

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**RESILIÊNCIA HÍDRICA URBANA: DIRETRIZES E  
ESTRATÉGIAS PARA SUA INCORPORAÇÃO EM  
MUNICÍPIOS COM O USO DE INDICADORES**

**THAIS HELENA PRADO CORRÊA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de doutora em Engenharia Urbana.

Orientador: Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira

São Carlos  
2021

Thais Helena Prado, Corrêa

Resiliência hídrica urbana: diretrizes e estratégias para sua  
Incorporação em Municípios com o uso de indicadores /  
Corrêa Thais Helena Prado -- 2021.  
226f.

Tese de Doutorado - Universidade Federal de São Carlos, campus  
São Carlos, São Carlos

Orientador (a): Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira  
Banca Examinadora: João Sergio Cordeiro Frederico, Yuri  
Hanai Jozrael, Henriques Rezende, Laura Silvia Valente de  
Macedo

Bibliografia

1. Resiliência hídrica urbana. 2. Gestão as águas urbanas.
3. Indicadores. I. Thais Helena Prado, Corrêa.  
II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Ronildo Santos Prado - CRB/8 7325



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana

---

### **Folha de Aprovação**

---

Defesa de Tese de Doutorado da candidata Thaís Helena Prado Corrêa, realizada em 24/09/2021.

#### **Comissão Julgadora:**

Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira (UFSCar)

Prof. Dr. João Sergio Cordeiro (UFSCar)

Prof. Dr. Frederico Yuri Hanai (UFSCar)

Prof. Dr. Jozrael Henriques Rezende (FATEC)

Profa. Dra. Laura Silvia Valente de Macedo (FGV)

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana.

Dedico esta tese (*in memoriam*) ao meu avô materno Bernardo Prado que foi a minha maior inspiração e exemplo de vida. E à minha amada família pelo apoio, carinho, compreensão e palavras de encorajamento.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pelo amparo e cuidado em todos os momentos da minha vida.

A minha família que, com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chagasse até esta etapa da minha vida.

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Bernardo Arantes do Nascimento Teixeira, pela dedicação, pela paciência, pelos conhecimentos adquiridos e, principalmente, pela generosidade em tempos tão atípicos (Pandemia-COVID19) no qual escrevemos este trabalho. Muito obrigada por ter me incentivado nesta jornada, por ter compartilhado seus conhecimentos, suas ideias e reflexões possibilitando assim meu aperfeiçoamento técnico.

Aos Profs. Drs., Frederico Yuri Hanai e João Sérgio Cordeiro, Jozrael Henriques Rezende e a Profa. Dra. Laura Silvia Valente de Macedo que fizeram parte banca de qualificação, os quais tive a honra de conhecer e compartilhar conhecimento. Obrigada pelas contribuições e aprendizado.

A todos os professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana (PPGEU).

Ao Prof. Dr. Xavier Gabarrell por me receber em um breve período de estágio no ICTA na Universidade de Barcelona-UAB, porém muito produtivo e proveitoso. Agradeço também ao Prof. Dr. Joan Rieradevall por sua atenção, seu conhecimento e experiência. Obrigada ambos pelo aprendizado.

Obrigada a todos profissionais e pesquisadores que conheci no ICTA-UAB e aos amigos que fiz em Barcelona.

Aos meus queridos amigos pela amizade, carinho e apoio. Muito obrigada por fazerem parte da minha vida.

Agradeço o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Por fim, meu muito obrigada a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para o desenvolvimento desta pesquisa e me inspiraram nesta jornada.

*“Cada gota que plou té un arbre que l’espera”*

*(Dita popular catalana)*

*“Cada gota de chuva tem uma árvore esperando por ela”*

*(Provérbio popular catalão)*

## RESUMO

Desenvolver novas estratégias e ferramentas para analisar a dinâmica da Gestão de RH pode auxiliar na mudança do paradigma no planejamento das cidades, otimizando a tomada de decisão, de modo a auxiliar as cidades a permanecerem seguras hidricamente através de investimentos que transformem oportunidades em soluções, frente às adversidades. O termo Resiliência vem ganhando notoriedade e adeptos, tanto no meio acadêmico quanto na gestão, para o desenvolvimento de ferramentas e modelos interdisciplinares aplicáveis desde 2010, quando a ONU usou o termo para definir cidades capazes de se recuperar de forma eficiente dos efeitos de qualquer tipo de riscos e desastres. Todavia, Resiliência Hídrica Urbana (RHU) ainda é um termo pouco estudado, abordado, sistematizado e aplicado nas pesquisas relacionadas à gestão dos recursos hídricos. Deste modo, este trabalho foi motivado pela necessidade de obter dados interpretativos para a temática da RHU, considerando seu potencial e importância referente à construção da Resiliência de modo geral. Diante do exposto, a presente pesquisa tem por objetivo propor diretrizes e estratégias para a incorporação da RHU em municípios com base no uso de indicadores. Para alcançar o objetivo pretendido, buscou-se inicialmente pela presença direta ou indireta da RHU em Planos Municipais de cidades médias brasileiras signatárias do programa do programa internacional *Making Cities Resilient: My City is Getting Ready*. Na etapa seguinte, os Sistemas Hídricos Urbanos (Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário e Drenagem Urbana) foram analisados a partir das Componentes e Variáveis relacionadas à RHU. Em seguida, foram propostos Indicadores associados às Variáveis sistematizadas, os quais foram utilizados no método proposto para a incorporação da RHU pelos municípios. Como resultado, observou-se que nenhum dos Planos Municipais menciona explicitamente o termo Resiliência, embora alguns aspectos tenham sido considerados direta ou indiretamente. A sistematização feita resultou em quinze Componentes e trinta e nove Variáveis para as quais foram propostos cinquenta e três Indicadores que permitem o monitoramento da RHU. Embora tenha sido mantida a prática comum das cidades brasileiras na divisão dos Sistemas Hídricos Urbanos, um avanço importante no sentido de tornar a cidade mais resiliente seria por meio de uma gestão integrada destes, considerando a RHU. Adotar o paradigma da unificação dos Sistemas Hídricos e levar em conta RHU possibilitará às cidades avaliarem o presente e construir o futuro tornando-se cidades hidricamente seguras.

**Palavras-chave:** Resiliência Hídrica Urbana. Resiliência. Gestão das Águas Urbanas. Sistemas Hídricos Urbanos. Indicadores.

## ABSTRACT

Developing new strategies and tools to analyze the dynamics of water resources can help change the paradigm in city planning, optimizing decision-making, to help cities to remain hydraulically secure through investments that transform opportunities into solutions, and facing the adversities. The term Resilience has been gaining notoriety and supporters, both in academia and in management, for the development of applicable interdisciplinary tools and models since 2010, when the UN used the term to define cities capable of efficiently recovering from effects of any kind of risks and disasters. However, Urban Water Resilience (UWR) is still a term that has been little studied, approached, systematized, and applied in research related to the management of water resources. Thus, this work was motivated by the need to obtain interpretive data for the theme of UWR, considering its potential and importance regarding the construction of Resilience in general. Given the above, this research aims to propose guidelines and strategies for the incorporation of the UWR in municipalities based on the use of indicators. To achieve the intended objective, the direct or indirect presence of UWR in Municipal Plans of medium-sized Brazilian cities that are signatories of the international program Making Cities Resilient: My City is Getting Ready program was sought. In the next step, the Urban Water Systems (Water Supply, Sanitary Sewage, and Urban Drainage) were analyzed from the Components and Variables related to the UWR. Then, indicators associated with systematized variables were proposed, which were used in the proposed method for the incorporation of the UWR by the municipalities. As a result, it was observed that none of the Municipal Plans explicitly mention the term Resilience, although some aspects have been considered directly or indirectly. The systematization carried out resulted in fifteen Components and thirty-nine Variables, for which fifty-three Indicators were proposed that allow the monitoring of the UWR. Although the common practice of Brazilian cities in the division of Urban Water Systems has been maintained, an important advance towards making the city more resilient would be through integrated management of these, considering the UWR. Adopting the paradigm of unification of Water Systems and taking into account UWR will enable cities to assess the present and build the future by becoming water-safe cities.

**Keywords:** Urban Water Resilience. Resilience. Urban Water Management. Urban Water Systems. Indicators.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 - A Estrutura do Risco de Desastres.....	32
Figura 1.2 - Conceitos Associados à Resiliência enquanto forma de pensar.....	35
Figura 1.3 - As Quatro Esferas da Resiliência.....	39
Figura 1.4 - Esquema Conceitual Simplificado do Sistema Urbano.....	42
Figura 1.5 - Princípios da Cidade Resiliente.....	45
Figura 1.6 - Metodologia para a promoção de Resiliência Urbana.....	46
Figura 1.7 - Abordagem do modelo de Sistemas Urbanos.....	49
Figura 1.8 - Ciclo de Contaminação Urbana em Países em Desenvolvimento.....	58
Figura 1.9 - Impactos Resultantes das Interferências entre Componentes do Ciclo Hidrológico Urbano.....	60
Figura 1.10 - Exemplos de como o Ciclo Hidrológico Urbano está Vinculado a Outros Serviços Urbanos.....	62
Figura 1.11 - Os três níveis de Resiliência.....	67
Figura 1.12 - Processo de transição nos Serviços de Água Urbana.....	70
Figura 1.13 - Modelo conceitual do processo de transição para uma forma mais sustentável e resiliente da água urbana.....	72
Figura 1.14 - O Metabolismo das Áreas Urbanas.....	76
Figura 1.15 - A Segurança da Água e o Desenvolvimento Resiliente.....	77
Figura 2.1 - Matriz Institucional do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.....	87
Figura 5.1 - Mapas das cidades selecionadas em Sistema de Coordenadas Geográficas: WGS84/SIRGAS2000.....	116
Figura 5.2- Esquema do método para Resiliência Hídrica Urbana.....	155

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1.1 - Definições de Resiliência.....	24
Quadro 1.2 - Definições de vulnerabilidade por diferentes Autores.....	28
Quadro 1.3 - Definições de Resiliência Urbana.....	36
Quadro 1.4 - Abordagem das tensões conceituais na Resiliência Urbana.....	37
Quadro 1.5 - Classificação de Riscos Urbanos (choques e tensões) .....	48
Quadro 1.6 - Questões Fundamentais Relacionadas à Compreensão da Resiliência Urbana.....	51
Quadro 4.1- Plano de trabalho.....	103
Quadro 5.1- Componentes e variáveis adotadas para SAA, SES e SDU.....	110
Quadro 5.2- Componentes e variáveis adotadas para Sistema G&P.....	112
Quadro 5.3 - Cidades Selecionadas e seus Planos Municipais.....	115
Quadro 5.4 - Caracterização das cidades selecionadas.....	117
Quadro 5.5 - Variáveis que Podem ser associadas à Resiliência e que foram identificadas nos Planos Diretores.....	121
Quadro 5.6 - Variáveis que Podem ser associadas à Resiliência e que foram identificadas nos Planos de Saneamento (incluindo drenagem) .....	126
Quadro 5.7 - Variáveis que Podem ser associadas à Resiliência e que foram identificadas nos Planos de Saneamento e nos Planos de Drenagem.....	131
Quadro 5.8 - Indicadores de Resiliência Hídrica Urbana associados ao SAA.....	138
Quadro 5.9 - Indicadores de Resiliência Hídrica Urbana associados ao SES.....	141
Quadro 5.10- Indicadores de Resiliência Hídrica Urbana associados ao SDU.....	143
Quadro 5.11- Indicadores de Resiliência Hídrica Urbana associados ao G&P.....	146
Quadro 5.12- Possíveis ações de preparação, prevenção, mitigação e de recuperação para o Sistema de Abastecimento de Água (SAA) .....	158
Quadro 5.13- Possíveis ações de preparação, prevenção, mitigação e de recuperação para o Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) .....	160
Quadro 5.14- Possíveis ações de preparação, prevenção, mitigação e de recuperação para o Sistema de Drenagem Urbana (SDU) .....	161
Quadro 5.15- Possíveis ações de preparação, prevenção, mitigação e de recuperação para o Sistema de Gestão e Participação (G&P) .....	163
Quadro D1- Indicadores identificados na literatura.....	223

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

<b>ANA</b>	Agência Nacional das Águas
<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>APREM</b>	Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais
<b>CBH</b>	Comitês de Bacias Hidrográficas
<b>CETESB</b>	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
<b>CNRH</b>	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
<b>CODAU</b>	Centro Op. de Desenvolvimento e Saneamento de Uberaba
<b>CONDEMA</b>	Conselho Municipal de Meio Ambiente
<b>CWP</b>	Center for Watershed Protection (Centro de Proteção a Bacias Hidrográficas)
<b>CWSI</b>	Canadian Water Sustainability Index (Índice de Sustentabilidade da Água Canadense)
<b>ETE</b>	Estação de Tratamento de Esgoto
<b>FEHIDRO</b>	Fundo Estadual de Recursos Hídricos
<b>FIRJAN</b>	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro
<b>G&amp;P</b>	Gestão e Participação
<b>GWP</b>	Global Water Partnership (Parceria Mundial para a Água)
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>ICLEI</b>	International Council for Local Environmental (Governos Locais pela Sustentabilidade)
<b>IDS</b>	Indicadores de Desenvolvimento Sustentável
<b>IFDM</b>	Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal
<b>IPCC</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas)
<b>IPRS</b>	Índice Paulista de Responsabilidade Social
<b>IPT</b>	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
<b>IQVU-BH</b>	Índice de Qualidade de Vida Urbana de Belo Horizonte
<b>MMA</b>	Ministério do Meio Ambiente
<b>OCDE</b>	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
<b>OMS</b>	Organização Mundial da Saúde
<b>ONG</b>	Organizações não Governamentais

<b>ONUBR</b>	Organização das Nações Unidas no Brasil
<b>ONU</b>	Organização das Nações Unidas
<b>PAR</b>	The Pressure and Release Model (Modelo de Pressão e Liberação)
<b>PD</b>	Plano Diretor
<b>PDDUA</b>	Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental da cidade de Porto Alegre
<b>PERH</b>	Plano Estadual de Recursos Hídricos
<b>PLG</b>	Plano Local de Gestão
<b>PMDU</b>	Plano de Drenagem Urbana
<b>PMS</b>	Plano Municipal de Saneamento
<b>PNRH</b>	Plano Nacional de Recursos Hídricos
<b>REBOB</b>	Rede Brasil de Organismos de Bacias Hidrográficas
<b>SAA</b>	Sistema de Abastecimento de Água
<b>SAAE</b>	Sistema Autônomo de Água e Esgoto
<b>SDU</b>	Sistema de Drenagem Urbana
<b>SEADE</b>	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados
<b>SES</b>	Sistema de Esgotamento Sanitário
<b>SINGREH</b>	Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos
<b>SNIS</b>	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
<b>SMDU/SP</b>	Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano de São Paulo
<b>SRHU</b>	Secretaria de Recursos Hídricos e Ambiente Urbano
<b>SSE</b>	Sistemas Sócio Ecológicos
<b>UNDP</b>	United Nations Development Program Water Governace Facility (Program de Governança da Água das Nações Unidas para o Desenvolvimento)
<b>UNISDR</b>	UN Office for Disaster Risk Reduction (Escritório das Nações Unidas para Redução de Riscos e Desastres)
<b>WCCD</b>	World Council on City Data (Conselho Mundial de Dados da Cidade)
<b>WHO</b>	World Health Organization (Organização Mundial da Saúde)
<b>WPI</b>	Water Poverty Index (Índice de Pobreza da Água)
<b>WSI</b>	Water Sustainability Index (Índice de Sustentabilidade da Água)
<b>WRI</b>	World Resource Institute (Instituto de Recursos Mundiais)

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO DA TESE.....</b>	<b>xvi</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>20</b>
Objetivo Geral.....	20
Objetivos Específicos.....	20
<b>CAPÍTULO 1 - A RESILIÊNCIA.....</b>	<b>21</b>
1.1 O CONCEITO DE RESILIÊNCIA.....	21
1.2 O QUE É A RESILIÊNCIA?.....	22
1.3. RESILIÊNCIA <i>VERSUS</i> VULNERABILIDADE.....	28
1.4 RESILIÊNCIA URBANA.....	34
1.5 A CONSTRUÇÃO DE CIDADES MAIS RESILIENTES.....	41
1.5.1 A Resiliência para uma nova Agenda Urbana.....	47
1.5.2 A Resiliência Hídrica Urbana (RHU) no contexto das Mudanças Climáticas.....	53
1.6 A GESTÃO DA ÁGUA URBANA A PARTIR DA RESILIÊNCIA HÍDRICA.....	57
1.7 A RESILIÊNCIA DOS SERVIÇOS DE ÁGUA URBANA.....	65
1.8 A RESILIÊNCIA HÍDRICA COMO SUPORTE AO METABOLISMO URBANO...72	
<b>CAPÍTULO 2 - A REGULAMENTAÇÃO E O GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL.....</b>	<b>80</b>
2.1 A POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS.....	80
2.2 A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE TERRITÓRIAL DE GESTÃO.....	85
2.3 A GESTÃO MUNICIPAL DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	89
<b>CAPÍTULO 3 - INDICADORES PARA A CONSTRUÇÃO DA RESILIÊNCIA.....</b>	<b>96</b>
3.1 INDICADORES COMO FERRAMENTA DE AUXÍLIO NA CONSTRUÇÃO DA RESILIÊNCIA HÍDRICA URBANA.....	96
3.2. OS INDICADORES NBR ISO 37120 E NBR ISO 37123 COMO FERRAMENTA DE DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES DE RESILIÊNCIA HÍDRICA URBANA.....	98
3.3 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE ASSOCIADOS À RESILIÊNCIA HÍDRICA URBANA.....	101
<b>CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA DA PESQUISA.....</b>	<b>103</b>
4.1 REVISÃO DA LITERATURA E EMBASAMENTO TEÓRICO.....	104

4.2 SISTEMATIZAÇÃO DAS COMPONENTES E VARIÁVEIS DE RESILIÊNCIA HÍDRICA URBANA.....	104
4.3 SELEÇÃO DAS CIDADES ESTUDADAS E AVALIAÇÃO DE SEUS PLANOS MUNICIPAIS.....	105
4.4 IDENTIFICAÇÃO, PROPOSIÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO DE INDICADORES DE RESILIÊNCIA HÍDRICA URBANA.....	105
4.5 PROPOSIÇÃO DE DIRETRIZES E ESTRATÉGIAS PARA INCORPORAÇÃO DA RESILIÊNCIA HÍDRICA URBANA PELOS MUNICÍPIOS.....	107
<b>CAPÍTULO 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>108</b>
5.1 SISTEMATIZAÇÕES DAS COMPONENTES E VARIÁVEIS DE RESILIÊNCIA HÍDRICA URBANA.....	108
5.2 SELEÇÃO DAS CIDADES ESTUDADAS E AVALIAÇÃO DE SEUS PLANOS MUNICIPAIS.....	113
<b>5.2.1 Critérios de Seleção das Cidades.....</b>	<b>114</b>
<b>5.2.2 Caracterização das cidades selecionadas.....</b>	<b>114</b>
<b>5.2.3 Análise dos Planos Municipais.....</b>	<b>119</b>
5.3 IDENTIFICAÇÃO, PROPOSIÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO DE INDICADORES DE RESILIÊNCIA HÍDRICA URBANA.....	135
5.4 PROPOSIÇÃO DE DIRETRIZES E ESTRATÉGIAS PARA INCORPORAÇÃO DA RESILIÊNCIA HÍDRICA URBANA PELOS MUNICÍPIOS.....	152
<b>5.4.1 Cenários considerados.....</b>	<b>152</b>
<b>5.4.2 Estratégias para incorporação da resiliência hídrica urbana.....</b>	<b>154</b>
<b>CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....</b>	<b>168</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>170</b>
<b>APÊNDICE A - Análise dos Planos de Diretores.....</b>	<b>203</b>
<b>APÊNDICE B - Análise dos Planos de Saneamento (incluindo Drenagem) .....</b>	<b>214</b>
<b>APÊNDICE C - Planos de Saneamentos e Planos de Drenagem independentes.....</b>	<b>219</b>
<b>APÊNDICE D - Quadro de indicadores identificados na literatura.....</b>	<b>222</b>

## APRESENTAÇÃO DA TESE

Caro leitor, esta tese tem o intuito de contribuir para o aprimoramento dos Sistemas Hídricos Urbanos, tendo como base questões relacionadas a aplicabilidade do conceito de Resiliência Hídrica Urbana (RHU) para as cidades.

A apresentação inicia-se com a citação de Gorbachev (2000) apud Linder et al. (2007), que elucida o importante papel da água:

“A água, diferente da religião e da ideologia, tem o poder de mover milhões de pessoas. Desde o nascimento da civilização humana, as pessoas passaram a se estabelecer perto da água. As pessoas se mudam quando há muito pouco; as pessoas se movem quando há é demais. As pessoas seguem em frente. As pessoas escrevem e cantam, dançam e sonham sobre isso. As pessoas brigam por isso. E todo mundo, em todos os lugares e todos os dias, precisa. Precisamos de água para beber, para cozinhar, para lavar, para alimentos, para a indústria, para energia, para transporte, para rituais, para diversão, para a vida. E não somos apenas nós humanos quem precisa disso; toda a vida depende da água para sua própria sobrevivência ” (GORBACHEV, 2000 apud Linder et al., 2007).

Assim, observa-se que essa temática vai além da gestão e dos usos múltiplos, ela permeia as civilizações mais remotas e está intrinsecamente ligada a cultura, religião e ao estilo de vida.

O filósofo e antropólogo francês Bruno Latour (1994), descreve em um de seus livros que a água se constitui em um híbrido, pois se faz presente em diversos aspectos da realidade humana, uma vez que mesmo como “bem natural” ela se integra à lógica de valor e uso, segundo os padrões sócio históricos em que está inserida.

As questões relacionadas aos recursos hídricos são largamente discutidas em diferentes esferas, com o intuito de estabelecer inovações e regulamentações dos usos da água em escalas nacional e internacional.

Entretanto, muitas vezes tais inovações e regulamentações não são suficientes ou não atendem às necessidades locais. Nesse sentido, é preciso uma mudança de paradigma e um novo “olhar local” integrado ao todo.

A partir desse pressuposto, esta pesquisa estabeleceu o conceito de Resiliência Hídrica Urbana (RHU). Tal conceito pode se tornar uma ferramenta eficiente para a estimular estratégias políticas e colaborar no desenvolvimento da gestão adequada dos recursos hídricos.

Para apresentação da pesquisa desenvolvida, a tese foi estruturada em 6 capítulos além da introdução, objetivos, referências bibliográficas e apêndices.

No Primeiro Capítulo, descrito como “ A Resiliência” é apresentada uma síntese do estado da arte, a construção de cidades resilientes e uma breve análise etimológica e conceitual em torno do risco e da resiliência. Este Capítulo também é o ponto de partida para a construção da RHU, no qual é explicada a contribuição dessa terminologia para os sistemas hídricos urbanos.

O Segundo Capítulo intitulado de “ A Regulamentação e o Gerenciamento dos Recursos Hídricos no Brasil, apresenta a trajetória da Política Nacional dos Recursos Hídricos abordando as principais legislações, instrumentos e conceitos. Também é demonstrada a importância dos Planos Municipais como norteadores do planejamento estratégico das cidades.

O Terceiro Capítulo é definido como “Indicadores para a Construção da Resiliência” e trata de uma descrição e seleção dos indicadores que associados à Resiliência podem auxiliar na construção da RHU em uma cidade.

O Quarto Capítulo “Metodologia da Pesquisa” detalha as etapas que constituem essa pesquisa, explicando como foi o desenvolvimento e quais as ferramentas foram utilizadas.

O Quinto Capítulo, denominado “Resultados e Discussão” descreve os resultados obtidos bem como as interpretações, pontos de vista e discussões da pesquisa.

Por fim, no Capítulo Seis são apresentadas as conclusões do presente trabalho e as recomendações para a continuidade dos trabalhos nesta área de estudo.

## INTRODUÇÃO

A temática da água parece estreitar os laços com os desafios para a humanidade através de questões largamente discutidas para estabelecer inovações e regulamentações do uso da água em escalas nacional e internacional.

Abordar estratégias e novas ferramentas para analisar a dinâmica interna dos ecossistemas urbanos, podem auxiliar na mudança de paradigma no planejamento das cidades, otimizando a tomada de decisão e o manejo dos recursos naturais frente aos desafios impostos pela rápida urbanização.

A expectativa sobre o aprofundamento da crise de acesso à água especialmente em decorrência das mudanças climáticas em várias partes do mundo, vem estimulando não apenas disputas materiais, mas sobretudo lutas simbólicas em torno dos diagnósticos da crise e das possibilidades de sua mitigação (MARTINS, 2013).

Muitos países em desenvolvimento estão localizados em pontos críticos de tensões relacionadas à água, particularmente na África, na Ásia, na América Latina e no Oriente Médio” (ONU, 2016).

No Brasil a situação da água exige atenção, uma vez que advimos recentemente por recorrentes crises hídricas na região Sudeste e a região Nordeste que particularmente sofre constante seca. Apesar desta situação parecer contraditória, a carência de água está cada vez mais comum e está relacionada a fatores como má gestão, falta de investimentos, poluição, distribuição geográfica da água, entre outros.

Portanto, é preciso que o sistema de gestão dos recursos hídricos seja eficiente, com leis e normativa que auxiliem no avanço progressivo da segurança hídrica, garantindo mecanismos institucionais para usos múltiplos deste recurso e para manutenção do ciclo das águas.

Nessa perspectiva, aprofundar os estudos relacionados a esta temática pode auxiliar as cidades a permanecerem seguras hidricamente e também a auxiliar para que investimentos se transformem em oportunidades e em soluções aos desafios iminentes (ONU, 2014a).

Assim, o termo Resiliência vem ganhando notoriedade e adeptos tanto no meio acadêmico quanto na gestão para o desenvolvimento de ferramentas e modelos interdisciplinares aplicáveis desde 2010, quando a ONU usou o termo para

definir cidades capazes de se recuperar de forma eficiente dos efeitos de qualquer tipo de riscos e desastres

Segundo estudos de Lhomme et al. (2013), Romero-Lankao e Gnatz (2013) e Meerow et al. (2016) as pesquisas para a Resiliência Urbana são geralmente aplicadas na redução de riscos e desastres para a diminuição da vulnerabilidade frente a grandes perturbações.

Todavia, o conceito de Resiliência Hídrica Urbana ainda é um termo pouco estudado, abordado, sistematizado e aplicado nas pesquisas relacionadas à gestão dos recursos hídricos do qual pode se tornar uma ferramenta essencial para a amparar estratégias políticas e amparar a gestão adequada dos recursos hídricos.

Assim, diante da amplitude que o conceito pode proporcionar, a abordagem da Resiliência pode ser conduzida sob uma nova perspectiva, aumentando a compreensão dos sistemas hídricos urbanos, considerando não somente as questões relativas aos riscos e desastres, mas também aos riscos urbanos relacionados a água.

Deste modo, este trabalho foi motivado pela necessidade de obter dados interpretativos para a temática da Resiliência Hídrica Urbana tendo em vista suas limitações nesse sentido, mas também seu potencial e importância para a pesquisa referente a construção da Resiliência Hídrica Urbana.

A partir desta pesquisa é possível estabelecer princípios de planejamento integrado de infraestrutura hídrica urbana, encontrando as melhores soluções, permitindo às cidades identificar os riscos aos quais está sujeita, facilitando o planejamento antecipado da RHU.

À vista disso, ressalta-se a importância do uso da ferramenta desenvolvida para o diagnóstico, planejamento, monitoramento e controle do desenvolvimento da RHU para auxiliar os gestores na definição de prioridades e na tomada de decisão para o planejamento das cidades mais resilientes.

## OBJETIVOS

### Objetivo Geral

A presente pesquisa tem por objetivo geral propor diretrizes e estratégias para a incorporação da Resiliência Hídrica Urbana em municípios com o uso de indicadores.

### Objetivos Específicos

Para desenvolver o objetivo geral, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

1. Realizar a revisão da literatura por meio de consulta e sistematização de periódicos, artigos científicos, teses, livros e legislação para desenvolver a base teórica do tema da pesquisa;

2. Identificar e sistematizar os aspectos da Resiliência Hídrica Urbana (RHU) a partir do referencial teórico;

3. Identificar cidades brasileiras de porte médio que aderiram ao programa *Making Cities Resilient: My City is Getting Ready*<sup>1</sup> elaborado pela UNISDR, analisando a presença da RHU em seus planos municipais (planos de Saneamento, Drenagem e Diretor);

4. Identificar, propor e sistematizar um conjunto de indicadores que possam ser aplicados à RHU;

5. Propor diretrizes e estratégias para incorporação da Resiliência Hídrica Urbana pelos municípios.

---

<sup>1</sup>Construindo Cidades Resilientes: Minha cidade está preparada

## CAPÍTULO 1

### A RESILIÊNCIA

#### 1.1 O CONCEITO DE RESILIÊNCIA

Nos últimos anos, a notoriedade da palavra "resiliência" aumentou no discurso acadêmico e político, com inúmeras explicações para esse aumento dramático (BROWN, 2013). Acima de tudo, talvez, a teoria da resiliência fornece limites aos sistemas socioecológicos complexos e à sua gestão sustentável (FOLKE, 2006), especialmente no que se refere às mudanças climáticas (LEICHENKO, 2011).

As raízes etimológicas da resiliência decorrem da palavra latina *resilio*, que significa "recuperar-se" (KLEIN; NICHOLLS; THOMALLA, 2003), inicialmente, o termo foi usado na física e na matemática para descrever a "estabilidade de materiais e sua resistência a choques externos" (DAVOUDI et al., 2012), na década de 1940, o termo foi adotado no campo da psicologia para descrever grupos que não alteraram o comportamento apesar da adversidade (WALLER, 2001).

À parte, a resiliência surgiu como uma perspectiva atrativa em relação às cidades, muitas vezes teorizadas como sistemas altamente adaptáveis e complexos (GODSCHALK, 2003; BATTY, 2008) visto que a urbanização sem precedentes transformou o planeta de 10% urbanos em 1990 para mais de 50% urbanos em apenas duas décadas (*UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS*<sup>2</sup>, 2010) e embora as áreas urbanas, ao menos 50 mil habitantes, cobrem menos de 3% da superfície terrestre, são responsáveis por estimar 71% das emissões globais de carbono relacionadas à energia (*INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE*, 2014).

---

<sup>2</sup>Departamento das Nações Unidas para Assuntos Econômicos e Sociais

## 1.2 O QUE É A RESILIÊNCIA?

A literatura sobre o que significa a resiliência para os ecossistemas é vasta e, mais recentemente, para a resiliência urbana, sendo assim, a literatura acadêmica tem sido particularmente prolífica ao fornecer diferentes interpretações do termo (MEEROW; NEWELL; STULTS, 2016). Como estrutura dos sistemas socioecológicos, a resiliência pode ser definida como:

“A capacidade de um sistema para absorver perturbações e reorientar-se enquanto as mudanças o transformam de modo a ainda reter essencialmente a mesma função, estrutura, identidade e *feedbacks*” (WALKER et al., 2009).

O conceito de resiliência vem sendo amplamente difundido nos conceitos de sistemas socioecológicos e sistemas ecológicos, que são fortemente influenciados pelas atividades humanas, em que se registra uma forte dependência dos sistemas sociais em relação aos recursos e aos serviços providenciados pelos ecossistemas (BERKES et al., 2003). Segundo Berkes e Folke (2003), o termo Sistemas Sócio Ecológicos (SSE) é usado para se referir a um conceito holístico, sistêmico e integrador do "ser humano na natureza", em razão disso, o SSE é entendido como um sistema complexo e adaptativo nos quais diferentes componentes culturais, políticos, sociais, econômicos, ecológicos, tecnológicos, entre outros, estão interagindo (*RESILIENCE ALLIANCE*<sup>3</sup>, 2010).

À medida que a teoria da resiliência socioecológica compreende os sistemas que mudam constantemente em formas não lineares, a resiliência torna-se uma abordagem altamente relevante para lidar com incertezas climáticas futuras (TYLER; MOENCH, 2012; RODIN, 2014).

Folke (2006) afirma que embora o conceito tenha uma história de uso em diversas áreas, o ecologista Crawford Stanley Holling em seu artigo “*Resilience and stability of ecological systems*”<sup>4</sup> (1973) é frequentemente citado como a origem da Teoria Moderna da Resiliência.

---

<sup>3</sup>Aliança para Resiliência

<sup>4</sup>Resiliência e estabilidade de sistemas ecológicos

Deste modo, ao reconhecer os ecossistemas como dinâmicos e com múltiplos estados estáveis, o trabalho de Holling tornou-se norteador para o incremento do uso contemporâneo do termo resiliência.

Holling (1996) usou a resiliência para descrever a capacidade de um sistema ecológico continuar a funcionar ou "persistir" quando mudou, mas não necessariamente para permanecer o mesmo (HOLLING, 1996). Esta definição é similar à definição utilizada pelo programa das Nações Unidas para Redução de Riscos e desastres (*UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION*, 2009) que define resiliência como:

“A capacidade de um sistema, comunidade ou sociedade que estão expostos a perigos de resistir, absorver, acomodar e recuperar dos efeitos de um perigo de forma oportuna e eficiente, inclusive através da preservação e restauração da estrutura fundamental e das suas funções básicas” *UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION*, 2009).

De acordo com a *Resilience Alliance* (2013), desde 1990 ecologistas, economistas, cientistas das áreas das ciências sociais e matemáticos têm trabalhado conjuntamente na elaboração de uma teoria da resiliência, no desenvolvimento de modelos e aplicações desta teoria e na avaliação de casos de estudo. Esta investigação científica interdisciplinar continua até aos dias de hoje, a cargo de grupos de cientistas e de gestores organizados em redes. Uma destas redes, a *Resilience Alliance*, evidencia as propriedades dinâmicas e adaptativas dos sistemas socioecológicos, definindo a resiliência como "a capacidade de o sistema absorver perturbações, ser modificado e depois se auto organizar mantendo ainda assim a sua identidade, isto é, retendo a mesma estrutura básica e modo de funcionamento". O Quadro 1.1 contém algumas das definições de resiliência amplamente adotadas e relevantes.

**Quadro 1.1 - Definições de Resiliência**

<b>Primeiro Autor Ano</b>	<b>Área   Palavra Chave</b>	<b>Definição</b>
Adger (2000)	<b>Sistemas Ecológicos e Sociais</b>	A capacidade dos sistemas social/ecológicos vinculados para absorver distúrbios recorrentes ( para reter estruturas, funções e feedbacks essenciais).
Asprone e Latora (2013)		Capacidade de adaptação ou resposta a eventos incomuns geralmente destrutivos.
Birkmann, et. al. (2010)		Um sistema resiliente como apresenta um conjunto de agências e infraestruturas que reduzem a vulnerabilidade em 3 níveis: (1) capacidade de prevenir e mitigar perdas caso os danos ocorram; (2) manutenção das condições de vida das populações dentro dos parâmetros considerados normais e (3) gestão da recuperação do impacto sofrido.
Brown, et. al. (2012)		A capacidade para responder de forma dinâmica e eficaz a circunstâncias cambiais do clima, enquanto continua a funcionar em um nível aceitável. Esta definição inclui a capacidade de resistir ou suportar impactos, bem como a capacidade de recuperação e reorganização para estabelecer a funcionalidade necessária para prevenir catástrofes e a capacidade de prosperar na melhor das hipóteses
Campanella (2006)		A capacidade de uma cidade para se recuperar da destruição.
Coaffee (2013)		A capacidade de suportar e rebater de desafios disruptivos.
Desouza e Flanery (2013)		A capacidade de absorver, adaptar e responder às mudanças nos sistemas urbanos.
Ernstson, et. al. (2010)		Para sustentar um certo regime dinâmico, a governança urbana também precisa construir uma capacidade transformadora para enfrentar Incerteza e mudança.
Folke (2010)		Gestão da capacidade dos sistemas sócios ecológicos lidarem com a mudança, se adaptarem às alterações e moldarem as modificações.

## Continuação do Quadro 1.1

Primeiro Autor Ano	Área   Palavra Chave	Definição
Lhomme, et. al. (2013)	<b>Sistemas Ecológicos e Sociais</b>	A capacidade de uma cidade para absorver o distúrbio e recuperar suas funções após uma perturbação.
Resilience Alliance (2007)		A capacidade de um sistema para absorver distúrbios e reorganizar-se durante a mudança, de modo a reter essencialmente a mesma função, estrutura e <i>feedback</i> , e, portanto, a mesma identidade.
Resilience Alliance (2010)		A capacidade de um sistema para tolerar perturbações sem colapsar em um estado qualitativamente diferente que é controlado por um conjunto diferente de processos.
Thornbush, et. al. (2013)		Uma qualidade geral dos sistemas sociais, econômicos e naturais da cidade para ser suficientemente à prova de futuro.
Tyler e Moench (2012)		Encoraja os profissionais a considerar inovação e mudança para ajudar a recuperar os estresses e os choques que podem ou não serem previsíveis.
Wagner e Breil (2013)		Capacidade geral e capacidade de uma comunidade para suportar o estresse, sobreviverem, adaptarem-se e se recuperarem de uma crise ou desastre e avançarem rapidamente.
Waller (2001)		Adaptação positiva em resposta à adversidade.
Wardekker, et. al. (2010)		Um sistema que pode tolerar distúrbios (eventos e tendências) por meio de características ou medidas que limitam seus impactos, reduzindo ou contrariando o dano e a interrupção, e permitir que o sistema responda, recupere- se e adapte-se rapidamente a tais distúrbios.

