efeitos, em termos de processos biogeofísicos e sociais e apuram medidas ecológicas e parâmetros de projetos futuros para os quais a experiência é relevante.

Este planejamento das ecocidades canadenses, reabilita e renova cidades, desde 1991, fundamentado no ciclo das águas, respeito pelas complexidades ecológicas, limites e incertezas. A relação humano/natureza identifica os objetivos ecológicos interdependentes, comprometidos com o plano de uso do solo e do espaço construído. A abordagem ecossistêmica é levada a sério, de onde emerge uma qualidade ambiental e social considerada indispensável, com retornos econômicos para a comunidade. A execução do plano, chegou em Vancouver, Montreal, Saskatoon e outros centros urbanos canadenses, como oportunidade real para a sustentabilidade. Testadas na prática, hoje, estas cidades, estão no *ranking* das mais “verdes” do mundo.

A abordagem ecossistêmica de tratar os problemas das cidades, prevaleceu nestes planos canadenses de forma integrada à ecologia e à comunidade, respeitosa das incertezas e aberta às necessidades do cidadão (GIBSON *et al.*, 1997).

Pela comparação feita para os dois tipos de planos, o convencional e o ecossistêmico, demonstra-se, efetivamente, que a abordagem ecossistêmica compreende a resiliência ecossistêmica, e entende que a ação humana é componente do ambiente e respeita os limites da biodiversidade e dos elementos da natureza.

Mesmo que uma temerária atividade vislumbre entusiasta promoção econômica, o progresso fica circunscrito pelos ecossistemas e em prol da comunidade. Todos os tipos de impactos, sociais, econômicos ou biofísicos são levados a sério. Inexistem compensações aplicáveis.

Os princípios ecossistêmicos estão prescritos no planejamento, baseado na dependência humana para com a natureza, o que dá ênfase sobre a fixação de metas de longo prazo. A atenção aos efeitos futuros com mecanismos flexíveis para responder aos problemas e oportunidades imprevistas fazem parte das decisões de PU. A flexibilidade faz parte dos princípios que Capra (1996) identifica como equilíbrio constante entre desordens e impactos externos a um ecossistema para que se adapte às situações variáveis. No PU a flexibilidade é necessária para distensionar objetivos econômicos dos objetivos ecológicos.

O planejamento tradicional usa sistemas cartesianos e lineares e evidencia a afirmativa de que “a técnica resolve tudo”. Os propósitos do planejamento com base ecossistêmica seguem os princípios da ecologia e compreendem a vitalidade dos ecossistemas, com objetivos que reconhecem que as dimensões sociais, econômicas e políticas se correlacionam, reciprocamente.

Gibson *et al.* (1997) apresenta os sete princípios que regem o planejamento ecossistêmico, resumidos por De Oliveira e Milioli (2014) (Quadro 4.1). Mostra cada princípios e seu equivalente em “A” nas situações do PU convencional e suas respectivas diferenças, na mesma situação, no planejamento ecossistêmico, mostrado em “B”:

Quadro 4.1 - Princípios do planejamento ecossistêmico e diferenças entre o planejamento tradicional

1º princípio: Observar os limites naturais para cada unidade de base do planejamento
A. O planejamento convencional raramente reconhece os fatores ecológicos.
B. A abordagem ecossistêmica respeita as funções ecológicas, seguindo as fronteiras naturais - (no Brasil: biorregião, regime hídrico, zoneamento ecológico-econômico – APA/Área de Preservação Ambiental e ARIE /Área de Relevante Interesse Ecológico).
2º princípio: Desenhar com a natureza
A. O planejamento tradicional manipula a terra a serviço do capital. Substitui o complexo ecológico pela produção técnica sob os preceitos dos sistemas lineares.
B. No planejamento ecossistêmico, a atividade humana é parte do ambiente e do limite de recursos disponíveis, no qual a resiliência ecossistêmica deve ser respeitada, sob os ciclos dos recursos do sistema natural e do desenho biológico.
3º princípio: Considerar o global e os efeitos cumulativos
A. Presunção dos negócios sobre o sistema com planificação em curto prazo.

B. O planejamento ecossistêmico adota perspectiva ampla, cujo futuro vai até as próximas gerações com efeitos cumulativos; nos quais o sucesso local será assegurado transfronteira com melhorias em níveis regionais e globais.
4º princípio: Incentivar a tomada de decisões interjurisdicional
A. Planejamento e gestão são distintos e as autoridades agem isoladamente.
B. A abordagem ecossistêmica tenta superar esta fragmentação encorajando novas unidades de planejamento, agências, e os métodos que promovam integração interjurisdicional de tomada de decisão.
5º princípio: Assegurar a consulta e facilitar a cooperação e parceria
A. A participação pública, quando existe no planejamento convencional, é obrigação legal e meramente formal (Estatuto da Cidade).
B. A abordagem ecossistêmica, ativamente, pretende envolver o maior leque de partes interessadas, de forma eficaz e transparente no processo de planejamento.
6º princípio: Acompanhar no longo prazo, fazer feedback e adaptar os planos
A. No modelo convencional poucos recursos são utilizados no uso dos solos e planejamento ambiental, para avaliar o que acontece para as comunidades e ecossistemas.
B. Exercício de aprendizagem social, processo cíclico e interativo sem respostas definitivas com revisão e mecanismos de acompanhamento, fazem as comunidades avaliarem os progressos na implementação dos planos e adaptação às novas condições.
7º princípio: Adotar uma abordagem interdisciplinar à informação.
A. Informações sociais, demográficas e econômicas, têm sido enfatizadas no planejamento tradicional, com poucas tentativas para avaliar a capacidade ecológica ou para avaliar como a satisfação das demandas socioeconômicas, pode afetar as funções ecológicas.
B. A abordagem ecossistêmica implica uma maior cooperação entre os provedores de informações, tanto da população como técnicas. Também reconhece que informação não eliminará as incertezas no planejamento e que as informações só podem tornar-se disponíveis com o desdobramento do plano.

Fonte: da autora, baseado em Gibson, *et al* (1997), *apud* (De Oliveira; Milioli, 2014)

Com o acompanhamento e o *feedback* os planos foram adaptados e acrescidos mais três princípios complementares, conforme Gibson, *et al.* (1997):

- a) reconhecer o equilíbrio ecológico, social e econômico razoável, correlacionados e exercidos em conjunto;
- b) integrar os objetivos ecológico, social e econômico ao ordenamento territorial com o senso de comunidade e compromisso com o lugar. Isto requer mudanças sem imposição nas atitudes, nas estruturas institucionais e no comportamento;
- c) conectar o planejamento ecossistêmico aos aspectos da democracia e à pedagogia ecológica no que refere à sociedade, comunidade, edificações, iluminação e ambiente.

Percebe-se que os princípios complementares do *feedback* intensificam a necessidade da conexão das dimensões humanas, mostrando a importância do planejamento integrado ao ecológico, ao social, ao econômico, à política, às construções e à subjetividade.

O PU ecossistêmico, como o seu nome indica, é baseado em ecossistemas e se utiliza do pensamento sistêmico complexo, de forma que as necessidades diversas e múltiplas sejam atingidas, para que aumente a biodiversidade e equilibre os SES no preparo para a transição frente às mudanças climáticas. Viu-se as diferenças entre um planejamento convencional e um ecossistêmico, muito mais democrático, participativo, e por isso mesmo, mais difícil de executar. Existe uma metodologia de planejamento baseada em abordagem

ecossistêmica oferecido pela Giz (2012) - *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* que foi base para o item seguinte.

4.2.1 Metodologia GIZ para um PU integrado baseado em abordagem ecossistêmica

Esta metodologia poderá ajudar planejadores e gestores a implementarem políticas públicas com abordagem nos SES, como é a filosofia desta tese, que consta no capítulo 2, em diversos itens, mais especificamente no item 2.7.5. Apresenta-se, de forma prática, estratégias de preparo a um plano para as cidades que vislumbrem a sustentabilidade do desenvolvimento.

Um planejamento integrado pode envolver estratégias de redução da pobreza, planejamento do uso da terra, abastecimento de água e saneamento, criação de áreas protegidas, estratégias de adaptação climática, gestão de ecossistemas costeiros, bacias hidrográficas, florestas e zonas úmidas.

Salienta-se que a essência desta abordagem está na participação popular e na comunicação entre o grupo. Essa abordagem é uma ferramenta de planejamento, voltada para a geração de informações práticas e politicamente relevantes de apoio a qualquer decisão que se queira sustentável.

A metodologia apresentada, no Quadro 4.2, intitula-se ISE - Integração dos SES e está elencada em cinco passos (GIZ, 2012).

Quadro 4.2 – Metodologia GIZ de PU baseado em ecossistemas

Passo I: Processo de avaliação desde a concepção à implementação das recomendações.
1. O que fazer?
Definir objetivos e avaliações considerando o foco setorial e geográfico, as principais questões e desafios de gestão a serem abordados, e os principais SES e atores a serem envolvidos. Organizar aspectos logísticos, pessoal e programáticos, cronograma e limites.
a. Identificar as partes interessadas é o início do processo.
b. Ao final desse primeiro passo deve haver um plano claro, discutido e acordado, de como a avaliação prosseguirá.
2. Como fazer?
A decisão inicial sobre o escopo e os limites da avaliação será tomada pelos principais decisores, com a assistência de especialistas técnicos que definirão as principais questões de desenvolvimento e SES que precisam ser examinados com mais detalhes: o foco, o processo e os insumos da avaliação, bem como os resultados pretendidos. As ferramentas para decidir são reuniões, síntese de dados e literatura pertinente.
a. Identificar quem é afetado e o que afeta os SES é parte fundamental deste planejamento preliminar. Esclarecer, imediatamente, grupos, indivíduos e agências que estão envolvidos na avaliação (membros da comunidade, administradores e líderes locais, empresas, associações de produtores ou de consumidores, agências setoriais do governo, ONGs e especialistas científicos). Os critérios para priorizar os envolvidos serão os mesmos de quem regula, depende e impacta os SE. É importante observar como as decisões são tomadas e executadas ao longo das cadeias de causa e efeito relativas às atividades de desenvolvimento.

b. Identificar os “perde-e-ganha” ³⁴ . Buscar informações sobre como evitar as externalidades e identificações concretas para maximizar relações positivas e sinergias entre SES e metas de desenvolvimento para transformar em “ganha-ganha”.
Passo II: Analisar e priorizar os SES e executar matriz de suas dependências e impactos em relação ao plano de desenvolvimento.
1. O que fazer?
Uma vez acordado o processo de avaliação, identificar o que impacta e o que depende dos SES, as partes interessadas afetadas e a distribuição dos custos e benefícios entre os diferentes grupos. Deve haver uma compreensão clara do que impacta ou depende dos SES e estabelecer prioridades, e tópico necessário para reduzir complexidade, tempo e custo da avaliação.
2. Como fazer?
Estabelecer quais SES estão ligados ao plano de desenvolvimento, fazendo uma lista de todos os SES associados ao referido trabalho. Identificar os principais impactos (positivos e negativos) e dependências de algum ecossistema (apoio, aprovisionamento, regulação e cultural).
a. O plano de desenvolvimento depende de um serviço ecossistêmico se o insumo for o próprio serviço ou potencializa uma condição para um bom resultado. Ou seja, se o serviço ecossistêmico se tornar escasso ou se degradado, o plano pode falhar ou tornar-se mais dispendioso.
b. O plano de desenvolvimento impacta um serviço ecossistêmico se as ações a ele associadas alterarem a quantidade ou qualidade do serviço. Os impactos podem ser positivos - se melhorarem a qualidade ou quantidade de um serviço ecossistêmico; ou negativos - se diminuïrem a quantidade ou a qualidade de um serviço ecossistêmico.
c. Fazendo uma matriz simples para auxiliar na seleção de cada objetivo de desenvolvimento ou atividade chave e pontuar cada necessidade ou impacto (alto, médio, neutro) pode priorizar os serviços mais importantes. Maior pontuação mais dependência ou impacto. É desejável chegar a uma matriz com, no máximo, cinco ou seis SES para analisar e avaliar detalhadamente para reduzir a complexidade e o risco de resultados abstratos ou genéricos.
d. Importante - manter notas das razões do porquê de cada pontuação atribuída, registrando a natureza e a magnitude de dependências e impactos e quais ecossistemas são afetados e suas implicações. A pontuação será determinada pelas pessoas participantes da análise, o que torna inevitável muitas lacunas e imperfeições na matriz, por isso é necessário ser abrangente nos conhecimentos sobre os processos do ecossistema, interações e causalidade.
Passo III: Identificar condições, tendências e “perde-e-ganha” - descrição básica da situação dos serviços ecossistêmico naturais e modificados, anteriormente, priorizados.
1. O que fazer?
Investigar a dinâmica das ligações de dependência e impacto dos SES selecionados para explicitar a gestão e uso dos SES e evidenciar os fatores que podem estar levando a sua degradação e com intervenção poder mantê-los e melhorá-los. Analisar quantidade, qualidade e tempo da oferta e da demanda por SES, com especial atenção para as relações espaciais entre produção e consumo. O que determina a mudança do ecossistema é um aspecto importante desta etapa para identificar onde está o “perde-e-ganha” com medidas que estabeleçam o equilíbrio entre a prestação de diferentes SES e os objetivos de desenvolvimento ou atividades, e poder transformar em “ganha-ganha”.
a. Reunião entre diversos técnicos e atores que possam trocar informações e discutir os pontos de vista uns dos outros.
b. Explicitar as conexões entre a situação do ecossistema, mudanças na provisão de SES e os resultados quanto ao bem-estar. Afim de evidenciar causalidade, sustentabilidade, limites e incertezas.
2. Como fazer?
A informação gerada fornecerá uma base para medir futuras alterações nos indicadores de desenvolvimento e SES durante o curso da execução do plano de desenvolvimento e identificará opções concretas de políticas para aprimorar as decisões e ações de desenvolvimento.
a. Analisar as atividades que têm impacto sobre os bens e SES que moldam as condições políticas, institucionais, regulatórias e culturais subjacentes.

³⁴ “Perde-e-ganha” é tradução livre do que a metodologia (GIZ, 2012) chama de *trade-offs*, referente a perder algo, ganhando em troca outra qualidade ou aspecto.

b. Mapear alterações na cobertura florestal, documentar a expansão urbana, de agricultura e da captação de água para irrigação e mostrar como as mudanças, nas tendências demográficas e padrões de consumo, têm afetado a demanda por terras e recursos naturais.
c. Analisar as tendências que geram impactos pelas atividades humanas, na crescente urbanização e outras forças que conduzem a uma maior dependência em qualidade e serviços de fluxo de água ou afetem a capacidade de gerar outros serviços.
d. Com base nas informações sobre o estado, tendências e determinantes dos SES, será possível identificar a partir dos objetivos a serem atingidos, quem perde, quem ganha, que serviços serão reduzidos, onde o “ganha-perde” pode ser necessário.
e. Exemplos para avaliar o “ganha-perde” no curto e longo prazo: para equilibrar a prestação de SES - uso da terra de floresta para gerar proteção de bacias hidrográficas versus o uso para culturas alimentares, ou produzir SES - desviar um rio para manter os fluxos de zonas úmidas e planícies aluviais a jusante.
Passo IV: Avaliar o marco institucional e cultural
1. O que fazer?
Ter ideia clara do que condiciona o comportamento das pessoas com relação aos ecossistemas e seus serviços e identificar potenciais áreas de conflito ou cooperação existentes. Devem ser considerados autoridades tradicionais e governamentais, instituições formais e informais, sistemas de crenças leis, regras, práticas, incluindo direitos de fato e de lei, mercados, preços, impostos e subsídios relacionados aos SES e às terras e recursos que os geram. Entender como os interesses, direitos e valores dos diferentes atores determinam a maneira pela qual eles dependem ou impactam os SES e identificar as influências que determinam como as pessoas agem. Quem é dependente de quais SES, quem tem direitos formais e informais, quem encoraja ou desencoraja dependências e impactos quanto aos SES.
a. Muitos SES também têm pelo menos algumas das características de “bens públicos”, o que significa que as pessoas não podem necessariamente se valer de direitos de propriedade inequívocos sobre eles, ou serem excluídos de usarem ou se beneficiarem deles. Como exemplo, as árvores nas cidades melhoram a regulação da temperatura e reduzem a poluição do ar e isso beneficia a todos.
b. Os SES estão interligados e, na maioria das vezes, são uma mistura de benefícios privados, públicos e coletivos. O foco nos SES permite esclarecer quem tem o direito à natureza.
c. Serviços de apoio, regulação e culturais têm caráter de serviço coletivo e desempenham um papel importante, contribuindo para o bem-estar humano e da sociedade.
d. Um serviço ecossistêmico, como cinturões verdes, parques, bosques e praças deve ser reconhecido como um benefício público para ter garantia de eficiência. Embora regulamentados e garantir SES sustentáveis, podem enfrentar pressões.
2. Como fazer?
Revisar leis, regulamentos, políticas e documentação técnica. Perceber o discernimento dos gestores e dos próprios usuários dos ecossistemas, incluindo o conhecimento tradicional e a história oral.
a. Entrevistas e discussões presenciais auxiliam na análise sobre os atores, como importante meio de obtenção de informações sobre a situação local, interação social e possibilitam acesso, a quem tem posse, uso e gestão do ecossistema.
b. Identificar as principais fontes de desigualdade de grupos de atores mais afetados na tomada de decisões ou grupos com diferentes interesses, influência, poder, necessidades e preferências que interferem nos SES; mapear grupos de atores que devem ser considerados na avaliação ou que foram excluídos ou ficaram em desvantagem nos arranjos políticos, institucionais e regulamentares para não identificar marginalização de nenhum setor.
c. Lembrar que crenças, valores e ideais influenciam o pensamento das pessoas sobre a natureza, sociedade, governo e responsabilidades individuais.
d. Analisar questões de governança que giram em torno de uma área, ecossistema ou SE, referente às interações sociais, a quem toma as decisões, como são tomadas e fiscalizadas e como as pessoas acessam e usam os recursos naturais, requer compreensão e mudança de regras formais e informais e de mecanismos de fiscalização e coordenação. Mediar essas interações pelo contexto particular e prazo em que as decisões de governança são tomadas.
e. Com base nessa análise, as intervenções devem melhorar a interação social para garantir acordos justos que conservem os SE, minimizem o conflito e levem a uso mais equitativos.
Passo V: Preparar tomadas de decisão para melhorar a forma como os SE são usados como apoio às metas de desenvolvimento
1. O que fazer?

Avaliar opções de políticas e instrumentos para garantir que as atividades de desenvolvimento forneçam base sólida para a gestão sustentável e o uso equitativo dos ecossistemas. Identificar riscos e oportunidades que os SE representam para o plano de desenvolvimento. Identificar pontos de entrada nos processos de tomada de decisão em torno do plano de desenvolvimento, opções de políticas e instrumentos adequados para evitar os riscos e capturar oportunidades de desenvolvimento.
a. Identificar e remover políticas e mecanismos de incentivo que degradam os SES, por exemplo, incentivos econômicos e Dicas fiscais que, inadvertidamente, criam incentivos Úteis para degradar os SES, ou subsídios perversos.
2. Como fazer?
Reunir informações coletadas, rever os impactos e dependências do plano de desenvolvimento em relação aos SE, e aos <i>trade-offs</i> ; rever marcos institucionais, políticos, legais e culturais e os incentivos. Preencher lacunas, caso existam, e incluir opiniões que não foram inseridas apropriadamente no processo. Identificar riscos e oportunidades que os SE representam para o plano de desenvolvimento.
a. Analise instrumentos ou mudanças de políticas para minimizar, evitar ou atenuar os riscos e aproveitar as oportunidades e manter a capacidade dos SE atender às necessidades das pessoas. Escolher medidas e instrumentos que já provaram ser eficazes em relação aos SE e impactos de desenvolvimento. Usar todas as oportunidades associadas com a opinião pública, condições políticas e sociais observadas no país ou região.
b. Recompensar os SE não reconhecidos e contabilizar os custos dos danos aos ecossistemas, promovendo instrumentos de política adequados;
c. As pessoas afetadas pelas medidas devem, imprescindivelmente, estar de acordo com as decisões que deverão estar apoiadas pela lei;
d. A implantação das medidas deve trazer benefício líquido para a sociedade em geral ou para os grupos envolvidos;
e. Deve haver equidade nas medidas de modo a favorecer a todos por igual ou prejudicar nenhum grupo, especialmente os setores mais pobres ou mais vulneráveis da comunidade.

Fonte: Da autora, baseado em Giz (2012).

Existem algumas formas usuais de avaliar uma área para mapear informações, como fotografias aéreas, inventários com listas de SES, biodiversidade (espécies, habitats, vegetação) e recursos naturais; informação fornecida por grupos de atores, técnicos, oficinas, conhecimento tradicional; informações inventariais recolhidas através de estudos biofísicos, históricos de registros e bancos de dados; levantamentos de campo (caminhadas transversais); abordagens participativas e opiniões de técnicos e o SIG - Sistemas de Informação Geográfica.

O Giz (2012) informa outros métodos que ajudam a detalhar uma área para poder melhor avaliá-la: através de sensores de satélites; o CITYGreen - um *software* que permite a planejadores urbanos integrar os benefícios da arborização urbana na tomada de decisões; e outros *softwares* abertos, baseado na *web*, que mapeiam e analisam espacialmente dados digitalizados ou como o www.ariesonline.org que pode interligar habitats marinhos e terrestres, ou gerar cenários para explorar mudanças na provisão e uso de SES, entre outros.

Como estudado no item 2.8 sobre resiliência, mais especificamente no subitem 2.8.4.1, um planejamento com metodologia ecossistêmica que busca a resiliência, requer uma gestão adaptativa, visto que esta, é uma abordagem que enfatiza a aprendizagem e aplica uma experimentação flexível (SRC, 2016), além de etapas de organização e reajustes como visto acima.

Um planejamento baseado em ecossistemas, tem na participação popular sua essência e requer conscientização para poder integrar os SE nas políticas públicas e uma boa comunicação para a população absorver as informações e ensinamentos sobre os benefícios e perdas do ecossistema natural.

Os benefícios do planejamento com base nos ecossistemas, estão incluídos no *design* permacultural, pois são de fácil assimilação pela população.

4.3 DESIGN PERMACULTURAL

A Permacultura é baseada na observação de sistemas naturais com conclusões transferidas para o ambiente construído.

Criada por Bill Mollison e David Holmgren nos anos de 1970, na Austrália, como um sistema de *design* para a criação de ambientes humanos sustentáveis, trata da energia (sol, vento, fogo e água), da comunicação, da paisagem (plantas, florestas, solo e topografia), dos animais, das edificações (arquitetura bioclimática), das águas e suas infraestruturas e dos relacionamentos entre os elementos. É uma ciência prática, baseada na observação de sistemas naturais, que trabalha reinventando o conhecimento tradicional aliado às técnicas modernas. A palavra vem de permanente e agricultura - agricultura sustentável e cultura permanente aliados à uma ética do uso da terra. Cria uma ecologia cultivada, projetada para produzir mais alimento do que o normal.

Sua filosofia é contemporizar a vida na Terra em qualquer ação humana, no manuseio dos sistemas naturais, respeitando os períodos da natureza e usando a energia que está naturalmente no fluxo; usa recursos naturais e usufrui dos alimentos que sejam abundantes.

“Trabalha com a natureza e não contra ela” (MOLLISON; SLAY, 1994, p.13).

O *design* permacultural é conceituado como planejamento e manutenção consciente de ecossistemas, na diversidade, estabilidade e resistência. O objetivo é criar conjuntos sustentáveis e renováveis, em longo prazo, que não poluam, e socialmente responsáveis, que não explorem, mas que suprem suas respectivas necessidades. Produz na menor área de solo possível (MOLLISON; SLAY, 1994).

A ética na Permacultura é o cuidado com terra, cuidado com as pessoas e a distribuição equitativa das produções, atendendo aos limites dos bens naturais. Supõe limites ao consumo, à capacidade de suporte e à ecologia. A atitude com relação à disponibilidade e ao limite segue um princípio dos sistemas sustentáveis de consumir igual ou menos do que produz como um fator mais importante do que o próprio recurso.

O *design* permacultural une componentes conceituais, materiais e estratégicos em um padrão que opera para beneficiar a vida em todas as suas formas. Mollison e Slay (1994) uniram a técnica e as práticas a partir das várias disciplinas: a ecologia, a conservação de energia, o paisagismo e a ciência ambiental. Combinam arquitetura com biologia, agricultura com estudo de florestas e florestas com zootecnia. Por isso, a permacultura transcende as especialidades e as disciplinas.

O princípio do *design* permacultural está baseado na proposta dos 3Rs - reutilizar, reciclar e reformar (BRAUN, 2005). Acrescenta-se o quarto “R” de repensar.

A diversidade, proposta para a cidade como um ecossistema, o ciclo metabólico proposto por urbanistas sistêmicos e a parceria e a cooperação proposta de Capra (2006b) para comunidades sustentáveis são elementos que a permacultura viabiliza, nos seus processos.

Considerada um sistema humano completo, qualquer projeto permacultural atende aos princípios básicos, mostrados no Quadro 4.3, que podem ser adotados em quaisquer climas ou culturas.

Quadro 4.3 - Princípios da permacultura

• Cada elemento (casa, tanques) é posicionado de maneira a auxiliarem-se entre si;
• Cada elemento executa duas funções;
• Planejamento eficiente do uso de energia, por zonas e setores;
• Uso de recursos biológicos preponderante ao combustível fóssil;
• Reciclagem local de energias;
• Sucessão natural de plantas (cada vegetal tem seu tempo de crescimento);
• Policultura e diversidade de espécies;
• Utilização de bordas e padrões naturais para um melhor efeito.

Fonte: Da autora, baseado em Molisson e Slay (1994).

As estratégias usadas pela permacultura são a conexão e inter-relação e o uso autossuficiente das energias e do solo, através da localização dos elementos no zoneamento e nos setores e utilização ótima do solo:

1. A conexão e a inter-relação entre os elementos produzem um planejamento energético eficiente posicionando os elementos e as estruturas de acordo com suas funções, as zonas e setores, a topografia e o clima. Cada elemento do sistema é posicionado de forma a executar o maior número de funções e cada função importante é executada por muitos elementos, de maneira que a necessidade de um é suprida pela produção de outro. Isso lembra Capra (2006a) que inclui uma mudança na organização social de hierarquia para redes como o paradigma ecológico.

- Um tanque de água poderá ter várias funções para o elemento água que pode ser útil no cultivo de plantas aquáticas, criação de peixes, posicionado estrategicamente para o controle de incêndio, habitat para pássaros e ainda dessedentar animais.
- Os setores tratam das energias não controláveis do sol, vento, chuva, fogo e água. O posicionamento dos elementos através do *design* possibilita manejar o bloqueio, a canalização ou abertura do setor a esta energia. No setor do fogo usa elementos que não queimem, como açudes, paredes de pedra, áreas com vegetação baixa. Nas inclinações posiciona açudes, drenos ou desvios de enchentes.
- Não há competição, há cooperação. Esta é a chave do cuidado com a Terra e com as pessoas, que transpassa as referências dos ecossistemas naturais, da sociedade e da economia (MOLLISON; SLAY, 1994).

As inter-relações lembram a visão da realidade de Capra (2006b) que se baseia na noção de interdependência de todos os fenômenos, físicos, biológicos, psicológicos, sociais e culturais organizados de modo a entender o todo a partir das interconexões de suas partes. Lembra, também, o sistema organizacional de Morin (2003) que transforma o caráter dos componentes. Pois, um objeto não pode mais ser identificado sozinho, no universo dos seus componentes.

2. A visão paisagística está baseada em tornar autossuficiente as áreas municipais. Plantar árvores comestíveis como pinhos e castanheiras e acarpetar parques e jardins³⁵ com espécies decorativas comestíveis, flores, chás, bagas e morangos. Usar produção da agricultura familiar e local sem intermediário, para evitar o uso de transportes e embalagens e emissões de GEE e, ainda, ganhar o acréscimo na variedade de alimentos e livres de agrotóxicos. Podas e folhas servem de adubo orgânico.

Visa interromper o fluxo de nutrientes e energia que saem do local ou que venham de outro lugar e transformá-lo localmente em ciclos ecossistêmicos completos, como o metabolismo cíclico sugerido por Girardet (2005).

No caso das águas residuais, o Relatório Mundial sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos sugere redução da poluição na fonte (UNESCO, 2017).

A gestão das águas residuais está atrelada tanto à redução da poluição na fonte quanto à remoção de contaminantes dos fluxos de águas residuais, à reutilização da água reciclada e à recuperação de subprodutos úteis.

³⁵ A Permacultura qualifica os parques e jardins com gramados, como ignorantes, pois além de gastar água gastam energia elétrica e humana e nada produzem.

A meta da permacultura não se resume em reciclar e aumentar a energia. Sua finalidade também alcança, captar, armazenar e utilizar energia local - sol, água, vento e resíduos, no mais alto grau e no nível seguinte, antes que a energia escape do local de uso.

O zoneamento (quadro 4.4) é a estratégia de localização de cada elemento (casa, jardim, horta, pomar) em cada uma das cinco zonas do *design* permacultural e varia de acordo com necessidade de deslocamentos diários de maneira a consumir menos energia e trabalho.

Quadro 4.4 - Zoneamento permacultural

Zona 0 - é o centro, a casa, planejada para consumir menos energia e água
Zona 1 - perto da casa, pode conter os elementos que exigem atenção diária como o jardim, a horta, o varal, a cisterna para captação da água da chuva, poços, composteira, oficinas, galinheiro, depósito de lenha, academia
Zona 2 - meia distância, utilização duas a três vezes por semana, pode conter pomares de frutas pequenas, ervas, chás, terraços, passeios, espécies de plantas e animais requeiram cuidado e atenção
Zona 3 - contém pomares não podados e sem <i>mulch</i> , mudas, arvoredos, quebra-ventos, armazenamento de água no solo por canais de infiltração e açudes
Zona 4 - área de a pastagem, agroflorestas visitadas periodicamente, parques, açudes, rios, vertentes e bombas eólicas
Zona 5 - sistemas não manejados, local de meditação e observação

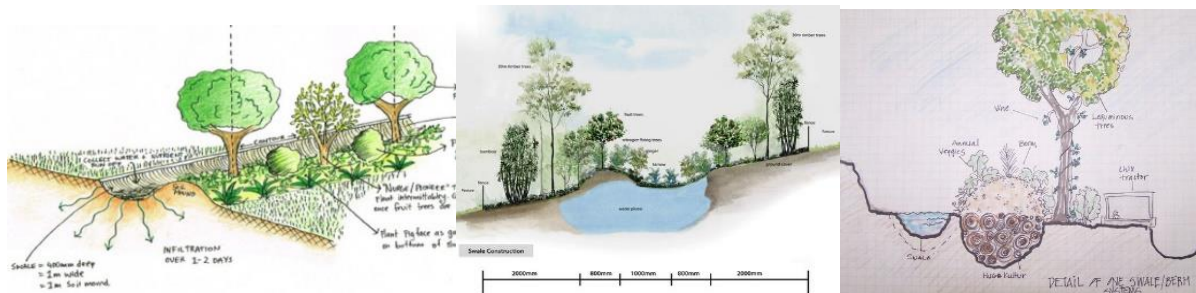
Fonte: da autora, baseado em Molisson; Slay (1994, p. 23)

Os traços sociais do passado e suas estruturas humanas são elementos da história local que a permacultura valoriza ao fazer o planejamento e o zoneamento, observando a terra, como estratégia de localização de cada elemento.

A disponibilidade de água depende das chuvas, da drenagem e retenção de água no solo e da cobertura do solo por vegetação. Com a quantidade de chuva não se pode lidar, mas os demais componentes podem ser controlados, através de *swales* ou canais de infiltração, para absorver a água no solo e armazená-la. São escavações longas e niveladas que variam muito em largura e tratamento, desde pequenos bancos em jardins, pedras empilhadas ou valas, depende da topografia e da criatividade (MOLISSON; SLAY, 1994).

Exemplos de *swales* nos desenhos representados nas figuras 4.2, 4.3 e 4.4, abaixo:

Figuras 4.2, 4.3 e 4.4 - *Swales* ou canais de infiltração



Fontes: <https://goodlifepermaculture.com.au/swale-pathways/swales-trad/>
<https://br.pinterest.com/pin/190066046746694030/> e <https://br.pinterest.com/pin/70437471871639/>

O que conta num *design* permacultural para ser considerado bom, é o número de ciclos para utilizar a água que entra na propriedade ou na cidade quando ela é armazenada.

Depois que cai, pode gerar energia, ser recuperada, até que “escape” para um *swale* ou se infiltre no subsolo. Quanto mais usos ou mais ciclos, melhor é considerado.

As técnicas usadas na permacultura são simples, porém, eficientes. Por exemplo, a água poderá ser um moderador de temperatura devido à evaporação, a alocação de fontes, piscinas, tanques ou mesmos pequenos lagos podem ser eficientes em regiões áridas, no inverno, uma luz refletida na água aumenta a temperatura.

Uma técnica simples referente à da água, na construção de uma estrada, é sua drenagem como o aspecto mais importante de forma a melhorar o escoamento. A permacultura sugere interceptar a água e dirigi-la por canais de divergência³⁶ para *swales* e açudes ou para catalodo para usar em viveiro ou como *mulch* (MOLISSON; SLAY, 1994). Spirn (2014) sugere melhorar o escoamento destes elementos com *design* ecológico, inclusive, nas passagens de pedestres em praça ou parque onde a água da chuva faz erosões e leva a terra da superfície no rastro (praça do Congresso, em Criciúma, tem um exemplo gritante). Outras propostas de incorporar a natureza na cidade, mesmo que pontuais, podem ser sustentáveis e diminuir a pegada ecológica, como a proposta de agricultura urbana.

4.3.1 Agricultura urbana

A proposta de agricultura urbana (MOLLISON; SLAY, 1994) é processo natural que contribui com o incremento da alimentação orgânica na área urbana. É reconhecida por aperfeiçoar a gestão da água no PU integrado com a inclusão de ecotecnologias, melhorando o ambiente das cidades.

Contrária à situação atual da produção agrícola que envolve gasto intensivo de água a qual deverá crescer 80%, até 2025 (UNESCO, 2018 *apud* OECD, 2012) em função do aumento da população e da demanda por alimento. Esta demanda exigirá 60% de acréscimo de áreas cultiváveis até 2050. Se for mantida a situação atual de gastos com água, energia e agrotóxicos responderão por perda de 70% da biodiversidade estimada (UNESCO, 2018 *apud* LEADLEY *et al.*, 2014).

A agricultura urbana é leve, supõe sustentabilidade em função da permeabilidade do solo e dos serviços ambientais que favorece nas cidades e agrega dimensões ecológicas,

³⁶ São drenos gentilmente inclinados para dirigir água para dentro de sistemas de armazenamento e irrigação ou para canais de infiltração, construídos para fluir depois da chuva.

sociais e culturais. Podendo, ainda, recuperar terrenos, compor a paisagem e propiciar emprego e renda.

O objetivo é interromper o fluxo de nutrientes e energia que venham de outro lugar e transformá-lo localmente para um metabolismo cíclico (ODUM, 2004; GIRARDET, 2005). Além de diminuir emissões de GEE e diminuir o volume de embalagens, nega os agrotóxicos. São motivos para aumentar o interesse na produção de alimento mais perto ou dentro da cidade.

A permacultura objetiva trazer a produção de alimento de volta para as áreas urbanas com uma filosofia que produz em jardins comunitários, fazendas urbanas em nível de escala do bairro, ou simplesmente reajustando espaço nos condomínios verticais, para poderem gerar energia própria, captar água da chuva, reciclar o lixo e produzir nos terraços através da construção em telhado jardim, ou seja, interagir com o ecossistema urbano (MOLLISON; SLAY, 1994).

Os terrenos baldios, parques, canteiros de ruas, esquinas, gramados, fundos e frente das casas, telhados, são exemplos dos autores para implantar uma horta no lugar de uma vegetação puramente estética e não funcional que dão trabalho, gasto de energia e de água para regas. No caso de parques e jardins públicos seria, apenas, um caso de persuasão e de decisão política.

Os autores indicam algumas espécies decorativas e comestíveis (figura 4.5) para acarpetar jardins no lugar dos gramados, como alfazema e confrei. Os jardins funcionais da permacultura é um misto de flores e verduras (figura 4.6) com ervas aromáticas como manjerição e alecrim, chás como a cavalinha, guaco, espinheira-santa, hortelã e cidreira, árvores frutíferas como jabuticabeira, pitangueira e mangueira e flores comestíveis como capuchinhas e lantanas.

Figura (a; b) 4.5 - Flor comestível lantana e capuchinha e; figuras (c; d) 4.6 - jardim comestível



Fonte: (a; b) [https://manualdojardim.com.br/2020/10/14/lantana-](https://manualdojardim.com.br/2020/10/14/lantana-camara/?utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=lantana-camara)

camara/?utm_source=rss&utm_medium=rss&utm_campaign=lantana-camara; (c; d) yahoo.com

Muitas cidades transformam lotes urbanos baldios em paisagens produtivas, cultivando vegetais. No Brasil, existem muitos jardins e hortas comunitárias, como a de Paraisópolis-SP, famosa por distribuir muito alimento orgânico para os pobres, durante a

pandemia. Em Cuba, a restrição ao agrotóxico motivou o desenvolvimento da atividade. Depois do declínio como cidade industrial, Detroit, USA, ganha *status* na agricultura urbana, produzindo alimento orgânico. Auckland, Nova Zelândia restaura riacho da Reserva La Rosa (ver item 4.4.2) e transforma espaço urbano público em espaço de lazer com pomar coletivo.

Um país com tantos problemas de saneamento precisa mudar sua visão e apreender o ecossaneamento, não somente para a área rural, como muitos querem crer. Econômico e saudável, é uma técnica de ponta para os dias atuais.

4.3.2 Ecossaneamento

O ecossaneamento integra todas as águas, desde o abastecimento, tratamento do esgoto e dos resíduos sólidos e a agricultura urbana. A redução da poluição na fonte é proposta sistêmica da permacultura que reutiliza suas águas ensinando purificá-la.

A metodologia permacultural trata dos elementos da Natureza conectados com a ação do ser humano que envolve princípios e éticas da Natureza aplicada num sistema absorvido pela cultura do homem. Na filosofia da permacultura toda a água que entrar na sua propriedade, deve sair, no mínimo, 90% purificada³⁷ para depois escoar.

O programa WSUD, da Austrália tem diversas formas de reutilização das águas servidas (ver item 5.4), considera a gestão integrada de todas as águas, inclusive as águas negras, como recurso de água e materiais como adubo, da mesma forma que a permacultura.

Viu-se no capítulo 2 que a carência de água está conectada à poluição de águas, à gestão de resíduos sólidos e ao agronegócio (irrigação e tipo de produção). Enquanto isso as populações crescem, aumentam as demandas por água e desafiam o desenvolvimento das cidades ao redor do mundo, que tem a meta sustentável, de reciclar a água, captar água da chuva, transformar rejeito sanitário em adubo e produzir alimento na área urbana.

Viu-se que o método tradicional para o tratamento da drenagem urbana é tão equivocado quanto usar água potável para descarga sanitária. A proposta é usar água potável, tratada, para usos mais específicos de dessedentação, cozinha, banho e roupas e as descargas com água reciclada, ou seja, água “nobre” só para usos “mais nobres”.

Principalmente, após a pandemia, ficou evidenciada a necessidade de sanear os assentamentos precários como ação essencial, urbana. Assim, as propostas de ecossaneamento apresentam muitos benefícios, além do seu custo menor que o tradicional.

³⁷ Curso Design Permacultural, professor Jorge Timmermann (2002).

Reutilizar águas servidas implica em economizar quantidades significativas de água potável e reduzir a quantidade de esgoto que vai para uma estação de tratamento. A água cinza residencial e comercial é água vinda da lavanderia, do chuveiro, torneiras do banheiro e cozinha. Pode ser usada adequadamente como rega subterrânea, irrigação de flores, folhagens e árvores, lavagens de pisos externos e descarga de banheiro.

A água cinza para outros fins, como lavanderia, precisa de tratamento, pois contém contaminantes compostos por baixos níveis de bactérias fecais, matéria orgânica, microrganismos, sais e detergentes. Estes são perigosos para a saúde humana e podem degradar a cor da água e criar odores. O nível de "tratamento" da água cinza depende de seu uso final e via de exposição (GUIA.AU, 2014).

4.3.2.1 Banheiro seco

Funciona como um processo biológico natural, cujo objetivo é a produção do composto seco como adubo orgânico, não contaminar os lençóis freáticos, tampouco os mananciais e poupar água. Indicado para solucionar problemas de saneamento do Brasil e de tantos países deficitários.

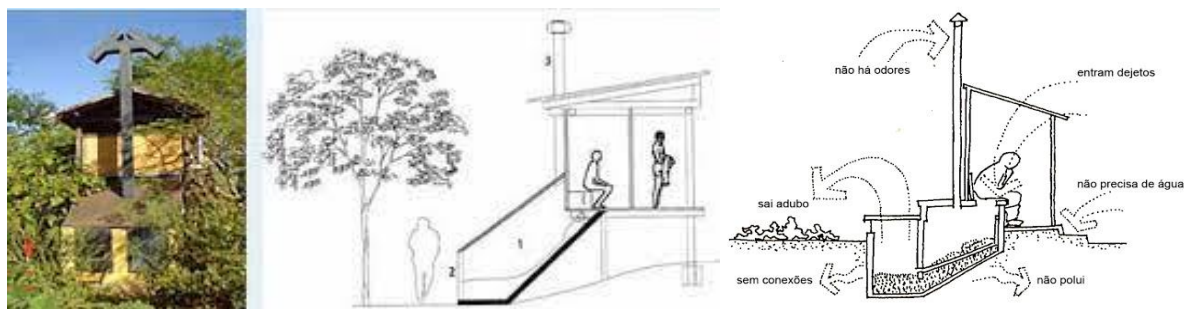
- a) O modelo usado pelo IPEC³⁸ (2003) (Figura 4.9 (a) e (b)) é composto por duas cabines de uso que ficam no andar superior e duas câmaras de compostagem hermeticamente fechadas, ambas cabines e câmaras, usadas e limpadas alternadamente, a cada seis meses. Direcionadas para o norte, as câmaras têm inclinação máxima de 45° ou ângulo equivalente a latitude do local³⁹, com a maior incidência de sol diária, para matar bactérias e ressecar as fezes adicionadas à serragem. No final da inclinação, tem porta externa para retirada do material orgânico, seco, que em seis meses é adubo. Um duto fica ao nível das cabines de uso para evaporar os gases da câmara.

O uso do equipamento, no IPEC, com mais de cem pessoas utilizando, mostrou-se uma experiência valiosa, sábia, defensável e ecologicamente correta a ser seguida, por qualquer pessoa exigente e escrupulosa, embora uma alternativa ousada e incomum. A Antroposofia aconselha que a matéria negra de ecosanitização (fezes) não seja usada para fertilizar vegetais, frutas ou raízes que serão consumidos crus, pois afeta o emocional. O ideal é usar em árvores.

³⁸ IPEC Instituto de Permacultura do Cerrado, Curso de arquitetura em terra, 2003.

³⁹ Ibidem.

Figura 4.9 (a) e (b) - Banheiro seco do IPEC e figura 4.10 (c): Bason



Fonte: (a) e (b) Ecocentro IPEC; (c) van Lengen (2004)

b) O sanitário seco bason (Figura 4.10) é proposta do arquiteto holandês Johan van Lengen (2004) , fixado no Brasil desde final do século passado. Funciona de forma semelhante, mas tem apenas uma câmara, com 30° de inclinação, com condutores de ar e cano de ventilação que evitam mau cheiro. A câmara deve ser limpa a cada ano.

Um terceiro tipo é fabricado nos USA, mas não é vendido no Brasil, só se importar ou buscar. Tem aparência de um vaso sanitário normal, branco, mas sem o encanamento, só ventilação para o exterior, para saída do gás. Funciona da mesma forma, com serragem no lugar da descarga de água. A cada 45 dias aproximadamente devem ser removidos os dejetos, cujo processamento é feito no jardim, dentro do mesmo saco biodegradável que estava na câmara do vaso, para continuar o tratamento por compostagem em alta temperatura. A urina entra num compartimento separado, usada como ureia, no jardim. Não se vê nada. Uma tranca abre/fecha o compartimento somente no momento do uso. É uma limpeza! Pode ser colocado em espaço com porta para a cozinha porque não tem cheiro. Melhor que o tradicional, mas precisa mudar de pensamento para aceitar.

Nas câmaras onde ficam depositadas as fezes durante o tempo de cada tipologia, o processamento reduz os agentes patogênicos pela decomposição, desidratação pelo acréscimo de serragem e pela ventilação, o aumento do pH (pelo calor do sol no primeiro modelo), e pelos organismos que competem por nutrientes.

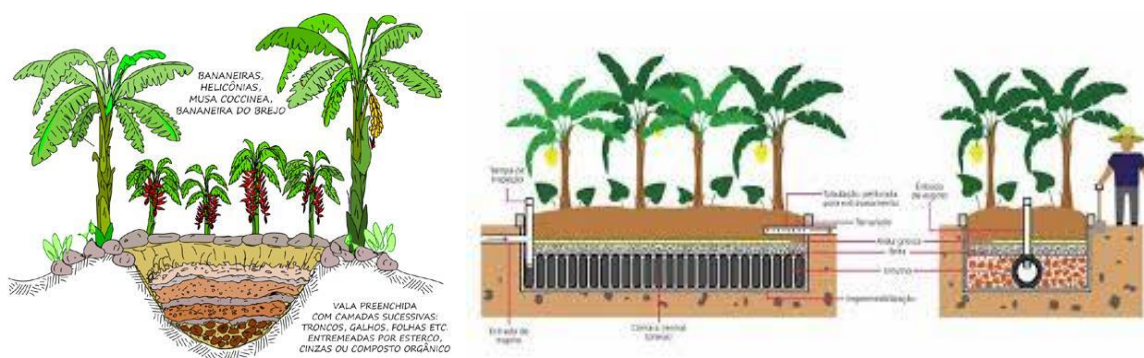
4.3.2.2 Tratamento ecológico de águas residuais

O Sistema de Bacia de Evapotranspiração (BET) é fechado, com tratamento biológico, sem produtos químicos que não gera efluente algum e evita a poluição do solo, das águas superficiais e do lençol freático. Os resíduos humanos são transformados em nutrientes para árvores e a água sai por evaporação, portanto, completamente limpa. É uma alternativa

usada em comunidades onde não haja acesso à rede de esgoto ou para quem efetivamente quer contribuir com a economia de água tratada. Existe um sistema (BET), industrializado.

- a) Círculo de bananeiras (Figura 4.11) - ótimo para usar em jardins. Reutiliza águas cinzas na irrigação direta de horta, por gotejamento. O *design* é como um *swale* - vala de infiltração, porém, circular. No centro, de 2m de diâmetro, cai a água e pode funcionar como uma composteira de material cru e coberto com mulche - poda de árvores, folhas secas, papel, papelão. Ao redor do círculo, pode colocar pedras decorativas e plantar bananeira e mamoeiro e feijões, abóboras e tomates que se nutrem do material do centro para onde poderá direcionar a água da chuva.

Figura 4.11 - Círculo de bananeiras; figura 4.12 - Bacia de evapotranspiração



Fonte: Guia-de-permacultura-para-administradores-de-parques-versao-digital-disponivel-em.html; TONETTI *et al.* (2018).

- b) Bacia de evapotranspiração (Figura 4.12) - é um sistema biológico, divulgado no Brasil por Jorge Timmerman, Professor no curso Design Permacultural. Este sistema funciona no espaço Oikos, em Criciúma, desde início do século, para águas negras e cinzas. O processo é seguro e opera como uma *wetland*, hermeticamente fechada por uma caixa de alvenaria impermeabilizada cuja parte interna é uma câmara formada por pneus ou por alvenaria, preenchido, ao redor, por materiais filtrantes como pedras ou cacos de tijolos, cobertos por pedras menores, areia e por fim terra, onde é plantado taboa e bananeira. As águas entram direto na câmara e à medida que enche, vai subindo para a areia e o solo e eliminada do sistema por evapotranspiração. Os nutrientes são incorporados à biomassa dos vegetais.

Usado pelo programa australiano WSUD, esta técnica, além de proporcionar um novo paisagismo, as *wetlands*, diminuem a extensão do transporte do esgotamento sanitário pois é tratado perto do local de descarte.

- c) Máquina viva - Este tratamento ecológico de águas servidas de cozinhas – cinzas, e banheiros - negras, funciona como uma estação, baseado na abordagem de sistemas biológicos, com diversificados grupos de bactérias, algas, micro-organismos, espécies

de plantas e árvores, caracóis e peixes que se inter-relacionam como categorias ecológicas. A sequência ambiental é completa, robusta e esteticamente agradável, sem uso de produtos químicos, de baixo custo e de fácil utilização.

Funciona em várias etapas dentro de uma estufa, contendo uma série de tanques: 1. Inicia em um tanque fechado - os compostos orgânicos e os sólidos se modificam até liquidificar; 2. No segundo tanque fechado - um respiradouro elimina os gases do processo bacteriano; 3. Tanque aberto – como um mini jardim, as plantas aquáticas fomentam a ação bacteriana e o processo de decomposição e redução, ao nível das raízes, para decompor os organismos patogênicos e reduzir os metais pesados; 4. Tanque de depósitos - os resíduos se decompõem pela ação das bactérias; 5. “Camas filtradoras” – a organização de pequenas pedras ajudam a filtrar a água e a embelezar o local; 6. Último tanque - contém peixes e moluscos que consomem os microdetritos. Neste ponto, a água obedece normas rígidas de águas usadas e é passível de reuso na agricultura, descartada para infiltrar no solo, ou lançada ao mar, ou ainda, reciclada (BRAUN, 2005; FINDHORN, 2010; FARR, 2013).

Esse processo, mimetizado da natureza, é utilizado na ecovila Findhord, Escócia, desde 1995. O uso do equipamento é sugerido para qualquer propriedade unifamiliar, na escala do bairro ou até em edifício de apartamentos. São esteticamente agradáveis pois floridas e inodoras.

Estas tipologias de ecossaneamento além de seguras, têm custo baixo e poderão ser utilizadas para sanear carências de saneamento básico (ver item 2.3). Qualquer país ou cidade que se quer sustentável deve repensar a forma de saneamento.

Viu-se que as tipologias do *design* permacultural poderão ser usadas como ferramenta para a construção de uma cidade respeitosa com a natureza e objetiva ser sustentável e resiliente, como uma cidade biofílica. Esta como a Permacultura, vem definir um amor pela vida e respeita as águas e a Natureza como um todo, onde os seres humanos estão conectados entre si e com a Natureza, cuidam e aprendem com ela.

4.4 CIDADE BIOFÍLICA - RESILIENTE E SUSTENTÁVEL

Os estudos, *design* e planejamento de cidade, que incluem a natureza e os elementos naturais no seu tratamento começam a ser nomeados biofílicos (NEWMAN; BATLLEY, 2013; BROWNING; RYAN; CLANCY, 2014; SANGUINETTO, 2015). Além de dependerem dos elementos e dos serviços da natureza para viver, os seres humanos dependem da interdependência com a Natureza. Este argumento, reconhecido por Odum (2004) e Morin

(2004), concebe o ser humano e o ambiente como um ecossistema. Muito embora a sociedade contemporânea tenha sido indiferente a esta característica do ser humano e tenha distanciado a cidade e os habitantes da natureza.

A ciência sistêmica também demonstra essa interdependência ecológica entre a cidade e os habitantes que se inter-relacionam em seu ambiente, numa afinidade ecológica que os vincula, reciprocamente (MORIN, 2004). No primeiro princípio, para recompor coletividades humanizadas, fortalecidas e sustentadas pelos ecossistemas, a dependência mútua de todas as relações ecológicas se encontra no inter-relacionamento, humano, social, cultural e com todos componentes ambientais (CAPRA, 2006b).

O arquiteto Frank Lloyd Wright (1869-1959), que continua a inspirar os arquitetos na contemporaneidade, demonstra nos seus projetos a necessidade que o ser humano tem do contato com a natureza e o quão perto tem que morar do seu local de trabalho para ser feliz e alcançar a maior plenitude de vida (FRANCO, 2008), (CHOAY, 2013).

A Geobiologia trabalha com as energias da natureza manifestadas pela terra, fogo, ar, água, metal e madeira e prova que determinadas localizações da residência ou trabalho sobre veio de água, falhas geológicas ou outras estruturas energéticas da natureza, estabelecem a salubridade e felicidade do morador. Considera, também, o posicionamento da construção com relação ao seu entorno, levando em conta o relevo, as montanhas, rios, árvores e outras construções. Quanto à biologia da construção, avalia os níveis bióticos aliados ao conceito denominado Baubiologia, que atende, além da forma da construção, o nível biótico de cada material utilizado. Via de regra, os materiais naturais sem muito processamento, os ecológicos e os sustentáveis atendem às exigências da Geobiologia (PIRES; SAEZ, 2006).

Em toda arquitetura de qualidade, a excelência está ligada à presença de luz e ventilação naturais, insolação, elementos verdes no interno e externo da habitação ou área de trabalho que correspondem aos benefícios de saúde e bem-estar. Estudiosos da arquitetura bioecológica como Lotz (2007) e Bueno (1995) adaptam a construção às condições específicas locais de materiais e clima, orientação de ventos, índice pluviométrico, insolação, umidade do ar e vegetação. Uma arquitetura de qualidade, atenta à insolação e ventilação, à paisagem do entorno, que cuida dos materiais utilizados é considerada uma arquitetura sustentável.

A Permacultura (MOLLISOM; SLAY, 1994) que trabalha “a favor da natureza” tem grandes exemplos de autossuficiência alimentar - agricultura urbana, que oferece oportunidades para se reconectar imediatamente à paisagem e à natureza poderá fortalecer a resiliência de uma cidade, tem elementos de sua metodologia que podem ser considerados biofílicos.

Exemplo de autossuficiência energética em área urbanizada, com cinturões verdes, em vila promissora da Village Homes em Davis, Califórnia, com árvores para sombras ao longo das ruas, drenagem de água pluvial com elementos naturais que repõe o suprimento subterrâneo e direciona as águas, plantações de árvores margeando canais de infiltração, determinam espaços altamente sustentáveis tem características do urbanismo biofílico.

O urbanismo ecológico agrega benefícios para a saúde física, mental e social correlacionados a um número mínimo de áreas verdes públicas por número de habitantes. Suas diversas funções, além de cumprir papel na identidade da paisagem urbana, melhora a qualidade de vida com o aumento do conforto térmico e diminuição da poluição atmosférica. Em contraste as edificações e impermeabilizações do solo urbano, ou seja, a falta de vegetação na área urbana, das cidades contemporâneas, altera a relação entre a temperatura e a umidade relativa do ar locais, que conforme visto provocam “ilhas de calor” e diminuição considerável na qualidade de vida. A vegetação reputa um equilíbrio no microclima diminuindo pontos de calor.

Por isso, a Sociedade Brasileira de Arborização Urbana - SBAU (1996) recomenda o índice mínimo de 15 m² de área verde pública, por habitante, como um indicador de bem-estar a ser atingido pelas cidades e que deve ser medido a cada ano, mas oficiosamente, sabe-se que este índice é muito baixo. O mínimo que alguns estudiosos citam, seriam 36 m², cerca de três árvores, por habitante.

Para corroborar no quesito vegetação relacionada à melhoria da saúde pública, nos estudos de Bôlla (2019) em sua tese de doutorado demonstra o quanto alunos que estudam em escolas que incorporam elementos naturais e vegetação no ambiente escolar e oferecem um estudo mais holístico, fora e dentro da sala de aula, aumentam o bem-estar e a satisfação com a escola, dentre outros fatores, o que poderá melhorar seu rendimento.

Da mesma forma Lotz (2007) comprova que o espaço edílico reflete e influencia no organismo do usuário. Isso poderá constituir ou um perigo ou a manutenção na sua saúde, depende da influência que a edificação participar biologicamente nas funções vitais referente à adequada escolha de materiais utilizados. Se forem materiais sustentáveis em arquitetura bioclimática, influenciarão positivamente sobre questões biofísicas relacionadas à temperatura, umidade, circulação do ar, acústica, permeabilidade das paredes e teto e radiações biológicas - cósmica e terrestre.

Em função dessa influência, a Geobiologia (PIRES, 2006) afirma que a casa onde moramos é nossa “segunda pele” e que a cidade é nossa “terceira pele”, tal a importância do entorno para a qualidade da vida. Por conseguinte, as condições naturais dos grandes ambientes urbanos e suas características verdes e paisagem natural preservadas, alcançam qualidade e

eficiência capazes de proporcionar mais prazer aos usuários, de desfrutar desses espaços ao ar livre, rendendo, também, uma maior urbanidade e sustentabilidade.

Há um termo popular presente em propostas de cidades ecológicas que é “dar visibilidade a um mundo mais humano”, como uma das estratégias para buscar uma cidade humanizada e mais sustentável. Ou seja, requalificar uma cidade de modo a investir em processos ecológicos (Quadro 4.5), fortalecendo a criação de um ambiente bioclimático com *design* urbano ecológico, relacionando as pessoas à natureza.

Quadro 4.5 - Processos ecológicos que fortalecem um ambiente bioclimático

a. Transformação da drenagem das águas alterando os canais artificiais rígidos de pedra ou concreto, por vegetação nas margens de canais “naturais”, em locais ainda possível;
b. Incentivo ao cultivo alimentar - agricultura urbana em terrenos baldios, canteiros, margens da estrada de ferro, jardins, janelas e sacadas;
c. Drenagem de águas pluviais - aumento da capacidade das águas com emprego de pavimentação permeável e estacionamentos com pisos permeáveis;
d. Plantações naturais intensas e captação de águas através de canais de infiltração;
e. Lagoas de contenção, telhados jardim, jardim vertical, fachadas verdes;
f. Estruturas multifuncionais ligadas à arborização e à água, com passeios, ciclismo e desestímulo ao uso do automóvel.

Fonte: da autora, baseado em: Mollison & Slay (1994); Franco (2000); Newman & Jennings (2006); Herzog (2013).

Mas, Newman e Batlley (2013) só reconhecem uma cidade biofílica naquela em que os residentes estão direta e ativamente envolvidos em aprender, desfrutar e cuidar da natureza e desenvolvem conexões emocionais importantes com esta natureza. A condição de cidade verde é necessária, mas não suficiente, pois o *philos* é tão importante quanto o *bio*.

Literalmente, biofilia significa “amor pelos sistemas vivos”. Isso é o que afirma Edward Osborn Wilson, ecologista social, de Harvard, em *Biophilia* (1984), quando sustenta a hipótese de que os cérebros antigos carregam a necessidade dos seres humanos se conectarem à Natureza. Cria, então, a hipótese da biofilia e populariza o termo (NEWMAN, 2014). Ressalta que o ser humano apresenta necessidades profundas de contato com a natureza.

Isso ocorre em razão da dependência e da necessidade biológica, que a composição genética humana, segundo Odum (2004), se estruturou em função de convivência com ambientes naturais e não em espaços construídos. Essa conexão com a natureza é a compreensão da dependência desta, como uma condição primária e fundamental da espécie humana. Isto expõe a necessidade para serem felizes e saudáveis, em contato com a natureza, afirmando que ambos coevoluem, nessa relação, ser humano e Natureza.

Cada vez mais as cidades estão implementando uma série de programas e iniciativas políticas com elementos do urbanismo biofílico, em diferentes escalas, como parques, árvores, rios e habitats ribeirinhos, jardins comunitários, instalação de paredes verdes, jardins verticais e telhados jardins, vinculados à redução da fadiga mental, ao bom humor, criatividade, aumento dos níveis de saúde física e mental, redução do estresse, entre outros benefícios. Essa necessidade inata do ser humano ter contato com a natureza está ligada à busca de uma vida produtiva, feliz e plena com muita luz natural, ar fresco e vegetação no ambiente de trabalho e habitação ou nos espaços públicos, que suscitam felicidade e saúde, ampliam a positividade e a criatividade. Muitas cidades norte-americanas oferecem extensos incentivos e subsídios para instalação de recursos verdes e em outras são obrigatórios (NEWMAN; BATLLEY, 2013).

Os autores citam exemplos de cidades com prática da biofilia:

- Seattle (WA), estabelece o padrão de fator verde, exigindo o mínimo de elementos para certos tipos de novos empreendimentos;
- Chicago (IL), Baltimore (MD) e Montreal (QC) - Canadá o incentivo é para o “esverdeamento” de becos e outros espaços cinzentos da cidade;
- Nova Iorque (NY), Los Angeles (CA) e Houston (TX) plantaram um milhão de árvores e são cidades que praticam agricultura urbana.

As cidades americanas citadas trabalham com o programa LID - desenvolvimento de baixo impacto sensível às águas e Montreal, considerada uma das cidades mais verdes do mundo, cresce sob as ordens de um planejamento ecossistêmico, desde final da década de 1990.

Outras cidades consideradas biofílicas e suas estratégias:

- Nagoya, Japão, 10% do solo protegido como reserva natural, está localizado nos limites urbanos;
- Phoenix (AZ), EUA, compra 17.000 hectares de deserto a fim de evitar os efeitos negativos da expansão urbana da cidade e designa esta área como um lugar para a conservação da natureza;
- Vitória - Gasteiz, no País Basco, está cercada por cinturão verde para limitar o crescimento da cidade e proteger o pantanal Salburua, com projeto de interligá-lo ao centro da cidade através de corredor verde;
- Portland (OR), Figura 4.11, uma das dez cidades mais ecológicas do mundo, a cidade mais verde dos EEUU e a segunda do mundo, investe mais que 5% do seu orçamento à biodiversidade, à infraestrutura “verde” e social e conta com os parques urbanos com maior superfície per capita dos Estados Unidos; particularmente conhecida pela gestão

sustentável das águas de chuva e telhados verdes (BRITTO, 2013; SANGUINETTO, 2015).

- Birmingham, Reino Unido - prestigiada cidade do Reino Unido e segunda mais populosa (Figura 4.12), quer tornar-se a primeira cidade biofílica do país para cuidar da saúde dos habitantes e na prevenção contra as mudanças climáticas, colocando a natureza no centro do PU. Tem muitas praças, ambientes para pedestres, canais restaurados para caminhadas e trilhas (SANGUINETTO, 2015).

Figura 4.11 Jardim de chuva em Portland, US; figura 4.12 - Parede verde em Birmingham, Inglaterra



Fonte: Sanguinetto (2015)

Talvez Singapura não seja o melhor exemplo democrático de cidade pelo controle da vida privada e supressão de liberdades individuais, principalmente, depois da independência britânica, em meados do século passado. Muito embora, surpreenda o mundo pela educação polida e o alto estágio de desenvolvimento capitalista. E o mais importante para esta tese, motivo pelo qual é tomada como exemplo, resistiu à síndrome asiática das torres gigantes e se rendeu ao compromisso com o urbanismo biofílico em cuja abordagem lidera.

A cidade-estado insular, situada ao sul da Malásia, quer plantar 250.000 (duzentos e cinquenta mil) árvores, até 2030, entusiasmando residentes, trabalhadores e estudantes a contribuir com a jardinagem em suas comunidades (Figura 4.13). O North Eastern Riverine Loop liga quatro parques e atravessa o coração de Buangkok, Sengkang e Punggol (GUIA, 2020). O PCN - Park Connector de Singapura otimiza o uso de terrenos subutilizados, como reservas de drenagem de águas superficiais, transformando-os em corredores verdes, de ligação para pedestres e ciclistas, e para recreação. Um exemplo desses conectores é o *West Loop Connector Park*, que conecta oito parques menores (NEWMAN, 2014).

Uma característica especial da cidade-estado é que além da arquitetura paisagística e do planejamento de parques e reservas, os edifícios, estradas e concreto são todos locais potenciais para o paisagismo, assim como as fachadas dos edifícios e os espaços entre estes. As hortas comunitárias estão se movendo para os telhados dos prédios, mostrando que a próxima

grande fase do urbanismo biofílico em Singapura será nas fachadas dos edifícios: telhados verdes, paredes verdes e varandas verdes. O Streetscape Greenery Master Plan (SGMP) cria a espinha dorsal da 'cidade em um jardim', cuja visão é uma copa de árvore contínua, acima de todas as estradas principais Figura 4.14 (NEWMAN, 2014).

Figura 4.13 - Mais natureza e conexão em Singapura; figura 4.14- Singapura “uma cidade em um jardim”



Fonte: <https://www.straitstimes.com/singapore/environment/250000-trees-and-shrubs-to-be-planted-in-nparks-10-year-forest-restoration>. Acesso em 16 de dezembro 2019; e Peter Newman.

O *Public Utilities Board* (PUB) - Conselho de Utilidade Pública, cuida das águas pluviais e agora estão se tornando biofílicos ao integrar corpos d'água e canais a parques e espaços verdes. O plano mestre ABC (*Active, Beautiful, Clean*) visa permitir o tratamento da água assim que esta tocar o solo, permitindo que as bacias hidrográficas, cursos d'água, pântanos e valas biológicas de Singapura tenham água de boa qualidade, sejam esteticamente bonitos, atraiam pessoas e valorizem a comunidade. Além de ser uma importante característica biofílica esse tratamento para os fluxos de águas pluviais também melhoram a biodiversidade. Singapura está demolindo os canais de concreto usando o concreto espalhado como parte do paisagismo e árvores são replantadas para filtrar a água da chuva e reduzir naturalmente o fluxo de água. Os cursos d'água naturalizados fornecem um playground aquático para as famílias (NEWMAN, 2014), (SANGUINETTO, 2015), mostrando que este é um projeto urbano sensível à água.

Um processo de transformação do meio ambiente ao longo do tempo, o *Clear Paddock Creek*, de Sydney, Austrália (Figura 75). melhora consideravelmente o efeito de ilha de calor, fornece resfriamento para edificações individuais, ajuda na reciclagem de água e melhora a qualidade do ar, além de possibilitar habitats para alimentar a biodiversidade urbana e ainda possibilita conexões em espaço aberto para a vida selvagem e humana. Este exemplo australiano, de riacho urbano recuperado, forma um corredor importante de conexão da vida dos pássaros com a cidade como um veículo que possibilita trazer de volta espécies aquáticas, fauna e flora.

No projeto paisagístico de restauração ecológica de um corredor de espaço aberto, de grande escala, com seção de 750 m, de leito e margens do riacho do *Clear Paddock Creek*, Sidney, Austrália (Figura 4.15) o objetivo foi harmonizar a vida urbana com um ambiente mais sustentável. Ambos, riacho e planície de inundação urbana agora formam a base de um parque local revitalizado que demonstra os princípios de gestão total. O contexto cultural da restauração, dessa infraestrutura verde, envolveu a comunidade local, através da escolha da obra de arte temporária *The Memory Line*, a qual demarcou o caminho da linha sinuosa do riacho original (AU.GANSW, 2017). Ganhou Prêmio Nacional de excelência, em Arquitetura Paisagística, 1999.

Este exemplo sensível à água e à cultura local, torna-se paisagisticamente lindo e conectado com os ecossistemas, e por isso mesmo, sustentável, biofílico e resiliente. São exemplos que o mundo deve conhecer e replicar.

Figura 4.15 - Antes e após restauração do *Clear Paddock Creek*, Sidney, Austrália.



Fonte: Ian Hobbs

A primeira figura mostra a estrutura cinza do canal de concreto, depois, a estrutura transformada e reabilitada, de modo a valorizar o ecossistema aquático, fauna e flora e na terceira parte da figura, a valorização da cultura local. A utilização de técnica sensível à água, desta forma, renaturalizando o canal, como se observa na Figura 4.15, mesmo em espaço urbanizado, possibilita a reconstrução dos ecossistemas.

Conforme a etimologia da palavra biofilia - *bio* é a presença da natureza e *philos* - filia - filosofia é o envolvimento dos moradores em aprender, apreciar e cuidar da natureza ao seu redor, se envolver na restauração e cuidado e desenvolver importantes conexões emocionais com essa natureza, contemplando o as flores, os pássaros e a paisagem, sentindo aromas, se interconectando. Assim, uma cidade biofílica, além da presença marcante da vegetação, os habitantes necessitam estabelecer um aprendizado com a natureza para intensificar a tendência biofílica, devem se envolver direta e ativamente na experiência da natureza, em aprender, apreciar e cuidar com respeito e amor à natureza (NEWMAN; BATLLEY, 2013).

Muitos estudiosos do planejamento sustentável como Farr (2013) e do planejamento baseado em ecossistemas como Newman e Jennings (2008) têm no tema da

biofilia o fundamento para reaproximar o habitante da natureza, para identificá-lo com os ciclos naturais e as relações com outros seres, compreender e valorizar os SES necessários à sua própria sobrevivência. Uma vez que as cidades tradicionais substituíram os sistemas naturais pelos ambientes construídos, pouco arborizados e mal iluminados naturalmente, onde o habitante tem pouco, ou nenhum, contato com a natureza.

Construir cidades baseadas nos ecossistemas naturais, ou imitando a natureza, entendida como mimetismo (CAPRA, 2006a) ou biomimetismo, difere do *Biophilic Design* - Desenho Biofílico. Esse, qualifica experiências da natureza e reforça a conexão entre seres humano e natureza, concede um papel importante à educação, à compreensão, à restauração e à conservação da natureza com objetivo de melhorar a saúde e o bem-estar dos habitantes (BROWNING; RYAN; CLANCY, 2014).

Pode-se argumentar que a pesquisa está apenas corroborando a redescoberta do óbvio. Porque o *design* biofílico é intuitivo, para as pessoas, como um organismo biológico. Este respeita os sistemas mente-corpo como indicadores de saúde e bem-estar no contexto do que é localmente apropriado e responsivo para criar espaços que são inspiradores, restauradores e saudáveis, bem como integrativos com a funcionalidade do lugar e do ecossistema urbano ao qual se aplica.

Principalmente com tantos problemas das cidades densamente urbanizadas, unido à mudança climática, torna necessário (re) conectar as pessoas a uma experiência da natureza. O *design* biofílico não é um luxo, é uma necessidade para a saúde e bem-estar dos habitantes das cidades.

Acima de tudo, o *design* biofílico deve nutrir o amor pelo lugar. A revista *Terrapin Bright Green* apresenta catorze padrões de *design* biofílico que articulam as relações entre a natureza, a biologia humana e o *design* do ambiente construído para expor os benefícios humanos da biofilia nas aplicações de *design* (BROWNING; RYAN; CLANCY, 2014).

Dentre os 14 padrões, apontam-se os dois mais diretamente ligados a esta pesquisa, no Quadro 4.6, abaixo:

Quadro 4.6 - Dois padrões do *design* biofílico ligados à pesquisa

1. Padrão presença de água em um espaço: é uma condição que aprimora a experiência de um lugar por meio de ver, ouvir ou tocar a água; denota respostas emocionais positivas como redução do estresse, aumento da sensação de tranquilidade e diminuição da frequência cardíaca e pressão arterial; concentração aprimorada e restauração da memória induzida por estímulos visuais complexos e naturalmente flutuantes;
2. Padrão conexão com sistemas naturais: é a consciência dos processos naturais de um ecossistema saudável. Evoca a relação com um todo maior, alertando para a sazonalidade e os ciclos da vida e aumenta as respostas positivas para saúde, pela experiência relaxante, nostálgica e profundamente emocional.

Fonte: da autora, baseado em Browning *et al* (2014).

A estratégia para trabalhar com esses padrões pode ser tão simples quanto identificar o conteúdo-chave em vista da natureza. Por exemplo, observar árvores ou flores, ou uma integração mais complexa de sistemas, tornando evidente a relação entre o comportamento dos ocupantes do edifício e a capacidade da infraestrutura de água da chuva em jardins de chuva, biovaletas ou bueiros durante eventos de chuva, os quais desencadeiam uma consciência mais profunda de um ecossistema em funcionamento; ou intervenções de *design* de risco de nível inferior como molhar os pés, podem ser uma estratégia mais apropriada para alguns ambientes ou um caminho de pedra através da água. O design biofílico incorpora, além dos sistemas ecológicos que compõem a água e a vegetação como citado, outros elementos naturais como pedras, madeira e luz natural (BROWNING; RYAN; CLANCY, 2014).

Exemplo de intervenção em *design* que afeta multi sensações no pisar na areia, na água e em pisos com diversas texturas e níveis é o Parque de *los Pies Descalzos* de Medellin.

Figura 4.16 - Parque de *los Pies Descalzos*, Medellin - diferentes sensações no pisar



Fonte: colombiapasajes.com; <http://esculturasymonumentos.com/c-colombia/parque-de-los-pies-descalzos/>
<http://gardensofmylife.blogspot.com/2011/10/los-pies-descalzos-medellin.html>

Várias zonas com as diversas sensações (Figura 4.16): de água, de areia, de ar e um piso irregular que afetam os sentidos. Os arquitetos, de escritórios responsáveis pela obra, Bedout e Vélez (2013) desenham um espaço aberto, no centro da cidade movimentada, de uso público, recreativo e cultural com atividades sensoriais para o usuário perceber texturas, temperaturas e cores que estimulam o sentido. A trilha, irregularmente projetada, entre densa folhagem do bambuzal, está disposta como passarelas de pedestres.

Os indicadores para uma cidade ser considerada biofílica, portanto, é a presença abundante de elementos da natureza e a valorização e preocupação dos moradores com esses elementos, de maneira a viverem mais tempo fora de casa pela forte conexão e experiência com a natureza em caminhadas, ciclismo, observação de pássaros, observação do céu, jardinagem, que por sua vez aumenta o vínculo social e a resiliência da comunidade. O exemplo do urbanismo biofílico de Singapura ilustra a possibilidade de cidades densas serem capazes de regenerar sistemas naturais e criar sistemas urbanos muito mais naturais. Assim, uma cidade biofílica como Singapura, é a que coloca como requisito principal nos seus planos de desenvolvimento, os elementos da natureza e a relação das pessoas com estes.

Quadro 4.7 - Indicadores de uma cidade biofílica

Condições biofílicas e infraestrutura
* Percentual da população distante a poucos metros de um parque ou área verde; * Percentagem da área do terreno da cidade coberta por vegetação; * Quantidade de elementos com design verdes - telhados verdes, paredes verdes, jardins de chuva, swales; * Extensão de imagens naturais, paisagem urbana e pontos de perspectiva na cidade; * Quantidade de espécies de flora e fauna, encontrados dentro da cidade.
Comportamentos biofílicos, padrões, práticas, estilos de vida
*Custo médio do dia passado fora; *Taxas de visita para parques da cidade; *Percentual de viagens feitas a pé; *Quantidade de associação e participação em clubes e organizações locais.
Atitudes e conhecimentos biofílicos
* Percentual de moradores que expressam cuidado e preocupação com a natureza; * Percentual de residentes que podem identificar espécies comuns de flora e fauna; * Instituições e Governança Biofílicas; * Prioridade dada à conservação da natureza pelo governo local; * Percentual do orçamento municipal dedicado a programas biofílicos; * Existência de regulamentos de design e planejamento que promovem condições biofílicas como requisito verde obrigatório - telhado, diretrizes de projeto de construção amigável para pássaros; * Presença e importância de instituições, desde aquários a museus de história natural, que promovem a educação e consciência da natureza; * Número e extensão de programas educacionais em escolas locais, voltados para o ensino da natureza; * Número e tipo de organizações e clubes da natureza - desde advocacia até grupos sociais.

Fonte: da autora, adaptado de Beatley, 2010 em (NEWMAN e BATLLEY, 2013).

Assim, uma cidade biofílica como Singapura, é a que coloca como requisito principal nos seus planos de desenvolvimento, os elementos da natureza. O Quadro 4.7 mostra indicadores que podem tanto incentivar a biofilia numa cidade que objetive a sustentabilidade e a resiliência, quanto acompanhar a sua evolução.

Além da relação que existe entre cidade biofílica, sustentabilidade e resiliência urbana, o movimento de tornar a cidade mais verde, mais natural, mais biofílica, ajudará a torná-la mais resiliente, capaz de um viver em estado de equilíbrio social, econômico e infraestrutural.

O *design* biofílico serve para alcançar a resiliência urbana ecológica, econômica e socialmente, no longo prazo. As vias para alcançar, diretamente, a resiliência urbana são a construção de infraestrutura verde para restaurar áreas úmidas ou vegetar espaços com a intenção de reduzir as temperaturas no verão e a criação de parques para recuperar e produzir água, amortecer as cheias e reduzir inundações. Vias indiretas são o estímulo ou aumento de benefícios e de comportamentos indutores de saúde, diminuição de estresses e resiliência individual como caminhar, andar de bicicleta, descansar sob as árvores, sentir o perfume das flores, apreciar a paisagem e observar os pássaros e outros animais e se engajar coletivamente. Observar pássaros e animais selvagens pode reduzir o estresse, diminuir os batimentos cardíacos e ajuda a acalmar (NEWMAN; BATLLEY, 2013).

Marc Berman, diretor do Laboratório de Neurociência Ambiental da UChicago e um dos principais especialistas em como os fatores ambientais podem afetar o cérebro e o comportamento humanos, enfatiza como as interações com a natureza podem afetar o desempenho cognitivo e que a crise da Covid-19, em curso, apenas ressalta os benefícios psicológicos da natureza, sendo assim, urge a necessidade de infraestrutura urbana e políticas públicas que maximizem esses benefícios. Um estudo conduzido em 2015, pelo autor, descobriu que ter mais 10 árvores em um quarteirão, aumenta a saúde dos residentes próximos (WANG, 2020).

A OMS Organização Mundial de Saúde comprova os benefícios das áreas verdes para os habitantes e para as cidades. Para as pessoas, melhorias do sistema imunológico, redução de obesidade, relaxamento, exposição à luz solar e sono melhorado, melhoria da saúde mental e da função cognitiva, redução da morbidade cardiovascular, redução de diabetes tipo 2, benefícios durante a gravidez e redução da mortalidade. Benefícios para a cidade que refletem no habitante: amortecimento de ruídos antropogênicos e audição de sons naturais; redução da poluição do ar e do efeito de ilha de calor, além do comportamento pro-ambiental aprimorado (WHO, 2016).

Dessa forma, as cidades, pós pandemia da Covid-19, deverão ter consciência da necessidade de espaços públicos abertos, vegetados e saudáveis, tendo, por conseguinte, interesse no urbanismo biofílico propício a apoiar a saúde pública e os habitantes quanto a se preservarem, através da interação com a natureza, em ambientes saudáveis ao ar livre, suficientes para o número de habitantes, que possibilitem o distanciamento social. Outrossim, percebeu-se que durante a pandemia as pessoas sentem necessidade de “fugir” para espaços abertos, próximo à natureza, em serras e praias, para desentediá-las e melhorar a saúde mental e emocional. A infraestrutura verde, que faz parte de uma cidade biofílica, com sua mobilidade leve, de passarelas de pedestres, trilhas e ciclovias, ameniza a lotação de transportes coletivos e propicia o distanciamento social, exigência da OMS (2020), podendo ser ferramenta valiosa, contra o contágio.

Os elementos naturais de uma cidade a caracterizam na sua singularidade, como paisagens urbanas ou naturais, topografia, clima, dos quais o PU pode se utilizar para fazer conexões emocionais e valorizá-los. Isso, poderá resultar em uma série de outras ações, atitudes e comportamentos que aumentem a resiliência.

Essa deferência e valorização dos bens naturais promoverão laços emocionais e compromissos com o local. Outros ingredientes básicos de admiração e fascínio nas cidades são as maneiras diretas de criar ambientes saudáveis como plantar árvores, instalar telhados e

paredes jardim, pavimentação permeável, para sombreamento e resfriamento por meio da evapotranspiração para melhorar as temperaturas urbanas, amenizar a poluição, coletar as águas pluviais e reduzir o problema de transbordamento de rios (NEWMAN; BATLLEY, 2013).

Num ecossistema urbano sustentável, as culturas tradicionais fomentam a ética e as práticas conectivas com a natureza e com o outro. Ao reconhecer e salvaguardar as tradições e a arte, reconhecer e resgatar centros históricos e outros patrimônios culturais e suas representações nas suas localidades, estará exaltando os primórdios da história; dando voz a todas as pessoas, poderá considerar mais espaços abertos; recuperando todos os ecossistemas aquático, flora e fauna, poderão surgir novas paisagens que oferecerão mais vigor aos SES e às pessoas e prazer aos habitantes (OLIVEIRA; MILIOLI, 2014).

O senso de comunidade e preservação da cultura está latente no urbanismo sustentável, que se baseia no “esverdeamento” da cidade como paisagismo, supõe suficientes espaços livres, maiores densidades, vias caminháveis e de ciclismo e o transporte público (FARR, 2013).

Diferente do urbanismo biofílico que incorpora além da parte *bio* com características do mundo natural - vegetação, água e outros elementos naturais ao espaço urbano e a comunidade, como também, visa todos os requisitos do urbanismo sustentável que é a parte *philos*, incluído o cuidado com a natureza e a reaproximação das pessoas e uso intensivo dos elementos naturais (NEWMAN, 2014).

O urbanismo biofílico é recente nas cidades do mundo, mas muitas cidades norte-americanas oferecem extensos incentivos e subsídios para instalação de recursos verdes e em outras são obrigatórios (NEWMAN; BATLLEY, 2013). Os elementos do urbanismo biofílico aparecem nas condições naturais, da infraestrutura verde/azul, de vegetação e água e na paisagem natural preservadas dos grandes ambientes urbanos em diferentes escalas como parques, árvores, rios e habitats ribeirinhos, jardins comunitários, instalação de paredes verdes, jardins verticais e telhados jardins. Oferece maior urbanidade e prazer aos usuários e sustentabilidade e resiliência para a cidade. Esse urbanismo é reconhecido por Newman e Batlley (2013) apenas naquela cidade onde o PU envolve direta e ativamente os habitantes que aprendem, desfrutam e cuidam da natureza e ambos coevoluem, nessa relação.

Singapura é o melhor exemplo de urbanismo biofílico, de como criar novos ecossistemas urbanos nunca antes considerados possíveis usando as estruturas existentes como conectores de parque e os terraços dos edifícios demonstrando como o desenvolvimento dessas áreas verdes e edifícios verdes estão sendo regeneradores dos sistemas naturais da cidade e criando um ecossistema urbano semelhante à estrutura original, mas com melhores resultados

de biodiversidade. A rapidez com que Singapura aumentou a biodiversidade é uma homenagem ao seu compromisso com a inovação no PU (NEWMAN, 2014). Então, qualquer cidade que deseja contribuir para a biodiversidade e criar um ecossistema urbano mais saudável e completo, pode fazê-lo.

A Universidade de Virgínia promove o Projeto de Cidades Biofílicas através da *Biophilic Cities Network* - Rede de cidades biofílicas, formando parceria entre cidades que querem planejar ou já planejam os elementos da natureza se desenvolvendo naturalmente na vida cotidiana do cidadão, através de intercâmbio de melhores práticas e políticas. Esta rede tem o jornal - *Biophilic Cities Journal*, que incentiva a importância crítica e o valor do urbanismo biofílico através da indicação de filmes, artigos, eventos e webinars. A rede permite intercâmbio de alunos que queiram aprender e vivenciar ideias e projetos em andamento nas cidades parceiras (RCB, 2020).

A Rede de Cidades Biofílicas mostra que, com a Covid19, muitas cidades americanas e canadense tornaram-se um pouco mais biofílicas, intensificando seus recursos naturais ou adaptando-se para a nova situação de pandemia:

- Pittsburgh, Pensilvânia que há duas décadas faz agricultura urbana passa a alcançar novas comunidades;
- São Francisco, Califórnia - conecta os residentes aos muitos parques da cidade, para desfrutarem da vida ao ar livre em sua vizinhança; flexibiliza espaços públicos facilitando a micromobilidade intraurbana com programa de espaços compartilhados e aumento de espaços de calçadas e outros espaços de ruas disponíveis para negócios, durante a pandemia do coronavírus, com licenças gratuitas;
- Austin, Texas - está avançando com duas respostas à pandemia. A primeira é criar novos treinamentos e empregos na criação e manutenção de trilhas, plantio e cuidado de árvores, restauração de habitats nativos e manejo de espécies invasoras. A segunda é a iniciativa de ruas lentas intitulada “Ruas Saudáveis” que facilitará caminhadas seguras e socialmente distantes, ciclismo e outros exercícios ao ar livre e transporte ativo nas ruas dos bairros; convida, ainda, os residentes a compartilhar suas histórias para se conectar, unir, apoiar e manter uns aos outros seguros;
- Edmonton, Canadá - cria dois projetos para jardinagem e alimentos frescos e saudáveis, além disso, expande o número de hortas comunitárias e converte cinco acres de terra em uma horta intitulada *City Farms* para fornecer produtos locais (RCB, 2020).

O urbanismo biofílico ou uma cidade biofílica, contribui para as baixas emissões de CO₂ e baixa pegada de carbono, preparando-se para a transição frente à mudança climática.

O PNUD inclui as taxas de emissões de CO₂, que causam o efeito estufa e as pegadas de carbono ao IDH através do Relatório de Desenvolvimento Humano 2020 com o título “A Próxima Fronteira: Desenvolvimento Humano e o Antropoceno”. O relatório adverte que países mais pobres poderiam experimentar até mais 100 dias de clima extremo devido às mudanças climáticas mostrando que é o momento de todos os países redesenharem caminhos para o progresso. O PNUD reconhece, também, que a Covid-19 pressiona o IDH, e diz que essa pandemia não será a última crise, a não ser que haja uma transformação contra a mudança climática (NU, 2020).

Achim Steiner, chefe do PNUD, confirma a responsabilidade dos seres humanos sobre o planeta, diante de desafios como esta pandemia, as temperaturas recordes e a espiral de desigualdades focando na urgência que há para redefinir o que se entende por progresso, onde as pegadas de carbono e o consumo não estão mais ocultos, uma vez que o alto “desenvolvimento”⁴⁰ coloca imensa pressão sobre o planeta (NU, 2020).

É hora de todas as cidades redesenharem os caminhos para a vida urbana de qualidade. O urbanismo biofílico é exemplo de regeneração emocional, ecológica, social, econômica e paisagística. São muitos os benefícios que podem trazer uma cidade biofílica, além de aumentar a resiliência e a sustentabilidade e a proteção contra as tempestades e transbordamentos.

Uma cidade biofílica regenera seus ecossistemas e assim está cumprindo uma série de funções como a melhoria da qualidade do ar, a segurança alimentar e até produção de medicamentos, a conservação e aumento da qualidade e quantidade de água, o equilíbrio climático através do sombreamento e resfriamento dos espaços urbanos, diminuindo as ilhas de calor; contribui com a produção de áreas verdes para lazer, educação, cultura, ecoturismo e reflexão espiritual; valoriza as propriedades urbanas, possibilita “práticas conectivas que alimentam e sustentam a vida” ou seja, possibilita vínculos sociais e reconexão com a natureza e melhora a segurança social.

Muito embora não se encontre, ainda, uma definição do conceito de cidade biofílica, conforme os autores e exemplos citados, esta cidade tem o compromisso com a cultura e a natureza, com a participação regular dos habitantes nas diversas atividades, com os laços emocionais e o cuidado com o local que trazem benefícios emocionais e fisiológicos positivos

⁴⁰ Destaque da autora.

para os habitantes. Esta cidade que reafirma o respeito à natureza e à cultura pode-se dizer biofílica. O cuidado e a inter-relação com a natureza, responde ao porquê se preservando os elementos naturais e culturais e criando outros, pratica-se um crescimento sustentável.

Além da singularidade natural e cultural unida à educação para conhecer e respeitar a natureza serem qualidades que a consolidem em cidade biofílica, essa cidade aumenta a biodiversidade e melhora os fluxos das águas urbanas. Exemplo específicos de avanços no desenvolvimento baseado em ecossistemas, a cidade esponja, nasceu na China e é exemplo de excelência em recuperar ecossistemas e preservá-los. A “cidade esponja” como a cidade biofílica é a transição entre a cidade que impacta e a transformação contra a mudança climática.

4.4.1 “Cidade esponja”

É da China que a literatura e a mídia trazem, desde 2013, notícias sobre a “cidade esponja”. Como o nome declara ela absorve quase cada gota de chuva e a armazena no subsolo ou a reutiliza em vez de canalizá-la, como nós, brasileiros e criciumenses, ainda fazemos.

Viu-se no item 2.4 que o IPCC e estudiosos do clima alertam para mitigar impactos ou as cidades estarão em condições catastróficas. Para melhorar as condições, só com transformações radicais! Precisa-se, primeiro, perceber as áreas ecologicamente inóspitas e perceber a necessidade de mudança para transformar os espaços públicos com outros métodos, como a “cidade esponja”, com *design* ecológico, que respeite os elementos da natureza para que o cidadão se conecte com seu contexto, como os exemplos apresentados a seguir.

Na China há dezesseis Cidades-Esponja pilotos espalhados pelo país que visam reaproveitar 70% da água da chuva permeando-a através do solo, para reter, armazenar e purificá-la e restaurar zonas úmidas adjacentes (AZOULAY; HOUNGBO, 2018).

- *Qunli Stormwater Park*, periferia oriental de Haerbin, norte da China, era um *habitat* de pântano, de 34 hectares, bem no meio do novo distrito urbano de Qunli New Town, construído para trezentas mil pessoas. A área úmida de proteção regional estava ameaçada, cercada por estradas e desenvolvimento denso. O grupo Turenscape⁴¹ foi convidado, em 2009, a transformar o pântano em parque. O resultado foi coletar, limpar e armazenar as águas pluviais, infiltrá-las no aquífero, proteger e recuperar os

⁴¹ O grupo Turenscape executa projetos ecologicamente poderosos e lidera o caminho do design ecológico. A união de duas palavras chinesas “Tu” - “terra” e “Ren” - “pessoas”, combinadas com a palavra inglesa “escapo” que indica a harmonia entre a terra e as pessoas mostra a filosofia da empresa multidisciplinar que impulsiona criatividade (BUCHANAN, 2016).

habitats nativos e transformar o pantanal moribundo em uma “esponja verde”. Revelou-se um espaço público de uso recreativo e vivência estética, além de fomentar o desenvolvimento urbano. O projeto do parque que recupera a grande área úmida em extinção de modo que o ecossistema de pântano urbano forneça vários ecossistemas para a cidade, ganhou prêmio de excelência (TURENSCAPE, 2014).

- Jardins flutuantes no *Yonging River Park*, (figura 80) Taizhou - remove o concreto que envolve o rio e fornece uma abordagem mais ecológica de controle de enchentes através das áreas úmidas ribeirinhas. Forma uma matriz “natural” restaurada e uma nova rede de caminhos “flutuantes” com vegetação luxuriante conforme Figura 4.17 (BUCHANAN, 2016).

Figura (a) 4.17 - Yonging River Park; Figuras (b e c) 4.18 - Red Ribbon Park



Fonte: shutterstock.com; turenscape.com

- O *Red Ribbon Park* (Figura 4.18) localizado às margens do rio Tanghe, na orla urbana oriental de Qinhuangdao, é o *design* urbano mais conhecido de Turenscape, de 2007. São 20ha de infraestrutura ecológica que integra gestão de águas pluviais, biodiversidade, preservação de *habitats* e espaços verdes públicos. A “fita vermelha” é o único elemento, curvilíneo que se estende por 500m contra um fundo de vegetação natural e as águas do rio renaturalizado. Liga a diversificada vegetação com quatro jardins de flores. Combina assentos, iluminação, passarela e travessias para pequenos animais. Tem placas de interpretação ambiental, pontos focais visuais e espaço para reuniões sociais e aulas (ASLA, 2007; TURENSCAPE, 2009; BUCHANAN, 2014). Recebeu o prêmio ASLA - American Society Landscape Architects⁴², em 2007.

⁴² Fundação que premia os melhores projetos do planeta, de arquitetura da paisagem.

4.4.2 Córrego da Reserva La Rosa, à luz do dia, em Auckland. Nova Zelândia

Colocar o riacho La Rosa à luz do dia (Figura 4.19), ou seja, buscá-lo da canalização, sob a terra, e se utilizar de técnicas do *design* urbano sensível à água, deu possibilidades ecossistêmicas ao projeto da arquiteta Boffa Miskell pela redução de áreas impermeabilizadas e contemplação de novas paisagens e estética da natureza ressurgida.

Trabalho árduo que exigiu a retirada de 5.000 m³ cúbicos de argila natural e remoção de 180m de tubos subterrâneos para restaurar o ecossistema aquático, fauna e flora na Reserva La Rosa, em Auckland. Nova Zelândia. Com o objetivo de restaurar o fluxo natural do rio e reutilizar e incorporar a energia do local, o *design* urbano compôs com elementos naturais e reaproveitados e aproximou a comunidade de Auckland envolvida na recriação do espaço. A localização de cisternas de captação de águas da chuva definidos no projeto facilitou a irrigação dos pomares, plantados pela comunidade (MISKELL, 2015).

Figura 4.19 - *Design* sensível à água coloca riacho à luz do dia e recupera ecossistemas



Fonte: Boffa Miskell (2015)

O sucesso do projeto é calculado pelo asilo pacífico que a vida cotidiana agitada ganhou, pela restauração do ciclo de vida natural, antes perdido com os tubos subterrâneos, e pela educação ambiental proporcionada ao conhecimento em hidrologia e ecologia pela população e pelas escolas. Este sucesso responde ao tipo de *retrofit* que inter-relaciona o ambiente construído, o natural e as experiências participativas do usuário.

4.5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO 4

Essa pesquisa se inspira em esclarecer o significado de cidade sustentável e resiliente para equilibrar os fluxos urbanos das águas e alertar a sociedade sobre as ameaças à mudança climática, qualificando, assim, a vida urbana, onde vive mais de metade da população mundial e onde viverá 68% da população mundial, até 2050 (ONU, 2018).

Alcançando um dos objetivos específicos de identificar metodologias de PU baseado em ecossistemas que integram as pessoas e o ambiente para alcançar o equilíbrio com o ciclo das águas urbanas.

Neste capítulo, foram apresentados alguns avanços práticos e teóricos neste sentido. O planejamento integrado de Medellín e o planejamento ecossistêmico de treze cidades do Canadá, a contribuição teórica e prática do *design* permacultural e da cidade biofílica são baseados nos ecossistemas em cuja teoria sistêmica esta tese entende a cidade.

Apoiados nos princípios do urbanismo ecológico para cidades sustentáveis e resilientes, criando um ecossistema urbano semelhante à estrutura natural, estes métodos e técnicas apresentam os melhores resultados de biodiversidade e equilíbrio quanto aos SES para a renaturalização dos fluxos das águas urbanas que podem ser tomados como exemplo em quaisquer circunstâncias e em quaisquer cidades.

Estes métodos estão apoiados em diversos teóricos do pensamento sistêmico (CAPRA, 2006b) e da cidade como um ecossistema (GIBSON *et al.*, 1997; PICKETT; CADENASSO; GROVE, 2003; NEWMAN; BATLLEY, 2013; NEWMAN; JENNINGS, 2014), na Permacultura (MOLLISON; SLAY, 1994), entre outros, de cujas diretrizes emergem a valorização do espaço público e envolvem os habitantes.

O capítulo mostra que os *habitats* urbanos podem ser surpreendentemente diversos com florestas, áreas arbustivas, rios e lagos cuja riqueza biodiversa pode gerar SES através do *design* urbano, que traça espaços de convivência, mobilidade e naturalização dos fluxos das águas urbanas e transforma significativamente a cidade para o bem-estar humano. Paisagens restauradas ou remanejadas, fragmentos de florestas, praças, laterais dos trilhos de trem, principalmente conectados entre eles, tornam-se refúgios, animal e humano, em qualquer cidade.

Do lado oposto, a redução da biodiversidade leva ao declínio de espécies, à degradação de ecossistemas, à limitação da quantidade e qualidade de água, ao desencanto dos espaços públicos e à má qualidade de vida.

O Panorama da Biodiversidade nas Cidades (CBD, 2018) aponta a importância da biodiversidade e dos SES incorporados às cidades, que tem papel ativo no manejo dos recursos e controle de impactos na escala regional ou mesmo global, mas devem ser integrados e multiescalar, ou seja, devem ser incluídos o capital social e natural nas escalas local, regional,

nacional e global⁴³. Pois as ações implementadas em parceria cooperativa com municípios ou governos estaduais em escalas maiores ou consórcios há probabilidade de maior alcance. Dessa forma as relações complexas entre áreas urbanas e rurais estão vinculadas a análise da pegada ecológica, estudada no capítulo 2 desta tese.

Um PU eficaz deve considerar todas as interconexões entre o social e o ambiental, pois a responsabilidade das cidades é grande, ante o impacto da crescente urbanização. Isso deve ser motivo para implementar soluções que levem em conta as conexões profundas e impactos sobre o resto do planeta como aumentar a biodiversidade e implementar a abordagem ecossistêmica na paisagem urbana.

É coerente pensar que questão florestal, desmatamento e floresta Amazônica têm importância fundamental a nível nacional e global. Mas a responsabilidade de alcançar os ODS da Agenda 2030 com relação à garantia da segurança alimentar, do acesso à água potável e da transição para as mudanças climáticas, está ao alcance da cidade. Ação insuficiente para conter o declínio de espécies e a degradação de ecossistemas pode aumentar os riscos de novas pandemias, comprometer a disponibilidade de água e de alimentos e agravar os impactos das mudanças climáticas. Apoiada no estudo do capítulo, revelam-se ações relevantes para a cidade se preparar para a transição contra as mudanças climáticas, no Quadro 4.8. Este engloba os objetivos específicos 1.4.1.b de apresentar princípios complementares que existem entre a espacialidade urbana e o foco ecológico da cidade em conexão com a sustentabilidade e resiliência ecológica correlacionando o ciclo das águas, a biodiversidade, os espaços construídos e as pessoas:

Quadro 4.8 - Princípios para uma gestão eficiente e responsável

1. Integrar a água ao PU;
2. Criar espaços para aumento da biodiversidade como a infraestrutura verde;
3. Renaturalizar os fluxos urbanos da água;
4. Proporcionar sentido de pertencimento;
5. Criar ciclovias e vias exclusivas de pedestres;
6. Adaptar a cidade à mudança climática;
7. Propor políticas públicas baseadas nos 4Rs - reduzir, reusar, reciclar e repensar.

Fonte: da autora

⁴³ A quinta edição do Panorama da Biodiversidade Global (GBO-5, na sigla em inglês) confirma que nenhuma das 20 Metas de Aichi foram cumpridas totalmente. A secretária-executiva da CBD - Convenção sobre Diversidade Biológica, Elizabeth Maruma Mrema, diz que os países precisarão redobrar os esforços para trazer a biodiversidade para o centro da tomada de decisão e reconhecer que as pressões que ameaçam a natureza só podem ser aliviadas se a biodiversidade for explicitamente considerada nas políticas governamentais e em todos os setores econômicos. Elton Alisson, Agência FAPESP, 16/09/2020.

Para auxiliar gestores e técnicos a implementarem políticas públicas com abordagem nos SE, a Giz (2012) elaborou um método prático com estratégias para preparar uma cidade para a transição da mudança climática e para a sustentabilidade do desenvolvimento. Apresenta-se um esquema baseado nesse método para PU integrado.

As contribuições teóricas e práticas de autores e métodos que se utilizam da abordagem ecossistêmica, apresentados no capítulo 4, são subsídios para as técnicas que levam a uma cidade sensível à água, no próximo capítulo. O avanço demonstrado no PUI de Medellín - Colômbia, o *case* das treze cidades do Canadá, o método para o PU baseada em abordagem ecossistêmica, o *design* permacultural e a cidade biofílica são exemplos de abordagem ecossistêmica que levam à sustentabilidade e à resiliência para a transição à mudança climática.

As ações para adaptar a cidade à mudança climática estão nas técnicas baseadas em ecossistemas, investigado no próximo capítulo, relacionadas aos fluxos urbanos de água, através do *design* urbano, infraestrutura e saneamento ecológicos sensível à água. O *design* urbano pode contribuir para o aumento da biodiversidade e para os valores sociais e culturais e até econômico, uma vez que estes processos naturais alteram positivamente a paisagem da cidade, de forma que o ganho na estética do lugar valoriza economicamente o espaço construído.

5 TÉCNICAS PARA UMA CIDADE SENSÍVEL À ÁGUA

O crescimento das cidades sem considerar as condições naturais em relação aos métodos de atuação no espaço urbano, resultaram em impacto ao meio ambiente. A disciplina que ajuda a pensar sobre o fenômeno urbano é o planejamento e *design* urbanos.

A cidade é um objeto de consumo cultural para turistas e consumidores (LEFEBVRE, 1999), e como é impossível imaginar a reconstituição da cidade velha, o PU e *design* precisam juntar o passado, o presente e o possível (MOSTAFAVI, 2010).

A mudança pode ser alcançada, segundo As Três Ecologias de Guatari numa revolução política, social e cultural, reformulando objetivos de produção de bens materiais e os “componentes de subjetivação”, ou seja, pensamentos e atitudes, entre as responsabilidades individuais e ações para abraçar um “novo paradigma ético-estético”. Resultaria, segundo Mostafavi (2010) em uma forma de prática de *design* ecológico que não leva simplesmente em conta a fragilidade do ecossistema e os limites dos recursos, mas do próprio método de ensino e de atuação do PU.

O desenho urbano sensível à água que trate a drenagem urbana de maneira sustentável, impacta positivamente na rede de infraestrutura e no armazenamento da água. Como intensamente mencionado no capítulo 2, os espaços construídos criam superfícies impermeáveis que não existiam na bacia hidrográfica natural, onde rios canalizados e outros canais transportam as águas, gerando impactos pelo aumento do escoamento e a desnaturalização.

Para minimizar esses impactos uma das ações é permitir maior infiltração da precipitação, criando condições, o mais próximos possível, às condições naturais (TUCCI, 2006).

Nessa tese considera-se a necessidade de renaturalizar e criar novos ecossistemas para mitigar a redução da biodiversidade que compromete os SES e os fluxos da água. Problemas que devem ser examinados com a disposição que um desenvolvimento urbano sustentável exige, para consolidar suas necessidades múltiplas e diversas. Estudou-se no item 2.1.7 o ciclo da água e no item 3.2 a ecologia urbana para poder-se investigar a relação destes com o desenho urbano na perspectiva de promover o pensamento sistêmico complexo para as cidades.

Atingindo dessa forma, o objetivo específico de “compreender o ciclo das águas no meio urbano, visando a Ecologia Urbana como ponto de convergência das relações da água e da ocupação do solo”.

Viu-se que as ferramentas de integração sistêmica para perseguir um caminho sustentável estão disponibilizados nos princípios de sustentabilidade e nos princípios permaculturais, item 4.3, para conectar áreas do campo transdisciplinar e como sugere Mostafavi (2010) levar em conta o conhecimento disciplinar da arquitetura e urbanismo e o desenho urbano.

O metabolismo linear da cidade produzindo montes de lixo e o transporte de pessoas e mercadorias produzindo GEE faz com que aumente o interesse na produção de alimento mais perto ou dentro da cidade como propõe a permacultura. Exemplos, já citados de Havana, em Cuba e outras cidades transformam lotes urbanos baldios em paisagens urbanas produtivas, cultivando vegetais. Depois do declínio como cidade industrial, Detroit, USA ganha *status* na agricultura urbana, produzindo alimento orgânico ou como Auckland, Nova Zelândia que na restauração do riacho da Reserva La Rosa (item 4.4.2), transformou um espaço urbano em pomar público.

O espaço urbano construído será ecologicamente sustentável se incluir critérios que supram as necessidades de água, energia, alimentos, habitação e tratamento de resíduos para a população, associados às possibilidades de mobilidade entre morar, trabalhar, divertir-se e estudar, com métodos já existentes que possibilitem o equilíbrio dos ecossistemas.

Como estudado no item 4.4, uma cidade biofílica pode dar uma verdadeira contribuição para a saúde pública e, conseqüentemente, à saúde das cidades. Mostafavi (2010) coloca contribuições benéficas de como o urbanismo ecológico pode ser a evolução de uma nova estratégia urbana:

- a) Antecipar o problema antes que o caos se instale, sem esquecer o “ontem” e o “amanhã”;
- b) Bom senso para conhecer melhor a cidade e projetá-la com as três ecologias;
- c) Curadoria na escala urbana implica um ativo e envolvimento simultâneo com o *design* e com a gestão das várias ecologias - ambiental, social e política. O exemplo de Singapura, no item 4.4, mostra as novas paisagens aquáticas que combinam água, usos recreativos e programas ecológicos;
- d) Colaborar é um aspecto essencial do urbanismo ecológico, embora necessário é mais difícil trabalhar fora das estruturas profissionais e disciplinares;
- e) Produzir: a cidade não pode consumir mais do que produz! 85% da população brasileira mora em cidades e três quartos da energia do mundo é consumida pela cidade. Então a produção de energia e alimentos devem estar dentro ou cerca da cidade,

como propõe os princípios permaculturais e como Capra (2006b) alerta sobre a capacidade do ecossistema;

- f) Interagir com os organismos e o meio ambiente é um dos princípios da ecologia. É impossível entender uma cidade meramente por seu aspecto físico, ela precisa interagir com sua biorregião;
- g) A cidade deve estar estável em relação a sua paisagem para poder prover dos benefícios ecológicos da sua região de apoio, diz Berry (2000) *apud* (NEWMAN; JENNINGS, 2008). A relação campo/cidade deve ser bem trabalhada;
- h) Mobilidade é fundamental para pensar em cidades mais ecológicas; medir o equilíbrio ecológico entre ambiente e economia; tecnologia e o humano; o racional e o irracional; e superar os limites disciplinares; adaptar para manter a aptidão e a eficiência (ver Gestão adaptativa item 3.4.1);
- i) A incubação é um componente essencial. As ecologias urbanas precisam cuidados.

Os princípios permaculturais correlacionam os elementos da natureza de maneira a conectar a comunidade, o ecossistema e a paisagem, incluindo estudos do microclima, plantas, animais, solos, manejo da água paralelo à necessidade humana de forma a economizar trabalho e energia.

Viu-se no capítulo 2 que a agropecuária e a monocultura como práticas insustentáveis representam o maior gasto de água e que, principalmente, os países mais pobres carecem de saneamento básico. As técnicas de ecossaneamento que transformem resíduos metabolicamente são fundamentais para a gravidade que acompanha o ciclo da água tanto na área rural quanto no meio urbano.

Este capítulo expõe as abordagens ecossistêmicas de *design* urbano mais atuais, com enfoque especial nas águas pluviais, com o objetivo de inspirar alternativas sustentáveis no sentido de tratar os cursos de água, suas margens e os fluxos urbanos, para encontrar o equilíbrio dos ecossistemas urbanos.

5.1 CONTROLE DE ÁGUAS PLUVIAIS NO MEIO URBANO

Quando a ciência passa a reconhecer os sistemas naturais de drenagem para o controle qualiquantitativo de águas pluviais, em finais da década de 1990 (SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012) o desenho urbano baseado nos fluxos da água passa a ser uma ferramenta poderosa para o PU. São vários sistemas que avançam neste sentido como a abordagem americana LID, a australiana WSUD e mais recentemente das Soluções baseadas na Natureza, da UNESCO

(2018), entre outras que trabalham infraestruturas de drenagem vegetadas com elementos que têm objetivo de reter, filtrar, infiltrar, transportar e armazenar a água da chuva

O programa LID existe desde final do século passado como uma estratégia de PU integrado a práticas de tratamento natural das águas pluviais, com ênfase numa infraestrutura que respeita, aproveita e conserva os ecossistemas naturais, em pequena escala e configurações residenciais, comerciais e industriais e agrega valor à própria cidade (US EPA, 2020a). A utilização do LID é originária de Maryland, do *Department of Environmental Resources*, condado de Prince's George (SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012). Essas aplicações hoje, estão pelos países da Europa, e no Canadá, EEUU, Austrália, e, inclusive, no Brasil.

A Austrália introduz ciclo hidrológico na gestão total da água (UNESCO, 2008), através do programa WSUD. A atenção em gerenciar melhor e requalificar as águas pluvial, potável e residual é alcançada por uma série de medidas que podem ser aplicadas em uma ampla gama de escalas, integrando grandes áreas de espaço aberto público até edificações individuais, da arquitetura ao paisagismo.

Estas abordagens vêm de encontro à Agenda 2030 e enquadram-se, principalmente, nos ODS 6, 11 e 13, como mencionado nos itens 2.1.5 e 2.6.7, mas segundo o PNUD a água é o centro do desenvolvimento sustentável pois conecta outros oito ODSs, conforme o Quadro 8: item 2.1.10, da AGENDA 2030.

A Região Carbonífera SC, especialmente, precisa unir-se no entorno da água e adotar plenamente o ciclo das águas na sua gestão e PU com as abordagens sensíveis à água, não só para se precaver da ocorrência de inundações e alagamentos urbanos, mas para melhorar seus rios, riachos e nascentes e “criar” água através de infraestrutura eficiente e responsável.

A Agenda 2030 poderá tornar-se um retrocesso para a região, uma vez que os indicadores ficam muito altos para a região Sul por conta da localização do aquífero Guarani.

A realidade da região RH10 - Região Hidrográfica 10, onde se localiza a região Carbonífera é bem distinta da Região do Atlântico Sul onde se localiza o aquífero. Os índices locais são inimagináveis de péssimos, com 437% insuficiente qualitativamente e poderá chegar a 536%, em 2027, segundo a SDE (SC, 2017).

As cidades e países que têm compromisso com a sustentabilidade têm buscado novas técnicas e uma visão integrada do ciclo da água no ambiente urbano. O conceito de ciclo hidrológico urbano, estudado no item 2.1.7, confirma a conectividade e interdependência entre os recursos hídricos urbanos e as atividades humanas e, portanto, a necessidade de gestão integrada. Verifica-se, desta forma, o ponto de convergência entre uso do solo urbano e os fluxos de água, as pessoas, a economia e o meio ambiente.

Com a introdução do ciclo hidrológico e o desenho urbano sensível à água há possibilidades de compensações de forma a resolver o problema no local, diminuindo espaços impermeabilizados, concentrando as águas no local onde elas caem, controlando os volumes de água, frequência e duração do escoamento. Além disso, a ecologia urbana ajuda no aumento da biodiversidade contribuindo desta maneira com a melhoria do paisagismo urbano.

Para as cidades se prepararem com água em áreas de captação, para dispor de abastecimento, precisam aproveitar a variedade e diversidade de recursos hídricos fornecidos por uma rede integrada de infraestrutura em diferentes escalas - água subterrânea, fluvial e pluvial, residual reciclada e dessalinizada. Estabelecendo, assim um portfólio de fontes de água com o mínimo de custos ambientais, sociais e econômicos (TIMMERMANS *et al.*, 2017).

Viu-se nos itens 2.14 ciclo da água e 2.6.7.1 sobre o bioma Cerrado, como o ciclo hidrológico exerce papel fundamental no fluxo de volumes de água, no clima, e como a retirada da vegetação e a como a introdução de vegetação exótica e a modificação do solo provocam modificações nos processos hidrológicos e no desempenho climático da região. Assim é, na ocupação urbana, que além desses impactos, impermeabiliza o solo e várzeas, canaliza e retifica rios, desmata a vegetação ciliar, alterando o fluxo da água e seus processos desde infiltração até à recarga de subsolo. Estes impactos provocam as ilhas de calor e alterando o microclima. Por isso é fundamental a revegetação na área urbana e a renaturalização de rios para reduzir ou mitigar os efeitos da mudança climática.

Viu-se também que para a vegetação participar, efetivamente, dos processos do ciclo d'água e fazer a evapotranspiração deve ter no mínimo 0,12 m (de preferência, não à grama). A expansão urbana e a instalação de condomínios fechados, obrigam a maiores superfícies impermeabilizadas, concorrendo para enchentes, congestionamentos, poluição, maior consumo de energia e emissão de GEE.

O capítulo 2 mostra que no sistema de drenagem do processo tradicional não há evapotranspiração, a prioridade é retirar toda a água da cidade o mais rápido possível, por canais “cinzas” e jogá-la à jusante, transferindo o problema de um local para outro, com intervenções caras e que alteram cada vez mais o ambiente natural. Este modelo é do Urbanismo Higienista, século XIX, usado até hoje em muitas cidades brasileiras.

A malha viária contribui fortemente para o volume e carga de poluentes de origem difusa, em áreas residenciais, e nas áreas comerciais, os estacionamento e telhados são os que mais contribuem (PSAT; WSU, 2005). Pois os parâmetros ambientais não são preocupação da urbanização convencional, tendo risco de poluição das águas e dos solos.