Continuação do Quadro 1.1

<b>Primeiro Autor Ano</b>	<b>Área   Palavra Chave</b>	<b>Definição</b>
Norris (2008)	<b>Comunidade e Individual</b>	Um processo que liga um conjunto de capacidades adaptativas a uma trajetória positiva de funcionamento e adaptação após uma perturbação. Resiliência estática econômica: a capacidade de uma entidade ou sistema para manter a função (por exemplo, continuar a produzir) quando chocado. Resiliência inerente: a capacidade de lidar com crises. Resiliência adaptativa: a capacidade (de uma entidade ou sistema) em situações de crise manter a função com básica.
Pickett et al. (2013)	<b>Ecológico</b>	A capacidade de um sistema para ajustar em face de condições de mudança.
Rose (2007)	<b>Econômico</b>	Resiliência: a velocidade na qual uma entidade ou sistema se recupera de um choque severo para alcançar o estado desejado.
Egeland (1993)	<b>Individual</b>	A capacidade de adaptação, funcionamento positivo ou competência bem sucedida apesar do <i>status</i> de alto risco, estresse crônico ou trauma prolongado ou grave.
Gordon (1978)	<b>Física</b>	A capacidade de armazenar energia de deformação e de se desviar elasticamente sob uma carga sem quebrar ou ser deformada.

Fonte: Elaborado pela autora

Norris et al. (2008), em um trabalho de revisão, lista vinte e uma formas correntes de interpretar resiliência, utilizadas desde o nível do indivíduo ou da comunidade, até ao dos sistemas físicos, ecológicos e sociais. A maioria das definições dá ênfase à capacidade do sistema se adaptar com sucesso a situações de perturbação, de *stress* ou de adversidade. Ainda segundo Norris et al. (2008) e no que respeita a conceptualização da definição de resiliência, parece existir um consenso entre especialistas sobre dois aspetos importantes, o primeiro aspecto é que a resiliência é mais uma "capacidade" ou um "processo" do que um "resultado" e o segundo aspecto é que a resiliência está mais associada a "adaptabilidade" do que a "estabilidade".

Porém, nota-se no Quadro 1.1 um contrassenso entre as definições, uma vez que todas as definições de resiliência apresentadas têm por base o princípio de que a resiliência é uma propriedade dos sistemas dinâmicos adaptativos, quanto maior a resiliência do sistema ou o indivíduo, maior sua flexibilidade. Contudo, um sistema resiliente é igualmente definido pela sua capacidade em manter a sua estrutura e o controle.

De acordo com Abshirini e Koch. (2017), o conceito de resiliência tornou-se equivocado devido à forma que é usado em diferentes áreas de conhecimentos, regularmente empregado em áreas como ecologia, engenharia, as ciências dos materiais, economia e arquitetura, e atualmente tornou-se um substituto quase intercambiável do termo sustentabilidade no planeamento urbano.

Embora existam definições de resiliência para vários contextos, ainda não foi identificada uma definição clara para a Resiliência Hídrica Urbana. Assim, para esta pesquisa, considerou-se o conceito que Holling (1996) utilizou para definir resiliência como balizador. Assim sendo, a Resiliência Hídrica Urbana deve ser entendida como a capacidade de um sistema hídrico urbano (suas entradas e saídas) continuar a funcionar ou persistir quando foi alterado, mas não necessariamente para permanecer o mesmo, porém, mantendo a mesma estrutura básica e modos de funcionamento. Esse conceito representa quantas mudanças um sistema pode suportar e até que ponto consegue se reorganizar e a extensão com que desenvolve a sua capacidade de aprender e de se adaptar.

### 1.3. RESILIÊNCIA *VERSUS* VULNERABILIDADE

A vulnerabilidade é um conceito que foi introduzido na discussão de risco de desastres por O'Keefe, Westgate e Wisner (1976), em resposta à abordagem centrada nos riscos passados e enfatizou a importância dos fatores sociais para o risco de desastres. De acordo com Cardona et al. (2011), incluir processos sociais abre a oportunidade de enfrentar os riscos de desastres antes de se manifestarem em desastres. O Quadro 2 apresenta algumas definições de vulnerabilidade.

**Quadro 1.2 - Definições de vulnerabilidade por diferentes Autores**

<b>Autor</b>	<b>Definição</b>
Alexander (2005)	A palavra "vulnerabilidade deriva do Latim <i>vulnenare</i> que significa exposição danos físicos e morais.
Alexander (1993)	Vulnerabilidade humana são os custos e benefícios de habitar áreas de risco ao um desastre natural.
Dow (1992)	São as diferentes capacidades de grupos e indivíduos para lidar com perigos naturais, com base em suas posições dentro da sociedade e no espaço.
Downing (1991)	Vulnerabilidade tem três conotações: ela refere-se à consequência (exemplo fome) ao invés de causa (exemplo seca); ela implica na consequência adversa e é um termo relativo que diferencia grupos ou regiões socioeconômicas, não é uma medida absoluta.
Timmerman (1981)	Vulnerabilidade é o grau em que o sistema age adversamente em virtude da ocorrência de um evento perigoso.
United Nations Disasters Relief Co-ordination (1991)	Vulnerabilidade é o grau de perda de um dado elemento em risco resultante da ocorrência de um fenômeno natural de uma dada magnitude expresso de escala de 0 (zero, sem danos) a 1 (um, dano total). Significa o grau que cada indivíduo, família, comunidade, classe ou religião em risco sofre com o acontecimento de um evento natural extremo.

Fonte: Adaptado de FUCHS; HEISS e HUBL (2007).

Analisando o Quadro 1.2, nota-se que ainda não há consenso sobre o seu conceito e a exposição a elementos vulneráveis está relacionada ao conjunto de pessoas e de bens potencialmente expostos a um evento perigoso e está, sobretudo, atribuída à distribuição espacial da população, das atividades econômicas, dos bens materiais e dos serviços públicos, que podem ser atingidos por esse evento (AYALA-CARCEDO; PISERRA, 2000).

De acordo com Gonçalves, Ribeiro e Mende-Víctor (2011), desde os séculos passados as sociedades foram aceitando que compreendendo as suas vulnerabilidades desenvolveriam estratégias para minimizar ou conseguir se adaptar melhor caso algum desastre as afetasse.

“A Vulnerabilidade e a resiliência, tanto coletivas como individuais, são dimensões chave, tanto físicas, como sociais e psicológicas da exposição ao impacto de fenômenos naturais, descrevendo o grau em que uma comunidade e os indivíduos são ou suscetíveis e/ou capazes de se recuperar e se envolverem na reconstrução positiva e de superação dos efeitos de curto e médio prazo de um de grande terremoto, ou mesmo um tsunami, entre outros fenômenos naturais e suas consequências” (GONÇALVES; RIBEIRO; MENDES-VÍCTOR, 2011).

Gonçalves, Ribeiro e Mendes-Víctor (2011) ainda relatam que o conceito de vulnerabilidade assume diferentes conotações na literatura sobre desastres, derivando da orientação e perspectiva da investigação. Neste sentido, são identificados três principais caminhos de investigação sobre vulnerabilidade: um modelo de exposição, referindo à identificação das condições que tornam as pessoas e os lugares vulneráveis a perigos extremos (ANDERSON, 2000); uma medida da resistência social, ou resiliência a fenômenos naturais partindo da suposição de que a vulnerabilidade é uma condição social (BLAIKIE et al., 1994); e a integração das potenciais exposições aos múltiplos riscos e da resiliência social com um foco específico em função de determinados locais ou regiões (KASPERSON et al., 1995; CUTTER; BURTON; EMRICH, 2010). Os mesmos autores sugerem também que a vulnerabilidade é um conceito multidimensional que ajuda a identificação de características precárias de lugares, comunidades e indivíduos, que lhes permitam responder e recuperar de desastres causados por fenômenos naturais.

Cardona et al. (2011) afirmam que o conceito de vulnerabilidade foi adotado em vários campos, razão pela qual existem várias abordagens conceituais para a vulnerabilidade, a constar:

1- A abordagem *The Pressure and Release Model-PAR* (BLAIKIE, et al., 1994; WISNER et al., 2004): centra-se nos países menos desenvolvidos e enfatiza que a vulnerabilidade é criada por meio de condições socioeconômicas, como gênero, idade ou *status* socioeconômico, na vida cotidiana. Embora esta abordagem reconheça a necessidade de perigos para gerar desastres, o foco principal é explicar

as várias causas sociais que formam a vulnerabilidade (MÄEGDEFRAU, 2016). Portanto, o modelo PAR não considera fatores como a construção de estruturas ou assentamentos em zonas perigosas como componentes de vulnerabilidade (WISNER et al., 2004).

2- A abordagem humano-ambiental: liga a vulnerabilidade a um contexto humano e ambiental mais amplo e conecta o conceito de vulnerabilidade com a ciência da sustentabilidade (TURNER et al., 2003). De acordo com essa abordagem, a vulnerabilidade é composta pelos elementos de exposição, sensibilidade (tanto de humanos como de componentes ambientais) e resiliência (incluindo enfrentamento / resposta, impacto / resposta e ajuste e adaptação / resposta) (TURNER et al., 2003).

3- A abordagem holística do risco de desastres: visa combinar todas as perspectivas de risco existentes em um conceito interdisciplinar (CARDONA, et al., 2011). O conceito divide a vulnerabilidade em exposição, susceptibilidade e capacidade de resiliência.

4- A abordagem de adaptação à mudança climática: foi utilizado pelo IPCC em seu quarto relatório de avaliação e define a vulnerabilidade como "uma função do caráter, da magnitude e da taxa de mudança climática e variação a que um sistema está exposto, sua sensibilidade e sua capacidade de adaptação" (*INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE*, 2007).

Mäegdefrau (2016) afirma que a variedade dessas abordagens mostra que a discussão sobre a vulnerabilidade e seus principais elementos ainda está em andamento, assim, torna-se complicado adquirir uma imagem abrangente e desenvolver uma compreensão individual do tema.

A aplicação prática das quatro abordagens apresentadas acima mostra que o modelo PAR é mais utilizado nas ciências sociais, enquanto a abordagem humana-ambiental encontra aplicação no contexto socioeconômico (CARDONA et al., 2011).

A abordagem de adaptação às mudanças climáticas é especialmente útil para entender e debater condições que mudam lentamente (como mudanças climáticas) e, portanto, é amplamente utilizada neste contexto, por exemplo, no quarto Relatório de Avaliação do IPCC (*INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE*, 2007) tornando a abordagem holística do risco de desastres útil na aplicação do planejamento territorial (MOVE, 2011).

Ainda que cada uma das várias estruturas enfatize diferentes pontos, há elementos que estão consistentemente relacionados à vulnerabilidade (SMIT;

WANDEL, 2006), como exposição e susceptibilidade física, que se refere à exposição espacial das pessoas aos perigos eminentes, com base em sua localização (por exemplo, morando em uma área propensa à inundação), bem como a susceptibilidade física de suas estruturas construídas (por exemplo, edifícios que não podem suportar um terremoto) além de tais exposições existem determinantes da fragilidade como gênero, idade, religião, raça ou dependência da natureza (ecológica) que também podem atuar na vulnerabilidade.

Embora alguns trabalhos considerem a exposição como um componente separado, como o *Intergovernmental Panel On Climate Change* (2012), destaca que este também pode ser considerado como um elemento de vulnerabilidade, porque está implícito na noção de vulnerabilidade. Em outras palavras, não se pode ser "vulnerável", a não ser que seja "exposto" (CARDONA et al., 2011).

Todavia, alguns críticos afirmam que limitar a vulnerabilidade a exposição e a fragilidade dos elementos, resulta em um "conceito negativo de vulnerabilidade" (GAILLARD, 2010), uma vez que ele restringe os sistemas vulneráveis para confiar exclusivamente em ações de fora para superar esse estado.

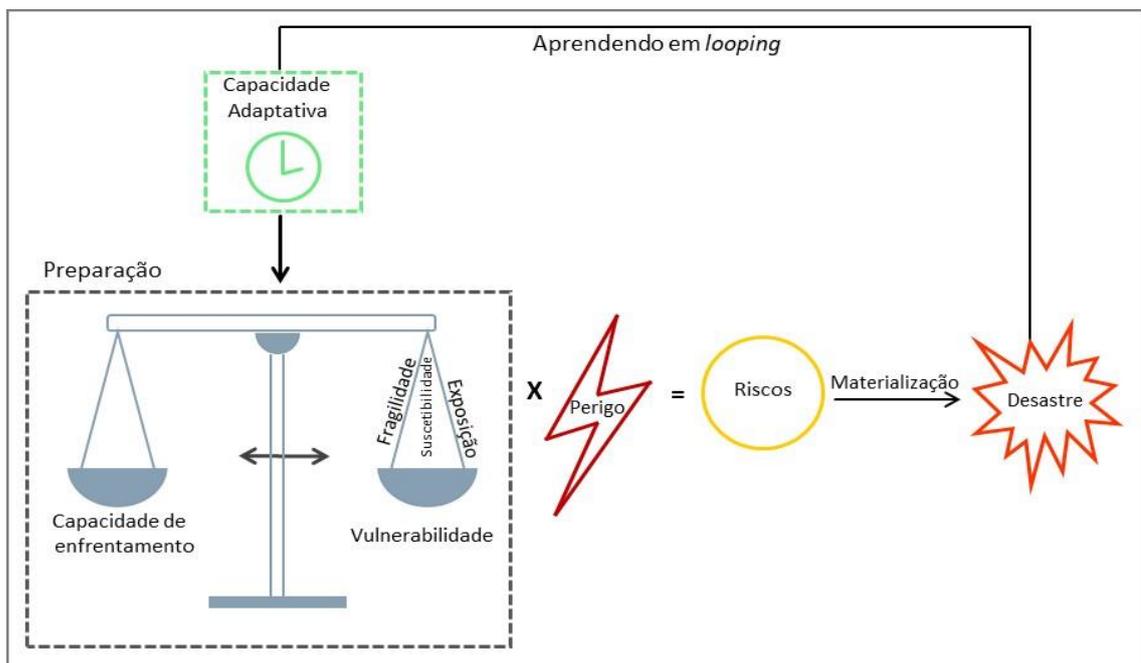
Portanto, Mäegdefrau (2016) afirma que para resolver esse problema e ampliar a compreensão da vulnerabilidade, o conceito de capacidade foi introduzido na década de 1980. Gaillard (2010) observa que a capacidade induz a habilidade das pessoas para lidar com os perigos e "reflete o surgimento do paradigma de vulnerabilidade".

De acordo com o *Intergovernmental Panel On Climate Change* (2013), a capacidade pode referir-se à adaptação ou capacidade de reação, sendo que a capacidade de adaptação é preparatória e direcionada para o futuro e a capacidade de reação é responsiva e influencia o risco atual. A capacidade de adaptação é "a capacidade dos sistemas, instituições, humanos e outros organismos de se adaptarem a possíveis danos, aproveitar as oportunidades ou responder às consequências". A capacidade de reação aborda os riscos futuros por meio de medidas implementadas hoje (por exemplo, mudança de uso da terra para reduzir o risco futuro), mas não influencia o risco de hoje (GREIVING et al., 2015) podendo ser definida também como "a capacidade das pessoas, organizações e sistemas, usando habilidades e recursos disponíveis, para enfrentar e gerir condições adversas, emergências ou desastres" (*UN OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION*, 2009).

Mäegdefrau (2016) relata que, conseqüentemente, a capacidade de adaptação atual pode ser usada para construir a habilidade de enfrentamento de amanhã se forem tomadas as medidas apropriadas. Por isso, a capacidade de um sistema é eficaz em impedir que um futuro evento perigoso se transforme em um desastre ou suporte o processo de recuperação após ocorrer um desastre.

Há um debate em curso sobre a relação entre capacidade e vulnerabilidade (CUTTER et al., 2008; GAILLARD, 2010), alguns pesquisadores entendem a capacidade, ou a falta, como um elemento de vulnerabilidade (PELLING, 2003; TURNE et al., 2003). Segundo Mäegdefrau (2016), a Figura 1.1 mostra que elemento principal desta abordagem é o ciclo de *feedback*, que permite aprender com a experiência passada. Enquanto a capacidade de reação influencia diretamente a vulnerabilidade, a capacidade adaptativa só pode interpor a sua influência atrasada no tempo, o que é ilustrado pelo relógio.

**Figura 1.1 - A Estrutura do Risco de Desastres**



Fonte: Adaptado de MÄEGDEFRAU (2016).

Segundo a abordagem holística de risco de desastre, a capacidade de aprender com um desastre é um elemento importante na redução do risco de desastres (CARDONA, et al. 2011), permitindo que o sistema use um evento disruptivo como uma chance de criar a capacidade de reagir e reduzir a vulnerabilidade para lidar com futuros eventos perigosos (MÄEGDEFRAU, 2016).

Do ponto de vista de Cardona et al. (2011) tal processo é reconhecer capacidade como resiliência. A razão para isso reside na aspiração de unificar os conceitos de capacidade e resiliência desenvolvidos separadamente.

Entretanto, há uma diferença em capacidade de reação e capacidade de adaptação, o que levanta a questão de qual tipo de capacidade é equivalente a resiliência. A diferença entre capacidade de adaptação e a capacidade de reação pode ser descrita com a seguinte citação: "Enquanto a reação visa manter o sistema e suas funções em face de condições adversas, a adaptação envolve mudanças e requer processos de reorganização" (CARDONA et al., 2011).

Cannon (1993) enfatiza a relevância do estudo da vulnerabilidade por três aspectos: resiliência, saúde e organização. A resiliência está associada ao grau de recuperação dos meios de subsistência de um indivíduo ou grupo, e sua capacidade para resistir ao impacto. A saúde é pertinente ao vigor dos indivíduos quanto ao bem-estar e as medidas sociais. E por último, o grau de organização disponível de uma comunidade para um dado perigo, algo que depende dos fatores sociais das pessoas agindo em seu próprio benefício.

Assim sendo, percebe-se que a vulnerabilidade existente para qualidade de vida e sustentabilidade urbana requer habilidade e capacidade para absorver choques e imprevistos, de tal forma que possa resistir a um eventual colapso. Tal adaptação é necessária e orientada pela dinâmica urbana, tanto em seu aspecto urbano, quanto social e socioambiental (*THE UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION*, 2012). Segundo o Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNISDR), o risco de desastre pode ser definido como:

$$\text{Risco de desastre} = \frac{\text{Vulnerabilidade} \times \text{Exposição}}{\text{Resiliência ou Capacidade de enfrentamento}}$$

Sendo o risco uma função da ameaça (um terremoto, a cheia de um rio, ou o fogo, por exemplo), da exposição de pessoas e bens a essa ameaça, e das condições de vulnerabilidade das populações e bens expostos. Esses fatores não são estáticos e podem ser aperfeiçoados, a depender das capacidades institucional e individual em enfrentar e/ou agir para redução do risco. Os padrões do desenvolvimento social e ambiental podem ampliar a exposição e vulnerabilidade e

então amplificar o risco (*THE UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION*, 2012). Fato é que vulnerabilidade, resiliência e riscos, compõem um tripé de fundamental importância para estudar as cidades, não somente porque inovam as abordagens da produção deste campo do conhecimento, mas porque introduzem uma nova perspectiva na percepção e análise dos espaços urbanos.

#### 1.4 RESILIÊNCIA URBANA

A resiliência refere-se à sua capacidade de adaptação contínua em face das grandes tendências evolutivas, permitindo ao sistema local e ou regional suportar crises e perturbações sem colapsar (SANTOS, 2009).

Os impactos das catástrofes e das alterações climáticas, bem como o aumento da procura de água, representam sérios riscos para os serviços urbanos de água, por exemplo, água potável, saneamento e drenagem segura. Esses desafios exigem uma transição para melhor gestão da água, incluindo considerações a respeito do conceito de “resiliência” (JOHANNESSEN; WAMSLER, 2017).

As cidades resilientes são menos vulneráveis e mais preparadas para lidar com a mudança, com a complexidade, com crises e perturbações múltiplas (de caráter econômico, ambiental, tecnológico, social ou político), podendo ser mais sustentáveis em longo prazo e, em um contexto atual de crescente turbulência e incerteza esta é uma capacidade cada vez mais importante (SANTOS, 2009).

Porém, para compreensão da resiliência urbana é necessário entender primeiramente a agenda internacional para redução de riscos e desastres, uma vez que tais eventos são de grande importância para a aplicabilidade do conceito.

A redução de riscos e desastres mescla componentes como aspectos técnicos, científicos, vulnerabilidade das populações, questões culturais, políticas e de participação social, fatores que influenciam diretamente na resiliência urbana.

Porém, para que a cidade tenha capacidade para lidar melhor com as ameaças impostas, é preciso que estes componentes estejam sistematizados aos conceitos multidisciplinares de diversas áreas como, por exemplo, das ciências ambientais ou econômicas, abordando a resiliência de forma interdisciplinar, no qual se integram conhecimentos provenientes de múltiplas áreas temáticas e de vários campos de investigação (SANTOS, 2009).

Meerow et al. (2016) relata que a definição de resiliência urbana é baseada

na compreensão dos sistemas urbanos, enquanto alguns estudiosos se concentram sobre os aspectos sociotécnicos ou sistemas urbanos (GRAHAM; MARVIN, 2002; GEELS;), outros enfatizam o desenvolvimento de redes socioecológicas (ALBERTI et al., 2003; RESILIENCE ALLIANCE, 2010; PICKETT; CADENASSO; MCGRATH, 2013). Ernstson et al. (2010) aconselham combinar as definições e considerar os sistemas urbanos como compostos de ambos, sociotécnicos e redes socioecológicas. Isso é razoável, se forem considerados os sistemas urbanos para consistir em vários subsistemas, que são vinculados por meio sociotécnico e conexões socioecológicas. A Figura 1.2 sistematiza alguns conceitos associados à resiliência enquanto forma de pensar.

**Figura 1.2 - Conceitos Associados à Resiliência enquanto forma de pensar**



Fonte: Adaptado de SANTOS (2009)

Mägdefrau (2016) identificou 25 definições de resiliência urbana na literatura, conforme demonstra o Quadro 1.3, que apresenta algumas definições mais relevantes. A leitura dessas definições e as publicações em que aparecem confirmam que a resiliência urbana é um conceito contestado e falta clareza devido a inconsistências e ambiguidades das definições. Klein, Nicholls e Thomalla (2003) afirmam que as definições que estabelecem a resiliência urbana são apresentadas no contexto de uma ameaça específica como, por exemplo, as mudanças climáticas ou inundações, enquanto a outra metade se concentra na capacidade de um sistema urbano para responder a todos os riscos.

**Quadro 1.3** - Definições de Resiliência Urbana

<b>Autor (es)  Ano</b>	<b>Definição</b>
Alberti et al.(2003)	O grau em que as cidades toleram a alteração antes de se reorganizar em torno de um novo conjunto de estruturas e processos.
Campanella (2006)	A capacidade de uma cidade para se recuperar da destruição.
Desouza e Flanery (2013)	Capacidade de absorver, adaptar e responder às mudanças nos sistemas urbanos.
Ernstson et al.(2010)	Para sustentar um certo regime dinâmico, a governança urbana também precisa construir uma capacidade transformadora para enfrentar Incerteza e mudança.
Henstra (2012)	Uma cidade resistente ao clima tem a capacidade de suportar os estresses das mudanças climáticas, para responder efetivamente a riscos relacionados ao clima e se recupera rapidamente de impactos negativos residuais.
Lamond e Proverbs (2009)	Abrange a ideia de que cidades possam recuperar rapidamente de grandes e menores desastres.
Liao (2012)	A capacidade da cidade para tolerar inundações e se reorganizar sem causar danos físicos e socioeconômicos. Ocorrem interrupções, de modo a prevenir mortes e lesões e manter a identidade socioeconômica atual.
Lhomme et al. (2013)	A capacidade de uma cidade para absorver o distúrbio e recuperar suas funções após uma perturbação.
Lu e Stead (2013)	A capacidade de uma cidade para absorver perturbações enquanto mantém suas funções e estruturas.
Romero-Lankao e Gnatz (2013)	Uma capacidade de populações e sistemas urbanos para suportar uma grande variedade de perigos e tensões.
Thornbush et al.(2013)	Uma qualidade geral dos sistemas sociais, econômicos e naturais da cidade para ser suficientemente à prova de futuro.
Wamsler et al.(2013)	Uma cidade resistente a desastres pode ser entendida como uma cidade que consegue: (a) reduzir ou evitar atuais e futuros perigos; (b) reduzir a susceptibilidade atual e futura aos perigos; (c) estabelecer mecanismos de funcionamento e estruturas para resposta a desastres e (d) estabelecer mecanismos de funcionamento e estruturas para desastres e Recuperação.

Fonte: Adaptada de MÄGDEFRAU (2016)

Uma vez que os processos de globalização entrelaçaram as cidades com espaços por meio de interações do sistema, que incluem o intercâmbio de materiais, água, energia e capital (ELMQVIST; BARNETT; WILKINSON, 2014), alguns estudiosos da resiliência urbana reconhecem as dimensões multiescalares desses sistemas sociais, ecológicos e técnicos e como eles se estendem além da cidade (ERNSTSON et al., 2010; DESOUZA; FLANERY, 2013; ELMQVIST, 2014).

Ernstson et al. (2010) estabelecem que as cidades sejam enquadradas como sistemas socioecológicos complexos, compostos de redes que são socioecológicas e técnicas, nesse sentido a definição de Brown et al. (2012) expressam a resiliência urbana como “a capacidade não só de desempenhar funções básicas, mas também de melhorar e prosperar”. Meerow et al. (2015, p.2) propõem uma definição integrativa de resiliência urbana, ou seja, ela é definida como:

“A capacidade de um sistema urbano - e de todas as suas redes socioeconômicas e sociotécnicas constituintes em escalas temporárias e espaciais - manter ou retornar rapidamente às funções desejadas e frente a um distúrbio adaptando-se as mudanças e transformando rapidamente os sistemas que limitam a capacidade de adaptação atual ou futura” (MEEROW et al, 2015, p.2).

De acordo com os mesmos autores, esta definição estabelece uma posição das seis tensões conceituais (Quadro 1.4).

**Quadro 1.4** - Abordagem das tensões conceituais na Resiliência Urbana

<b>Tensões Conceituais</b>	<b>Sua Configuração</b>
Conceitualização de sistemas "urbanos"	Complexos e multiescalares compostos por redes socioecológicas e sociotécnicas que englobam Governança, fluxos de materiais e energia, infraestrutura e forma e dinâmicas socioeconômicas.
Noção de equilíbrio	Falta de equilíbrio na capacidade de reter as principais funções desejáveis.
Resiliência como um conceito positivo	Uma visão normativa contestada que as cidades se esforçam para alcançar.
Caminho para a resiliência	Diferentes graus de mudança podem ser necessários; Isso pode ser visto como um contínuo desde a persistência até a transformação.
Compreensão da adaptação	Não deve se tornar altamente adaptada às condições atuais em detrimento da capacidade de adaptação geral.
Escala de tempo	A velocidade de recuperação ou transformação após uma perturbação é crítica.

Fonte: Adaptado de MEEROW, NEWELL et al. (2015)

Mägdefrau (2016) em sua pesquisa relata que existem quatro esferas da resiliência, conforme demonstrado na Figura 1.3, tais esferas correspondem a três das camadas do sistema urbano, sendo:

A esfera político-institucional, que corresponde às redes de governança onde se inclui a coordenação da redução do risco de desastres entre várias partes interessadas (por exemplo, o governo, ONGs e indústria), a criação de capacidade institucional e responsabilidade para lidar com riscos e garantir que o desenvolvimento urbano incorpore os princípios do desastre e redução de risco (ESCRITÓRIO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA REDUÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES, 2012). A esfera social e econômica, que correspondem ao contexto socioeconômico da cidade e dinâmica econômica.

Estes dois aspectos incluem o acesso a serviços em caso de catástrofe, alocação de habitação segura e inclusão de partes interessadas relevantes no processo de planejamento (esfera social), bem como a diversificação da economia local, planejamento de continuidade de negócios e a provisão de incentivos para aumentar a segurança das empresas padrões (esfera econômica) (ESCRITÓRIO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA REDUÇÃO DE RISCOS DE DESASTRES, 2012). De acordo com a dinâmica socioeconômica do sistema urbano, essas duas esferas são consideradas em conjunto como esfera socioeconômica, que é referido como resiliência socioeconômica (MÄEGDEFRAU, 2016).

A esfera ambiental pode ser ligada ao fluxo e energia do material em redes, uma vez que a maioria dos serviços prestados nessas redes depende das funções ambientais. Esta esfera inclui a proteção e restauração dos ecossistemas. A esfera ambiental é de especial importância porque as pessoas são dependentes da funcionalidade dos serviços ecossistêmicos para sobreviver, uma vez que os serviços são "os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas" (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT<sup>5</sup>, 2005).

---

<sup>5</sup>Avaliação do Ecossistema do Milênio

**Figura 1.3 - As Quatro Esferas da Resiliência**



Fonte: Adaptada de MAGDEFRAU (2016) e baseada no *UN OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION* (2012)

A *UN Office for Disaster Risk Reduction* (2012), sugere que cada uma dessas esferas desenvolva as seguintes ações:

**No âmbito Político Institucional:**

- 1-Promover a coordenação e liderança para a redução do risco de desastres;
- 2-Construir capacidade institucional e alocar recursos;
- 3-Regular o desenvolvimento urbano e local com princípios de redução de riscos.

**No âmbito Social:**

- 1-Garantir o acesso a serviços básicos para todos e fornecer redes de segurança após os desastres;
- 2-Alocar terra segura para todas as atividades estratégicas e habitação;
- 3- Incentivar a participação de múltiplas partes interessadas em todas as etapas e fortalecer as alianças sociais e os trabalhos em rede.

**No âmbito Ambiental:**

- 1-Proteger, restaurar e melhorar os ecossistemas e bacias hidrográficas;
- 2-Envolver-se na gestão de riscos baseada em ecossistemas;
- 3-Compromisso em reduzir a contaminação e melhorar a gestão.

**No âmbito Econômico:**

- 1-Diversificar as atividades econômicas locais e implementar medidas de redução da pobreza;
- 2-Planejar a continuidade dos negócios para evitar interrupções em caso de desastre;
- 3-Colocar em prática incentivos e penalidades para aumentar a resiliência e melhorar os padrões de segurança.

Mägdefrau (2016) avalia que essas esferas correspondem a uma evolução da compreensão da resiliência e são complementadas pela quarta camada do Sistema Urbano, definida como resiliência de engenharia, no qual está inserida a esfera da infraestrutura e forma urbana. De acordo com Jha; Miner e Stanton-Geddes (2013), a resiliência de infraestrutura refere-se a "uma redução na vulnerabilidade das estruturas construídas, tais como sistemas de construção e transporte, habitação, infraestrutura de utilidade e social, entre outras".

Apesar das tensões conceituais, a resiliência em nível da cidade reconhece a área urbana como um sistema dinâmico e complexo que deve continuamente se adaptar a vários desafios de forma integrada e holística.

Uma vez que as cidades e seus habitantes enfrentam diariamente o desafio de planejar a melhor forma de utilizarem recursos financeiros, humanos ou de infraestrutura para lidar com problemas de abastecimento, inundações, deficiência do sistema de educação, desigualdade social, deficiências do sistema de transporte, dificuldades econômicas e ainda se preparar para incertezas futuras (FARHAD, 2012). Construir a resiliência urbana requer não só uma compreensão dos riscos e impactos imediatos de um choque sobre a área afetada, mas também é compreender as consequências em cascata que podem ter impactos profundos e duradouros em todas as comunidades, sistemas financeiros e as fronteiras geográficas.

Todas as incertezas e desafios que a cidade enfrenta são também grandes oportunidades para o seu desenvolvimento, portanto, avançar contra essas incertezas significa uma cidade mais resiliente e, ao mesmo tempo, enfrentar os desafios ambientais, econômicos e sociais, estará criando oportunidades para todos os atores envolvidos (FARHAD, 2012).

## 1.5 A CONSTRUÇÃO DE CIDADES MAIS RESILIENTES

A cidade, sendo um sistema, pode resistir e / ou se recuperar rapidamente a partir de vários conflitos, e assim melhorar o seu desempenho ao longo do tempo, em outras palavras, ao pensar em planejamento urbano, infraestrutura e crescimento é preciso levar em conta os possíveis impactos que podem atingir uma cidade, provenientes de fenômenos climáticos extremos ou não.

Os estudos sobre a resiliência em cidades surgiram a partir de um sentimento generalizado de incerteza e insegurança e pela busca de soluções para a adaptação e sobrevivência, como resposta a uma matriz bastante diversificada de choques externos, incluindo crises financeiras, alterações climáticas perigosas, movimentos terroristas e desastres ambientais extremos. De acordo com Pitteri e Bresciani (2013), a noção de resiliência pode estar associada tanto ao aumento da sensação de risco econômico, político ou ambiental e também pela percepção que os processos emergentes na sociedade pós-industrial têm acentuado as desigualdades sociais, econômicas e políticas das localidades. A intersecção de uma crise econômica com uma crise ambiental aumentou a sensação de vulnerabilidade e, portanto, tem estimulado a busca de novos caminhos para se compreender a resiliência das cidades (PITTERI; BRESCIANI 2013).

Portanto, a resiliência se aplica em como os indivíduos, as comunidades e as empresas lidam no dia a dia com os múltiplos choques e tensões e também como atores sociais percebem as oportunidades para um desenvolvimento transformador. (UN- HABITAT, 2012).

Segundo Mendonça (2011), no Brasil a noção de resiliência orienta-se além dos aspectos econômicos, existem vulnerabilidades potenciais das regiões a partir de três formas de manifestação de riscos: natural, tecnológica e social. Cada uma delas pode se manifestar de forma isolada, contudo, quando ocorre a associação de

duas ou mais formas, a sociedade humana é colocada em perigo, porém, não atinge a todos da mesma maneira. Por exemplo, a formação de situações climáticas perigosas revela uma condição natural de risco para o planeta, mas, as diferenciações sociais, políticas, econômicas e culturais das populações revelam fragilidades que se somam às vulnerabilidades aos eventos extremos (PITTERI; BRESCIANI 2013).

Nessa sequência, destaca-se a reflexão de Simmie e Martin (2010), que desenvolve um questionamento sobre a ambiguidade existente nas interpretações da expressão resiliência aplicada aos estudos regionais. Os autores sugerem uma combinação de conceitos, dimensões e variáveis envolvidas nos estudos sobre o tema, de modo a considerar o grau de resistência da região a choques, pois os comportamentos das regiões dependem diretamente dessa variável.

A *Resilience Alliance* (2007) e Meerow et al. (2016) argumentam que os sistemas urbanos são compostos por quatro subsistemas: as redes de governança, a dinâmica socioeconômica, o fluxo metabólico (ou fluxo de material) e o ambiente construído (Figura 1.4). A resiliência urbana é dependente e integrada aos quatro sistemas, sendo que tais sistemas estão interligados em um fluxo contínuo.

**Figura 1.4-** Esquema Conceitual Simplificado do Sistema Urbano



Fonte: Adaptada *RESILIENCE ALIANCE* (2007) e *MEEROW* et al. (2016)

Segundo a *Resilience Alliance* (2007), as redes governamentais abrangem as conexões entre vários atores relevantes ao sistema urbano, isso inclui vários níveis governamentais, Organizações não Governamentais (ONGs), empresas e indústrias. A dinâmica socioeconômica refere-se à ordem social da cidade, que depende da estrutura demográfica da cidade, suas normas sociais e bens financeiros. Isso também inclui hierarquias desenvolvidas e baseadas em uma distribuição desigual de riqueza e poder. Essas características, portanto, destacam questões de justiça em sistemas urbanos (*RESILIENCE ALLIANCE*, 2007; MEEROW et al., 2016).

O fluxo metabólico urbano dos sistemas urbanos inclui processos que fornecem à cidade serviços essenciais como água, energia ou fornecimento de alimentos e remoção de resíduos (MEEROW et al., 2016). A *Resilience Alliance* (2007) ressalta que essas instalações geralmente dependem de serviços ecossistêmicos como fornecimento de fontes de energia de água doce, fóssil ou renovação, alimentos, razão pela qual essa camada está ligada à funcionalidade do meio ambiente. Além disso, esses serviços requerem uma infraestrutura de serviços úteis e, portanto, também estão conectados ao ambiente construído (MÄEGDEFRAU, 2016).

O ambiente construído segundo Meerow et al. (2016) é a estrutura implícita onde todos os outros processos ocorrem e onde estão incluídas a infraestrutura de serviços da cidade como redes de comunicação, energia, água, saneamento, transporte, edifícios e espaços verdes.

De acordo com Mägdefrau (2016), ao considerar esses aspectos do sistema urbano (fluxo metabólico e ambiente construído), torna-se evidente que a infraestrutura e a forma urbana de uma cidade podem ser associadas aos aspectos sociotécnicos, porém as demais subdivisões do sistema urbano como a governança em rede, a dinâmica socioeconômica, a rede de fluxo de energia e material (que depende da funcionalidade do ambiente) podem ser considerados como redes socioecológicas.

A referida autora enfatiza que as redes socioecológicas, ao contrário das redes sócias técnicas, possuem a capacidade de mudar de um equilíbrio para outro sempre que as condições circundantes o exigirem. Elas estão, portanto, conectadas a uma compreensão evolutiva da resiliência. Essas redes incluem aspectos político-institucionais, sociais, econômicos e ambientais que interagem continuamente uns com os outros. Se um desastre, ou qualquer outro evento, interrompe essas

estruturas, elas podem evoluir para um novo estado que atenda melhor a situação atual. A melhoria desses processos ajuda o sistema a evoluir para um novo estado de equilíbrio (BIRKMANN et al., 2010) e, conseqüentemente, se tornar mais resiliente.