As vias, passeios públicos, telhados, áreas ajardinadas, solo, fundos de vale, terrenos baldios e lagoas são considerados reservatórios de água dentro de uma bacia hidrológica. Estes elementos podem produzir mudança no escoamento através do *design* urbano (SPIRN, 2014) com as técnicas do desenvolvimento de baixo impacto tendo em vista que neste, o solo estará mais recoberto por vegetação que filtrarão a poluição.

A integração do projeto da paisagem urbana e infraestrutura verde com soluções sensíveis à água podem mitigar o efeito da ilha de calor urbano, contribuir para a produção local de alimento, apoiar a biodiversidade e reduzir as emissões de GEE, promovendo ciclismo, recreação ao ar livre e sentido de pertencimento ao local. A área urbana que fornece SES aumenta a habitabilidade.

Nesta metodologia a vegetação é vista, adequadamente, como uma “criadora” de água ao invés de ser considerada uma consumidora. Em âmbito mundial, 40% da precipitação é gerada pela transpiração vegetal e pela evaporação do solo (UNESCO, 2018). A evapotranspiração, que necessita da vegetação para transpirar, evaporar e se transformar em chuva na precipitação, mostra a importância do fluxo urbano no ciclo hidrológico.

5.1.1 Benefícios do processo ecossistêmico e diferenças com o processo tradicional na drenagem urbana

As técnicas sensíveis à água como áreas úmidas construídas e os sistemas de biorretenção dos jardins de chuva e outras tipologias, possibilitam muitos benefícios. Abaixo estão elencados os benefícios definidos por Timmermans *et al.* (2017):

- a) Proteger e melhorar os sistemas naturais de água em empreendimentos urbanos;
- b) Integrar o tratamento de águas pluviais na paisagem, incorporando uso múltiplo em corredores que maximizam a comodidade visual e recreativa;
- c) Proteger a qualidade da água drenada do desenvolvimento urbano;
- d) Reduzir o escoamento e os fluxos de pico de desenvolvimentos urbanos, introduzindo retenção local e minimização de áreas impermeáveis;
- f) Integrar soluções para redução de inundações, secas e mitigação de calor;
- g) Agregar valor ao mesmo tempo em que minimiza os custos de desenvolvimento da infraestrutura de drenagem.

O processo tradicional de drenagem diferencia do processo alternativo, sensível à água principalmente, porque o tradicional joga a água à jusante e em maior velocidade que a velocidade original, do rio. Estes fatores fazem grande diferença nos impactos que causam

vulnerabilidades de toda ordem, dentro da cidade, muito citado nos capítulos 2 e 3, conforme demonstra o Quadro 5.1. Além disso, o processo alternativo tem várias funções, como determinam os princípios da permacultura, de mais de uma função por elemento.

Quadro 5.1 - Diferenças entre o processo tradicional e o processo alternativo, sensível à água

Processo alternativo com técnicas sensíveis à água;
1. Minimização do uso de áreas impermeáveis para reduzir impactos; 2. Maximização do tempo de concentração para se aproximar das condições pré-urbanização; 3. Controle do volume, frequência e duração do escoamento para condições anteriores; 4. Abstração das chuvas⁴⁴; 5. Melhoria da qualidade da água que escoar para o corpo d'água receptor; 6. Controle do escoamento na fonte, impedindo a transferência dos escoamentos para jusante.
Processo tradicional
1. Uso de cobertura impermeável para atingir drenagem efetiva; 2. Redução do tempo de concentração da água; 3. Aumento do volume, da frequência e duração do escoamento; 4. Redução da abstração das chuvas (interceptação, infiltração, armazenamento); 5. Redução da qualidade da água que escoar para o corpo receptor; 6. Transferência dos problemas para jusante.

Fonte: Adaptado de Hoban; Wong (2006)

As funções que atendem ao processo alternativo são o ciclo completo da água, a evapotranspiração que diminui a temperatura, o controle do volume e do escoamento da água, a permeabilidade do solo urbano, e a criação de nova paisagem urbana.

Na abordagem tradicional, a dinâmica da urbanização das cidades de todo o planeta expande áreas impermeabilizadas, diminui ou acaba com áreas urbanas vegetadas e canaliza rios e riachos. Essas ações diminuem a infiltração das águas no solo e crescem o escoamento superficial, acarretando o desequilíbrio no ciclo hidrológico urbano. Isto provoca escassez de água pela ineficiência dos sistemas hídricos. A complexidade da urbanização está representada nesses fatores e em mais uma variedade de alterações urbanas que atua tanto na concentração de pessoas e suas causas no ambiente, como construções, pavimentações e produção de efluentes, quanto nos desmatamentos.

Assim, confirma-se que o sistema tradicional usado para tratar as águas superficiais e a forma de gerir a cidade destoa do alto crescimento da população e das mudanças climáticas. Ou seja, a gestão das águas urbanas no modo tradicional supõe deterioração dos rios, inundações e piora da qualidade de vida.

⁴⁴ Pode-se dizer que é a água que infiltrou no solo ou foi retida pela vegetação e obstáculos no terreno

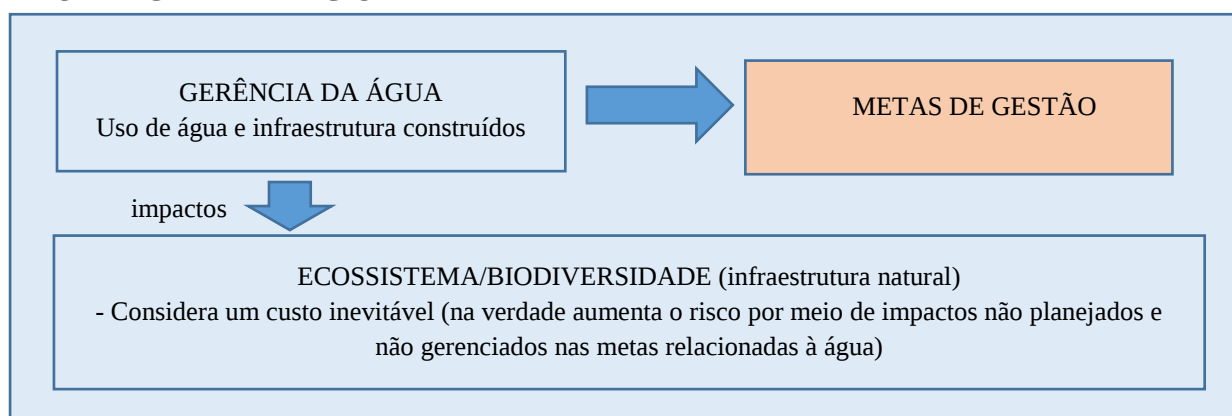
Os efeitos nocivos da expansão urbana são o esgotamento de fontes, danos à qualidade da água dos rios e limitação do alcance de água segura para a população, a repetição de inundações e a diminuição do bem viver (SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012).

A gestão da água na abordagem tradicional (Quadro 31) cumpre metas de gestão que além de impactarem, têm alto custo de construção, considerados “inevitavelmente” necessários, somados aos custos ecológicos, sociais e materiais dos impactos.

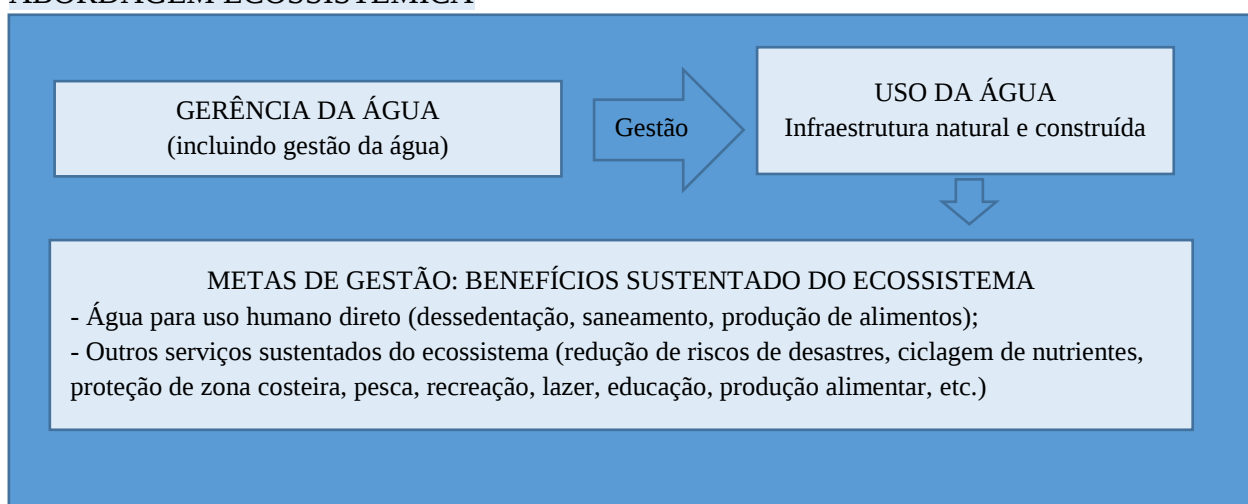
A meta da gestão com abordagem ecossistêmica (Quadro 5.2) é atender os desígnios da natureza usando técnicas sensíveis à água e processos naturais sem agredir os fluxos e ecossistemas beneficiando-os, “produzindo” água, aumentando a biodiversidade, revigorando os serviços de distribuição de água. Ao proporcionar maiores funções como de saneamento ao filtrar os sedimentos e poluição, poderão produzir alimentos, vegetais, peixes e recreação ou ciclagem de organismos no caso de recuperação de águas servidas.

Quadro 5.2 - Abordagem tradicional e abordagem ecossistêmica

ABORDAGEM TRADICIONAL



ABORDAGEM ECOSISTÊMICA



Fonte: da autora, baseado em UNESCO (2018)

Para a compreensão desses processos sensíveis à água, serão analisados, a seguir, os documentos do LID como o Manual de Biorretenção, de Prince George's County, Maryland, US, primeiro documento sobre o LID e posteriormente revisado (PGC, 2007), o Guia Técnico, da *Washington State University Pierce County* (PSAT; WSU, 2005); e os da Agência de Proteção Ambiental dos US (US.EPA, 1999; US.EPA, 2010; US.EPA, 2020, 2020b); o manual para desenhos para desenvolvimento de baixo impacto do *United States.Department of Defense* (USDoD, 2020) e os documentos da WSUD, Urban Water, de Victoria, Austrália e o código geral WaterWays, Caminhos da água.

5.2 TÉCNICAS COM ABORDAGEM ECOSSISTÊMICA DE INFRAESTRUTURA NATURAL E CONSTRUÍDA SENSÍVEIS À ÁGUA

Neste item serão abordadas as tipologias de design sensível à água, mais usadas pelos programas LID, WSUD e SbN. Essas técnicas, contrárias às alternativas da abordagem tradicional de transporte para águas pluviais, agem na fonte, reduzindo o tamanho do sistema estrutural de águas pluviais e das superfícies impermeáveis. Integrar a gestão do UWC com o PU imitando sistemas naturais, minimiza impactos negativos no ciclo natural porque recebe menos volume de cursos d'água. O *design* urbano sustentável projeta a água da chuva de modo a fornecer soluções práticas com capacidade de drenagem cumprida no local.

Os objetivos do *design* urbano é reduzir ou evitar o esgotamento de recursos críticos como a água; prevenir a degradação ambiental causada por instalações e infraestrutura ao longo de seu ciclo de vida; e criar ambientes construídos que sejam habitáveis, confortáveis, seguros e produtivos (WBDG, 2018).

A água doce é um recurso cada vez mais escasso. Uma construção sustentável deve minimizar a impermeabilização do solo com técnicas que reduzam esses impactos ao usar a água de forma eficiente e reutilizar ou reciclar a água para uso no local. Para a água potável chegar às torneiras domésticas são consumidos enormes recursos energéticos como bombeamento, transporte e tratamento e são usados muitos produtos químicos tóxicos para tornar a água potável. Os custos ambientais e financeiros do tratamento de esgoto são significativos (WBDG, 2018). Por isso a permacultura ensina a resolver saneamento dos dejetos humanos, no local, com o banheiro seco e sanear as águas residuais cinzas e negras nos círculos de bananeira e *wetland* (ver item 4.3).

A técnica usada nos programas referendados é a retenção ou detenção da água que usa a fitorremediação, ou seja, usa a vegetação como sistema de drenagem e funciona para

interceptar, evaporar, armazenar, absorver e infiltrar água, nutrientes e sedimentos com controle na fonte. O jardim de chuva, o telhado jardim, biovaleta, lagoa seca, muro vegetal, pavimentos porosos e ruas verdes, retêm e infiltram a água através da vegetação para diminuir a velocidade do volume de chuva e liberá-lo lentamente. Uma bacia de retenção permanece seca quando não chove e é projetada para armazenar temporariamente o volume para diminuir a velocidade da descarga para depois liberá-la, lentamente. A Retenção tem o objetivo de aliviar a pressão sobre o sistema de drenagem à jusante, para utilização posterior, em uma cisterna, bacia ou lagoa, como alagados construídos e lagoas pluviais (PSAT; WSU 2005; LID, 2007; SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012).

5.2.1 Biorretenção

A técnica da bioretenção levou à criação de uma nova filosofia holística para processos de desenvolvimento conhecido como de baixo impacto. Foi desenvolvida para ter uma ampla gama de aplicações, cujo *design* a ser utilizado vai depender da análise do espaço e para imitar a hidrologia de pré-desenvolvimento, para melhorar a qualidade da água (LID, 2007).

Dentre várias, a principal função da biorretenção é controlar inundações pois esvazia rápido e armazena a água da chuva por um longo período. A segunda função é propiciar a retenção de poluentes e por fim, infiltra-la, naturalmente, pelo solo. A forma do subsolo filtrar a água se dá através das diversas camadas sobrepostas de vegetação, areia, brita e manta geotêxtil e drenos subjacentes para escoamento das águas.

Sua forma consiste em uma depressão rasa. Para funcionar a retenção de sedimentos precisa de solo pronto para o plantio com variedade de espécimes, avaliada para acomodar o defluxo de uma pequena área. O *design* urbano emprega inúmeras categorias técnicas como célula ou poço, telhado jardim e jardins de chuva, *swales* e biovaletas, canteiro pluvial, trincheira e vala de infiltração, lagoas de biorretenção e os pântanos para tratamento de esgoto. A diversidade de vegetação, solo e microorganismos efetuam métodos físicos, químicos e biológicos desviando poluentes e monitorando o fluxo das águas pluviais. Além do manejo da água, incorpora valores como o aparecimento e a multiplicidade de paisagens no ambiente construído (LID, 1999; PSAT; WSU 2005).

Diferente de várias outras práticas que controlam apenas a descarga de pico, a bioretenção pode ser projetada para imitar as condições hidrológicas preexistentes, tratando dos volumes e do escoamento (LID, 2007). Tecnicamente, para um PU baseado em ecossistemas,

integrar a água urbana num sistema de drenagem sustentável é essencial ter o histórico hídrico e o mapa do fluxo das águas (UNESCO, 2008).

Para integrar a bioretenção no espaço urbano o *design* deve considerar: condições e restrições do local, propostas de uso do solo, tipos de vegetação, tipos de solo (gradação), poluentes de águas pluviais, condições de umidade do solo, drenagem adequada, recarga de água subterrânea, transbordamentos (LID, 2007).

A seguir, apresentam-se as diferentes tipologias de design que se apropriam da técnica de biorretenção.

5.2.2 Telhado jardim

A execução dos primeiros telhados jardim (também denominados telhado verde), surgiu no fim da década de 1950 na Alemanha e na Suíça e a década de 1970 estende sua aplicação (PSAT; WSU, 2005). Segundo Newman e Jennings (2008), o telhado jardim moderno foi inventado pelo arquiteto americano William McDonough, na década de 1950. Pode ser usado na cobertura⁴⁵ de qualquer edificação onde a vegetação é plantada em solo de terra, o mais comum (Figura 5.1), com compostos orgânicos (figura 5.2), ou nos telhados industrializados (Figura 5.3). Todos necessitam base anti-raízes, membrana à prova de água e drenagem.

A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (US EPA) é uma empresa do governo que trabalha com as políticas do LID informando técnica, metodologia, códigos, leis, regulações e trabalha para garantir água limpa e reduzir riscos ambientais. Além disso, divulgam as melhores informações científicas disponíveis.

A Universidade de Michigan demonstra a alta economia de um telhado Jardim ao longo de sua vida útil, em energia, para a edificação. Segundo pesquisas, os telhados jardim reduziram fluxos de pico em aproximadamente 65% e redução de volumes de escoamento de água da chuva em 55%. Modelagem conduzida em Manchester, Inglaterra, descobre que adicionar telhados verdes a todos os prédios nos centros das cidades de alta densidade pode reduzir de 17 a 20 % do escoamento. Um estudo de Portland, Oregon, em 2009, mostra que os telhados jardim retem até 85% da poeira além de sequestrarem CO₂. Um estudo de modelagem descobriu que adicionar telhados verdes a 50% das superfícies disponíveis no centro de Toronto resfriaria toda a cidade em 0,1 a 0,8 ° C (US.EPA, 2010).

⁴⁵ Inclinações de 5° a 20° são mais adequadas, mas suporta até 40° (Grant *et al.*, 2003 *apud* PSAT; WSU 2005).

Figura 5.1 (a) *Green Roof*, sede da *American Society of Landscape Architects (ASLA)*, Washington, DC; (b) figura 5.2 - laje de edifício; (c) figura 5.3 - industrializado



Fonte: (a) ASLA; (b) acervo digital UFPR; (c) <https://www.momentum.com.br/>

Pode ser classificado em leve e pesado com perfil raso ou mais profundo, com solo; de até 12,5cm para flores, ervas, chás e temperos, mais comuns e mais baratos, ou maiores que podem suportar a plantação de árvores, dependendo da estrutura do telhado. Instalado no escritório da autora com 7,5cm sem necessidade de reforço estrutural e com vegetação tipo *suculenta*, que não necessita irrigação.

A finalidade é absorver não só a água da chuva, como retardar sua queda ao solo e vazar lentamente, por gotículas nos dois a três dias subsequentes à chuva, através do sistema, em vez de escorrer para a superfície impermeabilizada da cidade. Melhora consideravelmente o conforto térmico e acústico e a eficiência energética do recinto interno. Externamente, melhora a qualidade do ar pois retém poeira e melhora o clima da cidade pois ajuda na evapotranspiração. É capaz de melhorar a estética do imóvel e, consideravelmente, a paisagem urbana. Baseado na experiência dessa autora, de telhado jardim construído há 15 anos, sobre seu escritório, o primeiro construído em Criciúma SC.

Os SES beneficiados pelo telhado jardim são: retenção de águas pluviais, conservação de energia, provisão de *habitat* urbano e ajuda na evapotranspiração. Como cria habitats para pássaros podem se encaixar no ecossistema biorregional, especialmente auxiliando a vida das aves. Além dos benefícios na edificação, em particular, essa é uma técnica eficaz, barata e de fácil execução, para mitigar problemas ambientais urbanos o que o torna importante na sustentabilidade urbana, mas necessita de políticas públicas e incentivos que favoreçam sua instalação.

Os jardins verticais apresentam os mesmos benefícios do telhado jardim, usado para sombreamento da parede oeste de edifícios. A seleção de plantas para telhado verde, vertical ou horizontal, varia com a vontade do usuário.

Este sistema ecológico construído funciona como um biomimetismo que na sua interrelação com o ambiente externo proporciona um novo *habitat* com função e conexão com

os ecossistemas naturais de flora, fauna e água da chuva por isso dever estar abrigado na pesquisa inter e transdisciplinar.

5.2.3 Jardim de chuva

Os jardins de chuva são depressões topográficas programadas para receber o escoamento da água pluvial proveniente de áreas impermeabilizadas limítrofes. A Figura 5.4 mostra que cada local e necessidade, representa um desenho específico. As duas primeiras são na mais famosa via dos jardins de chuva, em Portland, Oregon, US e a terceira foto, Figura 5.5, em Melbourn, AU.

O solo, geralmente tratado com composto e demais insumos que aumentam sua porosidade, age como uma esponja a sugar a água, enquanto microrganismos e bactérias no solo removem os poluentes difusos trazidos pelo escoamento superficial. A vegetação ajuda na evapotranspiração e na remoção dos poluentes. As condições geotécnicas locais determinam se a água pode ser infiltrada em sua totalidade ou vertida em extravasadores calculados para o pico do fluxo de concentração de chuvas maiores que as consideradas no projeto (PSAT; WSU 2005; CORMIER; PELLEGRINO, 2008).

Figura 5.4 (a) e (b) *12th Green Street*. Portland, Oregon US. Figura 5.5 (c) Jardim de chuva em Melbourn, AU



Fonte: (a) e (b) Nate Cormier; (c) melbournwater.com.au

Pela localização e espaço reduzido e pelas condições geotécnicas locais o jardim de chuva tem sua capacidade limitada, mas, mesmo pequenos, são eficientes. Um correto dimensionamento deixa-o sem água, na sua superfície, após algumas horas de um evento.

5.2.4 Trincheira de biorretenção

Este *design* é linear, alongado e estreito, geralmente, utilizado para otimizar espaço restrito, como mostram as Figuras 87 e 88, paralelo a passeios públicos ou vias, estacionamentos ou terrenos residenciais. Tem o objetivo de reter a poluição das águas,

armazenar, infiltrar e recarregar as águas subterrâneas. Esta tipologia de desenho urbano é muito restrita no Brasil.

Figura 5.6 - Tipos de trincheira de biorretenção; figura 5.7- corte transversal de trincheira



Fonte: (a) <https://www.aquafluxus.com.br>; (b) leca.pt; (c) Prefeitura Municipal de Vinhedo SP

Trincheiras são valas permeáveis que consistem de uma caixa com cascalho e manta geotêxtil em cujo fundo pode passar um conduto poroso ou perfurado (TUCCI, 1997).

As trincheiras devem ser instaladas em locais com menos de 5% de inclinação e evitar áreas aterradas. Medidas mínimas sugeridas de 1,20m de profundidade por 0,90m de largura, pelo comprimento necessário. Deve ser forrada com manta geotêxtil, preenchido com material granular com fundo de areia. Caixa de entrada com vertedor ligada a uma tubulação de pvc de 6 polegadas (15cm) de diâmetro, perfurado, ao longo da trincheira. Respeitar distância entre a base da trincheira e o lençol freático, para não contaminar este, e não comprometer a capacidade hidráulica da trincheira de biorretenção (US.EPA, 1999).

Foi implantada uma na Universidade Federal de Pernambuco UFPE, em 2014, para uma área de contribuição de 250 m², com 1,50m de profundidade, mas o monitoramento mostrou que deveria ser de 1,80 m, pela duração de chuva de 5 min. Sua vazão é monitorada automaticamente, a cada minuto, por um sensor de nível, instalado dentro de um piezômetro na caixa de entrada (MELO *et al.*, 2016).

5.2.5 Biovaleta

Biovaleta ou valetas de biorretenção são vales secos ou úmidos de pedras e vegetação, inclinados para a água se mover através do sistema, de maneira eficiente. Difere do jardim de chuva, apenas pelo formato que é linear, mas são igualmente preenchidos com vegetação, solo e demais elementos filtrantes. O funcionamento é o mesmo, acionam, simultaneamente, a limpeza da água da chuva e ampliam o tempo de escoamento. A biovaleta integra células conexas, em série, de modo que seu transbordamento se dá de forma continuada, seguindo a declividade do terreno. Cada parte é iniciada com uma vala de depósito que filtra os poluentes

e contaminantes cujo objetivo é incrementar qualidade nessa água. As entidades de bairro locais atuam na manutenção dos sistemas (ASLA, 2007b; CORMIER; PELLEGRINO, 2008).

Este dispositivo drena pela lateral, concentra o fluxo das áreas adjacentes e cria condições para uma infiltração ao longo do seu comprimento. Mais utilizado paralelo às ruas, estradas, estacionamentos e conjuntos habitacionais, entre outros. Após uma precipitação intensa, o nível sobe e, como a infiltração é mais lenta, mantém-se com água durante algum tempo. Funciona, portanto, como um reservatório de detenção por isso seu volume deve ser bem estudado para não ocorrer alagamento. Nos períodos de estiagem é mantido seco (TUCCI, 1997).

Abaixo, apresentam-se os projetos mais conhecidos de LID.

5.2.5.1 Parceria pública, privada e arquitetos, em grande escala, *High Point*, Seattle, WA

Projeto de grande escala realizado com a metodologia LID, entre a *Seattle Public Utilities*, a *Seattle Housing Authority* e *MITHUN Architects, Designers and Planners*, bem como *SvR Design Company* e a localidade *High Point*, em Seattle, Washington. Localizado em área pública, cobre 34 quarteirões dos Sistemas Públicos de Drenagem Natural (NDS), de Ponto Alto dentro de uma sub-bacia, da bacia hidrográfica prioritária de Seattle *Longfellow Creek*, num ambiente urbano de alta densidade. O NDS inclui os sistemas públicos de controle de águas pluviais e instalações de drenagem privadas. Este projeto é uma combinação de calhas de biovaletas próximas da rua e jardim de chuva, na linha que recebe o escoamento de águas pluviais de ruas e residências. Objetivos do projeto: processar água de maneira semelhante a um prado florestal, detenção de pequenas tempestades nos transbordamentos sobre a terra e melhorar a qualidade da água. Os benefícios que o programa desempenhou na paisagem são muitos (SVR COMPANY, 2010; SPU, s/d), como abaixo descrito:

- a) Ambientais: substitui rua impermeabilizada e poucas árvores que inundam, por solo produtivo que escoar águas, filtra os poluentes, com plantas nativas que aumentam a biodiversidade do ecossistema urbano e captam CO₂, melhorando as condições do ar;
- b) Estética: agradável paisagem conecta área urbana e natureza selvagem;
- c) Funcional: ligada à calçada porosa, funciona como travessia de pedestres;
- d) Social: a paisagem gerada agrada a visitar e correr pelos jardins;
- e) Educacional: as pessoas aprendem a valorizar o meio ambiente. Para o visitante o exemplo de que qualquer cidade pode conter belos e funcionais jardins;

- f) Econômico: as casas neste lugar aumentaram seu valor e a economia média com os serviços domésticos em comparação com novas construções típicas diminuiu a cada ano, inclusive o seguro dos edifícios;
- g) Psicológico: menos estresse cotidiano e sem preocupação com enchentes.

Este exemplo de sistema de controle de águas pluviais em *High Point*, Seattle, WA (Figura 5.8) é parte de uma pesquisa de Eduardo-Palomino, para o curso Paisagens Sustentáveis da *Southern Illinois University*. Para se manter em bom funcionamento a biovaleta deve ser mantida livre de sedimentos, detritos (nunca maior que 2,5cm) e outras obstruções, todo o tempo para facilitar o movimento das águas pluviais e deve sempre estar vegetada (SVR COMPANY, 2010).

Figura 5.8 - biovaleta em *High Point*, em *Seattle, Washington*; figura 5.9 - Prêmio Inovação Verde, *21st street, Paso Robles, CA*.



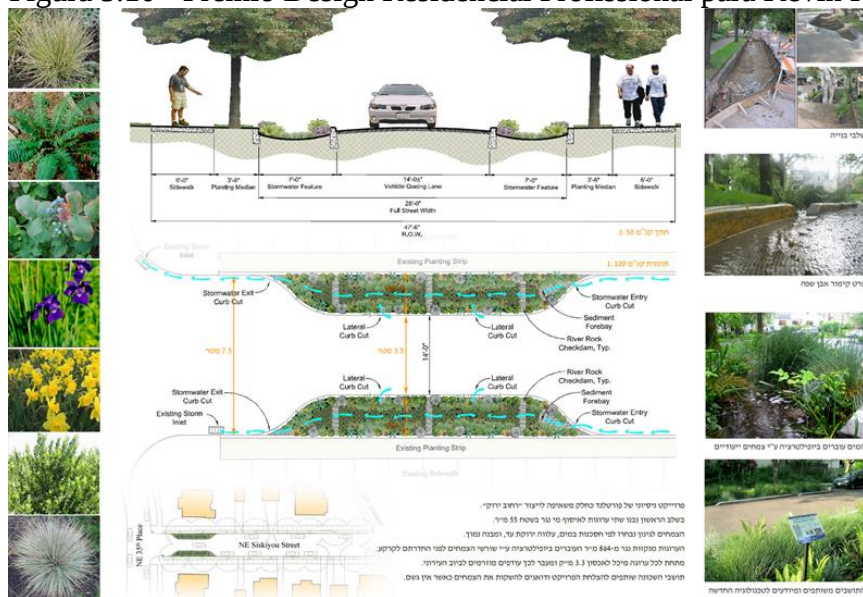
Fonte: SvR Company (2010); Staeheli, P. and Gwilym, K. (2010)

Percebe-se que estes programas de planejamento e *design* sensível à água dinamizam a profissão do arquiteto paisagista, através das políticas públicas que valorizam os trabalhos e promovem premiações, entre outras, como as abaixo apresentadas.

5.2.5.2 *Designs* de biovaletas premiados

- a) A *21st Street* em Paso Robles, CA (Figura 5.10), recebeu o prêmio Inovação Verde 2014, do US Green Building. É uma rua verde e completa, no coração de Paso Robles. A antiga drenagem foi reconceituada com a filosofia LID. Estimativas apuradas mostram que foi recarregado na bacia, ao volume gasto de água potável equivalente a uma família de quatro pessoas por um ano inteiro (SVR COMPANY, 2010).

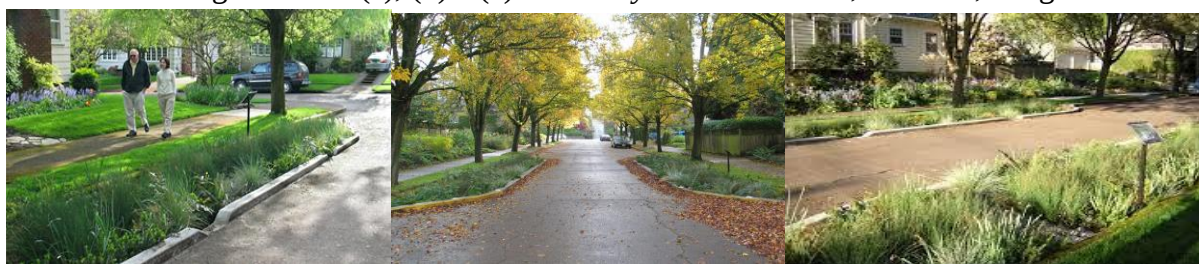
Figura 5.10 - Prêmio Design Residencial Profissional para Kevin Robert Perry



Fonte: ASLA, 2007b

b) NE Siskiyou Green Street, Portland, Oregon (Figuras 5.10 e 5.11) recebeu o prêmio *Design Residencial Profissional*, com o projeto de Kevin Robert Perry. Este projeto de biovaleta, foi o primeiro desse tipo onde o escoamento das águas pluviais é coletado por meio de uma série de extensões de meio-fio, projetadas para capturar e filtrar as águas pluviais (ASLA, 2007b).

Figura 5.11 - (a), (b) e (c) NE Siskiyou Green Street, Portland, Oregon



Fonte: (a) e (b) Kevin Robert Perry; (c) portladonline.com

O diferencial está em que, essencialmente, desconecta o escoamento de água da chuva da rua do sistema combinado de tubulação da cidade e o gerencia no local, usando uma abordagem paisagística. A área de escoamento é de quase 1.000m² de rua e calçadas vizinhas que fluem morro abaixo, ao longo do meio-fio existente até atingir as extensões de meio-fio de 0,65m de largura e 4,50m de comprimento. Um corte de meio-fio de 0,45m de largura permite que essa água entre em cada extensão do meio-fio. Uma vez que a água está dentro da área da paisagem, a água é retida a uma profundidade de 0,18m por uma série de represas (ver detalhe em planta na Figura 5.10). Dependendo da intensidade de um evento de chuva, a água cairá em

cascata de uma “célula” para outra até que as plantas e o solo absorvam o escoamento ou até que as extensões do meio-fio atinjam sua capacidade de armazenamento (ASLA, 2007b).

No caso desta biovaleta premiada, na Siskiyou, cada uma das células é cuidada pelo morador defronte, como parte de sua paisagem residencial (ASLA, 2007b; CORMIER; PELLEGRINO, 2008).

c) *Street Edge Alternatives* – SEA, em Seattle, Washington é primeira cidade a ser reconhecida pela literatura, por reduzir 99% do escoamento das águas superficiais, com o uso de técnicas sensíveis à água e abordagens ecossistêmicas. O *Street Pilot* - projeto piloto, de 1999, da SEA, uma rua de bordas alternativas no trecho da segunda avenida NW (Figura 5.12), reconstrói, totalmente, 200m de pista e sistema de drenagem, no início do século XXI. Além do plantio de árvores e arbustos integrados a amenidades e estruturas de manejo das águas pluviais, houve alteração do plano da via, tornando-a sinuosa, para limitar a velocidade de automóveis e concedendo maior segurança (SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012; US.SPU, s/d).

Figura 5.12 - *Street Edge Alternatives Seattle*, Washington; rua piloto, projeto e realidade



Fonte: (a) e (b) US SPU *Seattle Public Utilities*; (c) nacto.org

A SEA era totalmente impermeabilizada. O Sistema de Drenagem Natural (NDS) imita a natureza, gerencia as águas pluviais da vizinhança, aumenta a capacidade da paisagem de absorver água da chuva para depressões rasas, melhorando a qualidade e a quantidade da água e reduzindo a poluição e a velocidade de escoamento. A vegetação filtra os poluentes e o solo além de filtrar ajuda a decompor os poluentes à base de carbono, como o óleo de motor.

A proposta de preservação ambiental tinha o objetivo de reduzir os impactos de inundações e poluição do escoamento de águas pluviais em riachos habitados por salmão. Ambos, projeto e construção, envolveram a comunidade com todos os residentes do bairro, em todas as fases, para explicações claras sobre o projeto e estabelecimento de parcerias durante e no cuidado e manutenção no pós-execução (US.SPU, s/d).

O trecho reto da rua substituído pelo traçado curvilíneo forneceu condições para a criação de uma série de biovaletas de um dos lados da rua para receber o escoamento das chuvas. Além dos benefícios hidrológicos e ecológicos para o curso d'água em cuja bacia hidrográfica essa área se situa, também contribui para a diminuição da velocidade do trânsito e a valorização das propriedades locais (SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012). Assim como a segurança no caminhar pelo apelo do jardim e o resguardo da rua, pela leveza do ambiente em desenho orgânico oposto ao tradicional “cinza”. O número de árvores, arbustos e flores acarretam o benefício da redução de temperatura além de absorver poluentes do ar e contribuir com a chuva (ver item 2.1.4). O envolvimento do arquiteto paisagista neste tipo de projeto é maior que em um tradicional, por isso pode fazer com que os moradores tenham não só a sensação de pertencimento ao lugar como faz com que a rua os atraia.

As superfícies impermeáveis da SEA foram reduzidas em 11% em comparação com uma rua convencional (US SPU, s/d). Conforme Figura 5.12, as águas foram redirecionadas para *detention swales* - biovaletas ao longo de um dos lados da rua, com árvores e arbustos, que ajudam a controlar enchentes e diminuir o fluxo das águas. Segundo informações (PSAT; WSU, 2005; ASLA, 2007; US SPU, s/d) o programa LID aborda a questão do crescimento urbano, baseando o escoamento das águas dos edifícios, das calçadas e ruas em ecossistemas, imitando a drenagem das águas da chuva o mais natural possível. O programa tem uma seleção de espécies nativas que o *designer* escolhe de acordo com cada local de forma que dê pouca manutenção.

5.2.6 Cisterna

Dentre as alternativas empregadas pelo programa LID para captação e reservas de água de chuva abrangem cisternas, barris de chuva e adaptações de pavimentos permeáveis, telhados verdes e biorretenções - as retenções naturais que apresentam drenos inferiores.

A cisterna é uma antiga tipologia usada para coletar e armazenar a água das chuvas, para posterior reuso além de contribuir para a redução do escoamento superficial encontra novas possibilidades de reinterpretações. No centro de Seattle WA, na *Growing Vine Street* uma expressão visual bastante incisiva a água do telhado de um antigo edifício recuperado é coletada para ser reutilizada na irrigação da horta comunitária adjacente. No trajeto a água excedente percorre uma série das biovaletas até atingir, finalmente despoluída, o mar na baía Elliott (CORMIER; PELLEGRINO, 2008). Esta modalidade é muito utilizada na permacultura (ver item 4.10).

Esse tipo de aproveitamento e armazenamento de água da chuva oportuniza o aumento da eficiência hídrica no empreendimento além de diminuir o volume necessário e distribuído pelo poder público ou a concessionária pelo serviço de abastecimento (SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012). A experiência com execução de cisternas, nos anos de 2003 e 2004, em municípios da região semiárida do Nordeste brasileiro está assente no Limite Planetário, referente à sustentabilidade da água doce, exposto no item 2.7.6, Figura 2.8 e quadro 2.4.

O P1MC construiu 42.345 mil cisternas rurais e mais cinquenta e duas nas escolas que beneficiou mais de quatrocentas mil pessoas. Cada uma permite armazenar 16.000 litros de água da chuva, conforme informação da EMBRAPA (2008).

A água da chuva pode ser usada para lavagem de vaso sanitário, irrigação de jardim, máquinas de lavar roupas e sistemas de água quente. As cisternas podem ser estrategicamente incorporados em edifícios novos ou existentes e áreas de espaço aberto sem impactar na estética do edifício ou na paisagem urbana.

A água da chuva captada de um telhado tem um baixo nível de poluição e isso significa que o tratamento não é sempre necessário. Como a água é reutilizada no mesmo local, não há gasto com energia o que diminui a emissão de GEE. A quantidade de poluentes que entram nos cursos d'água também é reduzida. A coleta de água da chuva irá principalmente reduzir a carga total de nitrogênio, que foi coletado como poluentes aéreos. Uma redução no nitrogênio significa menos algas e crescimento da planta. Este crescimento nos cursos de água pode inibir a diversidade de invertebrados e peixes. Por fim, reduz o escoamento para os riachos diminuindo possibilidade de enchentes (GUIA.AU, 2014).

5.2.7 Pavimentos permeáveis

Alternativa empregada pelo LID são pavimentos porosos, de concreto ou asfalto, ou blocos intertravados como o *paver*, vazados (Figura 96), que infiltram a água e reduzem o escoamento superficial. Tem uma base de brita ou outros materiais, plásticos, leves, menos espessos, e a manta geotêxtil. Este tipo de pavimento permeável tem no *petit pavê* um largo exemplo bem característico em Criciúma SC (figura 5.13), Curitiba PR (Figura 5.14), Rio de Janeiro RJ e em Portugal. Também usado em Laguna e Florianópolis em SC, em Porto Alegre - RS e entre outras cidades do Brasil e do mundo.

Muito embora, em Criciúma seja impermeável porque instalado de modo errôneo, com cimento, não permite a infiltração da água. Aliás, Criciúma com tantos milhares de m² de *petit pavê* instalados não fez escola de calceteiros ou aprimorou um que fosse. Hoje, maltratado, vai

sendo retirado pouco a pouco, ao invés de recuperar essa pedra, usada na cidade há mais de meio século, resistente, durável, linda e até tombada, a da Praça Nereu Ramos. Precisava, apenas, reconduzir às novas necessidades de acessibilidade como fez Curitiba em várias ruas e no calçamento da rua XV de Novembro (Figura 5.14) que implantou piso tátil encaixado no *petit pavê*

Figura 5.13 (a): *petit pavê* em Criciúma SC; figura 5.14 (b): *petit pavê* calçamento da rua XV Curitiba PR; figura 5.15 (c): *paver* vazado em estacionamento



Fontes: (a) engeplus; (b) Ricardo Marajó; (c) <https://www.nrdc.org/issues/water-smart-cities>

Os pavimentos permeáveis industrializados, em cimento, são denominados *paver* (figura 5.15) e usados, preferencialmente, para áreas de fluxo pedonal, ciclistas e veículos leves, em calçadas, estacionamentos e vias residenciais e internas de empreendimentos. O programa LID sugere que este piso absorva, apenas, sua própria chuva, que não se direcione o escoamento de outras áreas para este piso para não comprometer sua manutenção.

Além da estética urbana, as várias tipologias dos desenhos desempenham funções infraestruturais relacionadas ao manejo das águas urbanas, que mimetizam funções ecológicas e hidrológicas dos ambientes naturais e as incorporam aos espaços. Viu-se no item que formam uma nova paisagem urbana com os telhados jardim, jardins de chuva, biovaletas, trincheiras de biorretenção e outras tipologias de *design* urbano.

O programa LID usa todas estas tipologias e concebe um movimento que cria estas paisagens urbanas em várias regiões dos USA e Canadá originando uma nova filosofia holística para processos de desenvolvimento de baixo impacto que começou com a política ambiental da década de 1970, do *National Environmental Policy Act* - NEPA, a principal lei do USA, sobre o tema.

5.3 LID - *LOW IMPACT DEVELOPMENT* - DESENVOLVIMENTO DE BAIXO IMPACTO

O objetivo do LID é restaurar os processos naturais alterados pela urbanização construída com base nos sistemas higienistas cuja drenagem urbana de canalizações e impermeabilizações traz transtornos com enchentes. O LID visa resgatar a infiltração do solo

urbano com uma nova maneira de gestão para as águas pluviais que representa inovação, estética, economia para a população e cuidado com a natureza.

Como se viu, a evapotranspiração é importante nos ciclos da água (item 2.1.7) e o projeto LID respeita todos os processos de infiltração, filtração, armazenamento, evaporação e transpiração. Além disso enfatiza o melhor uso do solo urbano no que se refere a densidade urbana integrando desenho urbano e planejamento. Para efetivar a relação do uso do solo à condição hidrológica do pré-desenvolvimento para quaisquer intensidades e durações das chuvas destacam alguns elementos (Quadro 33) que constituem o projeto LID.

O Manual para *Puget Sound* (PSP, 2011) e o *United States Department of Defense - Departamento de Defesa dos Estados Unidos* (USDOD, 2020) apresentam esses elementos chaves para projeto que formam os princípios LID que foram sintetizados por Souza, Cruz e Tucci (2012) apresentados no Quadro 5.3:

Quadro 5.3 - Princípios do LID

• Conservar e preservar vegetação e solo nativos: minimizar o emprego de áreas impermeáveis e permitir a manutenção de caminhos naturais da drenagem;
• Projetos locais individualizados: elaborar projetos que respeitem peculiaridades locais naturais e assegurem a proteção de toda a bacia, em detrimento a padronizações;
• Direcionar escoamento para áreas vegetadas: estimular infiltração e recarga de aquíferos, terras úmidas e riachos, aproveitando controle e tratamento realizados naturalmente;
• Monitorar distribuição em escala micro: utilizar técnicas de controle hídrico nas adjacências da fonte de produção do excesso de escoamento, incorporado ao ambiente, de forma a imitar os sistemas hidrológicos;
• Manutenção, prevenção à poluição e educação: reduzir cargas poluentes e aumentar a eficiência e longevidade dos sistemas de drenagem, diminuindo o encargo das estruturas públicas; educar a população através do envolvimento (inclusive de profissionais);

Fonte: da autora, baseado em USDOD⁴⁶ (2004); PSP (2011); Souza, Cruz e Tucci (2012).

A abordagem LID supera as técnicas convencionais reduzindo os impactos ambientais, ajudando a preservar o *habitat* da vida selvagem, prevenindo a erosão, que pode destruir os sistemas aquáticos, e minimizando custos de infraestrutura. O cuidado com a localização de edifícios, minimiza áreas impermeáveis e escoamento infiltrantes, mas não substitui um bom planejamento do uso da terra (PSP, 2011).

Baseado nos princípios LID a Figura 5.16 compara ambos, o design tradicional e o design do projeto LID que imita os processos hidrológicos naturais num loteamento com um conjunto de casas, ruas estreitas, biorretenção, biovaletas, retenção por vegetação e espaço aberto, além de tudo, adiciona estética na paisagem.

⁴⁶ Os Critérios De Instalações Unificadas (UFC) abrigam documentos que as Agências de Defesa e Atividades de Campo (USDOD) usam para fornecer critérios de planejamento, projeto, construção, sustentação, restauração e modernização.

Figura 5.16 - Comparação entre *design* tradicional e *design* que observa os objetivos de LID



Fonte: PSP (2011)

Verifica-se que as vias são importantes componentes para a drenagem urbana uma vez que seu desenho deve estar compatível com o projeto hidrológico local.

A otimização da ocupação urbana em relação a minimizar movimentação de terra até áreas mínimas impermeáveis para ruas que não são controladas ou drenadas são exigências do programa LID conforme Figura 5.16 e as recomendações abaixo descritas.

O desenvolvimento de estruturas multifuncionais considera, o planejamento das águas, a prevenção à poluição e preservação dos ecossistemas.

- O diferencial da estratégia LID encontra-se na integração com outros setores de relevância da coletividade. O planejamento da bacia e execução das obras estão incorporados a instrumentos de gerenciamento, de modo a poupar desordem no meio natural, além de fornecer amenidades urbanas à população (USDOD, 2020).

A abordagem LID concede bases de referências para identificar a área e controlar o escoamento com vistas à manutenção ou recuperação das funções hidrológicas no contexto da bacia, observando referências existentes - topografia, solo, hidrologia, vegetação e habitat, zoneamento e uso do solo, vias de acesso à área em estudo. Áreas estáveis podem servir de sugestão para o novo projeto afim de se inteirar das funções de uso e ocupação do solo e demais referências (SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012).

O LID apresenta ferramentas para prática de manejo integrado - IMPs - *Integrated Management Practices*, para tratamento de qualidade e quantidade de águas pluviais na implantação de novos empreendimentos ou reabilitação de parcelamentos existentes.

O guia *Puget Sound Action Team* e *Washington State University Pierce County Extension* - PSAT; WSU (2005) faz recomendações importantes para os projetos LID no âmbito do empreendimento e da hidrologia, ao nível do detalhamento de desenho (Quadro 5.4):

Quadro 5.4 - Recomendações do LID

• Identificar regulamentações, levantar características e perturbações locais de vegetação e de solo, declividades, paisagismo, elementos estruturais e edificações; minimizar áreas impermeáveis efetivas como largura de vias, comprimento de acessos residenciais e de fluxo superficial para facilitar o controle dos efluentes gerados como sarjetas e meios-fios direcionando para fluxo raso de superfície;
• Minimizar movimentação de terra, construir em solos menos permeáveis e preservar e utilizar solos permeáveis para infiltração; maximizar caminhos e áreas verdes que tem várias funções - infiltram águas pluviais e promovem caminhadas, passeios de bicicleta e acesso ao trânsito e serviços; sugerir localização ótima para áreas de construção, parques e áreas esportivas;
• Retirar ou limitar, onde for viável, interseções de ruas para ampliar quarteirões - aumentar áreas exclusivas de pedestres e possibilitar o máximo de absorção da água;
• Definir calçadas só em um lado da via, de preferência separadas por vegetação; a largura permanecer a mesma, porém, só de um lado;
• Adequar estacionamento com vagas na diagonal – aumenta o espaço em 5 a 10%;
• Aplicar elementos porosos em caminhos e entradas de residência, condomínio e estacionamento – neste, ao menos nas vagas utilizadas nos horários de maior procura;
• Incentivar acordos cooperativos para compartilhamento de áreas de estacionamento, técnica desejável em estabelecimentos com horários diferentes de funcionamento (e.g. igreja e repartição pública).

Fonte: da autora, baseado em PSAT; WSU (2005); Souza; Cruz; Tucci (2012)

O projeto LID integra a questão das águas pluviais e seu manejo no próprio projeto urbano conciliando com o paisagismo, utilizando técnicas de baixo custo. Visam, ainda, recompor os processos naturais alterados em função da urbanização com a redução da poluição de origem pluvial tendo em vista o desenvolvimento sustentável (PSAT; WSU, 2005).

Numa comparação sobre os efeitos da urbanização, Tavanti e Barbassa (2010) colocam vantagens no projeto LID sobre o modelo de Cidade-Jardim (item 2.1.8.1) pela valorização dos fundos de vale com presença de vegetação e os elementos de lazer de parques urbanos. Mesmo que a Cidade-Jardim, seja construída com preocupação quanto as questões ambientais, valorização da natureza, traçado urbano ajustado à topografia do local e minimização de impactos ambientais e hidrológicos absorvidos pelas áreas verdes preservadas.

Pois os dispositivos de controle de inundações como os *designs* apresentados no item, acima, conferem avanço conceitual ao sistema de drenagem LID, que tem características de sustentabilidade e metas de atingir qualidade e quantidade da água. A superfície da bacia hidrológica é planejada para ser hidrológica, urbanística e ambientalmente sustentável com um sistema de drenagem ao máximo natural, com canais abertos (ver *designs*), com técnicas que compensam os efeitos das áreas impermeabilizadas sobre o ciclo hidrológico, integrando urbanismo, paisagismo e drenagem.

Além da variedade de *designs* para controle de inundações, o programa LID integra técnicas ao PU com parâmetros hidrológicos e ambientais para definir e preservar o uso e ocupação do solo através de soluções sustentáveis que recuperam as funções do ciclo hidrológico e preservação das características locais. O programa LID estimula processos físicos, químicos e biológicos naturais, minimizando impactos (TAVANTI; BARBASSA, 2010).

O *Greening America's Capitals* é um programa da US EPA (2020c) que ajuda as capitais dos estados americanos a desenvolverem uma visão de fácil implementação de bairros ecologicamente corretos que incorporam estratégias inovadoras de infraestrutura verde. A EPA fornece assistência de *design* para ajudar a apoiar comunidades sustentáveis que protegem o meio ambiente, a economia e a saúde pública com o intuito de inspirar líderes estaduais a expandir essa ideia pelo país. Desenvolveu planos (2020) de conceito arrojado com estratégias verde e multimodal para o centro histórico dos municípios de Helena, Montana e Olympia, Washington e ajudará cada cidade e as partes interessadas da comunidade a criar visões comuns que tornam as ruas e cruzamentos mais fáceis de caminhar e andar de bicicleta, mantendo a funcionalidade do bairro para todos os usuários.

Em 45 anos de programa, o progresso na implementação da Lei da Água Limpa (CWA) pelo programa LID é significativo e a EPA explora sempre novas abordagens. Em 2012, desenvolveu uma estrutura de PU integrado por todo os USA e em 2019 a Melhoria e Infraestrutura Hídrica (WIIA) tornou-se lei e inclui a Estrutura de Abordagem de Planejamento de Águas Pluviais e Resíduos Municipais, de 2012. Essa lei oferece maior certeza de que o PUI fornece um caminho abrangente que um município pode seguir voluntariamente para atender aos requisitos da CWA. O plano integrado é um processo que identifica as eficiências de programas separados de águas residuais e pluviais para melhor priorizar os investimentos de capital e atingir os objetivos de saúde humana e qualidade da água (US.EPA, 2020).

Dentre os elementos de um plano integrado da Estrutura de Planejamento Integrado está a comunicação e o interesse pela opinião de todos os atores interessados no processo, durante a implementação do plano, para poder identificar, avaliar e selecionar alternativas, novos projetos ou modificações (US.EPA, 2020).

Verificando todos estes projetos e parcerias, programas e abordagens LID, impulsiona a comparar com o que se tem no país. Como citado o PU no Brasil, é regimentado sob uma única lei, a do Parcelamento do Solo Urbano que não se ocupa da topografia tampouco da vegetação e dos fluxos da água. No nível local, os Planos Diretores não integram parâmetros de escoamento, só tratam da taxa de permeabilidade o que na verdade, impermeabilizam logo

após o habite-se, de modo geral. Então, tem-se muito o que avançar em legislação no sentido de integrar o ciclo da água ao PU e na educação para população e para técnicos, como considera o princípio do projeto LID e como faz NYC cujo programa apresenta-se na sequência.

5.3.1 O programa LID em Nova Iorque

Desde 1970 existe, nos EEUU, a *Clean Water Act* - Lei de Água Limpa, para controlar os efluentes sem tratamento, contaminantes da água para melhorar as condições ambientais e sanitárias. Foi constatado o quão errôneo seria continuar a construção de obras de drenagem com canalização de rios naturais para aumentar o escoamento devido à urbanização. Isso deu margem à busca pelo Desenvolvimento de Baixo Impacto quando, a partir dos anos 1990, o país investiu em uma política de sustentabilidade com base no tratamento das águas da chuva, na proteção do escoamento pluvial entre outros programas (SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012). Talvez, por isso a água potável da cidade de Nova York seja conhecida, mundialmente, por sua qualidade.

Diferente da abordagem tradicional, estas soluções mimetizam as funções ecológicas e hidrológicas dos ambientes naturais e têm aumentado significativamente nos últimos anos (ONU-ÁGUA, 2018). Pode-se identificar como um movimento de criação de paisagens urbanas em outros países, além dos EEUU.

Como um pilar da adaptação à mudança climática esta solução baseada nos ecossistemas inclui não somente os recursos hídricos, mas pode englobar segurança alimentar e agricultura, biodiversidade, SES e meio ambiente, redução de riscos de desastres, assentamentos urbanos, além da transição da cidade para a mudança climática. Essa adaptação apoia diretamente o pacto global da Agenda 2030, por meio da interdependência de seus vários Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS.

Além dos benefícios ecossistêmicos, a infraestrutura verde fornece “cobenefícios” ambientais e comunitários para os bairros e residentes da cidade que incluem o aumento do verde urbano, a redução da ilha de calor urbana e mais habitat para pássaros e polinizadores ao redor a cidade (NYC, 2019).

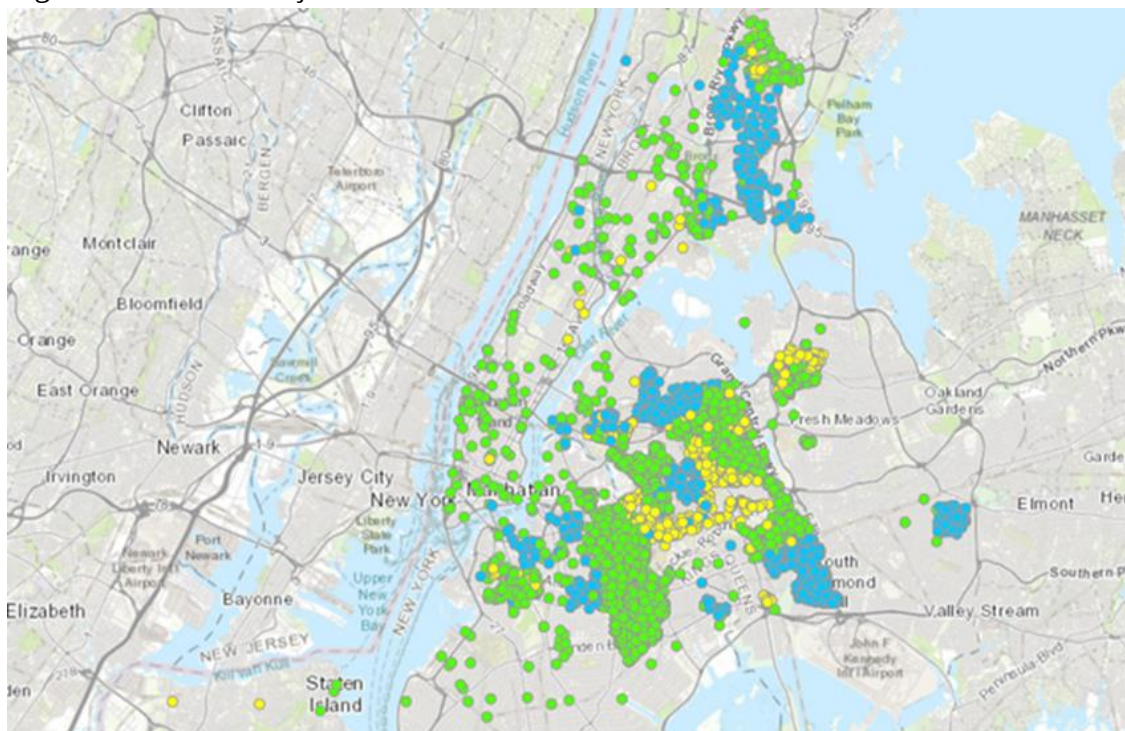
Essas alterações que impactam o ambiente e a vida dos habitantes, requerem requalificação urbana, com abordagens mais naturais e múltiplos usos no gerenciamento sustentável da água da chuva como Plano de Gerenciamento das Águas, abaixo descrito, entre outros exemplos em Whashington, Seattle e Portland - EEUU e outras cidades que buscam a sustentabilidade.

A consciência de que as águas da chuva na cidade varrem poluentes dos telhados, ruas e calçadas, para os rios e que deveriam ser absorvidas naturalmente pelo solo, pode melhorar a qualidade das águas (HERSOG, 2013), (NYC, 2019).

Segundo o Guia (2018) as passagens públicas são equivalentes a 30% da cobertura impermeável da cidade. Incluem as calçadas, passeios públicos, faixas de estacionamento, canteiros centrais e ruas e geram escoamento de águas pluviais durante eventos de chuva.

O Plano de Gerenciamento Sustentável de Água de Chuva da cidade de Nova York 2008 - 2030 culminou com o Plano de Infraestrutura Verde, de 2012. Este propõe prevenir riscos de inundações da provável elevação dos oceanos uma vez que está à beira do oceano Atlântico e do Rio Hudson e pela urbanização que impermeabilizou mais de 70% da sua superfície. Os passeios públicos, estacionamentos e ruas compõe 30% dessa cobertura impermeável que gera escoamento de águas pluviais durante eventos de chuva. Em função desses fatores, a prefeitura dará sequência a uma série de componentes de drenagem urbana com infraestrutura verde e construirá 5.000 (cinco mil) Jardins de Chuva nos bairros Brooklyn, Bronx e Queens, dando continuidade ao Programa de Infraestrutura Verde com mais de 4.000 Jardins de Chuva já construídos, com melhoria da qualidade da água que esta infraestrutura confina (GUIA, 2018). Na Figura 5.17, assinados em verde - os jardins de chuva construídos, em amarelo - os que estão em construção e em azul - a serem construídos até 2030.

Figura 5.17 - Localização da infraestrutura verde de Nova York



Fonte: <https://www1.nyc.gov/site/dep/water/green-infrastructure.page>

O objetivo principal do Programa é reduzir, de maneira econômica, o vazamento do esgoto, no porto de Nova York quando nas enxurradas se juntavam as águas pluviais e as águas servidas canalizadas. Ou seja, separar água pluvial das demais águas.

Os projetos distribuídos pela cidade também fornecem benefícios comunitários e ambientais aos bairros e moradores de Nova York com a revegetação urbana para reduzir as ilhas de calor e aumentar os habitats para pássaros e polinizadores em toda a cidade (GUIA, 2018). Com isso o Programa apoia a Agenda 2030, através da realização de ODS - Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, como o ODS 6 de gestão sustentável da água e saneamento, o ODS 9 das infraestruturas resilientes e o ODS 13 que é combater a mudança climática (ONU, 2015).

A infraestrutura verde é constituída por diversos elementos que trabalham aos moldes da natureza de maneira a coletar a água da chuva, para que se infiltre no solo, conduzindo-a via condutores naturais, com vegetação e pedras, impedindo que as águas entrem no sistema de esgoto da cidade, absorvendo-as e transformando a paisagem (GUIA, 2018).

Figura 5.18 - Jardim de chuva



Fonte: Prefeitura de NYC <https://www1.nyc.gov/site/dep/water/types-of-green-infrastructure.page>

O Jardim de Chuva, mostrado na Figura 5.18, é um ecossistema que tem solo arenoso e camada de pedra no fundo para facilitar a infiltração da água da chuva. Como indica o desenho, a água escoar pelo rebaixo da sarjeta e penetra no solo através da vegetação, a qual ajuda na absorção da água, por evapotranspiração (ver indicação na figura), para a atmosfera.

A vegetação interfere no processo de precipitação, evapotranspiração e umidade através do fluxo vertical desde o solo que varia, na proporção da radiação solar (albedo), dependendo do tipo de superfície. A floresta tropical radia 12%, a grama entre 15 e 20% e a água reflete de 5 a 7% (ver item 2.1.4) (BRUIJNZEEL, 1990 *apud* BRASIL, 2006).

A infraestrutura verde do programa nova-iorquino (NYC, 2019) é composta por vários ecossistemas de tipologias diferentes:

- Rua Verde - é um Jardim de Chuva maior, localizado literalmente na rua, na esquina, no espaço onde é proibido estacionar, sem diminuir as possibilidades de estacionamento;
- Telhado Verde é um ecossistema que substitui uma superfície impermeável de telha ou laje, por uma permeável com terra vegetada, constituído de camada vegetal comestível ou não (ver item 5.2.2);
- Telhados azuis (Figura 5.19) são projetados sem vegetação com o objetivo principal de reter águas pluviais com barragens nas entradas de drenagem do telhado que criam lagoas temporárias e liberação gradual de águas pluviais da mesma maneira que o telhado jardim prolonga o tempo da água nele, pela absorção da água na terra ou composto orgânico - no telhado jardim e composto artificial - no telhado azul.

Figura 5.19 - Telhado azul



Fonte: Prefeitura de NYC <https://www1.nyc.gov/site/dep/water/types-of-green-infrastructure.page>

- A pavimentação permeável é outra variante da estrutura verde com diversos tipos de materiais e técnicas de pavimentos que permitem que a água se infiltre entre os materiais e seja absorvida pelo solo (ver item 5.2.7);
- Biorretenção são sistemas de detenção subterrânea com capacidade de infiltração que fornecem armazenamento temporário do escoamento de águas pluviais no subsolo. Esses sistemas têm fundo aberto e podem incorporar câmaras perfuradas de tubos e águas pluviais para aumentar o volume de detenção. Os sistemas são projetados principalmente com um leito de cascalho que armazena água até que ela possa se infiltrar no solo (itens 5.2.4 e 5.2.5);
- Cisterna, geralmente de uso particular, é um tipo de coletor de água dos telhados.

Em NY, o programa oferece incentivos financeiros para a instalação, em propriedades particulares, da cidade, de telhados verdes, jardins de chuva, cisternas e pavimento poroso para controle de fontes e infiltração de águas pluviais, e a prefeitura constrói em propriedades públicas como vias e telhados de escolas, praças e parques (NYC, 2019).

Como uma oportunidade de avaliar se os sistemas híbridos de telhado - verde e solar são uma maneira econômica de atender a gestão de águas pluviais e energia renovável, foram aprovadas leis, em 2019, exigindo a implementação de telhados verdes ou painéis solares em quase todos os novos projetos de construção ou telhados e reforma da cidade. Estão sendo avaliadas quatro escolas.

Com a proteção das três maiores bacias hidrográficas, desde 1990, Nova York dispõe do maior abastecimento de água, nos Estados Unidos e economiza mais de US\$ 300 milhões por ano, na sua gestão e custos de manutenção (AZOULAY; HOUNGBO, 2018).

Figura 5.20 - Manhattan *Waterfront Greenway*



Fonte: NYC, 2018

O Manhattan *Waterfront Greenway* (Figura 5.20) é um exemplo de recuperação de mata ciliar, com aproximadamente 51,5 quilômetros que circunda a ilha de Manhattan, acompanha a beira do Rio Hudson e do Rio East com paisagem verdejante e infraestrutura verde para pedestres, ciclistas, patinadores e outros usuários de transporte leve (NYC, 2018).

Um programa com incentivos, como o LID, executados nos EEUU, são importantes na medida do crescimento populacional mundial, do desenvolvimento econômico e das mudanças de padrões de consumo que aumentam a demanda mundial por água em 1% ao ano (ONU-ÁGUA, 2018). Este tipo de programa usa a infraestrutura verde como ferramenta que possibilita “criar” água e melhorar o ciclo hídrico do planeta que vem variando, devido à mudança climática e que possivelmente terá mais alteração com o aumento do índice de áreas de escassez, até 2050.

5.3.2 A infraestrutura verde é uma ferramenta para uma cidade sensível à água

A Infraestrutura Verde se constitui de um instrumento de PU que orienta a ocupação e a transformação antrópica do território. Nessa estrutura está contida a interconexão entre

elementos biofísicos, culturais, recreativos e paisagísticos do território que convergem para a sustentabilidade do ambiente (FERREIRA, 2010).

Uma gama de medidas usa sistemas de vegetação ou solo, pavimento permeável ou outras superfícies ou substratos permeáveis, coleta e reutilização de águas pluviais, ou paisagismo para armazenar, infiltrar ou evapotranspirar águas pluviais e reduzir os fluxos para sistemas de esgoto ou para águas superficiais (US EPA, 2000; 2020c). Esta é a conceituação, apresentada desde a Lei da Água Limpa dos EEUU de uma infraestrutura que pode ser intitulada por alguns autores de infraestrutura verde-azul porque se utiliza de vegetação e água.

O PU integrado a componentes da drenagem urbana de forma sustentável como uma infraestrutura verde-azul, além de conservar a água e usá-la plenamente ainda possibilita mitigar os impactos urbanos e aumentar a biodiversidade, preparando a cidade para a mudança climática. Isso faz da infraestrutura verde-azul uma técnica passível de multifuncionalidade dos espaços verdes, possível de contribuir na qualidade de vida urbana.

Viu-se que na cidade biofílica (item 4.4), os fragmentos de vegetação são capazes de conectar o habitante à natureza promovendo a empatia ambiental e o sentimento de pertença, aumentar os efeitos positivos na saúde física e mental, melhorar os SES, qualificar a água e naturalizar seus fluxos, captar os GEE, diminuir ruídos e aliviar as ilhas de calor. Além de todos esses benefícios, uma infraestrutura verde-azul facilita, também, a interligação, para os animais se locomoverem entre um fragmento de vegetação e outro⁴⁷ dentro e para fora do tecido urbano.

São muitas e variáveis as correntes para tornar o crescimento da cidade mais sustentável e mais resiliente, visando mitigar os problemas, melhorar o ambiente urbano e se preparar para a mudança climática. Herzog (2013) cita o livro *Green infrastructure* de Benedict e McMahon, de 2006, como precursor da ideia de incorporar a natureza no urbano. Antes, Newman (1997) e GIBSON *et al.* (1997) citam a mudança de paradigma ao trazer a natureza para o urbano para aumentar a biodiversidade e cuidar dos ecossistemas e da natureza.

Outros autores, mesmo sem usar o termo infraestrutura verde como Mollison e Slay (1994) com o design permacultural usa a técnica do *swale*-canais de infiltração, para armazenar água no solo, recarregar o lençol freático e contribuir com a umidade do solo, tradução do atual jardim de chuva. Ou as *wetland* lagoas e canais artificiais ou naturais que abrigam plantas aquáticas usados para reter e amortecer os fluxos de água nos picos de enchente.

As tipologias de desenhos para as infraestruturas verde-azul usadas de acordo com a necessidade e do tamanho estão no item 5.2. Todos têm o objetivo de infiltrar a água no solo

⁴⁷ (sic) Professor Robson em aula de Ecologia Urbana, 2018.

através da vegetação, filtrá-la e retardar seu escoamento. O importante de uma infraestrutura verde é a continuidade entre os fragmentos e a interligação entre eles.

Spirm (1983), em Jardim de Granito, ensina os valores sociais da natureza, muito além do apenas estético, cultural e espiritual, tendo aprendido com o arquiteto Law Olmsted e Ian McHarg ligar a natureza às necessidades ambientais e sociais da cidade, tudo dentro dos padrões da natureza.

Como mostram as Figuras 5.20 e 5.21, uma Infraestrutura Verde potencializa o valor ecológico e conecta outros subsistemas compostos pela vegetação e produção de biomassa, pela chamada infraestrutura azul, composta pelos fluxos da água, pela infraestrutura cultural que compõe a paisagem e os elementos culturais e a infraestrutura de mobilidade sustentável com caminhos de pedestres e ciclovia - não motorizados. Ou seja, uma estrutura multifuncional, que contém uma estrutura verde, valoriza o papel dos ecossistemas no ciclo da água e abriga amenidades.

Figura 5.21 - Renaturalização do córrego Cheonggyecheon, em Seul – Coreia do Sul,
 Figura 5.22 - Tratamento de efluentes por jardins filtrantes em fábrica de cosméticos no Rio de Janeiro.



Fonte: Cecília P. Herzog

Estas estruturas têm dado uma contribuição significativa na compatibilização das áreas ecologicamente sensíveis com o desenvolvimento e reestruturação do tecido urbano. A Infraestrutura Verde constitui um instrumento de planejamento e de ordenamento do território que orienta a ocupação e transformação antrópica com muitos benefícios para o espaço urbano (FERREIRA, 2010).

O crescimento populacional progressivo, obriga à eficiência dos sistemas hídricos, primordialmente seus fluxos, na precaução contra a mudança climática. Além disso, o aumento da demanda por água exige, urgentemente, o respeito à água pelo seu valor intrínseco, social e comercial e um tratamento ecossistêmico. É essencial o aumento da permeabilidade das áreas urbanas. A infraestrutura verde se relaciona com o aumento da permeabilidade da cidade através do aumento da biodiversidade e da infiltração das águas, no solo. Essa é uma forma de equilibrar o ciclo hidrológico urbano e redirecionar os fluxos da água.

Essa estrutura multifuncional compreende a cidade como um sistema socioecológico, baseada no pensamento sistêmico complexo. Restabelece os fluxos da biodiversidade, da flora, fauna e águas - rios e canais renaturalizados. Interconecta fragmentos de vegetação, em rede, do ambiente urbano até o rural e os organiza como um sistema entre as áreas verdes e a água. A recomposição do ecossistema urbano, além de aumentar a qualidade dos SES, requalifica os espaços públicos e facilita as atividades comunitárias locais. A infraestrutura verde revaloriza áreas urbanas degradadas ao longo de rios, restabelece SES como a ciclagem do sistema hidrológico com a infiltração da água da chuva novamente no solo, com escoamento para rios e lagos e sua evaporação para se transformar novamente em chuva. Este ciclo restabelecido traz benefícios ao crescimento urbano e ao equilíbrio dos fluxos naturais. Ao contrário deste equilíbrio temos poluição do ar e das águas pluviais e fluviais, impermeabilização do solo, desmatamento e deterioração das margens dos rios que pode ser uma ameaça à alteração climática e ao bem-estar humano (FERREIRA, 2010; HERZOG, 2013).

As cidades necessitam conectar as atividades humanas e a forma urbana aos processos naturais dos fluxos de água e da vegetação urbanos imitando a natureza (SPIRN, 2011) os quais dão o devido valor aos SES, na tomada de decisões (KOSMUS; RENNER; ULLRICH, 2012) no planejamento e na gestão. É uma forma inegável de adaptação às mudanças climáticas.

As infraestruturas verdes adaptadas aos ecossistemas relativos à água, à fauna e à flora e à mobilidade leve, já estão incluídas em muitas correntes tecnológicas uma vez que efetivamente melhoram a qualidade do ar e da vida, equilibram os SES, aumentam a biodiversidade, direcionam os fluxos de água e produzem uma paisagem urbana natural atrativa aos olhos, ao espírito e à subjetividade.

A definição de infraestrutura verde está em evolução, mas alcança a visão sistêmica, baseada no entendimento da ecologia da paisagem e engloba a ecologia urbana.

Assim, Herzog (2013) a conceitua:

- É uma estrutura multifuncional que requalifica infraestruturas existentes, e planeja novas, de modo a transformá-las em espaços que interligam fragmentos vegetados e permeáveis, conectando-os por corredores verdes e azuis. Objetivam reestruturar o mosaico da paisagem em múltiplas escalas baseado nos sistemas geológico, hidrológico, biológico, social, circulatório e metabólico.

Os corredores verdes e azuis interconectam a paisagem entre os fluxos da biodiversidade vegetal, animal e hidrológico - tanto dos rios e canais renaturalizados quanto de

ruas densamente arborizadas, com canteiros permeáveis, ricos em espécies de plantas (HERZOG, 2013), c) que mitigam impactos urbanos (quadro 5.5) tais como:

Quadro 5.5 - Principais benefícios ecológicos de uma estrutura verde

a.	Filtragem da poluição do ar;
b.	Regulação do clima urbano;
c.	Redução de ruídos;
d.	Drenagem do escoamento das águas pluviais;
e.	Tratamento de esgotos;
f.	Conservação e criação de água;
g.	Equilíbrio nos SES, nas quatro categorias, provisão, regulação, cultura e suporte;
h.	Restabelecimento dos fluxos da biodiversidade vegetal e animal e das águas;
i.	Contenção de áreas íngremes e margens de rios e córregos para evitar deslizamentos e assoreamento;
j.	Contribuição significativa na compatibilização das áreas ecologicamente sensíveis.

Fonte: da autora, baseado na pesquisa

Além dos principais benefícios de uma estrutura multifuncional, apontados no quadro 35, apontam-se benefícios sociais e estruturais, baseado em Ferreira (2010) e Herzog (2013) que é a criação de:

- a) Espaços públicos de qualidade e sombreados, para lazer, recreação e inspiração;
- b) Pontos de encontro que melhoram a sociabilidade;
- c) Melhorar o contato com a natureza;
- d) Possibilidade do aumento da saúde mental e física;
- e) Atuação na agricultura urbana com produção alimentar;
- f) Aumento de empregos verdes;
- g) Infraestrutura de mobilidade leve com caminhos de pedestre e ciclovias;
- h) Ligação entre bairros;
- i) Valorização de imóveis limítrofes.

A relação dos SES com o bem viver humano está fundamentada na compreensão fornecida pela Avaliação Ecosistêmica do Milênio (MA, 2005). A infraestrutura verde é um marco para os estudos do ecossistema urbano sustentável e pode ser vista como complementar ou substituto das medidas “cinzas” ou de infraestrutura convencional, pois além de sustentável e conservar os ecossistemas, o objetivo é aumentar a resiliência e reduzir a vulnerabilidade das pessoas à mudança do clima (GIZ, 2015).

Pesquisas em todo o mundo mostram que a restauração e a conservação de ecossistemas são ações geralmente muito rentáveis e altamente lucrativas por manterem esses serviços, em comparação com os prejuízos econômicos causados pela perda dos SES (UNEP, 2010).

Segundo a Giz (2015), a relação custo-benefício do retorno do investimento de uma restauração adequada de ecossistemas pode ser de 3 a 75 vezes, dependendo do contexto ecossistêmico e das medidas adotadas, sendo que o uso da biodiversidade e dos ecossistemas fazem parte da estratégia integral de adaptação.

A correspondente “gestão baseada em ecossistemas” ganhou relevância após a Avaliação Ecossistêmica do Milênio (2005). Experiências recentes em alguns países têm apresentado planejamento com tecnologias verdes para a solução da água, que reconhecem os ecossistemas como mecanismo de controle e tratamento das águas pluviais de modo integrado às demais atividades urbanas. Mas, segundo o UNEP (2010) o devido valor aos SES está longe das tomadas de decisão, principalmente no Brasil e na América Latina.

O campo disciplinar não apresenta alternativa com solução que inclua a dimensão ambiental e urbana (TUNDISI, 2009), porque carece de alternativa que inclua essas dimensões para trazer solução ao cenário urbano pela separação das ciências ambientais e sociais do PU (PICKETT; CADENASSO; GROVE, 2004; DI PACE, 2012).

Rebouças (2004) considera esse conceito sistêmico de abordagem para planejamento, levando em conta o binômio água e solo, para diminuir a relação água e impermeabilização do solo, água e construções. Lembrando a necessidade da presença de cobertura vegetal no solo urbano, para que haja infiltração de água, para que possibilite direcionar os fluxos de água pluviais, para que diminuam as enchentes e alagamentos.

Os pensadores da cidade que objetivam a transição para uma cidade sustentável e resiliente veem a importância da conexão da ecologia no planejamento e gestão dos espaços urbanos, necessários para aumentar a biodiversidade e para os processos da água.

A conservação e aumento da biodiversidade e estabilização dos SES é fundamental para o manejo de águas e para o desempenho da drenagem urbana de neutralizar os efeitos da urbanização e restabelecer as condições hidrológicas como antes da urbanização, no máximo possível (TUNDISI, 2009).

O gerenciamento integrado dos recursos hídricos decorre da necessidade de um tratamento ecossistêmico proposto em finais dos anos 1980 que abrange a participação da população (TUNDISI, 2009). Para gerenciar os recursos hídricos integrado à sustentabilidade do ecossistema de bacia hidrográfica, as ecotécnicas são recursos de baixo custo e componentes de uma infraestrutura verde, quais sejam:

- Reflorestamento da bacia;
- Recuperação dos rios;
- Recuperação e conservação de áreas alagadas;

- Manutenção e expansão de fragmento florestal;
- Introdução de corredores de florestas de espécies nativas;
- Controle da erosão;
- Gerenciamento integrado do uso do solo da bacia (TUNDISI, 2009 *apud* TUNDISI, 1999).

A abordagem ecossistêmica faz parte de um conceito amplo de planejamento e gestão que integra a terra, os recursos hídricos e os recursos vivos e promove um crescimento urbano sustentável. Nesta abordagem Capra (2006a) reconhece os humanos como componentes integrantes dos ecossistemas, uma vez que todos os ecossistemas estão interligados e só funcionam nessa teia como um todo integrado.

São diversas as correntes tecnológicas verdes ou ecotécnicas, baseadas em ecossistemas que relacionam água, solo e vegetação, com *design* sensível à água. Essas tecnologias estão interconectadas a vários setores como segurança alimentar e agricultura, biodiversidade, SES, meio ambiente, redução de riscos de desastres, assentamentos urbanos e mudança climática. É muito importante frisar a recomendação do PNUD (2019):

- Os países que se abstiverem desse tipo de *design* sensível à água podem carecer da capacidade de resolver problemas hídricos e sofrer impactos prejudiciais como resultado de secas e inundações.

A tendência de soluções baseadas na natureza ilustra crescente convergência e rápido crescimento nos investimentos, mas ainda correspondem a menos de 1% do investimento total. Muito embora ampliar o uso destas soluções baseadas na Natureza seja um ponto central para a realização da Agenda 2030 e seus ODS (WWDR, 2018). Este tipo de solução inspirada e apoiada na natureza, baseado em ecossistemas e utilizando a infraestrutura verde traz implícito o conceito de resiliência para um planejamento e gestão sustentáveis.

Barlow (2009) sugere o pacto global para a água que consta da conservação da água do mundo por parte das pessoas e governos que reconhecem o direito à terra e de outras espécies à água limpa.

Conhecimento há, para salvar os sistemas hídricos, restaurar as bacias hidrográficas e mitigar as enchentes de forma natural. Precisa vontade política e ampliação de consciência ecológica para levar a água a permear o solo, reabastecer os sistemas subterrâneos para que a água possa retornar à atmosfera podendo assim, regular as temperaturas e renovar o ciclo hidrológico, fatores importantes para a transição da cidade à mudança climática.

Recuperar a biodiversidade das cidades, conectar o ciclo da água com o verde da vegetação, fazer com que a chuva permaneça no local onde cai, na sua bacia hidrográfica, e seja absorvida pela terra, e não escorra, suja, para rios e oceanos são ações sustentáveis a favor da natureza.

As propostas de SbN - Soluções para a Água Baseadas na Natureza (ver item 5.5) são inspiradas e apoiadas pela natureza. Usam processos naturais com intenção de aperfeiçoar a gestão da água, em vários setores. Além da melhoria de recursos hídricos pode produzir avanço no crescimento urbano no que se refere à segurança alimentar, biodiversidade e SES, reduzindo riscos de desastres frente à mudança climática (WWDR, 2018).

Abaixo, exemplos pontuais de sucesso, de práticas com SbN - soluções baseadas na Natureza:

- Acequia - Novo México - honra herança cultural e tradição natural de irrigação por canais para distribuir água em terras áridas, proteger a água e cultivar alimentos saudáveis (ACEQUIA, 2017). A irrigação por canais de infiltração é uma metodologia praticada pela permacultura, chamadas *swales* (item 4.10). São canais nivelados que condicionam o solo e armazenam e infiltram a água, com árvores e/ou arbustos, floral ou alimentício, que ladeiam o canal. Eles direcionam o fluxo, umedecendo a vegetação, interceptando a água e a mantêm até infiltrar totalmente no solo (MOLLISON; SLAY, 1994).
- Rajendra Singh recebeu o Prêmio Água, de Estocolmo, o Nobel da água, em 2015 e da liderança comunitária em 2001 por incentivar a captação de água na Índia; conhecido como o homem da água, Dr. Rajendra Singh transformou as paisagens propensas à seca do Rajastão, Índia, em ecossistemas florescentes, por meio de métodos indígenas de captação de água feitas de barro e pedras, chamadas de conservação de água pelas curvas de nível. Essas estruturas, funcionam com sistema bem semelhante aos *swales*, pois retêm a água que escorre das chuvas de monção e ajudam a água penetrar no solo. Com evaporação mínima, melhoram o lençol freático revitalizando os aquíferos locais. Essa técnica também ajuda a reviver os rios porque, quando a água subterrânea é restaurada, começa a fluir para os rios. O Dr. Singh sempre inclui o povo nos esforços de conservação da água, fazendo a comunidade os donos da *johad* - pequeno açude. Ajudou a construir 11.800 *johads* em mais de 500 aldeias e a reviver 14 rios e corpos d'água, em todo o país, nos últimos 34 anos. No entanto, enfrentou desafios de órgãos de governança local e funcionários do departamento de irrigação que costumavam criar obstáculos em seu trabalho (SIWI,

2015). O diálogo com a comunidade é mais eficaz para o desenho da pesquisa e os resultados do que uma metodologia bem elaborada (PICKETT; CADENASSO; GROVE, 2003).

- A IRHA - Aliança Internacional de Captação da Água da Chuva - Genebra, Suíça difunde no mundo todo, projetos e experiências de aproveitamento e captação sustentável de água da chuva. Conduz seus trabalhos junto às escolas e universidades de países como Sri Lanka, Nigéria, Nepal, Colômbia, Brasil, dentre outros. No Sri Lanka o costume de captar a água de chuva foi reencontrada pela população local depois de uma grande estiagem. As populações locais aprenderam diferentes manejos de uso da água da chuva a partir de fontes de armazenamento, como as cisternas (IRPAA. ORG, 2013).
- Estudo de caso, dos EUA, executado pela UWIN - *Urban Water Innovation National Network* - Rede Nacional de Inovação de Água Urbana:

Projeto executado por equipe conjunta de pesquisadores e partes interessadas que inclui representantes de governos municipais, distritais e estaduais, cidadãos, coalizões, organizações sem fins lucrativos e empresas. O envolvimento transdisciplinar de membros bem informados e especialistas científicos, fazem parte da equipe pela liderança nos vários setores de água e disposição a ajudar a equipe de pesquisa. A rede aborda em multiescala - em uma bacia hidrográfica de 4.000 *ha* e uma de 100 *ha*, no oeste de Oregon e em infraestrutura hídrica urbana multissetorial - águas residuais, águas pluviais, água potável, sistemas de riachos naturais. Os projetos transdisciplinares, tem modelos que integram fronteiras disciplinares entre economia, sociologia, arquitetura, engenharia, hidrologia, ecologia para o desenvolvimento de ações contra os aumentos das pressões sobre os sistemas de água urbanos que eles intitulam - UWS. Essa organização foi orientada pelo princípio central de gerir a qualidade e quantidade da água na extensão da bacia hidrográfica. Essa equipe atuou por dois anos, usando dados de uma série iterativa, com o clima futuro e os pressupostos populacionais, para descrever três futuros alternativos até 2060, cada um correspondendo a um tema de cenário de organização central. As preocupações, mais frequentes, identificadas foram a mudança climática e a degradação do ecossistema, com especificações diferentes para cada região como riscos e impactos associados ao aumento do nível do mar, na Flórida e redução da disponibilidade de água durante verões mais quentes e secos e nas demandas concorrentes de uma população crescente, no Noroeste do Pacífico. Nos estudos de cenário com representação espacialmente explícita do uso da terra e da água o foco está em antecipar as trajetórias de mudança causadas pelo uso humano para incorporar efetivamente a ciência na tomada de decisão baseada na

comunidade e assim, promover um diálogo mais sofisticado dos fatos, valores e percepções. Os três mapas assinalam as mudanças até 2060 com uso do solo e respectivas densidades habitacionais, mostrando terrenos designados para acomodar todo o crescimento urbano pelos próximos 50 anos com mistura de densidades residenciais a qual permitiu a criação de 16 ha de infraestrutura verde e o aumento gradativo da Reserva Urbana, destinados para usos residenciais agrícolas e rurais, maior espaço livre das margens e várzeas dos rios com expectativa de incorporar o UWS de inovação, dando prioridade na proteção da função ribeirinha da bacia hidrográfica. A rede rodoviária primária também foi se alternando através dos três mapas de cenários, sendo que em 2060 passaram a se concentrar em modos alternativos de transporte que incorporam avenidas verdes (SANTELMANN *et al.*, 2019).

Este projeto invoca aos conselhos municipais a estabelecerem conselhos consultivos científicos, dentro das cidades para estudá-las e propor um plano diretor compatível com as mudanças climáticas que inclua todas as águas pluviais e fluviais, nascentes e usadas, urbanas e rurais.

Apontam-se outras situações observadas neste estudo de caso (SANTELMANN *et al.*, 2019), de interesse para o PU integrado à gestão da água, para qualquer cidade (Quadro 5.6).

Quadro 5.6 - Interesses de um projeto participativo para as águas urbanas

• O argumento da economia em preservar e restaurar áreas ribeirinhas fora da área urbana do que adaptar a infraestrutura verde em áreas desenvolvidas com altos valores imobiliários;
• Confirma os benefícios ecossistêmicos e recreativos que as áreas ribeirinhas fornecem;
• Esses modelos alcançam nível de integração e exigem mais trabalho interdisciplinar para o avanço da pesquisa de modelagem integrada;
• Os interesses e preocupações dos gestores de recursos hídricos sustentam a necessidade desse trabalho;
• Projetos de pesquisa transdisciplinares são adequados para explorar e testar a eficácia de inovadoras opções de <i>design</i> para avaliar vários impactos no sistema de água urbano, incluindo sistemas de riachos naturais e as percepções públicas da habitabilidade de seus bairros;
• Processo participativo benéfico, envolve parceiros em todos os setores de gestão da água para identificar e explorar práticas integrativas;
• A participação de especialistas locais no processo de criação de cenários ajuda a identificar inovações que são regionalmente plausíveis e viáveis e cria um fórum para as partes interessadas explorarem e compartilharem práticas inovadoras. Os cenários desenvolvidos com este processo também destacam a necessidade de desenvolver modelos integrativos que considerem ligações e <i>feedbacks</i> entre sistemas de água;
• Esses projetos costumam ser de interesse porque permitem a exploração de opções com muitos anos de antecedência, para ativos de infraestrutura com financiamento público.

Fonte: da autora, baseado em SANTELMANN *et al* (2019)

Um PU sustentável eficiente, baseado nos ecossistemas, pode facilitar o desenvolvimento e efetivação de bons planos e ter como resposta a resiliência, para auxiliar um

modelo positivo de urbanização, que seja compacto, conectado, integrado e inclusivo e correlacionado a uma boa governança e legislação adequadas (H-III, 2015).

Por outra perspectiva, cidades mal planejadas, com população morando nas encostas de morros ou nas áreas de várzeas de rios ou de proteção permanente são vulneráveis nas ocorrências de eventos extremos. Esses eventos são categorizados em cinco grupos de processos causadores de riscos naturais dentre eles o risco hidrológico que supõe os subgrupos inundações, enxurradas e alagamentos. Do ponto de vista ambiental, muitas cidades brasileiras ficam vários dias sem abastecimento de água potável, por falta de segurança hídrica (IPEA, 2018).

No transcorrer do capítulo 2 descreve-se a situação da água e do saneamento no mundo com exemplos e dados sobre abastecimento de água e a grande variação no uso da água por pessoa o que demonstra a dificuldade da gestão e ao mesmo tempo a necessidade de dar eficiência nos serviços com custo baixo, informação e educação para população e técnicos como considera os programas LID e WSUD. O crescimento da população é um problema cada vez maior que cresce com a demanda de água.

No item 2.6.2 aparece a exploração dos recursos hídricos e no 2.6.3, a proporção de pessoas que não têm acesso à água. O uso tão variável de água que sobressai na irrigação, demonstra a necessidade de substituição de técnicas ou de produto como sugere Shiva (2006). A permacultura ensina a irrigação por gotejamento e a produção orgânica na agricultura urbana. Esta é uma ferramenta para o autossustento alimentar, embora sua escala seja reduzida e subestimada.

O *Design Urbano Sensível à Água* da Austrália é uma abordagem visionária para integrar PU sustentável e gestão da água que visa minimizar os impactos hidrológicos urbanos e a adaptação da abordagem WSUD colocando o ciclo da água (ver item 2.1.4) no centro do PU.

5.4 WSUD - *WATER SENSITIVE URBAN DESIGN* - DESENHO URBANO SENSÍVEL À ÁGUA

A Austrália está entre os países mais secos do mundo e dos que mais consomem água. Teve, portanto, que buscar alternativas de abastecimento de água dentro de um desenvolvimento urbano que gerisse a água de modo sustentável, através de estratégias com adoção de sistemas de reciclagem de água e métodos de reaproveitamento de águas pluviais como fontes viáveis. Assim nasceu o WSUD que se tornou referência mundial no assunto.

O programa traz requisitos, princípios, objetivos e metas para gerenciar fluxos, reciclar águas e projetar paisagens através de tipologias de design urbano como telhado jardim, valas vegetadas, bacias de infiltração, sistemas de biorretenção, alagados construídos, bacias de retenção ou retenção. A atenção do WSUD está dirigida à manutenção de estradas, superfícies longitudinais de ruas e passeios públicos, espaços abertos e principalmente ao design e à paisagem de uma cidade (WSUD, 2014).

Este conceito é aplicado em boa parcela dos estados australianos, no gerenciamento de águas pluviais, ligado ao PU, conforme diretrizes e planos locais, para minimizar os riscos do desenvolvimento. Para aplicar a abordagem WSUD é necessário a cooperação do governo local e respectiva autoridade de recursos hídricos.

O termo *Water Sensitive Urban Design* foi cunhado em 1992 por Mouritz com diretrizes publicadas pela primeira vez em 1994. Mas em 2012, após ampla variedade de pesquisas com o objetivo de reduzir o efeito de ilha de calor, melhorar a estética urbana para estimular uma sensação de bem-estar, e inspiradas no conceito de “Cidades esponja”, da China, é estabelecido o programa que apoia os princípios do desenho urbano sensível à água. Os componentes incluem boa governança sensível à água; aumento do capital comunitário; melhoria da produtividade e eficiência de recursos; uso de infraestrutura adaptativa; melhoria da saúde ecológica e garantia de um espaço urbano de qualidade (RADCLIFFE, 2018).

O WSUD (2014) reconhece todos os cursos d'água do ciclo hidrológico urbano como um potencial recurso, não apenas água potável. Inclui todas as águas: água da chuva, água pluvial, água potável de rede, águas cinzas e águas negras.

Integra a gestão urbana do ciclo das águas com PU e *design*, com o objetivo de imitar sistemas naturais para minimizar impactos negativos no ciclo natural da água (GUIDELINES, s/d).

Visa criar ambientes urbanos que permitam que o ciclo da água funcione de forma natural, com pouco impacto no ciclo hidrológico. Dentre os muitos benefícios da implementação desta técnica, apontados pelo guia do país (AU, s/d), incluem:

- Redução do volume de águas pluviais que entram nos cursos d'água, levando a um melhor ambiente aquático;
- Redução da dependência de água potável para irrigar espaços verdes;
- Mitigação de enchentes interceptando fluxos de águas pluviais;
- Biodiversidade melhorada como resultado de pântanos e jardins paisagísticos;

- Diminuição do efeito da ilha de calor urbano como resultado do aumento do espaço verde e do aumento da capacidade de irrigação;
- Níveis aumentados de solo permeável e umidade do solo.

Os princípios dos planos que compõe essa técnica com abordagem sensível à água, orientam o desenvolvimento e a administração das mudanças nos próximos 10 a 15 anos e estão apontados no Quadro 5.7 abaixo:

Quadro 5.7 - Princípios da técnica WSUD

a. Proteger e melhorar os sistemas naturais de água dentro dos ambientes urbanos.
b. Integrar o tratamento de águas pluviais na paisagem, maximizando a comodidade visual e recreativa de desenvolvimentos
c. Melhorar a qualidade da água de escoamento urbano
d. Reduzir o escoamento e os fluxos máximos urbanos, aumentar os tempos de retenção locais e minimizar áreas impermeáveis
e. Minimizar os custos de infraestrutura de drenagem de desenvolvimento devido à redução do escoamento e fluxos de pico

Fonte: da autora, baseado em *Water Sensitive Urban Design Guidelines* (SD)

Além de potencial redução dos custos e diminuição de infraestrutura, o WSUD foi identificado como um meio de controlar os fluxos e filtrar as águas pluviais para remover os poluentes enquanto trata o escoamento mais próximo de sua fonte. Isso imita com eficácia um sistema natural.

O objetivo do WSUD é fornecer uma metodologia para a implementação de projetos urbanos sensíveis à água, com abordagem mais sustentável para a gestão total do ciclo da água no meio urbano. Estabelece regras para alcançar metas sustentáveis (quadro 5.8):

Quadro 5.8 - Metas do WSUD

• Minimizar a interrupção das vias naturais de drenagem (por exemplo, retenção de vegetação nativa, cobertura morta, áreas permeáveis, caminhos de fluxo superficial dispersos, cursos de água naturais com vegetação, pântanos e planícies de inundação);
• Minimizar áreas impermeáveis e aumentar a permeabilidade das áreas permeáveis restantes (por exemplo, cobertura morta, proteção contra compactação de veículos);
• Reduzir a conectividade hidráulica do sistema de águas pluviais pelo uso de valas vegetadas de cursos de água, pântanos e lagoas em vez de canos e canais revestidos;
• Compensar os impactos do desenvolvimento incorporando capacidade de retenção (por exemplo, infiltração, água da chuva, tanques, vales, pântanos, lagoas e bacias de retardamento);
• Minimizar os requisitos de água e reduzir o escoamento de águas pluviais, adotando estratégias de paisagismo (por exemplo, cobertura morta, reduzir áreas de gramado, gramados, lagos e jardins eficientes em termos de água);
• Conservar água por meio da instalação de equipamentos eficientes em termos de água;
• Coletar a água da chuva com armazenamento em tanques de água da chuva (ou outros dispositivos de armazenamento) para uso interno (por exemplo, descarga de banheiro, máquinas de lavar) e uso externo (irrigação do jardim);
• Usar águas cinzas e efluentes tratados para fins não potáveis.

Fonte: da autora, baseado em (AU, 2009)

O regulamento para a gestão de águas pluviais inclui uma política de água a qual exige que o escoamento das áreas urbanas e rurais não deve comprometer os usos benéficos de

rios e córregos uma vez que este programa objetiva controlar o impacto ambiental. O WSUD é uma ferramenta usada para cumprir esta política em todos os estados da Austrália, como abaixo descritos os mais interessantes.

O planejamento integrado conecta o Plano de Território e mais especificamente orienta o planejamento, o desenho e o desenvolvimento de áreas que tenham importância de capital nacional. Qualquer desvio significativo a Comunidade decide em acordo e altera o Plano Nacional, se incluir questões de importância nacional. Por exemplo, o respeito a valores ambientais que reflita preocupações com a sustentabilidade das áreas urbanas da Austrália, que proporcione às pessoas um ambiente atraente, seguro e eficiente para viver, trabalhar e se divertir (AU, 2009).

Segundo o Guidelines de Melbourne (AU, 2014) os principais objetivos do WSUD são os descritos o Quadro 5.9:

Quadro 5.9 - Objetivos do WSUD

• Reduzir o consumo de água potável
• Maximizar a reutilização
• Reduzir a descarga de águas residuais
• Minimizar a poluição das águas pluviais antes de serem despejadas no ambiente aquático
• Maximizar a proteção das águas subterrâneas.

Fonte: da autora, baseado no *Guidelines* de Melbourne (AU, 2014)

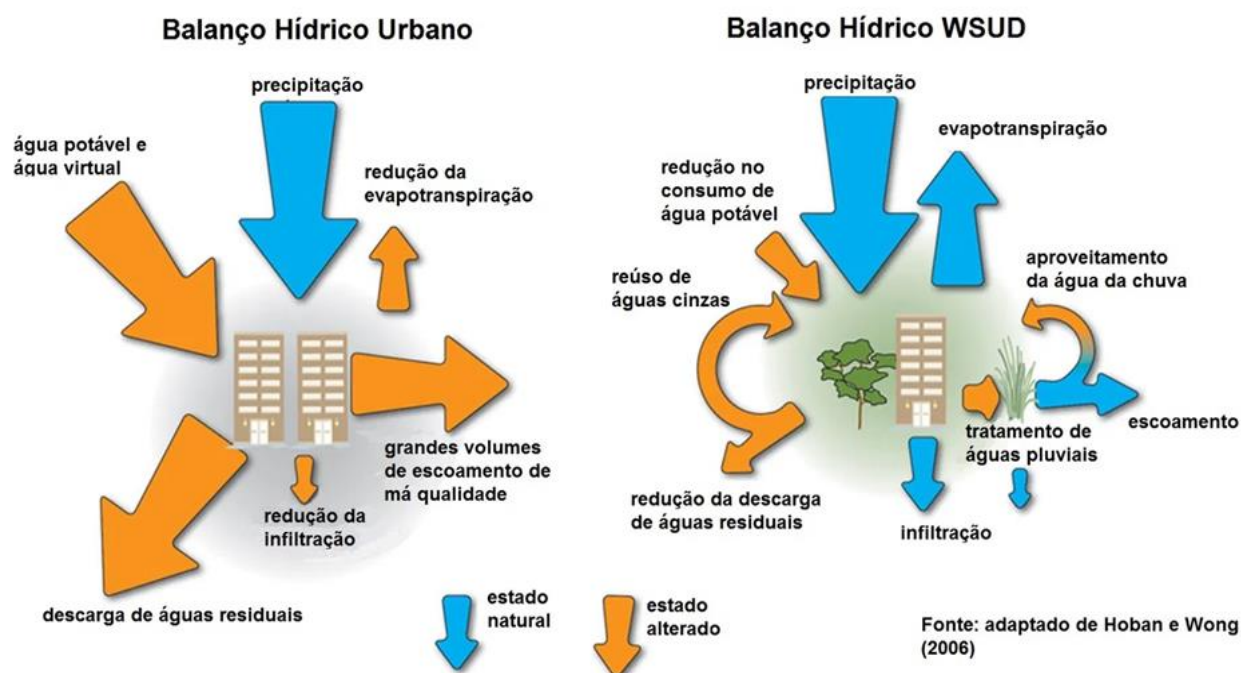
Estas estratégias de baixo impacto e de *design* sensível à água se adequam a melhorar a eficiência e uso sustentável dos recursos hídricos levando em consideração aspectos econômicos, sociais e ambientais.

O programa australiano WSUD de PU sustentável aborda na íntegra a gestão de águas, do armazenamento ao tratamento, além de melhorar a capacidade de drenagem, facilitando a retenção da chuva, prevenindo inundações (MW, 2005). Essa técnica reutiliza água no local e incorpora bacias de retenção para reduzir os fluxos de pico e incorporar sistemas de tratamento para remoção de poluentes englobando todas as águas de drenagem e abastecimento, que variam de acordo com a densidade habitacional (GUIA.AU, 2014).

Soluções práticas para a água da chuva projetadas no programa WSUD (MW, 2005), cobrem: bacias de sedimentos, vales e bacias de bioretenção, bacias de retenção, filtros de areia, sistemas *swale*, pântanos construídos, lagoas, medidas de infiltração, tanques de água da chuva, armazenamento e recuperação de aquíferos. O WSUD trabalha em todos os níveis do lote, da rua e do distrito, bem como em escalas regionais. Inclui uma gama de opções de tratamento, envolve a comunidade, as instituições, o meio urbano construído, o ciclo da água, a bacia hidrográfica, evidenciando a visão transdisciplinar da água.

A abordagem WSUD visa minimizar os impactos hidrológicos do desenvolvimento urbano nos ambientes vizinhos. A Figura 5.23 fornece um esquema comparativo do ciclo da água entre as áreas urbanas e as áreas onde foi incorporada a WSUD com as principais mudanças nos fluxos importados, evapotranspiração, infiltração e escoamento. Este esquema executado por Hoban e Wong em 2006, é utilizado no Plano de Canberra (AU, 2017).

Figura 5.23- Esquema do balanço hídrico urbano e balanço hídrico WSUD



Fonte: Wong; Brown (2006 apud AU, 2017).

Wong e Brown descrevem três pilares para integrar o desenvolvimento e gestão de água urbana em busca da cidade sensível à água, por meio da metodologia WSUD, sintetizados por Timmermans *et al.* (2017) e adaptados pela autora. Os três pilares estão no Quadro 5.10 (abaixo), como princípios de *design* WSUD e considerações que colocam ênfase específica na adaptação apropriada ao local.

Timmermanns *et al.* (2017), examina a questão da vegetação em Essenvelt, Middelburg na Holanda com os princípios WSUD, ligado no foco da construção, relacionado a materiais usados, telhados e fachadas verdes, como prática padrão, dando capacidade de ventilação e isolamento. Essa prática fornece ao lugar, oportunidade de novos e amplos espaços verdes e cultivos privados de frutas que regulam a temperatura. Além disso as recomendações para adaptar a infraestrutura azul ecoa na infraestrutura verde. A adaptação-piloto desenvolveu iniciativas de participação e parcerias público-privadas que entregam resultados voltados para a comunidade para enfrentar mudanças climáticas diretamente, cuja estratégia já é parte da rotina na prática de desenvolvimento e não como uma exceção à norma.

O autor mostra que, na contemporaneidade, a adaptação ao clima está cada vez mais ligada às estratégias de PU e que estas devem considerar uma gama de impactos diversos como o aumento da temperatura paralelo ao aumento da probabilidade de precipitação, inundação e outros eventos climáticos extremos.

Quadro 5.10 - Princípios e práticas da metodologia WSUD para uma cidade sensível à água

1. A cidade como local do abastecimento de água com a variedade e diversidade de recursos hídricos locais: água subterrânea, água da chuva, água residual reciclada e água dessalinizada.
2. Aumento da habitabilidade e fornecimento de SES ao integrar o projeto da paisagem urbana e a infraestrutura verde usando soluções baseadas na natureza e ecotecnologias: jardim de chuva, telhado jardim, trincheira de biorretenção, biovaletas.
a. Mitiga o efeito da ilha de calor urbana, produz alimento, apoia a biodiversidade e reduz as emissões de GEE; b. Promove ciclismo e recreação ao ar livre, maximiza a estética e recreação (integrando o tratamento de águas pluviais na paisagem e incorporando uso múltiplo de corredores); c. Protege e melhora os sistemas naturais de água em empreendimentos urbanos; protege a qualidade da água drenada do desenvolvimento urbano; reduz o escoamento e os fluxos de pico de desenvolvimentos urbanos, introduz retenção local e minimização de áreas impermeáveis; integra soluções para redução de inundações, secas e mitigação de calor; agrega valor ao mesmo tempo em que minimiza os custos de desenvolvimento da infraestrutura de drenagem.
3. A cidade tem água, comunidades e instituições inteligentes, capazes de se envolver e desenvolver estratégias sensíveis à água: o capital sociopolítico importa para a sustentabilidade e a tomada de decisões sensíveis à água.
a. Metas obrigatórias de qualidade da água; usando comunicação através da arte quanto ao reuso e prevenção da poluição da água; b. Atividades para marcar atitudes e receptividade da comunidade; c. Modelos de ação participativa da comunidade - <i>workshops</i> de cenários e fóruns deliberativos.

Fonte: <https://www.semanticscholar.org/paper/The-water-sensitive-city:-principles-for-practice.-Wong-Brown/fe3bede163a66c9ecb71491437459b5d8262cec>

Por isso, estratégias de adaptação proativas são necessárias para enfrentar o desafio das mudanças climáticas de frente e avançar a sustentabilidade e resiliência dos assentamentos humanos. Na busca pela transição da cidade à prova da mudança climática, planejadores e gestores urbanos, como parte de uma abordagem multidisciplinar, podem recorrer a uma gama de adaptação e iniciativas já estabelecidas (TIMMERMANS *et al.*, 2017) como as abordagens LID, WSUD, SbN e outras baseadas em ecossistemas. Estas metodologias evidenciam a necessidade de integrar o subsistema da comunidade ao supra sistema da paisagem para entender os fluxos de água.

Viu-se um crescente na literatura dessas estratégias que valorizam a qualidade de vida e saúde do cidadão e protegem a infraestrutura urbana como vários exemplos trazidos por esta tese de implementações que qualificam áreas urbanas com mais verdes e mais adaptáveis. Corroborando com Timmermans *et al.* (2017), o desenvolvimento de infraestruturas verdes é essencial ao estabelecimento à prova de clima das cidades e das novas extensões urbanas e como ele afirma, apresentam a oportunidade de fazer as coisas certas desde o começo.

O Guia de Melbourne (2014) reafirma a necessidade de qualificar as águas pluviais e subterrâneas e reduzir as águas residuais para alcançar os melhores resultados de longo prazo para Melbourne. Foi visto no capítulo 2 que no Brasil não há legislação para águas subterrâneas.

Como princípio, todos os projetos de economia de água devem abranger medidas de tratamento de águas pluviais de forma que as melhores práticas atuais, em Melbourne, são redução de 80% de sólidos suspensos, 45% de nitrogênio e 45% de fósforo totais e 70% do lixo urbano típico (GUIA.AU, 2014).

A gestão da água urbana na Austrália, a partir de 2014, integra todas as águas, gerencia a cidade como uma bacia sustentável, incluindo edifícios, estradas, caminhos e espaços abertos. Quando todos colaborarem na gestão de recursos, em todo o município, a água poderá ser cada vez mais gerenciada no local e dependerá cada vez menos de bacias externas.

Como sugerem Mollison e Slay (1994) e Spirn (2011), as estradas podem ser fontes de água por meio da coleta de águas pluviais e o GUIA.AU (2014) sugere, também, que os edifícios podem reduzir a poluição das águas pluviais por meio de jardins de chuva. É dessa forma, que o país pretende construir a resiliência dos recursos hídricos e ambientes aquáticos sob a pressão do crescimento urbano e das mudanças climáticas.

A concepção do projeto e o PU integram a participação da comunidade, fundamental nas soluções locais sensíveis à água, à energia e a proteção ambiental visando a sustentabilidade.

O referido guia identifica exigências ao projeto como explicitar fonte ou sumidouro de água com respectivo orçamento, identificar alternativa de uso (se tiver carência) ou fornecimento (se houver excesso) de água, definir custo-benefício das opções de água descentralizadas em termos de água, energia e construção, considerando materiais / infraestrutura / tecnologia e riscos. Além disso, os projetos devem apresentar aumento da biodiversidade, para melhorar o habitat da avifauna e o microclima.

Como os princípios orientadores dos projetos WSUD buscam alcançar a gestão integrada da água, eles promovem a adoção de práticas de gestão sustentável em todos ativos administrados pelo conselho, em terrenos residenciais, comerciais e industriais.

Esses princípios (quadro 5.11) são alcançados através da redução da demanda por água, com alta qualidade, como usar água de irrigação ou descarga sanitária como fontes alternativas e não como água potável, aplicando as melhores práticas para o gerenciamento de águas pluviais e a gestão integrada do ciclo da água.

Quadro 5.11 - Princípios orientadores do WSUD

- | |
|--|
| • Reduzir o consumo de água potável |
| • Maximizar a reutilização de água |
| • Reduzir a descarga de águas residuais |
| • Minimizar a poluição das águas pluviais antes de serem lançadas no ambiente aquático |
| • Maximizar a proteção das águas subterrâneas. |

Fonte: da autora, baseado em (GUIA.AU, 2014)

Em Melbourne, existem três fontes principais de água:

1. Água potável da rede - água potável;
2. Captação de água - água dos telhados, escoamento pluvial de estradas, parques, trilhas;
3. Esgoto - águas cinzas e águas negras recicladas e reutilizadas.

O WSUD pode ser aplicado em várias escalas, incorporado à paisagem urbana, desde ambientes altamente densos em obras de requalificação e renovação urbana. Trabalha com três conceitos distintos que se relacionam com o PU da Austrália interconectados, conforme o GUIA.AU (2014):

1. O WSUD é o desenho urbano e a forma construída, integrando e protegendo todos os aspectos do UWC. Enquadra-se no ESD - *Ecologically Sustainable Development*, Desenvolvimento Ecologicamente Sustentável como uma aplicação de seus temas na área de *design* urbano.
2. O ESD é um componente ambiental do desenvolvimento sustentável que mantém e protege os processos ecológicos.
3. Gestão do Ciclo da Água - WCM - *Water Cycle Management*.

O Guia de Melbourne, AU (2014) apresenta 22 fichas técnicas para o desenho urbano sensível à água direcionadas para as famílias, os empreendedores, os técnicos de governo e conselhos gestores para serem aplicadas em cada tipo de situação.

Existem várias maneiras de incorporar o WSUD em um projeto de requalificação para atender às metas de água. Dependerá das condições individuais topográficas e geográficas do local e das funções e escala de desenvolvimento de cada projeto ou demanda de água. Por exemplo, se o projeto urbano arquitetônico e paisagístico pode ter ligações entre os elementos como córregos de água que venham a conservar a água potável (captação no local) ou reduzir as descargas de águas pluviais (telhado e superfície) (GUIA.AU, 2014).

A abordagem WSUD requer soluções inovadora e ideal que necessita de uma série de disciplinas que compartilham o foco no espaço urbano (GUIA.AU, 2014) o que inspira

arquitetos paisagistas a trabalharem a integração entre os sistemas naturais, os espaços construídos e a comunidade local.

Além dos tantos benefícios do *design* urbano sensível à água citados no item 5.1.1, outros benefícios do WSUD melhoram o meio ambiente e a paisagem e espaço urbanos: como as reduções de GEE e dos impactos das mudanças climáticas com a redução de inundações e do efeito ilha de calor; a substituição de tubos de concreto por elementos naturais que possibilitam interconexões entre os ambientes construído e natural.

A cidade de Melbourne tem estratégias para tornar-se neutra em carbono através de construções sustentáveis e do alimento orgânico.

A legislação federal, a estrutura política do WSUD e os princípios de gestão sustentável são apoiados pelos governos estadual e pelos conselhos locais. A iniciativa nacional da água - NWI - *National Water Initiative* é o projeto federal para a reforma nacional da água, assinado pelo Conselho da Austrália, entre 2004 e 2006, composto por aproximadamente 70 ações com o objetivo de tornar eficiente a gestão da água dos ambientes urbanos, através do aumento do uso de águas servidas recicladas e captação de água da chuva e também estabelece requisitos para proteger as águas subterrâneas. A Autoridade de Proteção Ambiental (EPA), visa proteger o meio ambiente de poluentes, através da Lei de Proteção Ambiental, de 1970, limitando as atividades da indústria e dos negócios a um nível ambientalmente aceitável (GUIA.AU, 2014).

Todos os projetos WSUD precisam considerar os princípios de *design* urbano sensíveis à água, além dos impactos de energia e clima, considerações sociais, custos do ciclo de vida e selecionar quais técnicas usar. Além disso, os objetivos de cada projeto devem visar a redução da demanda de água potável, atender a qualidade da água da chuva, melhorar a amenidade da paisagem e o valor do ecossistema, minimizar as alterações na topografia existente, preservar e manter o sistema de drenagem natural, garantir o fornecimento adequado de acesso e manutenção a todos os serviços.

O Guia.AU (2014) sugere três etapas do projeto necessárias para encontrar a melhor solução de água sustentável usando desenho urbano sensível à água:

Etapas 1: Encontre maneiras de reduzir o consumo de água;

Etapas 2: Substitua a água potável por uma fonte alternativa;

Etapas 3: Trate as águas pluviais antes de despejar em corpos d'água.

A cidade de Melbourne tem metas de reciclagem e reutilização de água para alcançar a meta final que é reduzir o volume de águas residuais que entram na rede de esgotos. Esforços devem reduzir a dependência de água potável para diminuir o uso de água potável da rede, com

fontes alternativas de captação da água da chuva, através de tanques ou lagoa de armazenamento. O intuito é melhorar a qualidade da água potável e reduzir entradas nos cursos d'água, diminuindo a poluição e a velocidade do escoamento (GUIA.AU, 2014).

O programa WSUD incentiva o uso de energia renovável no local com objetivo de anular ou compensar a emissão de GEE. Por usar recursos naturais a energia renovável não contribui para o efeito estufa ou aquecimento global e podem ser substituídos ou "renovados", por isso é a melhor solução para o meio ambiente. São elas, a fotovoltaica⁴⁸, o vento, células de combustível⁴⁹ e a recuperação de metano e cogeração.