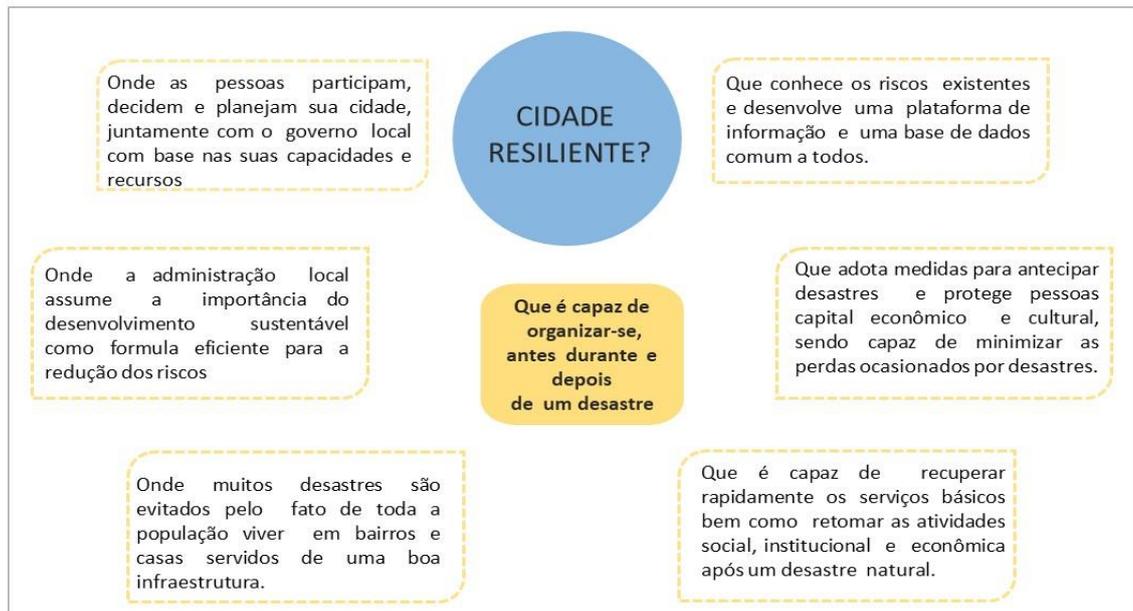
Com outro enfoque, Meerow et al. 2016 sugerem que os sistemas urbanos são conceitualizados como ecossistemas complexos, adaptativos e emergentes, compostos por quatro subsistemas: redes governamentais, material em rede e fluxos de energia, infraestrutura e forma urbana e dinâmicas socioeconômicas, sendo todas interligadas em redes complexas.

Segundo a *Resilience Alliance* (2007), as dinâmicas socioeconômicas, como o capital monetário, a demografia e a justiça e a equidade, dão forma aos outros subsistemas e aos meios de subsistência e capacidades dos cidadãos urbanos.

Ainda na Figura 1.4 são enfatizadas as interconexões tanto dentro como entre os quatro subsistemas complexos e adaptativos, que interferem em múltiplas escalas espaciais e temporais. Para uma avaliação abrangente da resiliência urbana, esses subsistemas e os recursos precisam ser considerados (MEEROW et al., 2016). Para reter a interdependência do sistema em escalas espaciais e temporais, os sistemas urbanos devem ser entendidos como entidades incorporadas em "redes" mais amplas de recursos globais, *commodities* comunicação e administração multinível (MEEROW et al., 2016). Tais redes são essenciais para o funcionamento urbano. Desouza e Flanery (2013) registram que tanto os processos físicos como os sociais podem ser entendidos como interações espaciais e temporais em redes.

Santos (2009) afirma que uma cidade resiliente, no domínio dos desastres naturais, tem uma maior capacidade de preparação, adaptação, antecipação, aprendizagem e de auto-organização em função de choques externos. Como mostra a Figura 1.5, uma cidade resiliente é menos vulnerável e assume uma melhor preparação para lidar com a mudança, com a complexidade dos riscos existentes, com crises e perturbações múltiplas, evitando disrupções e colapsos, como consequência de um desastre (CARVALHO et al., 2013).

**Figura 1.5 - Princípios da Cidade Resiliente**

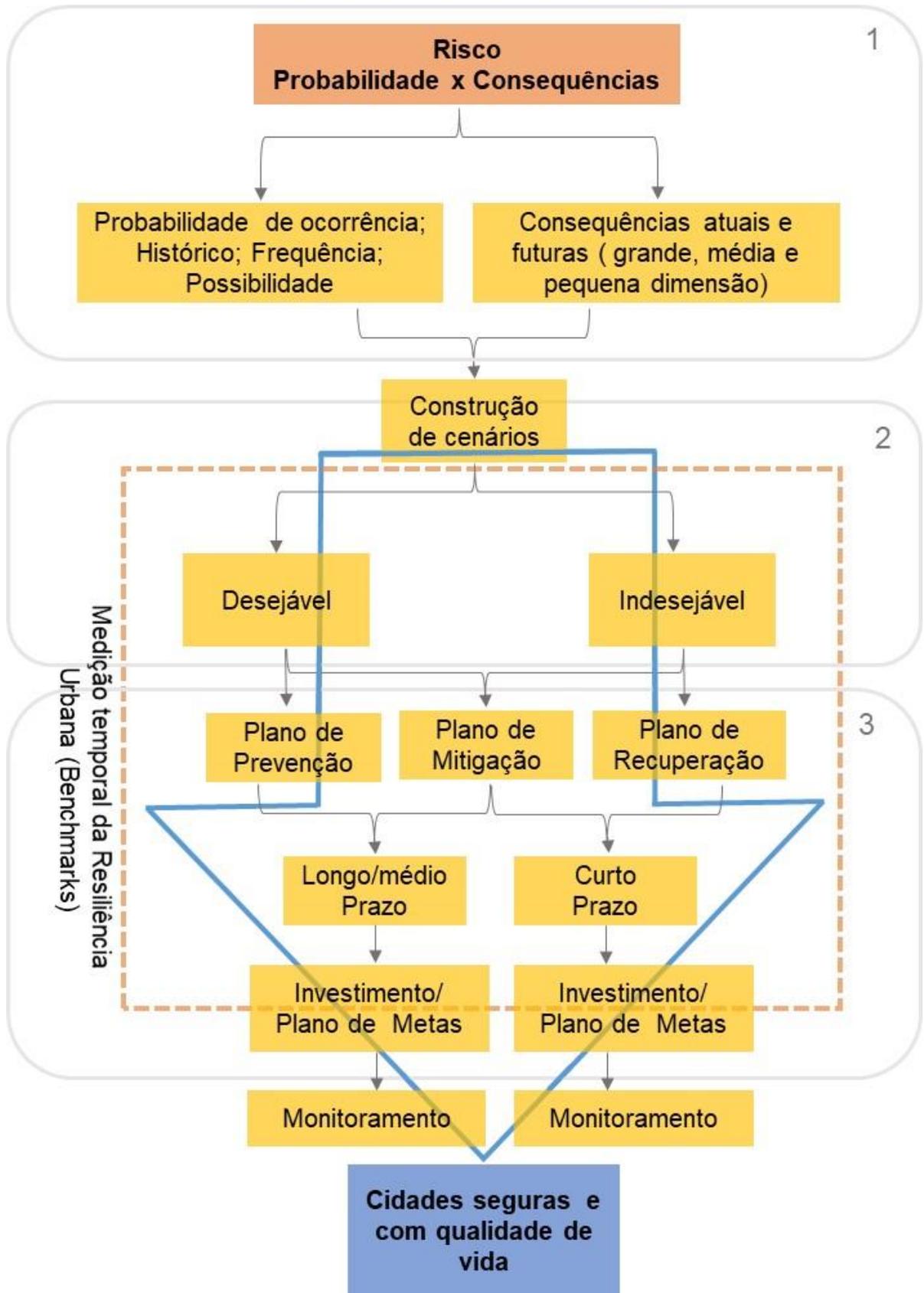


Fonte: Adaptado de CARVALHO et al. (2013)

Legitimando os autores supracitados, Matiazzi; Bragança (2018) propuseram em seu trabalho uma ferramenta de diagnóstico para o monitoramento da Resiliência no qual são desenvolvidos processos de definição e implementação de uma agenda resiliente. O método proposto está esquematicamente ilustrado na Figura 1.6 e adota os seguintes princípios de atuação:

1. Avaliação de riscos (probabilidade x consequência);
2. Medição atual de resiliência na cidade;
3. Observação das principais vulnerabilidades;
4. Construção de cenários prospectivos (cenários otimistas, pessimistas e o cenário ideal);
5. Planejamento estratégico para alcançar o cenário ideal (desejável);
6. Desenvolvimento de plano de metas e;
7. Monitoramento e avaliação contínua durante todo o processo de execução dos projetos que serão propostos.

Figura 1.6 - Metodologia para a promoção de Resiliência Urbana



Fonte: Adaptado de MATIAZZI; BRAGANÇA (2018)

Resumidamente, o processo ilustrado na Figura 1.6 pode ser dividido em três etapas. Na primeira fase, há análise aprofundada do risco, considerando sua probabilidade de ocorrência e suas consequências. Na segunda fase, com base nos dados investigados na primeira fase, são construídos os cenários (desejáveis e indesejáveis) das vulnerabilidades. Nessa fase, a primeira avaliação aplicando os indicadores de segurança do SBTool Urban (Benchmarks) servirá para estipular o objetivo alvo e adotar uma média de evolução durante a aplicação dos projetos e ações, avaliando periodicamente, notando se há melhoria e, caso não haja, possibilitará novo estudo e estratégia. A construção de cenários possibilita analisar o passado e construir o futuro de acordo com dados e história. Nesse contexto, a terceira fase será a construção de cenários prospectivos para o desenvolvimento de planejamento estratégico, permitindo que o cenário atual caminhe para o cenário ideal. Nessa fase são desenvolvidos os planos de metas de médio e longo prazo, analisando atores chave do projeto e o investimento necessário de cada plano.

Portanto nota-se que metodologia busca auxiliar os gestores nas tomadas de decisões referente a Resiliência Urbana a fim de que o processo possa ser monitorado desde o início do projeto, diminuindo todos os tipos de riscos tanto na gestão quanto na implementação, de maneira a salvaguardar o investimento e o desenvolvimento do projeto a médio e a longo prazo (MATIAZZI; BRAGANÇA, 2018).

### **1.5.1 A Resiliência para uma nova Agenda Urbana**

Quanto mais as pessoas e indústrias estão concentradas nas cidades, mais variabilidade de conflitos e tensões pode influenciar, positiva ou negativamente, sobre a resiliência (Quadro 1.5). Em termos gerais, os fatores que influenciam a resiliência de uma cidade incluem o alcance e a gravidade dos perigos, o risco para vidas e propriedades, a vulnerabilidade e exposição dos sistemas humanos sociais e ambientais e o quanto o governo está preparado para enfrentar qualquer choque ou estresse.

Desta forma, a partir do conceito de resiliência, há possibilidade de diminuição de riscos e desastres, considerando uma perspectiva mais ampla para as tomadas de decisões e assim, podem ser adotadas medidas para reduzir as perdas.

**Quadro 1.5 - Classificação de Riscos Urbanos (choques e tensões)**

<b>Natural</b>	<b>Tecnológico</b>	<b>Crises: sociais, econômicas políticas e culturais</b>
1.Pandemia e Epidemia	1.Vazamento químico	1.Crise habitacional, energética, de alimentos e da água
2.Infestação por Insetos	2.Desmoronamento	2.Guerras, terrorismo, massacres
3.Seca	3.Explosão	3.Conflitos políticos, sociais e econômicos
4.Temperaturas extremas	4.Fogo	4.Descontinuidade dos negócios
5.Fogo incontrolável	5.Vazamento de gás	5.Desemprego excessivo
6.Terremoto	6.Derramamento de óleo	6.Corrupção
7.Movimento de massas	7.Intoxicação	
8.Vulcão	8.Radiação	
9.Inundação	9.Acidente de transporte	
10.Tempestade	10.Degradação dos sistemas	
	11.Água, Energia, entre outros	

Fonte: Adaptado de *WORLD BANK* (2014)

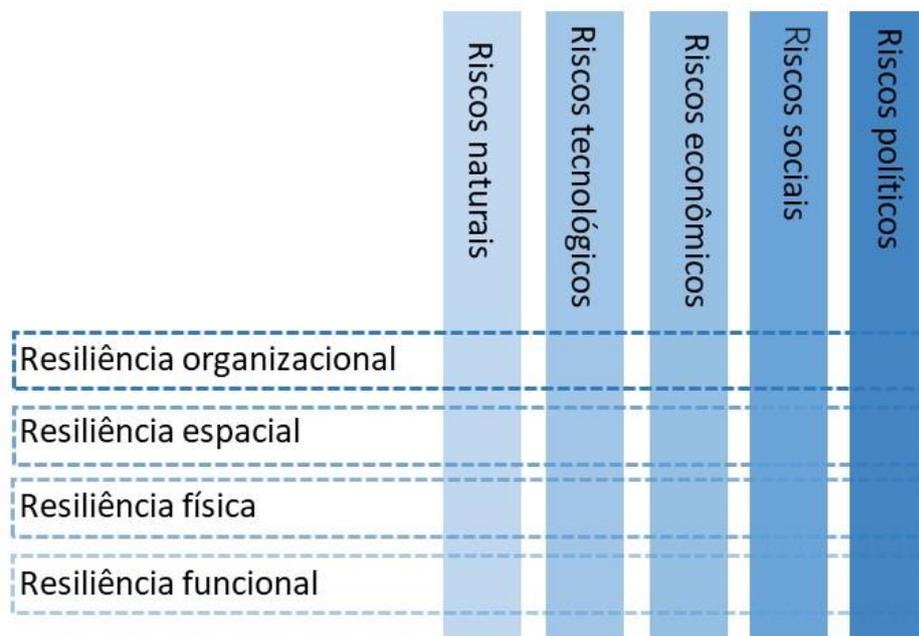
O termo Resiliência também está ajudando os planejadores urbanos, os governos locais e as empresas a pensarem sobre as inter-relações da natureza no planejamento urbano nos níveis sociais, econômicos e ambientais. Por exemplo, o terremoto na costa do Chile, em abril de 2014, e os tremores subsequentes, destacaram os benefícios de investi-la na preparação e mitigação de risco associado com riscos sísmicos.

A resiliência na esfera municipal reconhece a área urbana como um sistema dinâmico e complexo que deve continuamente se adaptar a vários desafios de forma integrada e holística (*WORLD BANK*, 2014). O "sistema urbano" pode ser entendido em todas as áreas como funcional (por exemplo, geração de receita municipal), organizacional (por exemplo, governação e liderança), física (por exemplo, infraestrutura) e espacial (por exemplo, planos urbanos e modelos) (*UN-HABITAT*<sup>6</sup>, 2012).

<sup>6</sup>Programa das Nações Unidas para os Assentamentos

Como mostra a Figura 1.6, cada parte do sistema tem uma dependência inerente do outro, a resiliência exige uma compreensão desta relação intrínseca, com a visão de que as cidades não podem ser resilientes em isolamento. Tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento, as cidades são vulneráveis ao rompimento ou “quebra de peças individuais”, como por exemplo, crises econômicas, epidemias, ou uma falha do governo para gerenciar deficiências no sistema.

**Figura 1.7** - Abordagem do modelo de Sistemas Urbanos



Fonte: Adaptada de *UN-HABITAT* (2012)

Por exemplo, em Santa Fé (Argentina) o governo municipal usou a ameaça de inundações perene para criar um "plano de ação de resiliência integrada" redirecionado ao desenvolvimento para zonas mais seguras, e aproveitou a oportunidade para fazer outras melhorias, tais como conectando comunidades às redes de transporte.

Assim, o planejamento e as legislações fornecem um quadro útil para a compreensão da resiliência, portanto, em termos de planejamento, estratégias de resiliência podem suportar um modelo positivo de urbanização que é conectada, integrada e inclusiva, promovendo decisões no conhecimento dos riscos que são testados contra múltiplos *stress* e ter o maior impacto para a maioria das pessoas.

Campanella (2006), Coaffee (2013); Lhomme et al. (2013) ressaltam que a resiliência urbana é entendida como a capacidade de retornar a um estado "normal" ou estável após uma perturbação, mas quem define a normalidade da resiliência urbana? Como a resiliência urbana pode ser moldada? Meerow et al. (2016), garantem que a resiliência urbana é moldada por quem define a agenda, cuja resiliência está sendo priorizada e quem beneficia ou perde um resultado. Sendo assim, os autores apontam cinco questões ou "5Qs" fundamentais relacionadas à resiliência urbana (Quadro 1.6).

Atualmente, embora a resiliência urbana seja amplamente aplicada, raramente é operacionalizada, como demonstrado no Quadro 1.6. Vários fatores são determinantes para que de fato a resiliência exista em uma área urbana, assim sendo, cidades podem ser resilientes em diversos conceitos e concepções e a tomada de decisão dos governantes sobre qual ameaça deve ser abordada é um passo importante para a operacionalização da resiliência. Adger (2000) e Vale (2014) afirmam que algumas partes interessadas como governo e / ou instituições sem fins lucrativos representam apenas seus próprios interesses, portanto, é especialmente importante incluir grupos populacionais vulneráveis no processo de tomada de decisão.

**Quadro 1.6 - Questões Fundamentais Relacionadas à Compreensão da Resiliência Urbana**

	Questões para considerar	Premissas
<b>Quem?</b>	<p>Quem determina o que é desejável para um sistema urbano?</p> <p>Qual a resiliência priorizada?</p> <p>Quem está incluído e excluído do sistema urbano?</p>	<p>A visão de um futuro resiliente desejável prevalece e quem beneficia ou perde como resultado desta construção particular? Os atores urbanos têm diversas visões de mundo e prioridades e aqueles com o poder de tomar decisões sobre a forma como a resiliência é aplicada serão baseados na sua perspectiva. Adger (2006) e Vale (2014) sugerem que os tomadores de decisão são principalmente preocupados com seus interesses pessoais de curto prazo, em vez de longo prazo Benefício dos mais vulneráveis. Quem toma as decisões (muitas vezes em uma determinada jurisdição Escala). A resiliência é priorizada em relação à escala de tempo (WAGAGENAAR; WILKNSON, 2015). Quem é incluído e excluído do sistema de foco urbano? Quem começa a desenhar esses limites? "Quem conta como a cidade?" (VALE, 2014) Pensando em Questões de resiliência para considerando potenciais <i>trade-offs</i> entre partes interessadas (FABINYI, 2008).</p>
<b>O que?</b>	<p>Com quais perturbações o sistema urbano deve ser resiliente?</p> <p>Quais redes e setores estão incluídos no sistema urbano?</p> <p>O foco na resiliência genérica ou específica?</p>	<p>A resiliência operacional requer a especificação do que será resiliente (CARPENTER et al., 2001). Políticas e intervenções urbanas variam dependendo de qual o distúrbio é priorizado (por exemplo, mudanças climáticas, catástrofes naturais, terrorismo). Quais partes da população, infraestrutura ou fluxo de recursos de uma cidade serão mais resiliente? Isso implica rever o que está incluído no meio urbano. Meerow, Newell e Wu E Wu (2013) optam pela resiliência geral com base no argumento de que enfocando ameaças específicas tendem a minar a flexibilidade e diversidade do sistema possíveis respostas. Pesquisa sobre capacidade de adaptação, no entanto, mostrou que equilibrar os dois é crucial (EAKIN; LEMOS; NELSON, 2014).</p>
<b>Quando?</b>	<p>O foco em distúrbios de início rápido ou mudanças de início lento?</p> <p>O foco na resiliência em curto prazo ou na resiliência em longo prazo?</p> <p>O foco na resiliência das gerações presentes ou futuras?</p>	<p>Qual o principal objetivo de construir resiliência a interrupções de curto prazo (por exemplo, furacões) ou a longo prazo (por exemplo, mudanças de precipitação causadas pela mudança climática)? Se o foco estiver no em curto prazo, então, de acordo com Chelleri e Olazabal (2012), o objetivo é o sistema persistir, enquanto uma perspectiva de longo prazo provavelmente exigiria algum grau de transição ou transformação. Walker e Salt (2006) argumentam que a construção de longo prazo da resiliência geralmente ocorre à custa da eficiência em curto prazo. Outra questão relacionada à escala temporal é se as intervenções de resiliência se concentram em antecipar ameaças futuras ou reagindo a distúrbios passados (CHELLERI; OLAZABAL, 2012; VALE, 2014).</p>

Continuação do Quadro 1.6

Questões para considerar		Premissas
<b>Onde?</b>	<p><b>T</b> Onde estão os limites espaciais do sistema urbano?</p> <p><b>R</b> A resiliência de algumas áreas é priorizada em relação a outras?</p> <p><b>A</b> A resistência do edifício em algumas áreas afeta a resiliência em outros lugares?</p> <p><b>D</b></p>	<p>As cidades estão intrinsicamente ligadas às suas regiões circundantes e globalmente através de commodity, redes sociais, econômicas, políticas e de infraestrutura (CASTELLS, 2002; DA SILVA, KERNAGHAN; LUQUE, 2012; HODSON; MAVIN, 2010; SEITZINGER et al., 2012). A resiliência de uma cidade, portanto, exige a consideração de sua relação com maiores redes de fluxos (PEARSON; PEARSON, 2014). Assim sendo, a resiliência local pode ser afetada por processos de escala global, como por exemplo, a recessão mercados financeiros (ARMITAGE; JOHNSON, 2006). Inversamente, transformação em escala local podem catalisar mudanças em escala maior. No entanto, em contextos empíricos essas dimensões escalares muitas vezes recebem atenção insuficiente (CHELLERI et al., 2015; MACKNNON; DERICKSON, 2012). Como observa Beilin e Wilkinson (2015), onde a delimitação do urbano é delineada há implicações em todos os níveis de gestão, Governo e comunidades.</p>
<b>Por quê?</b>	<p><b>O</b> Qual o objetivo da construção da resiliência urbana?</p> <p><b>F</b> Quais são as motivações subjacentes para a construção da resiliência urbana? O foco no processo ou no resultado?</p> <p><b>S</b></p> <p><b>?</b></p>	<p>Dado a crítica de que as políticas baseadas na resiliência estão muito focadas em manter a status quo, torna-se crucial questionar por que a resiliência urbana está sendo estudada ou promovida e o objetivo final dessas intervenções (MEEROW, NEWEL, 2016). É para melhorar a adaptação de processos em geral, alcançar um certo resultado, ou ambos? Intervenções de resiliência urbana tendem a priorizar a recuperação rápida do sistema após um distúrbio, mas isso não é necessariamente desejado. “ Conectando-se de volta ao "Quem" destacando a necessidade de entender o contexto político, e a tomada de decisão que define a agenda de resiliência, assim os planejamentos urbanos e intervenções devem ser considerados em termos de políticas, contexto, <i>trade-offs</i> e interconexões.</p>

Fonte: Adaptado de MEEROW e NEWELL et al. (2016)

### **1.5.2 A Resiliência Hídrica Urbana (RHU) no contexto das Mudanças Climáticas**

O progresso dos centros urbanos impacta diretamente os recursos naturais e no desequilíbrio da resiliência urbana, sendo que tais alterações têm provocado uma desarmonia nos sistemas naturais, especialmente na disponibilidade dos recursos hídricos. Esta condição somada às mudanças climáticas vem resultando em situações de vulnerabilidade que levaram aos desastres ambientais (BERTONE; MARINHO, 2013; SPINELLI et al., 2016)

A disponibilidade de recursos hídricos está conectada ao bem-estar das sociedades, assim a mudança na disponibilidade de água por meio da precipitação, secas e esgotamento dos volumes dos aquíferos, pode ter consequências significativas para o desenvolvimento das comunidades urbanas (DURAN-ENCALADA et al., 2017).

De acordo com o World Bank (2014), existe um crescente reconhecimento global da necessidade de adaptar planejamento, desenvolvimento e práticas de gestão para condições climáticas futuras. Embora as condições locais variem, muitas cidades em todo o mundo estão enfrentando riscos climáticos crescentes, gerando um conjunto com maior probabilidade de inundação, seca, pressão no abastecimento de água, temperaturas mais altas, aumento do nível do mar e tempestades (ROSENZWEIG et al., 2011; *UN-HABITAT*, 2011).

Assim sendo, diante da integração econômica global, há uma tendência crescente e necessária da comunidade mundial lidar com as questões ambientais em esforços conjuntos (KEOHANE, 2002; CHEN, 2012), sendo o aquecimento global e as mudanças climáticas causadas pelas emissões de gases de efeito estufa ficando no topo da agenda global (*INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE*, 2013).

Joel et al. (2018), destacam que apesar do consenso científico de que o clima está mudando, crenças sobre fatores causais variam amplamente entre o público em geral. As reconstruções de temperatura durante os últimos 1000 anos indicam que as mudanças da temperatura global não sejam exclusivamente devido a causas naturais, considerando as grandes incertezas dos registros paleoclimáticos.

Durante os primeiros séculos da Revolução Industrial de 1760 até 1960, os níveis de concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico aumentou de uma estimativa de 277 ppm (partes por milhão) para 317 ppm, ou seja, um aumento de 40 ppm. Durante as recentes quatro décadas, de 1960 até 2001, as concentrações de CO<sub>2</sub> aumentaram de 317 ppm para 371 ppm, um acréscimo de 54 ppm (MARENGO, 2007).

O quarto Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (*INTERNATIONAL PANEL ON CLIMATE CHANGE*, 2001a) descreve no seu Terceiro Relatório de Avaliação que a Terra sempre passou por ciclos naturais de aquecimento e resfriamento, da mesma forma que períodos de intensa atividade geológica lançaram à superfície quantidades extraordinárias de gases que formaram de tempos em tempos uma espécie de bolha gasosa sobre o planeta, criando um efeito estufa natural. Ocorre que, atualmente, a atividade industrial está afetando o clima terrestre na sua variação natural, o que sugere que a atividade humana é um fator determinante no aquecimento.

Assim, observa-se que as mudanças climáticas ocupam um lugar cada vez mais relevante no mundo do desenvolvimento e, conseqüentemente, há um interesse crescente em aplicar a resiliência para enfrentar os desafios das mudanças climáticas urbanas. Deste modo, Friend e Moench (2013), afirmam que:

“A aplicação da teoria da resiliência tem um potencial considerável para nossa compreensão das particularidades da vulnerabilidade do clima urbano com sua ênfase em sistemas complexos que são cada vez mais importantes para a vida urbana” (FRIEND; MOENCH,2013).

Segundo Gunderson et al. (2001), a literatura sobre mudança climática há muito tempo considera o conceito de resiliência como um meio superar a distinção histórica entre mitigação e adaptação e como forma de enquadrar respostas a mudanças, tais como aumentos na variabilidade climática, que aumentam a incerteza. Friend e Moench (2013) relatam que o conceito de resiliência modifica o pensamento sobre a mudança climática para longe dos choques e crises com impactos específicos, para um contexto de mudança contínua, caracterizado por maior incerteza e risco.

Estudos acadêmicos e de institutos de pesquisas apontam que os desastres naturais não são somente de caráter natural e sim social, causados por ações

humanas (AMORIM et al., 2014). A interferência humana pode alterar as condições de precariedade do meio, aumentando os fenômenos climáticos, potencializando a ocorrência dos desastres naturais.

Guarani; Teixeira e Alchorne (2015) afirmam que a ocupação desordenada, a falta de políticas habitacionais, de prevenção e de conscientização quanto à moradia em áreas de risco, associados às adversidades naturais, impactam diretamente a situação. Os mesmos autores ainda afirmam que os riscos não derivam unicamente dos efeitos da natureza, mas da carência de políticas sociais e públicas nas áreas de infraestrutura. Carter et al. (2015) relatam que:

“Em geral, os impactos das mudanças climáticas surgem em cidades onde variáveis climáticas (tais como extremos de temperatura e precipitação) interagem e afetam os recursos de sistemas urbanos (incluindo pessoas, o ambiente construído e infraestrutura). As consequências resultantes podem ser físicas (por exemplo, danos à infraestrutura e habitats) e / ou socioeconômicos (por exemplo, perda de receitas, ameaças à saúde e ao bem-estar). Dada à complexidade, sistemas urbanos e as inter-relações entre seus elementos constituintes, é difícil isolar os impactos da mudança climática em setores específicos e temas, embora os impactos físicos diretos de uma inundação podem parecer especialmente óbvios e muitas vezes podem ser remediados ambientalmente os impactos socioeconômicos, tais como danos psicológicos às vítimas das enchentes são mais difusos, intangível e duradouro” (CARTER et al.,2015).

Deste modo Davoudi, et al. (2010) demonstram que o pensamento de resiliência pode encorajar uma abordagem para planejar e projetar áreas urbanas para o futuro, mediante a incorporação da mudança climática, adaptação no âmbito do sistema de planejamento, abrangendo temas ligados à resiliência urbana, uma vez que este pode estimular mudanças dentro do próprio sistema (LU; STEAD, 2013).

Um bom exemplo é a cidade de Roterdã na Holanda, na qual as questões da mudança climática levantaram desafios para lidar com riscos de inundação (LU; STEAD, 2013). McCarthy (1998) descreve que o ordenamento do território sintetiza tradição holandesa de elaboração de políticas integradas e a gestão da água. Desde os anos 2000 que documentos de planejamento começaram a demonstrar uma consciência dos impactos das inundações relacionadas com o clima.

Lu e Stead (2013) afirmam que vários documentos de planejamento indicam que o conceito de resiliência foi abordado no desenvolvimento de políticas para

monitorar as condições em Roterdã como, por exemplo, em nível nacional, o Plano Nacional da Água e o projeto “Visão da Água”, que mencionam novos requisitos para monitorar a atual situação com fins de fornecer uma melhor compreensão das tendências futuras.

O estudo de caso de Roterdã indica que, embora níveis mais altos de governo estejam autorizados a estabelecer requisitos, a própria cidade é um fator chave no desenvolvimento de estratégias. Planejadores e tomadores de decisões no município são importantes para transformar as ameaças climáticas em oportunidades para a economia e beneficiar os mercados globais, especialmente em relação a questões de metas e ações que estabelecem parcerias globais, desenvolvendo redes internacionais para colaborações em nível de cidade e trocas de conhecimento para compartilhar metas e implementação estratégias.

Apesar do exemplo acima descrito, Lu e Stead (2013) declaram que a fim de garantir que o termo "resiliência" mantenha a sua utilidade, há uma necessidade de continuar questionando como o conceito é usado e aplicado em áreas urbanas e como é possível tornar o conceito de resiliência convencional em esforços para o desenvolvimento.

Ainda que conceito de resiliência seja abrangente, há algumas discordâncias em como utilizar os conceitos e de como definir e medir a resiliência, porém, existe amplo consenso de que:

- a) As cidades devem tornar-se resilientes a uma ampla gama de choques e tensões, a fim de estarem preparadas para as alterações climáticas e;
- b) Esforços para promover a mudança climática a resiliência deve ser acompanhada de esforços para promover desenvolvimento e sustentabilidade (LU; STEAD, 2013).

Nota-se, portanto, que a resiliência está ganhando força entre os pesquisadores, especialmente quando se diz respeito à redução de impactos adversos da mudança do clima. Dentro da literatura de redução de riscos urbanos e riscos de desastres a ênfase é colocada no reforço da capacidade das cidades, dos sistemas de infraestrutura e populações urbanas e comunidade para se recuperarem de forma rápida e eficaz dos riscos naturais e humanos (LEICHENKO, 2011). Trabalhos recentes nessa área incluem esforços para: quantificar resiliência aos perigos (ROSE, 2007), avaliar a resiliência da infraestrutura em sistemas e

ambientes urbanos construídos (ALLENBY; FINK, 2005) e investigar como as cidades se recuperam após desastres e eventos extremos (PAIS; ELLIOT, 2008).

Assim sendo, a promoção da RHU é essencial para permitir tanto a adaptação e esforços de mitigação dos riscos e desastres como uma série de questões inter-relacionadas com novas formas de governança urbana, para agregar a resiliência como parte do desenvolvimento local, demonstrando que as incertezas climáticas são tratadas não apenas como uma ameaça à cidade, mas também como uma oportunidade para desenvolver e comercializar economia baseada no conhecimento da tomada de decisões (LU; STEAD, 2013). Consequentemente, a noção de resiliência se torna importante nas cidades por duas razões:

“Fornece uma nova maneira de enquadrar e responder a incerteza e vulnerabilidade no ordenamento do território e desenvolvimento urbano e oferece um paradigma alternativo para o desenvolvimento de estratégias e abordagens para lidar com questões sociais, ambientais e ou mudança econômica nas cidades” (LU; STEAD, 2013).

## 1.6 A GESTÃO DA ÁGUA URBANA A PARTIR DA RESILIÊNCIA HÍDRICA

O desenvolvimento das cidades sem um correto planejamento ambiental resulta em prejuízos significativos para a sociedade e uma das consequências do crescimento urbano foi o acréscimo da poluição doméstica e industrial, criando condições ambientais inadequadas e propiciando o desenvolvimento de doenças, poluição do ar e sonora, aumento da temperatura, contaminação da água subterrânea, entre outros problemas.

Mesmo que necessário, o planejamento de cidades considerando as questões hídricas ainda não é uma realidade evidente, à medida que o mundo se torna mais urbanizado com novas e crescentes pressões sobre recursos hídricos, os gestores estão enfrentando novos desafios, exigindo uma abordagem integrada para uso dos recursos hídricos. De acordo com Tucci (2010), as águas urbanas em países em desenvolvimento estão numa espécie de ciclo de contaminação (Figura 1.8) e seus principais problemas são:

1. Contaminação das fontes de abastecimento pelo desenvolvimento urbano e despejo de efluentes sem tratamento nos rios que escoam para estas fontes;

2. Falta de tratamento de esgoto: grande parte das cidades não possui coleta ou tratamento de esgoto. O esgoto é despejado nos rios sem tratamento, poluindo rios urbanos e destruindo o meio ambiente;

3. A urbanização aumenta as áreas impermeáveis, produzindo aumento das cheias e diminuição da infiltração para os aquíferos. Áreas impermeáveis e canalização dos rios urbanos aumentam cerca de sete vezes as cheias, a produção de sedimentos e a qualidade da água pluvial;

4. Ocupação das áreas de risco como, por exemplo, as de inundação e as de escorregamento de encostas;

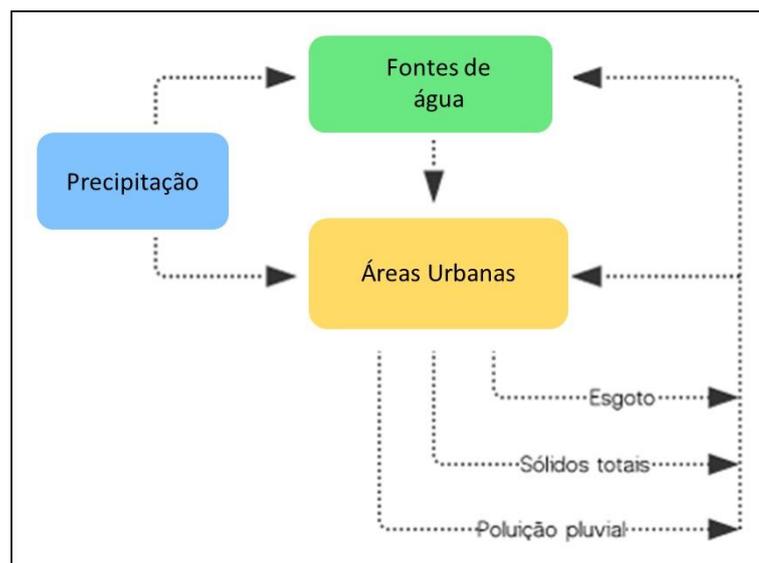
5. Contaminação dos rios provenientes da água pluvial urbana e da agricultura;

6. Retirada da água subterrânea junto com a redução da infiltração produz o rebaixamento do solo e aumenta as inundações em áreas baixas e;

7. A falta de serviços em resíduos sólidos diminui a capacidade dos rios devido à sua sedimentação, com aumento das inundações.

A combinação de todos estes fatores mantém a área urbana em risco, considerando que a área urbana é o motor econômico do país, esta condição insustentável pode levar a um risco importante para o desenvolvimento (TUCCI, 2010).

**Figura 1.8 - Ciclo de Contaminação Urbana em Países em Desenvolvimento**



Fonte: Adaptado de TUCCI (2010)

Segundo o referido autor, a fonte principal dos problemas é o desenvolvimento urbano sem controle e os principais riscos devido a esse ciclo de contaminação são:

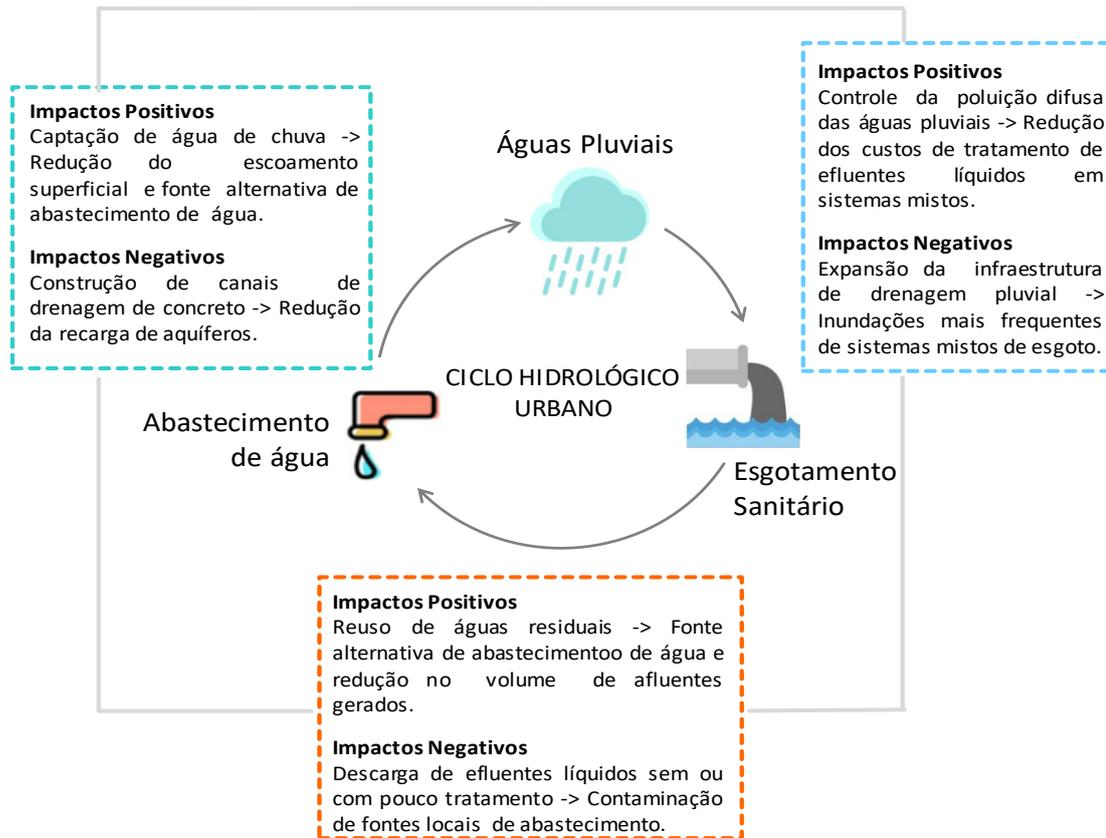
1. Riscos à Saúde da população: alguns dos riscos são (a) falta de tratamento de efluentes, serviços de coleta e a disposição de resíduos sólidos produz uma fonte de contaminação interna na cidade que ajuda a propagar doenças ou epidemias; (b) contaminação das fontes de água como reservatórios por nutrientes, permitindo o desenvolvimento de algas e a toxidade no abastecimento; (c) doenças que se propagam por falta de higiene e por meio da água, como dengue, leptospirose, diarreia, hepatite e cólera, entre outras; e (d) Inundações que aumentam o risco e frequência de ocorrência das cheias, vulnerabilidade econômica e social da população.

2. Deterioração do meio ambiente: áreas degradadas por erosão, meio ambiente dos rios e áreas costeiras, diminuindo a capacidade de recuperação destes ambientes devido às altas cargas poluentes. Redução da água segura: a falta de água segura leva a população a buscar alternativas que são geralmente muito mais caras.

Os principais problemas relacionados com a cidade e estes elementos têm sido gerenciados de forma fragmentada, uma vez que a infraestrutura de água geralmente inclui água e saneamento e, usualmente, saneamento se refere apenas à coleta e tratamento de efluentes domésticos e industriais, mas não incluem drenagem e resíduos sólidos. E o plano diretor urbano comumente não considera todas as infraestruturas como as águas urbanas (TUCCI, 2008). Além disso, de acordo com Mitchell (2004), é preciso também que todas as partes do ciclo hidrológico sejam consideradas como partes de um sistema integrado de gestão das águas urbanas.

O ciclo hidrológico urbano está direta e indiretamente vinculado com uma variedade de outros serviços urbanos, tais como habitação, energia e transporte. Sendo assim, uma abordagem integrada à gestão de recursos hídricos urbanos exige coordenação e cooperação entre os diversos órgãos responsáveis pela gestão desses serviços, bem como entre outros grupos de interesse, conforme Figura 1.8 (*INTERNATIONAL COUNCIL FOR LOCAL ENVIRONMENTAL INITIATIVES- ICLEI* 2011).

**Figura 1.9 - Impactos Resultantes das Interferências entre Componentes do Ciclo Hidrológico Urbano**



Fonte: Adaptado de *INTERNATIONAL COUNCIL FOR LOCAL ENVIRONMENTAL* (2011).

Uma vez que os elementos do ciclo hidrológico urbano estão indissociavelmente ligados: a boa ou má gestão de um elemento pode influenciar o sucesso da gestão de outro elemento.

A abordagem convencional de gerenciamento de elementos individuais do sistema normalmente resulta em impactos indesejados em outras partes do ciclo, quando ignorados, os vínculos entre os vários elementos do ciclo hidrológico urbano podem causar impactos negativos, por outro lado, eles podem também ser explorados para fornecer efeitos positivos.

O planejamento integrado garante que as intervenções sejam projetadas para maximizar benefícios em diferentes partes do ciclo, enquanto minimizam impactos negativos em outras.

Tomar decisões sobre opções e alternativas de manutenção da água envolve numerosas considerações (XUE et al., 2015). De acordo com alguns autores, para o ciclo da água deve-se incluir a segurança de suprimentos, custos de longo prazo,

saúde, alocando água para demandas concorrentes e, cada vez mais, as externalidades ambientais do uso de energia, emissões de gases de efeito de estufa (MAKROPOULOS; BUTLER, 2010; KENWAY et al., 2011b; BEHZADIAN; KAPELAN, 2015) e qualidade da água (WALKER et al., 2012).

Huang et al. (2013) afirma que planejadores e gerentes urbanos e regionais, também devem incluir o gerenciamento de inundações, a degradação dos córregos urbanos, o aumento do escoamento superficial da água e proteção aos valores ecológicos e culturais da água. Ao lidar com tais objetivos múltiplos que podem estar em desacordo um com o outro, torna-se importante olhar os sistemas de águas urbanas de forma holística para evitar a mudança de problema e otimizar o resultado geral (XUE et al., 2015).

Hofwegen e Jaspers (1999) definem a gestão da água como um “processo de decisão no desenvolvimento e gestão de recursos hídricos para os vários usos, tendo em conta as necessidades e aspirações dos diferentes usuários e partes interessadas”. A gerência de água está atualmente guiada por princípios de equidade e solidariedade, e as formas de operacionalizar as medidas que devem ser implementadas não podem ser dissociadas da participação de ambos provedores e usuários finais dos serviços prestados (NETO, 2016).

Alguns exemplos de interferências positivas e negativas dentro do ciclo hidrológico urbano são expostos na Figura 1.9.

**Figura 1.10** - Exemplos de como o Ciclo Hidrológico Urbano está vinculado a outros Serviços Urbanos



Legenda: ← Interferências → Interferências positivas

**Fonte:** Adaptado de *INTERNATIONAL COUNCIL FOR LOCAL ENVIRONMENTAL* (2011).

Assim sendo, muitas cidades estão percebendo na prática a necessidade de migrarem de uma abordagem convencional da gestão dos recursos hídricos para uma abordagem integrada. Desafiar os paradigmas existentes, pesquisar e promover alternativas mais sustentáveis para a gestão convencional das águas urbanas é uma questão estratégica para um desenvolvimento mais sustentável das áreas urbanas (*INTERNATIONAL COUNCIL FOR LOCAL ENVIRONMENTAL INITIATIVES*, 2011) e assim, garantindo a segurança hídrica local.

Segundo a Organização das Nações Unidas (2014a), segurança hídrica consiste em:

“Assegurar o acesso sustentável à água de qualidade, em quantidades adequadas à manutenção dos meios de vida, do bem-estar humano e do desenvolvimento socioeconômico; garantir proteção contra a poluição hídrica e desastres relacionados à água; preservar os ecossistemas em um clima de paz e estabilidade política” (*ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS*, 2014a)

Promover a segurança hídrica, portanto, é contribuir apenas com a manutenção da vida e deve ser o foco principal daqueles que realizam a gestão dos recursos hídricos, assim como de toda a sociedade.

Mesmo com adoção de Políticas Públicas, Leis e fiscalização, diversos são os exemplos que evidenciam a necessidade de uma infraestrutura urbana mais resiliente. Seja em países subdesenvolvidos ou não, poucos são aqueles que estão realmente preparados, e cabe aos que não estão a aprender com as experiências de sucesso e adaptá-las à sua respectiva realidade.

Existem algumas iniciativas de sucesso que podem ser adaptadas como, por exemplo, a cidade de Chicago nos EUA, que por mais de um século, o seu principal rio permaneceu contaminado por lançamentos de resíduos desde a Revolução Industrial. No entanto, quem caminha hoje por um trecho de seis quadras entre as ruas *Lake e State* pode desfrutar de uma paisagem completamente transformada. Em cada uma das quadras, o projeto, intitulado "*Chicago Riverwalk*", favorece o desenvolvimento de certas atividades, desde restaurantes até a prática de esportes aquáticos e terrestres (GAETE, 2016).

Outro exemplo é a cidade de Medellín na Colômbia, que em 2013 lançou um concurso público internacional que convocou arquitetos de todo o mundo para enviarem propostas de como integrar o rio na cidade e criar novos espaços públicos mediante a redistribuição do espaço viário. O projeto vencedor se chama "Parque Botânico Rio Medellín", desenvolvido pelo escritório *Latitud Taller de Arquitectura y Ciudad*<sup>7</sup> e que já está sendo construído (GAETE, 2016). Mais um exemplo de boas práticas em áreas urbanas que visam garantir e proteger as fontes naturais e abastecer a população de forma mais inteligente acontece na cidade de Cingapura, na Ásia. São mais de 40 anos investindo em um modelo sólido e diversificado de abastecimento para não ficar nas mãos da Malásia (de quem "importava" água). No Brasil, temos o exemplo da cidade de Sorocaba-SP, que desde o ano 2000, vem desenvolvendo obras para o Programa de Revitalização do Rio Sorocaba. Esse Programa é constituído por diversas intervenções de coleta, afastamento e tratamento do esgoto produzido na cidade, impedindo que os efluentes sejam lançados *in natura* (ou sem tratamento) nos cursos d'água da bacia hidrográfica do Rio Sorocaba.

---

<sup>7</sup>Oficina de Latitude Arquitetura e Cidade

O investimento foi feito com recursos próprios e financiamentos do Governo Federal. O complexo de obras previsto tem diversas etapas concluídas, com sete Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) em funcionamento, as quais tratam 100% do esgoto gerado na cidade.

Além disso, foram realizadas 17 estações elevatórias responsáveis pelo bombeamento do esgoto para as ETEs, três quilômetros de coletores tronco e auxiliares no córrego Supiriri e 28 quilômetros de interceptores de esgoto instalados nas duas margens do rio Sorocaba, desde a rodovia Raposo Tavares até o Parque Vitória Régia.

O Programa deu fim ao processo de degradação do rio e melhorou a qualidade da água, o que gerou, outros benefícios como a redução significativa das doenças de veiculação pela água e atração de novos investimentos na cidade de Sorocaba-SP e em seu entorno, principalmente pela possibilidade de múltiplos usos do rio. Há também o envolvimento da comunidade e das escolas públicas nas ações de plantio e revitalização do rio Sorocaba e seus afluentes, sendo que as mudas (cerca de 300 mil por ano) são cultivadas por prisioneiros da região.

Apesar das iniciativas relatadas serem de grande importância, a gestão da água deve ser implementada a nível nacional, regional e local simultaneamente, uma vez que os sistemas de água estão permanentemente mudando e expostos às pressões humanas. As modificações dos ecossistemas de larga escala e dos ciclos naturais têm fortes impactos na qualidade da água e interferem nas principais "funções paralelas" da água. De acordo com Falkenmark et al. (1999) as funções paralelas são:

- a) Função de saúde: a água potável é crucial para proteger a sobrevivência de uma população saudável;
- b) Função do habitat: flora e fauna aquáticas são criticamente dependentes das características do corpo de água em que eles vivem;
- c) Duas funções de suporte: suporte de material dissolvido e de material particulado que auxilia na autodepuração da água;
- d) Produção agrícola: a escassez de água regional, no futuro, se tornará um fator limitante para produção agrícola. O planejamento socioeconômico será, portanto, adaptado às restrições de água. Inevitavelmente, teremos de desenvolver ferramentas políticas capazes de gerenciar a falta de recursos hídricos comuns entre atores concorrentes e;
- e) Produção de energia: as opções de energia nas regiões do clima seco são influenciadas pela disponibilidade hídrica uma vez que a água é

necessária para quase todos os aspectos de produção e uso de energia, como meio de condução, como refrigeração e como meio de transferência de energia.

Assim, é evidente a necessidade de garantir a segurança hídrica nos municípios, o que inclui não apenas mitigar os riscos físicos, mas também superar as dificuldades econômicas, minimizar fatores externos como as mudanças climáticas, as mudanças demográficas e os conflitos em áreas urbanas, como a desigualdade no acesso e escassez (NETO, 2016).

## 1.7 A RESILIÊNCIA DOS SERVIÇOS DE ÁGUA URBANA

Atualmente, o conceito de resiliência para enfrentar riscos eminentes tornou-se muito popular e está sendo aplicado em várias áreas de conhecimento, tais como, a adaptação à gestão de risco de desastres e à gestão ambiental (WAMSLER, 2014; OLSSON et al., 2015). Contudo, o conceito tem origens multidisciplinares e tem sido cada vez mais criticado por sua ambiguidade (OLSSON et al., 2015) e pelos desafios para operacionalizá-lo (BRAND; JAX, 2007).

Diante do exposto, como o conceito de resiliência pode compreender os serviços urbanos de água e como o mesmo poderia ser aplicado a tais serviços?

Embora existam muitos estudos que abordem os serviços de água urbana em diretrizes operacionais, tendo como objetivo a melhora da redução do risco de desastres e resiliência como, por exemplo, Twigg (2009), Escritório das Nações Unidas para Redução de Riscos de Desastres (2012), Jha, Miner e Stanton-Geddes (2013), Turnbull et al. (2013) e Johanneson e Wamsler (2017), o conceito de resiliência geralmente não é operacionalizado (HOWARD; BARTRAM, 2010).

Portanto é importante explorar como o conceito de resiliência pode ser sistematizado, operacionalizado e aplicado para orientar melhor as transições para uma boa governança da água, garantindo a gestão sustentável das águas urbanas, de modo que contribua para uma estratégia robusta de aceleração e orientação de processos de inovação (LOORBACH; ROTMANS, 2010), bem como melhorar os

serviços de acesso à água, tratamento de águas residuais e redução do risco de desastres.

Em termos de boa governança da água, recursos hídricos integrados a gestão, gestão sustentável e equitativa da água, terra e recursos relacionados à comunidade global pode-se adotar conceitos relacionados a “cidades sensíveis à água” (BROWN et al., 2009).

Walker e Salt (2012) afirmam que para avaliar a resiliência dos serviços de água urbana, é necessário definir seus limites de sistema e as perturbações que este sistema está sendo exposto, porém isso é um desafio, uma vez que o sistema de água urbano envolve múltiplas escalas dependendo dos usuários (por exemplo, famílias e comunidades), instituições (por exemplo, prestadores de serviços e reguladores), tecnologias, e ecossistemas (HOWE et al., 2011).

Butterworth et al. (2011) enfatizam que o sistema de água urbano pode também ser descrito em termos de múltiplas redes de água, ou setores, isto é, sistemas naturais (incluindo águas subterrâneas e águas receptoras), abastecimento de água, águas pluviais e sistema de esgoto, incluindo as vias de inundação de superfície criadas durante eventos extremos (ELLIS; VIAVATTENE, 2014).

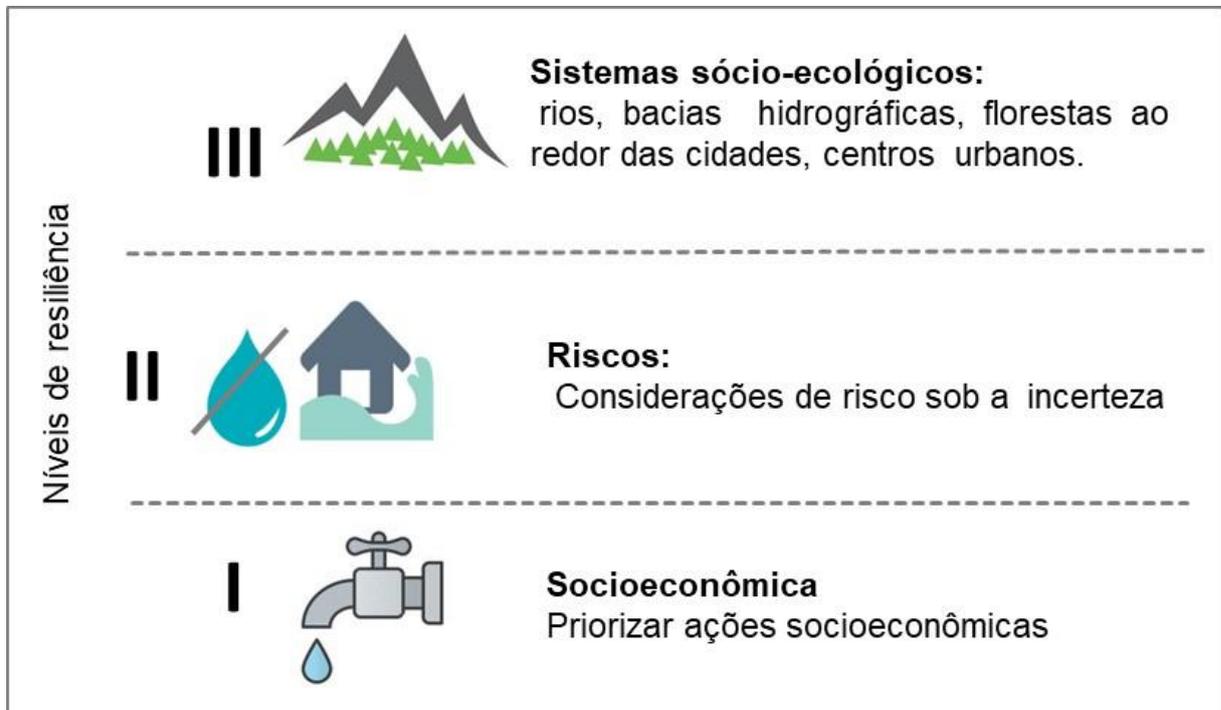
Ainda segundo Ellis e Viavattene (2014), os sistemas de águas urbanas frequentemente se conectam com outros sistemas naturais e recursos hídricos ao nível de uma bacia hidrográfica e são afetados pelo uso da terra, pela ocupação e infraestrutura urbana, e cada um dos diferentes sistemas no ciclo urbano da água é muitas vezes considerado sem referência cruzada com os outros sistemas (BUTLER; DAVIES, 2000) e, portanto, necessitam de uma abordagem holística e integrada.

Deste modo, para tentar solucionar esta questão, Johannesse e Wamsler (2017) apresentam em seu trabalho sete princípios fundamentais de resiliência da água, que podem servir de arcabouço aos serviços urbanos de água.

**Princípio 1:** O primeiro princípio parte do pressuposto de que existam três níveis de resiliência para o serviço de água urbana: os serviços socioeconômicos, o perigo e o social ecológico. Os autores demonstram em seus resultados a importância de discernir explicitamente cada um desses níveis de resiliência.

A Figura 1.11 demonstra os três níveis de resiliência identificados no sistema de água urbana a partir dos dados empíricos.

**Figura 1.11** - Os três níveis de Resiliência



Fonte: Adaptado de JOHANNESSEN; WAMSLER (2017).

De acordo com Johannessen e Wamsler (2017), a referência explícita aos três níveis de resiliência identificados permitiria um uso menos conflituoso e mais operacional do conceito. O entendimento de que a resiliência não apenas se preocupa com perturbações externas está de acordo com a forma como o termo é aplicado nas análises de ecossistemas, considerando também os aspectos socioecológicos, desastres e crises sociais. No entanto, não está de acordo com o discurso atual sobre risco, redução e adaptação às mudanças climáticas, onde a resiliência ainda é muitas vezes usada apenas em relação a riscos externos (ERIKSEN et al., 2015).

**Princípio 2: Planejamento integrado de resiliência-sustentabilidade.** De acordo com os autores, se um serviço de água é sustentável, os três níveis da resiliência precisam ser abordados. Isso significa que os atores que influenciam o

fluxo e qualidade da água tem que considerar explicitamente a dinâmica de escala cruzada (HOLLING; GUNDERSON, 2002). Uma dinâmica de escala cruzada em meio urbano significa que a resiliência da água e a sustentabilidade podem estar em acordo entre si. É necessário que existam esforços de todos os atores envolvidos para aumentar a resiliência frente às perturbações externas, ambientais e sociais.

Como exemplo, pode-se dizer que muitos serviços urbanos de água poderiam ser descritos como resilientes (Figura 1.11, nível II), por meio de medidas convencionais de redução do risco e desastres para sociedade, podendo envolver grandes soluções estruturais e sustentáveis como infraestrutura verde, telhados verdes ou zonas húmidas, podendo fornecer muitos benefícios ecológicos e recreativos onde a resiliência e a sustentabilidade estão alinhadas (Figura 1.11, nível I e/ou III).

**Princípio 3: O foco na agência humana.** Embora a água urbana seja frequentemente vista como um problema técnico, exigindo soluções de infraestrutura, os autores indicam que uma característica das transições para serviços mais sustentáveis é um avanço na compreensão da percepção humana, organizacional e comportamental, incluindo necessidades individuais e institucionais, motivações e questões de poder (GIDDENS 1982; PARTZSCH, 2015). Isso significa que, se esses fatores relacionados à agência forem correspondidos por *feedbacks* adequados, que envolvam a governança, a participação social e a integração acadêmica. O desempenho dos serviços urbanos de água depende principalmente de fatores relacionados a diferentes agentes ou partes interessadas, que podem ativar ou interromper o caminho em direção ao desenvolvimento desejado.

**Princípio 4: Aprendizagem social.** Johannessen e Wamsler (2017), demonstram que este princípio é um caminho importante na transição dos processos, pois permitem que diferentes partes interessadas e diferentes tipos de conhecimento interajam, o que altera a compreensão ao longo do tempo (FEURT, 2008). Os resultados indicam a importância da aprendizagem social também ao comparar os níveis de resiliência, considerando os distúrbios socioeconômicos, riscos e a

dinâmica socioecológica em escalas. Entretanto, há uma falta de estruturas das instituições e/ou agências responsáveis, que poderiam impulsionar tal aprendizagem e facilitar os processos de aprendizado sistêmico, garantindo uma mudança comportamental. Uma análise de tendências e cenários de Smits et al. (2011b) retrata a necessidade de mudança de paradigma.

**Princípio 5: Priorizar e diversificar.** Segundo os pesquisadores, diante das incertezas, as mudanças entre águas urbanas para águas urbanas resilientes exige um equilíbrio entre o atendimento de riscos específicos (priorização) e outras necessidades existentes, por exemplo, no dia-a-dia, onde há altos níveis de incertezas de risco (diversificação). Ainda, de acordo com os pesquisadores, há uma preferência por investir em ações mais tangíveis, medidas que abordam problemas mais previsíveis e urgentes, como inundações recorrentes de pequena escala, ou fornecimento de água potável (diversificação). Qualquer ação diferente é um desafio, dada a percepção de falta de recursos humanos e financeiros para lidar com circunstâncias, além da incerteza de perigo normal e o alto valor colocado no custo eficácia na prestação de serviços urbanos de água.

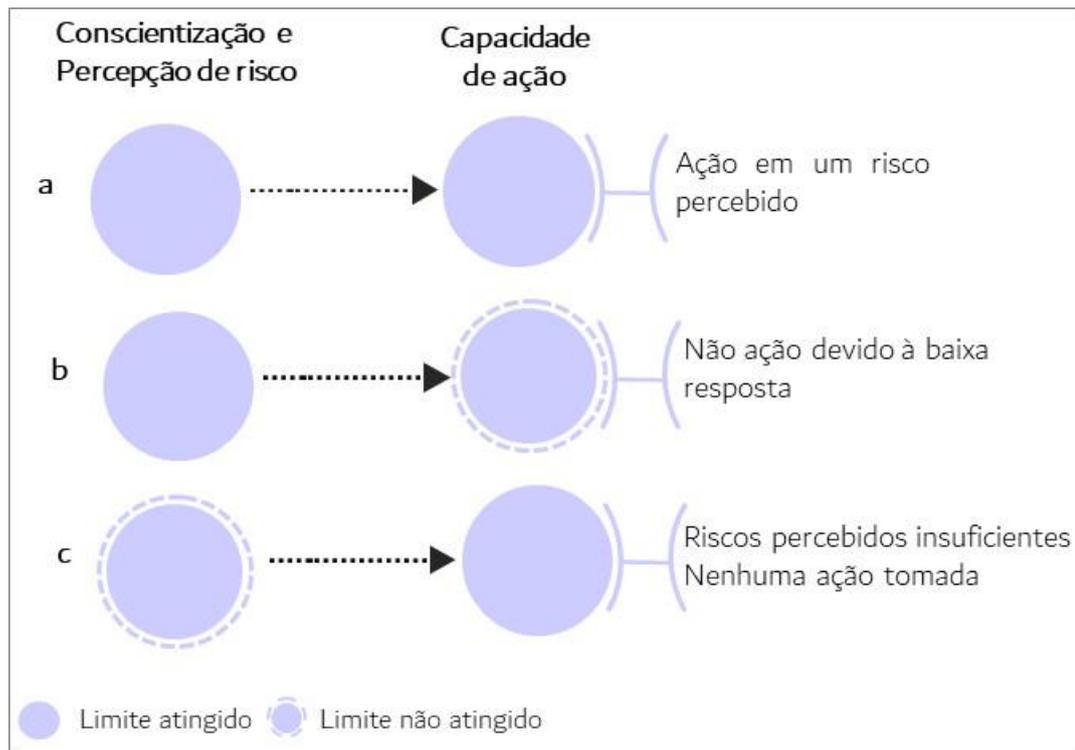
**Princípio 6: Percepção de risco e capacidade de ação como limiares.** A Figura 1.12 demonstra os dois tipos de limiares que foram identificados pelos pesquisadores a partir dos dados empíricos relevantes para o processo de transição nos serviços urbanos de água: (1) Conscientização e percepção de risco e (2) capacidade de ação.

O segundo tipo de limiar identificado está relacionado a certo nível de capacidade de ação para atuar sobre o risco percebido, por exemplo, capital financeiro e capacidade de tomar uma decisão política. Isso representa uma capacidade de ação em termos de tomada de decisão, embora haja discordância se isso levou a um manejo sustentável (ver a, b e c na Figura 1.12).

O papel importante da percepção de risco para o cruzamento dos limiares pode ser a chave para entender por que as sociedades suportam certos riscos (JOHANNESSEN; WAMSLER, 2017). Sabe-se que visões de mundo compartilhadas

(e desatualizadas) que não correspondem à realidade podem estar sujeitas à manipulação e ao controle por interesses poderosos (FOUCAULT, 1984). Como tal, eles podem resistir à percepção de risco ou capacidade de ação se não beneficiar seus interesses.

**Figura 1.12** - Processo de transição nos Serviços de Água Urbana



Fonte: Adaptado de JOHANNESSEN e WAMSLER (2017)

Mosley (2015) afirma que a consciência de um risco pode se desenvolver lentamente, especialmente se os estressores não afetam de forma direta toda uma população, como por exemplo, chuva ácida, perda de biodiversidade, mudanças climáticas, secas, desmatamento e desertificação. Monitorar tais mudanças requer sistemas confiáveis de acompanhamento e conhecimento específico ao longo do tempo, que também é guardado na memória social (FOLKE, 2006).

Nesse contexto, os resultados indicam que, embora seja importante ter mecanismos para construir consciência de risco (sistemas de monitoramento, construção de conhecimento e memória institucional) para alcançar certo limiar, é

crucial também construir a capacidade de ação em termos de colaboração e aprendizagem em múltiplos níveis para alcançar o segundo limite.

Johannessen e Wamsler (2017) afirmam que a dificuldade de alcançar “conhecimento para ação” deriva dos múltiplos desafios de cruzar os limiares identificados associados a essas capacidades, inclusive a mudança de visões de mundo e percepção, qualidades que são facilmente manipuladas por interesses.

**Princípio 7: Apoiar a reorganização.** Facilitar processos de mudança destinados a apoiar a reorganização de sistemas de água urbanos (disfuncionais) podem ser formas importantes para motivar as transições (JOHANNESSEN; WAMSLER, 2017). Indiscutivelmente, as mudanças são fundamentais e necessárias, porém ainda há resistência em descobrir novas formas de pensar e superar necessidades relacionadas ao contexto hídrico.

As descobertas sugerem um papel importante para o conceito de reorganização. A transição por meio da reorganização foi muitas vezes associada a alguma resistência inicial à aceitação de novas informações e, abandonando as verdades aceitas para a mudança acontecer, o que está associado a uma aprendizagem mais profunda (SCHEIN, 1999).

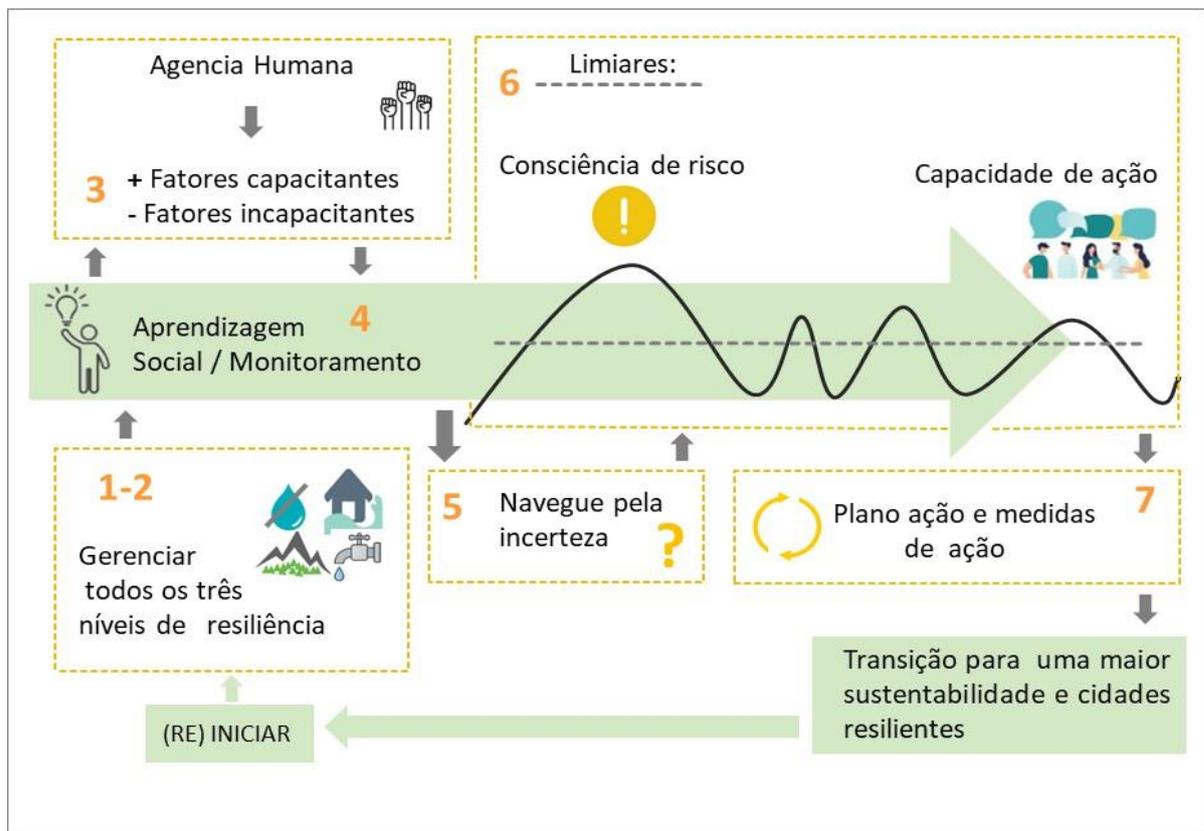
Johannessen e Wamsler (2017) afirmam que os três níveis de resiliência precisam ser levados em conta: riscos socioeconômicos, externos e escala socioecológica para que o foco na resiliência em um nível não comprometa a sustentabilidade de outro (Figura 1.13, passos 1-2), onde habilitar e desabilitar fatores para a agência humana (Figura 1.13, passo 3) influencia o processo de aprendizado; monitoramento e memória (Figura 1.13, passo 4).

Atores precisam percorrer a incerteza mediante a priorização e diversificação (Figura 1.13, passo 5). Quando os limiares de consciência de risco e capacidade de ação são alcançados (Figura 1.13, passo 6), medidas são postas em prática, e / ou uma reorganização ocorre (Figura 1.13 passo 7) e o sistema faz uma transição.

Os autores concluíram que se os setes princípios-chave identificados neste estudo são considerados conceitos relacionados à resiliência podem agregar valor para compreender a dimensão da dinâmica da vida urbana nas mudanças de água.

Isso não necessariamente suporta o uso do resiliência em longo prazo, mas de seus componentes principais, que podem estar ligados a outros modelos e estruturas conceituais.

**Figura 1.13** - Modelo conceitual do processo de transição para uma forma mais sustentável e resiliente da água urbana



Fonte: Adaptado de JOHANNESSEN e WAMSLER (2017).

## 1.8 A RESILIÊNCIA HÍDRICA COMO SUPORTE AO METABOLISMO URBANO

Os sistemas urbanos de água desempenham um papel importante no desenvolvimento urbano, nos fluxos de metabolismo e também suprem as necessidades humanas fundamentais como acesso a água potável, saneamento, qualidade da água e saúde (PAOLINI; CECERE, 2015). Todavia, as cidades exploram seus recursos produzindo resíduos de uma maneira linear, ou seja,

produzem uma alta taxa de consumo de recursos e eliminam maciçamente os resíduos, causando poluição que muitas vezes não é reparada ou tratada.

O relatório de 2015 da *Global Water Partnership* garante que as mudanças de tendências e padrões de necessidades de uso de água e infraestrutura em áreas urbanas também têm impactos na segurança da água.

O perfil dos riscos de segurança da água mudará no futuro, à medida que os países invistam e se adaptem (SADOFF et al., 2015).

Portanto, é necessário um sistema não mais linear e sim cíclico, no qual os tomadores de decisões possam se informar melhor e, desse modo, garantir o abastecimento sustentável de água, a gestão de sistemas de água e a qualidade de massas d'água. Essa forte tendência cria uma maior necessidade de compreender a água de forma holística dentro do limite urbano, buscando mudar o impacto da cidade no ciclo natural de forma que todo o ciclo seja gerenciado e, assim, aumentando a eficiência e melhorando os resultados sociais e ambientais (JOHNSTONE et al., 2012).

Além da imprescindibilidade de uma compreensão holística, também é necessário uma maior integração e informações mais amplas sobre os usos da água e o ciclo da água como fonte, distribuição e práticas de descarga (NETO, 2016). De acordo com Farrelly e Brown (2009) é amplamente aceito que o conceito de gestão sustentável da água urbana seja transformado de uma abordagem tradicional e linear para uma nova abordagem circular, que é mais adaptativa, participativa e integrada.

A ideia de gerenciar a água urbana como um "ciclo total da água", desafiando as práticas tradicionais de gestão e novas políticas de água urbana, vão se ajustando para essa nova realidade, de forma a descentralizar o uso dos recursos hídricos (NETO, 2016).

Deste modo, há uma demanda urgente para obter uma melhor compreensão de funções, estados e necessidades das cidades, a fim de obter mais circulação urbana dos sistemas. Brawn (2002) reconhece que projeções para o futuro próximo mostram que a escassez de água terá mais efeito limitante nas atividades humanas do que qualquer energia ou capital.

Apesar das comunidades urbanas em crescimento buscarem minimizar seu impacto em recursos hídricos, há um desafio emergente de projetar a Resiliência Hídrica Urbana para reduzir os impactos das mudanças climáticas garantindo o abastecimento seguro de água e a proteção dos recursos hídricos.

Todavia, para compreensão das entradas e saídas do sistema é necessário entender o seu balanço hídrico.

De acordo com Farooqui, Renouf e Kenway (2016), o balanço hídrico nada mais é do que o computo das entradas e saídas de água de um sistema no qual várias escalas espaciais podem ser consideradas para se contabilizar o balanço hídrico.

Na escala macro, o “balanço hídrico” é o próprio “ciclo hidrológico”, cujo resultado nos fornecerá a água disponível no sistema (no solo, rios, lagos, vegetação úmida e oceanos).

Deste modo, nota-se que o conceito de Resiliência Hídrica está intrinsecamente ligado ao balanço hídrico, contudo o entendimento de ambos pode ser medido por meio do metabolismo urbano que, segundo Dinarès (2014) fornece uma estrutura conceitual para estudar como uma cidade funciona e, portanto, uma maneira de avaliar a compatibilidade de uma cidade com o ambiente circundante.

Determinados pesquisadores aplicam uma ampla interpretação do metabolismo urbano, levando em conta o metabolismo direto e indireto de recursos (DANIELS, 2002; PINCETL et al., 2012), no caso da água, isso significa fluxo direto (real) de água das regiões circundantes (metabolismo local), mas também a água indireta (virtual) incorporada nos bens e serviços produzidos com água de outros lugares (HUANG et al., 2013).