Existem usinas de biogás simples, para recuperação de metano, no mercado brasileiro e a permacultura ensina a fazer com cimento leve. O uso deste metano como alternativa de energia impede que seja descarregado na atmosfera. Na Austrália, esta alternativa é usada como fonte de energia em várias estações de tratamento de águas residuais. As diretrizes da estrutura sensível ao carbono da WSUD fornecem explicações sobre essas questões.

O guia WSUD de cada cidade ou estado apresenta muitas alternativas para melhorar o espaço aberto, corredores de conservação e instalações recreativas tratando a água da chuva à medida que esta flui através das características da paisagem, em vales gramados e pântanos. Como os princípios do WSUD são alinhar espaços abertos ao longo das linhas de drenagem naturais estas conectam áreas públicas e privadas e atividades da comunidade ao mesmo tempo que protegem o ambiente natural, diminuindo o impacto do escoamento da estrada. Incorporam elementos como jardins de chuva ou trincheiras de biorretenção em canteiros centrais de vias, árvores nas ruas e estacionamento. A Figura 105 mostra como a água da chuva é filtrada através de uma caixa de areia argilosa antes de ser lançada no sistema de água da chuva, regando, dessa forma, as árvores, pelo escoamento da via.

A caixa de plantio deve fazer parte da trincheira de tratamento (Figura 5.24 e 5.25) conforme o projeto paisagístico (Figura 5.26) e precisa responder a diretrizes da estratégia WSUD levando em consideração a seleção da espécie de vegetação conforme listagem e adequação ao tipo de solo (AU.GOLDCOAST, 2007).

Nos casos de eventos de alto fluxo, o transbordamento das águas é desviado diretamente para um poço de entrada lateral. Os fluxos menores são tratados pelo jardim de

⁴⁸ As células fotovoltaicas (PV) convertem a energia da luz do sol diretamente em eletricidade de corrente contínua, e um inversor converte em eletricidade de corrente alternada para uso.

⁴⁹ Uma célula de combustível é uma célula eletroquímica que converte energia potencial de um combustível em eletricidade através de uma reação eletroquímica (GOOGLE).

chuva. A maioria dos contaminantes está contida no escoamento de baixo fluxo, no escoamento inicial.

Figura 5.24 - Esquema geral para a bioretenção de árvores de rua; figura 5.25 - sistema de água da chuva; figura 5.26 - projeto paisagístico.



Fonte: City of Goldcoast, AU 2007

A evolução do programa WSUD fez com que esta abordagem formulasse uma terceira versão incluindo todos os ambientes urbanos para fazer a transição das cidades australianas num contexto filosófico de cidades sensíveis à água que sejam igualmente aplicáveis a cidades de todas as regiões da Austrália e do exterior. Agora, o projeto emergente é projetar cidades e vilas habitáveis que apoiam a infraestrutura verde e SES associados ao ambiente natural (WSUD, 2013).

Essas experiências da Austrália que se espalharam pelo mundo urbano podem inspirar ações semelhantes no Brasil. Outras abordagens existem, mas aqui apontaremos mais a abordagem oferecida pela UNESCO (2018), que pretende atingir o maior número possível de cidades ao redor do planeta, em função dos desafios atuais da disponibilidade hídrica.

5.5 SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA - SBN

A abordagem intitulada SbN - Soluções baseadas na Natureza é uma contribuição da UNESCO (2018) para aperfeiçoar a gestão da água no planeta em termos de conservação ou reabilitação de ecossistemas naturais ou criação de processos naturais, aplicadas em escalas micro como banheiro seco ou macro, em nível de paisagem. A difusão dessa abordagem tem produzido avanços nos recursos hídricos, segurança alimentar e agricultura, biodiversidade, meio ambiente, redução de riscos de desastres, assentamentos humanos e mudança climática para alcançar os objetivos incluídos na Agenda 2030, pois as abordagens tradicionais não alcançam.

Todos os relatórios de impactos ambientais até então estavam sendo considerados aceitáveis, até diversos cientistas apresentarem os limites dos ecossistemas, em 2009, depois de

quantificarem os riscos abruptos ou irreversíveis em função do alto crescimento da população mundial que demanda mais e mais água, das impermeabilizações da urbanização, dos desmatamentos da expansão urbana, das monoculturas e outras alterações antrópicas (ver item 2.7.6).

Após a ideia de Antropoceno incluída no final do século XX (PNUD, 2019), os Limites Planetários introduzidos em 2009 (STEFFEN *et al.*, 2015), da poluição hídrica que piorou, no final do século passado, em quase todos os rios da América Latina, da África e Ásia e do conceito de pegada ecológica, a discussão sobre a água e o ambiente, gira em direção às metodologias de gerenciar e atender as necessidades humanas de água, melhorar a permeabilidade das cidades e entender o funcionamento dos ecossistemas.

A evolução da conexão água-ecossistema, particularmente, aumentou nos últimos dez anos, pois dois terços das terras em todo o mundo encontram-se em estado de degradação e a perspectiva é de piora, com graves impactos negativos no ciclo da água, devido ao aumento das taxas de evaporação, à redução da capacidade de armazenamento subterrâneo, ao aumento do escoamento superficial e da erosão (UNESCO, 2018).

Como outras soluções baseadas nos ecossistemas, sensíveis à água ou de baixo impacto, a metodologia SbN protege, gerencia de forma sustentável e restaura ecossistemas naturais ou modificados e aborda os desafios das mudanças climáticas, da segurança alimentar, da água ou desastres naturais, e beneficiam amplamente o bem estar humano com o aumento da biodiversidade e o equilíbrio dos SES. As particularidades da abordagem tradicional e do novo paradigma estão no Quadro 5.2.

O projeto *Connecting Nature*, coordenado pelo *Trinity College Dublin*, objetiva formar uma comunidade de cidades para aprenderem a se utilizar das metodologias do programa SbN. Foi lançado em quatro centros regionais em todo o mundo - Brasil, Coréia, Cáucaso e China, pela rede global de cidades ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade, para trazer vida às cidades. Este fomentará a aprendizagem entre pares e a construção de capacidade com cidades multiplicadoras, que têm experiência no fornecimento de soluções baseadas na natureza em grande escala (ICLEI, 2021).

Através deste projeto, o programa SbN tem potencial para enfrentar os desafios do desenvolvimento urbano e convida as autoridades públicas e privadas e as empresas a navegarem juntas pelos interesses e ofertas de ambos e a facilitar a implementação das intervenções locais planejadas. As empresas participantes aprendem com empresas que já atuam no mercado de soluções baseadas na natureza sobre como ampliar seu portfólio (ICLEI, 2021).

As SbN objetivam mudanças ambientais, sociais e econômicas eficazes em termos de custos e ajudam a construir resiliência. Trazem diversificados recursos e processos naturais para as cidades, paisagens e marinhos, por meio de intervenções sistêmicas com eficiência de recursos adaptadas localmente (UNESCO, 2018), com muitos benefícios para a biodiversidade.

É um conceito bastante novo e ainda não é amplamente utilizado, dizem os autores do Relatório Mundial, 2018, embora esteja mudando à medida que a sociedade busca lidar efetivamente com as questões ambientais por meio da inovação em metodologias e técnicas alternativas.

Os benefícios equivalem aos de uma cidade biofílica, ou das cidades que usam as metodologias WSUD e LID, que usam infraestrutura verde/azul, ou de uma cidade que se compromete com os princípios sustentáveis ou do *design* permacultural, que busca a resiliência. Essas ações promovem, ao mesmo tempo, o bem-estar e a coesão social por meio de processos colaborativos. Suas árvores de rua, parques e áreas verdes urbanas podem interceptar poeira, toxinas e ruído, proteção e resfriamento de propriedades, redução de emissão de GEE e proteção contra enchentes. As metodologias são avançadas tecnicamente por conta do aumento da biodiversidade, conservação de espécies, produção de energia e gestão de resíduos.

Esses processos e abordagens abrangem *design* ecológico com ideias e alternativas semelhantes às metodologias WSUD e LID que respondem com múltiplos ganhos ecológicos, ambientais e sociais. Isso muda a forma de construir e gerenciar os espaços urbanos pois possibilitam uma vida urbana mais resiliente e sustentável, mas essa mudança denota uma grande tarefa, a mudança de paradigma.

Segundo o citado Relatório 2018, uma abordagem com SbN estabelece cinco princípios como frente metodológica: 1. Utilizar processos naturais; 2. Fornecer e melhorar os benefícios sociais; 3. Fornecer e melhorar benefícios econômicos; 4. Fornecer e melhorar benefícios ambientais; 5. Propiciar o aumento da biodiversidade.

Estes benefícios podem ser aplicados em ambas escalas, da agricultura familiar ou agricultura industrial. Reconhece as partes integrante do processo de evaporação, precipitação e absorção da água pelo solo e que a cobertura vegetal influencia neste ciclo e tem o foco de ações para melhorar a quantidade e a qualidade da água disponível (ver item 2.1.4).

Como visto no capítulo 2 e corroborado pela diretora-geral da UNESCO, pela situação atual, até 2050, estima-se que 5 bilhões de pessoas viverão em áreas com baixo acesso à água. Para melhorar a gestão dos recursos hídricos precisa-se reexaminar as soluções baseadas na natureza, como os conhecimentos tradicionais e indígenas (item 2.1.2) que abrangem

soluções mais ‘verdes’, portanto, mais naturais, e preservam as funções dos ecossistemas, reduzindo pressões sobre o uso da terra e da água (AZOULAY; HOUNGBO, 2018).

Se a produção de alimentos tivesse que aumentar, para saciar a fome das 800 milhões de pessoas que passam fome hoje mais as pessoas que virão, serão 9 bilhões até 2050, cuja produção teria que aumentar 50%, segundo a FAO. O consenso é que o sistema de produção não poderá ser o mesmo do atual (UNESCO, 2018).

A produção agrícola mundial pode aumentar em cerca de 20% em todo o planeta. Para aumentar a disponibilidade de água, deverão ser utilizadas práticas mais verdes e adicionados benefícios ambientais de gestão (UNESCO, 2018) que compreendem atividades de reutilização de águas servidas, coleta de água da chuva, reservatórios para a recarga de águas subterrâneas e cuidado com as bacias hidrográficas que abastecem áreas urbanas.

Projetos de desenvolvimento agrícola avaliados em 57 países de baixa renda mostram que o uso mais eficiente da água, combinado com a redução do uso de pesticidas e com melhorias na cobertura do solo, aumentaram o rendimento das colheitas em 79% (UNESCO, 2018). Da mesma forma parques e espaços urbanos podem ajudar numa economia solidária com a criação de empregos verdes e na segurança alimentar.

Verificam-se aterros de alagados em áreas urbanas desconhecendo que estas zonas úmidas têm um papel muito grande na hidrologia, melhorando o clima e catalisando substâncias prejudiciais à saúde humana. Estas zonas podem remover de 20% a 60% dos metais na água e reter de 80% a 90% dos sedimentos de escoamento (AZOULAY; HOUNGBO, 2018). Alguns países criam zonas úmidas artificiais, como as *wetlands*, para tratar as águas residuais como na Austrália.

Os ecossistemas sozinhos, no entanto, são incapazes de tratar totalmente a água. Em virtude dos limites da capacidade para filtrar substâncias tóxicas, despejadas na água, é necessário identificar estas fronteiras e controlar, precisamente, os ecossistemas. Existem variedades de *design* urbano utilizados como zonas úmidas para absorver e capturar água da chuva, reduzir a erosão do solo e as inundações. As margens de rios são exemplos de áreas úmidas, consideradas APA, porque a vegetação ciliar é importante para filtrar e diminuir a velocidade das águas.

Alguns países tomaram precauções porque tiveram grandes problemas com eventos naturais como no Chile após o tsunami de 2010, e o estado de Louisiana (EUA) após o Furacão Katrina em 2005. Mesmo assim, segundo a UNESCO (2018) os investimentos continuam direcionados aos projetos de infraestrutura cinza. Não obstante as SbN sejam soluções promissoras para suprir a demanda por água, continuam secundárias. Os autores do relatório

pedem, no mínimo, equilíbrio entre as duas formas, mas que se considere especialmente as SbN que estão alinhadas aos ODSs. O relatório confirma que em áreas vulneráveis, o uso da tecnologia SbN reduzem o risco de seca como na Austrália e os EUA.

Está confirmado por avaliações, que os gastos com proteção do solo, reflorestamento e restauração de áreas ribeirinhas é menor do que os custos com manutenção e operação das companhias urbanas de água e saneamento de estruturas cinzas. Além de oferecer serviços mais eficientes e postergar investimentos para expansão de capacidade, oferecem benefícios no desenvolvimento econômico local, criação de empregos, proteção da biodiversidade e a resiliência climática.

Segundo o relatório, o pagamento por SES vem dos governos nacionais, da Comissão Europeia, que proprietários de terras de cidades da China e do Vietnã, principalmente, recebem pela gestão de paisagens. Esses títulos verdes e climáticos, criados em 2007, demonstram vantagens econômica e um investimento positivo em relação ao meio ambiente, triplicaram até 2013 e aceleraram para 2014, extrapolaram para 2016.

Muitos proprietários de terras, na Costa Rica, vivem deste tipo de investimento por gestão do carbono por preservam a paisagem, aumentarem a biodiversidade e reduzirem os riscos de inundações.

O Relatório sugere que a América Latina e Caribe invistam mais em SbN, pois o investimento total em infraestrutura e gestão da água ainda está próximo a 0,1%. Sugere, também, abordar urgentemente as vulnerabilidades dos povos indígenas e respeitar seus direitos para usufruir das contribuições desses povos e de suas fontes de conhecimento uma vez que cuidam de 22% das terras do planeta e protegem 80% da biodiversidade remanescente, mesmo representando apenas 5% da população total (UNESCO, 2018).

Análises de cenários confirmam que a integração completa da sustentabilidade ambiental traz sustentabilidade econômica de longo prazo. Adotar as SbN possibilita não só atingir a segurança hídrica como traz benefícios de sustentabilidade como prosperidade e segurança para todos.

5.6 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO 5

O capítulo enfatiza a necessidade de considerar as condições naturais nos métodos de atuação, tanto na gestão quanto no projeto do espaço urbano onde o PU e *design* ajudam a pensar o fenômeno urbano juntando passado, presente e possibilidades atuais. Mostra a mudança nas dimensões política, social e cultural e o acréscimo do componente de subjetivação

do novo paradigma ético-estético. Na prática, o *design* ecológico já atua e o PU alcança, por suposto, este método.

Um espaço urbano ecologicamente sustentável, primeiro, examina os problemas com a conscientização de uma cidade que serve toda população com água, energia, alimentos, habitação e tratamento de resíduos conectados a facilidades de mobilidade entre suas funções diárias com metodologias que equilibrem os ecossistemas.

É na cidade que deve começar a mudança onde a grande maioria da população do planeta viverá, até 2030, com a consciência de que a água é o elemento que deve ter o maior cuidado por conta da sua transversalidade, que conecta várias funções antrópicas.

Restaurar os ecossistemas, em rede de conexão, aumenta a biodiversidade e equilibra os SES, melhora a paisagem urbana, a qualidade da água, do ar e a temperatura. Pode, ainda, produzir alimento no meio urbano e “criar” água. Além disso, um projeto de paisagem urbana e infraestrutura verde integrados a soluções sensíveis à água mitigam o efeito da ilha de calor urbano, reduzem as emissões de GEE, promovem ciclismo, recreação ao ar livre e sentido de pertencimento ao local, aumentando a habitabilidade e a subjetividade.

Isto não é sonho! O capítulo mostra sistemas que já avançaram com metodologias e técnicas sensíveis à água e trazem benefícios do processo ecossistêmico bem diferentes do processo tradicional. A técnica usada no programa LID desde a década de 1980, em Maryland-US (US.EPA, 2005) hoje, está nos países da Europa, no Canadá, USA, Austrália, China, e, parcialmente, no Brasil.

Este conceito de gestão do ciclo hidrológico exerce papel fundamental na temperatura e na biodiversidade, por isso ajuda na transição à mudança climática, na saúde e no bem estar dos habitantes, e converge com o uso do solo urbano, pela conexão com as atividades humanas, as pessoas e o meio ambiente. Esta abordagem vem de encontro à Agenda 2030.

Metodologias e técnicas ao mesmo tempo que recuperam e renaturalizam rios, riachos, margens e nascentes, valorizam o paisagismo urbano e tornam mais eficiente os espaços públicos, promovem a recreação e a subjetividade, “criam” água através de infraestrutura eficiente e responsável, prevenindo contra a ocorrência de inundações e alagamentos urbanos.

Na metodologia sensível à água a vegetação é vista como uma “criadora” de água ao invés de ser considerada uma consumidora (UNESCO, 2018) e valoriza a importância da evapotranspiração melhorando o clima e aumentando a biodiversidade.

O desenho urbano sensível à água mitiga o problema do fluxo hidrológico, concentrando as águas no local onde ela cai, controlando volumes e frequência e duração do escoamento. Essa metodologia usa a ecologia urbana para aumentar a biodiversidade e melhorar

o paisagismo urbano. Além disso filtra a poluição de origem difusa proveniente de ruas, estacionamentos e telhados que o PU convencional não se preocupa (US.EPA, 2005).

A expansão urbana erradica a vegetação, altera mananciais, reduz a quantidade/qualidade de água nos rios, aumenta a frequência de inundação e isso perde qualidade de vida da população (SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012). A drenagem tradicional cuja metodologia, do século XIX, do Urbanismo Higienista, leva as águas à jusante.

Ao minimizar a impermeabilização, a metodologia sensível à água, propõe adensamentos mais compactos (ROGERS, 2001). As técnicas permaculturais, Spirn (2014) e as metodologias sensíveis à água adotam elementos da urbanização como estradas, faixas de servidão, vias, calçadas, telhados, além dos parques, jardins, florestas, solo, fundos de vale, canais e lagoas, como potenciais reservatórios de água, e usam o *design* urbano como ferramenta para naturalizar o escoamento.

A redução do tamanho da estrutura do sistema e das superfícies impermeáveis e a ação na fonte com vegetação (não transporta água), permitem permeabilidade e menor volume. Diminui, também, custos ambientais e recursos energéticos e outros gastos para bombear e transportar e produtos químicos para limpar a água (WBDG, 2018).

A carência de saneamento básico, nos países de terceiro mundo, como o Brasil, poderia converter para alternativas de ecossaneamento (ver item 4.10) técnica permacultural, usada, pela metodologia WSUD.

As diversas tipologias, com técnicas de biorretenção, usadas nos programas WSUD e LID, como jardim de chuva, telhado jardim, biovaleta, trincheira de biorretenção, pavimentos porosos e ruas verdes, retêm, infiltram e filtram a água através da vegetação e a liberam lentamente.

Segundo princípios, o LID invoca a tecitura natural, mimetiza processos hidrológicos e despreza qualquer padronização; valoriza a pequena escala e educa, não somente, a população como os técnicos (PSP, 2011; USDOD, 2020).

Ambas estratégias LID e WSUD integram planejamento hidrológico, prevenção à poluição e preservação de recursos naturais viabilizando perturbação mínima de processos naturais e provimento de amenidades à população (USDOD, 2020).

O guia PSAT, WSU (2005) faz recomendações importantes para os projetos no âmbito do empreendimento e da hidrologia, que vão ao nível do detalhamento de desenho (quadro nº 5.4) tais como minimizar largura de vias, comprimento de acessos residenciais e de fluxo superficial minimizando áreas impermeáveis; maximizar caminhos e áreas verdes que tem mais que uma função (infiltrar e recrear); eliminar ou reduzir cruzamentos de vias; limitar

calçadas a um lado da via; dispor vagas de estacionamento em diagonal; usar materiais permeáveis em vias de acesso; incentivar acordos cooperativos para compartilhamento de áreas de estacionamento.

O projeto LID está vantagem sobre o modelo de Cidade-Jardim (item 2.1.5) que influenciou o mundo no início do século XX até os dias atuais, porque valoriza a natureza e ajusta o traçado urbano à topografia e minimiza impactos ambientais e hidrológicos. O maior trunfo do LID é o avanço conceitual do sistema de drenagem, cujas características de sustentabilidade e metas de qualidade e quantidade da água, planeja a bacia hidrológica para ser hidrológica, urbanística e ambientalmente sustentável. A técnica integra parâmetros hidrológicos e ambientais ao PU - define e preserva o uso e ocupação do solo, recupera funções do ciclo hidrológico e preserva as características locais (TAVANTI; BARBASSA, 2010).

O LID iniciou com a implementação da Lei da Água Limpa em 1970 (SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012) e continua a explorar sempre novas abordagens com vários programas, planos e assistência ao design apoiando comunidades com o intuito de inspirar líderes estaduais a expandir essa ideia pelo país (US.EPA, s/p).

Essa metodologia representa inovação, estética e economia para a população e cuidado com a natureza e com as pessoas, restaura os processos naturais para resgatar a infiltração do solo, respeitando todos os processos da água (USDOD, 2020).

Comparando com o que temos no Brasil, confirma-se que há muito a avançar em legislação, no ensino do PU e na educação para população e técnicos, como considera um dos princípios do projeto LID.

O capítulo trouxe o *case* do programa LID da cidade de Nova Iorque, baseado no Guia da Infraestrutura verde (2018), no guia do departamento da cidade de NY, US (2019), no Plano de Gerenciamento Sustentável de Água de Chuva da cidade de Nova York 2008 - 2030 e no Plano de Gerenciamento das Águas de Whashington, Seattle e Portland - US.

A impermeabilização de mais de 73% da sua superfície NYC, obrigou ao plano a construir 5.000 (cinco mil) Jardins de Chuva nos bairros Brooklyn, Bronx e Queens, até 2030 (GUIA, 2018), tendo mais de 4.000 já construídos conforme mapa (figura 95). Os objetivos são reduzir ilhas de calor, aumentar os *habitats* para pássaros e polinizadores em toda a cidade (GUIA, 2018) e apoiar a Agenda 2030, nos ODS 6, 9 e 13.

O projeto integra outras tipologias de *designs*, além dos jardins de chuva, como Rua Verde, Telhado Verde, Telhado Azul, Pavimentação Permeável, Biorretenção e Cisterna. O telhado verde, jardins de chuva, cisternas e pavimento poroso geralmente tem incentivo de financiamento do governo para implantação particular (NYC, 2019).

Foram aprovadas leis, em 2019, exigindo a implementação de telhados verdes ou painéis solares em quase todos os projetos novos e reforma de construção (NYC, 2019).

A Agência de proteção Ambiental (US.EPA, 2010) conceitua infraestrutura verde como uma gama de medidas que usa sistemas de vegetação ou solo, pavimento e superfícies permeáveis, coleta e reutilização de águas pluviais para armazenar, infiltrar e evapotranspirar águas.

A infraestrutura verde (item 5.3.2) interconecta os ecossistemas relativos à água, à fauna e à flora e à mobilidade leve, melhora a qualidade do ar e da vida, aumenta a biodiversidade, reproduz a paisagem urbana e destaca a subjetividade.

Mesmo fragmentada, a vegetação interligada, facilita a conexão dos animais entre fragmentos dentro e para fora do tecido urbano, do habitante à natureza, promove o sentido de pertença, melhora na saúde física e mental e qualifica os SES, a água e seus fluxos, capta GEE, diminui ruídos e diminui as ilhas de calor.

A infraestrutura verde-azul integrada no PU é uma técnica passível de multifuncionalidade entre a conservação da água, o aumento da biodiversidade e a melhoria da qualidade de vida.

O crescimento populacional progressivo e a mudança climática obrigam a eficiência dos sistemas hídricos e exige mais permeabilidade urbana o que a infraestrutura verde/azul se dispõe a oferecer. De modo a recompor o ecossistema urbano e a requalificar os espaços públicos compreendendo a cidade como um sistema socioecológico. Revaloriza as áreas degradadas ao longo de rios, restabelece o ciclo das águas de modo a facilitar a infiltração da água da chuva no solo e sua evaporação, mitigando as ilhas de calor diminuindo emissão de GEE (FERREIRA, 2010; HERZOG, 2013).

Conectar as atividades humanas e a forma urbana aos fluxos de água e da vegetação (SPIRN, 2011) valoriza os SES (KOSMUS; RENNER; ULLRICH, 2012) e adapta a cidade frente às mudanças climáticas.

É um conceito em evolução que consiste em planejar, projetar e manejar construções e infraestruturas novas e existentes. Reestrutura o mosaico da paisagem em múltiplas escalas e espaços multifuncionais e restabelecem os fluxos da biodiversidade vegetal, animal e hidrológico com enormes benefícios (HERZOG, 2013).

A Giz (2015) vê a infraestrutura verde complementar ou substituta das medidas “cinzas” por aumentar a resiliência e reduzir a vulnerabilidade das pessoas à mudança do clima, além do custo-benefício ser de 3 a 75 vezes. Sendo que o uso da biodiversidade e dos ecossistemas fazem parte da estratégia integral de adaptação. Mas, segundo o UNEP (2010)

está longe das tomadas de decisão, principalmente no Brasil e na América Latina. Curitiba, no Brasil e Bogotá, na Colômbia são as duas cidades que dão o devido valor aos SES.

Segundo autores como Pickett, Cadenasso, Grove (2004), Tundisi (2009) essa desvalorização se dá devido a disciplinaridade que dificulta uma solução urbana que inclua a dimensão ambiental e humana e destacam a introdução das ciências ambientais e sociais ao PU para a solução de problemas urbanos focado nos sistemas naturais dentro da bacia hidrográfica. Dada a importância da conexão da ecologia no PU e gestão dos espaços na transição da cidade resiliente.

Mesmo que haja tendência de soluções baseadas na natureza e esta solução seja o ponto central para realizar os ODS da Agenda 2030, o crescimento ainda corresponde a menos de 1% do investimento total (WWDR, 2018).

Verifica-se que conhecimento há, para salvar os sistemas hídricos e colocar a cidade na transição frente à mudança climática, o que precisa é vontade política e ampliação de consciência ecológica da população, técnicos e gestores.

Os muitos exemplos já implantados e altos resultados, desde distribuição de água em terras áridas como em Acequia - Novo México US (ACEQUIA, 2017), ao criador de água, na Índia, Rajendra Singh que recebeu o Nobel da água, em 2015 (SIWI, 2015), até a IRHA - Aliança Internacional de Captação da Água da Chuva - Genebra, Suíça (IRPAA. ORG, 2013) entre outros exemplos como o estudo de caso em Oregon US. Os argumentos de Santelmann *et al.* (2019) de adaptar a infraestrutura verde em áreas desenvolvidas com pesquisa transdisciplinar testa a eficácia de novas e inovadoras opções de *design* que, além dos benefícios ecossistêmicos e recreativos das áreas ribeirinhas, retorna altos valores imobiliários.

A importância da participação popular e da educação ambiental vai até a consciência de que contaminada, a água estará cada vez mais longe e duvidosa (REBOUÇAS, 2004).

O crescimento populacional e a grande concentração de pessoas na área urbana tornam os habitantes mais vulneráveis, afetados por vários fatores:

1. Densidade habitacional
2. Qualidade do ar
3. Disponibilidade e acessibilidade de habitação
4. Abastecimento de água
4. Quantidade de espaço verde
5. Segurança da comunidade local

Estes fatores destacam a necessidade do planejamento e gestão urbanos com base nos ecossistemas e abordagens adaptativas e integradas.

Por isso, surgem várias correntes tecnológicas verdes ou ecotécnicas que usam um sistema de drenagem sustentável com técnicas baseadas em ecossistemas integradas ao PU com princípios específicos de design urbano incorporado à água. A UNESCO (2008) coloca forte ênfase nas estratégias de recuperar, reutilizar e reciclar a água com o desafio de fornecer serviços semelhantes a todos os habitantes urbanos do mundo. Os ODS só atingirão suas metas, na América do Sul, quando esta consciência for alcançada.

O programa WSUD aborda na íntegra a gestão de águas, desde o armazenamento ao tratamento, englobando todas as águas de drenagem (captam águas pluviais), abastecimento (tratam águas) e remoção de poluentes (reciclam águas residuais negras e cinzas) (item 5.4). Além de melhorar a capacidade de drenagem, facilita a retenção da chuva e previne inundações, tudo de acordo com a densidade habitacional (MW, 2005; GUIA.AU, 2014).

Trabalha em todos os níveis lote, rua, distrito e escalas regionais cujas soluções cobrem: bacias de sedimentos, vales de bioretenção, bacias de bioretenção e de retenção, filtros de areia, sistemas swale, pântanos construídos, lagoas, tanques de água da chuva e recuperação de aquíferos. Envolve a comunidade, as instituições, o meio urbano construído, o ciclo da água e a bacia hidrográfica, evidenciando a visão transdisciplinar da água (MW, 2005).

Os impactos do desenvolvimento urbano diminuem o balanço hídrico ou excluem a evapotranspiração. A metodologia WSUD visa mitigar os impactos hidrológicos recuperando todos os processos da água direcionando o escoamento e propiciando a infiltração e a evapotranspiração.

Fatores significativos que afetam as percepções do crescimento populacional: densidade habitacional, disponibilidade e acessibilidade de habitação, qualidade do ar, abastecimento de água, quantidade de espaço verde, segurança da comunidade local. Os acontecimentos no planeta, a grande concentração de pessoas na área urbana e os incômodos socioeconômicos locais, provocados pela alteração dos fluxos das águas urbanas, tornam os habitantes mais vulneráveis. Isso ressalta a necessidade que o PU tem de retomar sua gestão com base nos ecossistemas e abordagens adaptativas e integradas, para se regenerar e fugir das ameaças aos perigos naturais ou causados pela atividade humana, como as mudanças climáticas.

As várias correntes tecnológicas verdes ou ecotécnicas usam um sistema de drenagem sustentável com técnicas baseadas em ecossistemas que interrelacionam água, solo e vegetação a um design sensível à água. Dentre as metodologias mais conhecidas, o estudo abrangeu o LID (item 5.3) e o WSUD (5.4) e apresentou a SbN (item 5.5). Existem outras

metodologias como o TVA - Trama Verde Azul, francesa; a AbE - Adaptação baseada em Ecossistemas, que é parte do projeto Giz; os SuDS - *Sustainable Urban Drainage Systems* - Sistemas de Drenagem Sustentável do Reino Unido; a Cidade esponja (item 4.4.1) e o WSD - *Water Sensitive Design for Stormwater* de Auckland, Nova Zelândia.

As estratégias ecossistêmicas concebidas pela Bélgica abrangem propostas no âmbito do desenvolvimento urbano, com conscientização sobre as mudanças climáticas e a necessidade de abordar os impactos com diretrizes qualitativas e quantitativas. Na Holanda várias publicações mostram o apoio à saúde da vida urbana com medidas verde/azul ao nível da rua, de adaptação ao clima, para regular qualidade da água com metodologia e princípios de *design* específico (TIMMERMANS *et al.*, 2017).

Essas estratégias de SbN estão sendo cada vez mais integradas ao PU com princípios específicos de *design* urbano incorporado à água pluvial, principalmente. O desafio é fornecer serviços semelhantes a todos os habitantes urbanos do mundo, usando tecnologias semelhantes e alternativas apropriadas. Estas soluções têm forte ênfase no controle, coleta, transporte e melhoria na qualidade das águas pluviais, para proteger o meio ambiente e as áreas urbanas de inundações e poluição, assim como recuperar, reutilizar e reciclar a água para uso na agricultura ou no caso de escassez de água (UNESCO, 2008). Os ODS só atingirão suas metas, na América do Sul, quando esta consciência for alcançada.

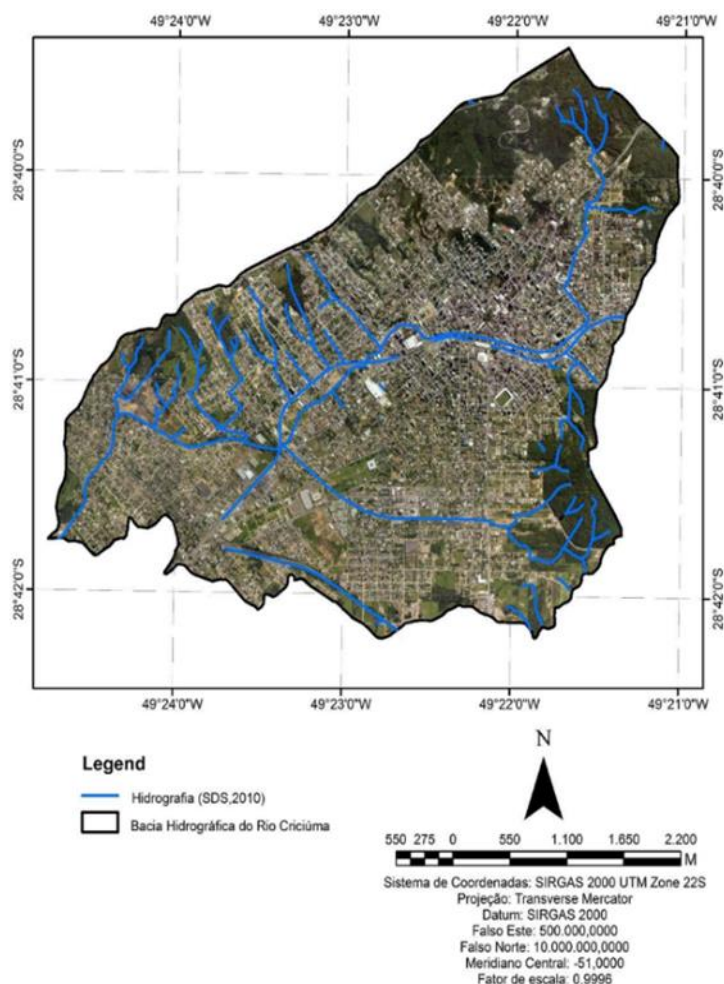
O próximo capítulo traz um prognóstico da água de Criciúma e mostra como o tratamento racional da cidade e do rio Criciúma trouxe vulnerabilidades e precisa de outra visão para crescer com sustentabilidade e resiliência e atingir as metas dos ODS, principalmente os conectados diretamente com o ODS6.

6 A CIDADE DE CRICIÚMA E A ÁGUA COMO PONTO DE INFLEXÃO E PROBLEMATIZADOR DA PESQUISA

Como tantas cidades, Criciúma iniciou seu crescimento junto ao rio e, aos poucos, a urbanização foi alterando suas formas naturais e o sistema hidrológico da bacia, degradando margens e poluindo águas com deságue de esgoto sanitário doméstico e da mineração. Em função desses impactos deu-lhe as costas e o escondeu sob o crescimento urbano.

Vale destacar os problemas de alagamentos que ocorrem devido à crescente urbanização, à impermeabilização das margens e várzeas do rio, sua retificação, canalização e tamponamento cujo crescimento desrespeitou seu valor intrínseco e as suas margens. O Mapa 6.1, apresenta a bacia hidrográfica do rio Criciúma com hidrografia, anotada em azul.

Mapa 6.1 - Bacia hidrográfica do rio Criciúma e sua hidrologia



Fonte: Sistema de coordenadas SIRGAS (2000)

Adami (2015) localiza três nascentes principais, uma no Morro Cechinel, a segunda no bairro Pio Corrêa e a do bairro São Simão. Nosse (2005) cadastra 18 afluentes ao longo do rio e 98 nascentes. Outrora, foi recorrente o fechamento de poços de fundos de quintal, para uso

doméstico, predominantes nas residências espalhadas pela área urbana, em nascentes de águas de subsolo. Isto sucedeu pela infiltração de metais pesados, que contaminam o lençol freático, pela drenagem de pilhas de rejeito do carvão.

Das 98 nascentes que Nosse (2005) cadastrou, apenas 79 poços tubulares estão abertos. A maioria, 71,43%, 34 poços, é uso industrial, 4,95% é uso doméstico e lazer e 22,42% outros usos. Noutras épocas, essas águas, a vegetação ribeirinha e as várzeas permeáveis mantinham a ecologia local.

Hoje, 2021, a PMC, através da FAMCRI Fundação de Meio Ambiente de Criciúma elabora o inventário dos recursos hídricos mapeando nascentes e cursos d'água do município. Medida para proteger fontes de água doce junto ao planejamento do uso da terra, sugerida, há três décadas, pela Agenda21, em 1992.

O rio Criciúma, considerado o principal, é formado por dois afluentes, um que vem do bairro Pio Corrêa e outro trecho que começa com a nascente denominada Alto rio Criciúma, acima do Criciúma Clube, e que está canalizado desde a lateral do clube (IPAT, 2012).

No encontro dos dois afluentes, na esquina das ruas Cel. Pedro Benedet e Hercílio Luz, inicia, propriamente, o rio Criciúma, que atravessa todo o centro e desagua no rio Sangão, o qual é afluente do rio Mãe Luzia e vai desaguar no rio Araranguá e após no mar.

Nessa confluência onde se vive há 31 anos, alaga com qualquer chuva forte, mesmo após a construção dos canais auxiliares. Outros locais como na avenida do Centenário, região da rodoviária e bairros alagam passeios e ruas. Dos altos da rua João Pessoa, da Hercílio Luz e da Cel. Pedro Benedet escorre água, em dias de chuva, como se fora um córrego, pela sarjeta. Além disso, há um péssimo costume de esgotar as águas pluviais que caem nos telhados, para o passeio público, embora seja proibido pelo Código de Posturas local.

Talvez o alagamento seja motivado pela característica do relevo pouco acentuado que drenam o território do município de Criciúma. O IPAT (2012) afirma que a maioria das nascentes dos rios do município têm esta característica e pouca distância até a sua foz, o que dá exígua vazão e baixa velocidade de escoamento. Isso imprime ao rio uma baixa capacidade de autor-recuperação, além das margens desmatadas com falta total de mata ciliar. O mais abjeto dos problemas é que há décadas a poluição pelo carvão faz o município carente de água potável. A pressão do crescimento urbano sobre os ecossistemas evidencia a descaracterização da paisagem natural, em relação ao rio, aos morros urbanos e à serra ao longe. O alargamento da expansão e os vazios urbanos demonstram o aumento da pobreza no município, a falta de segurança e a dificuldade de mobilidade dentro da área urbana. Esses fatos impactam a biodiversidade e os ecossistemas e dificultam os caminhos em direção à sustentabilidade. Ao

juntar o trajeto do El Niño pela região como passagem, a cidade se torna mais exposta a vulnerabilidades.

Atualmente canalizado e/ou tamponado, utilizado em muitas situações para o sistema viário, o rio Criciúma e seus afluentes trazem consequências danosas de poluição, com deságue de esgoto doméstico *in natura*, até o ano de 2011, depósito de toda sorte de lixo urbano e drenagem ácida do carvão. Além da poluição, a natural busca das águas por sua várzea afeta muito a urbanização, até essa data.

Hoje não há mais lançamento de águas servidas no rio, com a criação do SAMAE Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto, de Criciúma e da execução de infraestrutura de coleta de esgotos sanitários. Das ligações prediais, seguem até o seu tratamento na ETE - Estação de Tratamento de Esgoto, localizada na Vila Selinger. A técnica de canalizar todo e qualquer córrego permanece em todo o território do município, como uma solução avançada, mas que na realidade desrespeita a interdependência dos ecossistemas naturais e as pessoas, desconhece a conexão entre água, vegetação e seres vivos.

6.1 CRICIÚMA, SEUS VALORES E SEUS PROBLEMAS

A cidade se define pelas propriedades e modos de vida, pelas mudanças que foram acontecendo no transcorrer da história e por ações executadas nos espaços urbanos, das gerações passadas e das atuais. A história passada, reflete-se no presente. Para pensar o futuro é importante saber como ela está hoje e conhecer sua história, pelo papel significativo que a urbanização tem para o estudo que esta pesquisa desempenha. A história da cidade mostra o caminho da urbanização para encontrar o seu papel no cotidiano da grande maioria da população urbana, da contemporaneidade.

Criciúma/SC tem um território de 236 Km², com projeção de 217.311 habitantes (IBGE, 2020) e formação multicultural. Pertence à AMREC Associação dos Municípios da Região Carbonífera é conhecida como capital brasileira do carvão, da cerâmica de primeira linha e terceiro polo mundial da cerâmica e centro regional de comércio e serviços. Conquistou a marca de segundo polo de construção civil *per capita* do Estado, em 2008 e 2009.

Esses valores estão relacionados à importância para a economia regional, que transpassam graves problemas socioambientais específicos dos setores produtivos, sendo a mineração de proeminência nacional de onde derivou a falta generalizada de água potável, em toda a região carbonífera. Fator da maior preocupação, a ser levado em conta na cidade.

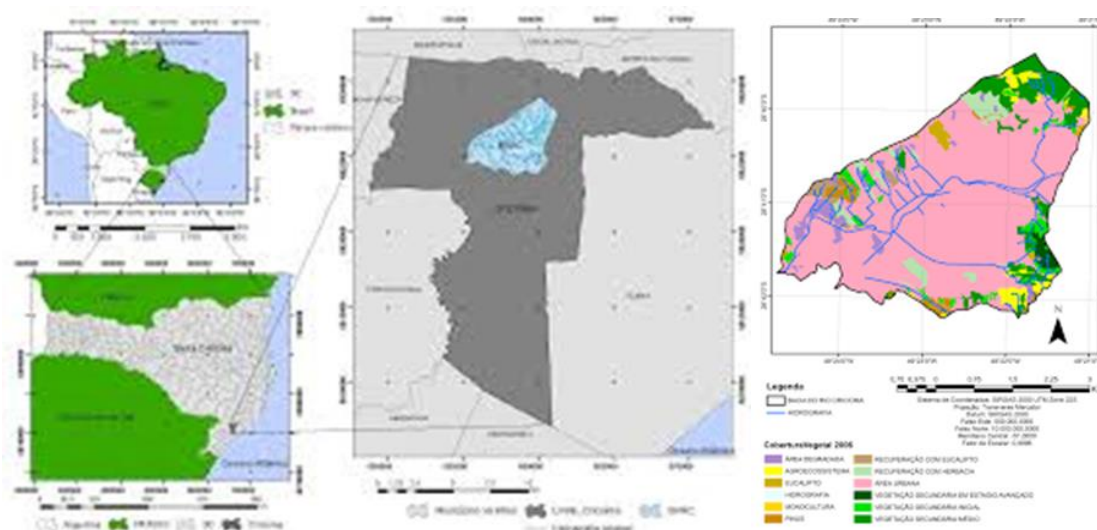
Dentre os graves problemas afetados pela mineração, as águas do município encontram-se em situação de poluição generalizada, apontado pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos, executado no ano de 2017, pela Secretaria do Estado de Desenvolvimento Sustentável.

A situação da água na região de Criciúma é considerada quantitativamente 164% insustentável. A região RH10 - Região Hidrográfica 10, onde se localiza Criciúma, exige intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos urgentes. A posição qualitativa da água na Região é de 437% insuficiente, para 2019. Se continuar como está chegará a 536%, em 2027 (SC, 2017).

Quadro lastimável! Esta é uma avaliação calamitosa para toda a região carbonífera. Certamente a população local não tem esta conscientização e decisores municipais ainda não focaram nestas questões, tampouco no fluxo das águas pluviais.

O histórico do rio Criciúma que corta o centro da cidade (Mapas 6.2 e 6.3) não foge à regra, é poluído desde suas nascentes até seu desague no rio Sangão. A poluição espalhada pelos rios do município o fez buscar água potável em outro município. Se a água é crucial para a sobrevivência dos seres vivos, essa questão é preocupante e indica necessidade de um olhar mais apurado ao tema da água em Criciúma. SC.

Mapa 6.2 - Localização do Brasil, SC e a BHRC no município de Criciúma; Mapa 6.3 - Ocupação do solo na BHRC



Fonte: https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/34/volume34_1_files/34-1-artigo-12.pdf; <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/5567/1/MarceloRibeiroRezende.pdf>

O Mapa 6.2, mostra o Brasil, indica Santa Catarina, o município de Criciúma e a localização da BHRC - Bacia Hidrográfica do Rio Criciúma e onde se localiza o centro urbano do município. O Mapa 6.3, da BHRC, pertence à uma avaliação da bacia feita por Rezende e Pereira (2017) e marca na cor rosa a ocupação do solo pela urbanização, ao longo de todo o

trajeto do rio Criciúma, suas nascentes e afluentes; o verde são as poucas manchas de vegetação; em tons de amarelo o agrossistema e em roxo, as áreas degradadas.

Criciúma pertence às bacias hidrográficas do Araranguá e Urussanga e suas águas superficiais drenam para estes rios. A porção nordeste do município com 23,6% do seu território está na bacia do rio Urussanga e é drenado pelos rios Ronco D'água e Linha Anta. A maioria do território, 76,4% tem como seu principal curso d'água o rio Criciúma e o rio Sangão. Este tem, além do rio Criciúma, o rio Maina e o rio Cedro como seus afluentes (IPAT, 2012).

Devido ao fenômeno do *El Niño* e *La Niña*, Criciúma e a região Sul do Brasil apresentam uma diversidade de climas e variedades pluviométricas que se alternam entre estiagens até aumento dos valores pluviométricos durante o verão e ventanias influenciados por estes fenômenos. Ambos apresentam períodos de alternância entre aumento dos valores pluviométricos e estiagem para o mesmo período na região (SANTOS *et al.*, 2012a).

Quanto a estrutura paisagística, Criciúma. SC apresenta a instalação do centro urbano na planície de inundação, do vale do rio Criciúma, para onde as águas extravasam nos períodos de precipitações. Pelo sistema de coordenadas WGS 84, a altitude da cidade está a 50 m ao nível do mar.

Rodeada a nordeste pela serra Geral representa a paisagem urbana mais bonita, vista da av. do Centenário, na altura do Terminal Central, do alto dos edifícios e de vários bairros. A serra é um elemento que marca a identidade da cidade, em termos de paisagem urbana (Figura 6.1). Com o crescimento e a construção de prédios de 16 andares no centro urbano, a visualização da serra vai sendo, como foi perdida a visão do rio, com a urbanização às suas margens e sobre ele.

Figura 6.1 - Foto panorâmica de Criciúma; figura 6.2 - Enchente de 1974, rua Seis de Janeiro



Fonte: <http://jornaldosbairroscri.com.br/servicao-de-dia-de-finados-em-criciuma/>; Arquivo histórico Prefeitura Municipal de Criciúma

Na década de 1960 ainda podiam-se avistar as águas do rio Criciúma, no centro da cidade, embora já poluídas pelo carvão, mas com as várzeas menos tomadas. Nesta época, o

processo de urbanização, com objetivo especulativo e descaso à Natureza alteram o ciclo hidrológico e impermeabilizam a área central de Criciúma, retificam o curso do rio, canalizando-o. Atualmente tamponado e curso do rio alterado, suas margens mal-tratadas, a falta generalizada de áreas vegetadas nas APPs impossibilitam qualquer possibilidade natural dele se espalhar por sua planície de inundação.

Segundo o Programa Internacional Hidrológico da UNESCO (2008) isso tem consequências catastróficas pois marca a vulnerabilidade da cidade (figura 6.2). O mesmo programa informa que do ponto de vista ecológico as mudanças antrópicas e a formação do rio têm consequências importantes uma vez que o rio é uma entidade “viva” e deve ser considerado em todas as suas dimensões temporais e espaciais.

Do ponto de vista espacial, conforme a UNESCO (2008), o equilíbrio do rio depende de muitas condições:

- Continuidade à montante e à jusante (dimensão longitudinal);
- Diversidade de *habitat* (natureza das margens, largura do leito, velocidade de fluxo, profundidade do rio, etc.);
- Conexões entre o leito do rio principal e corpos d'água hidraulicamente conectados (dimensão lateral); e
- Troca de fluxos entre rios e aquíferos (dimensão vertical).

Nenhuma dessas condições naturais são observadas no rio Criciúma e as enchentes virão mais intensas e assiduamente. Mesmo assim, a cidade ainda não se conscientizou da necessidade de valorizar os ecossistemas, vegetar ou conter desmatamentos⁵⁰.

A enchente de 1974 (Figura 6.2) inunda todo o centro urbano, já bastante adensado nas margens, com várzeas impermeabilizadas, desabrigando muitas pessoas, trazendo grandes prejuízos financeiros ao comércio e aos moradores, na época. Fora esta citada e histórica enchente era comum receber-se, em casa, localizada bem no centro urbano, família vizinha desabrigada, para dormir e se abrigarem na noite da enchente.

Como estudado, o ciclo hidrológico é impulsionado pela energia solar, associado à gravidade e a rotação da Terra. A quantidade de água que circula entre o céu e a terra e a velocidade do seu ciclo são influenciados por fatores tais como cobertura vegetal. A falta de vegetação nas margens e várzeas do rio e sua impermeabilização, aumentam a velocidade e o volume de água por não permitir sua infiltração no solo.

⁵⁰ Aliás, Criciúma foi surpreendida com a votação favorável da quase unanimidade dos legisladores, porque o Governo municipal quer se desfazer do Morro do Céu, Área de Preservação Ambiental, como parque.

O escoamento superficial no contexto urbano, por vezes extravasa o leito do rio Criciúma, que até hoje tem sua importância desafinada pela população.

O histórico de enchentes e alagamento de sarjetas, vias e passeios públicos, em dias de chuva forte são características do crescimento urbano local, além da falta de vegetação permanente e de sombra e a sensação térmica alta, na área mais urbanizada da cidade. Um fator que ajuda a recorrência de inundações no centro urbano de Criciúma é o aumento do volume das águas das chuvas pelo assoreamento do morro do Céu e a urbanização do Morro Cechinel, no Lote 6 e arredores, cujos topos e encostas estão desprotegidos pelo desmatamento.

Outros problemas contribuem para a ocorrência de inundações, mas um problema bem acentuado implica na disseminação de vetores na veiculação hídrica, como a má disposição do lixo, que obstruem bueiros e condutos, assoreia os canais e galerias, mas também o assentamento de pilares de edificações, dentro, do leito do rio e construções rentes às margens (Figura 6.3) ou sobre ele (Figura 6.4), que obstruem o ciclo das águas.

Figura 6.3 - Construções rentes às margens do rio Criciúma; figura 6.4 - construção sobre o rio



Fonte: Blog da 11ª Promotoria de Justiça de Criciúma; da autora.

Esta situação mostra a obstrução generalizada dos ecossistemas que compõem o rio - as águas, as margens, a várzea, a vegetação ciliar e a fauna. A margem dos rios é uma área de APP que deveria estar coberta pela mata ciliar considerada de alta sensibilidade ambiental, respondendo a SES de controle de enchentes, retardador da velocidade das águas e facilitador da infiltração das águas da chuva. Conforme Rocha-Nicoleide *et al.* (2013) estas áreas são necessárias no auxílio à proteção e melhoria dos recursos hídricos, fauna e flora. Verifica-se que as margens impermeabilizadas ou canalizadas pressupõem enchentes e alagamentos.

Em 2012, no Dia Internacional da Água, foi constatado, pela divulgação do resultado do Programa Rede das Águas, coordenado pelo SOS Mata Atlântica, que o rio Criciúma foi citado como o de pior qualidade de água verificada entre os rios do Brasil (IPAT, 2012).

Além de estar transformado em canal, retificado, recoberto e confinado nos subterrâneos da área central da cidade com outros canais auxiliares para melhorar a drenagem

das águas, suas águas poluídas pelo carvão e pelo desague de águas pluviais vindos de bueiros ou de fluxos diretos, estão escondidas da paisagem central, só lembrado quando transborda, nas precipitações intensas.

Com a Lei Federal 11.445/2007 do Saneamento Básico, a Prefeitura Municipal de Criciúma - PMC executou o sistema de coleta de esgoto *in natura*. A primeira parte, no centro, funciona a partir de 2012 e a etapa da Grande Próspera finalizada em 2017. Terminadas as obras no bairro São Luiz, em 2020, o município tem 45% do total de cobertura de coleta, segundo notícias da PMC.

O Ministério Público de Criciúma, através de inquérito, obriga a ligação de cada imóvel ao sistema de esgoto na área da microbacia. Quem não está ligado à rede deve seguir as normas legais respeitando a Área de Preservação Permanente - APP. Ou seja, está proibido de lançar esgoto ao rio. Se algum imóvel lançar, o proprietário leva multa e a saída será lacrada. Caso o imóvel não esteja ligado ao sistema de esgoto, o proprietário deve construir fossas sépticas no seu imóvel.

Mesmo retirado o desague de esgoto com a execução do sistema sanitário, ainda exala odor fétido pelos bueiros, em épocas de pouca chuva e calor. Em chuvas muito fortes há transbordamento das águas e enchentes em alguns pontos da cidade, como abaixo descrito.

Outros fatores que ajudam na recorrência de inundações das ruas do centro urbano é o aumento do volume das águas das chuvas que descem pela rua Hercílio Luz, vindas do Morro Cechinel e as dos altos da rua cel. Pedro Benedet, lateral do hospital São José. As águas confluem para a esquina destas mesmas ruas, onde está o supermercado Angeloni, primeira indicação de transbordamento no centro urbano. Este local tem a preferência dos alagamentos, em chuva forte.

Alguns destes fatores estão materializados pelas fotos e notícias da chuva torrencial registrada na tarde do dia 26 novembro 2020. Esta, foi equivalente a 44 mm/h, com registro fraco de granizo nos bairros Santa Bárbara e Rio Maina, conforme o climatologista Márcio Sônego. Causou alagamentos nos bairros Cristo Redentor, Jardim Maristela, Centro (confluência da rua Hercílio Luz com cel. Pedro Benedet e rua João Cechinel, entre outros) e na região da grande Próspera (Figuras 6.5 e 6.6).

No bairro comerciário, perto do estádio, o trânsito esteve interrompido por cerca de 15 minutos e o acesso aos bairros São Luiz e Quarta Linha (Figura 6.7), também, foi interrompido. Outras ocorrências observadas pela Defesa Civil local são a queda de duas árvores e uma cratera que se formou na rua Engenheiro Jorge Becker, no bairro Próspera (PORTAL ENGEPLUS, 2020).

Figura 6.5 - Alagamentos do dia 26 novembro 2020 no Centro da cidade; figura 6.6 - Bairro Próspera; figura 6.7 - Rodovia Luiz Rosso - Quarta Linha



Fontes: 1 e 2 <http://www.engeplus.com.br/noticia/geral/2020/chuva-tambem-alagou-casas-no-bairro-prospera-em-criciuma>;

3. <https://www.4oito.com.br/noticia/defesa-civil-registrou-18-pontos-de-alagamento-em-criciuma-38726>

Manchetes de notícias na mídia local, no mesmo ou no dia seguinte: “Centro de Criciúma fica alagado durante temporal”, “Temporal com chuva forte causa alagamentos em Criciúma”, “Chuva alaga rua e deixa carros embaixo d’água em Criciúma”, “Em poucos minutos o tempo virou. Ruas alagadas em Criciúma”, “As imagens do temporal em Criciúma”.

Estes incidentes causam grande transtorno na vida dos habitantes, em vista disso, há necessidade de ampliação da consciência pois conforme constatação de pesquisas, virão maiores e mais assíduas tempestades em função da alteração climática. Isso requer um projeto para tornar a cidade sustentável e resiliente, com técnicas amenas, baseadas nos fluxos hidrológicos e na dinâmica ecológica, voltado para segurar parte destas águas, nos locais onde elas caem, como predizem os ensinamentos da permacultura e as soluções baseadas na natureza, sensíveis à água e de baixo impacto, como indica esta pesquisa.

O rio Criciúma sempre foi e continua sendo muito maltratado. O exemplo, vindo da pesquisa de Orige, Oliveira e Julião (2015), com informação geoespacial, constata ocupação irregular das áreas protegidas por lei, das margens do rio Criciúma. Esta ocupação é a principal razão para os prejuízos econômicos e sociais causados pela ocorrência de inundações bruscas na área central do município de Criciúma.

Reconhece, sobretudo, a referida pesquisa, a tendência de expansão na ocupação da APP ao longo dos cursos d’água, na BHRC, além da exata localização espacial da APP e quais são as parcelas imobiliárias que estão infringindo o Código Florestal. Conforme a Resolução CONAMA nº 303/2002 (BRASIL, 2002)⁵¹ que regulamenta o código, obriga a manutenção de uma Área de Preservação Permanente (APP) ao longo dos cursos d’água relacionada com a largura dos mesmos.

⁵¹ Regulamenta o art. 2º da Lei nº 4.771/65 (BRASIL, 1965).

Falta entendimento do porquê não utilizar a constatação da referida pesquisa, que mostra as parcelas imobiliárias que estão em desacordo ao Código, para impedir a continuidade da infração da lei.

Antes desta pesquisa, a PMC solicita ao IPAT - Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas (2012), a elaboração do “Diagnóstico Ambiental do rio Criciúma”. Mesmo assim, ao se recorrer as obras de execução do Canal Auxiliar ao Rio Criciúma constata-se que margens do rio, apenas canalizadas, com margens liberadas, após a rua Araranguá, foram impermeabilizadas. Aqui o desacordo ao referido Código Florestal é infringido pelo projeto do canal auxiliar.

Tucci (2008) responderia que a especialização das áreas profissionais de visão setorizada, geralmente, busca soluções estruturais que alteram o ambiente.

O Manual de Drenagem do Ministério das Cidades explica detalhadamente, o significado ecológico de uma solução de simples canalização de um trecho de córrego ou rio:

[...] poderá reduzir os riscos de inundação de uma determinada área por certo tempo. Essa solução, entretanto, causará sérios impactos. A aceleração do escoamento agravará as inundações a jusante, aumentará o transporte de lixo e sedimentos, que se acumularão nos trechos de menor velocidade, e aumentará a erosão no trecho subsequente ao trecho canalizado. A sensação de segurança provocada pela obra atrairá a população e as atividades econômicas para as áreas mais próximas ao córrego, reduzindo o espaço natural das enchentes. Além disso, se juntamente com a obra não houver o controle da impermeabilização da bacia, as vazões aumentarão gradativamente até que a capacidade do canal seja superada. Para contornar esses impactos, dentro desta mesma visão tradicional, amplia-se mais ainda a capacidade e a extensão do trecho canalizado instalando-se aí um círculo vicioso, que levará à necessidade de investimentos cada vez maiores para solucionar um problema que poderia ter sido evitado na origem (BRASIL, 2012a, p.20).

O projeto do canal auxiliar na altura acima citada, também, está em desacordo com este manual.

O Código Florestal protege as áreas de APP porque são espaços urbanos, naturalmente do rio. Protegidas e florestadas, tratadas paisagisticamente como determina o Código agregam muito mais valor econômico e ecológico, aos terrenos contíguos às margens ao invés de canalizar margens. Desta forma, além de ser um alento emocional, mental e estético para o habitante, atraem aves, animais e turistas e também tem custos muito menores.

Muitas cidades pelo mundo afora rebentaram todo o concreto para renaturalizar seus rios. Será este o futuro do enorme gasto na estrutura para canalizar o que deveria ficar naturalizado?

A mineração, na região carbonífera do sul de Santa Catarina, reverteu, no passado, o uso dos rios, utilizando-os para a lavagem do mineral e os leva à poluição generalizada o que deu um *status* lamentável para a água da região.

Embora no século XXI, com toda a preocupação quanto à sustentabilidade da vida no planeta Terra, com a existência dos ODS, da Agenda 2030, há empresas que desejam perpetuar este desleixo. Foi notícia em diversas mídias locais que supõe, no mínimo, desprezo pelas águas, um anúncio, em 04/07/2019, de uma carbonífera sendo autuada por entornar água ácida, efluente líquido de mineração, no leito do rio Mãe Luzia, em Treviso, região de Criciúma. A carbonífera com sede em Criciúma foi condenada por crime ambiental e a sentença proferida pelo juízo da comarca de Criciúma.

O processo de urbanização, mais vigoroso, inicia a partir de, aproximadamente, 1960. O objetivo especulativo e o descaso à Natureza, alteram o ciclo hidrológico e impermeabilizam não só a área central de Criciúma como de muitas cidades, também. O adensamento do centro urbano e a impermeabilização das margens do rio Criciúma, o tamponamento, o assoreamento e a falta de vegetação generalizada, influenciam tanto nas enchentes quanto na alteração climática.

Uma das causas é a impossibilidade de evapotranspiração. Este fenômeno importante para efetivar o movimento da água se traduz na transpiração da vegetação juntamente com a infiltração no solo. É ela que evapora a água do solo para o ar, fundamental no ciclo da água. Se o solo não estiver impermeabilizado, ele evapora a água e a planta transpira. Sem vegetação, esse ciclo fica prejudicado.

Além da impermeabilização reduzir a infiltração das águas pluviais, dificultando a evaporação da água pelo solo, ela aumenta o escoamento superficial, por não se infiltrar. Isto significa aumento do volume, que por vezes não é suportado pelo rio, ocasionando extravasamento. Esses processos naturais são importantes na transição à mudança climática, para ajudar a mitigar problemas com *El Niño* e *La Niña* e melhorar a qualidade do ambiente.

O “Diagnóstico Ambiental do rio Criciúma” e suas margens foi bem claro na sua conclusão: para promover melhorias em áreas urbanizadas por onde o rio Criciúma percorre, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos visando estabelecer a importância deste corpo hídrico no contexto urbano. Diante do exposto, a aplicação de metodologias que visem o conhecimento tanto da qualidade hídrica como também das áreas adjacentes ao rio, as APPs, fornecerão subsídios na tomada de decisão de futuras intervenções destinadas à melhoria da qualidade ambiental (IPAT, 2012).

Na análise do meio urbano de Criciúma, como outros municípios de países em desenvolvimento, na contemporaneidade, o crescimento urbano extrapola a ocupação com o rio canalizado e tamponado, ocupações das margens, superfícies impermeabilizadas, lançamento de resíduos sólidos e carência de vegetação.

6.2 ASPECTOS SOCIAIS QUE ENVOLVEM O RIO CRICIÚMA

Pelo histórico social do município, entre final do século XIX e início do século XX, com a densidade demográfica e urbana menor, o rio Criciúma e seus afluentes ainda demonstravam harmonia entre natureza e espaço construído. Com águas límpidas, segundo minha mãe, Iolanda Zappellini de Oliveira que viveu para confirmar que em tenra idade, na década de 1940, serviam para lavar roupas⁵², pescar e gerar energia, até a descoberta do carvão.

A atividade do carvão contou com um momento de crescimento a partir do início da década de 1910, principalmente durante a II Guerra Mundial, quando o governo federal incentiva exploração (BELOLLI; GUIDI; QUADROS, 2002) e inicia a alteração do espaço construído e da paisagem urbana.

Basta lembrar que entre 1936 e 1942 sete empresas são localizadas na bacia do rio Criciúma, entre elas a Carbonífera Metropolitana S.A. e a Companhia União Brasileira Ltda., nas encostas do maciço do morro Cechinel às margens do rio Criciúma, entre outras, nas encostas dos morros do bairro Pio Corrêa, áreas de nascentes da margem esquerda do rio. As mineradoras usam o rio e seus afluentes para drenagem do carvão no fundo do vale da bacia e para depósito de rejeitos. Muitos meandros do rio são cortados e seus terrenos aterrados com rejeito de beneficiamento de carvão possibilitando a ocupação expressiva e oportunidade de expansão urbana nos espaços ocupados anteriormente pelo rio Criciúma e seus afluentes (ADAMI, 2015).

Em 1965 o setor carbonífero era responsável por 90% dos empregos (MILIOLI, 2009). A atividade mineradora se estabiliza com incentivos financeiros oferecidos pelo Governo Federal para diversificar a economia e instalar novas indústrias. Foi quando se iniciaram as construções das cerâmicas.

Esse crescimento provocou mudança significativa no ecossistema urbano com a degradação ambiental quanto ao uso do solo e o ciclo da água e seus processos com a construção de prédios e do sistema viário com pontes e vias, junto e sobre o rio e seus afluentes, juntamente com a canalização e retificação do rio. Destaque-se que aterros em banhados das várzeas, com rejeitos carbonosos, oriundos do processo de beneficiamento de carvão, foram durante muito tempo, utilizados como material de aterro para a construção de vias e pontes.

Razão disso, é comum observar este tipo de material junto a cabeceiras de pontes e estradas (IPAT, 2012). Vale lembrar que o bairro Pio Corrêa, zona urbana residencial mais

⁵² Ela não lembra se serviam para beber porque tinham poço, em casa, mas lavavam roupa e pescavam.

central, é uma área aterrada com rejeito de carvão. Na área central, antes da instalação do supermercado Angeloni, até finais da década de 1960, era uma baixada, aterrada com rejeito de carvão, nas margens do rio que passa ali.⁵³

O assunto serviços de distribuição e tratamento da água potável em meados da década de 1960 era discutido, pela notícia de mudanças. Ainda criança, ouvia o pai falar “era só o que faltava a gente ter que pagar água de beber”. No início da década de 1970, isto já estava acontecendo. As pessoas se conformam com tudo, com a poluição das águas, herdada de um grupo de empresas ou com o pagamento da água de beber, que impossibilitada de vir do poço pela poluição, passa a vir das águas do Rio Mãe Luzia até se confirmarem, também, poluídas.

No início da década de 1980, a CASAN passa a captar águas dos afluentes, rios São Bento, Manin e Jordão, para o abastecimento público de Criciúma (ADAMI, 2015).

A poluição dessas águas fez com que o município busque água potável em outro município, uma vez que os rios das bacias, às quais pertence, são poluídos. Assim, começa a saga da construção da barragem no final do século passado.

Foram anos de muitas discussões. Essa autora, participa de uma reunião, no início da década de 1990, de criciumenses que viviam em Florianópolis e políticos para “pressionar” o governo estadual a definir a data do início da construção da barragem para que o poder público concluísse, finalmente em 2001, a construção da barragem do rio São Bento, no município de Siderópolis.

Sabe-se, oficiosamente, que dita barragem tem capacidade de abastecer uma população estimada de 300 mil habitantes para os sete municípios da região, usuários desta água. A população estimada pelo IBGE (2020) para Criciúma é de 217.311 habitantes. Isto significa que é eminente o problema com água potável para o município.

A projeção populacional para o ano de 2030 é de 240.420 habitantes em Criciúma e o ápice da população é em 2042, com 249.961 pessoas. Após esta data, a tendência é estabilizar e diminuir. Em 2050 a projeção é de 245.496 habitantes (PLANO CRICIÚMA 2050, 2015).

O fluxo migratório, iniciado na década de 1940, que vem em busca do ouro negro, dobra o tamanho da população, na década seguinte. Nada foi preparado ou planejado para receber este contingente populacional. Além disso, os novos habitantes ao chegarem, não encontraram um amor cativo pelo rio, ou algum vínculo cultural, portanto, pouca identidade

⁵³ Hoje o rio corre por baixo da rua Cel. Pedro Benedet, lateral do supermercado, e é visível nos fundos do Posto de Gasolina ali em frente, cuja construção o encobre até metade do leito, como se fora dono desta metade.

com ele. Desta forma facilita alterar a paisagem urbana, de acordo com suas vontades e valores, principalmente, com seus interesses econômicos.

Já se percebe, desde então, uma associação à visão racionalista que distancia o habitante do rio, ou o ser humano da Natureza. O sentimento de alienação em relação à natureza, segundo Prigogine (2003), suscitado pelo triunfo das leis da física não foi expresso somente pelas críticas à ciência.

Em Criciúma, gradualmente, a exploração do carvão foi redesenhando a paisagem urbana, alterando os ciclos das águas na bacia do rio Criciúma e afluentes. Casas foram construídas às margens ou sobre o leito do rio e de fundos para ele. Ainda menina, vivenciou-se a negação do rio poluído, canalizado, tamponado e pouco a pouco transformado em ruas, modificando a drenagem natural e interrompendo os ciclos da água.

O rio poluído reflete para a população, um ambiente sujo, mau cheiroso, desorganizado e feio, por isso negado, facilitando o desague de esgotos domésticos, durante décadas, e o lançamento de resíduos sólidos em suas margens e leito. Não há respeito por ele, até hoje. As pessoas não querem enxergá-lo, querem-no escondido e longe dos olhos. Negam-no, da mesma maneira que negam o carvão, o mineiro, e a mina, não há valorização ambiental do rio, tampouco emocional ou aptidão ao lazer!

O mau cheiro que ainda exala de bueiros dá um atestado dramático ao rio. O mau costume de lançar dejetos ao rio é a mesma atitude deplorável da população, de lançar sujeira nas ruas e passeios públicos.

Por esses problemas, mais os 5ha de áreas contaminadas pelos dejetos de carvão, a questão ambiental detecta a degradação das águas superficiais e a poluição do solo e ar.

Com base na legislação ambiental iniciam-se em 1990 tratamentos do solo poluído pelo carvão no território municipal e regional. A lei obriga as empresas mineradoras a recuperarem a área degradada para a estabilidade do meio ambiente (BRASIL, 1990).

Em Criciúma, pode-se vangloriar da infraestrutura que fornece serviços confiáveis de água e saneamento, protegendo a saúde pública e o meio Ambiente? Talvez sim, porque hoje temos água nas torneiras e atualmente, o esgoto é levado por uma canalização específica à jusante. Mas tem-se consciência de que essa estrutura torna a cidade preparada para enfrentar os desafios do século XXI? Certamente não! Criciúma carece de água potável no seu território e obstrui ecossistemas aquáticos e desvaloriza fauna e flora.

Não existe conflito, não existe discussão, não existe insegurança, não existe conscientização! A grande massa populacional local e regional não materializa essa situação problemática, muito embora, o fracasso da mineração que resultou na poluição generalizada

das águas, na totalidade ecológica do município, é percebido em muitos artigos e estudos e principalmente *in loco*, na periférica. A desvalorização das águas potáveis dos rios municipais e regionais foi a extensão da desvalorização da natureza com a deposição dos rejeitos do carvão nas terras e nas águas e a consequência da chuva ácida e a poluição do ar. Se a água é crucial para a sobrevivência dos seres vivos, essa questão é preocupante e indica necessidade de um olhar mais apurado ao tema da água de Criciúma. SC. Avanços teóricos e métodos existentes podem contribuir com soluções.

6.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CAPÍTULO

Esta tese envolve o PU e gestão fundamentados na inter e transdisciplinaridade, que na prática ocorre num contexto aquém do conhecimento, em soluções tradicionais, nos projetos da maioria das prefeituras, como o livrar-se da chuva o mais rapidamente possível.

Estas soluções, além de provocar inundações a jusante, ampliam o leque de obras caras, de engenharia de controle pluvial com a incorporação de dispositivos de infiltração e armazenamento (ONU, 2006; TUCCI, 2006), desequilibram os ecossistemas e alteram o UWC. Segundo a Suderhsa (2002), tecnicamente, hoje isso não é mais admissível.

A impermeabilização do solo causada pela urbanização limita a possibilidade de infiltração de água e afeta o escoamento de várias maneiras além de aumentar os volumes de água que explicam as enchentes urbanas. A capacidade de infiltração de água pluvial é proporcional à vegetação existente na área.

Os canais naturais, antes sinuosos e parcialmente bloqueadas pela vegetação faziam com que a água tivesse menos velocidade. A canalização e retificação dos rios é apresentada como um meio eficaz de prevenção de inundações, no entanto, isso faz aumentar a velocidade de escoamento das águas. As edificações, pontes e ruas estão localizadas na zona de inundação destes rios e córregos que desempenham um papel na regulação da fluxos transportados para os trechos a jusante.

Os rios urbanos, depois de considerados apenas “esgotos virtuais” são gradualmente esquecidos pelos cidadãos que só percebem sua efeitos nocivos. Encerrados no subterrâneo da cidade, perdem qualquer possibilidade “natural” de inundar. Com a inundação das áreas construídas a cidade se revela vulnerável com os danos que podem ocorrer, como casas alagadas, pessoas desabrigadas, crateras irrompidas, automóveis submersos ou equipamentos e edificações danificados, o que transforma a cidade em catástrofe. Se fossem, “apenas”, esses problemas.

Em Criciúma, 26 de novembro de 2020, uma forte chuva, fez acontecer 18 focos de alagamentos e queda de árvores registrados pela defesa civil. Foram afetados bairros circunvizinhos ao centro e outros mais distantes, além de cratera (Figura 6.8) que se forma na rua Engenheiro Jorge Becker, bairro Próspera.

Figura 6.8 : Cratera na rua Engenheiro Jorge Becker, bairro Próspera



Foto: Thiago Hockmüller, em 26/11/2020 às 20:49.

Estes incidentes confirmam a necessidade de se preparar para as reincidências do *el Niño*. Este tipo de cratera confirma as prerrogativas desta tese de que as técnicas usadas numa cidade que se pretende sustentável, deve ser a de um crescimento com baixo impacto.

A impermeabilização generalizada do centro da cidade e das margens do rio, a sua canalização e tamponamento e a deterioração dos ecossistemas naturais dentro da área mais urbanizada e a falta de uma continuidade e a pouca vegetação, dificultam a manutenção dos SES de ar puro, sombra, controle de enchentes, produção de frutas, benefícios imateriais de saúde e lazer, estética da paisagem e *habitats* para as espécies.⁵⁴ O conjunto de problemas sistêmicos faz com a cidade fique vulnerável com as mudanças climáticas, diminua a qualidade de vida da população e desvalorize as áreas que o capital se equivoca em subestimar.

⁵⁴ A “criação” e a despoluição da água pela mata ciliar!

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Matthias, meu neto de 11 anos, pergunta-me: - Nona, tomamos banho com água potável? Qual não foi seu espanto quando lhe respondi que o esgotamento sanitário também era com água potável (Criciúma, 21/03/2021). As crianças começam a nos acusar de negligência.

Esta tese mostrou a necessidade da produção de um projeto socioecológico para a cidade se preparar para a mudança que o mundo processa, com a urgência que os problemas se apresentam. Trouxe contribuições que mostraram a necessidade da relação entre o habitante, o crescimento urbano e a natureza para que as pessoas possam desenvolver a subjetividade, tão importante numa vida de qualidade. Mostrou a necessidade urgente que a cidade tem de aumentar, e muito, a biodiversidade, com o fim de requalificar os ecossistemas naturais para que estes equilibrem os SES vitais e poder-se continuar vivendo bem, na Terra. Neste contexto revelou a importância da cultura e da história de cada um e da cidade. Tratou o ecossistema urbano como um sistema complexo, objetivando a sustentabilidade e a resiliência, com a meta de enfrentar os desafios do crescimento e da transição frente à mudança climática.

Focada para Criciúma, e outras cidades da região, evitemos destino caótico, circunscrita à dependência de trabalhar a favor da natureza, como fazem a permacultura e as metodologias e técnicas de desenvolvimento que observam as dinâmicas dos ecossistemas. Os muitos exemplos de cidades e práticas apresentados, reconstruíram-se sob os princípios ecológicos para o desenvolvimento e consolidação da saúde socioambiental e da sustentabilidade.

As recomendações propostas vão para uma “cidade para todos” (GEHL, 2013) que quer respeitar os elementos naturais, priorizar espaços públicos comuns suficientes e de qualidade, com ações que possibilitem transporte leve e eficaz, não motorizado, facilitando a circulação da grande maioria das pessoas, que não usa veículo particular, por ciclovias e pedonal. Para uma cidade que quer compreender os fluxos naturais das águas, como ensinou Mac Harg, em 1969, e o ecossistema como ensinaram Newman e Jennings (2008) e Gibson *et al.* (1997), explorando as ligações potenciais entre seus recursos mais significativos como predisse Sporn (1983) tratando dos problemas mais críticos e resolvendo mais que um problema com uma única solução como ensina a permacultura de Mollison e Slay (1999) e mais recentemente, as metodologias baseadas na natureza com desenvolvimento de baixo impacto.

Para uma cidade que quer mudar o rumo e efetuar um novo começo (MORIN, 2011).

Um PU com base ecossistêmica apoia o crescimento de uma cidade empenhada em beneficiar os habitantes do lugar, o espaço construído e o ambiente natural. Os resultados são

benefícios físicos, emocionais, ecológicos e econômicos e fundamentam-se no respeito e restauração dos ecossistemas, no equilíbrio dos respectivos serviços e renaturalização dos fluxos da água, na forma de pertencimento do habitante à natureza e na melhoria da estética da paisagem.

Os exemplos de metodologias e técnicas trazidos avançaram e revolucionaram em cidades que já estão capazes de produzir alimento no meio urbano, sanear sem uso de água potável, captar água da chuva e renaturalizar os fluxos urbanos das águas.

Estas cidades usam metodologias alternativas e correlacionam a organização do ecossistema urbano à troca com o ambiente inter-relacionado nas suas diversas dimensões sociais, culturais, ambientais e políticas. Baseado na ciência sistêmica proporcionam estabilidade e diversidade e, da permacultura trazem a correlação ao número de interações.

Trataram de mitigar a “problemática urbana” (LEFEBVRE, 2001), relativa ao crescimento urbano, desenvolvidos no curso dos acontecimentos do processo de industrialização, incluída a miséria produzida e a falta de saneamento.

Viu-se que os problemas interligados e interdependentes e por isso, sistêmicos (CAPRA, 2006a) e com complexidade desorganizada (JACOBS, 2001) são provenientes do modelo de crescimento linear que inicialmente, parecia assegurar o progresso humano, mas implantou a crise que requer repensá-lo, pelas múltiplas regressões (MORIN, 2011) e impactos aos ecossistemas.

Viu-se que os SES mais impactados são: Provisionamento de água potável; Qualidade da água; Qualidade do ar; Clima local; Regulação de eventos extremos; Erosão e Sequestro de carbono (PBMC, 2016), todos ligados à diminuição de vegetação e da biodiversidade. Viu-se, também, que organizações como o ICLEI (2017) promovem o desenvolvimento sustentável e relacionam a socioeconomia, a morfologia urbana e os impactos naturais e antropogênicos aos impactos dos SES, ao longo do tempo, e afirmam que esta ligação está relacionada à disponibilidade de tipos diferentes de espaços verdes urbanos.

Alguns eventos mundiais desde o século passado reclamam responsabilidade pelo meio ambiente e, finalmente, reconhecem a conexão da biodiversidade com os ecossistemas naturais e seus serviços interconectados com a vida, na Terra.

A Rio 92 reconheceu o valor intrínseco da diversidade biológica e sua conservação (MMA, 2000) e a Carta da Terra reconheceu que todos os seres são interligados e cada forma de vida tem valor (CT, 2000).

Apesar do programa MaB separar⁵⁵, homem e biosfera, afirmou que a cidade é um sistema ecológico e que os SES são vitais às necessidades humanas (MAB, 2010), não conectou a dependência de ecossistemas saudáveis aos serviços de temperatura, pluviometria, natureza do solo, presença de água, recursos e outros serviços.

A Rio+10,⁵⁶ renova os compromissos da Rio92, e produz os Dez Princípios de Melbourne para as Cidades Sustentáveis, cujo 3º princípio é identificar, proteger e restaurar a importância inerente da biodiversidade e dos ecossistemas naturais (PNUMA, 2002), mas ainda não os conecta às necessidades vitais. Como já identificado por Odum (2004) pelo compartilhamento com muitos outros organismos - rios e águas pluviais, vegetação e animais e de todas as suas necessidades materiais, espirituais e fisiológicas.

A tese mostrou que na Teoria de Gaia o planeta, além de um ser vivo, é um sistema único e autorregulador. Esta teoria levou décadas como hipótese, porque a ciência custou a admitir (LOVELOCK, 2006a) a conexão. É difícil entender a integração da vida com gaia, porque a ciência e a tecnologia mostram outro paradigma.

O bioma Cerrado é um ótimo exemplo da desconexão. A tese o mostrou como a savana mais rica do planeta em espécies e produtor de água, passou de um ambiente bucólico e se transforma numa incongruência. A monocultura parece exaurir o bioma, sua vegetação característica e suas águas, e já desconectou o conhecimento e o ser nativo, do local. Da mesma forma a cidade desconectou os habitantes da natureza e até da sua cultura.

Os relatórios mundiais, teorias e autores consideraram aceitáveis os impactos ambientais, até diversos cientistas avaliarem e dimensionarem riscos abruptos ou irreversíveis, em 2009, e elaborarem os “Limites dos Ecossistemas”⁵⁷. Com essa pesquisa, o alerta mira para os automóveis com a emissão de GEE, a alteração do UWC que reage a qualquer chuva forte de verão, as margens de rios impermeabilizadas que não permitem infiltrar as águas pluviais, e a falta de vegetação generalizada que não permite atacar os ventos do *El Niño* (p. ex.) e extingue espécies vegetais e animais. Entre outros problemas o alto crescimento da população mundial, a urbanização, a expansão urbana, as monoculturas, as queimadas e outras alterações antrópicas causam não só impactos ecológicos quanto desigualdades, pobreza e conflito social.

⁵⁵ O próprio nome revela a separação: Homem e Biosfera.

⁵⁶ Rio+20 - renova e reafirma os compromissos relativos ao desenvolvimento sustentável no planeta terra. Em função da crise econômica mundial iniciada em 2008 foi discutida a importância e os processos da economia verde com medidas práticas para garantir a proteção do meio ambiente.

⁵⁷ Ver item 2.7.6.

A partir da referida pesquisa a preocupação aumenta com a qualidade da água, poluída em quase todos os rios da América Latina, África e Ásia. Aparecem a ideia de Antropoceno e o conceito de pegada ecológica e hidrológica. O diálogo sobre a água e o ambiente gira em direção às metodologias de gerenciar e atender as necessidades humanas de água, melhorar a permeabilidade das cidades e entender o funcionamento dos ecossistemas.

Imprimimos “no planeta Terra uma marca tão pesada” (KRENAK, 2020, p.46) que até caracteriza uma era em tão pouco tempo. Agora, o empenho é restaurar os ecossistemas, na década 2021-2030, numa área equivalente à da China (ONU, 2020)!

A previsão de aumentar a área urbana mais que a população urbana até 2030 (ICLEI, 2017), a alteração dos ecossistemas (STEFFEN *et al.*, 2015) e o acréscimo dos problemas provenientes da mudança climática, apressam a transição socioecológica da cidade.

O futuro que se espelha mostra a necessidade de uma revolução no modo de tratar a cidade e o cidadão, pois viu-se que, desde a Rio92, nada foi feito no Brasil para renaturalizar a cidade. Por isso, as cidades precisam cumprir os ODS para buscar a paz, a NAU - Nova Agenda Urbana do Habitat III para cumprir com a sustentabilidade urbana e o Quadro de Sendai 2015 - 2030, para a reduzir riscos de catástrofes.

A transformação dos ecossistemas, no planeta, pede urgência⁵⁸ e políticas ecológicas consistentes com planos de longo prazo. Para contribuir no compromisso de cumprir as agendas globais e estagnar os limites planetários, a proposta desta tese é um plano municipal de adaptação, integrando o conceito de SES na vida das pessoas e na gestão das cidades.

Os processos cíclicos e incertezas possibilitam usufruir da inteligência da natureza como faz uma cidade biofílica⁵⁹, as infraestruturas verdes⁶⁰ e outras técnicas e avanços como os princípios e metodologias ecossistêmicos, apresentados⁶¹.

Em trabalho anterior⁶² desenvolveu-se nove estratégias com visão sistêmica para aplicação de princípios de sustentabilidade nas cidades, propostas para um modelo de planejamento e gestão com base ecossistêmica. A sexta estratégia é: “Suprir maiores necessidades de abastecimento de alimentos e água, equilíbrio climático e redução de poluição com *design* ecológico” que esta tese desenvolveu. Esta e as demais estratégias confirmam a

⁵⁸ O Brasil realizou, em 13 maio 2021, o Pacto Global Brasil-ONU de aumentar a biodiversidade através de intervenções inspiradas em ecossistemas saudáveis, através das SbN, com ações pelos ODS - água, agroecologia, clima, direitos humanos, anticorrupção e comunicação (pactoglobal.org.br).

⁵⁹ Ver item 4.4.

⁶⁰ Ver item 5.3.2.

⁶¹ Esta parte do estudo alcança os objetivos um e dois.

⁶² Ver: DE OLIVEIRA e MILIOLI. Sustentabilidade e ecossistema urbano: relações entre a sociedade, o desenvolvimento e o meio ambiente nos municípios (2014, p.170).

integração dos ecossistemas na vida das pessoas e na gestão das cidades de modo a incluir as pessoas à natureza, a natureza à cidade e as pessoas às decisões.

A afirmação de que a geração de pandemias vem da atividade humana, desmatamento, depredação do solo e recorrente aumento da temperatura na Terra, ameaçam a extinção dos seres vivos na Terra (RIFKIN, 2020). Além disso, a alta densidade populacional e o contato próximo entre as pessoas, nas áreas urbanas são potenciais pontos quentes para a rápida disseminação de doenças infecciosas (NEIDERUD, 2015).

Por outro lado, a pandemia mundial (década de 2020), clareou a conexão entre os humanos e sua interligação e interdependência com a natureza e ratificou a necessidade de sustentação coletivamente. Estas constatações mostram outras necessidades em trânsito. Mostram que a cidade, efetivamente, necessita equilibrar os ecossistemas, aumentar a biodiversidade, melhorar e aumentar os espaços públicos.

A tese demonstrou a necessidade de os profissionais do urbanismo fazerem conexões transversais entre os conhecimentos especializados e de os gestores fazerem a transversalidade entre as políticas públicas socioecológicas e as políticas urbanas, no nível do todo, não apenas, gerir uma cidade somando as partes de cada política.

Acontece que, a metodologia fragmentada, característica das nossas disciplinas acadêmicas, não consegue solucionar problemas sistêmicos e complexos (CAPRA, 2006a). Por isso, sugere-se a teoria sistêmica, para ultrapassar a concepção dualista e unir o ser humano à natureza (PRIGOGINE, 2009), observando os princípios ecológicos de associação e cooperação (CAPRA, 2006a) com as dinâmicas dos ecossistemas assim como os princípios da permacultura de conexão e inter-relação.

Estas ações alternativas em um sistema de conexões permitem outro corpo social e político que fazem parte da visão sistêmica.

A tese mostrou que o ponto de conexão e interdependência entre os fluxos da água e as atividades humanas está justamente na alteração do UWC, identificado pelas inundações e poluição e escassez de água, provocada pela urbanização. Pela visão transdisciplinar, a água sinaliza as inundações como um indicador de sustentabilidade e resiliência, por intermédio do desmatamento, da impermeabilização e da desnaturalização de rios e margens. Viu-se que essa convergência da água entre a ocupação do solo e a sustentabilidade ambiental, entre o espaço construído, a impermeabilização e a diminuição da biodiversidade com a mudança climática fazem Pickett, Cadenasso e Grove (2003) e Chelleri (2012) e outros autores vincularem a ecologia ao PU para buscar a resiliência.

Estudando o UWC entendeu-se que a Ecologia Urbana permite interconectar as questões socioecológica, territorial e econômica com as pessoas, a natureza e as estruturas urbanas.

O fortalecimento da metodologia ecossistêmica reafirma a lógica de inclusão e a consolidação de uma solidariedade genérica entre os habitantes e entre a natureza com a cidade. A tese expôs a capacidade da ecologia urbana (ver capítulo 3) regenerar os sistemas naturais como o subsistema água. Evidenciou o papel importante que desempenha o PU e que precisa integrar a água e, nesse contexto, mostra a interface com diversas disciplinas. Por isso, este tipo de ação requer conhecimento técnico inter e transdisciplinar, requisito do pensamento sistêmico.

Muito embora o dualismo homem e natureza, que distingue ciências exatas e ciências humanas, ainda perturbe a cultura ocidental (PRIGOGINE, 2009), que ainda separa leis determinísticas de um lado e as ciências humanas de outro. Por isso, tomar consciência da condição humana e propor uma economia que reconsidere esse modelo requer esforço e tempo.

Os alertas para o aumento de temperatura acima do Acordo de Paris serão responsáveis por impactos muito mais extremos entre inundação, calor, disponibilidade de água e diminuição da produção de alimentos, menor crescimento econômico e aumento do nível do mar. Com a segurança da humanidade em jogo a transformação precisa ser já! (Ver Gráfico 2 dos riscos climáticos para cada grau de aquecimento global). O alerta mais notório está em evitar as impermeabilizações ao máximo e a necessidade de introduzir muita vegetação em vias, espaços públicos e privados e margens de rios.

O mundo contemporâneo exige inaugurar ciclos com mudança de paradigma para respeitar a água desde sua nascente até os corredores verde/azul, correlacionar a água à biodiversidade, num plano municipal onde o ser humano interaja com a natureza, porque assim ele é mais feliz e se sente pertencente tanto à cidade quanto ao cosmos.

A tese afirma que a água tampouco a natureza são mercadorias, mas bens comuns que beneficiam a vida e que cada sistema compartilhado sobre a Terra tem seu valor intrínseco. Expôs que a experiência direta com a natureza conecta as pessoas que passam a entender seu valor, o valor dos *habitats* e dos ecossistemas saudáveis e, ainda, apreciar a necessidade de gerenciar as interações com a natureza, com empatia.

Como temos capacidade de alterar habitats e até mesmo de extinguir espécies, poderíamos, em oposição, proteger e restaurar a biodiversidade e ter a responsabilidade de agir como guardiões da natureza (PNUMA, 2002). Isso devolveria a saúde dos SES que possibilitam

o bem estar humano e garantem o ato de beber água doce, respirar, alimentar-se, recrear e apreciar a beleza da paisagem, das borboletas e ouvir os pássaros, tudo doado pela natureza.

Todos precisam ter consciência que a vida depende totalmente dos ecossistemas da Terra que também controlam doenças, regulam o clima, dispersam resíduos, realizam-nos cultural e espiritualmente.

O reconhecimento dos programas, declarações e conferências internacionais de que os SES são base dos meios de vida e do desenvolvimento econômico contrapõe com os 60% de ecossistemas degradados ou com uso insustentável no curso de uma destruição planetária.

Isto se dá porque a conexão entre biodiversidade e SES é muitas vezes menosprezada ou desconhecida e somente o despertar da consciência e o conhecimento dará possibilidade de entender a terra como um ser vivo, como o fazem os indígenas, na sua cosmovisão.

Talvez, então, seja possível reconhecer o direito da natureza como fez o Equador, a Bolívia, a Nova Zelândia com o *Whanganui River* e a Índia com o rio Ganges, ou o Butão que fixou na sua Constituição, 60% de área preservada.

O objeto deste estudo foram as causas das enchentes pelos fluxos urbanos das águas da chuva, modificados pelo processo de urbanização das cidades.

Encontrou-se alternativas para mitigar os impactos e melhorar a biodiversidade, a paisagem urbana e a subjetividade. As metodologias e técnicas buscadas mostraram estas possibilidades que unidas à saúde dos ecossistemas, encontraram um caminho de crescimento sustentável e uma cidade resiliente (ver capítulo 4).

O estudo evidenciou opções ao PU para mitigar os problemas dos fluxos das águas urbanas e informações para melhorar a tomada de decisão de gestores.

A tese mostrou que os efeitos da mudança climática na água agravarão os fatores que impulsionam a degradação do ecossistema, aumentando a vulnerabilidade das pessoas e reduzindo benefícios de provisão de água limpa. É necessária uma governança eficaz com ações imediatas que adapte a cidade à mudança climática aumentando o equilíbrio social e restaurando os ecossistemas e seus serviços para manter armazenamento de água, alocação de água aos ecossistemas através da aplicação de fluxos ambientais e restauração das margens e várzeas.

Esta tese atende aos ODS (1 e 2) fim à pobreza e à fome; (3) vida saudável e bem-estar a todos; (5) igualdade de gênero; (6) acesso à água e ao saneamento para todos; (7) energia (8) trabalho e economia “verde”; (9) inovação; (10) reduzir as desigualdades; (11) cidades e assentamentos humanos seguros, inclusivos e sustentáveis; (12) consumo e produção

sustentáveis; (13) medidas para combater as mudanças climáticas e seus efeitos; (15) proteger a vida sobre a terra; (16) promover sociedades pacíficas e inclusivas e garantir justiça para todos; (17) revitalizar alianças e parcerias. Assim, propõe medidas para recuperar os ecossistemas.

7.1 PRINCÍPIOS COMPLEMENTARES PARA INTEGRAR O CONCEITO DE SES NA VIDA DAS PESSOAS E NA GESTÃO DAS CIDADES PARA CUMPRIREM OS ODS CORRELACIONANDO O CICLO DAS ÁGUAS, A BIODIVERSIDADE, OS ESPAÇOS CONSTRUÍDOS E AS PESSOAS

Compondo o estudo desta pesquisa aliado ao objeto de estudar as causas das enchentes pelos fluxos urbanos das águas da chuva, que o processo de urbanização modificou, apontam-se atividades e medidas para se recuperarem os ecossistemas e seus serviços.

As diretrizes globais com ações de padrão revolucionário já estão postas para serem usadas com a urgência que a contemporaneidade requer, pelos impactos que a alteração do clima prevê e as pessoas do nosso tempo exigem. Estes princípios estão centrados nas pessoas e nos ecossistemas, relacionados à resiliência urbana e focados na assertiva de que problema ecológico está conectado à desigualdade social.

Baseado na pesquisa e no entendimento de uma gestão e PU sustentáveis e *design* ecológico esta tese apresenta dez princípios que visam ajudar a estagnar os limites planetários e adaptar a cidade com uma abordagem socioecológica na transição à mudança climática, contribuindo para que se cumpram os ODS.

1. Preparar a sociedade para mudança de pensamento: estimular a educação ambiental para, além das escolas, à população, técnicos e agentes políticos e nas rádios; compreender o valor intrínseco da mata nativa; reconhecer o funcionamento do ciclo hidrológico, como circula essa água que cai, se infiltra e evapora para tornar a cair; valorizar as áreas verdes urbanas; compreender os ciclos de vida; despertar uma ação ecológica e coletiva; incentivar e incorporar conceitos de qualidade ambiental e uso racional de recursos; entender a aplicação de métodos sensíveis à água.
2. Divulgar a necessidade de implementar técnicas sustentáveis: fazer campanhas, propor ações, programas, projetos educacionais e *workshops* mostrando a importância da biodiversidade e a necessidade de otimizar a rede de drenagem urbana e o quanto valorizam a vida da cidade e das pessoas e a economia; tornar os cidadãos participativos.

3. Estimular a aplicação das técnicas sustentáveis: dar algum tipo de subsídio, na aprovação de projetos de loteamentos, condomínios, construções e reformas; incentivar projetos ecológicos com práticas de eficiência energética, reuso de águas residuais, captação de águas pluviais, ecossaneamento, telhados e paredes jardim, agricultura urbana, espaços permeáveis, recuperação e criação de novos ecossistemas urbanos.
4. Recapacitar o Plano Diretor: as políticas urbanas devem estar interconectadas com as políticas sociais e ambientais; as medidas devem dialogar com soluções baseadas na natureza e sensíveis à água; a lei do uso do solo urbano deve prevenir e controlar a ocupação nas áreas alagáveis e nascentes, em todo o município.
5. Ampliar áreas permeáveis criando novos ecossistemas urbanos com as estruturas existentes: restaurar mata nativa e recuperar APPs e APAs; conectá-las a fragmentos de vegetação com desenho sensível à água contribuindo para a “criação” de água; restaurar paisagens com árvores frutíferas, flores comestíveis e ervas da Mata Atlântica nas laterais dos trilhos do trem, nas beiras de rios e de nascentes resolvendo com uma única solução problemas ecológico, estético e social recuperando ecossistemas, recompondo a paisagem e ligando as pessoas ao alimento, criando amenidades urbanas e mobilidade leve e melhorando a saúde pública; incentivar a construção de telhados e fachadas jardins ; incentivar o uso de cisternas.
6. Requalificar ruas, praças e parques com desenho ecológico sensível à água: exigir instalação de pavimento poroso em todos os espaços para estacionamento incluindo laterais de ruas onde é permitido estacionar ou nas sarjetas onde não é permitido⁶³ e em áreas pavimentadas, acima de 50m²; promover a evapotranspiração com plantação de árvores⁶⁴ nas calçadas que também contribuem com sombra.
7. Facilitar a criação de agricultura urbana como ferramenta para o autossustento alimentar: conectar as pessoas às fontes de alimento orgânico melhorando a produção alimentar ao mesmo tempo que recupera ecossistemas, fomenta a economia local e regional, contribui com a redução da desigualdade e requalifica espaços públicos; proporcionar novos empregos “verdes”.
8. Garantir o comprometimento do poder público e do setor privado: os investimentos devem ser em ações baseadas nos ecossistemas.

⁶³ Ver figura nº 108.

⁶⁴ Aos moldes ecossistêmicos, sob design ecológico.

9. Proibir terminantemente qualquer tipo de tubulação de córregos, riachos e rios: renaturalizar rios e riachos colocando-os à luz; recuperar e revitalizar margens; resguardar APPs e todas as nascentes; criar espaços de introspecção nesses lugares interconectando-os a fragmentos de vegetação, formando corredor ecológico sob design ecológico.
10. Incentivar a proteção de toda e qualquer área natural existente: não tolerar construção em APPs; implantar soluções que usem a infraestrutura natural em áreas urbanas.

O item seguinte, responde ao objetivo 5 de identificar possibilidades de introduzir em Criciúma, contribuições para torná-la sensível às águas.

7.2 RECOMENDAÇÕES

Em Criciúma, como em muitas cidades brasileiras, 85% da população é urbana, por isso a mudança deve se dar na cidade. A negligência do crescimento para com o social e o ambiental mostra que os impactos socioambientais, a escassez de água e o distanciamento para com a natureza se evidenciam na cidade. A afirmação de Paulo Mendes da Rocha⁶⁵ de que “a cidade é no mundo, hoje, uma questão eminentemente política” demonstra a dependência de conscientização e políticas públicas locais para ajudar na inversão da lógica do chamado “desenvolvimento”.

Mudar a lógica é crescer trocando o impacto pelo aumento à biodiversidade. Uma abordagem ecossistêmica, através do *design* ecológico, equilibra os ecossistemas para usufruir dos benefícios de *habitats* urbanos, significativamente, transformados em alto nível qualitativo da vida e da subjetividade que retornam em ânimo para a população viver e trabalhar. A renaturalização dos fluxos das águas urbanas e a riqueza biodiversa de florestas, áreas arbustivas e rios concorrem para a saúde dos ecossistemas. Esse tipo de mudança controla impactos com melhoria nos SES tais como a quantidade e qualidade de água, ar mais puro, temperatura regulada, produção local de alimento e equilíbrio dos fluxos urbanos da água. Além desses benefícios, estas ações criam, ao mesmo tempo, novos espaços públicos e requalificam os existentes o que melhora a relação com a natureza e possibilita espaços de convivência e mobilidade.

⁶⁵ Coluna do arq. Nabil Bonduki, no dia do falecimento do arquiteto Paulo Mendes da Rocha. Disponível em: folha.uol.com.br, em 23/05/2021.

O mundo já entendeu a necessidade da mudança do padrão de impactos por um pacto com a natureza e está mudando! É urgente a transição energética e ecológica e a pandemia deu o alerta da urgência na transição para uma sociedade mais justa e mais igualitária.

Vias, calçadas e edificações superam o potencial natural das cidades. É necessário outro olhar para o crescimento para emergir um espaço natural, com outra valorização que não apenas a terra, para que a biodiversidade seja muito mais que apenas pardais, pombos, cachorros, gatos e ervas daninhas.

Baseadas na pesquisa, as recomendações para Criciúma e outras cidades, principalmente, as da região carbonífera, mudarem a lógica do crescimento fica no encargo de aumentar a biodiversidade e equilibrar os ecossistemas para um plano de mudança imediata com perspectiva de longo prazo:

1. Considerar o capital sociopolítico para a sustentabilidade: a cidade, comunidades, escolas, câmara municipal e gestão urbana devem mobilizar ações obrigatórias de imediato com metas de longo prazo, para a qualidade da água; perceber a necessidade de respeitá-la; saber que sem água não há vida e sem vegetação não há água.
2. Unir as cidades da região carbonífera no entorno da água: adotar plenamente o ciclo das águas na gestão e PU baseados em ecossistemas; adotar *design* sensível à água, com vistas aos índices lastimáveis sobre a água na Região Carbonífera (SED, 2018). O objetivo desta adoção é mitigar impactos aos SES como as enchentes, os maus tratos às áreas ribeirinhas e a má qualidade da água e da vida geral dos habitantes.
3. Restaurar os ecossistemas com ações que sejam implementadas, simultaneamente, nas áreas rurais e urbanas e em parceria cooperativa com municípios da região para agregarem maior valor e alcance. Essas ações propiciam o aumento de espécies, estão ao alcance da cidade e contribuem na responsabilidade de cumprir os ODS: melhorar o acesso à água potável; garantir segurança alimentar e empregabilidade; diminuir riscos de novas pandemias; ajudar na transição socioecológica.
4. Interrelacionar os diversos setores interdependentes: respeitar as dinâmicas da natureza com ações no PU, gestão e *design* urbanos; basear-se nas práticas e metodologias com abordagem ecossistêmica, nos princípios da permacultura e da resiliência; integrar a água com o princípio da interdisciplinaridade.
5. Integrar a água ao PU(s) com princípios específicos de *design* urbano sensível à água: instalar infraestrutura verde com produção de alimento e criação de amenidades; assegurar benefícios de habitabilidade, mitigação dos efeitos da mudança climática, redução de GEE e redução de inundações.

6. Divulgar a cidade como local do abastecimento de água: cada cidade deve ter um portfólio de captação de água, em diferentes escalas⁶⁶, no mínimo subterrânea, fluvial e pluvial e cuidar da residual até sua reciclagem; buscar estratégias de recuperar, reutilizar e reciclar a água com o desafio de fornecer serviços semelhantes a todos os habitantes da região.
7. Correlacionar água e vegetação: o PU deve chegar ao nível do detalhe com o desenho urbano sensível à água para captar CO₂, amortecer a queda da água através das árvores e infiltrar no solo, “criando” água e melhorando a paisagem urbana.
8. Substituir técnicas de irrigação rural e urbana: jardins particulares e coletivos, hortas, canteiros centrais e calçadas devem se utilizar da metodologia e *design* sensível à água; a permacultura ensina irrigar por gotejamento.

Juntada a estas recomendações, apresentam-se alguns focos onde, de acordo com a pesquisa, Criciúma necessita mudanças imediatas que podem colaborar em um plano urbanístico com metas de planejamento integrado de longo alcance. Aponta-se o controle das águas pluviais e da produção de sedimentos, com o aumento da biodiversidade e o equilíbrio dos ecossistemas para que melhore os SES, crie água e espaços verdes otimizados, renaturalize a paisagem urbana e capilarize a mobilidade urbana para pedestres e ciclovias. Para viver feliz!

7.3 JARDIM DAS ÁGUAS PARA UMA CRICIÚMA SENSÍVEL À ÁGUA

No centro urbano da cidade de Criciúma está o rio, escondido e mal tratado, retificado e canalizado, tamponado ao longo da parte mais urbanizada do seu curso. A Figura 105 assinala em vermelho o que está tamponado e em azul o que está aberto. As propostas são para, aproximadamente, 30% das margens do rio que não está tamponado até a avenida do Centenário, dali para frente está livre para ser planejado aos moldes desta proposta.

As propostas possibilitam transformar Criciúma num “jardim das águas” que necessitam de políticas consistentes para a transição de uma cidade mais ecológica e resiliente, colaborando no cumprimento dos ODS e com vistas à transição frente às mudanças climáticas.

⁶⁶ Essas recomendações partem de Timmermans *et al.* (2017) e demais metodologias sensíveis à água, estudadas.

Figura 7.1 - Rio Criciúma



Fonte: Editado do Google maps

1. Recuperar faixa marginal do rio Criciúma, instituída pelo Código Florestal (BRASIL, 2012), principalmente, decidida a fazer valer pelo Superior Tribunal de Justiça (STJ) em 2021, das determinações de preservar 30m de áreas marginais de rios com até 10m de largura: recuperar espaços degradados na malha urbana; criar matas ciliares em áreas de APP com espécies da Mata Atlântica onde o rio está destampado e com as margens livres; renaturalizar margens (Figura 7.1) conectando fragmentos vegetados, praças e outras áreas de APP e APA, através de *design* ecológico; as áreas verdes, criadas, devem servir tanto à infiltração de águas pluviais quanto à promoção de amenidades e paisagismo urbanos. Os objetivos são:

- ✚ possibilitar a criação de mini parques lineares;
- ✚ melhorar as condições de permeabilidade e drenagem do solo;
- ✚ diminuir a velocidade das águas do rio;
- ✚ filtrar a poluição que a chuva lava;
- ✚ revigorar o rio que ganhará parte de seu espaço antes tomado;
- ✚ recuperar ecossistemas e renovar a paisagem urbana;
- ✚ permeabilizar e drenar o solo;
- ✚ possibilitar composição de corredores verdes e conexão com fragmentos vegetados;
- ✚ estimular a sensação de liberdade e a reflexão sobre valores pessoais e sociais;
- ✚ dar acesso à comunidade com espaços para a mobilidade urbana sustentável;
- ✚ respeitar as margens para não depositarem entulhos.

Figura 7.2 - Projetos propostos para os rios (a) Tietê, São Paulo (Br), (b) Sena, Paris e (c) Rhonê, Lyon (Fr).



Fonte: (a) <https://vilabacana.com.br/>; (b) <https://www.archdaily.com.br/>; (c) blog.galeriadaarquitectura.com.br

Observação: o terreno que o rio corta valorizará consideravelmente com esta recuperação paisagística desde que as construções, nestes locais, sejam projetadas mediante uma visão do paradigma ecológico.

2. Recuperar apenas uma margem: quando houver edificação de um lado e apenas uma margem estiver livre, as ações de recuperação serão executadas neste lado do rio; existem muitos locais para serem utilizados desta forma de recuperação; a Figura 118 mostra exemplo⁶⁷ de estabilização de margem com estacaria viva, plantações e transplantes de mudas, como poderão ser executadas em todas as margens.

Figura 7.3 - (a) Perspectiva atual (b) perspectiva desejada para uma margem



Fonte: (a) da autora; (b) Aldo Freitas, Portugal.

3. Minimizar áreas impermeáveis efetivas: recuperar locais com instalação de *petit pavê*, com técnica correta; largura de vias (área carroçável em asfalto e estacionamento em pavimento poroso); comprimento de acessos residenciais.
4. Recuperar nascentes do rio Criciúma e restaurar áreas naturais urbanas: demarcar nascentes e recuperar os 50m do seu entorno, determinado pelo Código Florestal; montar grupos de replantio voluntário; apoiar e incentivar centros de reciclagem e reuso (folhas e galhos para adubo).

⁶⁷ Estabilização de margem executado em Portugal com estacaria viva, plantações e transplantes de mudas.

5. Executar parques lineares contínuos nas margens livres: a partir do cruzamento da rua Álvaro Catão com a Araranguá (último ponto vermelho na Figura 108); opção de lazer gratuita; espaços para a prática de atividades físicas e transporte não motorizado; desenvolvimento de relações sociais; incentivo à educação ambiental.
 6. Definir ciclovias: nos parques lineares ao longo das margens do rio Criciúma; conectar com outras vias a serem implantadas na zona urbana (nos espaços usados pelos estacionamentos e nos canteiros centrais da av. do Centenário); interconectá-las com ruas e redes de transporte; adotar pavimento poroso.
 7. Execução de amenidades paisagísticas e renovação ecológica dos edifícios: incentivo fiscal e facilitação de financiamento quando alguma ação particular integrar dupla função ecológica e paisagística (emprego de vegetação como ferramenta no tratamento de qualidade e quantidade de águas pluviais de interceptar, evaporar, armazenar, absorver e infiltrar água), como pavimento permeável em vias de acesso e telhado e paredes jardins⁶⁸
 8. Utilizar técnicas do *design* sensível à água: nas calçadas em geral; nos estacionamentos; nos 18 pontos de alagamento, da última chuva de 26 de novembro de 2020 levantados pela defesa civil e os assinalados na Figura 108.
 9. Tomar o Morro do Céu como ponto importante de conexão: entre fragmentos de vegetação e a criação de novos espaços vegetados ao longo do rio Criciúma, para traçar corredores verde/azuis contínuos, de dentro da cidade para fora e vice-versa.
 10. Projetar bacias de retenção para controlar o escoamento das águas pluviais e remover poluentes trazidos pelas águas ao longo do caminho percorrido: usar técnicas que atuam capturando, armazenando, tratando e liberando gradualmente essa água; determinar tipologias de controle com valetas, valas, tanques e lagoas de acordo com cada situação; para bacias de retenção utilizar terrenos baldios no centro da cidade, à beira do rio Criciúma, e conectá-las com corredor verde, para reter águas em dias de chuvas fortes.
 11. Instalar biovaletas ao longo da avenida do Centenário: aumentar o contato direto da água com o solo; filtrar e atenuar o escoamento das águas.
- Ações imediatas

Na figura 7.4 identificam-se e localizam-se tipologias de *design* sensível à água com proposta de utilização de técnicas de captação de água da chuva, no local onde ela cai e

⁶⁸ Considerado pelo LID, como práticas de manejo integrado - IMP *Integrated Management Practices*.

há alagamento nas ruas em qualquer chuva forte e onde iniciavam, antigamente, as enchentes. Neste recorte, esta tese propõe:

- a. Revigorar os ecossistemas com árvores e arbustos comestíveis e ervas da Mata Atlântica, à margem esquerda do rio, com ponte e trilha de pedestre e ciclovias;
- b. Conectar ao terreno baldio, à margem direita, de frente à rua Hercílio Luz a ser usado como acesso e bacia de retenção, ou seja, um espaço liberado em tempo de seca, mais baixo que o nível da calçada que reterá água em dias de chuva forte;
- c. No cruzamento, onde acumula muita água que vem dos altos de ambas as ruas Hercílio Luz e Cel. Pedro Benedit, há um canteiro que poderá ser transformado em um jardim de chuva;
- d. Juntamente com outro jardim de chuva, em frente a este (há uma ponta, no terreno do supermercado Angeloni) que ajudará a captar estas águas;
- e. Terceiro jardim de chuva na quadra em frente ao hospital São José, de onde escorre muita água, dos altos da Cel. Pedro Benedit;
- f. Espaço propício para bacia de retenção ao lado do Catarina Gaidzinski que liga ao rio onde poderão ser tratadas ambas as margens, bem no centro da cidade.

7.4 CONCLUSÃO

Segundo a mídia⁶⁹ local o Ministro do Desenvolvimento Regional veio a Criciúma (em 27/05/2021) para a inauguração da segunda etapa do canal auxiliar do rio Criciúma o qual promete, segundo discurso do prefeito, ‘resolver o problema de alagamento na área central do município’ cujo rio ‘vai voltar a ter a sua função ecológica por conta desta obra’ (PORTAL ENGEPLUS, 2021).

A tese mostrou que a reabilitação da função ecológica de um rio está em liberar suas margens e colocar suas águas à luz do dia. Verifica-se a dificuldade de se implantar um PU com base ecossistêmica se o discurso foca no pensamento racionalista e fragmentário. Isso reafirma a necessidade de educação ambiental para gestores, imprensa, técnicos e população como fazem tantos países que se utilizam de metodologia sustentável e querem cumprir com os ODS preparando-se para a transição frente à mudança climática.

O contexto político da PMC relacionado ao canal auxiliar é um grande exemplo.

⁶⁹ Disponível em: <https://www.4oito.com.br/noticia;> <https://ndmais.com.br/infraestrutura;> [https://portallitoralsul.com.br/;](https://portallitoralsul.com.br/) <https://karinamanarin.com.br/artigo>.

O investimento do Governo Federal através do PAC - Programa de Aceleração do Crescimento, mais os 10% da PMC foi de R\$ 13.183.067,43 (Figura 7.5). A mídia divulga um valor total de R\$ 23.719.673,28 pois existe um projeto pronto para a terceira etapa que irá da rua Ângelo Perucchi e Arthur Pescador até a ponte da avenida Centenário, no bairro Santo Antônio.

Figura 7.5 - Placa de obra em andamento



Fonte: da autora

Com este valor e um pensamento sistêmico, Criciúma passaria à “cidade jardim das águas” em apenas uma gestão!!!! Esta tese, espera com todo respeito e compreensão sistêmica, que a terceira etapa seja transformada em parque linear, com drenagem ecossistêmica e amenidades públicas como pomares, passeios públicos, ciclovias e muita vegetação, o rio à luz do dia e gente mais feliz usufruindo dos serviços que a Natureza fornece gratuitamente.