Todavia, Renouf e Kenway (2016) consideram apenas fluxos diretos relacionados à água circundante na região, e define a avaliação do metabolismo das águas urbanas como a quantificação das trocas de água entre uma entidade urbana e suas regiões de apoio, tanto naturais como geridas, para criar indicadores (RENOUF; KENWAY, 2016).

Portanto, a intenção da avaliação do metabolismo urbano é orientar o planejamento urbano para sistemas urbanos mais eficientes metabolicamente

(CHRYSOULAKIS et al., 2015), uma vez que os sistemas urbanos têm metabolismos lineares abertos e insustentáveis, diferentes dos sistemas naturais que são altamente eficientes em termos de recursos, economizando massa e energia por meio da reciclagem interna e adaptando-se à capacidade de fornecimento de seu ambiente (GRIMM et al., 2009), conseqüentemente, a avaliação do metabolismo urbano pode gerar informações para auxiliar e replicar uma maior eficiência de recursos de sistemas naturais conforme demonstra a Figura 1.14.

Em relação à água, os sistemas urbanos tradicionalmente importam água de origem externa, usam uma vez e descarregam as águas residuais resultantes de volta ao meio ambiente.

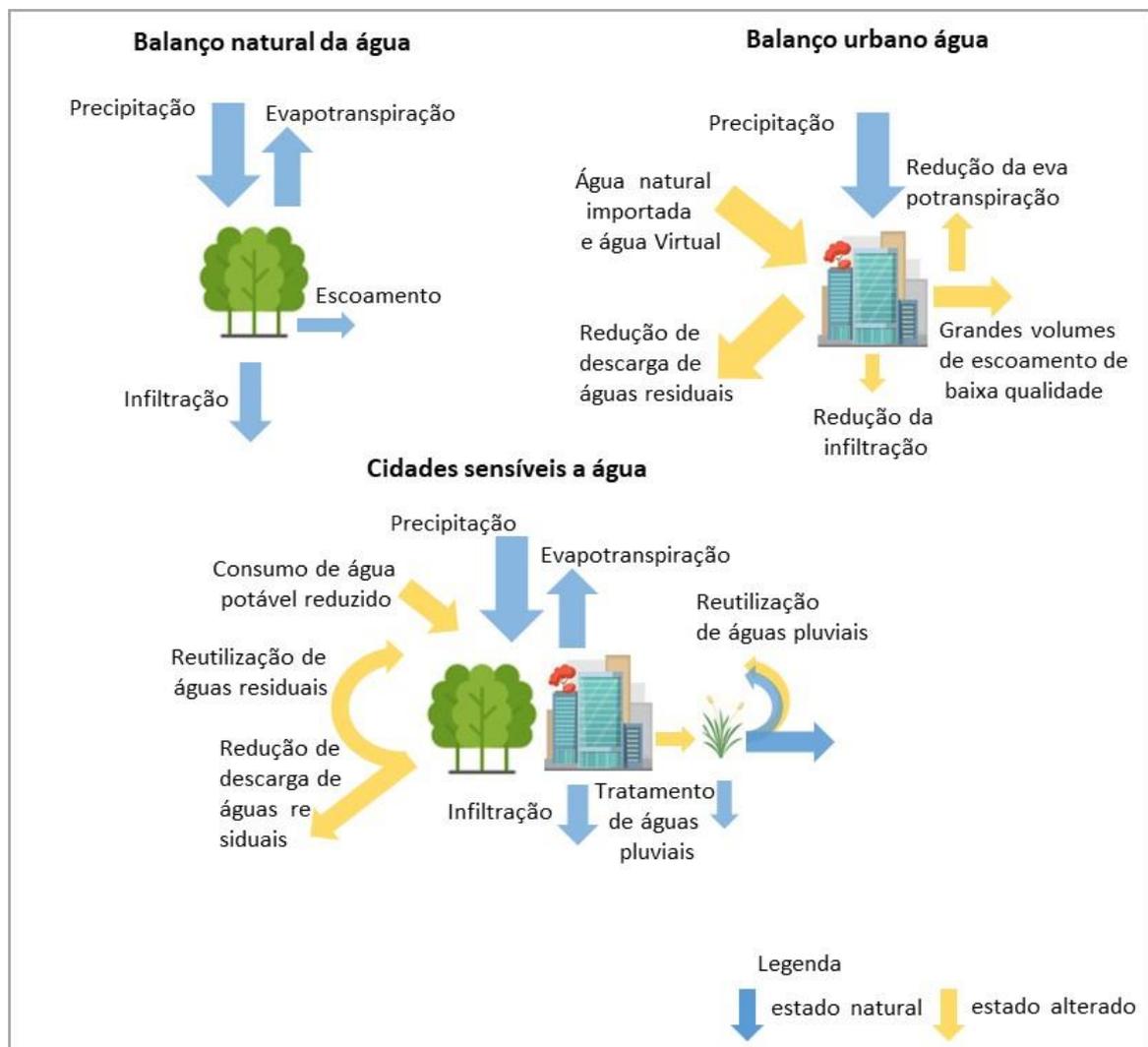
A urbanização também muda a hidrologia e aumenta a impermeabilidade, causando mais escoamento, menor evapotranspiração e menos infiltração (RENOUF et al., 2016). De acordo com a Figura 1.14, o metabolismo urbano da água dificulta os processos naturais da água e a intenção de conceitos de cidades sensíveis à água é reverter para estar mais próximo das condições naturais.

De tal modo, uma área urbana metabolicamente eficiente, em relação à água, tenta imitar sistemas naturais, fazendo o melhor uso das fontes de água internas, maximizando a funcionalidade por unidade de entrada de água, reduzindo o desperdício de água, reciclando não apenas água, mas nutrientes e energia transportada, e evitar conseqüências não intencionais para a eficiência energética e nutritiva (RENOUF et al., 2016) e assim garantindo a segurança hídrica.

O Conselho Ministerial Africano Sobre a Água (2013) afirma que a segurança hídrica é a disponibilidade de uma quantidade e qualidade de água que são aceitáveis para a saúde, meios de subsistência, ecossistemas e produção, associados a um nível aceitável de riscos relacionados com a água para as pessoas, o ambiente e as economias, contudo esta definição precisa ser ampliada, de modo a incluir, além da disponibilidade, o acesso (financeiro, social e legal) e a capacidade de utilização da água.

“O desenvolvimento socioeconômico e as tendências no consumo da água; poderão promover um processo decisório sólido e prático para garantir investimentos de adaptação que proporcionem benefícios para uma ampla gama de possíveis condições socioeconômicas e climáticas futuras e também poderão reforçar vias de desenvolvimento que estejam firmemente baseadas no desenvolvimento sustentável e que facilitem a transição para uma “ecologização” das economias promovendo um maior investimento na segurança da água e na resiliência climática por parte de várias fontes de financiamento nacional e internacional” (CONSELHO MINISTERIAL AFRICANO SOBRE A ÁGUA , 2013).

**Figura 1.14 - O Metabolismo das Áreas Urbanas**

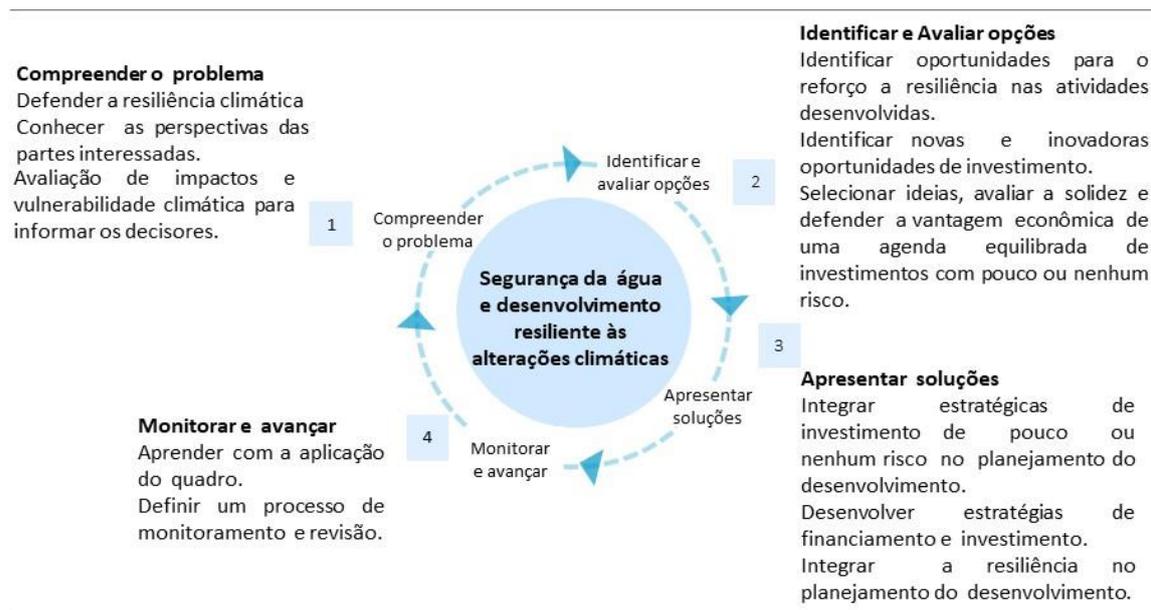


Os tamanhos das setas são meramente ilustrativos não indicando maior ou menor magnitude.

Fonte: Adaptado de RENOUF et al. (2016).

Ademais, o referido autor afirma que a segurança hídrica está centrada em um processo de tomada de decisões cíclico e interativo, dividido em quatro fases, conforme a Figura 1.15. A natureza genérica do ciclo oferece flexibilidade para permitir a aplicação em vários níveis de planejamento e adaptar-se aos contextos institucionais.

**Figura 1.15 - A Segurança da Água e o Desenvolvimento Resiliente**



Fonte: Adaptada do CONSELHO MINISTERIAL AFRICANO SOBRE A ÁGUA (2013)

De acordo com o Conselho Ministerial Africano Sobre a Água (2013) a segurança da água e desenvolvimento resiliente e as alterações climáticas poderão auxiliar:

“ Na identificação e desenvolvimento de investimentos de pouco ou nenhum risco e estratégias de financiamento associadas a estes, para uma vasta gama de interesses setoriais que estejam alinhados com os objetivos e prioridades de desenvolvimento nacional que poderão assegurar que as medidas e investimentos levam em conta as condições climáticas atuais e futuras” (CONSELHO MINISTERIAL AFRICANO SOBRE A ÁGUA, 2013).

Neto (2016) relata que as perspectivas da gestão da água mudaram à medida que novas dimensões foram adicionadas, particularmente no que se refere às funções da água, que enriqueceu a compreensão técnica e científica das diversas

utilidades da água, sua complexidade e necessidade de maior interação e equilíbrio e, assim, tornando-se uma referência essencial de gerenciamento.

A pluralidade de ações mundiais referentes ao tema água resultou em várias convocações para ações com tal enfoque, desde a primeira solicitação de recursos hídricos mais integrados à gestão em *Mar del Plata* (1977), com reconhecimento subsequente de novas extensões, como o valor econômico para a água (DUBLIN, 1992), valor ambiental e valor social. Mais recentemente, vários fóruns e organizações, incluindo a GWP e a ONU, solicitaram uma melhor governança e integração de políticas para água.

A ONU também considera que fatores importantes que influenciam a gestão da água estão além da política em *strictus sensus*. Esta evolução evidenciou a inadequação das práticas tradicionais de planejamento de água e o conceito “governança da água” foi incluído nas discussões.

Sandoval (2007) afirma que a Governança da água se refere ao conjunto de aspectos locais que incluem questões políticas, sociais, econômicas e administrativas para desenvolver e gerenciar os recursos hídricos e implementar soluções para melhoramento da qualidade da água, em diferentes níveis da sociedade. A *United Nations Development Program Water Governance Facility-UNDP* (2011) inclui, também uma série de tópicos ligados a Governança da água, tais como a saúde, a segurança alimentar, o desenvolvimento econômico, a utilização da terra e a preservação do sistema ecológico do qual os recursos hídricos dependem.

Neto (2016) ressalta que mesmo assim, não parece haver uma estrutura analítica abrangente para avaliar a água urbana na esfera de planejamento, porém o autor afirma que é um primeiro passo para uma discussão sobre o quadro conceitual da gestão da água e do planejamento territorial. A complexidade aceita da gestão da água é parte do desafio na construção de um quadro conceitual que exige uma abordagem interdisciplinar (NETO, 2016).

As áreas urbanas precisarão buscar novas opções de manutenção da água para garantir a segurança local da oferta, uma vez que os impactos da urbanização em sistemas hidrológicos requerem uma melhor integração entre os governos de

várias esferas para garantir a sustentabilidade e a Resiliência Hídrica Urbana das cidades e suas regiões. Isto é particularmente importante para o contexto brasileiro, em que a gestão de recursos hídricos é realizada por várias agências governamentais e não governamentais sem ser coordenada e/ou integrada para abordar o ciclo total da água.

Deste modo, um novo quadro conceitual baseado em integração, desenvolvimento urbano sustentável e água associada à gestão são propostos para abordar o novo e mais complexo desafio: uma "política de água urbana integrada", tendo em vista fornecer uma abordagem mais abrangente para enfrentar os desafios multidimensionais impostos pela gestão da água urbana no contexto das mudanças globais, demográficas, climáticas e econômicas (NETO, 2016).

## CAPÍTULO 2

### A REGULAMENTAÇÃO E O GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

#### 2.1 A POLÍTICA NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS

No Brasil, a legislação referente às questões ambientais surgiu com o intuito de regular o uso dos recursos naturais, os chamados “produtos da natureza”: a água, o solo, as florestas, o ar e os animais. Com isso, surgiram instrumentos legais afetos a determinados setores, como o de recursos florestais e hídricos. A Constituição estabelece o domínio da água entre a União e os Estados, e a Política Nacional de Recursos Hídricos e as Leis Estaduais correspondentes dispõem sobre a gestão das águas, planejamento e controle.

Com o advento da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, consolidou-se um sistema jurídico de proteção ambiental integrado, é o Art.225 da Norma Constitucional vigente a fundamental diretriz da relação equilibrada entre o homem e o meio ambiente. Segundo esse artigo, todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (CAVALCANTI; CAVALCANTI, 2016).

Referindo-se à água como um dos elementos do meio ambiente, Machado (2012) destaca que se aplica a esse bem o enunciado no *caput* do Art. 225 da Constituição Federal de 1988, que diz respeito à necessidade de regulação do uso comum da água pelo povo com observância a seu equilíbrio ecológico às presentes e futuras gerações, para as quais sem a água não existe vida.

Nesse contexto, nota-se o caráter holístico da norma que impôs à União estabelecer um sistema de controle de uso e aproveitamento de todos os recursos hídricos pertencentes ao País, com base em critérios legais de cumprimento geral a todos os entes federados.

Em 1997, regulamentando o inciso XIX do Art. 21 da Constituição de 1988, foi promulgada a Lei nº 9.433, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, assim, Wolkmer e Pimmel (2013) afirmam que a governança da água no Brasil começa como uma

construção conceitual, teórica e operacional com a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), por meio da Lei nº 9.433 de 1997.

A PNRH também conhecida como “Lei das Águas”, é uma legislação específica que define como o Estado brasileiro fará a apropriação e o gerenciamento dos recursos hídricos nacionais, possuindo objetivos e instrumentos de gestão, planos, cadastro de usuários, sistema de informação, outorga de direito de uso de recursos hídricos e a cobrança pelo uso da água. E é alicerçada em fundamentos que têm por objetivo garantir a disponibilidade de água à atual e às futuras gerações, utilizar de forma racional e integrada os recursos hídricos baseando-se na ideia de desenvolvimento sustentável e prevenir e defender o País contra possíveis eventos hidrológicos.

Vale lembrar que a legislação que regulava os recursos hídricos do país era o Código das Águas, que entrou em vigor por meio do Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934, não foi revogado, muito embora boa parte de seus artigos sim. E, diferente da Lei nº 9.433/97, aqui tratada, ele dispunha que a água podia ser tanto de uso comum ou dominical quanto particular, ou seja, eram águas particulares as nascentes e todas as águas situadas em terrenos que também o fossem, quando as mesmas não estivessem classificadas entre as águas de todos, águas públicas ou as águas comuns.

Segundo Machado (2012), o principal fundamento da Lei nº 9.433/97 dispõe que a gestão de recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas (Art. 1, inc. IV), porém, em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação dos animais (Art. 1, inc. III). No inciso VI, a Lei diz que a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

A Lei, ao reconhecer a água como um bem escasso que precisa ser dotada de valor econômico direciona-se a percepção d'água como bem em abundância na natureza para a percepção da sua finitude.

Ainda no Art.1, é definido que a Bacia Hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos tendo como finalidade primordial viabilizar a perspectiva ecossistêmica e, de acordo com Frank (2011):

[...] passa a ser o espaço preferencial para a gestão dos recursos hídricos, diferentemente das demais políticas públicas, que são implantadas nas divisões administrativas tradicionais (FRANK, 2011)

Além da adoção da bacia hidrográfica como unidade de gerenciamento, a PNRH prevê a cobrança do uso da água, visto que no Brasil a disponibilidade hídrica é expressiva, representando 14% da água doce no planeta.

Entretanto, essa avaliação quantitativa não mostra a distribuição desigual nos Estados, nem os graves problemas de poluição das águas superficiais. Isso requer uma mudança cultural, tendo em vista que um dos objetivos da Lei é a racionalização do uso da água.

O instrumento previsto na Lei nº 9.433 é a cobrança da água a partir da sua valoração econômica, dando aos usuários uma indicação real do seu custo, como dispõe o Art.19, a cobrança pelo uso de recursos hídricos objetiva: Reconhecer a água como bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor;

- a) Incentivar a racionalização do uso da água;
- b) Obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções previstos nos planos de recursos hídricos (BRASIL, 1997).

O texto prevê ainda um balanço entre disponibilidades e demandas futuras, a fim de evitar conflitos, e o estabelecimento de metas e medidas para a racionalização do uso, o aumento da quantidade e a melhoria dos recursos hídricos disponíveis. Os Planos de Recursos Hídricos devem apontar, também, os critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos e propostas para a criação de áreas de proteção destes recursos. Assim, demonstrando que a gestão dos recursos hídricos necessita observar os usos múltiplos das águas tendo como parâmetro a sustentabilidade ambiental a Agenda 21<sup>8</sup> assinala o caráter multissetorial dos recursos hídricos, no contexto do desenvolvimento socioeconômico, recomendando planos racionais na utilização das águas superficiais e subterrâneas, com o apoio de medidas concomitantes de conservação e minimização do desperdício.

---

<sup>8</sup>A Agenda 21 é um documento assinado em 14 de junho de 1992, no Rio de Janeiro, por 179 países, resultado da “Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento” - Rio 92, podendo ser definida como um “instrumento de planejamento participativo visando o desenvolvimento sustentável” (SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO PARANÁ, 2018).

A Agenda 21 é um documento assinado em 14 de junho de 1992, no Rio de Janeiro, por 179 países, resultado da “Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento” - Rio 92, podendo ser definida como um “instrumento de planejamento participativo visando o desenvolvimento sustentável” (SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO PARANÁ, 2018).

Sob as várias óticas que compõem o conhecimento de desenvolvimento mais resiliente, são objetivos da PNRH: 1) assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; 2) a utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; 3) a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais.

Em 2018 o Brasil sediou a 8ª edição do Fórum Mundial da Água, organizado pelo Conselho Mundial da Água, tendo como objetivo uma cooperação para o diálogo do processo decisório sobre o tema água em nível global, visando o uso racional e sustentável deste recurso. Por sua abrangência política, técnica e institucional, o fórum teve como uma de suas características principais a participação aberta e democrática de um amplo conjunto de atores de diferente setor traduzindo-se em um evento de grande relevância na agenda internacional (*WORLD WATER FORUM*<sup>9</sup>, 2018).

A Carta de Brasília expõe 10 princípios que demonstram a preocupação dos juristas com questão da água, sendo que em um de seus princípios é admitida a água como bem de interesse público com importância da função ecológica e de importância para os povos indígenas e para todos os povos que vivem nas bacias hidrográficas.

O texto destaca o princípio do poluidor-pagador e o princípio do utilizador-pagador que são de grande importância para manutenção dos serviços ambientais, sociais e culturais relacionados à água. O texto ainda ressalta questões como justiça hídrica, prevenção e conservação e reforça a importância do princípio “*Dubio Pro Aqua*”<sup>10</sup>, isto é:

Consistente com o princípio *in dubio pro natura*, em caso de incerteza, a água e controvérsias ambientais antes que os tribunais sejam resolvidos, e as leis aplicáveis interpretadas, de maneira mais provável para proteger e conservar os recursos hídricos e ecossistemas (*WORLD WATER FORUM*, 2018).

Apesar dos avanços das Leis para auxiliar na gestão hídrica, ainda há muitas incertezas relacionadas às questões hídricas urbanas, especialmente quando considerado que a deterioração dos recursos hídricos e as carências na prestação de serviços de saneamento afetam desproporcionalmente pessoas e grupos vulneráveis.

Todavia, com a criação do Projeto de Lei nº 11.445/07 (BRASIL 2007), o Saneamento Básico no Brasil avançou expressivamente nas últimas décadas. Tornando-se um direito assegurado pela Constituição e definido como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem de águas pluviais urbanas.

Essa lei foi alterada pela Lei nº 14.026, de 2020 (Atualiza o marco legal do saneamento básico 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 Metrôpole), 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).

Com um texto controverso, ele define metas de universalização até 2033 de modo a garantir o atendimento de 99% da população com água potável e de 90%, com tratamento de esgotos. Ainda de acordo com o texto, as famílias de baixa renda receberiam subsídios para cobrir os custos dos serviços e gratuidade na

conexão à rede de esgoto. Outros critérios também deverão ser atendidos por esse marco, como a melhoria nos processos de tratamento que também deve contribuir para a revitalização de bacias hidrográficas, fortalecimento do papel regulatório da ANA e alocação de recursos públicos.

Um ponto que merece destaque e que vem sofrendo diversas críticas está relacionado à entrada da iniciativa privada na prestação de serviços de saneamento com o fim dos chamados “contratos de programa”, fechados entre municípios e empresas estaduais de saneamento, sem licitação.

Ainda que os empresários acreditem que essa nova Lei desenvolva condições de investimento que auxilie na ampliação dos serviços de abastecimento de água e tratamento de esgoto, o debate acadêmico ressalta que além dessas medidas irem na contramão das medidas de outros países, a privatização dos serviços públicos pode diminuir o acesso aos recursos hídricos e a universalização do saneamento Connor et al. (2019), enfatiza que:

“A realização dos direitos humanos à água e ao saneamento exige que os serviços sejam disponíveis, física e financeiramente acessíveis, seguros e culturalmente aceitáveis. “Não deixar ninguém para trás” está no coração do compromisso da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, que visa a permitir que todas as pessoas em todos os países se beneficiem do desenvolvimento socioeconômico e atinjam a plena realização dos direitos humanos” (CONNOR et al.,2019).

Portanto, é imprescindível avaliar o papel do Estado na administração do saneamento tanto para a proteção dos recursos hídricos quanto que cada cidadão tenha acesso à água de forma universal garantida e assim permitindo que as leis mencionadas anteriormente sejam aplicadas e cumpridas para o uso seguro e adequado das águas urbanas.

## 2.2 A BACIA HIDROGRÁFICA COMO UNIDADE TERRITÓRIAL DE GESTÃO

A adoção da bacia hidrográfica como unidade regional de planejamento e gerenciamento das águas resultou em um sistema baseado na tríade descentralização, participação e integração consideram principalmente a qualidade e a quantidade das águas mediante ações que promovam os usos múltiplos dos recursos hídricos (WOLKMER; PIMMEL, 2013).

Apesar de todo território brasileiro possuir a gestão dos recursos hídricos geridos por meio das bacias hidrográficas, seja em corpos hídricos pertencentes à União ou ao Estado, Porto e Porto (2008), afirma que existem certas dificuldades em lidar com esse recorte geográfico, uma vez que os recursos hídricos exigem a gestão compartilhada com a administração pública, órgãos de saneamento, instituições ligadas à atividade agrícola, gestão ambiental, entre outros, e a cada um desses setores corresponde uma divisão administrativa certamente distinta da bacia.

Outra importante alteração da Constituição de 1988 foi a do seu Art. 21, inciso XIX no qual é instituído o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos e define os critérios de outorga de direitos de seu uso da água.

A partir da aprovação da Lei nº. 9.433, em 1990, o Brasil passa a ter um instrumento legal que visa garantir às gerações atuais e futuras a disponibilidade dos recursos hídricos e assim dando um importante passo para a ordenação do uso da água. Desde o processo de discussão da Lei, percebia-se a dificuldade da colocação das diretrizes em prática, um dos principais desafios está em vencer a tradição de decisões centralizadas rumo à gestão regida pelo princípio da subsidiariedade (GEO BRASIL, 2007).

Outro desafio a ser enfrentado é que as atividades dos usuários de água em uma bacia hidrográfica são competitivas e se acirram à medida que diminui a disponibilidade hídrica *per capita*. A forma de dar sustentabilidade e equidade a essa competição foi definida pela Lei nº 9.433/97 e ela se dá por meio da instância de decisão local que são os Comitês de Bacia Hidrográfica (PORTO; PORTO, 2008).

Gerenciar essa competição significa criar um conjunto de regras para a alocação da água, que pela Lei nº 9.433/97 é executado pelo Comitê de Bacia Hidrográfica da qual a decisão é trazida para o nível local. Em razão do caráter sistêmico do conceito de bacia hidrográfica, a Lei nº 9.433/97 consentiu que as bacias, na forma de unidades de gestão, definissem caso a caso as questões relacionadas aos recursos hídricos dando a possibilidade de conformá-las de acordo com a escala e as características da região.

Portanto, fica evidente a complexidade nas relações entre as escalas local, regional e nacional, na medida em que a bacia hidrográfica impõe uma nova integração entre a divisão administrativa do espaço e os espaços naturais geográficos, uma vez que o planejamento na gestão das águas é um processo que

procura determinar as melhores alternativas de utilização dos recursos hídricos, e assim orientar as tomadas de decisão (BRAGA; FERRÃO, 2015) considerando uma gestão participativa e uma sistematização da cooperação e educação a todos os atores envolvidos.

De acordo com Braga e Ferrão (2015), planejamento da Gestão das águas no Brasil tem como objetivo minimizar conflitos pelo uso da água, que podem surgir devido aos múltiplos interesses, existentes ou potenciais, do poder público ou da sociedade organizada. É importante considerar as metas de cunho econômico, financeiro, social, cultural ou ambiental, para minimizar conflitos ou mesmo propiciar a prevenção e a mitigação de eventos hidrológicos críticos, como as secas ou inundações.

Em vista disso, a Política Nacional de Recursos Hídricos é considerada um marco no aperfeiçoamento da gestão e planejamento dos recursos hídricos, sendo sustentada em dois grandes pilares: planejamento de uso e aproveitamento das águas e participação dos setores usuários na tomada de decisões. E, através do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos são definidas todas as estruturas das Bacias Hidrográficas, corpos d'água, suas características (como quantidade e qualidade suas prioridades de uso e aproveitamento conforme a multiplicidade de demandas por esses recursos (Figura 2.1).

**Figura 2.1 - Matriz Institucional do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos**



Fonte: Adaptado da ANA (s.d)

Observa-se que o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos tem por finalidade integrar organizações de bacias nacionais ou internacionais, proporcionando um intercâmbio de experiências e conhecimento no intuito de promover de forma participativa, colaborativa e descentralizada a gestão de recursos hídricos, em prol do interesse coletivo de toda a sociedade.

Diante do contexto, Wolkmer e Pimmel, (2013) relata que a descentralização é imprescindível para fomentar a participação, para que os atores compartilhem responsabilidades em torno da preservação, com um suporte legal que inclua equitativamente diferentes necessidades e interesses sociais.

Além de descentralizada é necessário que a gestão seja realmente colaborativa e participativa, tal gestão constitui um método que permite a cidadania contribuir para eficácia da gestão dos recursos hídricos proposta na Lei, no entanto, para que essa participação seja significativa, é preciso que haja um sistema de informações.

Na esfera dos recursos hídricos, o direito à informação, correspondente a participação e na sua instrumentalização, materializa-se no artigo 5º da Lei nº 9.433/97, que prevê nos seus incisos os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, devendo ser destacado o Sistema de Informação de Recursos Hídricos (FARIAS, 2005).

Outro aspecto relacionado ao aprimoramento do gerenciamento de recursos hídricos no Brasil visando a sua recuperação, sua proteção, sua conservação e seu uso racional diz respeito à superação de desafios de diferentes tipos e magnitudes, com destaque para a implementação da gestão compartilhada; estabelecimento da gestão harmonizada; construção de uma lógica territorial de gestão; operacionalização e fortalecimento do comitê de bacia; modificações na atuação dos comitês de bacia; estabelecimento de regras de convivência entre comitês; aperfeiçoamento da legislação; e revisão das outorgas concedidas (CAVALCANTI; CAVALCANTI, 2016).

Farah (2003) evidencia que a experiência recente no campo da gestão pública local no Brasil vem revelando a emergência de iniciativas que procuram integrar o urbano ao regional, sob diversos aspectos. Desse modo, os instrumentos de gestão como o SINGREH podem auxiliar na construção dos mecanismos de gerenciamento e da Construção da Resiliência Hídrica Urbana, uma vez que um dos grandes

desafios é conciliar e harmonizar os conflitos locais com os regionais e estaduais, integrando e considerando todos os aspectos, físicos, sociais e econômicos e para que essa integração tenha um direcionamento adequado.

### 2.3 A GESTÃO MUNICIPAL DOS RECURSOS HÍDRICOS

As normas referentes aos usos múltiplos das águas no Brasil apresentam questões importantes em relação à participação dos municípios, de acordo a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9433), na década e 90, foi atribuída ao município a exclusiva competência para legislar sobre os assuntos de interesse local, adicional a legislação federal que, em conjunto com o Estado e à União, coube o papel de proteger o meio ambiente a fauna e flora e a participação dos municípios.

A legislação também determina que os planos de recursos hídricos necessitem ser elaborados obedecendo a três escalas: nacional, estadual e de bacia hidrográfica, visando à gestão compartilhada do bem de uso comum, a água.

Carneiro (2008), ressalta que apesar da Lei 9433/97 garantir a participação dos municípios no sistema de gestão dos recursos hídricos na condição de usuários, no caso específico da gestão dos recursos hídricos permanecem imprecisões quanto ao papel do município como formulador e implementador de políticas urbanas referentes aos recursos hídricos, seja através das leis municipais, ou instrumentos próprios de ordenamento territorial ou ausência desses instrumentos.

Ainda assim, Rolnik e Someck (2003), menciona que no caso específico da gestão de recursos hídricos, a participação municipal em organismos de bacia tem sido a principal, se não a única forma de inteiração com outros atores públicos e privados relacionados com a água. Evidenciando o papel central na gestão das águas no país, Miranda (2012) afirma que:

“Um modelo para gestão de recursos hídricos na esfera municipal é possível de ser formulado de acordo com os instrumentos existentes nos níveis federal e estadual e sua viabilidade para os governos municipais. De acordo com a existência desses instrumentos legais e estrutura organizacional pode-se avaliar a capacidade dos municípios em realizar a gestão de recursos hídricos “ (MIRANDA, 2012).

Portanto, observa-se que o município exerce um papel fundamental em relação ao planejamento da gestão dos recursos hídricos e da Resiliência, uma vez que tanto os problemas quanto as soluções ocorrem em um primeiro momento em âmbito local no qual ocorrem pressões em torno dos mananciais e impactos diretos em seus habitantes.

No Brasil, as bases para o planejamento das cidades estão estabelecidas no Estatuto da Cidade (Lei 10.257/2001). Sendo o principal marco legal para o desenvolvimento das cidades, junto à Constituição de 1988, de onde originam seus princípios e diretrizes fundamentais, instituindo normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental.

No entanto, para que os municípios desempenhem de fato seu papel, é necessário que os mesmos estejam preparados tanto do ponto de vista institucional quanto jurídico. Tendo isso como incumbência, tornam-se necessárias articulações institucionais e instrumentos que permitem uma gestão integrada entre a gestão das águas com a gestão urbana.

Deste modo, observa-se a importância dos Planos Municipais para gerir as águas urbanas, assim neste trabalho evidencia-se três planos municipais que podem colaborar para esta gestão e gerenciamento das águas urbanas. A constar:

### **Plano Diretor Municipal (PDM)**

O Plano Diretor Municipal pode ser considerado o principal instrumento para a gestão territorial dos municípios, definindo parâmetros para o cumprimento da função social da cidade e da propriedade. Dentre todos os instrumentos de gestão urbana apresentado pelo Estatuto da Cidade, o PDM é o instrumento que permite uma interlocução com todos os outros instrumentos e que tem como principal função garantir a função social da cidade, o acesso à terra urbanizada e regularizada, o direito à moradia, ao saneamento básico e a quaisquer outros serviços urbanos (GOMES, 2018).

Na maioria das vezes em sua elaboração, utilizam-se de outras ferramentas de gestão urbana deliberadas no Estatuto da Cidade para compor um instrumento mais amplo e efetivo de gestão urbana, principalmente nas questões relacionadas

ao gerenciamento do território urbano, como: zoneamento ambiental, macrozoneamento, estudo de impacto de vizinhança, zonas especiais de interesse social, Lei de parcelamento do solo, Código de obras, entre outros.

Assim, conforme mencionada por Gomes (2018), o PDM tem através do planejamento urbano dois objetivos: o quantitativo, que é o crescimento da população e da área por ela ocupada e o qualitativo, que consiste na melhoria da infraestrutura urbana, com proteção dos recursos naturais e melhores índices de rendimento dos fatores de produção, repercutindo na qualidade de vida de seus moradores.

### **Plano Municipal de Saneamento (PMS)**

As diretrizes nacionais para o saneamento básico são estabelecidas pela Lei nº11.445/2007, no qual define o planejamento dos serviços básicos como instrumento fundamental para alcançar o acesso universal do saneamento básico e entre essas ferramentas está o Plano Municipal de Saneamento (PMS).

Essa Lei determina que todos os municípios e todas as suas áreas (localidades urbanas, rurais, adensadas e dispersas) devem elaborar um PMS contemplando os serviços básicos de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas e deve ser elaborado por técnicos da Prefeitura, com o apoio da sociedade, e aprovado em audiência pública.

De acordo com o Trata Brasil (2018), o PMS deve garantir a promoção da segurança hídrica, prevenção de doenças, redução das desigualdades sociais, preservação do meio ambiente, desenvolvimento econômico do município, ocupação adequada do solo, e a prevenção de acidentes ambientais e eventos como enchentes, falta de água e poluição.

Portanto, se bem elaborado e executado, o PMS pode realizar o diagnóstico do saneamento básico do município, verificando as deficiências e necessidades, planejando objetivos e metas de curto, médio e longo prazo para o estabelecimento e propagação do acesso aos serviços pela população, promovendo a segurança hídrica e desenvolvimento econômico do município.

### **Planos de Drenagem Urbanas (PMDU)**

O PMDU segundo Tucci (2001), tem o objetivo de planejar a distribuição da água no tempo e no espaço, controlar as ocupações das áreas de riscos de inundações e convivência com enchentes em áreas de baixo risco. E deve contemplar planos de ações, manuais de drenagem, regulamentação e planos de gestão da drenagem urbana, além disso, deverá prever programas de monitoramento entre outras ações preventivas (TUCCI, 2003).

Assim o PMDU pode determinar um conjunto de diretrizes que auxiliará na gestão da drenagem minimizando os impactos ocasionados pela impermeabilização, inundações, enchentes, entre outros de modo a obter resoluções para problemas relacionados com a gestão e o controle das águas pluviais.

Uma vez que a drenagem faz parte da infraestrutura urbana, o PMDU deve ser planejado e gerenciado em conjunto com os outros sistemas urbanos como o de saneamento, de esgotamento sanitário, e planos de controle ambiental de modo a estarem em consonância com as diversas políticas de desenvolvimento urbano, regional e, especialmente com o Plano Diretor Urbano de uma cidade.

Apesar da drenagem urbana fazer parte do gerenciamento do espaço urbano e se realiza com a execução PMDU, estudos IBGE (2008) evidenciam, que 75% a 100% dos municípios pesquisados, apenas 61,2% das ruas pavimentadas no Brasil possuem drenagem urbana superficial, enquanto apenas 20,8% possuem drenagem subterrânea.

Segundo Carmo e Marchi (2013), estes dados podem indicar a existência de fragilidade nos sistemas de drenagem, já que a impermeabilização do solo proporciona a menor absorção pelo solo e escoar a água com maior rapidez para as áreas mais baixas, extrapolando os leitos dos rios e provocando inundações.

Portanto é indispensável planejar o crescimento urbano de maneira a garantir a preservação dos processos hidrológicos, assim Carmo e Marchi (2013), enfatizam que o PDDU será eficiente quando compreender a integração com outras atividades e, ainda, quando for planejado para realizar o redirecionamento de águas pluviais para seu aproveitamento, infiltração e evaporação, mitigando os impactos provenientes da urbanização desordenada, por exemplo, pela recarga subterrânea.

Apesar da obrigatoriedade do saneamento básico, os números do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) apontam que somente em 2015 a coleta de esgotos chegou a mais da metade da população: 50,3% da população com acesso, mas apenas 42,6% dos esgotos gerados no país são tratados. A melhor situação está no atendimento de água tratada, que chega a 83% dos brasileiros (TRATA BRASIL, 2018).

Ainda segundo o Trata Brasil (2018) exceto em poucos municípios melhor estruturados, a maior parte do país mostra deficiência clara frente aos números de saneamento básico, elevando os casos de doenças de veiculação hídrica e causando transtornos sociais para a população que está à margem desta infraestrutura mais elementar.

Embora a legislação brasileira seja considerada avançada o principal desafio é a construção de caminhos que possam viabilizar a permanente integração entre elas (ALVIM et al, 2008). Portanto, é imprescindível reconhecer que os desafios a serem enfrentados implicam não apenas a mudança da visão fragmentada e setorial, mas em um esforço para construir uma governança democrática de modo a garantir a Resiliência Hídrica a partir de uma visão sistêmica a nível municipal.

### **Plano de Segurança da Água-PSA**

O Plano de Segurança da Água-PSA é um instrumento preventivo de planejamento e monitoramento dos recursos, segundo a WHO (2011), ele permite o planejamento futuro dos recursos hídricos e objetiva minimizar os riscos de contaminação, particularmente nos mananciais, bem como adotar medidas preventivas na distribuição da água para garantir resultados promissores à saúde pública e à universalização do saneamento.

Cabe ressaltar que o PSA é um plano instituído pelo gestor do serviço de saneamento, em caráter voluntário, e depende da atualização das informações, pois a ocorrência de riscos em qualquer parte do sistema é dinâmica (VENTURA et al., 2019)

O Plano de Segurança da Água representa a estratégia de previsão de perigos e monitoramento de riscos que podem ameaçar a qualidade da água para consumo humano (VENTURA et al., 2019), objetivando a prevenção ou minimização da contaminação dos mananciais de captação; eliminando a contaminação da água por meio do processo de tratamento adequado; e prevenindo a (re) contaminação no sistema de distribuição da água (reservatórios e rede de distribuição) (WHO, 2011).

E assim, tem por finalidade ajudar corresponsáveis pelo abastecimento de água na identificação e priorização de perigos e riscos em sistemas e soluções alternativas coletivas de abastecimento de água, desde o manancial até o consumidor (BRASIL, 2012). Entretanto, pelo que se pode observar, o Plano de Segurança da Água adotado no Brasil refere-se somente a questão da qualidade da água distribuída.

Por outro lado, na cidade de São Paulo foi proposto em 2016 o Projeto de Lei nº 575/2016, que foi aprovado em 2019, convertendo-se na Lei municipal nº 17.104/2019. Esta Lei instituiu a Política Municipal de Segurança Hídrica e Gestão das Águas, no âmbito do Município de São Paulo (PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO, Lei nº 17.104/2019). Dentre outros aspectos, a Lei define em seu Art. 2 a segurança hídrica como:

“Entende-se por segurança hídrica, no âmbito do interesse local, a garantia à população ao acesso a quantidades adequadas de água de qualidade aceitável, por meio da integração de políticas de saneamento, meio ambiente, gestão de recursos hídricos, saúde, uso do solo, defesa civil, transparência e controle social” (PREFEITURA DA CIDADE DE SÃO PAULO, Lei nº 17.104/2019).

Além disso, embora a Lei não mencione explicitamente a Resiliência incluem aspectos diretamente relacionados como a previsão de *“política municipal de defesa civil e de adaptação às mudanças climáticas, com destaque para sistemas de alerta para prevenir a população dos desastres relacionados com a água.”* Vale destacar que o projeto de Lei resultou de um esforço da sociedade civil organizada e do comprometimento de candidatos e parlamentares com uma agenda de segurança hídrica municipal, aumentando o protagonismo do município para gestão de suas águas. A Lei buscou integrar e alinhar políticas de gestão de recursos hídricos, proteção ambiental, saneamento, saúde, ordenamento territorial, defesa civil, além da geração e monitoramento de informações sobre aspectos de interesse para a

gestão da água, possibilitando maior transparência e controle social (ALIANÇA PELA ÁGUA, 2017).

Portanto, a Política Municipal de Segurança Hídrica e Gestão das Águas do município de São Paulo não representa apenas um avanço no conjunto de planos, políticas, projetos, programas e iniciativas relacionadas com as questões hídricas, mas também demonstra a importância do envolvimento, engajamento e do papel singular que sociedade civil tem perante as questões ambientais que permeiam seu entorno.

## CAPÍTULO 3

### INDICADORES PARA A CONSTRUÇÃO DA RESILIÊNCIA

#### 3.1 INDICADORES COMO FERRAMENTA DE AUXÍLIO NA CONSTRUÇÃO DA RESILIÊNCIA HÍDRICA URBANA

A sustentabilidade dos sistemas hídricos urbanos é uma preocupação atual e urgente, apesar dos esforços globais como parte dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio estipulado pela ONU, de acordo com relatório da Organização Mundial da Saúde-OMS (2017), em todo o mundo cerca de três em cada dez pessoas (em um total de 2,1 bilhões) não têm acesso à água potável em casa, e seis em cada dez (ou 4,5 bilhões) carece de saneamento seguro e as mudanças climáticas, a degradação ambiental exacerbam ainda mais as pressões sobre os sistemas urbanos de água (JACKSON et al., 2001).

O objetivo do Desenvolvimento Sustentável das Organizações das Nações Unidas referente à água limpa e ao saneamento tem como uma de suas metas garantir até 2030 a disponibilidade de água, a gestão sustentável e o saneamento para todos, mediante ao acesso universal e equitativo da água potável a um preço acessível.

No entanto, para que isso ocorra é necessário desenvolver ferramentas, utilizando o planejamento e a gestão de recursos hídricos com o intuito de analisar cenários e incertezas associadas ao clima, à demografia, as condições econômicas, sociais e políticas que possam afetar o desempenho futuro dos recursos hídricos em sua disponibilidade, demandas e estratégias de gestão. Nesse sentido, pesquisas evidenciam que indicadores de sustentabilidade são importantes para o acompanhamento de políticas públicas e na aplicação de medidas corretivas (MEADOWS, 1998; MALHEIROS et al., 2008; DONG et al., 2013).

Desde a publicação do Relatório da Comissão *Brundtland* em 1987 e a Cúpula da Terra em 1992, o uso de indicadores tornou-se um método padrão para todos os níveis de governo, corporações e organizações não governamentais para medir o progresso em direção à sustentabilidade.

Mais recentemente, o Programa das Nações Unidas para Assentamentos Humanos (2004) integrou os indicadores da Agenda Habitat aos Objetivos do Milênio no trabalho intitulado “Indicadores Urbanos Orientações: monitorando a Agenda Habitat e Objetivos do Milênio”.

A expressão “indicador” deriva do latim *indicare* que significa apontar para, desvendar, estimar ou trazer ao conhecimento do público. Parris e Kates (2003) afirmam que indicadores são medidas quantitativas selecionadas para avaliar os progressos em direção a um objetivo preestabelecido, incorporando, portanto, um elemento importante ao conceito: a finalidade do indicador, que é medir o grau em que se está alcançando ou não uma meta. Deste modo, indicadores são ferramentas que permitem a mensuração das modificações nas características de um sistema (DEPONTI et al., 2002), por meio da coleta de dados necessários para análise de informações importantes para mensurar o desenvolvimento urbano.

Algumas iniciativas relevantes consideram os indicadores como uma ferramenta de gestão, como exemplo, pode-se mencionar o Programa de Indicadores Urbanos Habitat das Nações Unidas, o Índice de Desenvolvimento Humano da ONU e a Rede Global *FootPrint*<sup>9</sup>, em termos de cidades, menciona-se o programa Seattle Sustentável (MILMAN; SHORT, 2008).

No Brasil, a ANA elabora, anualmente, o relatório “Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil”, no qual alguns indicadores são usados para avaliar o progresso de aspectos da gestão das águas (RÍOS; HERNÁNDEZ, 2016).

Em 2012, o IBGE publicou uma edição de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável-IDS, dentre os quais destacam-se os indicadores relacionados com as questões hídricas como os indicadores de água doce, de acesso ao sistema de abastecimento de água de acesso a esgotamento sanitário (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012). Com relação aos dos municípios brasileiros, dentre algumas experiências, destacam-se o Índice de Qualidade de Vida Urbana de Belo Horizonte-IQVU-BH (PREFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE, 2019), e o Índice Paulista de Responsabilidade Social, aplicado a todos os municípios paulistas (FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS, 2019).

---

<sup>9</sup>Pegada

Para Hardi (1997) a crescente utilização de indicadores e a construção de indicadores refletem o reconhecimento de que eles são instrumentos essenciais para a tomada de decisões e compreensão e acompanhamento das tendências e a eficácia das políticas públicas.

Em suma, para que os indicadores sejam instrumentos de um processo de mudança eles devem agrupar características que permitam: mensurar diferentes dimensões, de forma a abranger a complexidade dos fenômenos sociais; possibilitar a participação da sociedade no processo de definição do desenvolvimento; comunicar tendências, subsidiando o processo de tomada de decisões; e relacionar variáveis, já que a realidade não é linear nem unidimensional (SILVA, 2016).

Portanto, os indicadores são um meio de prover planos e políticas com informações para demonstrar seu desempenho ao longo do tempo e uma tentativa de realizar previsões, podendo ser utilizados para monitoramento de variações espaciais e temporais das ações (NAHAS et. al., 2006).

Assim sendo, devido à crescente demanda por informações que demonstrem os problemas ambientais das áreas urbanas, pesquisadores, tomadores de decisão e governos podem utilizar os indicadores para dimensionar as questões ambientais e os danos correspondentes, o que é fundamental para planos de manejo sustentável em diferentes setores, como meio ambiente, economia, saúde e sociedade.

### 3.2. OS INDICADORES NBR ISO 37120 E NBR ISO 37123 COMO FERRAMENTA DE DESENVOLVIMENTO DE INDICADORES DE RESILIÊNCIA HÍDRICA URBANA

Desde 1946, a *International Organization for Standardization* ou ISO tem como objetivo promover e desenvolver normas, procedimentos e processos padronizados que possam ser utilizados por todos os países do mundo. Atualmente a organização conta com mais de 160 países membros sendo no Brasil representada pela ABNT.

Diante de toda a necessidade de implementar políticas mais sustentáveis e desenvolver ambientes urbanos mais resilientes e saudáveis, em 2014 a ISO desenvolveu uma série de normas internacionais voltadas para cidades.

Assim, a ISO 37120, é baseada em indicadores que conduzem e medem o

desempenho dos serviços da cidade e a qualidade de vida. Após passar por uma revisão em 2018 foram estabelecidos os eixos temáticos relacionados a: governança; meio ambiente e mudanças climáticas; agricultura local e urbana e segurança alimentar; economia; educação; energia; recreação; segurança resíduos sólidos; esporte e cultura; registros e manutenção; finanças; Saúde; moradia; população e condição social; transporte; planejamento urbano; esgoto; água e telecomunicações.

Bencke et al (2018) afirmam que a ISO aponta benefícios na adoção do padrão 37120 na governança e suporte à tomada de decisão por intermédio do aprendizado e compartilhamento de informações das cidades podendo alavancar o financiamento e reconhecimento em entidades internacionais, estrutura para o planejamento da sustentabilidade, transparência e dados abertos para atrair investimento.

Em 2017, para estabelecer uma forma de medir a sustentabilidade das cidades brasileiras, a ABNT desenvolve a norma ABNT NBR ISO 37120/2017. Essa norma é resultado da tradução e adaptação da norma internacional ISO 37120/2014. A ISO 37120 foi a primeira norma técnica brasileira para o Desenvolvimento Sustentável de Comunidades - Indicadores para Serviços Urbanos e qualidade de vida, com indicadores criteriosos que irão auxiliar os municípios a mensurar e comparar seu desempenho (ABNT, 2017).

Almeida (2019) afirma que essa norma veio em resposta à necessidade brasileira de dispor de um documento normativo que norteasse o controle e o monitoramento do progresso das cidades em alcançar o desenvolvimento sustentável. Ainda segundo a autora, de acordo com sua pesquisa ela relata que tais indicadores se devidamente aplicados, poderão servir como um acervo padronizado de séries históricas de dados urbanos que trarão muito conhecimento agregado a ser explorado na governança municipal.

Contudo, a aplicabilidade desta norma nas cidades brasileiras ainda é um desafio. Estudos de Couto (2018) e Almeida (2019) demonstram a baixa adesão à norma ABNT uma vez que é necessária uma iniciativa do poder público em conjunto com as agências responsáveis pelos serviços urbanos buscarem a adequação das informações junto a norma ABNT.

Com relação a NBR ISO 37123/2021 ressalta-se que esta norma surge como um norteador para que as cidades adquiram dados expressivos no gerenciamento de risco de desastres e ratifica acordos globais que apoiem a sustentabilidade e a resiliência como o acordo de Paris (Marco de Sendai) para Redução do Risco de Desastres, Agenda 2030, entre outros.

A norma foi elaborada pela Comissão de Estudo Especial de Cidades e Comunidades Sustentáveis no qual determina e estabelece definições e metodologias para um conjunto de indicadores de resiliência em cidades (ABNT, 2021) e está dividida em 24 seções temáticas, que trazem um total de 68 indicadores de resiliência para o monitoramento podendo ser aplicado em qualquer cidade que se comprometa a medir o seu desempenho de maneira comparável e verificável, independentemente do tamanho ou da localização.

Ainda segundo a ABNT (2021), os indicadores deste documento foram desenvolvidos para ajudar as cidades a:

- a) se prepararem, se recuperarem e se adaptarem para quando ocorrerem choques e tensões;
- b) aprenderem umas com as outras pela comparação entre uma vasta gama de medidas de desempenho e compartilhamento das boas práticas (ABNT, 2021).

De acordo com Sgarib (2020), tais indicadores além de trazer um apoio para avaliar as ações e tomadas de decisão em resiliência, a aplicação da norma traz um valioso acervo de dados permitindo que a cidade direcione sua atuação com maior precisão. Portanto, estes indicadores podem ser utilizados para rastrear e monitorar o progresso em direção a uma cidade resiliente, por meio do desenvolvimento de uma estratégia de resiliência urbana ou ao aplicar um sistema de gerenciamento urbano (ABNT. 2021).

Apesar das contribuições geradas pela ISO e ABNT, Almeida (2019) ressalta que ainda há desafios a serem superados na construção de indicadores de modo a agregar simultaneamente aspectos considerados imprescindíveis para promover mudanças na sociedade e subsidiar decisões de políticas públicas, questão complicada pela carência de infraestrutura de gestão urbana nos municípios, o que gera a necessidade de adaptações na obtenção dos indicadores devido à dificuldade de se produzir dados padronizados.

### 3.3 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE ASSOCIADOS À RESILIÊNCIA HÍDRICA URBANA

Os indicadores de sustentabilidade são diferenciados de outros pela necessidade de medir a capacidade de um sistema de se adaptar à mudança e continuar a funcionar por um longo período de tempo (MILMAN; SHORT, 2008).

Quando Milman e Short (2008) definem os indicadores de sustentabilidade, nota-se que há uma similaridade com o conceito de resiliência no qual, segundo Folke (2006), pode ser entendido como a capacidade do sistema de absorver perturbações e reorganizar-se enquanto sofre mudanças, de modo a reter essencialmente a mesma função, estrutura, identidade e *feedbacks*.

Pesquisas referentes à sustentabilidade, empregando a perspectiva da resiliência estão sendo abordadas por alguns autores como Alberti et al. (2003), que investigaram como as atividades humanas impactaram na resiliência dos ecossistemas e Adger (2000), que estudou a relação entre resiliência social e ecológica.

Embora a Resiliência Urbana não encontre-se explicitamente incluída nos indicadores de sustentabilidade, estudos demonstram que indicadores são utilizados no planejamento e gestão de recursos hídricos com o intuito de analisar cenários com incertezas associadas ao clima, às condições econômicas, sociais, técnicas e políticas que possam afetar o desempenho futuro dos recursos hídricos em sua disponibilidade, demanda e estratégias de gestão (DONG et al., 2013) Portanto, os indicadores de sustentabilidade podem ser utilizados como ferramenta para mensurar a Resiliência Hídrica Urbana.

Dentre os indicadores de sustentabilidade, destacam-se: os indicadores de acesso percentual a água potável desenvolvido pela Organização Mundial da Saúde -OMS em conjunto com o Fundo das Nações Unidas para a Infância (FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA, 2006); o indicador relacionado à segurança hídrica urbana do Banco Asiático de Desenvolvimento *ASIAN DEVELOPMENT*

*BANK*<sup>10</sup> (2016); os indicadores para avaliação da gestão dos recursos do *WPI* (LAWRENCE et al., 2002); os indicadores do *WSI* (CHAVES; ALIPAZ, 2007); o indicador do *CWSI* (CANADÁ, 2007); os indicadores de acesso ao sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário publicados pelo IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012) e, os indicadores de desempenho das empresas públicas e privadas de água como parte da gestão pública e dos processos regulatórios que estão descritos nos trabalhos de Marques, (2011) e Danilenko et al., (2014).

Ao desenvolver um conceito de indicadores de sustentabilidade de maneira que eles reflitam a Resiliência Hídrica Urbana pode-se fornecer um ponto de partida para estimular uma nova abordagem política e medir a eficácia das intervenções dentro do sistema hídrico urbano.

Uma vez que, por meio destes indicadores é possível caracterizar as áreas de fragilidade nas quais ações adicionais possam ser tomadas para aumentar a resiliência do sistema hídrico urbano, levando em conta como o fornecimento de água, infraestrutura, prestação de serviços, finanças, qualidade da água e governança afetam a capacidade de manter um dado nível de acesso atual e futuro dos recursos hídricos.

Deste modo, ao associar os indicadores de sustentabilidade à Resiliência Hídrica Urbana pode-se fornecer uma ferramenta para os tomadores de decisões, políticos e gestores desenvolverem estratégias para melhorar a capacidade dos sistemas urbanos de água a se adaptarem e assim estabelecer novos procedimentos.

---

<sup>10</sup> Banco de Desenvolvimento Asiático

## CAPÍTULO 4

### METODOLOGIA DA PESQUISA

Com relação à natureza desta pesquisa, o trabalho desenvolvido é de caráter exploratório e aplicado. De acordo com Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa exploratória tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito ou a construir hipóteses, enquanto que a pesquisa aplicada tem como motivação a necessidade de produzir conhecimento para aplicação de seus resultados, com fins práticos, visando à solução mais ou menos imediata do problema encontrado na realidade (BARROS; LEHFELD, 2000). Com base nos objetivos apresentados, a presente pesquisa está estruturada em cinco etapas que estão sintetizadas no Quadro 4.1. Em seguida apresenta-se cada fase detalhada.

Quadro 4.1- Plano de trabalho

Plano de Trabalho		
Fases	Atividades	Produtos
<b>Fase 1</b> Revisão da literatura e embasamento teórico	Consultar e sistematizar a literatura a partir de periódicos artigos científicos, teses, livros, legislação, entre outros	Base teórica sobre o tema da pesquisa
<b>Fase 2</b> Sistematização das Componentes e Variáveis de RHU	Identificar e sistematizar das Componentes e Variáveis da RHU	Componentes e Variáveis da RHU sistematizadas
<b>Fase 3</b> Seleção das cidades estudadas e avaliação de seus Planos Municipais	-Definir os critérios de seleção e identificar as cidades -Análise dos Planos com base nos aspectos de RHU	Planos Municipais analisados em função da RHU
<b>Fase 4</b> Identificação, proposição e sistematização de indicadores de RHU	-Selecionar os indicadores de RHU a partir da literatura e dos Planos analisados - Propor novos indicadores para aspectos não contemplados.	Conjunto de indicadores aplicados a Resiliência Hídrica Urbana
<b>Fase 5</b> Proposição de diretrizes e estratégias para incorporação da RHU pelos municípios	A partir das fases anteriores propor diretrizes e estratégias	Proposta de diretrizes e estratégias para a incorporação de RHU nos Municípios

Fonte: elaborado pela autora.

#### 4.1 REVISÃO DA LITERATURA E EMBASAMENTO TEÓRICO

Nesta etapa foi realizada a revisão da literatura com o intuito de aprofundar e aprimorar conceitos e ideias relacionados ao objeto de pesquisa, proporcionando o embasamento conceitual e teórico sobre as temáticas: políticas nacionais de recursos hídricos, gestão dos recursos hídricos no Brasil, conceitos de resiliência, resiliência urbana, resiliência urbana no contexto das mudanças climáticas, gestão da água urbana a partir da resiliência hídrica e indicadores como ferramenta de auxílio na construção da resiliência hídrica urbana.

Os procedimentos metodológicos utilizados para a pesquisa bibliográfica documental foram realizados a partir de material já publicado, como periódicos indexados, artigos científicos, teses, dissertações, revistas internacionais, livros, manuais, anais de encontros científicos, leis, resoluções e páginas da internet.

Os autores e textos selecionados para este trabalho foram elegidos por serem capazes de avaliar a resiliência de forma abrangente levando em conta os sistemas hídricos urbanos.

#### 4.2 SISTEMATIZAÇÃO DAS COMPONENTES E VARIÁVEIS DE RESILIÊNCIA HÍDRICA URBANA

A partir da revisão da literatura foram selecionados autores nos quais foi possível identificar os aspectos da Resiliência em geral que são aplicáveis na Resiliência Hídrica Urbana. Para efeito de organização e aplicação optou-se por agrupar as Componentes e variáveis em função dos diferentes sistemas hídricos urbanos: abastecimento de água (SAA), esgotamento sanitário (SES) e drenagem urbana (SDU). Além disso foi incluído um quarto grupo denominado gestão e participação (G&P), cujas Componentes e variáveis são comuns aos referidos sistemas e desta forma tratados separadamente.

Para cada um dos três sistemas procurou-se avaliar aspectos quantitativos e qualitativos, tanto externos quanto internos ao mesmo tempo, sempre relacionando com eventos para os quais a Resiliência Hídrica deveria ser considerada.

### 4.3 SELEÇÃO DAS CIDADES ESTUDADAS E AVALIAÇÃO DE SEUS PLANOS MUNICIPAIS

A seleção das cidades se baseou inicialmente em identificar as cidades que manifestaram interesse na Resiliência, para tanto, foi usado o mapa global de cidades resilientes disponível no site *Making Cities Resilient: My City is Getting Ready* elaborado pela UNISDR.

Foram selecionadas cidades brasileiras que aderiram ao referido programa e que ao mesmo tempo possuam Plano Diretor Municipal (PDM), Plano Municipal de Saneamento (PMS) e Planos de Drenagem Urbana (PMDU) disponíveis para consulta online.

Após a seleção das cidades, foi elaborada a análise dos textos dos PDMs, PMSs, e PMDUs, tendo como referência as variáveis anteriormente propostas, de modo a se identificar a presença ou ausência dos aspectos de resiliência e de mudanças climáticas.

Tal análise considerou tanto uma abordagem direta (aspectos que foram incluídos explicitamente nos Planos, tendo como motivação a busca da resiliência ou a preocupação com as mudanças climáticas), quanto uma abordagem indireta (aspectos que, mesmo sem referência direta à resiliência ou às mudanças climáticas, atendem às variáveis associadas às mesmas).

### 4.4 IDENTIFICAÇÃO, PROPOSIÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO DE INDICADORES DE RESILIÊNCIA HÍDRICA URBANA

O próximo passo da pesquisa foi identificar, sistematizar e agrupar dentro das variáveis selecionadas os indicadores que compreendem aspectos resilientes e que estão associados à Resiliência Hídrica Urbana.

Foram empregados como arcabouço os indicadores pesquisados em bases de dados especializadas como: ABNT ISO 37123 (2021), *United Nations Division for Sustainable Development* (2005), Lundin et al. (1997), Santos (2008), Phillip et al,

2011, SNIS (2018), SEADE (2011), Observatório de Indicadores da Cidade de São Paulo (s.d), Observatório de Indicadores da Cidade de Vitória (s.d), Carvalho e Curi (2016), CETESB (2006), *Center for Watershed Protection* (1998), Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2008), City Resilience Index (2018)<sup>11</sup>.

Em seguida, os indicadores sistematizados foram apresentados na forma de um Quadro que fornece um panorama geral dos indicadores propostos pelos autores citados de modo a avaliar quais indicadores poderiam ter aspectos relacionados à resiliência de um modo geral e a água, ou seja, quais indicadores poderiam ser correlacionados a algum evento que diminua ou aumente a vulnerabilidade da cidade.

A partir deste Quadro, o próximo passo foi classificar quais indicadores descritos na matriz seriam mais relevantes para a temática da RHU. Para tanto, foi empregado o método de escolha restrita elaborado por Miranda e Teixeira (2004) no qual o método de definição e escolha dos indicadores é aplicada de forma limitada, incluindo apenas algumas pessoas relacionadas mais diretamente ao tema da pesquisa.

Cada indicador foi avaliado, conduzindo aos mais relevantes, ou seja, os que poderiam ser aplicados para a construção da RHU tendo como base os seguintes aspectos:

- Fornecer uma fonte de dados que possa diagnosticar e quantificar o grau de RHU na cidade;
- Avaliar as condições da gestão e as condições do sistema hídrico urbano em relação às metas e objetivos (analisar se as metas e os objetivos são alcançados, caso não alcançados, devem ser desenvolvidos ações para o seu alcance);
- Estabelecer a comparação entre as situações anteriores e posteriores das metas estabelecidas (o objetivo é ter percepção se as ações adotadas na gestão da RHU tornam a cidade mais resiliente) e;
- Prover informações de advertência, ou seja, identificar os riscos ou falhas da gestão e antecipá-las para minimizar os riscos.

---

<sup>11</sup> Índice de Cidades Resilientes

#### 4.5 PROPOSIÇÃO DE DIRETRIZES E ESTRATÉGIAS PARA INCORPORAÇÃO DA RESILIÊNCIA HÍDRICA URBANA PELOS MUNICÍPIOS

Nesta etapa, foram propostas diretrizes e estratégias para incorporação da RHU pelos municípios, convergindo para a construção de um método que auxilie este procedimento. Uma condição para tanto, foi a incorporação dos indicadores conforme etapa anterior.

Deste modo, foram considerados três cenários em que à RHU poderia ser abordada. Independente do cenário, o método proposto teve como referência a metodologia proposta por Matiazzi e Bragança (2018), descrita no subitem 5.4.2.

Além da utilização dos indicadores, o método previu a adoção de ações de prevenção, mitigação e recuperação associadas aos momentos antes, durante e após a ocorrência de eventos. Uma série de sugestões para essas ações foi apresentada e o monitoramento por indicadores foi proposto de modo aprimorar o processo de tomada de decisão relacionado à RHU na busca de cidades hidricamente seguros.

## CAPÍTULO 5

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 5.1 SISTEMATIZAÇÕES DAS COMPONENTES E VARIÁVEIS DE RESILIÊNCIA HÍDRICA URBANA

Inicialmente, a RHU foi avaliada a partir da revisão da literatura. Para tanto, adotaram-se aspectos de resiliência que foram divididos em quatro Componentes que passaram a ser considerados para a avaliação da RHU, a partir do método desenvolvido nesta pesquisa. E que será descrito nos próximos capítulos.

As Componentes adotadas integram a gestão das águas urbanas e fazem parte dos seguintes sistemas:

- Sistema de Abastecimento de Água (SAA): que garantem o provimento seguro e eficaz de água para a população;
- Sistema de Esgotamento Sanitário (SES): que garantem a remoção do esgoto e tratamento seguro e eficaz das águas servidas;
- Sistema de Drenagem Urbana (SDU)<sup>12</sup>: construídos ou naturais que fazem o manejo da água de chuva nas áreas urbanas;
- Gestão e Participação (G&P): tendo como objetivo realizar o planejamento, a execução, a operação e o monitoramento dos sistemas hídricos, garantindo tomadas de decisão e ações participativas, inclusivas e efetivas.

Em seguida, apoiado nas 15 Componentes, foram estabelecidas 39 variáveis a fim de avaliar a RHU, sendo: 10 variáveis do SAA; 5 variáveis do SES; 10 variáveis do SDU e 14 variáveis do G&P. O número de variáveis para cada sistema se relaciona com aspectos específicos das mesmas. De acordo com Quiroga (2001), uma variável é uma representação de um atributo de um determinado sistema, incluindo qualidade, característica e propriedade. Van Bellen (2004) ressalta que essas variáveis são mais relevantes quando a cidade enfrenta uma gama de problemas pois uma variável é a representação operacional de tais atributos.

---

<sup>12</sup>O Sistema de Drenagem Urbana (SDU) será adotado por ser comumente mais conhecido nesse sistema, embora exista uma alternativa mais interessante de chama-lo de Manejo de Águas Pluviais.

Para esta pesquisa as variáveis foram definidas partindo do pressuposto que as mesmas possuem uma correlação com os temas elegidos para a construção da RHU de maneira a contemplar todos os sistemas que envolvem os recursos hídricos urbanos de forma a configurar um instrumento de monitoramento que pode se adequar de acordo com os objetivos pretendidos em cada caso e se adaptar em diferentes aspectos.

De um modo geral, para todas as Componentes foram descritos grupos de variáveis com seus subgrupos de forma a contemplar os aspectos quantitativos, qualitativos, de gestão e participação, levando em consideração as necessidades de caracterização de cada sistema.

Para cada um dos sistemas foram levados em conta aspectos externos (mudanças climáticas, falta ou excesso de chuvas, impactos sobre a qualidade dos recursos hídricos, etc.) e internos (colapsos, falhas, insuficiências, etc.)

O Quadro 5.1 apresenta a listagem com as Componentes e variáveis adotadas para os Sistemas (SAA, SES, SDU) e que passaram a ser consideradas para a avaliação pretendida. Salienta-se que o Sistema Gestão e participação não é mencionado neste Quadro, uma vez que o mesmo abrange todos os três Sistemas (SAA, SES, SDU), assim tal sistema se encontra em um Quadro separado.

**Quadro 5.1-**Componentes e variáveis adotadas para SAA, SES e SDU

<b>Sistemas</b>	<b>Componente</b>	<b>Variáveis</b>	
<b>SAA</b>	1.Redução da disponibilidade dos mananciais	1a. Escassez ou estresse hídrico (estiagem significativa)	
		1b. Captação excessiva das águas superficiais	
		1c. Capacidade de reservação insuficiente	
		1d. Exploração excessiva dos aquíferos	
	2. Deficiências ou insuficiência do SAA	2a. Falhas (danos, colapso, rupturas) no sistema	
		2b. Perda da capacidade de atendimento da demanda (saturação e flexibilidade)	
	3. Comprometimento da qualidade da água para abastecimento	3a. Comprometimento da qualidade da água em manancial superficial	
		3b. Comprometimento da qualidade das águas subterrâneas (aquíferos)	
		3c. Falhas ou deficiências no sistema de tratamento de água	
		3d. Comprometimento da qualidade na reservação e na distribuição da água	
	<b>SES</b>	4. Deficiências ou insuficiência do SES	4a. Falhas (danos, colapso, rupturas) no sistema
			4b. Perda da capacidade de atendimento da demanda (saturação do sistema)
5. Comprometimento das condições do corpo receptor		5a. Falhas nos sistemas de tratamento de esgoto	
		5b. Perda da capacidade de diluição ou autodepuração dos corpos receptores	
6. Impactos das Ligações cruzadas sobre o SES		6a.Sobrecarga das águas Pluviais no SES e SDU	
<b>SDU</b>		7. Agravamento dos efeitos de mudanças climáticas	7a. Aumento da intensidade das precipitações
	7b. Aumento da frequência de precipitações intensas		
	8. Ocupações de áreas riscos	8a. Ocupação de áreas de riscos de inundações e alagamentos	
		8b. Ocupação de áreas de deslizamentos e escorregamentos	
	9. Deficiências ou insuficiência do SDU	9a. Falhas (danos, colapso, rupturas) no sistema	
		9b. Perda da capacidade de atendimento da demanda (saturação do sistema)	
		9c. Alteração das características urbanas que afeta as águas pluviais ( área impermeável, remoção de vegetação, etc.)	
	10. Comprometimento da qualidade das águas pluviais	10a. Comprometimento da qualidade dos lançamentos superficiais	
		10b. Comprometimento da qualidade das águas infiltradas	
	11. Erosão e assoreamento	11a. Transporte de sedimento pelas águas pluviais	

Fonte: Elaborado pela autora

Os grupos de variáveis do SAA abordam questões relacionadas a redução da disponibilidade dos mananciais, deficiências ou insuficiência do SAA e comprometimento da qualidade da água para abastecimento. Em cada um destes subgrupos destacamos os aspectos que podem levar a cidade ser mais vulnerável quando o sistema de abastecimento de água está fragilizado ocasionando situações em que, por exemplo, a demanda por água é maior do que a sua disponibilidade, ou a sua capacidade de renovação pode ser ineficiente, ou a qualidade da água pode ser afetada devido a falhas no sistema.

Os grupos de variáveis do SES recomendam questões referentes a eficiência ou insuficiência do SES, às condições do corpo receptor e os impactos das ligações cruzadas sobre o SES. As variáveis relacionadas as perdas de capacidade de atendimento (saturação) para os três sistemas refletem-se na resiliência tanto pela possibilidade de interrupções dos serviços como pelo agravamento dos efeitos de outros impactos sobre os mesmos.

Estas variáveis referem-se aos aspectos relacionados ao SES e como elas variáveis podem influenciar a vulnerabilidade de tal sistema quando há falta de manutenção, com falhas nos sistemas de tratamento o que poderá afetar as condições dos corpos hídricos que receberão essa carga não conservando os ambientes naturais. Os grupos relacionados ao SDU consideram aspectos de agravamento dos efeitos de mudanças climáticas, deficiências ou insuficiência do SDU, comprometimento da qualidade das águas pluviais, impactos das ligações cruzadas sobre o SDU e erosão e assoreamento.

Neste item são abordadas as questões relacionadas a vulnerabilidade relacionada às precipitações, ocupações de áreas inapropriadas bem como a fragilidade das estruturas de manejo de águas pluviais e o comprometimento dos corpos receptores.

A seguir, o Quadro 5.2 demonstra as Componentes e variáveis relacionadas a G&P, que estão presentes nos sistemas anteriores e referem-se a temas de legislação, planejamento, estrutura organizacional de gestão e participação e envolvimento da sociedade.

**Quadro 5.2-** Componentes e variáveis adotadas para Sistema G&P

Sistemas	Componente	Variáveis
G&P	12. Legislação	12a. Leis e normas que consideram a RHU
	13. Planejamento	13a. Planos específicos atualizados considerando a RHU
		13b. Capacidade de redundância dos sistemas hídricos urbanos (SAA, SES, SDU)
		13c. Adoção de planos de contingência
		13d. Provisão de recursos financeiros para emergências e recuperação
	14. Estrutura organizacional de gestão	14a. Coordenação eficaz entre os sistemas hídricos e com outros órgãos;
		14b. Capacitação de pessoal para atuar em relação a RHU
		14c. Monitoramento dos sistemas hídricos
		14d. Disponibilização dos dados
		14e. Avaliação, previsão e prevenção de riscos (mapas de riscos, sistemas de alerta e Defesa Civil estruturada)
	15. Participação e envolvimento da sociedade	15a. Conscientização e preparação da comunidade em relação a RHU (Educação Ambiental, treinamento)
		15b. Instâncias de participação da sociedade (conselhos, comitês, grupos de trabalho)
		15c. Assistências para situações de emergência a populações vulneráveis
		15d. Colaboração proativa entre órgãos governamentais e não governamentais (empresas, Universidades, ONGs)

Fonte: Elaborado pela autora

O intuito deste grupo de variáveis é estimar como a gestão e a sociedade estão se preparando e contribuindo para a RHU. Nesta etapa destacam-se subgrupos que demonstram a importância das leis como instrumento norteador para o poder público, como esta estrutura pode se adaptar frente às vulnerabilidades locais e a importância da participação de todos os atores sociais para que a cidade de torne mais resiliente.

Portanto, as Componentes e variáveis selecionadas nesta pesquisa podem ajudar a determinar o quanto as cidades estão preparadas para enfrentar e conviver previamente e posteriormente com um evento impactante, mensurando o que pode ou não favorecer a RHU e, se devidamente aplicadas, poderão servir como uma

ferramenta padronizada de séries históricas de dados urbanos que trarão conhecimento agregado a ser explorado na governança municipal mais resiliente. E assim determinar quão bem-sucedida uma cidade pode ser nas questões relativas a RHU, garantindo as necessidades básicas de seus habitantes, a participação inclusiva, a capacidade de gerenciamento e de planejando de infraestrutura eficazes e o desenvolvimento de planos e estratégias robustos para o futuro.

Como próximo passo, apresentam-se a seguir a Seleção das Cidades estudadas e avaliação de seus Planos municipais a partir dos temas e das variáveis preestabelecidas.

## 5.2 SELEÇÃO DAS CIDADES ESTUDADAS E AVALIAÇÃO DE SEUS PLANOS MUNICIPAIS

Em seguida, mediante ao mapa global de cidades resilientes disponível no site *Global Water Partnership (GWP)* elaborado pela UNISDR foram selecionadas cidades brasileiras que fazem parte do referido programa e que, ao mesmo tempo, possuem Plano Diretor Municipal (PDM), Plano Municipal de Saneamento (PMS) e Planos de Drenagem Urbanas (PMDU) disponíveis para consulta online.

Após a seleção das cidades, foi elaborada a análise dos textos dos PDs, PMSs, e PMDUs das cidades, tendo como referência as variáveis anteriormente propostas, de modo se identificar a presença ou ausência dos aspectos de resiliência e de mudanças climáticas.