Os desequilíbrios deterioram cada vez mais a natureza, aumentam as catástrofes e diminuem as condições normais de vida. Parece que essa realidade não é prioridade para nós, criciumenses, que a mudança climática não interferirá por esta região, mesmo tendo várias experiências resultantes dos desequilíbrios. Isto tem um nome: omissão por parte de políticas e gestão municipal (e federal). O Morro do Céu é a maior riqueza natural do centro urbano, onde vivem 84% da população. Conectado à requalificação das margens do rio e aos espaços tratados com *design* sensível à água, fará emergir o “jardim das águas” e altos retornos imobiliários juntamente com o objetivo principal de mitigar os efeitos climáticos estabilizando os ecossistemas, melhorando os SES, e de distinção ao paisagismo urbano e aumento dos espaços públicos de lazer e contemplação. Não dá mais para postergar! A palavra é: regenerar, já!

REFERÊNCIAS

ACEQUIA. **Escuelita das Acequias**. 02 de novembro de 2017. Disponível em: <https://lasacequias.org/project/escuelita-de-las-acequias/#more-6116>. Acesso em: 15 dez. 2019.

ADAMI, R. Rio Criciúma: o rio que a cidade escondeu significados e representações na paisagem. Criciúma, SC: UNESC, 2015

ADMIRAAL, H.; CORNARO, A. Cidades do futuro, cidades resilientes: o papel do espaço subterrâneo para alcançar a resiliência urbana. **Science Direct**. V. 5, Issue 3, setembro de 2020. p.223-228.

AEA. Agência Europeia do Ambiente. Água é vida. **Revista Sinais**. Copenhagem: Serviço das Publicações da União Europeia, 2018. Disponível em: <https://www.eea.europa.eu/www/pt/publications/aea-sinais-2018-agua-e-vida>. Acesso em: 12 jan. 2019.

AGENDA 21. Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Resolução n. 44/228. **Assembleia Geral da ONU de 22-12-89**. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 1995.

AGENDA 2030. Acelerando as transformações para a Agenda 2030 no Brasil. S/d. **Plataforma**. Disponível em: <http://www.agenda2030.com.br/>. Acesso em: 21 maio 2019.

AGENDA 2030. **A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2019. Disponível em: <http://www.agenda2030.org.br/sobre/>. Acesso em: 09 set. 2019.

AHMED, Nafeez. Guerras hídricas: estudos relacionam escassez de água à onda de revoltas civis no Oriente Médio. **Ópera Mundi**. 4 de abr. de 2015. Disponível em: <https://operamundi.uol.com.br/samuel/40007/guerras-hidricas-estudos-relacionam-escassez-de-agua-a-onda-de-revoltas-civis-no-orient-medio>. Acesso em: 19 abr. 2019.

ALBERTI, M *et al.* Integrating humans into ecology: opportunities and challenges for studying urban ecosystems. **Bioscience**. V. 53, n. 12, 2003. p.1169-1179. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568\(2003\)053\[1169:IHIEOA\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568(2003)053[1169:IHIEOA]2.0.CO;2). Acesso em: 05 dez. 2019.

ALMEIDA, L. Q. de; CARVALHO, P. F. de. A negação dos rios urbanos numa metrópole brasileira. **Anais do Encontro de Geógrafos da América Latina**. 2009. Disponível em: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Geografiasocioeconomica/Geografiaurbana/281.pdf>. Acesso em: 07 abr. 2020.

ANA. Agência Nacional da Água. Situação da Água no Mundo. **Portal**. S/d. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/panorama-das-aguas/agua-no-mundo>. Acesso em: 19 maio 2019.

ANA. Agência Nacional da Água. Indicadores para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Objetivo 6: Água limpa e Saneamento**. S/d a. Disponível em: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNmRkN2JjMzctMzU2Mi00ODBmLTk3NDgtODFm>

MWQ4OWViOGUwIiwidCI6ImUwYmI0MDEyLTgxMGItNDY5YS04YjRkLTY2N2ZjZD FiYWY4OCJ9. Acesso em: 31 maio 2019.

ANA. Agência Nacional da Água. **Águas sem fronteiras - A ANA trabalha para estabelecer regras de uso nas bacias hidrográficas transfronteiriças. Informativo nº 10**, jan. - fev. 2009. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/AguasBrasil/AguasBrasil10_11082009.pdf. Acesso em: 30 set. 2019.

ANA. Agência Nacional da Água. **Cuidando das águas**: soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. 2. ed. Brasília: ANA, 2013. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/sge/CEDOC/Catalogo/2013/CuidandoDasAguas-Solucao2aEd.pdf>. Acesso em: 13 set. 2019.

ANA. Agência Nacional da Água. **Mudanças climáticas e recursos hídricos - Avaliações e Diretrizes para Adaptação**. 2016. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-soe/mudancas-climaticas/mudanca-climatica-e-recursos-hidricos-2013-avaliacoes-e-diretrizes-para-adaptacao/mudancas-climaticas-e-recursos-hidricos-ana-2016.pdf>. Acesso em: 13 set. 2019.

ANA. Agência Nacional da Água. **Atlas Irrigação - Uso da Água na Agricultura Irrigada**. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/AtlasIrigacao-UsodaAguanaAgriculturaIrigada.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2019.

ANA. Agência Nacional da Água. **8º Fórum Mundial da Água**. Brasília, 2018. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/ananoforum>. Acesso em: 13 abr. 2019.

ANA. Agência Nacional da Água. **Conjuntura Brasil 2018 - informe anual**. Brasília DF: ANA, 2018b. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/informe_conjuntura_2018.pdf. Acesso em: 31 maio 2019.

ANA. Agência Nacional da Água. **O risco de escassez de água doce**. Cleide Carvalho publicado 23/01/2013, modificado 15/03/2019. 2019a. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/o-risco-de-escassez-de-a-gua-doce.2019-03-15.4724785357>. Acesso em: 21 abr. 2019.

ANA. Agência Nacional da Água. **Declaração Universal dos Direitos da Água**. 2019b. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/noticias-antigas/dia-mundial-da-agua-artigo.2019-03-15.6634483767>. Acesso em: 20 maio 2019.

ANA. Agência Nacional da Água. **Água mata mais que guerras**. Em: 14/03/2019. 2019c. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/agua-mata-mais-que-guerras.2019-03-14.4420526934>. Acesso em: 02 mar. 2019.

ANA. Agência Nacional da Água. **Aquífero Alter do Chão é o maior reservatório de água do planeta**. 2019f. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/noticias-antigas/aquafero-alter-do-chapso-a-c-o-maior-reservata3rio.2019-03-15.3692202018> Acesso em: 09/novembro/2019

ANA. Agência Nacional de Águas. Direito de águas à luz da governança. **Curso Direito de Águas à luz da governança**. Brasília - DF, 2019g. Disponível em: http://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/1052/3/UNIDADE%2003_ANA.pdf. Acesso em: 14 abr. 2020.

ANDRADE, L. M. S. de. A nova Ecologia da Cidade: uma conexão importante para a ciência do Desenho Urbano no Brasil. **Anais**. III Seminário Nacional APPUrbana, 2014. Disponível em: <http://anpur.org.br/app-urbana-2014/anais/ARQUIVOS/GT1-289-95-20140530013207.pdf>. Acesso em: 04 maio 2019.

ANM. Agencia Nacional de Mineração. **O passo a passo para explorar água mineral**. DNPM, 15 jul. 2019. Disponível em: <http://www.anm.gov.br/assuntos/ao-publico/paginas/explorar-agua-mineral-veja-como-e-facil>. Acesso em: 16 out. 2019.

ASLA. American Society of Landscape Architects. General design honor award. Principal Designer: Kongjian Yu. **ASLA 2007 professional awards**. Disponível em: https://www.asla.org/awards/2007/07winners/056_tbttd.html Acesso 02 jul. 2020.

ASLA. American Society of Landscape Architects. Improving water efficiency: residential bioswales and bioretention ponds. **Professional Practice**. 2007b. Disponível em: <https://www.asla.org/bioswales.aspx>. Acesso em: 10 mar. 2019.

AU. GANSW. Restoring the waters creek restoration. In: **Government, architect, new South wales**. Austrália, 2017. Disponível em: <https://www.governmentarchitect.nsw.gov.au/resources/case-studies/2017/11/restoring-the-waters-creek-restoration>. Acesso em: 07 nov. 2018.

AU. Governo da Austrália. **Urban Water**. S/d. Disponível em: <http://urbanwater.melbourne.vic.gov.au/melbournes-water-story/water-sensitive-urban-design-wsud/>. Acesso em: 19 maio 2018.

AU. Governo da Austrália. **Water Ways**: Water Sensitive Urban Design General Code. Effective em 10 July 2009. Authorised by the ACT Parliamentary Counsel. Disponível em: <file:///C:/Users/USER/Downloads/2008-27.pdf>. Acesso em: 19 maio 2018.

AU. Governo da Austrália. Canberra. Act practice Guidelines for Water Sensitive Urban Design. Canberra Light Rail Master Plan Preliminary options and considerations. **Act Government**. 2017. Module 1: introduction to WSUD in the act. Disponível em: https://www.planning.act.gov.au/__data/assets/pdf_file/0006/1501566/WSUD-Module-1-Introduction-to-WSUD-in-the-ACT-5Mar2018.pdf. Acesso em: 12 abr. 2020.

AZOULAY, Audrey; HOUNGBO, Gilbert. UNESCO lança relatório mundial sobre desenvolvimento dos recursos hídricos. **Revista IHU on-line**, 27 março. 2018. Disponível em: <http://www.ihu.unisinos.br/188-noticias/noticias-2018/577385-unesco-lanca-relatorio-mundial-sobre-desenvolvimento-dos-recursos-hidricos> Acesso em: mai. 2020.

BARATTO, Romullo. Como fazer cidades: o modelo de Medellín. **ArchDaily**. Brasil. 25 jun. 2013. ISSN 0719-8906. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/01-122788/como-fazer-cidades-o-modelo-de-medellin>. Acesso em: 10 dez. 2019.

BARBAN, Vilma. Fórum Mundial da Água: questões fundamentais e muitas controvérsias. **REDD-Revista Espaço de Diálogo e Desconexão**. Araraquara, v.1, n.2, jan./jul. 2009. Disponível em: <https://www.polis.org.br/uploads/504/504.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2019.

BARLOW, M. **Água pacto azul**: a crise global da água e a batalha pelo controle da água potável no mundo. São Paulo: M. Books do Brasil Ed. Ltda. 2009.

BARLOW, M.; CLARKE, T. **Ouro azul**: como as grandes corporações estão se apoderando da água doce do nosso planeta. São Paulo: M. Books do Brasil Ed. Ltda. 2003.

BBC-MUNDO. **Cinturão do Sahel, o esconderijo de jihadistas na África que preocupa cada vez mais a Europa**. Mar Pichel, em 13 fevereiro. 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/internacional-42996119>. Acesso em: 02 out. 2019.

BBC.COM. Incêndios florestais pelo mundo são os maiores em escala de emissões de CO2 em 18 anos. **Notícias**. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/bbc/2020/09/18/pantal-incendios-florestais-pelo-mundo-sao-os-maiores-em-escala-e-em-emissoes-de-co2-em-18-anos.htm>.

BEDOUT, F. U.; VÉLEZ, A. E. Parque de los Pies Descalzos y Museo de Ciencia y Tecnología. In: ARQA (org.) **Medellín**: reinvenção de una ciudad latinoamericana - 30 casos de estudio. Medellin. 2013. Disponível em: <https://arqa.com/editorial/medellin-r/parque-de-los-pies-descalzos-y-museo-de-ciencia-y-tecnologia-2>. Acesso em: 02 out. 2018.

BELOLLI, M.; GUIDI, A.; QUADROS, J. **História do carvão de Santa Catarina**. V. I. Criciúma: Imprensa Oficial do Estado de Santa Catarina, 2002. 296 p.

BENINDE, J.; VEITH, M.; HOCHKIRCH, A. Biodiversity in cities needs space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. **Ecology Letters** 2015 Jun;18(6):581-92. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25865805/>

BLNINGER, T.; KOTSUKA, L. K. Conceitos de água virtual e Pegada hídrica: estudo de caso da Soja e óleo de soja no Brasil. **Recursos Hídricos, Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos**. V.36, n. 1, 2015. Disponível em: https://www.aprh.pt/rh/pdf/rh36_n1-2.pdf. Acesso em: 24 mar. 2020.

BLUNDEN, Jessica. Relatórios sobre O Estado do Clima em 2018. **Boletim da Sociedade Meteorológica Americana**. 29 ed. 12 de agosto de 2019. Disponível em: <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/reporting-state-climate-2018>. Acesso em: 15 set. 2019.

BÔLLA, K. D. S. A natureza precisa das crianças e as crianças precisam da natureza: a integração entre ecopsicologia e educação como um caminho para o bem-estar e a sustentabilidade. **Tese** (Doutorado em Ciências Ambientais), Universidade do Extremo Sul Catarinense. Criciúma, 2019.

BONDUKI, Nabil. **Origens da habitação social no Brasil**: arquitetura moderna, lei do inquilinato e difusão da casa própria. 4. ed. São Paulo: Estação Liberdade, 2004.

BONZI, Ramón Stock. Emerald necklace - infraestrutura urbana projetada como paisagem. **Revista LABVerde**. N. 9, artigo n. 06, dezembro de 2014. Disponível em: <http://www.fau.usp.br/depprojeto/revistalabverde/artigos/artigo06.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2019.

BORGES, André. Em 4 anos, secas e inundações afetam 55,7 milhões de brasileiros. **O Estado de S. Paulo**. 01 de dezembro de 2017. Disponível em: <https://sustentabilidade.estadao.com.br/noticias/geral,em-quatro-anos-secas-e-inundacoes-afetam-55-7-milhoes-de-brasileiros,70002103645>. Acesso em: 31 maio 2019.

BRANDÃO, Luciana; GERBASE, Livi. Geopolítica dos recursos hídricos Transfronteiriços: conflito e Cooperação no compartilhamento da bacia do rio Nilo e do rio Zambeze. **Século XXI**. Porto Alegre, v. 7, n. 2, jul - dez 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/USER/Downloads/153-Texto%20do%20artigo-445-1-10-20170818.pdf>. Acesso em: 14 maio 2019.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**. 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso em: 15 set. 2019.

BRASIL. Lei nº 9.433 - 8 janeiro 1997. **Mensagem de veto inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, Regulamento**. 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, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

BRASIL. Planalto. **Decreto 99.274/90, de 06 junho 1990**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/Antigos/D99274.htm Acesso em: mai. 2019

BRASIL. Câmara Legislativa. **Debate internacional sobre águas teve início em 1972**. Agência de notícias, 21/03/2007. 2007. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/camaranoticias/noticias/99909.html>. Acesso em: 21 maio 2019.

BRASIL. **Estatuto Da Cidade** : guia para implementação pelos municípios e cidadãos Lei nº 10.257. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2001.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente. **Aquífero Guarani**. S/d. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-solidos/instrumentos-da-politica-de-residuos/sistema-nacional-de-informacoes-sobre-a-gestao-dos-residuos/item/8617-aqu%C3%ADfero-guarani.html>. Acesso em: 28 maio 2018.

BRASIL. Código florestal. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Diário Oficial da União, 28 maio 2012.

BRASIL. Ministério das cidades. Manual para apresentação de Propostas para sistemas de Drenagem urbana sustentável e de Manejo de águas pluviais. **Secretaria nacional de saneamento ambiental**. Brasília, 2012a. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/Manual_de_Drenagem_2012.pdf. Acesso em: 11 maio 2019.

BRASIL. Senado. **Projeto de Lei do Senado nº 495**. 2017. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/131906>. Acesso em: 28 maio 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Saúde e ambiente para as populações do campo, das florestas e das águas. **Secretaria de Gestão Estratégica e Participativa**. Brasília: 2015. 216p.

BRAUN, R. **Novos paradigmas ambientais** – desenvolvimento ao ponto sustentável. 2ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2005

BRITTO, Fernanda. O que é uma cidade biofílica? **ArchDaily Brasil**, 23, fevereiro 2013. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/01-99393/o-que-e-uma-cidade-biofical>ISSN0719-8906. Acesso em: 16 dez. 2020.

BROWNING, William; RYAN, Catherine; CLANCY, Joseph. 14 padrões de design biofílico - Melhorando a saúde e o bem-estar no ambiente construído. **Terrapin Bright Green**. LLC, 2014. Disponível em: <https://www.terrapinbrightgreen.com/reports/14-patterns/#what-is-good-biophilic-design>. Acesso em: 14 dez. 2020.

BUCHANAN, Rose. 10 Projects that Show how Turenscape is Leading the way in Ecological Design. Land8: **Landscape Architects Network**, June 30, 2016. Disponível em: <https://land8.com/10-projects-that-show-how-turenscape-is-leading-the-way-in-ecological-design/> Acesso em: 02 jul. 2019.

BUENO, Mariano. **O grande livro da casa saudável**. São Paulo: Roca, 1995.

CANHOLI, A. P. Drenagem Urbana e Controle de Enchentes - 2ª Ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

CNBB Conferência Nacional dos Bispos do Brasil. **Mais de 2 bilhões de pessoas no mundo são privadas do direito à água**. Publicado em 19/03/2019. Disponível em: <https://www.cnbb.org.br/mais-de-2-bilhoes-de-pessoas-no-mundo-sao-privadas-do-direito-a-agua/>. Acesso em: 11 maio 2019.

CATS. Center for Applied Transect Studies. **Transect Urbanism**: readings in human ecology (S/d). Disponível em: <https://transect.org/>. Acesso em: 19 jul. 2020.

CALHEIROS, Débora. Projeto da Hidrovia Paraguai-Paraná: “uma irracionalidade” IHU. Instituto Humanitas Unisinos. **Entrevista. Revista IHU** [on-line]. 18 junho 2014. Disponível em: www.ihu.unisinos.br/entrevistas/532441-projeto-da-hidrovia-paraguai-parana-uma-irracionalidade-entrevista-especial-com-debora-calheiros. Acesso em: 17 jul. 2019.

CM Carta de Medellin. Bienvenidos a una ciudad que inspira, florece y se transforma todos los días. **Sétimo Fórum Urbano Mundial ONU-Habitat**. 2014. Disponível em: https://www.cnm.org.br/cms/images/stories/Links/15042014_CartaMedellinPortugues.pdf Acesso em: 10 jan. 2020.

CÂMARA. Comissão de direitos humanos e minorias. **Seminários discutem momento decisivo da MP que pode privatizar água e saneamento básico.** Em 21/05/2019. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/comissoes/comissoes-permanentes/cdhm/noticias/seminarios-discutem-momento-decisivo-da-mp-que-pode-privatizar-agua-e-saneamento-basico>. Acesso em: 15 out. 2019.

CAPRA, F. **O Ponto de Mutação: a Ciência, a Sociedade e a Cultura emergente**, 1982. [Tradução: Álvaro Cabral]. São Paulo: Cultrix, 2006a.

CAPRA, F. **A Teia da Vida: uma nova compreensão dos sistemas vivos**. 1996. [Tradução: Newton Roberval Eichenberg]. São Paulo: Cultrix, 2006b.

CO - CARTA DE OTTAWA. **Primeira conferência internacional sobre promoção da saúde**. Ottawa, novembro de 1986. Disponível em: http://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/carta_ottawa.pdf. Acesso em: 12 set. 2019.

CARSON, R. **Primavera silenciosa**. São Paulo: Gaia, 2010. 327 p.

CASTRO, J. E. **Água e Democracia na América Latina**. Campina Grande: EDUEPB, 2016. Disponível em: <http://books.scielo.org/id/tn4y9/pdf/castro-9788578794866.pdf>. Acesso em: 12 set. 2019.

CBHSF. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. **A bacia hidrográfica do rio São Francisco**. Recuperado em 9 de abril de 2020. 2020. Disponível em: <http://www.saofrancisco.cbh.gov.br>. Acesso em: 19 maio 2018.

CDB. Convenção da Biodiversidade Biológica. **Panorama da Biodiversidade Global 3**. 2010. Disponível em: www.mma.gov.br/portallbio. Acesso: 24 maio 2019.

CBD - Convention on Biological Diversity. **Panorama da Biodiversidade nas Cidades, 2018. Síntese da avaliação científica**, Thomas Elmqvist *et al.* Montreal, Quebec, Canada H2Y 1N9. Disponível em: [file:///C:/Users/USER/Downloads/livro_panorama%20das%20cidades_web-1%20\(17\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/livro_panorama%20das%20cidades_web-1%20(17).pdf). Acesso em: jun. 2018.

CETRANS. Centro de Educação Transdisciplinar. **Carta da transdisciplinaridade**. Lima de Freitas, Edgar Morin e Basarab Nicolescu (Comitê de redação). Convento da Arrábida, 6 de novembro de 1994. Disponível em: <http://cetrans.com.br/assets/docs/CARTA-DA-TRANSDISCIPLINARIDADE1.pdf>. Acesso em: 05 set. 2019.

CHADE, Jamil. Cúpula do clima aprofunda Brasil como pária internacional. **Notícias UOL**. 12/12/2020. Disponível em: noticias.uol.com.br. Acesso em: 13 dez. 2020.

CHEFE INDÍGENA SEATTLE. **Carta do Cacique Seattle, 1854**. S/d. Disponível em: <https://www2.sorocaba.unesp.br/reasorocaba/cartacacique.htm>. Acesso em: 04 out. 2019.

CHELLERI, L. From the resilient city to urban resilience: a review essay on understanding and integrating the resilience perspective for urban systems. **Documents d'Analisi**

Geografica. V. 58, n. 2, 2012. p. 287-306. Disponível em:
<http://dx.doi.org/10.5565/rev/dag.175>. Acesso em: 05 dez. 2019.

CERDAS, Gerardo Vega; BONFIM, Joice. Cerrado, berço das águas, na rota devastadora do capital. **Le Monde Diplomatique**. Edição 128. Brasil, março de 2018. Disponível em:
<http://diplomatie.org.br/cerrado-berco-das-aguas-na-rota-devastadora-do-capital/>. Acesso em: 20 maio 2019.

CETRANS - Centro de Educação Transdisciplinar. **Carta da transdisciplinaridade**. Lima de Freitas, Edgar Morin e Basarab Nicolescu, 1994. Disponível em:
<http://cetrans.com.br/assets/docs/CARTA-DA-TRANSDISCIPLINARIDADE1.pdf> Acesso em jun. 2019.

CHILE. **Constituciones Políticas de la República de Chile - 1810 a 2015**. 2015. Disponível em: <https://www.interior.gob.cl/media/2014/04/Constituciones1810-2015.pdf>. Acesso em: 04 set. 2019.

CHOAY, Françoise. **O urbanismo: utopias e realidades, uma antologia**. 7. ed. São Paulo: Perspectiva, 2013, 350 p

CIC. Comitê intergovernamental coordenador dos países da bacia do Prata. **Programa para a Gestão Sustentável dos Recursos Hídricos da Bacia do Prata, considerando os Efeitos Decorrentes da Variabilidade e Mudança do Clima**. [S.l: s.n.], 2011. 80 p.

CLARKE, R.; KING, J. **O atlas da água: o mapeamento completo do recurso mais precioso do planeta**. São Paulo: PubliFolha, 2005.

CMMAD. Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso Futuro Comum**. Rio de Janeiro, RJ: Editora da Fundação Getúlio Vargas. 2. Ed. 1991. Disponível em:
https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4245128/mod_resource/content/3/Nosso%20Futuro%20Comum.pdf. Acesso em: 12 maio 2018.

CM. **Carta de Medellín**. Sétimo Fórum Urbano Mundial ONU-Habitat. Instituto Social de Vivienda y Hábitat, Alcaldía de Medellín (Isvimed). Colombia: abril de 2014, 1. ed. Disponível em:
https://www.cnm.org.br/cms/images/stories/Links/15042014_CartaMedellinPortugues.pdf. Acesso em: 24 mar. 2018.

COELHO FILHO, M. A. O processo de evapotranspiração. In: SOUSA, V. F. de *et al.* **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. Cap. 2, p. 91-113. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/915609/o-processo-de-evapotranspiracao>. Acesso em: 15 março 2019.

CORREA, Aníbal Gaviria. Introdução. In: Sétimo Fórum Urbano Mundial ONU-Habitat. Instituto Social de Vivienda y Hábitat, Alcaldía de Medellín (Isvimed). **Carta de Medellín**. Colombia: abril de 2014, 1. ed. Disponível em:
https://www.cnm.org.br/cms/images/stories/Links/15042014_CartaMedellinPortugues.pdf. Acesso em: 15 mar. 2019.

CORTES, Pedro Luiz *et al.* Crise de abastecimento de água em São Paulo e falta de planejamento estratégico. **Estudos Avançados**. São Paulo, v.29, n.84, p. 7-26, ago. 2015. Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/104933/103723>. Acesso em: 10 abr. 2020.

CORMIER, N. S.; PELLEGRINO, P. R. M. Infraestrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana. **Paisagem Ambiente: ensaios**, São Paulo, n. 25, 2008. p. 125 - 142. Disponível em: [file:///C:/Users/USER/Downloads/105962-Texto%20do%20artigo-206493-1-10-20160405%20\(5\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/105962-Texto%20do%20artigo-206493-1-10-20160405%20(5).pdf). Acesso em: 09 set. 2018.

COSTA, Francisco José Lobato da. **Experiências internacionais identificadas como referência ao Brasil, para aperfeiçoamento do instrumento da outorga para direito de uso da água**. ANA. Agência Nacional da Água e IICA. Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura. Abril, 2015. Disponível em: http://interaguas.ana.gov.br/Lists/Licitacoes_Docs/Attachments/181/Relatorio_01.pdf. Acesso em: 04 nov. 2019.

CPT. Comissão Pastoral da Terra. Cerrado, berço das águas - sem Cerrado, sem água, sem vida. **Cartilha do Cerrado**. Goiânia: Scala Gráfica. Jan., 2017. Disponível em: <http://semcerrado.org.br/wp-content/uploads/2017/01/Cartilha-do-Cerrado-2.-edi%C3%A7%C3%A3o-Cr%C3%A9dito-CPT.pdf>. Acesso em: 29 maio 2019.

CRB. Constituição do Reino do Butão. **Constitution of The Kingdom of Bhutan**. 2008. Disponível em: <https://www.nationalcouncil.bt/assets/uploads/files/Constitution%20%20of%20Bhutan%20English.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2019.

CRE. Constitucion de la Republica del Ecuador 2008. **Decreto Legislativo 0**. Registro Oficial 449 de 20-oct-2008. Disponível em: https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf. Acesso em: 23 jul. 2019.

DAWBOR, Ladislau. Eis os economistas rebeldes. Outras palavras. **Crise civilizatória**. Publicado em 27/01/2020. Disponível em: <https://outraspalavras.net/crise-civilizatoria/eis-os-economistas-rebeldes/>. Acesso em: 28 dez. 2019.

DEAN, W. **A ferro e fogo**. São Paulo: Companhia das Letras, 2020.

DD Declaração de Dublin. Dublin, 1992. **Meio ambiente**, em revista. UERJ Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://www.meioambiente.uerj.br/emrevista/documentos/dublin.htm>. Acesso em: 21 maio 2019.

DHAKA TRIBUNE. **Depois da Nova Zelândia, o Ganges da Índia ganha status legal de uma pessoa**. Publicação em: 20 de março de 2017. Disponível em: <http://www.dhakatribune.com/world/south-asia/2017/03/20/new-zeland-indias-ganga-gains-legal-status-person/>. Acesso em: 29 maio 2019.

D'ELIA, André (Direção) Ser tão velho cerrado. André e Henrique Geise (Produção). Fundação Cerrado (Pesquisa). **Documentário**, Netflix, 2018.

DIACONIA. **Águas Sagradas: lições**. Recife, 2016. Disponível em: https://issuu.com/diaconiabrasil/docs/aguas_sagradas_adultos_curvas. Acesso em: 12 maio 2019.

DIAS, G. F. **Pegada ecológica e sustentabilidade humana**. São Paulo: Gaia, 2002.

DIEGUES, A. C. Água e cultura nas populações tradicionais brasileiras. In: RIBEIRO, Wagner. (org.) **Governança da água no Brasil: uma visão interdisciplinar**. São Paulo: Annablume, Fapesp. CNPq, 2009.

DI PACE, M. Ecologia Urbana. in: **Ecología Urbana**. María Di Pace y Horacio Eduardo Caride Bartrons (Orgs.). Los Polvorines: Universidad Nacional de General Sarmiento, Buenos Aires, Argentina, 2012.

DISTEL, Oded. Abordando o desafio da água: o caso israelense. **Exibição e Conferência**. São Paulo, 12-14 de setembro de 2017. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/eventosprojetos/20170322_AbordandoODesafiodaAgua-oCasoIsraelense_OdedDistrel.pdf. Acesso em: 13 ago. 2019.

DUDR. **Declaração Universal do Direito dos Rios**. S/d. Disponível em: <https://www.rightsofrivers.org/espanol>. Acesso em: 25 jan. 2021.

DW. União Europeia. **Mais de 200 cidades europeias se unem pelo clima**. Em 07/05/2019. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/mais-de-200-cidades-europeias-se-unem-pelo-clima/a-48633579>. Acesso em: 25 jan. 2021.

DOURADO JUNIOR, Octavio Cascaes. **Gestão de recursos hídricos nos países da Bacia amazônica: conflitos legislativos**. Tese (Doutorado em Ciências e Desenvolvimento Socioambiental) - Universidade Federal do Pará. Belém, 2011. Disponível em: http://repositorio.ufpa.br/jspui/bitstream/2011/11115/1/Tese_GestaoRecursosHidricos.pdf. Acesso em: 30 jun. 2019.

DUBÓS, René. **Namorando a Terra**. São Paulo: Melhoramentos, 1981.

ECHEVERRI, Alejandro. Medellín reescreve seus bairros1 - Urbanismo Social 2004-2011. Prumo. **Revista on-line do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da PUC**. Ano III, nº III. Rio de Janeiro, s/d.

ERHARDT, Betina. (produção). Rios Voadores. **Documentário**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=0Mwo5PVB0ro> Acesso em: 13 set. 2019.

EM. Estado de Minas. **Cidade do México se prepara para ficar 4 dias sem água**. Em 31/10/2018. Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/internacional/2018/10/31/interna_internacional,1001852/cidade-do-mexico-se-prepara-para-ficar-4-dias-sem-agua.shtml. Acesso em: 17 nov. 2019.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Relatório técnico final: construção de cisternas domiciliares no Haiti Brasil - Haiti – Argentina**. Petrolina, 2008. Disponível em: <https://docplayer.com.br/85598111-Construcao-de-cisternas-domiciliares-no-haiti.html> Acesso em: 25/abril/ 2019.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Contando ciência**. (bioma Cerrado). Disponível em: <https://www.embrapa.br/contando-ciencia/bioma-cerrado> Acesso: 20/06/2019.

ESPADA, G. M. Guerras ou conflitos pela água: em busca de uma clarificação terminológica **Revista da Faculdade de Direito** da UFRGS, Porto Alegre, n. 36, p. 164-182, ago. 2017. Disponível em: [file:///C:/Users/USER/Downloads/73393-316351-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/USER/Downloads/73393-316351-1-PB%20(1).pdf) Acesso 1º jul. 2019.

EUROPEAN COMMISSION. Energy Roadmap 2050. Impact assessment and scenario analysis. **Brussels**. 15 dezembro 2011. Disponível em: https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/roadmap2050_ia_20120430_en_0.pdf. Acesso em: 20 dez. 2019.

EP. El País. **A Cidade do México morre de sede**. Sônia Corona, em 26/08/2014. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2014/08/26/sociedad/1409010500_912848.html. Acesso em: 17 nov. 2019.

FAMA. **Forum Alternativo Mundial da Água**. 2018. 30% da população mundial não contam com água potável e 60% não tem acesso ao saneamento. Disponível em: <http://www.fenae.org.br/portal/fama-2018/noticias/30-da-populacao-mundial-nao-contam-com-agua-potavel-e-60-nao-tem-acesso-ao-saneamento.htm>. Acesso em: 20 abr. 2019.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Payments for ecosystem services and food security**,| 2011. Disponível em: <http://www.fao.org/3/i2100e/i2100e.pdf> Acesso em: 01 jul. 2020.

FARR, D. **Urbanismo sustentável**: desenho urbano com a natureza. Porto Alegre: Bookman, 2013. XIX, 326 p.

FERREIRA, J. C. Estrutura Ecológica e Corredores Verdes – estratégias territoriais para um futuro urbano sustentável. In: **4º Congresso Luso Brasileiro para o Planeamento Urbano, Regional, Integrado, Sustentável**. Faro: Pluris, 2010.

FINDHORN. Foundation. **Informações**. 2010. Disponível em: <https://www.findhorn.org/portugues/>. Acesso em: 04 mai. 2019.

FLETCHER T.D.; ANDRIEU H.; HAMEL P. Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: A state of the art. **Advances in Water Resources** journal homepage51 (2013) 261–279 Disponível em: www.elsevier.com/locate/advwatres. Acesso em: 22 jul. 2017.

FLORIANI, D. Nuevos sentidos para una ciência socioambiental desde la perspectiva del pensamiento complejo: algunas reflexiones. **Revista Lider**. V. 24, 2014. pp 9-31 Disponível em: file:///C:/Users/User/Desktop/Textos%20Lab.%20Epistemologia%20Ambiental%20-%20MADE/1.-LIDER%2024_Floriani_pp9_31.pdf Acesso em: 20/outubro/2019.

FLORIANI, Dimas. **As metamorfoses do desenvolvimento**: breves considerações históricas das concepções dominantes e suas ressignificações político-culturais e críticas desde América

Latina. No prelo. S/d. Disponível em:
<file:///C:/Users/User/Desktop/Textos%20Lab.%20Epistemologia%20Ambiental%20-%20MADE/Texto%20Dimas%20-%20As%20metamorfoses%20do%20desenvolvimento...%20VERSÃO%20PRELIMINAR%20para%20discussão%20em%20seminário.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2019.

FMA. Forum Mundial da Água. Um chamado urgente para uma ação decisiva sobre a água-divulga. **Declaração Ministerial**. 8º FMA. 2018a. Disponível em:
<http://neopixcomunicacao.com.br/mail/index.php/campaigns/cc1643z431106/web-version/hf517dfxb5edc>. Acesso em: 15 abr. 2019.

FMA. Forum Mundial da Água. **Edições anteriores**. 8º FMA. 2018b. Disponível em:
<http://8.worldwaterforum.org/pt-br/edi%C3%A7%C3%B5es-antiores>. Acesso em 15abr. 2019.

FOUNTAIN, Henry. Pesquisadores ligam conflito sírio a uma seca piorada por mudança climática. **NYTimes**. Mar/2015. Disponível em:
<https://www.nytimes.com/2015/03/03/science/earth/study-links-syria-conflict-to-drought-caused-by-climate-change.html>. Acesso em: 19 abr 2019.

FRANCO, M. de A. R. **Desenho ambiental: uma introdução à arquitetura da paisagem com o paradigma ecológico**. 2ª edição – São Paulo: Annablume: Fapesp, 2008.

FRANCO, M. de A. R. **Planejamento ambiental para a cidade sustentável**. São Paulo: Annablume: FAPESP, 2000.

FUNASA. Fundação Nacional da Saúde. **Cada real gasto em saneamento economiza nove em saúde**. Funasa, 20 maio 2019. Disponível em: www.funasa.gov.br/todas-as-noticias/-/asset_publisher/lpnzx3bJYv7G/content/-cada-real-gasto-em-saneamento-economiza-nove-em-saude-disse-ministr. Acesso em: 02 jun. 2019.

GADOTTI, M. **Pedagogia da terra**. São Paulo: Peirópolis, 2000.

GEDDES, P. **Cidades em evolução**. Tradução de Maria José Ferreira de Castilho. Campinas: Papirus, 1994.

GEHL, J. **Cidades para pessoas**. 2ª edição, São Paulo: Perspectiva, 2014.

GEZN, Felipe Terán. Água, cuidado com a criação e dignidade humana. O desafio para as comunidades de fé. **Curso Água para todos**. Semana 4, 2019. Disponível em:
https://canvas.instructure.com/courses/1554375/pages/aula-da-semana-4?module_item_id=22752553. Acesso em: 14 abr. 2019.

GF. Governo Federal. **Água e Desenvolvimento Sustentável: Recursos Hídricos Fronteiriços e Transfronteiriços do Brasil**. Brasília, maio de 2013. Disponível em:
http://estatico.cnpq.br/portal/premios/2013/pjc/imagens/noticias/publicacao_agua_sae.pdf. Acesso em: 30 set. 2019.

GIBSON, R. B *et al*. Putting Cities in Their Place. In: ROSELAND, Mark (org.) **Eco City Dimentions: healty communities, healty planet**. Canadá: New Society Publishers, 1997.

GIDDENS, A. **Continente turbulento e perigoso: qual o futuro da Europa?** São Paulo: Ed. UNESP, 2014.

GIRAUD, Gaël; ORLIANGE, Philippe. *Laudato. Si'* e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: uma convergência? Agence Française de Développement (AFD). Paris, França. Tradução: Vanise Dresch. **Cadernos teologia pública**. Instituto Humanitas Unisinos. Ano XIII, n. 117. Universidade do Vale do Rio dos Sinos. São Leopoldo, 2016. Disponível em: <http://www.ihu.unisinos.br/cadernos-ihu-teologia>. Acesso em: 11 abr. 2019.

GIRARDET, H. **Regenerative Cities**. Editora: Routledge, 2014.

GIZ. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. Integração de Serviços Ecosistêmicos ao Planejamento do Desenvolvimento. **Cooperação com o Departamento de Meio Ambiente e Mudanças Climáticas**. Brasília-DF. Brasil, outubro 2012. Disponível em: www.giz.de/brasil. Acesso em: 24 mar. 2018.

GIZ. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. **Adaptação baseada em Ecossistemas**. 2015. Disponível em: file:///C:/Users/USER/Downloads/giz2015_pt_abe-resumo.pdf. Acesso em: 15 dez. 2019.

GLEICK, Peter H. Guerra da água? Aqui nos EEUU? In: **Huffpost**. 06 de dezembro de 2017. Disponível em: https://www.huffpost.com/entry/water-wars-here-in-the-us_b_2789784. Acesso em: 21 abr. 2019.

GOITIA, F. C. **Breve história do urbanismo**. Lisboa: Editorial Presença Lda. 1982.

GOMEZ, Sebastian Monsalve. Revitalização do rio Medellín. **III Encontro Internacional de Revitalização de Rios e I Encontro das Bacias Hidrográficas de Minas Gerais**. Em 29 de novembro de 2017. Disponível em: <https://cbhvelhas.org.br/encontrointernacional/2017/11/29/revitalizacao-de-rio-em-medelin-e-destaque-em-manha-de-encontro/> Acesso em: março/ 2019.

GOMES, Gustavo França. **Conflitos socioambientais e o direito à água - Aspectos jurídicos e sociais da Política Nacional de Recursos Hídricos**. 2011. Tese (Doutorado em Serviço Social) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

GORBOSTH, M et al. Água: dom de deus, direito humano e bem comum: Uma afirmação ecumênica. Rede Ecumênica da Água - REDA; Conselho Latino-Americano de Igrejas - CLAI; Conselho Episcopal Latino-Americano - CELAM; Comissão Episcopal Pastoral para o Ecumenismo e o Diálogo Inter-religioso - CNBB. In: Curso Água para todos. Semana 4, 2019. São Leopoldo: Cebi, 2014. Disponível em: <file:///C:/Users/MEUS%20DOCUMENTOS/Documents/CURSO%20AGUA%20PARA%20VIDA/SEMANA%204/Cartilha%20da%20agua%20-%20Portugu%C3%AAs%20-%20Vers%C3%A3o%20final%201.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2019.

GORSKI, M. C. B. **Rios e cidades: rupturas e reconciliação**. São Paulo, Editora Senac São Paulo, 2010.

GUATTARI, Felix. **As três ecologias**. 20ª ed. Trad. Maria Cristina F. Bittencourt. Campinas: Papirus, 2009, 56p.

GUIA. **Green Infrastructure Annual Report 2018**. NYC-DEP. Disponível em: <https://www1.nyc.gov/assets/dep/downloads/pdf/water/stormwater/green-infrastructure/gi-annual-report-2018.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2020.

GUIA. **Park Connector Network**. Singapore, 2020. Disponível em: <https://www.nparks.gov.sg/gardens-parks-and-nature/park-connector-network>. Acesso em: 16 dez. 2020.

GUIA.AU. **Water Sensitive Urban Design Guidelines**: South Eastern Councils Disponível em: <https://www.melbournewater.com.au/sites/default/files/South-Eastern-councils-WSUD-guidelines.pdf>. Acesso em: 29 maio 2017.

GRAZIANO NETO, F. A falência ambiental. **Outorga** - Artigo 273. Disponível em: <http://outorga.com.br/pdf/Artigo%20273%20-%20Fal%C3%Aancia%20Ambiental.pdf> Acesso 29 mai. 2019

GREENPEACE. Fazenda conhecida por crimes ambientais continua a promover terror no Cerrado. **Greenpeace Brasil**. 21 de agosto de 2019. Disponível em: <https://www.greenpeace.org/brasil/blog/fazenda-conhecida-por-crimes-ambientais-continua-a-promover-terror-no-cerrado/>. Acesso em: 11 dez. 2019.

GUIDELINES. Water Sensitive Urban Design Guidelines - South Eastern Councils. **Melbourne Water**, s/d. Disponível em: <https://www.melbournewater.com.au/sites/default/files/South-Eastern-councils-WSUD-guidelines.pdf>. Acesso em: 01 maio 2019.

GÜNTHER, Griselda. Colonialidad, desarrollo y subjetividades en la gestión social del agua. Notas sobre el caso de Ecuador. In: Andrea Lampis Editor. **Cambio ambiental global estado y valor público**: la cuestión socio-ecológica en América Latina, entre justicia ambiental y “legítima depredación”. Primera edición. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de Ciencias Humanas, Centro de Estudios Sociales (CES). Grupo Prácticas Culturales, Imaginarios y Representaciones. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO) - Pontificia Universidad Católica de Perú (PUCP), 2016.

HALL, P. **Cidades do Amanhã**. São Paulo: Editora Perspectiva S.A, 1988.

HARVEY, D. **A produção capitalista do espaço**. 2. ed. São Paulo: AnnaBlume, 2006.

H-III. Habitat III. Documentos temáticos da Habitat III. **Resiliência Urbana, documento 15**. Nova York, dia 31 de maio de 2015. Disponível em: http://habitat3.org/wp-content/uploads/15-Resili%C3%Aancia-Urbana_final.pdf. Acesso em: 14 dez. 2019.

HERNÁNDEZ, Javier Gonzaga Valencia. Justicia ambiental y acceso a la misma frente al desplazamiento ambiental por factores asociados al cambio climático: elementos para la construcción de una política pública desde el enfoque de derechos humanos. In: **Cambio ambiental global, estado y valor público**: la cuestión socio-ecológica en América Latina entre justicia ambiental y “legítima depredación” Editor: Lampis, Andrea. 1. edición. Bogotá:

Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de Ciencias Humanas. Centro de Estudios Sociales (CES), 2016.

HERZOG, C. P. **Cidades para todos: (re) aprendendo com a natureza**. Rio de Janeiro: MauadX: Inverde, 2013.

HOEKSTRA, A. Y *et al.* **Manual de Avaliação da Pegada Hídrica: Estabelecendo o Padrão Global**. Copyright © Water Footprint Network, 2011. Disponível em: <http://ayhoekstra.nl/pubs/Hoekstra-et-al-2013-ManualDeAvaliacaoDaPegadaHidrica.pdf>. Acesso em: 29 maio 2019.

HYSLOP, M. Critical information infrastructures: resilience and protection. **Springer Science + Business Media**. New York, 2007. p. 9.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Um em cada três domicílios não tinha ligação com rede de esgoto em 2019**. Notícias, Caio Bellandi. 06/05/2020. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/27597-um-em-cada-tres-domicilios-nao-tinha-ligacao-com-rede-de-esgoto-em-2019#:~:text=Dos%2072%2C4%20milh%C3%B5es%20de,a%20principal%20fonte%20de%20abastecimento>. Acesso em: 01 set. 2020.

IBGE. **Projeção da população**. População brasileira às 20:50:02 de 11/1/2021. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/box_popclock.php. Acesso em: 11 jan. 2021.

ICA. Intelligence Community Assessment. **Global Water Security**. ICA 2012-08, IC-coordinated paper, 2. February 2012. Disponível em: [https://www.dni.gov/files/documents/Special Report_ICA Global Water Security.pdf](https://www.dni.gov/files/documents/Special%20Report_ICA%20Global%20Water%20Security.pdf). Acesso em: 10 abr. 2020.

IBGE. PNAD – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios. **População rural e urbana**, 2015. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/populacao/18313-populacao-rural-e-urbana.html#:~:text=De%20acordo%20com%20dados%20da,brasileiros%20vivem%20em%20%C3%A1reas%20rurais>. Acesso em : 30 jun. 2019.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Atlas brasileiro de energia solar**. In: Enio Bueno Pereira, Fernando Ramos Martins, Samuel Luna de Abreu e Ricardo Rüther. São José dos Campos: INPE, 2006. Disponível em: http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/brazil_solar_atlas_R1.pdf. Acesso em: 07 set. 2019.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Mudanças Climáticas. **Vídeo**, V 01, , junho/2011. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ssvFqYSIMho> Acesso em: 13 set. 2019.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **INPE divulga dados sobre o desmatamento do bioma Cerrado**. 21/06/2018. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/OBT/noticias/inpe-divulga-dados-sobre-o-desmatamento-do-bioma-cerrado>. Acesso em: 17 jul. 2019.

IPAT. Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas. **Diagnóstico Ambiental do rio Criciúma**. Criciúma, Santa Catarina. Repositório UNESC, 2012. (Coordenador do Projeto) PEREIRA, Jader L. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/1231/3/Diagn%C3%B3stico%20ambiental%20do%20Rio%20Crici%C3%B3%20Crici%C3%B3%20Santa%20Catarina.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2018.

IPCC Painel Intergovernamental para a Mudança de Clima. **Alterações Climáticas 2014**. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wg2_spmport-1.pdf. Acesso em: 21 jul. 2019.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **Contribuições à nova Agenda Urbana: o relatório do Concidades para a conferência Habitat III**. Brasília: Rio de Janeiro: Ipea, 2018. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8407/1/TD_2389.pdf. Acesso em: 14 dez. 2019.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada e Secretaria de Planejamento e Investimentos Estratégicos. **Objetivos de Desenvolvimento do Milênio: Relatório Nacional de Acompanhamento**. Brasília: Ipea: MP, SPI, 2014. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/140523_relatoriiodm.pdf. Acesso em: 04 jan. 2019.

IPCC. Intergovernmental panel on climate change. **Climate Change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability**. REISINGER, Andy, *et al.* Cambridge, Nova Iorque: Cambridge University Press, 2014. Disponível em: file:///C:/Users/USER/Downloads/WGIAR5-Chap25_FINAL.pdf. Acesso jul. 2019.

IPCC. Painel intergovernamental sobre mudanças climáticas. **Aquecimento Global de 1,5°C**. Grupos de Trabalho I, II e III do IPCC, Versão em português publicada pelo MCTIC em julho de 2019, Brasil. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>. Acesso em: 29 set. 2020.

IRPAA. **ORG - Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada**. Membro da Aliança Internacional para Captação de Água de Chuva visita à região. Em 24.04.2013. Disponível em: <https://irpaa.org/noticias/665/membro-da-alianca-internacional-para-captacao-de-agua-de-chuva-visita-a-regiao>. Acesso em: 12 jul. 2019.

INTERBOLÍVIA. Abuela Grillo. Publicado em 15 de dezembro de 2017, InterBolívia. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=OjcJFQpaldc>. Acesso em: 20/abril/2019.

JACOBI, Pedro Roberto. Governança da água no Brasil. In: **Governança da água no Brasil: uma visão interdisciplinar**. (Org.) Wagner Costa Ribeiro. São Paulo: Annablume, Fapesp. CNPq, 2009.

JACOBI, P. R.; EMPINOTTI, V. L.; SCHMIDT, L. Escassez hídrica e direitos humanos. **Revista Ambiente & Sociedade**. V. 191, 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/asoc/v19n1/pt_1809-4422-asoc-19-01-00000.pdf. Acesso em: 05/11/2019.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades**. São Paulo: Martins Fontes. 2001.

JURAS, Ilidia da A. G. Martins. **Rio+10 - Plano de Ação de Joanesburgo**. Consultoria Legislativa, 2002. Disponível em: <https://www2.camara.leg.br/atividade-legislativa/estudos-e-notas-tecnicas/publicacoes-da-consultoria-legislativa/arquivos-pdf/pdf/207993.pdf>. Acesso em: 20 maio 2019.

KLUG, Letícia. Resiliência e ecologia urbana. In: **Agenda Urbana e o Brasil**: insumos para sua construção e desafios a sua implementação. 2018. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8624/1/Resili%C3%Aancia.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2019.

KOFFI, Matteo Frascini Fome: o Sahel morre, e o mundo não se move. IHU. Instituto Humanitas Unisinos. Revista IHU [on-line]. Em: 06 junho 2017, publicada por Avvenire em 03-06-2017. Tradução Moisés Sbardelotto. Disponível em: <http://www.ihu.unisinos.br/78-noticias/568405-fome-o-sahel-morre-e-o-mundo-nao-se-move>. Acesso em: 17 jul. 2019.

KOSMUS, Marina; RENNER Isabel; ULLRICH, Silvia. **Integração de Serviços Ecosistêmicos ao Planejamento do Desenvolvimento**. Publicação: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Tradução: Cristiane Feitosa. Parceria Ministério do Meio Ambiente. Brasília, 2012. Disponível em: file:///C:/Users/MEUS%20DOCUMENTOS/Downloads/integrao%20de%20servicos%20ecossistemicos%20ao%20planejamento%20do%20desenvolvimento%20teeb_0-5.pdf. Acesso em: 08 abr. 2019.

KRENAK, A. **Ideias para adiar o fim do mundo**. 2ª ed, São Paulo: Companhia das Letras, 2020.

LEFEVRE, H. **A cidade do capital**. Rio de Janeiro: DP&A, 1999.

LEFEVRE, H. **O direito à cidade**. São Paulo: Centauro, 2001.

LEFF, E. **Saber ambiental**: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. 5. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

LEFF, E. Complexidade, Racionalidade Ambiental e Diálogo de Saberes. **Educação e Realidade**. V. 34, n. 3, set/dez 2009. p.17-24. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/educacaoerealidade/article/view/9515/6720>. Acesso em: 02 jul. 2013.

LEFF, E. **Discursos sustentáveis**. São Paulo: Cortez, 2010.

LEI 9433. Presidência da República - Casa Civil. **Política nacional de recursos hídricos**. 8 de janeiro de 1997. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 27 maio 2019.

LENGEN, J. van. **Manual do arquiteto descalço**. Porto Alegre: Livraria do Arquiteto; Rio de Janeiro: TIBÁ, 2004.

LENTON, T. M *et al.* Pontos de inflexão climática: muito arriscado para apostar contra. **Revista Nature**. 09 de abril de 2020. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/d41586-019-03595-0>. Acesso em: 09 set. 2020.

LERNER, J. Prólogo à edição brasileira. In: GEHL, J. **Cidades para pessoas**. São Paulo: Perspectiva, 2013.

LIMA, J. E. F. W Situação e perspectivas sobre as águas do cerrado. SBPC - **Ciência e Cultura**. v. 63, n. 3. São Paulo, julho, 2011. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252011000300011. Acesso em: 16 jul. 2019.

LOVELOCK, J. **A vingança de Gaia**. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2006

LOVELOCK, J. **Gaia: cura para um planeta doente**. São Paulo: Cultrix, 2006b.

LOTZ, Karl Ernest. **La Casa Bioecologica**. Città di Castello - Itália: Editrice Aam Terra Nuova, 2ª edição, 2007.

LYNCH, Kevin. A cidade como meio ambiente. in: **Cidades: a urbanização da humanidade**. (Org.) Davis, Kingsley. Rio de Janeiro: Zarár Editores, 1970.

MAB. Programa Homem & Biosfera. UNESCO. 2010. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/governanca-ambiental/geoprocessamento/kml/itemlist/category/129-a%C3%A7%C3%B5es-e-iniciativas.html> Acesso em: 05 jul. 2020.

MACHADO, Ricardo B *et al.* Estimativas da perda de área do Cerrado brasileiro. **Conservação Internacional**. Brasília-DF, julho de 2004. Disponível em: file:///C:/Users/User/Downloads/desmatamento_cerrado.pdf. Acesso em: 17 jul. 2019.

BARBOSA, Altair Sales. Cerrado: “dor fantasma” da biodiversidade brasileira. Entrevista por Thamiris Magalhães. HIU-on line. **Revista do Instituto Humanitas Unisinos**. 382 ed. São Leopoldo, 2011. p. 11-15. Disponível em: <http://www.ihuonline.unisinos.br/artigo/4232-altair-sales-barbosa> Acesso em: 18 maio 2019.

MALISKA, Marcos Augusto; MOREIRA, Parcella Dionizio. O Caso Vilcabamba e El Buen Vivir na Constituição do Equador de 2008: pluralismo jurídico e um novo paradigma ecocêntrico. **Sequência**. Florianópolis, nov. 2017, n. 77, p. 149-176. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/seq/n77/2177-7055-seq-77-149.pdf>. Acesso em: 30 out. 2019.

MARENGO, José Antônio. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**. V. 22, n. 63, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a06.pdf>. Acesso em: 21 set. 2020.

MARICATO, Ermínia. MetrÓpole, legislação e desigualdade. **Estudos Avançados** 17. N. 48, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v17n48/v17n48a13.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2019.

MARICATO, Ermínia. É possível uma agroecologia na metrópole do capitalismo periférico? *In: Urbanismo ecológico na América Latina*. Mohsen Mostafavi et al (eds./orgs.), Barcelona: Editorial Gustavo Gilli, 2019.

MARICATO, Ermínia. Por um projeto para as cidades do Brasil. **Lançamento da Agenda Nacional do Movimento BRcidades**. Ao vivo, em 08 de março de 2020. Disponível em: <http://www.iea.usp.br/eventos/br-cidades>. Acesso em: 08 mar. 2020.

MARICATO, Ermínia. O direito à cidade e os direitos à água e ao saneamento. **Live do Ondas - observatório do saneamento**. Ao vivo, em 12 de agosto de 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=YFdh33GrIuQ>. Acesso em: 12 ago. 2020.

MARQUES FILHO, L. C. Capitalismo e colapso ambiental. 2ª ed. Campinas, SP: Editora Unicamp, 2016.

MAZO, Liliana María Sánchez. Medellín: uma cidade construída a “várias mãos”? Participação e política urbana na transformação da cidade popular contemporânea. **Tese** (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de São Paulo, 2017. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16137/tde-05072017-112601/publico/LilianaMariaSanchezMazo.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2020.

MC. Ministério das cidades. Causas do modelo de expansão urbana. Curso à distância - Capacidades. **Módulo VII, Urbanização Compacta e Controle de Expansão**. MC, 2013.

MEA. Milenium Ecosystem Avaliation. **Avaliação Ecológica do Milênio**. 2001. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/conabio/_arquivos/Rodrigo%20Victor.pdf. Acesso em: 18 abr. 2014.

MEA. Milenium Ecosystem Avaliation. Ecosystems and Human Well-being: Synthesis A **Report of the Millennium Ecosystem Assessment 2005**. 2005. Disponível em: <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2018.

MEADOWS, D. H. **Limites do crescimento um relatório para o projeto do clube de Roma sobre o dilema da humanidade**. São Paulo: Perspectiva, 1973. 200 p.

MELO, M. A. C. de; AGOSTINHO, M. C. E. Gestão Adaptativa: uma proposta para o gerenciamento de redes de inovação. **Rev. Administração contemporânea**. V. 11, n. 02. Curitiba: Scielo, apr./june 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-65552007000200006#:~:text=A%20Gest%C3%A3o%20Adaptativa%20%C3%A9%20uma,melhorar%20a%20qualidade%20dessa%20resposta. Acesso em: 01 fev. 2021.

MELO, T. dos A. T. de. Trincheira de infiltração como técnica compensatória no manejo das águas pluviais urbanas. Setembro 2016, **Ambiente Construído** 16 (3):53-72. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/305876490_Trincheira_de_infiltracao_como_tecnica_compensatoria_no_manejo_das_aguas_pluviais_urbanas. Acesso 03 jun. 2020.

MENEGAT, Rualdo; ALMEIDA, Gerson. **Sustentabilidade, democracia e gestão ambiental urbana**. In: MENEGAT, Rualdo, ALMEIDA, Gerson (org.). Desenvolvimento

Sustentável e Gestão Ambiental nas Cidades: Estratégias a partir de Porto Alegre. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2004.