Tal análise considerou tanto uma abordagem direta (aspectos que foram incluídos explicitamente nos Planos, tendo como motivação a busca da resiliência ou a preocupação com as mudanças climáticas), quanto uma abordagem indireta (aspectos que, mesmo sem referência direta à resiliência ou às mudanças climáticas, atendem às variáveis associadas às mesmas).

### 5.2.1 Critérios de Seleção das Cidades

O mapa global de cidades resilientes, disponível no site *Making Cities Resilient: My City is Getting Ready* da *UNISDR* contava em 2020 com 4.360 cidades mundialmente inscritas das quais 1.031 são cidades brasileiras, sendo o Estado de São Paulo com 454 cidades inscritas, o Estado com mais adesão ao programa.

Das cidades brasileiras que participam da campanha, as cidades de médio porte, ou seja, entre 100 a 500 mil habitantes totalizaram 159 cidades.

A opção pelas cidades medias no presente trabalho decorreu do fato de que, além de concentrarem uma parcela significativa da população, começam a apresentar problemas típicos de cidades grandes sem ter, muitas vezes, as estruturas destas ultimas. Deste modo, o critério de seleção excluiu cidades pequenas (abaixo de 100 mil habitantes) bem como cidades grandes (acima de 500 mil) e Capitais.

A partir das 159 cidades de médio porte, foram abordadas 26 cidades para as quais havia Planos Diretores, de Saneamento e de Drenagem disponíveis para consultas *online*.

Após a análise inicial dos Planos acima mencionados, na qual objetivo era verificar se os conceitos de Resiliência ou Mudanças Climáticas estavam presentes, constatou-se que não existiam muitas diferenças nos Planos com relação a estes aspectos. Deste modo, a análise acabou se limitando a 11 cidades. Como não havia intenção de realizar uma análise estatística o número final das cidades não foi fruto de uma seleção amostral.

Vale destacar que a maioria das cidades selecionadas pertencem ao Estado de São Paulo pois este é o Estado com mais cidades que aderiram ao programa da *UNISDR*.

### 5.2.2 Caracterização das cidades selecionadas

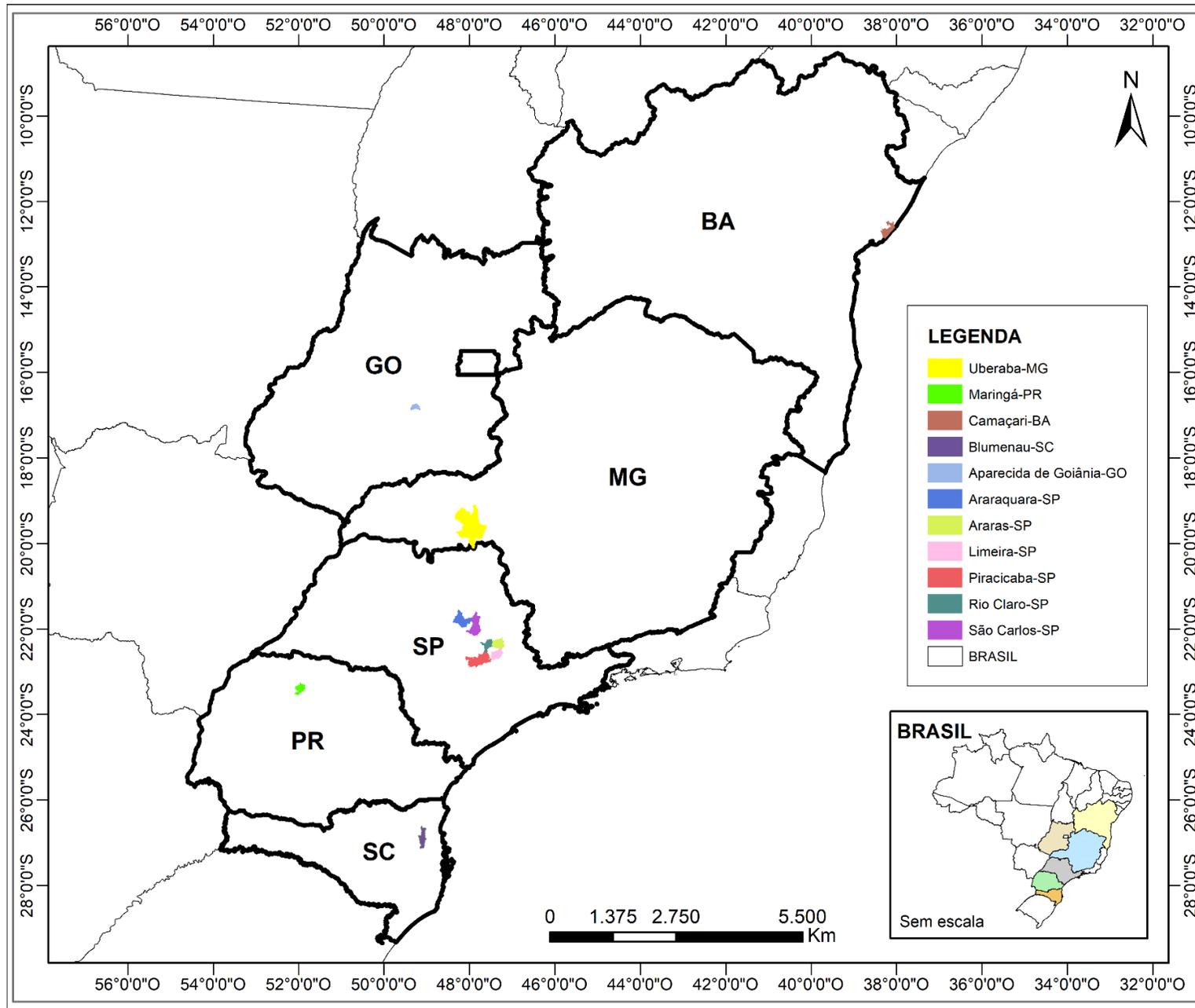
O Quadro 5.3 apresenta as 11 cidades selecionadas e analisadas com suas respectivas leis de aprovação, dos Planos Municipais, em seguida são indicadas as localizações de cada cidade através de um mapa (Figura 5.1).

**Quadro 5.3 - Cidades Selecionadas e seus Planos Municipais**

Cidades	Leis/Decretos dos Planos Municipais			
	Diretor	Saneamento e Drenagem	Saneamento	Drenagem
Aparecida de Goiânia-GO	Lei Complementar nº 124 de 14/12/2016	Lei nº 2875/2009	--	--
Araraquara-SP	Lei Complementar nº 850 de 11/02/2014	Lei Municipal nº 8.335 de 03/11/2014	--	Lei Complementar nº 850 de 11/02/2014
Araras-SP	Lei Complementar nº 3.901 de 06/10/2006	Lei nº 4329/10	--	--
Blumenau-SC	Lei Complementar nº 1181 de 02/04/2018	Lei Complementar nº 1.131 de 20/07/2017	--	--
Camaçari-BA	Lei Ordinária nº 866/2008	Lei Ordinária nº 1.463/2016	--	--
Limeira-SP	Lei Complementar Nº 442 de 12/01/2009	Lei Ordinária nº 3.877 /04 e Decreto Municipal nº. 59/2014	--	--
Maringá-PR	Lei Complementar nº 632/2006	Lei 3593/94	--	--
Piracicaba-SP	Lei Complementar nº 405/2019 e nº 186 de 10/10/2006	Lei Complementar nº 251/10	--	--
Rio Claro-SP	Lei Complementar nº 0128 de 07/12/2017	--	Lei nº 11.445/2007	Lei Complementar nº 0128 de 07/12/2017 e Lei Municipal nº 4.808/14
São Carlos-SP	Lei nº 18.053 de dez/ 2018	--	Lei nº 16.884 de 20/12/2013	Lei nº 17.005 de 20/12/2013
Uberaba-MG	Lei Complementar nº 359/06	Lei nº 12.146/2015	--	--

Fonte: Elaborado pela autora

**Figura 5.1 - Mapas das cidades selecionadas em Sistema de Coordenadas Geográficas: WGS84/SIRGAS2000**



Fonte: Elaborado pela autora

O Quadro 5.4 demonstra uma breve descrição das características de cada uma das cidades selecionadas, ressaltando que tais características podem contribuir para que existam uma maior ou menor resiliência hídrica na cidade. A caracterização das áreas estudadas foi baseada no Índice FIRJAN<sup>13</sup> (2019) nos dados do IBGE (2010).

**Quadro 5.4 - Caracterização das cidades selecionadas**

<b>Caracterização das cidades</b>			
<b>Cidade</b>	<b>População (IBGE 2010)</b>	<b>Índice FIRJAN (2016)</b>	<b>Dados municipais (IBGE, 2010)</b>
Aparecida de Goiânia-GO	455.657	Índice elevado saúde e moderado de desenvolvimento e educação.	Esgotamento sanitário adequado 35,7% Arborização de vias públicas 86,9% Urbanização de vias públicas 8,3% PIB per capita 23.439,72 R\$ Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 0,718
Araraquara-SP	208.662	Índice elevado de desenvolvimento, saúde e educação.	Esgotamento sanitário adequado 98,5 % Arborização de vias públicas 97,1 % Urbanização de vias públicas 28,5 % PIB per capita [2016] 39.065,74 R\$ Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 0,815
Araras-SP	118.843	Índice elevado de desenvolvimento, saúde e educação.	Esgotamento sanitário adequado 98,6 % Arborização de vias públicas 84,2 % Urbanização de vias públicas 34,9 %, PIB per capita 38.402,06 R\$, Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 0,781
Blumenau-SC	309.011	Índice elevado de desenvolvimento, saúde e educação.	Esgotamento sanitário adequado 91,6% Arborização de vias públicas 37,7% Urbanização de vias públicas 62,6% PIB per capita 48.115,48 R\$ Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 0,806
Camaçari-BA	242.970	Índice moderado de desenvolvimento, saúde e educação.	Esgotamento sanitário adequado 64,8% Arborização de vias públicas 24,1% Urbanização de vias públicas 22,4% PIB per capita 81.105,66 R\$ Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 0,694

<sup>13</sup>O Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal é um estudo que acompanha anualmente o desenvolvimento socioeconômico de todos os municípios brasileiros em três áreas de atuação: emprego e renda, educação e saúde. Criado em 2008, ele é feito, exclusivamente, com base em estatísticas públicas oficiais, disponibilizadas pelos ministérios do Trabalho, Educação e Saúde. Em uma escala de 0,0 a 0,1 pontos o município se enquadra em alto desenvolvimento (superiores a 0,8 pontos), desenvolvimento moderado (entre 0,6 e 0,8 pontos), desenvolvimento regular (entre 0,4 e 0,6 pontos) e baixo desenvolvimento (inferiores a 0,4 pontos). Fonte: FIRJAN, 2019.

Continuação do Quadro 5.4

<b>Caracterização das áreas de estudo</b>			
<b>Cidade</b>	<b>População (IBGE 2010)</b>	<b>Índice FIRJAN (2016)</b>	<b>Dados municipais (IBGE, 2010)</b>
Limeira-SP	276.022	Índice elevado de desenvolvimento, saúde e educação.	Esgotamento sanitário adequado 97,2 % Arborização de vias públicas 91,5 % Urbanização de vias públicas 57 % PIB per capita 37.057,35 R\$ Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 0,775
Maringá-PR	357.07	Índice elevado de desenvolvimento e educação e moderado na saúde.	Esgotamento sanitário adequado 83% Arborização de vias públicas 97,3% Urbanização de vias públicas 90,6% PIB per capita 44.442,52 R\$ Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 0,808
Piracicaba-SP	364.571	Índice elevado de desenvolvimento e educação e moderado na saúde.	Esgotamento sanitário adequado 97,8 % Arborização de vias públicas 94,6 % Urbanização de vias públicas 44,2 % PIB per capita 54.656,57 R\$ Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 0,785
Rio Claro-SP	186.253	Índice elevado de desenvolvimento, saúde e educação.	Esgotamento sanitário adequado 98,6 % Arborização de vias públicas 81,6 % Urbanização de vias públicas 27,8 %, PIB per capita 43.966,89 R\$, Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 0,803
São Carlos-SP	221.950	Índice elevado de desenvolvimento, saúde e educação.	Esgotamento sanitário adequado 98,4 % Arborização de vias públicas 89,2 % Urbanização de vias públicas 34,2 % PIB per capita 40.281,81 R\$ Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 0,805
Uberaba-MG	295.988	Índice elevado de desenvolvimento, saúde e educação.	Esgotamento sanitário adequado 97,2%, Urbanização de vias públicas 31,5% PIB per capita 44.522,83 R\$ Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) 0,772

Fonte: Elaborado pela autora

### 5.2.3 Análise dos Planos Municipais

Em seguida apresentam-se as análises conjuntas de cada um dos Planos Municipais. Neste subitem serão apresentados alguns pontos mais relevantes de algumas cidades, as análises individuais de cada Plano com as respectivas cidades estão nos Apêndices A, B e C.

#### **Planos Diretores**

A análise dos Planos Diretores de cada um dos municípios selecionados é apresentada no Apêndice A e um resumo da identificação das variáveis relacionadas à Resiliência é apresentado no Quadro 5.5. Algumas considerações são destacadas a seguir.

Em Araraquara, 14 variáveis são abordadas diretamente, 10 abordadas indiretamente e 16 não são abordadas. Vale destacar que o PD de Araraquara no seu Art. 54, parágrafo V, diz respeito a criação de programas e instrumentos específicos de gestão, monitoramento, prevenção, redução de riscos e de mitigação de impactos ambientais decorrentes de eventos hidrológicos críticos Mudanças Climáticas, ou seja, de maneira indireta aborda o tema Resiliência e diretamente aborda as Mudanças Climática.

A cidade de Blumenau tem apenas 6 variáveis abordadas diretamente, 12 indiretamente e 21 não são abordadas. No PD é mencionado que a cidade conta com um Plano de Política Pública Municipal de Prevenção de Desastres (Artigos 37 e 38) que pode diminuir o agravamento dos efeitos de mudanças climáticas e aumentar a resiliência, deste modo, esta cidade também menciona indiretamente a Resiliência.

O Art. 39 descreve “propor e executar medidas preventivas estruturais e não estruturais destinadas a redução de riscos. Também vale mencionar que cidade possui uma Política Pública Municipal de Prevenção de Desastres com “um conjunto de ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação destinadas a evitar ou minimizar os riscos de desastres, bem como restabelecer a normalidade social preservando o moral da população, tendo como princípio o direito à vida.”

E o Art. 35, parágrafo II diz respeito a “incorporação, nas suas proposições, de critérios de sustentabilidade, integrando o uso do solo à gestão da água, promovendo soluções de desenho urbano que auxiliem na manutenção do ciclo hidrológico, e assim, abordando diretamente o conceito de Resiliência e Mudanças Climáticas.

No caso de Limeira a maioria das variáveis também não são mencionadas, apenas 9 são abordadas diretamente e 15 são abordadas indiretamente e 15 não foram abordadas. Com relação a Componente 12, vale destacar que apesar da RHU não ser mencionada existe uma Lei de Recursos Hídricos especificada no Art. 9 e um Programa de Recuperação dos Recursos Hídricos especificado no Art. 69. O mesmo acontece com a variável 15a no qual é mencionado no Art. 73 (XIII) a Educação Ambiental, mas não aborda a temática da RHU.

Em São Carlos, das 39 variáveis analisadas, 18 foram abordadas de maneira indireta, 12 não foram abordadas e apenas 9 foram abordadas diretamente. O PD menciona as questões das mudanças climáticas diretamente e indiretamente a Resiliência no Art. 3 (XI) que diz: “contribuir para mitigação de fatores antropogênicos que contribuem para a mudança climática, inclusive por meio da redução e remoção de gases de efeito estufa, da utilização de fontes renováveis de energia e da construção sustentável, e para a adaptação aos efeitos reais ou esperados das mudanças climáticas” e no Art.73 (VII) que diz: “promover ações necessárias para minorar, no nível local, os efeitos do aumento de temperatura associado às mudanças climáticas globais. “

**Quadro 5.5 - Variáveis que Podem ser associadas à Resiliência e que foram identificadas nos Planos Diretores**

Sistemas	Componente	Variáveis	Cidades										
			Ap. de Goiânia	Araraquara	Araras	Blumenau	Camaçari	Limeira	Maringá	Piracicaba	Rio Claro	São Carlos	Uberaba
SAA	1.Redução da disponibilidade dos mananciais	1a. Escassez ou estresse hídrico (estiagem significativa)	N	AD	N	N	N	N	AI	N	AI	AI	AI
		1b. Captação excessiva das águas superficiais	AI	AD	AI	N	AI	AI	AI	N	AI	AI	AI
		1c. Capacidade de reservação insuficiente	N	AD	AD	N	N	N	AI	AI	AD	AI	AI
		1d. Exploração excessiva dos aquíferos	AI	AI	N	N	N	AD	N	AI	N	AI	AD
	2. Deficiências ou insuficiência do SAA	2a. Falhas (danos, colapso, rupturas) no sistema	AI	N	AI	N	N	N	N	N	N	N	N
		2b. Perda da capacidade de atendimento da demanda (saturação e flexibilidade)	AI	AI	N	N	N	AI	N	AI	AI	N	AI
	3. Comprometimento da qualidade da água para abastecimento	3a. Comprometimento da qualidade da água em manancial superficial	AD	AI	AD	AI	AI	AD	AD	AI	AD	AD	AD
		3b. Comprometimento da qualidade das águas subterrâneas (aquíferos)	AD	AI	AI	AI	AI	AD	AD	AI	AI	AD	AI
		3c. Falhas ou deficiências no sistema de tratamento de água	N	AD	N	N	AI	N	N	N	AI	N	AD
		3d. Comprometimento da qualidade na reservação e na distribuição da água	AI	AD	AD	N	AI	AD	AI	AI	AD	N	AI

Legenda: **AD**- Aborda Diretamente| **AI**-Aborda Indiretamente| **N**- Não Aborda

Continuação do Quadro 5.5

Sistemas	Componente	Variáveis	Cidades										
			Ap. de Goiânia	Araraquara	Araras	Blumenau	Camaçari	Limeira	Maringá	Piracicaba	Rio Claro	São Carlos	Uberaba
SES	4. Deficiências ou insuficiência do SES	4a. Falhas (danos, colapso, rupturas) no sistema	N	N	N	N	N	N	AD	N	AI	N	AI
		4b. Perda da capacidade de atendimento da demanda (saturação do sistema)	AI	AD	N	N	N	AI	N	N	AI	N	AI
	5. Comprometimento das condições do corpo receptor	5a. Falhas nos sistemas de tratamento de esgoto	N	AI	AI	N	N	AD	N	N	AI	AI	AI
		5b. Perda da capacidade de diluição ou autodepuração dos corpos receptores	AD	AD	AD	AI	N	AI	AD	AI	AI	AI	AI
	6. Impactos das Ligações cruzadas sobre o SES	6a. Sobrecarga das águas Pluviais no SES e SDU	N	N	AI	N	N	N	N	N	N	N	AI
SDU	7. Agravamento dos efeitos de mudanças climáticas	7a. Aumento da intensidade das precipitações	N	N	N	N	N	N	N	N	N	AI	AD
		7b. Aumento da frequência de precipitações intensas	N	N	N	N	N	N	N	N	N	AD	AD
	8. Ocupações de riscos	8a. Ocupação de áreas de riscos de inundações e alagamentos	AI	AI	N	AI	N	AD	AI	AD	AI	AD	AD
		8b. Ocupação de áreas de deslizamentos e escorregamentos	AI	AI	N	AI	N	N	AI	AD	AI	AI	N
	9. Deficiências ou insuficiência do SDU	9a. Falhas (danos, colapso, rupturas) no sistema	N	N	N	N	N	AI	N	N	AI	N	N
		9b. Perda da capacidade de atendimento da demanda (saturação do sistema)	N	AD	N	N	N	AI	N	N	AI	AI	N
		9c. Alteração das características urbanas que afeta as águas pluviais	AI	N	N	AI	AI	AI	AI	N	AI	AI	N
	10. Comprometimento da qualidade das águas pluviais	10a. Comprometimento da qualidade dos lançamentos superficiais	AI	N	AD	N	AI	AI	AI	N	AI	AI	N
		10b. Comprometimento da qualidade das águas infiltradas	AI	N	AD	N	AI	AI	AI	N	N	AI	N
	11. Erosão e assoreamento	11a. Transporte de sedimento pelas águas pluviais	AD	AD	AD	AI	AI	AD	AD	AD	AD	AD	AD

Legenda: **AD**- Aborda Diretamente| **AI**-Aborda Indiretamente| **N**- Não Aborda

Continuação do Quadro 5.5

Sistemas	Componente	Variáveis	Cidades										
			Ap. de Goiânia	Araraquara	Araras	Blumenau	Camaçari	Limeira	Maringá	Piracicaba	Rio Claro	São Carlos	Uberaba
G&P	12. Legislação	12a. Leis e normas que consideram a RHU	N	N	N	AI	N	AI	AI	AI	AI	AI	AI
	13. Planejamento	13a. Planos específicos atualizados considerando a RHU	N	N	N	AI	N	AI	N	AI	AI	AI	AI
		13b. Capacidade de redundância dos sistemas hídricos	N	N	AI	N	N	AI	N	N	N	N	AI
		13c. Adoção de planos de contingência	N	N	N	AD	N	N	N	N	N	N	N
		13d. Provisão de recursos financeiros para emergências e recuperação	AI	AI	AD	AI	N	AD	N	N	N	AI	N
	14. Estrutura organizacional de gestão	14a. Coordenação eficaz entre os sistemas hídricos e com outros órgãos;	AD	AD	N	N	N	N	N	N	N	AD	AD
		14b. Capacitação de pessoal para atuar em relação a RHU	N	N	AI	AI	N	N	N	N	N	AI	N
		14c. Monitoramento dos sistemas hídricos	N	AD	N	AD	N	N	N	N	N	N	AI
		14d. Disponibilização dos dados	AD	AD	AD	AD	AD	AI	N	AI	N	AD	N
		14e. Avaliação, previsão e prevenção de riscos (mapas de riscos, sistemas de alerta e Defesa Civil estruturada)	AI	AD	AI	AD	N	AI	N	AD	N	AI	N
	15. Participação e envolvimento da sociedade	15a. Conscientização e preparação da comunidade em relação a RHU (Educação Ambiental, treinamento)	AI	AI	AI	AI	AI	AI	AI	N	N	AI	AI
		15b. Instâncias de participação da sociedade (conselhos, comitês, grupos de trabalho)	AD	AI	N	AD	AD	AD	AD	AD	AI	AD	AI
		15c. Assistências para situações de emergência a populações vulneráveis	N	N	N	AD	N	N	N	AD	N	N	N
		15d. Colaboração proativa entre órgãos governamentais e não governamentais (empresas, Universidades, ONGs)	AD	AD	AD	N	N	N	AD	N	N	AD	AD

Legenda: **AD**- Aborda Diretamente| **AI**-Aborda Indiretamente| **N**- Não Aborda

Fonte: Elaborado pela autora

## **Planos de Saneamento (incluindo drenagem)**

A análise dos Planos de Saneamento (incluindo drenagem) de cada um dos municípios selecionados é apresentada no Apêndice B e um resumo da identificação das variáveis relacionadas à Resiliência é apresentado no Quadro 5.6. Algumas considerações são destacadas a seguir.

As cidades com Planos de Saneamento e Drenagem integrados possuem um documento norteador no qual são definidas as regras de como deve ser o abastecimento de água, o sistema de recolhimento e tratamento de esgoto, o manejo de resíduos sólidos e a drenagem de águas pluviais. A partir desses documentos tem-se um panorama do saneamento municipal, um diagnóstico e um prognóstico que estabelecem metas e projetos para cada questão abordada. Na maioria dos casos os Planos são regulados pelo Serviço de Água e Esgoto do Município. A seguir, apresentam-se os Planos de Saneamento e Drenagem e o Quadro 5.6 com as variáveis.

O Plano de Saneamento e Drenagem de Aparecida de Goiânia mostra um panorama geral e não possui um diagnóstico e um prognóstico de metas e projetos. De todas as variáveis, 29 não foram mencionadas, 8 foram abordadas indiretamente e 2 diretamente.

Através da Lei nº 4329, a cidade de Araras estabeleceu um convênio com o Estado de São Paulo para a elaboração do seu Plano de Saneamento que também aborda questões relacionadas a drenagem. No Plano é mencionado o REÁGUA (Programa Estadual de Apoio à Recuperação das Águas) que tem como objetivo o apoio a ações de saneamento básico para ampliação da disponibilidade hídrica onde há maior escassez hídrica. Das 39 variáveis, 25 não foram mencionadas, 9 foram abordadas indiretamente e apenas 5 diretamente

Evidencia-se que a cidade de Blumenau tem incorporado no Plano de Saneamento o Plano de Segurança da Água e os Planos de Emergências e Contingências para os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana. Blumenau não aborda a maior parte das variáveis (25), 10 são mencionadas indiretamente e 4 diretamente. Das mencionadas indiretamente a maior parte está no SDU.

Na cidade de Camaçari destaca-se a questão relacionada a Drenagem Urbana em que é sugerido uma drenagem sustentável apresentando técnicas e

tecnologias sincronizadas com ciclo hidrológico, com procedimentos que visam lidar melhor com as águas pluviais. A maioria das variáveis, 17, foram abordadas indiretamente; 15 não foram abordadas e 7 foram abordadas indiretamente.

O PMSD de Limeira demonstra um panorama mais técnico com medidas estruturais e não estruturais, embora seja um decreto, este Plano é um documento norteador que juntamente com Política Municipal de Recursos Hídricos (Lei Ordinária nº 387/04) auxilia a cidade nas ações de Drenagem e Saneamento. Das 39 variáveis, 23 não foram mencionadas, 9 foram abordadas indiretamente e apenas 7 diretamente.

Assim como Plano anteriormente descrito constata-se que este Plano também possui informações mais técnicas, todavia, Maringá possui o Fundo Municipal de Saneamento, instituído pela Lei Complementar nº 853/2010 em seu Art. 4 diz que “os recursos do Fundo Municipal de Saneamento Básico destinam-se ao meio ambiente e aos recursos hídricos.” No total das variáveis, 21 não foram abordadas, 11 foram abordadas indiretamente e apenas 7 diretamente.

A cidade de Piracicaba possui a Lei Complementar nº 251/10, no qual dispõe a consolidação da legislação que orienta a proteção ao meio ambiente, os programas e as iniciativas na área de interesse ambiental do Município de Piracicaba, no seu Artigo 2, parágrafo VII menciona a elaboração e implementação dos planos de gestão em áreas verdes, saneamento, dentre outros. E também relata questões relacionadas à drenagem. Foi elaborado pela cidade o Plano de Saneamento Básico que associa tanto as questões relacionadas ao saneamento quanto relacionadas a drenagem. Portanto, para esta cidade foram analisados o Plano de Saneamento e também a Lei em vigor.

Referente as variáveis notam-se que das 39, apenas 5 não foram abordadas, 16 foram abordadas diretamente e 18 indiretamente.

Além de possuir a Lei para Drenagem e Saneamento também dispõe de “produtos” norteadores que estão disponíveis no site da CODAU. A maioria das variáveis não foram abordadas (totalizando 17), indiretamente foram abordadas 15 e apenas 7 abordadas diretamente.

**Quadro 5.6 - Variáveis que Podem ser associadas à Resiliência e que foram identificadas nos Planos de Saneamento (incluindo drenagem)**

Sistemas	Componente	Variáveis	Cidades									
			Aparecida de Goiânia	Araraquara	Araras	Blumenau	Camaçari	Limeira	Maringá	Piracicaba	Uberaba	
SAA	1.Redução da disponibilidade dos mananciais	1a. Escassez ou estresse hídrico (estiagem significativa)	N	N	AI	N	AI	N	N	AI	AI	
		1b. Captação excessiva das águas superficiais	N	N	N	N	AI	N	N	AD	AI	
		1c. Capacidade de reservação insuficiente	AI	AD	N	N	N	AI	AD	AI	AI	
		1d. Exploração excessiva dos aquíferos	N	N	AD	N	N	N	AD	AI	N	
	2. Deficiências ou insuficiência do SAA	2a. Falhas (danos, colapso, rupturas) no sistema	N	N	N	N	N	N	AI	AI	AI	
		2b. Perda da capacidade de atendimento da demanda (saturação do sistema)	N	N	AD	N	AI	N	AI	AI	AI	
	3. Comprometimento da qualidade da água para abastecimento	3a. Comprometimento da qualidade da água em manancial superficial	AI	AI	AI	AI	AD	AD	AD	AD	AD	
		3b. Comprometimento da qualidade das águas subterrâneas (aquíferos)	AI	N	AI	N	AI	AD	AD	AD	AD	
		3c. Falhas ou deficiências no sistema de tratamento de água	N	AI	N	AI	AI	N	AI	AI	N	
		3d. Comprometimento da qualidade na reservação e na distribuição da água	N	AI	AD	N	AI	AI	N	AI	AI	
	SES	4. Deficiências ou insuficiência do SES	4a. Falhas (danos, colapso, rupturas) no sistema	N	AI	N	N	N	N	AI	AI	AI
			4b. Perda da capacidade de atendimento da demanda (saturação do sistema)	AI	N	AD	N	AI	N	AI	AI	AI
5. Comprometimento das condições do corpo receptor		5a. Falhas nos sistemas de tratamento de esgoto	N	AI	N	N	AI	N	AI	AD	AI	
		5b. Perda da capacidade de diluição ou autodepuração dos corpos receptores	AI	N	AI	AI	AI	N	AI	AD	AI	
6. Impactos das Ligações cruzadas sobre o SES		6a. Sobrecarga das águas Pluviais no SES e SDU	N	N	N	N	N	N	AI	N	AI	

Legenda: **AD**- Aborda Diretamente| **AI**-Aborda Indiretamente| **N**- Não Aborda

Continuação do Quadro 5.6

Sistemas	Componente	Variáveis	Cidades								
			Aparecida de Goiânia	Araraquara	Araras	Blumenau	Camaçari	Limeira	Maringá	Piracicaba	Uberaba
SDU	7. Agravamento dos efeitos de mudanças climáticas	7a. Aumento da intensidade das precipitações	N	N	N	N	N	AI	N	AI	N
		7b. Aumento da frequência de precipitações intensas	N	N	N	N	N	AI	N	AI	N
	8. Ocupações de riscos	8a. Ocupação de áreas de riscos de inundações e alagamentos	N	N	AI	N	AD	N	N	AD	AD
		8b. Ocupação de áreas de deslizamentos e escorregamentos	N	N	N	N	AD	N	N	N	N
	9. Deficiências ou insuficiência do SDU	9a. Falhas (danos, colapso, rupturas) no sistema	N	AI	N	N	N	AI	N	AD	N
		9b. Perda da capacidade de atendimento da demanda (saturação do sistema)	AI	N	N	N	N	AI	AD	AD	AI
		9c. Alteração das características urbanas que afeta as águas pluviais	N	N	N	AI	N	N	N	AD	N
	10. Comprometimento da qualidade das águas pluviais	10a. Comprometimento da qualidade dos lançamentos superficiais	N	N	N	AI	AI	AI	N	AI	AD
		10b. Comprometimento da qualidade das águas infiltradas	N	N	N	AI	AI	N	N	AI	AI
	11. Erosão e assoreamento	11a. Transporte de sedimento pelas águas pluviais	N	N	AD	AI	AD	AD	N	AD	N

Legenda: AD- Aborda Diretamente| AI-Aborda Indiretamente| N- Não Aborda

Continuação do Quadro 5.6

Sistemas	Componente	Variáveis	Cidades								
			Aparecida de Goiânia	Araraquara	Araras	Blumenau	Camaçari	Limeira	Maringá	Piracicaba	Uberaba
G&P	12. Legislação	12a. Leis e normas que consideram a RHU	AI	N	N	N	AI	N	AI	AI	N
	13. Planejamento	13a. Planos específicos atualizados considerando a RHU	AI	AD	N	N	AI	AI	AI	AI	AI
		13b. Capacidade de redundância dos sistemas hídricos	N	N	N	N	N	N	N	N	N
		13c. Adoção de planos de contingência	N	N	N	AI	N	AD	AD	N	N
		13d. Provisão de recursos financeiros para emergências e recuperação	N	N	AI	AI	N	N	AI	AI	N
	14. Estrutura organizacional de gestão	14a. Coordenação eficaz entre os sistemas hídricos e com outros órgãos;	N	N	N	AD	AI	AD	N	AD	N
		14b. Capacitação de pessoal para atuar em relação a RHU	N	N	N	AI	N	N	N	AI	N
		14c. Monitoramento dos sistemas hídricos	N	N	N	AD	AI	AD	N	AD	AD
		14d. Disponibilização dos dados	AD	AD	N	AD	AD	N	N	AD	AD
		14e. Avaliação, previsão e prevenção de riscos (mapas de riscos, sistemas de alerta e Defesa Civil estruturada)	N	N	N	N	N	N	N	AD	N
	15. Participação e envolvimento da sociedade	15a. Conscientização e preparação da comunidade em relação a RHU (Educação Ambiental, treinamento)	N	N	AI	N	AI	AI	N	AI	AI
		15b. Instâncias de participação da sociedade (conselhos, comitês, grupos de trabalho)	AD	AD	AI	AD	AD	N	AD	AD	AD
		15c. Assistências para situações de emergência a populações vulneráveis	N	N	N	N	N	AD	N	N	N
		15d. Colaboração proativa entre órgãos governamentais e não governamentais (empresas, Universidades, ONGs)	N	N	AI	N	AD	N	N	AD	N

Legenda: **AD**- Aborda Diretamente| **AI**-Aborda Indiretamente| **N**- Não Aborda

Fonte: Elaborado pela autora

## **Planos de Saneamento e Planos de Drenagem independentes**

As cidades de Rio Claro e São Carlos possuem seus Planos de Saneamento e Drenagem separados, portanto, estes Planos foram analisados em um item desvinculado das demais cidades.

Salienta-se que, quando os Planos de Saneamento foram analisados, não foram observadas as variáveis relacionadas aos Sistemas de Drenagem Urbana, uma vez que as mesmas não fazem parte da composição do Plano. O mesmo ocorreu na análise dos Planos de Drenagem, no qual as variáveis relacionadas aos Sistemas de Abastecimento de Água e ao Esgotamento Sanitário não foram observadas.

A análise dos Planos de Saneamento e do Planos de Drenagem de cada um dos municípios selecionados é apresentada no Apêndice C e um resumo da identificação das variáveis relacionadas à Resiliência é apresentado no Quadro 5.7.

### **Planos de Saneamento**

#### **Rio Claro**

Os termos Resiliências e Mudanças Climáticas não foram mencionados neste Plano. De um modo geral, das 29 variáveis analisadas, 16 não foram abordadas apenas quatro foram abordadas diretamente, sendo duas do Sistema Gestão & participação (14d e 15b).

#### **São Carlos**

São Carlos possui a Lei Municipal nº 16.884/13 no qual institui o Plano Municipal de São Carlos, além desta Lei foi elaborado o Plano Municipal de Saneamento do Município de São Carlos (PMSSanCa) que define as regras de como deve ser o abastecimento de água, o Sistema de recolhimento e tratamento de esgoto, o manejo de resíduos sólidos e a drenagem de águas pluviais. Portanto, para esta pesquisa foi analisado o PMSSanCa (Relatório final), uma vez que a Lei apresenta somente instrumentos norteadores.

Os termos Resiliência e Mudanças Climáticas não foram mencionados neste Plano. Das 29 variáveis analisadas 17 foram abordadas diretamente, sendo 8 do Sistema de Abastecimento de Água e 7 do Sistema de Gestão & Participação.

## **Análise dos Planos de Drenagem**

### **Rio Claro**

Apesar da Drenagem Urbana estar inserida no Plano Diretor da Cidade de Rio Claro, conforme Lei Complementar nº 0128/17, a cidade também possui Lei que dispõe sobre diretrizes gerais de macrodrenagem visando estabelecer medidas para compensar a redução da capacidade de infiltração das águas de chuvas no solo (Lei municipal nº 4.808/14) e também Plano de Drenagem de Águas Pluviais (PDAPU-RC), portanto, para esta avaliação foram considerados tanto as Leis quanto o PDAPU-RC. Os termos Resiliência e Mudanças Climáticas não foram mencionados neste Plano. Das 24 variáveis analisadas, 12 não foram abordadas, 8 foram abordadas indiretamente e 4 foram abordadas diretamente.

### **São Carlos**

De todas as variáveis analisadas, 10 foram abordadas diretamente, 10 foram abordadas indiretamente e 4 indiretamente. Com relação às variáveis abordadas indiretamente vale destacar algumas que se referem a RHU, como as variáveis do SDU inseridas na Componente 7, no qual todas foram abordadas indiretamente. O PMDU também menciona questões relacionadas às chuvas intensas e a “cálculos relativos ao dimensionamento, segurança e funcionamento das obras de macro e micro drenagem” [...], assim, abordando indiretamente o termo Resiliência. O termo Mudanças Climáticas não foi mencionado.