MENEZES, Carlyle Torres Bezerra de; WATERKEMPER, Kátia. Evolução dos processos de degradação ambiental resultante da mineração de carvão em Santa Catarina de 1930-1973 *In: Mineração de carvão, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no sul de Santa Catarina: uma abordagem interdisciplinar*. Curitiba: Juruá, 2009.

MERCOSUL. **Aquífero Guaraní**: estratégico para o direito humano à água e o desenvolvimento do Mercosul. Parlamento del Mercosul, Montevideu, 25 de agosto de 2017. Disponível em: <https://www.parlamentomercosur.org/innovaportal/v/14047/1/parlasur/aquifero-guarani:-estrategico-para-o-direito-humano--agua-e-o-desenvolvimento-do-mercopol.html>. Acesso em: 19 maio 2018.

MESQUITA, João Lara. A morte do rio Nilo, o segundo maior rio do mundo. Mar sem fim. **Estadão**. Em 27/nov/2017. Disponível em: <https://marsemfim.com.br/a-morte-do-rio-nilo/>. Acesso em: 19 abr. 2019.

MESSAGE, H. J *et al.* Planícies de Inundação - a biodiversidade do rio Paraná ameaçada. **Ciência Hoje**. V. 56, n. 334. March 2016. Disponível em: [file:///C:/Users/MEUS%20DOCUMENTOS/Downloads/CH334_P36-39_ArtigoPlancies%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/MEUS%20DOCUMENTOS/Downloads/CH334_P36-39_ArtigoPlancies%20(1).pdf). Acesso em: 19 jun. 2019.

MEYER, L. A água sob a ótica das religiões - um olhar sobre o mundo. **Entrevista de Moisés Rabinovici**. TV Brasil, em 21/03/2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=BroipKWjBVo>. Acesso em: 20 abr. 2019.

MILIOLI, G *et al.* Estudo do setor carbonífero no município de Criciúma sul de Santa Catarina no período de 2000 a 2005 *in: Geraldo Milioli et al. (coord.) Mineração de carvão, meio ambiente e desenvolvimento sustentável no sul de Santa Catarina*. Curitiba: Juruá, 2009. 316 p.

MISKELL, Boffa. La Rosa Stream Daylighting. **Equipe do projeto** Eddie Sides (2012 – 2014). Sustainability Award, NZILA Resene Pride of Place Landscape Architecture Awards 2015. Disponível em: <https://www.boffamiskell.co.nz/project.php?v=la-rosa-stream-daylighting> . Acesso em: 02 mai. 2020.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Convenção Sobre Diversidade Biológica**. Brasília - DF. MMA, 2000. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_dpg/_arquivos/cdbport.pdf. Acesso em: 19 nov. 2019.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **O Bioma Cerrado**. S/p. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>. Acesso em: 25 ago. 2019.

MOLLISON, B; SLAY, R. M. **Introdução à permacultura**. 2ª ed. Austrália: Tagari Publication 1994.

MOLLISON, Bill. Mude de mentalidade e faça a diferença. [entrevista concedida a] Scott Vlaun. **Permacultura Brasil**, ano IV, número 11, 2002, p. 22-25

MELLO, Evaldo Cabral de. O passado no presente. [Entrevista concedida a] João Gabriel de Lima. *Veja*, São Paulo, n. 1528, p 9-11, 4 set. 1998.

MORAIS, J. E. F. de *et al.* Avaliação do método de Penman Monteith FAO 56 com dados faltosos e de métodos alternativos na estimativa da evapotranspiração de referência no Submédio Vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Geografia Física**. V. 8, n.6, 2015, 1644-1660. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/142886/1/Magna-1.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2018.

MORIN, Edgar. **Ciência com Consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1984.

MORIN, Edgar. **Saberes globais e saberes locais**: o olhar transdisciplinar. Participação de Marcos Terena. Rio de Janeiro: Garamond, 2004

MORIN, Edgar. **O Método 1**: A natureza da natureza. Porto Alegre: Sulina, 2005.

MORIN, Edgar. **Rumo ao abismo?** Ensaio sobre o destino da humanidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011.

MOSTAFAVI, M. Why Ecological Urbanism? Why Now? **Harvard Design Magazine**, Design Practices Now, Vol. I, No. 32 / Essay, S/S 2010, Disponível em: <http://www.harvarddesignmagazine.org/issues/32/why-ecological-urbanism-why-now> Acesso em: 18 set. 2020.

MUMFORD, Lewis. **A cidade na história**: suas origens, transformações e perspectivas. 4. ed. São Paulo: M. Fontes, 1998.

MPP. Movimento de pescadoras e pescadores do Brasil. **Cartilha para Trabalho de Base da Campanha pelo Território Pesqueiro**. Disponível em: <https://geografar.ufba.br/sites/geografar.ufba.br/files/cartilhaterritoriopesqueiro.pdf>. Acesso em: 22 jun. 2019.

MPPM. Movimento pelos direitos do povo palestino. **Israel priva o povo palestino do seu direito à água**. 22/março/2018. Disponível em: <https://www.mppm-palestina.org/content/israel-priva-o-povo-palestino-do-seu-direito-agua>. Acesso em: 25 ago. 2019.

MULLER, C. A água no norte da África. In: Moisés Rabinovici. **Entrevista, Programa Um olhar sobre o mundo**. TV Brasil, em 21/03/2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=BroipKWjBVo>. Acesso em: 18 abr. 2019.

MW. Melbourne Water. Procedimentos de engenharia WSUD: águas pluviais. **E-book**. Junho de 2005. Disponível em: <https://www.publish.csiro.au/book/4974/#features>. Acesso em: 12 out. 2017.

NEWMAN, Peter. **Greening the city**: the ecological and human dimensions of the city can be part of town planning. In: ROSELAND, Mark (org.). *Eco – City Dimensions*. Canadá, New Society Publishers. 1997.

NU. Nações Unidas. Brasil. **FAO lista sete conexões e contribuições do ecossistema animal ou vegetal**. Publicado em 27/05/2019c. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/fao-lista-sete-conexoes-e-contribuicoes-do-ecossistema-animal-ou-vegetal/>. Acesso em: 12 nov. 2019.

NU. Nações Unidas. Brasil. **Índice de Desenvolvimento Humano da ONU inclui variante pegada de carbono**. Em 15 dezembro 2020. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2020/12/1736222>. Acesso em: 06 jan. 2021.

NYC. **Green infrastructure annual report 2019**. 2019. Disponível em: <https://www1.nyc.gov/assets/dep/downloads/pdf/water/stormwater/green-infrastructure/gi-annual-report-2019.pdf>. Acesso em: 12 out. 2020.

NZ. New Zealand Parliament. **Innovative bill protects Whanganui River with legal personhood**. Publicado em: 28 de março de 2017. Disponível em: <https://www.parliament.nz/en/get-involved/features/innovative-bill-protects-whanganui-river-with-legal-personhood/>. Acesso em: 20 maio 2018.

ODS. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - **Objetivo 6**. PNUD Brasil, 2016. Disponível em: <http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/sustainable-development-goals/goal-6-clean-water-and-sanitation.html>. Acesso em: 12 out. 2020.

ODS-6. Portal. **Sustainable Development Goal**. S/d. Disponível em: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/water-action-decade/>. Acesso em: 22 maio 2019.

ODUM, E. P. **Fundamentos de ecologia**. 7. ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004. 927 p. ISBN 972310158X (broch.).

O GLOBO-MUNDO. ONU acusa Israel de tirar acesso de palestinos à água. **Agência Reuters**. 18/03/2019. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/mundo/onu-acusa-israel-de-tirar-acesso-de-palestinos-agua-23532208>. Acesso em: 22 maio 2019.

OHARA, C.; PARO, D. Paraguai discute possibilidade de abrigar base militar norte-americana. Copyright © 2020, **Gazeta do Povo**. Sucursal, em 01/09/2012. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/mundo/paraguai-discute-possibilidade-de-abrigar-base-militar-norte-americana-2spb986hqj22dfu00uwct6csu/>. Acesso em: 11 jun. 2019.

OJEDA, R. A. Hidráulica Inca. Tecnologías Ancestrales: Sistemas Hidráulicos Pre Incas e Incas. **Conferencia Magistral**. 2013. Disponível em: <http://www.minam.gob.pe/diaversidad/wp-content/uploads/sites/63/2015/01/resumen1.pdf>. Acesso em: 10 maio 2020.

OLIVEIRA, M. Perfil ambiental de uma metrópole brasileira: Curitiba seus parques e bosques. **Revista Paraná Desenvolvimento**. Curitiba, n. 88, maio/agosto 1996. p. 37-54. Disponível em: <file:///C:/Users/USER/Downloads/Dialnet-PerfilAmbientalDeUmaMetropoleBrasileira-4813309.pdf> Acesso em: 10 mar. 2020.

ONU. Organização das Nações Unidas. Direito Humano à água e saneamento. **Programa da Década da Água da ONU-Água sobre Advocacia e Comunicação (UNW-DPAC)**. Comunicado aos Média, 2010. Disponível em:

https://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitation_media_brief_por.pdf. Acesso em: 27 maio 2019.

ONU. Organização das Nações Unidas. Resolução A/RES/64/292. General Assembly. **Resolution adopted by the General Assembly on 28 July 2010 United Nations**. 2010a. Disponível em: <https://undocs.org/A/RES/64/292>. Acesso em: 28 ago. 2019.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Água potável: direito humano fundamental**. Publicado em 28/07/2010. 2010b. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/agua-potavel-direito-humano-fundamental/>. Acesso em: 28 ago. 2018.

ONU. Organização das Nações Unidas. Água, cambio climático y desastres. **Asamblea General A/64/695**, 4 de marzo de 2010c. Disponível em: <file:///C:/Users/MEUS%20DOCUMENTOS/Downloads/Agua,%20cambio%20clim%C3%A1tico%20y%20desastres.pdf> Acesso em: 16 abr. 2019.

ONU. Organização das Nações Unidas. Povos resilientes, planeta resiliente: um futuro digno de escolha Regiões, cidades e comunidades resilientes. **Painel de Alto Nível do Secretário-Geral das Nações Unidas sobre Sustentabilidade Global**. New York: ONU, 2012.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Agenda 2030**. 2015. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>. Acesso em: 21 maio 2019.

ONU. Organização das Nações Unidas. **População mundial atingiu 7,6 bilhões de habitantes**. Eleutério Guevane, da ONU News em Nova Iorque. 21 junho 2017. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2017/06/1589091-populacao-mundial-atingiu-76-bilhoes-de-habitantes>. Acesso em: 03 maio 2018.

ONU. Organização das Nações Unidas. **68% of the world population projected to live in urban areas by 2050, says UN**. News, New York. 16 maio 2018. Disponível em: <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>. Acesso em: 20 maio 2019.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Economizando água uma gota de cada vez**. Pnuma, ONU News. 02 abril. 2019. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/04/1666691> Acesso em: 23 abr. 2019.

ONU. Organização das Nações Unidas. **ONU manifesta preocupação com aumento de assentamentos israelenses na Cisjordânia**. Publicado em 23/01/2019. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/onu-manifesta-preocupacao-com-aumento-de-assentamentos-israelenses-na-cisjordania>. Acesso em: 23 maio 2019.

ONU. Organização das Nações Unidas. **A ONU e a água**. 2021. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/agua/>. Acesso em: 21 maio 2021.

ORIGE, M.; OLIVEIRA, T. de S.; JULIÃO, R. P. Integração de informações geoespaciais para analisar a ocupação do solo na área de preservação permanente da Bacia hidrográfica do rio Criciúma/SC/Brasil. **Revista Geociências**. V. 34, n. 1. São Paulo: UNESP, 2015. p.145-152. Disponível em: https://www.revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/34/volume34_1_files/34-1-artigo-12.pdf. Acesso em: 10 jun. 2018.

OXFAM, **Informe de Enero de 2017**. 2017. Disponível em: https://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/file_attachments/bp-economy-for-99-percent-160117-es.pdf. Acesso em: 24 abr. 2019.

OXFAM. **Bem público ou riqueza privada?** Nota informativa da OXFAM. Jan. 2019. Disponível em: <https://www.oxfam.org.br> Acesso em: 11 abr. 2019.

OXFAM. **Enquanto grandes empresas lucram na pandemia, os mais pobres pagam o preço**. 09/09/2020. Disponível em: <https://www.oxfam.org.br/noticias/enquanto-grandes-empresas-lucram-na-pandemia-os-mais-pobres-pagam-o-preco/>. Acesso em: 15 out. 2020.
PAPA FRANCISCO. Sobre o cuidado da casa comum. **Carta Encíclica Laudato si'**. Roma, 24 de maio, 2015. Disponível em: http://w2.vatican.va/content/francesco/pt/encyclicals/documents/papa-francesco_20150524_enciclica-laudato-si.html#_ftn23. Acesso em: 10 out. 2019.

PE. Parlamento Europeu. **Reduzir as emissões de gases com efeito de estufa na UE: metas nacionais para 2030**. Em: 14-02-2018. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20180208STO97442/reduzir-as-emissoes-de-gases-com-efeito-de-estufa-na-ue-metas-para-2030>. Acesso em: 10 out. 2019.

PFRIMER, M. H. A Guerra da Água em Cochabamba, Bolívia: a desconstrução de um conflito. In: **IV Encontro Nacional da Anppas**. Junho de 2008. Brasília - DF - Brasil. Disponível em: <http://www.anppas.org.br/encontro4/cd/ARQUIVOS/GT12-850-976-20080513215826.pdf>. Acesso: 11 out. 2019.

PETRELLA, Riccardo. **O manifesto da água: argumentos para um contrato mundial**. 2. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2004.

PETRELLA, Riccardo. **Água: 27 teses subversivas**. Tradução: Inês Castilho, em 25 de março de 2018. Disponível em: <https://racismoambiental.net.br/2018/03/25/agua-27-teses-subversivas-por-riccardo-petrella/>. Acesso em: 24 mar. 2019.

PETRELLA, Riccardo. **Água: a disputa do século recrudescer**. Em: 26/março/2018. 2018a. Disponível em: <https://conic.org.br/portal/noticias/2564-agua-a-disputa-do-seculo-recrudescer-por-riccardo-petrella>. Acesso em: 18 abr. 2018.

PETRELLA, Riccardo. Geopolítica das próximas Guerras pela Água. **Outras palavras, além da mercadoria**. Publicado em 01/04/2020. Disponível em: <https://outraspalavras.net/alemdamercadoria/geopolitica-das-proximas-guerras-pela-agua/>. Acesso em: 10 abr. 2020.

PGC - The Prince George's County, Environmental Services Division Department of Environmental Resources. **Maryland Bioretention Manual**. Revised December 2007. Disponível em: https://www.aacounty.org/departments/public-works/highways/forms-and-publications/RG_Bioretention_PG%20CO.pdf Acesso em: jan. /2020

PHARAND-DESCHÊNES, Félix (criação e desenho). Benvindo ao antropoceno. **Vídeo**, 2012. Anne-Marie Doucet / Globaia (coordenação), Gabrielle Vézina / Fourmiweb (desenvolvimento), Anne-Marie Doucet, Owen Gaffney, Marika Haeggman, Fredrik Moberg,

Félix Pharand-Deschênes, Sturle Hauge Simonsen (edição). Disponível em: <http://www.anthropocene.info>. Acesso em: maio/2019.

PIMENTEL, Carlos. **A relação da planta com a água**. Seropédica, RJ: Edur, 2004. Disponível em: http://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo_thumb/mini/A-Rela--o-da-Planta-com-a-Agua-by-Carlos-Pimentel--2004-.pdf. Acesso em: 16 nov. 2019.

PICKETT, S.; CADENASSO, M.; GROVE, J. Resilient cities: meaning, models, and metaphor for integrating the ecological, socio-economic, and planning realms. **Landscape and Urban Planning**. V.69, 2004. p.369-384. Disponível em: <http://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.035>. Acesso em: 11 dez. 2019.

PIRES, A. L.; SAEZ, J. **Geobiologia: a artes do bem sentir**. São Paulo: TRIOM, 2006

PLANALTO. **Brasil precisa reconhecer na Constituição que água é direito essencial à vida**. Notícias publicado em 10/08/2017. Disponível em: <http://www4.planalto.gov.br/consea/comunicacao/noticias/2017/agosto/brasil-ainda-precisa-reconhecer-na-constituicao-que-agua-e-direito-essencial-a-vida>. Acesso em: 15 out. 2019.

PLANO CRICIÚMA 2050. **LEI Nº 6669**, 1º de dezembro de 2015. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/> Acesso em: mai. 2018.

PLS. Projeto Lei do Senado - 495/2017. **Altera a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, para introduzir os mercados de água como instrumento destinado a promover alocação mais eficiente dos recursos hídricos**. 2017. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/ecidadanania/visualizacao/materia?id=131906>. Acesso em: 30 maio 2019.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Relatório do Desenvolvimento Humano 2019. 2019a. Disponível em: http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2019_pt.pdf Acesso jan. 2020.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Introduction to Resilience for Development: Understanding resilience thinking. The Anthropocene: Lição 1. In: **Swedbio, A programa me at Stockom Resilience Centre**. 2019. Disponível em: <https://learningfornature.org/es/topic/understanding-resilience-thinking-lesson-1/>. Acesso em: 24 abr. 2019.

PNUMA. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Melbourne Principles for Sustainable Cities**. PNUMA, ICLEI, MI, 2002. Tradução: UPV - Universidade Politécnica de Valência. Disponível em: <http://www.upv.es/contenidos/CAMUNISO/info/U0668829.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2013.

PNUMA. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Rumo a uma economia verde**. Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável e a Erradicação da Pobreza. Síntese para tomadores de decisão, 2011. Disponível em: <http://www.fapesp.br/rio20/media/Rumo-a-uma-Economia-Verde.pdf>. Acesso em: 22 out. 2019.

PORTAL ENGEPLUS. Geral. **Chuva também alagou casas no bairro Próspera em Criciúma**. Redação em 26/11/2020. Disponível em: <http://www.engeplus.com.br/noticia/geral/2020/chuva-tambem-alagou-casas-no-bairro-prospera-em-criciuma>. Acesso em: 27 nov. 2020.

PRIGOGINE, I; STENGER, I. **A nova aliança: metamorfose da ciência**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2003.

PRIGOGINE, I. **Ciência, razão e paixão**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

PRIMAVESI, A. M. Biodiversidade. **Anais XII Encontro Interno de Técnicos do Centro de Pesquisa Solo Sagrado de Guarapiranga**. São Paulo 8 a 10 de abril de 2005.

PSAT; WSU 2005;).

QUEIROZ, F. A. de; TIBURCIO, J. A. P. Governança em cenários de escassez hídrica: uma análise comparada dos Complexos Hidropolíticos da África Meridional e da Bacia do Rio Jordão. **Revista Portuguesa de Ciência Política**. 2018, n. 9, p.111-137. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/329632900_Governanca_em_cenarios_de_escassez_hidrica_uma_analise_comparada_dos_Complexos_Hidropoliticos_da_Africa_Meridional_e_da_Bacia_do_Rio_Jordao. Acesso em: 28 ago. 2019.

RADCLIFFE, J. C. Design urbano sensível à água da Austrália. **Conferência Internacional de Sponge City 2018**. Em: Xian, China, 8 a 10 de setembro de 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/327718865_AUSTRALIA'S_WATER_SENSITIVE_URBAN_DESIGN. Acesso em: 12 maio 2019.

RCB. Rede de Cidades Biofílicas. Conectando cidades e natureza. **Jornal De Cidades Biofílicas**. V. 3, n. 2, junho de 2020. Disponível em: <https://www.biophiliccities.org/>. Acesso em: 12 out. 2020.

REBOUÇAS, A. **Uso inteligente da água**. São Paulo: Escrituras Editora, 2004.

REDMAN, Charles. **Ecologia e sociedade**. 2014. Disponível em: <https://www.ecologyandsociety.org/vol19/iss2/art3723/04/2019/>. Acesso em: 12 out. 2020.

REGISTER, Richard. **Ecocities: rebuilding cities in balance with nature** –1ªed. Canadá: new society publishers, 2006.

RESCHKE, C. Impactos globais de um problema africano. **Revista Exame**. Publicado em 24 junho 2017. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/mundo/impactos-globais-de-um-problema-africano/>. Acesso em: 20 abr. 2019.

REZENDE, M.; PEREIRA, J. R. **Avaliação da erosão hídrica por meio da equação universal da perda de solo (eups) na bacia Hidrográfica do rio Criciúma-SC**. Repositório UNESC. Universidade do Extremo Sul Catarinense. SC, 2017.

RIBEIRO, W. C. O Brasil e a Rio+10. **Revista do Departamento de Geografia**. V. 15, 2002. p.37-44. Disponível em: http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/veiculos_de_comunicacao/RDG/RDG15/RDG15_09.PDF. Acesso em: 20 maio 2019.

RIBEIRO, W. C. **A ordem ambiental internacional**. São Paulo: Contexto, 2005. 176p.

RIBEIRO, W. C. Impasses da governança da água no Brasil. In: **Governança da água no Brasil: uma visão interdisciplinar.** (Org.) RIBEIRO, W. C. São Paulo: Annablume. Fapesp. CNPq, 2009.

RIBEIRO, W. C. Uso compartilhado da água transfronteiriça na Bacia do Prata: utopia ou realidade? **Revista Scielo - Ambiente e sociedade**, v. 20, n. 3. São Paulo, jul./set., 2017. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2017000300257&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 18 jun. 2019.

RIFKIN, Jeremy. Estamos diante da ameaça de uma extinção e as pessoas nem sequer sabem. **Revista IHU**, Entrevista, 24 abril 2020. Disponível em: <http://www.ihu.unisinos.br/78-noticias/598316-estamos-diante-da-ameaca-de-uma-extincao-e-as-pessoas-nem-sequer-sabem-entrevista-com-jeremy-rifkin> Acesso: 25 abril 2020

RIO+10. **Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável.** Cúpula de Joanesburgo, 2002. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/RelatorioGestao/Rio10/riomaisdez/index.php.41.html>. Acesso em: 03 set. 2019.

ROCHA-NICOLEIDE, E. *et al.* **Mata ciliar:** implicações técnicas sobre a restauração após mineração de carvão. Criciúma: SATC, 2013.

ROCKTAESCHEL, Benita M. M. **O Parque Nacional da Chapada dos Veadeiros como destino turístico.** Monografia Especialidade em Turismo. Universidade de Brasília, 2003. Disponível em: http://bdm.unb.br/bitstream/10483/291/1/2003_BenitaMonteiroMuellerRocktaeschel.pdf. Acesso em: 15 set. 2019.

ROJAS, Luis Alberto Suárez. Hidrosolidaridad: hermandad en el agua. **Diálogos pela Água.** Jan, 2015. Disponível em: <https://dialogosporelagua.weebly.com/articulos/category/all>. Acesso em: 20 dez. 2019.

ROGERS, R. *et al.* **Cidades para um pequeno planeta.** Barcelona: Ed Gustavo Gilli, SA, 2001.

ROMANO, Giorgio. Segurança energética e mudanças climáticas na União Europeia. S, Cielo. V. 36, n. 1. Rio de Janeiro, jan./jun, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-85292014000100004&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 24 set. 2020.

ROMEO, Gustavo; VAZQUEZ, Letizia. **Acesso à terra urbana e risco ambiental.** Comodoro Rivadavia, Patagônia Argentina. Scielo. Log Territorial Urbano. V. 29, n. 2 Bogotá, maio/setembro 2019 Epub 30 de agosto de 2019. Disponível em: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-79132019000200013&lang=pt. Acesso em: 16 dez. 2019.

RUANO, M. **Ecourbanismo:** entornos humanos sostenibles: 60 proyectos. Barcelona: Ed. Gustavo Gilli, S.A., 1999.

RUEDA, S. **Modelos de ciudad:** indicadores básicos. Quaderns d'arquitectura i urbanisme, Barcelona, n.2000, p.25-32, 2000.

SAAVEDRA, F. E. **História do debate ambiental na política mundial 1945-1992: A perspectiva latino-americana**. Tradução Daniel Rubens Cenci. Ijuí: Ed. Unijuí, 2014.

SBAU. Sociedade Brasileira de Arborização Urbana. Carta a Londrina e Ibioporã. **Boletim Informativo**. V. 3, n. 5, 1996.

SACHS, I. Ecodesenvolvimento: 1972-1992, *in*: Dalia Malmon (org.) **Ecologia e desenvolvimento**. Rio de Janeiro: APED, 1992.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SANGUINETTO, E. Biofilia e cidades biofílicas. **Aula de Planejamento Ambiental Urbano**. São Carlos, 17 de agosto de 2015. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/EvandroSanguinetto/biofilia-e-cidades-bioflicas-52303248> Acesso em: 16 dez. 2020.

SANTELMANN, M *et al.* Projetar e modelar inovação em escalas para sistemas de água urbanos. **Springer Link**, em 16 julho 2019. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s11252-019-00882-6?utm_campaign=SRLF_AWA_TR01_GL_11252_HP_TrendMDQ420&utm_content=null&utm_medium=cpc&utm_source=trendmd#article-info. Acesso em: 14 dez. 2020.

SANTOS, B. de S. Introdução a uma ciência pós-moderna. **Coleção Biblioteca das Ciências do Homem**. 4. Ed. Edições Afrontamento, abril de 1989.

SANTOS, B. de S. Hablamos del Socialismo del Buen Vivir. *in*: Publicacion Internacional de la Agencia Latinoamericana de Informacion. **ALAI-América Latina en movimiento**. Quito, n. 452, febrero 2010. Disponível em: <http://www.alainet.org/sites/default/files/alai452w.pdf>. Acesso em: 30 out. 2019.

SANTOS, B. de S. **A Cruel Pedagogia do Vírus**. Coimbra, Portugal: Edições Almedina, 2020.

SANTOS, A. O que é transdisciplinaridade. **Rural Semanal**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2005.

SANTOS, M. **Por uma outra globalização – do pensamento único à consciência universal**. Rio de Janeiro: Record, 2006.

SANTOS, M. **Manual de geografia urbana**. 3. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012.

SANTOS, C. A. C. D *et al.* Variability of extreme climate indices at Rio Claro. São Paulo, Brazil. **Revista Brasileira de Meteorologia**. V. 27, n.4, 2012a. p.395-400.

SATTERTHWAITE, D. Como as cidades podem contribuir para o desenvolvimento sustentável. *In*: Rualdo Menegat; Gerson Almeida (org.). **Desenvolvimento Sustentável e**

Gestão Ambiental nas Cidades: Estratégias a partir de Porto Alegre. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2004.

SCHÄFFER, W. B *et al.* Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação & Áreas de Risco: o que uma coisa tem a ver com a outra? **Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na região Serrana do Rio de Janeiro**. Biodiversidade 41. Brasília: MMA, 2011. Disponível em: https://www.mma.gov.br/estruturas/202/_publicacao/202_publicacao01082011112029.pdf. Acesso em: 07 abr. 2020.

SC SANTA CATARINA. **Plano Estadual de Recursos hídricos**, 2017. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. Disponível em: <http://www.aguas.sc.gov.br/base-documental/plano-estadual-biblioteca>. Acesso em: 07 jun. 2018.

SELBORNE, Lord. A ética do Uso da Água Doce: um levantamento. Série Meio Ambiente. Brasília: UNESCO. **Cadernos UNESCO-Brasil**. V. 3, 2001. 80 p. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000127140>. Acesso em: 19 jun. 2019.

SENADO FEDERAL. **CCJ aprova mudança na Constituição que garante a água potável como direito de todos**. 08 de maio de 2019. Disponível em: <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/132208>. Acesso em: 15 out. 2019.

SENADO FEDERAL. **Senado aprova novo marco legal do saneamento básico**. Agência Senado Redação. 2020. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2020/06/24/senado-aprova-novo-marco-legal-do-saneamento-basico>. Acesso em: 05 jul. 2020.

SECEX. **Secretaria de Comércio Exterior**. 2018. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/index.php/busca?searchword=soja%20em%20gr%C3%A3os%202018&searchphrase=all>. Acesso em: 05 jul. 2020.

SEVEGNANI, L.; COMTOIS, P. Olhares sobre a Biodiversidade. In: SEVEGNANI, L.; SCHROEDER, E. **Biodiversidade Catarinense**: características, potencialidades e ameaças. Blumenau: Edifurb, 2013, p. 30-53.

SHIVA, V. **A guerra por água**: privatização, poluição e lucro. São Paulo: Radical Livros, 2006.

SINGH, R. **Heroes of Swach India**: Defying All Odds Dr. Rajendra Singh, The Waterman of India is Reviving Water Bodies Using Traditional Conservation Methods. In: MATHUR, Barkha. Edited: Sonia Bhaskar. August 16, 2019. Disponível em: <https://swachhindia.ndtv.com/heroes-of-swachh-india-defying-all-odds-dr-rajendra-singh-the-waterman-of-india-is-reviving-water-bodies-using-traditional-conservation-methods-36889/>. Acesso em: 15 nov. 2019.

SIWI. Instituto Internacional da Água de Estocolmo. **Rajendra Singh**: O homem da água da Índia ganha o Prêmio Água de Estocolmo, 2015. Disponível em: <https://www.siw.org/prizes/stockholmwaterprize/laureates/2015-2/>. Acesso: 12 jul. 2019.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos**. Brasília, dezembro de 2019. Disponível em: http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2018/Diagnostico_AE2018.pdf. Acesso em: 23 ago. 2020.

SOSMA. SOS Mata Atlântica. **Observando os Rios 2019**. Março 2019. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2019/03/Observando-Os-Rios-2019.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2019.

SOUZA, Marcelo Lopes de. **Mudar a cidade**: uma introdução crítica ao planejamento e à gestão urbanos. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

SOUZA, Felipe. A saga dos moradores de rua em São Paulo por um copo d'água. **BBC News Brasil**. São Paulo, 15 agosto 2018. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-45088766>. Acesso em: 06 abr. 2019.

SOUZA, C. F.; CRUZ, M. A. S.; TUCCI, C. E. M. Desenvolvimento urbano de baixo impacto: planejamento e tecnologias verdes para a sustentabilidade das águas Urbanas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, ABRH, v. 17, n. 2, p. 9-18, 2012. Disponível em: <http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/04/baixoimpacto.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2020.

SPIRN, A. W. **O jardim de granito**. São Paulo: EdUsp, 1983(?).

SPIRN, A. W. **Ecological urbanism**. A framework for the design of resilient cities. 2011. Disponível em: http://annehistonspirn.com/pdf/spirn_ecological_urbanism-2011.pdf. Acesso em: 28 jun. 2017.

SRC. Stockholm Resilience Centre. **Aplicação do conceito resiliência**: Sete princípios para reforçar a resiliência dos sistemas socioecológicos. In: SIMONSEN, Sturle Hauge (+11). Stockholm University, 2016. Disponível em: https://whatisresilience.org/wp-content/uploads/2016/04/Applying_resilience_thinking_POR_aktiv.pdf. Acesso em: 07 jan. 2019.

SRI PREM BABA. **Entrevista no documentário**: Ser tão velho Cerrado. André D'Elia (Direção). André D'Elia; Henrique Geise (Produção). Fundação Cerrado (Pesquisa). Netflix, 2018.

STEFFEN, W *et al.* Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. **Science**. V. 347-1259855, feb. 2015, 6223 ed. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/270898819_Planetary_Boundaries_Guiding_Human_Development_on_a_Changing_Planet. Acesso em: 26 abr. 2019.

SUDERHSA – Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. **Manual de Drenagem Urbana**. Brasília: SUDERHSA, 2002.

TIMMERMANS, W. *et al.* Ecosystem-based climate change adaptation for Essenvelt, Middelburg, The Netherlands. **Academia edu on-line**. 26SSB/TRP/MDM 2017 (71). Disponível em:

https://www.academia.edu/43864180/Ecosystem_based_climate_change_adaptation_for_Essen_velt_Middelburg_The_Netherlands. Acesso em: 20 jan. 2020.

TOURAINÉ, A. **Um novo paradigma**: para compreender o mundo de hoje. Tradução Gentil Avelino Tilton. 3. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2007.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento da Drenagem Urbana. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. V. 7, n. 1, 2002.

TUCCI, Carlos E. M. Drenagem urbana. **Ciência e Cultura**. V. 55, n. 4. São Paulo, out./dec. 2003. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400020. Acesso em: 21 mar. 2019.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas**. Ministério das Cidades – Global Water Partnership – World Bank – Unesco 2005.

TUCCI, C. E. M. Gestão de águas pluviais urbanas. Programa de Modernização do Setor Saneamento Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Saneamento para todos**. V.4. Brasília: Ministério das Cidades. 2006. 194p. Disponível em: www.capacidades.gov.br/media/doc/acervo/06906898a257ceb3ec8687675e9e36c8.pdf. Acesso em: 02 mar. 2018.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da drenagem urbana**. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012.

TUNDISI, J. G. Novas perspectivas para a gestão dos recursos hídricos. São Paulo, n.70, p. 24-35, **Revista USP**. Junho/agosto 2006.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos avançados**. V. 22, n. 63, 2008.

TUNDISI, J. G. **A água no séc. XXI**: enfrentando a escassez. 3. ed. São Carlos: RiMa, IIE, 2009.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **A água**. 2. ed. São Paulo: Publifolha, 2009a.

TURENSCAPE. Qunli Stormwater Wetland Park / Turenscape. 10 Nov 2013. **ArchDaily**. <https://www.archdaily.com/446025/qunli-stormwater-wetland-park-turenscape> Acesso 2 jul. 2019.

TURENSCAPE. Qinhuangdao Red Ribbon Park. **Project Profile**. Turenscape em: 2009-09-03 Disponível em: <https://www.turenscape.com/en/project/detail/336.html>. Acesso 14 jun. 2020.

UN. United Nations. Transboundary Waters. **Water for life decade**. S/d. Disponível em: http://www.un.org/waterforlifedecade/transboundary_waters.shtml. Acesso em: 15 ago. 2019.

UN. United Nations. **Conference on Water**. Mar del Plata, 1977. Disponível em: https://www.who.int/water_sanitation_health/unconfwater.pdf. Acesso em: 21 maio 2019.

UNDESA. United Nation Department of Economic and Social Affairs. **International Decade for Action ‘Water for Life’ 2005-2015**. 2015. Disponível em: <https://www.un.org/waterforlifedecade/background.shtml> Acesso em: 28 ago. 2019.

UNESCO. **Patrimônio Mundial Natural e Reservas da Biosfera no Brasil**. S/d. Disponível em: <https://pt.unesco.org/fieldoffice/brasil/expertise/natural-world-heritage>. Acesso em: 20 dez. 2019.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Lake Baikal**. 1996. Disponível em: <http://whc.unesco.org/en/list/754>. Acesso em: 20 out. 2019.

UNESCO. IHP-International Hydrological Programme. **Urban Water Cycle Processes and Interactions**. In: MARSALEK, J *et al.* Urban Water Series. Londres: Taylor & Francis, 2008.

UNESCO. UN - WWAP (United Nations World Water Assessment Programme)/UN-Water. The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-Based Solutions for Water. Fatos e dados, **brochura**. Paris: UNESCO, 22/03/2018.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Relatório do Desenvolvimento Mundial da Água** - Não Deixando Ninguém para Trás (WWDR edição 2019). Disponível em: <https://en.unesco.org/themes/water-security/wwap/wwdr/2019#download> Acesso em: 17 dez. 2019.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. **Cerrado Protected Areas**: Chapada dos Veadeiros and Emas National Parks. State of Conservation (SOC) by year: 2019. Disponível em: <https://whc.unesco.org/en/list/1035/> Acesso em: 17 nov. 2019.

UNESCO. Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura. Resolvendo el rompecabezas – el enfoque por ecosistemas y las reservas de biosfera. **Edición Internet** en español julio 2002, UNESCO-Montevideo. Disponível em: <https://antigo.mma.gov.br/images/arquivo/80252/REDE%20RB/DocsReferencia/Enfoque%20por%20Ecosistemas%20y%20Reservas%20de%20Biofera.pdf> Acesso em: 07 jul. 2019.

UNESDOC. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos, 2019. Não deixar ninguém para trás, fatos e dados. UNESCO: **Digital Library**. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367276_por. Acesso em: 05 jun. 2019.

UNISDR. United Nations International Strategy for Disaster Reduction. **Terminology on Disaster Risk Reduction**. UN-United Nations, 2009. Disponível em: https://www.preventionweb.net/files/7817_UNISDRTerminologyEnglish.pdf. Acesso em: 20 mar. 2020.

UNISDR. United Nations International Strategy for Disaster Reduction. **How To Make Cities More Resilient**: A Handbook For Local Government Leaders. Geneva, 2012. Disponível em: http://www.unisdr.org/files/26462_handbookfinalonlineversion.pdf. Acesso em: 20 mar. 2020.

UNISDR. United Nations International Strategy for Disaster Reduction. **Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030**. A/CONF.224/CRP.3. Em 18 de março de 2015. Disponível em: https://www.unisdr.org/files/43291_63575sendaiframeworkportunofficialf.pdf. Acesso em: 20 mar. 2020.

USP-BR. **O potencial hidrelétrico brasileiro e a maior usina geradora de energia do Mundo**. Portal Biossistemas Brasil, 15/03/2018. Disponível em: <http://www.usp.br/portalbiossistemas/?p=7865>. Acesso em: 11 nov. 2019.

UN – WATER Nações Unidas Água. **Adaptação às Mudanças Climáticas: o papel essencial da água**. UN Water - Resumo Executivo, 2011. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/pactodasaguas/2011/10/UN-Water-AMC.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2019.

US-EPA United States Environmental Protection Agency. **National Program Guidances**. Disponível em: <https://www.epa.gov/planandbudget> Acesso jan. 2020.

US-EPA United States Environmental Protection Agency. **EPA History**, 2020b. Disponível em: <https://www.epa.gov/history> Acesso em: 02 jan. 2020.

US - EPA United States Environmental Protection Agency. **Green Infrastructure**. 2020c <https://www.epa.gov/green-infrastructure> Acesso em: 02 jan. 2020.

VEGA, G. C. e BONFIM, J. Cerrado, berço das águas, na rota devastadora do capital. **Le Monde**, Edição – 128, Brasil, 8 de março de 2018. Disponível em: <https://diplomatie.org.br/cerrado-berco-das-aguas-na-rota-devastadora-do-capital/> Acesso fev/2019.

VISENTAINER, K. **Comunidades empoderadas**. PAD - Processo de Articulação e Diálogo Internacional, abril 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/MEUS%20DOCUMENTOS/Downloads/Comunidades%20empoderadas%20PAD%20abril%202019.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2019.

WALD, C. A história secreta de banheiros antigos. Nature 533. **Internacional Weekly Jornal of Science**. Em 24 de maio de 2016. Disponível em: <https://www.nature.com/news/the-secret-history-of-ancient-toilets-1.19960>. Acesso em: 13 jan. 2019.

WANG, J. Por que o tempo ao ar livre é crucial para sua saúde, mesmo durante a pandemia do coronavírus. Universidade de Chicago: **Medical Press**. 7 de abril de 2020. Disponível em: <https://medicalxpress.com/news/2020-04-outdoors-crucial-health-coronavirus-pandemic.html>. Acesso em: 13 dez. 2020.

WHO - WORLD HEALTH ORGANIZATION. Urban green spaces and health: a review of evidence. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2016. Disponível em: <https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/urban-health/publications/2017/urban-green-spaces-a-brief-for-action-2017>. Acesso em: jul.2020.

WWDR. World Water Development Report **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos**, Un Water. SbN - Soluções Baseadas na Natureza. Resumo executivo, fatos e dados, 2018.

WWF-BRASIL. **Adaptação às mudanças climáticas**. 2010. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/especiais/dia_do_meio_ambiente/mudancas_climaticas_adaptacao/. Acesso em: 16 jul. 2019.

WWF-BRASIL. **Novo relatório do IPCC sobre aquecimento de 1,5°C pede mais esforços para ação climática**. 08, outubro, 2018. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?67822/Relatorio-do-IPCC-2018-sobre-aquecimento-global-de-15C-incita-mais-esforos-para-ao-climtica-global> Acesso em: 15 set. 2019.

YOUNG, C. E. F.; AGUIAR, C.; SOUZA NETO, E. Valorando Tempestades: Custo econômico dos eventos climáticos extremos no Brasil nos anos de 2002 – 2012. **Observatório do Clima**. São Paulo, 2015. Disponível em: <http://www.observatoriodoclima.eco.br/wp-content/uploads/2015/11/ValorandoTempestades-Vfinal-min.pdf> Acesso em: 14 set. 2019.

ZARRICUETA, R. T. Cidade, Natureza e Subjetividade. *In*: Webinar Natureza e Sociedade. Em 26 junho 2020. **Apresentação - Live**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=k80QpLhWr5g&feature=youtu.be>. Acesso em: 26 jun. 2020.

ZOLLINOV, Andrew. Bounce Back. **New York Times**, fev. 2012. Disponível em: https://www.nytimes.com/2012/11/03/opinion/forget-sustainability-its-about-resilience.html?_r=0. Acesso em: 24 abr. 2019.

GLOSSÁRIO

Adaptação baseada nos ecossistemas (AbE): O uso da biodiversidade e de SES como parte de uma estratégia de adaptação global para ajudar as pessoas a se adaptarem aos efeitos adversos das mudanças climáticas. Como um dos possíveis elementos de uma estratégia de adaptação global, a adaptação baseada nos ecossistemas utiliza a gestão, conservação, restauração sustentáveis dos ecossistemas para fornecer serviços que permitem às pessoas se adaptarem aos impactos das mudanças climáticas (CDB, IUCN 2010).

Abordagem ecossistêmica – gestão que lida com a natureza e a dinâmica complexa dos ecossistemas. Requer conhecimento ou compreensão completa do funcionamento dos processos do ecossistema os quais são frequentemente, não lineares.

Abstração da precipitação é uma parcela inicial da precipitação total que ocorreu anteriormente à precipitação efetiva, referindo-se àquela quantidade de chuva produzida desde o seu início até que haja início de escoamento superficial na seção de controle. Pode-se dizer que esta parcela infiltrou no solo ou foi retida pela vegetação e obstáculos no terreno (Sheeder et al., 2002, apud MELO; LIMA; LOPES, 2003)

Águas superficiais: águas que fluem em córregos, rios, lagos naturais, pântanos e reservatórios.

Água verde: é a água proveniente da precipitação que é armazenada na zona de raízes do solo, e que evapora, transpira ou é incorporada pelas plantas. Ela tem importância especial para produtos agrícolas, hortícolas e florestais. waterfootprint.org/en/water-footprint/water-is-water-footprint/

APA – Área de Preservação Ambiental são áreas destinadas a usos variados.

APP – Área de Preservação Permanente são áreas mais sensíveis por sua importância ecossistêmica e por isso devem ser restauradas (ROCHA-NICOLEIT et al, 2013). Espaço territorial protegido de acordo com o disposto no inciso III, § 1º, do art. 225 da Constituição Federal, detalhado no artigo 3º Lei Nº 12.651 de 2012, que instituiu o Novo Código Florestal Brasileiro. A função ambiental de uma APP é preservar os recursos hídricos, a paisagem e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, conservar a qualidade ambiental com a estabilidade geológica e a proteção do solo para prevenir de prejuízos causados por enchentes e deslizamentos, tudo para assegurar o bem-estar das populações humanas, fauna e flora (BRASIL, 2012).

Biodiversidade: variedade de vida na Terra e a base dos SES. A Convenção das Nações Unidas sobre Diversidade Biológica (CDB) define diversidade biológica como a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, incluindo ecossistemas terrestres, marinhos aquáticos e outros e os complexos ecológicos dos quais fazem parte. Isto inclui a diversidade dentro de espécies (diversidade genética), entre espécies e de ecossistemas, seus elementos, funções e estruturas correspondentes. Os diferentes níveis e aspectos da biodiversidade contribuem, direta e indiretamente, para os bens e SES. Por exemplo, o processo de decomposição que se dá com a participação de uma variedade de microrganismos, é essencial para os ciclos de nutrientes, um serviço de apoio que ajuda a manter a solos produtivos para a agricultura. O controle de pragas é outro serviço ecossistêmico essencial sustentado pela biodiversidade, que é determinado pela abundância de inimigos naturais das pragas envolvidas.

Bioma é um sistema regional ou subcontinental grande, caracterizado por um tipo de vegetação e um clima particular. É o maior tipo de comunidade num dado continente (ODUM; BARRET, 2007).

CAS - Complex Adaptive Systems - esta abordagem usa um método indireto de reforçar a resiliência de um sistema. Ter a noção de que os sistemas socioecológicos são um emaranhado complexo e imprevisível de ligações e interdependências é o primeiro passo para a adoção de medidas de gestão tendentes a promover a resiliência.

Capital sociopolítico - direitos sociais que asseguram, em seus princípios e diretrizes, ações práticas que representam compromisso para a sustentabilidade na forma da participação e cooperação entre diferentes atores sociais como uma mudança de hábito e atuação reflexiva e prática entre a sociedade e seus organismos (BRASIL, 2002)⁷⁰. Um processo de democracia e posicionamento social com princípios que induzam à participação das

⁷⁰ BRASIL, Antônio Cesar Pinho Júnior. Fundamentos para o desenvolvimento sustentável. Brasília: CDS/UnB, 2002.

comunidades na apropriação e transformação de seus recursos naturais e socialmente construídos (LEFF, 2007). Aquisição política feita para todos e por todos.

Cidade inteligente - é um processo, não um fim, com planejamento integrado de longo prazo, sustentável e resiliente, gerenciada para seus habitantes, inclusiva e segura; é compacta, com uso misto do espaço, cuja forma espacial seja um modelo de desenvolvimento urbano menos fragmentado com mais densidade. Sem impacto social na expansão urbana, em termos de vivência, autenticidade cultural, adaptabilidade do padrão urbano, opções de habitação e proteção de populações vulneráveis, com transporte público e outros serviços eficientes. Eficiência no uso de recursos e energia. Devem ajudar a alcançar os ODS. A infraestrutura de TIC age como a “cola” que integra as infraestruturas (baseado na NAU - H-III, 2019).

Custo do ciclo de vida (LCC) - é uma abordagem estruturada que analisa todos os elementos do custo de um projeto WSUD com todas as despesas desde materiais, instalação, operação e manutenção até substituição, para poder comparar, optar e escolher. Um custo de ciclo de vida típico é de mais de 50 anos.

Consenso de Washington - instituições financeiras reunidas em Washington visam propalar um ajustamento macroeconômico com conduta neoliberal, nos países subdesenvolvidos.

Convenção da Diversidade Biológica (CDB) é o principal fórum mundial para questões relacionadas ao tema biodiversidade.

Desenvolvimento: refere-se a ações que visam melhorar o bem-estar humano. Abrange questões sociais, econômicas e ambientais, tais como o crescimento econômico, redução da pobreza, expansão da infraestrutura, independência energética e adaptação às mudanças climáticas (WRI 2008). O planejamento do desenvolvimento é visto aqui como o processo de preparação e execução de um projeto que visa melhorar as condições de vida em uma comunidade, região ou nação e compreende objetivos estratégicos mensuráveis que devem ser cumpridos dentro de um determinado período de tempo. Do processo de planejamento fazem parte o plano, os projetos, instrumentos de políticas, e atividades.

Ecossistema: Uma comunidade de plantas, animais e pequenos organismos que vivem, se alimentam, se reproduzem e interagem na mesma área ou ambiente (IUCN 2010). É um complexo dinâmico de animais, plantas e microrganismos e o seu ambiente não vivo, interagindo como uma unidade funcional, e dependendo uns dos outros. Se uma parte for danificada, pode causar impacto sobre o sistema como um todo. Os seres humanos são parte integrante dos ecossistemas. Ecossistemas podem ser terrestres ou marinhos, interiores ou costeiros, rurais ou urbanos. Eles também podem variar em escala do global ao local. Exemplos de ecossistemas incluem florestas, zonas úmidas, marinhos / oceânicos, costeiros, águas interiores, terras secas, desertos, cultivados (lavouras, pastagens, por exemplo) e ecossistemas urbanos.

Estresse hídrico: quando o suprimento anual de água de um país ou região é inferior a 1.700 m³ por pessoa, por ano, ou uma alta taxa de retirada de água (WWR, 2018).

Evapotranspiração: a soma da evaporação e transpiração da planta (liberação de vapor de água) da superfície da Terra para a atmosfera.

Habitat: local ou tipo de local onde um organismo ou população ocorre naturalmente. (IUCN 2010).

ICLEI - Governos Locais pela Sustentabilidade, organização não governamental internacional que promove o desenvolvimento sustentável. Abriga uma rede global de mais de 1.750 governos locais e regionais ativos em mais de 100 países comprometida com o desenvolvimento urbano sustentável, (<http://sams.iclei.org/quem-somos/o-iclei.html>).

Ilhas de calor: fenômeno climático que ocorre na área urbana pelo elevado grau de impermeabilização que eleva a temperatura média, mais que na zona rural e áreas periféricas, regiões menos densas e menos impermeáveis.

Infraestrutura Ecológica: é um conceito que se refere tanto aos SES naturais (por exemplo, proteção contra tempestades através de mangues e recifes de coral, ou purificação de água por florestas e áreas úmidas), quanto à natureza dentro de ecossistemas criados pelo homem (por exemplo, regulação de micro climas por parques urbanos).

Incidência: um grande processo socioeducativo e sociopolítico participativo, que desenvolve estratégias, ações comunicativas e lutas articuladas de pessoas, grupos e organizações, tendo como objetivos favorecer a

transformação social em valores, princípios, políticas, estruturas, práticas, ideias e comportamentos; bem como propiciar proteção e garantia de direitos, principalmente de segmentos populacionais socialmente vulneráveis, da sociedade mais ampla, bem como do meio ambiente e das mais diversas formas de vida no planeta (VISENTAINER, 2019).

Johad : palavra indiana que significa pequeno açude.

Limite / ponto de inflexão: Um ponto ou nível no qual os ecossistemas mudam, às vezes de forma irreversível, para um estado significativamente diferente, afetando seriamente sua capacidade de oferecer determinados SES (TEEB 2010).

Mata ciliar – florestas que recobrem, mantem e regulam as margens de rios e nascentes e possibilitam conexão com outros fragmentos vegetados.

Mobilidade leve: locomoção não motorizada em ciclovias e caminho pedonal.

Multirreferencial - na equipe multitransdisciplinar o sujeito pesquisador ou agente deve ter a capacidade de transitar por diversas percepções e epistemes de outras disciplinas, isso o torna multirreferencial (SILVA, 1999).

Pegada Ecológica: é a quantidade de terra necessária para sustentar o estilo de vida de cada cidadão, considerando não apenas os alimentos, mas materiais, energia, água e outros recursos naturais (Panorama das Cidades, 2018).

Poluição pontual e difusa - pontual é a composta de esgotos domésticos e industriais. A difusa é proveniente dos telhados, calçadas, ruas, estacionamentos, entre outros que transportam contaminantes de toda ordem, como óleos, fezes de animais, poluição atmosférica, produtos químicos e de limpeza.

Quadro de Sendai 2015-2030: articulado em torno de quatro prioridades: 1) aprofundar o conhecimento sobre o risco de catástrofes; 2) fortalecer a componente de gestão do risco de catástrofes; 3) investir na componente de redução do risco de catástrofes para uma melhor resiliência; e, 4) reforçar a componente de preparação para uma resposta efetiva (www.ceped.pr.gov.br).

Recuperação – restituição de um ecossistema degradado a uma condição não degradada (Lei 9.985/2000).

Restauração - restituição de um ecossistema degradado o mais próximo possível da sua condição original (Lei 9.985/2000)

Redundância - A redundância constitui uma forma de seguro, pois permite que algumas partes do sistema compensem as perdas ou insuficiências noutras. A redundância é ainda mais importante quando os componentes que proporcionam redundância reagem de forma diferente à mudança e à perturbação (diversidade de resposta) (SRC, 2016).

Revolução verde – substituiu a agricultura nativa por monoculturas, plantas anãs por maiores, fertilizantes orgânicos por químicos e plantio alimentado pelas chuvas por irrigação bombeada do lençol freático, causando secas e salinização (SHIVA, 2006). Teve duas contradições: produzir trigo e arroz exigem com doses maciças de água e fertilizantes cuja vulnerabilidade exigiu inclusão de pesticidas caros e nocivo à saúde (SACHS, 1994).

Serviços ambientais – recuperam ou melhoram as condições ambientais, estimulam a conservação dos ecossistemas, dos recursos hídricos, do solo, da biodiversidade, do patrimônio genético e do conhecimento tradicional associado; valorizam econômica, social e culturalmente os SES; evitam a perda de vegetação nativa e a fragmentação de habitats, entre outros serviços fomentam a conservação sistêmica da paisagem. A Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais atende as modalidades de prestação de melhorias sociais a comunidades rurais e urbanas; compensação vinculada a certificado de redução de emissões GEE por desmatamento e degradação entre outras (LEI Nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021).

Serviços ecossistêmicos (SES) - difere dos serviços ambientais. São os benefícios que o ser humano obtém dos ecossistemas tais como provisão de alimentos e água; regulação de inundações, secas, degradação do solo; suporte na formação do solo e ciclagem de nutrientes; e culturais para o lazer, espiritual, religioso e outros (MEA, 2005).

Trade-off - equilíbrio ou meio-termo alcançado entre dois resultados concorrentes, conflitantes ou de alguma forma incompatíveis.

ANEXOS

1. MARCO LEGAL DO SANEAMENTO BÁSICO. Atualiza o marco legal e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm#view Acesso em: jul. 2020

2. CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA ORIENTAL DO URUGUAI, de 1967 - Art. 47, item b: *la gestión sustentable, solidaria con las generaciones futuras, de los recursos hídricos y la preservación del ciclo hidrológico que constituyen asuntos de interés general. Los usuarios y la sociedad civil, participarán en todas las instancias de planificación, gestión y control de recursos hídricos, estableciéndose las cuencas hidrográficas como unidades básicas.*

3. RELATÓRIO MUNDIAL DE DESENVOLVIMENTO DA ÁGUA DAS NAÇÕES UNIDAS (WWDR) é o principal relatório sobre água da ONU- Água. Esta publicação oficial é o resultado de um processo altamente combinado entre parceiros e membros que compõem UN-Water sob a coordenação do WWAP, Fundação do Relatório. O WWDR foi fundado em resposta ao apelo da Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CSD) da ONU para produzir uma visão geral periódica global do sistema da ONU sobre o *status* (quantidade e qualidade), uso e gerenciamento dos recursos de água doce.

4. RESOLUÇÃO A/RES/64/292 - declara água limpa e segura e o saneamento um direito humano essencial para gozar plenamente a vida e todos os outros direitos humanos, na Assembleia Geral das Nações Unidas, em 28 jul. 2010.

4. *CONSTITUTION OF THE KINGDOM OF BHUTAN Article 5 – Environment.*
<https://www.nationalcouncil.bt/assets/uploads/files/Constitution%20of%20Bhutan%20English.pdf>

1. Todos os butaneses são fiadores do Reino para os recursos naturais e o ambiente para o benefício da presente e futuras gerações e é o dever fundamental de todo cidadão contribuir para a proteção do patrimônio ambiental, conservação da rica biodiversidade do Butão e prevenção de todas as formas de degradação ecológica, incluindo poluição sonora, visual e física através da adoção e apoio a práticas e políticas favoráveis ao meio ambiente.

2. O Governo Real deverá:

- (a) Proteger, conservar e melhorar o ambiente intocado e salvaguardar a biodiversidade do país;
- (b) Prevenir a poluição e a degradação ecológica;
- (c) Garantir um desenvolvimento sustentável ecologicamente equilibrado promovendo a promoção económica e social e justificável desenvolvimento;
- (d) Garantir um ambiente seguro e saudável.

3. O Governo assegurará que, a fim de conservar a recursos naturais do país e prevenir a degradação do ecossistema, um mínimo de 60% da terra total do Butão deve ser mantido sob cobertura florestal para sempre.

4. O Parlamento pode promulgar legislação ambiental para garantir uso sustentável dos recursos naturais e manter patrimônio inter-geracional e reafirmam os direitos soberanos do Estado sobre os seus próprios recursos biológicos.

5. O Parlamento pode, por lei, declarar qualquer parte do país um Parque Nacional, Reserva de Vida Selvagem, Reserva Natural, Floresta Protegida, Reserva da Biosfera, Bacia Crítica e outras categorias que merecem proteção.