Neste plano também é mencionada a Lei nº. 13.944/06 no qual cria Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Município e também o Art. 27 do PMDU descreve o Programa de Recuperação (a ARA) que é desenvolvido pelo “Poder Público e apreciado pelo COMDEMA e outros conselhos municipais pertinentes, para recuperar áreas degradadas pertencentes a agentes privados ou públicos. ”

**Quadro 5.7 - Variáveis que podem ser associadas à Resiliência e que foram identificadas nos Planos de Saneamento e nos Planos de Drenagem separados**

Sistemas	Componente	Variáveis	Cidades			
			Rio Claro		São Carlos	
			PMS	PMDU	PMS	PMDU
SAA	1.Redução da disponibilidade dos mananciais	1a. Escassez ou estresse hídrico (estiagem significativa)	AI	-	AI	-
		1b. Captação excessiva das águas superficiais	AI	-	AD	-
		1c. Capacidade de reservação insuficiente	AI	-	AD	-
		1d. Exploração excessiva dos aquíferos	N	-	AD	-
	2. Deficiências ou insuficiência do SAA	2a. Falhas (danos, colapso, rupturas) no sistema	AI	-	AD	-
		2b. Perda da capacidade de atendimento da demanda (saturação do sistema)	AI	-	AD	-
	3. Comprometimento da qualidade da água para abastecimento	3a. Comprometimento da qualidade da água em manancial superficial	AD	-	AD	-
		3b. Comprometimento da qualidade das águas subterrâneas (aquíferos)	N	-	AD	-
		3c. Falhas ou deficiências no sistema de tratamento de água	AI	-	AI	-
		3d. Comprometimento da qualidade na reservação e na distribuição da água	AI	-	AD	-
SES	4. Deficiências ou insuficiência do SES	4a. Falhas (danos, colapso, rupturas) no sistema	N	-	AI	-
		4b. Perda da capacidade de atendimento da demanda (saturação do sistema)	N	-	AI	-
	5. Comprometimento das condições do corpo receptor	5a. Falhas nos sistemas de tratamento de esgoto	AD	-	AI	-
		5b. Perda da capacidade de diluição ou autodepuração dos corpos receptores	AI	-	AI	-
	6. Impactos das Ligações cruzadas sobre o SES	6a.Sobrecarga das águas Pluviais no SES e SDU	N	-	N	-

Legenda: **AD**- Aborda Diretamente| **AI**- Aborda Indiretamente| **N**- Não Aborda

Continuação do Quadro 5.7

Sistemas	Componente	Variáveis	Cidades			
			Rio Claro		São Carlos	
			PMS	PMDU	PMS	PMDU
SDU	7. Agravamento dos efeitos de mudanças climáticas	7a. Aumento da intensidade das precipitações	-	N	-	AI
		7b. Aumento da frequência de precipitações intensas	-	N	-	AI
	8. Ocupações de riscos	8a. Ocupação de áreas de risco de inundações e alagamentos	-	AD	-	AD
		8b. Ocupação de áreas de deslizamentos e escorregamentos	-	AI	-	N
	9. Deficiências ou insuficiência do SDU	9a. Falhas (danos, colapso, rupturas) no sistema	-	AI	-	AD
		9b. Perda da capacidade de atendimento da demanda (saturação do sistema)	-	AI	-	N
		9c. Alteração das características urbanas que afeta as águas pluviais	-	AI	-	AD
	10. Comprometimento da qualidade das águas pluviais	10a. Comprometimento da qualidade dos lançamentos superficiais	-	AI	-	AD
		10b. Comprometimento da qualidade das águas infiltradas	-	N	-	AD
	11. Erosão e assoreamento	11a. Transporte de sedimento pelas águas pluviais	-	AD	-	AD

Legenda: **AD**- Aborda Diretamente| **AI**- Aborda Indiretamente| **N**- Não Aborda

Continuação do Quadro 5.7

Sistemas	Componente	Variáveis	Cidades			
			Rio Claro		São Carlos	
			PMS	PMDU	PMS	PMDU
G&P	12. Legislação	12a. Leis e normas que consideram a RHU	N	AI	AI	AI
	13. Planejamento	13a. Planos específicos atualizados considerando a RHU	N	AI	AI	AI
		13b. Capacidade de redundância dos sistemas hídricos	N	N	AI	N
		13c. Adoção de planos de contingência	N	N	AD	AI
		13d. Provisão de recursos financeiros para emergências e recuperação	N	N	AD	AI
	14. Estrutura organizacional de gestão	14a. Coordenação eficaz entre os sistemas hídricos e com outros órgãos.	N	N	AI	AD
		14b. Capacitação de pessoal para atuar em relação a RHU	N	N	AI	AI
		14c. Monitoramento abrange dos sistemas hídricos com gerenciamento	N	N	AD	AD
		14d. Disponibilização dos dados	AD	N	AD	AI
		14e. Avaliação, previsão e prevenção de riscos (mapas de riscos, sistemas de alerta e Defesa Civil estruturada)	N	AD	AD	AD
	15. Participação e envolvimento da sociedade	15a. Conscientização e preparação da comunidade em relação a RHU (Educação Ambiental, treinamento)	AI	N	AI	AI
		15b. Instâncias de participação da sociedade (conselhos, comitês, grupos de trabalho)	AD	AI	AD	AD
		15c. Assistências para situações de emergência a populações vulneráveis	N	AD	AI	N
		15d. Colaboração proativa entre órgãos governamentais e não governamentais (empresas, Universidades, ONGs)	N	N	AD	AI

Legenda: **AD**- Aborda Diretamente| **AI**-Aborda Indiretamente| **N**- Não Aborda

Fonte: Elaborado pela autora

### **Considerações gerais a respeito dos Planos analisados**

As análises efetuadas mostraram que nenhum dos Planos Municipais menciona explicitamente o termo Resiliência. Entretanto, conforme descrito anteriormente, cidades como Araraquara, Blumenau e São Carlos mencionam indiretamente a Resiliência em alguns Planos Municipais.

De um modo geral, a maioria das variáveis não foram abordadas. Gestão & Participação é o Sistema que ao mesmo tempo em que possui o maior número de variáveis abordadas diretamente, apresenta também o maior número de variáveis não abordadas. Sendo a variável “Capacidade de redundância dos sistemas hídricos” (13b) da Componente Planejamento a menos abordada e a variável “Instâncias de participação da sociedade” (15b) a mais abordada diretamente.

Portanto, observa-se que os Planos Municipais têm a preocupação em envolver a sociedade, apresentando um processo democrático e participativo considerando o pluralismo de ideia e assim fortalecendo a relevância da participação comunitária na tomada de decisão.

Em contrapartida, na maioria dos casos, os Planos apresentam somente o enfoque em contribuições específicas, relacionadas a técnicas e infraestrutura convencionais, não abordando técnicas e infraestruturas verdes bem como uma visão mais integrada com as questões ambientais e sociais. Outras vezes, as diretrizes assemelham-se entre um Plano e outro, o que dificulta compreender o panorama e a especificidade de cada cidade e como os mesmos podem influenciar a vida dos cidadãos e dos recursos hídricos.

Alguns Planos foram elaborados antes do surgimento da Campanha da ONU e mesmo as cidades demonstrando interesse em se tornarem mais resilientes, os Planos que passaram por revisão não abordam diretamente as questões relacionadas à Resiliência, à RHU e às Mudanças Climáticas.

Mesmo com a existência de um arcabouço acadêmico que pode auxiliar as cidades a lidarem com as vulnerabilidades que interferem (em maior ou menor grau) nos processos adaptativos e de vulnerabilidade, evidencia-se que os Planos Municipais são instrumentos balizadores de demandas relacionadas a infraestrutura e políticas públicas não compartilhando a perspectiva de incorporação da RHU na gestão municipal.

Ainda que as cidades possuam um papel central para combater os riscos associados à RHU, fica evidente que houve uma certa limitação em incorporar tais conceitos nos Planos Municipais.

Compreender, identificar e analisar essas limitações e como elas interagem com a gestão do município tem sido um desafio para o planejamento a médio e longo prazo, uma vez que essas limitações não estão relacionadas somente com complexidade envolvida na abordagem da Resiliência. Mas também está intrinsecamente ligada aos entraves econômicos, institucionais e políticos que reduzem a capacidade das cidades em prover serviços básicos, infraestrutura e suporte às populações e aos ecossistemas (WISE et al., 2014; DARELA-FILHO et al., 2016)

Portanto, essa análise indica a necessidade de uma visão mais integrada e preditiva quanto à temática abordada, buscando-se articular todos os atores sociais no desenvolvimento de planos mais robustos e criando novas estruturas de gestão que incluam a RHU.

### 5.3 IDENTIFICAÇÃO, PROPOSIÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO DE INDICADORES DE RESILIÊNCIA HÍDRICA URBANA

A partir das etapas anteriores os indicadores foram agrupados e associados à Resiliência Hídrica Urbana e subdivididos em Sistemas, Componente, variáveis e Indicadores.

As variáveis dos SAS, SES e SDU consideradas levam em conta a ocorrência de eventos que podem afetar antes durante ou depois a RHU. No caso G&P foram pensadas questões nos quais as variáveis demonstrem que a cidade possui mecanismos para aumentar a RHU nos SAS, SES e SDU. Uma vez que a transformação de dados em informações relevantes para os gestores públicos e para sociedade é o principal papel dos indicadores, é preciso analisar os indicadores para que os mesmos sejam compreendidos.

Assim, de acordo com Kyano (2002), alguns problemas quanto à concepção de indicadores são: a) clareza do que se pretende medir; b) qualidade e precisão na produção das informações que compõem o indicador e c) cautela e cuidado na interpretação das informações disponíveis.

Santiago e Dias (2012) argumentam que a escolha dos indicadores tem relação com as atividades da sociedade relacionadas ao objeto de estudo, tornando possível, por meio de sua interpretação, a análise da real situação e perspectivas da comunidade. Os indicadores mais desejados são os que resumem ou simplificam as informações mais relevantes (GALLOPIN, 1996) sendo sua função agregar de forma quantificada informações complexas até chegar a uma medida que as resume e que seja compreensível (BELLEN, 2006).

Partindo dessas premissas, para que se consiga elaborar um conjunto de indicadores é importante definir critérios para alcançar o objetivo pretendido. Deste modo, no presente trabalho foram adotados os critérios propostos por Miranda e Teixeira (2004). Os critérios para a escolha de indicadores são:

- a) Acessibilidade dos dados: facilidade ao acesso dos dados referentes ao indicador;
- b) Clareza na comunicação: permitir uma rápida compreensão e aceitação pelos usuários;
- c) Relevância: refletir algo básico e fundamental para descrever o fenômeno monitorado;
- d) Amplitude geográfica: ser sensível à mudança no espaço;
- e) Padronização: maior a possibilidade de comparar uma realidade com as demais;
- f) Preditividade: avisar antecipadamente os problemas antes que se tornem de difícil solução;
- g) Pró-atividade: mostrar o que vem dando certo de forma a motivar.
- h) Sensibilidade temporal: mostrar mudanças e tendências ao longo do tempo.
- i) Definição de metas: permitir estabelecimento de metas a serem alcançadas.
- j) Confiabilidade da fonte: possuir uma ou mais fontes de dados de confiança e;
- k) Capacidade de síntese: transmitir rapidamente uma informação, permitindo acesso aos detalhes, se necessário (MIRANDA; TEIXEIRA, 2004).

Autores como Adriaanse (1993) e Tunstall (1994) propõem alguns requisitos básicos desejáveis que os indicadores devem seguir, quando possível, de forma que possam ser considerados práticos e úteis. Dentre eles, pode-se mencionar:

- Os indicadores precisam de métricas mensuráveis ou ao menos observáveis;
- As informações têm de estar disponíveis ou ser obtidas através de cálculos, observações ou atividades de monitoramento;

- O procedimento de coleta de informações e a preparação de dados para a construção dos indicadores deve ser clara, transparente e padronizada;
- Os indicadores devem ser oportunos e apropriados para estudos locais, nacionais ou internacionais e;
- Existir a participação e suporte pelo público na utilização dos indicadores.

Além desses critérios, que a princípio são válidos para a escolha de diferentes tipos de indicadores, no caso do presente trabalho o critério principal foi a sua aplicação no contexto da RHU. Desse modo, alguns dos indicadores aqui propostos já eram consolidados para outras medições, porém, passaram a ter sentido a partir do momento que demonstraram informações relativas a Resiliência.

Portanto, os indicadores descritos não demonstram apenas à maneira que os sistemas hídricos se encontram, mas também monitoram e antecipam um problema refletindo a capacidade do sistema de absorver tensões (ALBERTI, 1996), medem o progresso e o desempenho ambiental, monitoram a integração de políticas permitindo comparações internacionais eficazes (OCDE, 2002), bem como lidam com as mudanças (CARPENTER et al., 2001) buscando identificar potenciais tensões e pontos de intervenção que podem aumentar a resiliência (MILMAN; SHORT, 2008) e desenvolver mecanismos de avaliação da RHU.

O primeiro passo, portanto, foi buscar na literatura possíveis indicadores que poderiam ser utilizados para a RHU. Foram encontrados mais de 70 indicadores que estão apresentados no Apêndice D.

A partir desse conjunto de indicadores foi realizada uma primeira avaliação buscando associa-los às Componentes e variáveis definidas anteriormente.

Alguns desses indicadores foram utilizados na sua forma original, enquanto outros sofreram adaptações para melhor refletir a RHU. Também em muitas situações, novos indicadores tiveram que ser propostos, nos casos em que não havia indicadores adequados entre aqueles identificados na literatura.

Como resultado desse processo apresentam-se os Quadros 5.8, 5.9, 5.10 e 5.11 contendo os indicadores selecionados. A justificativa para a escolha dos mesmos é também apresentada após cada um dos Quadros.

**Quadro 5.8-** Indicadores de Resiliência Hídrica Urbana associados ao SAA

<b>Componente</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Indicador</b>
1.Redução da disponibilidade dos mananciais	1a. Escassez ou estresse hídrico (estiagem significativa)	1.Variação da Precipitação pluviométrica
	1b. Captação excessiva das águas superficiais	2.Retirada anual de água superficial como porcentagem do total de água disponível
	1c. Capacidade de reservação insuficiente	3.Variação no volume de reservação no reservatórios de abastecimento
	1d. Exploração excessiva dos aquíferos	4.Rebaixamento do nível de água nos poços
2. Deficiências ou insuficiência do SAA	2a. Falhas (danos, colapso, rupturas) no sistema	5.Variação da frequência anual de eventos de interrupção do abastecimento por falhas
		6.Porcentagem da população que pode ser abastecida de água potável por fontes alternativas por curto período
	2b. Perda da capacidade de atendimento da demanda (saturação e flexibilidade)	7.Indicador de Saturação do SAA
		8.Número de fontes diferentes de captação de água para o SAA
3. Comprometimento da qualidade da água para abastecimento	3a. Comprometimento da qualidade da água em manancial superficial	9.Variação anual do IQA no manancial
		10. Número de ocorrências afetando qualidade da água do manancial
	3b. Comprometimento da qualidade das águas subterrâneas (aquíferos)	11.Variação da qualidade da água extraída do aquífero
	3c. Falhas ou deficiências no sistema de tratamento de água	12.Número de vezes por ano em que a água tratada ultrapassa os limites do padrão de potabilidade
3d. Comprometimento da qualidade na reservação e na distribuição da água	13.Número de vezes por ano em que a água distribuída ultrapassa os limites do padrão de potabilidade	

Fonte: Elaborado pela autora

No SAA os indicadores selecionados são relativamente consolidados e atendem aos critérios sugeridos por Miranda e Teixeira (2004). Tais indicadores têm relação com a RHU uma vez que eles medem qual a necessidade de resiliência, ou seja, medem situações que demandam capacidade suporte, de resistência e adaptação.

Se o Sistema estiver na iminência de que alguma perturbação ocorra, o indicador poderá monitorar o quão próximo está de um evento crítico, quanto tempo o mesmo demorará para se recuperar e voltar ao seu estado normal ou voltar o mais próximo possível do seu estado normal.

Caso ocorra um excesso ou falta de chuva ou mesmo a retirada exagerada de água do manancial, tal ação pode interferir no abastecimento de uma cidade positivamente ou negativamente, o indicador 1 adaptado do Observatório de Indicadores da Cidade de Vitória (s.d) pode nos fornecer dados referentes a esta circunstância monitorando a intensidade das chuvas.

O indicador 2 adaptado Lundin et al. (1997), mede a retirada de água superficial do total de água disponível, ou seja, caso a ocorra uma captação excessiva das águas superficiais, tal ação pode interferir na quantidade de água reservada ou do manancial que abastece a cidade ocasionando um déficit futuro no abastecimento.

Se houver um problema por falta de reservação devido à escassez por baixa capacidade de Reservação, ou por fragilidade, o indicador 3 pode medir o quanto o volume do reservatório foi alterado.

Quando um aquífero está sendo rebaixado devido a captação de água excessiva, o indicador 4 mede o quanto isso pode interferir no rebaixamento do nível do mesmo indicando quais medidas devem ser tomadas.

Uma situação limite ocorre por falhas no Sistema, o indicador 5 afere o quanto isso pode intervier no abastecimento, por quanto tempo a população poderá ficar sem água.

Perto de uma situação limite onde não há fontes alternativas de água potável ou a mesma está no limite, por quanto tempo terá abastecimento para a população? O indicador 6 poderá fornecer informações de como não chegar ou ultrapassar a situação limite.

O Sistema está saturado por falhas ou por perdas demonstrando vulnerabilidade, o indicador 7 pode medir o quanto falta para o Sistema estar no limite ou se já ultrapassou.

O Sistema está saturado por perdas demonstrando vulnerabilidade, o indicador 8 podem medir se existem outras fontes de captação de água para que o Sistema seja estabilizado.

Quando a água para o abastecimento está vulnerável devido a quantidade, qualidade ou falhas na distribuição os indicadores podem aferir as situações atuais e futuras para qualidade do manancial e quantas vezes o mesmo foi afetado (indicadores 9 e 10).

Quando a água para o abastecimento está vulnerável devido a qualidade da água subterrânea, o indicador 11 pode medir o quanto a água extraída está contaminada e o quanto isso interfere no abastecimento.

Quando a água para o abastecimento está vulnerável devido a falhas o indicador 12 mensura se o Sistema falhou e deixou de abastecer a cidade.

Quantas vezes em um ano a água reservada e distribuída não está em conformidade com os padrões afetando os usos múltiplos, o indicador 13 mede o número de vezes por ano em que o padrão de potabilidade ultrapassou as normas.

**Quadro 5.9** - Indicadores de Resiliência Hídrica Urbana associados ao SES.

<b>Componente</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Indicador</b>
4. Deficiências ou insuficiência do SES	4a. Falhas (danos, colapso, rupturas) no sistema	14. Variação da frequência anual de eventos de interrupção da coleta por falhas
	4b. Perda da capacidade de atendimento da demanda (saturação do sistema)	15. Indicador de Saturação do SES
5. Comprometimento das condições do corpo receptor	5a. Falhas nos sistemas de tratamento de esgoto	16. Proporção de esgoto que é encaminhado para ETE
	5b. Perda da capacidade de diluição ou autodepuração dos corpos receptores	17. Ocorrência anual de vazões inferiores à vazão mínima que proporciona a autodepuração
6. Impactos das Ligações cruzadas sobre o SES	6a. Sobrecarga das águas Pluviais no SES e SDU	18. Sobrecarga devida às vazões de águas pluviais no SES

Fonte: Elaborado pela autora.

No SES os indicadores selecionados são relativamente consolidados e atendem aos critérios sugeridos por Miranda e Teixeira (2004). Tais indicadores têm relação com a RHU uma vez que eles medem qual a necessidade de resiliência, ou seja, medem situações que demandam capacidade suporte, de resistência e adaptação.

Se o Sistema estiver na iminência de que alguma perturbação ocorra, o indicador poderá monitorar o quão próximo está de um evento crítico, quanto tempo o mesmo demorará para se recuperar e voltar ao seu estado normal ou voltar o mais próximo possível do seu estado normal.

Quando o SES não funciona corretamente ou há falhas, o indicador 14 mede a variação que as falhas ocorrem, assim pode-se monitorar e acompanhar durante o período de um ano quantas vezes houve interrupção da coleta e quanto e por quanto tempo isso interfere no esgotamento sanitário de uma cidade, fragilizando o Sistema.

Em que ocasião o tratamento funciona corretamente ou não devido a perda da capacidade de atendimento da demanda, o indicador 15 mede o quanto o Sistema está saturado e até que ponto o mesmo poderá funcionar com eficácia.

Até que ponto o manancial está vulnerável devido a falhas no SES, o indicador 16 demonstrará o quanto de esgoto é encaminhado para ETE e se essa proporção vem aumentando ou diminuindo no decorrer do tempo.

Até que ponto o manancial está vulnerável pois sua capacidade de diluição e autodepuração está diminuindo, o indicador 17 pode demonstrar o quanto de poluição aumentou e pode estar impedindo a autodepuração.

O indicador 18 nos informa até que ponto o excesso de águas pluviais que está sendo destinado juntamente com o esgotamento pode impactar o SES e o quanto pode sobrecarregar as ligações a curto, médio e longo prazo.

**Quadro 5.10-** Indicadores de Resiliência Hídrica Urbana associados ao SDU

<b>Componente</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Indicador</b>
7. Agravamento dos efeitos de mudanças climáticas	7a. Aumento da intensidade das precipitações	19. Variação anual da intensidade das precipitações
	7b. Aumento da frequência de precipitações intensas	20. Frequência anual dos eventos de tempestades extremas
8. Ocupações de risco	8a. Ocupação de áreas de riscos de inundações e alagamentos	21. Percentual de área com ocupação humana sujeita a inundações e alagamentos
	8b. Ocupação de áreas de deslizamentos e escorregamentos	22. Percentual de área com ocupação humana sujeita a deslizamentos e escorregamentos
9. Deficiências ou insuficiência do SDU	9a. Falhas (danos, colapso, rupturas) no sistema	23. Variação da frequência anual de eventos de interrupção de drenagem por falhas
	9b. Perda da capacidade de atendimento da demanda (saturação do sistema)	24. Indicador de Saturação do SDU
	9c. Alteração das características urbanas que afetam as águas pluviais	25. Variação da cobertura vegetal
26. Variação da cobertura impermeabilização do solo		
10. Comprometimento da qualidade das águas pluviais	10a. Comprometimento da qualidade dos lançamentos superficiais	27. Carga poluidora potencial no solo
	10b. Comprometimento da qualidade das águas infiltradas	28. Vulnerabilidade a contaminação da água subterrânea
11. Erosão e assoreamento	11a. Transporte de sedimento pelas águas pluviais	29. Suscetibilidade do solo a erosão

Fonte: Elaborado pela autora

No SDU os indicadores selecionados também são relativamente consolidados e atendem aos critérios sugeridos por Miranda e Teixeira (2004). Tais indicadores têm relação com a RHU uma vez que eles medem qual a necessidade de resiliência, ou seja, medem situações que demandam capacidade suporte, de resistência e adaptação.

Se o Sistema estiver na iminência de que alguma perturbação ocorra, o indicador poderá monitorar o quão próximo está de um evento crítico, quanto tempo o mesmo demorará para se recuperar e voltar ao seu estado normal ou voltar o mais próximo possível do seu estado normal.

As mudanças climáticas podem interferir diretamente na vulnerabilidade do SDU; se há um aumento considerável do volume de chuva ou um aumento da ocorrência de precipitações intensas, ambos podem ocasionar um maior volume de água escoada sobre a superfície do solo e conseqüentemente aumentar o risco de enchentes alagamentos, danos materiais e pessoais tornando a cidade, ou parte dela, fragilizada.

Quando, o indicador 19 mede as formas de ocorrência da variação chuva, ele pode informar como essa variação está sendo distribuída e o quanto essa ocorrência vem aumentando, de modo a auxiliar a cidade a gerar mecanismos ou adaptá-los para otimizar o SDU e assim diminuir os impactos e a vulnerabilidade.

Enquanto que o indicador 20, proposto pela ABT (2021), pode avaliar o quanto as tempestades extremas estão variando anualmente, monitorando tal fenômeno com relação à intensidade, duração e frequência podendo criar mecanismos de alertas e projeções para evitar danos econômicos, sociais e ambientais.

Com relação as áreas de risco por inundações e alagamentos o indicador 21 mede o quanto de área com ocupação humana está sujeita a inundações e alagamentos. Com relação a áreas de deslizamentos e escorregamentos o indicador 22 mede o quanto da área com ocupação humana está sujeita a deslizamentos e escorregamentos. Os dois indicadores são importantes para dar respostas referentes ao grau de fragilidade e de vulnerabilidade da área para estudos e medidas mitigadoras que facilitem os reparos e o perigo oferecido à vida humana.

Quando Sistema de Drenagem não funciona corretamente ou há falhas, o indicador 23 mede a variação com que as falhas ocorrem, assim pode-se monitorar e acompanhar quantas vezes houve falhas e por quanto tempo elas interferem na

drenagem de uma cidade podendo aumentar a saturação ou aumentar a situação crítica do Sistema.

Quando o SDU está saturado por falhas na rede de captação e não comporta o volume de água na rede o mesmo pode ocasionar alagamentos e enchentes e por consequência aumentar a vulnerabilidade do Sistema. Assim, o indicador 24 pode medir o quanto falta para o Sistema estar no limite ou se já ultrapassou o limite de saturação contribuindo para a realização de melhorias, reparos ou modificações no SDU.

Quando as características urbanas são alteradas, ao ponto de afetarem as águas pluviais e ocorrem pressões sobre os SDU, o indicador 25 pode medir a alteração da cobertura vegetal e o indicador 26 a alteração da cobertura da impermeabilização do solo. Ambos podem demonstrar o quanto a cidade precisa mudar suas características paisagísticas, urbanísticas e ecológicas para diminuir a pressão do SDU e melhorar o escoamento da água da chuva.

Quando a água da chuva compromete a qualidade dos lançamentos superficiais ocasionando uma poluição difusa ou pontual devido a impactos gerados por contaminantes acima do nível freático, o indicador 27 pode medir qual a carga poluidora potencial no solo.

O indicador 28 pode medir a vulnerabilidade e a contaminação da água subterrânea quando há atividades industriais, domésticas e agrícolas, quando a contaminação percola devido a características do solo ou mesmo medir qual será a extensão da contaminação e dos impactos sobre os sistemas expostos aos contaminantes.

O transporte de sedimentos pelas águas pluviais pode gerar erosão e assoreamento, assim, o indicador 29 pode mensurar a suscetibilidade do solo a esses fenômenos auxiliando na medição do fluxo dos sedimentos e na geração de mapas de fragilidade.

**Quadro 5.11-** Indicadores de Resiliência Hídrica Urbana associados ao G&P

<b>Componente</b>	<b>Variáveis</b>	<b>Indicador</b>
12. Legislação	12a. Leis e normas que consideram a RHU	30. Número de instrumentos legais municipais consideram a RHU
13. Planejamento	13a. Planos específicos atualizados considerando a RHU	31. Existência de plano (s) específico (s) para a RHU
		32. Frequência da atualização dos planos de gerenciamento de desastres
	13b. Capacidade de redundância dos sistemas hídricos	33. Existência de redundância no SAA, SES e SDU
	13c. Adoção de planos de contingência	34. Existência de Planos de contingência para o SAA, SES e SDU
	13d. Provisão de recursos financeiros para emergências e recuperação	35. Possibilidade de acesso imediato a recursos financeiros suficientes para ações emergências
36. Possibilidade de acesso imediato a recursos financeiros suficientes para ações de recuperação		

Continuação do Quadro 5.11

Componente	Variáveis	Indicador
14. Estrutura organizacional de gestão	14a. Coordenação eficaz entre os sistemas hídricos e com outros órgãos	37. Existência de articulação entre os setores relacionados a RHU
	14b. Capacitação de pessoal para atuar em relação a RHU	38. Porcentagem de capacitação de profissionais dos sistemas hídricos para atuar na RHU
		39. Porcentagem de equipes de emergência que receberam treinamento de resposta a desastres
	14c. Monitoramento dos sistemas hídricos	40. Existência de ações atualizadas de monitoramento nos sistemas hídricos
	14d. Disponibilização dos dados	41. Porcentagem de dados eletrônicos da cidade com back-up de armazenamento seguro e remoto
		42. Porcentagem da área da cidade coberta por mapas de ameaças disponíveis ao público
	14e. Avaliação, previsão e prevenção de riscos (mapas de riscos, sistemas de alerta e Defesa Civil estruturada)	43. Existência de mapas de riscos atualizados
		44. Porcentagem da população da cidade coberta por sistemas de alerta prévio de ameaças múltiplas
		45. Existência de defesa civil estruturada

Continuação do Quadro 5.11

Componente	Variáveis	Indicador
15. Participação e envolvimento da sociedade	15a. Conscientização e preparação da comunidade em relação a RHU (Educação Ambiental, treinamento)	46. Porcentagem de escolas que ensinam preparação para situações de emergência e redução de riscos de desastres
		47. Porcentagem da população treinada em preparação para situações de emergência e redução de riscos de desastres
	15b. Instâncias de participação da sociedade (conselhos, comitês, grupos de trabalho)	48. Existência de espaços de participação da sociedade relacionados à RHU
		49. Participação da população em consultas, audiências públicas, encontros técnicos e oficinas relacionados à RHU
	15c. Assistências para situações de emergência e populações vulneráveis	50. População vulnerável como porcentagem da população da cidade
		51. Previsão de ações relacionadas à RHU voltada para população vulnerável
	15d. Assistências para situações de emergência a populações	52. Existência de parcerias entre órgãos governamentais e não governamentais voltados à RHU.
		53. Número de acordos intergovernamentais destinados ao planejamento de choques como porcentagem do total de acordos intergovernamentais

Fonte: Elaborado pela autora

No G&P os indicadores selecionados são consistentes e atendem aos critérios sugeridos por Miranda e Teixeira (2004). Tais indicadores têm relação com a RHU uma vez que eles medem as necessidades resilientes em nível de planejamento estratégico no SAA, SES e SDU, ou seja, mede o quanto a estrutura administrativa de uma cidade está preparada para enfrentar os desafios e as vulnerabilidades atribuídas pelos Sistemas Hídricos de modo a garantir uma gestão que acompanhe e supervisione o progresso em direção a uma cidade mais resiliente.

A preparação de uma cidade pode ser caracterizada desenvolvendo uma compreensão detalhada dos riscos (ABNT 2021), assumindo medidas para reduzir a vulnerabilidade e a exposição. Nesse sentido, o número de ferramentas legais e considerando a RHU e a existência de planos específicos para a RHU podem aprimorar as Leis e normas de uma cidade. Assim os indicadores 30, 31 e o indicador 32 propostos pela ABNT (2021) podem demonstrar o quanto uma cidade está pensando nas questões resilientes e qual o grau de preocupação de como o conceito está sendo incorporado nas diretrizes.

Quando o SAA, SES e o SDU possuem um certo grau de redundância, as chances do Sistema colapsar são menores. Assim, o indicador 33 mede a existência de mecanismos redundantes de modo a assegurar como esses mecanismos podem auxiliar no aumento ou diminuição da vulnerabilidade.

Adoção de planos de contingência para os Sistemas de Hídricos é de suma importância para delinear medidas que podem ser tomadas pelos gestores para que após um evento ou incidente a cidade volte ao seu “estado normal” ou “minimamente normal” o mais rápido possível, evitando maiores danos sociais, econômicos e ambientais. Assim, o indicador 34 tem a função de medir a existência de tais planos.

O suprimento de recursos financeiros para emergências e recuperação é especialmente importante para que as ações do plano de contingência sejam concretizadas, portanto, é preciso saber se a cidade possui condições de obter recursos emergenciais e se esses recursos serão convertidos em ações de prestação de socorro e obras, conforme mensurado pelo indicador 35.

Qual será a porção das despesas da Prefeitura em emergências e recuperação? Qual será o investimento quando acontecer o evento e a recuperação posterior?

O indicador 36 pode medir a possibilidade de acesso imediato a recursos financeiros. Quanto mais articulada for a coordenação dos Sistemas Hídricos com outros órgãos maior será a eficiência na resolução de questões relacionadas à RHU tornando a cidade mais preparada para respostas ante a um evento, deste modo, o indicador 37 avalia a existência de articulação entre tais setores.

O aprimoramento e capacitação de pessoal é um importante instrumento de gestão para preparação de equipes prontas para avaliar, nortear, colaborar e acelerar os processos e as ações necessárias às respostas de emergência referentes a RHU. Assim, o indicador 38 pode medir a proporção de pessoal capacitado e o indicador 39, proposto pela ABNT (2021), medir a proporção de equipes treinadas para atuar em desastres. Deste modo, os dois indicadores podem avaliar a proporção de profissionais capacitados para os enfrentamentos referentes à RHU.

O monitoramento adequado dos Sistemas Hídricos facilita a percepção de fenômenos relativos às alterações ambientais otimizando a gestão dos recursos hídricos. Assim, o indicador 40 demonstra a existência de ações atualizadas de monitoramento de forma a contribuir para gerar dados a médio, curto e longo prazo que poderão fazer parte de um banco de dados que ampliará as informações sobre a qualidade e a quantidade das águas, conseqüentemente contribuindo para o aumento da RHU.

Cidades com estratégias resilientes mantêm seus dados seguros e disponíveis para facilitar ações de mitigação para construções de mapas de riscos e ameaças no qual sejam de fácil entendimento e acessíveis para a população. Os indicadores 41 e 42 ambos elaborados pela ABNT (2021) calculam a proporção de armazenamento seguro e remoto e a área da cidade coberta por mapas de ameaças disponíveis ao público, respectivamente.

A cidade que é bem estruturada quanto a avaliação, previsão e prevenção de riscos e com uma defesa civil preparada tem maiores chances de diminuir seus riscos e ameaças, assim o indicador 43 mede a presença de mapas de riscos atualizados, o indicador 44 (ABNT,2021), estima a proporção da população da cidade coberta por sistemas de alerta prévio de ameaças múltiplas e o indicador 45 mensura a existência de defesa civil estruturada.

A informação, conscientização, educação e preparação da comunidade é uma importante ferramenta para diminuição dos riscos e para o desenvolvimento do

conhecimento referente à RHU, o fortalecimento de tais mecanismos permite ao gestor melhorar o planejamento e a tomada de decisão. Nesse sentido, o indicador 46 (ABNT, 2021) que mede a taxa de escolas que ensinam a preparação para situações de emergência e redução de riscos de desastres e o indicador 47 (ABNT, 2021) que mede a proporção da população treinada em preparação para situações de emergência e redução de riscos de desastres auxiliam na construção desse mecanismo.

Assim, como a conscientização e preparação da sociedade é importante criar espaços deliberativos e consultivos onde a sociedade possa se manifestar de forma consciente e democrática. É crucial para que ocorra o envolvimento e o engajamento nas questões relacionadas à RHU, assim tanto o indicador 48 que mede as instâncias de participação da sociedade quanto o indicador 49 que mede a participação da população em consultas, audiências públicas, encontros técnicos e oficinas, são de fundamental importância para mensurar o processo participativo da sociedade.

Uma cidade resiliente é aquela que em uma situação de emergência está preparada para prover recursos para sua população vulnerável, quanto mais resiliente mais condições de respostas e de recursos essa cidade promoverá, assim, o indicador 50 mensura a taxa de população vulnerável na cidade e o indicador 51 mensura a taxa de recursos e ações relacionados à RHU.

A colaboração proativa entre órgãos governamentais e não governamentais é um processo que pode auxiliar na avaliação da RHU, incluindo análise de vulnerabilidade, monitoramento, ameaças e perigos, assim o indicador 52 mede a existência ou não de parcerias entre órgãos governamentais e não governamentais, ou seja, se há ação de planejamento participativo em cooperação com organizações governamentais, não governamentais, comunitárias e participação dos cidadãos. O indicador 53 informa o número de acordos intergovernamentais destinados ao planejamento de choques como porcentagem do total de acordos intergovernamentais, ou seja, o quanto essa colaboração está contribuindo para criar ferramentas para minimizar a vulnerabilidade.

Vale destacar que os indicadores elencados nesta pesquisa são uma proposta ou recomendação. Alguns deles são indicadores robustos, com uma trajetória metodológica mais embasada, enquanto outros são mais recentes e precisam ser melhor avaliados.

Também não foi proposta uma listagem completa com todos os indicadores possíveis na expectativa de criar um “catálogo” dos mesmos. É importante observar que os indicadores podem variar dependendo do local onde serão aplicados em função de aspectos como a geografia regional, questões sociais, políticas e culturais ou até mesmo o nível de detalhamento.

Além disso, um importante aspecto a ser considerado na construção e no desenvolvimento dos indicadores é fazer com que eles sejam apropriados, aceitáveis e conclusivos aos olhos dos agentes envolvidos (MOLDAN; BILHARZ, 1997).

Segundo os mesmos autores há casos em que se verifica a necessidade de ir além do usual, combinando o emprego de indicadores individuais com o conjunto de indicadores integrados ou interligados.

Assim, na presente pesquisa, os indicadores escolhidos constituem-se como exemplos daqueles que atendem os critérios conceituais associados à RHU. Como não foram realizados estudos de caso, essa escolha foi feita de forma restrita, no sentido apontado por Miranda e Teixeira (2004).

A forma restrita, diferente da análise ampliada, o indicador é selecionado por um grupo pequeno de especialistas que avaliam qual são os melhores indicadores.

Vale salientar que, nos casos concretos de aplicação em alguma cidade, deve-se sempre adotar a escolha ampliada, envolvendo especialistas, gestores e todos demais agentes da sociedade, atendendo ao requisito de participação e suporte pelo público na utilização dos indicadores sugerido por Adriaanse (1993) e Tunstall (1994). Como consequência, os indicadores aqui apresentados podem ser sempre reavaliados e eventualmente modificados.

## 5.4 PROPOSIÇÃO DE DIRETRIZES E ESTRATÉGIAS PARA INCORPORAÇÃO DA RESILIÊNCIA HÍDRICA URBANA PELOS MUNICÍPIOS

### 5.4.1 Cenários considerados

Neste tópico são apresentadas diretrizes e estratégias para a incorporação da Resiliência Hídrica Urbana pelos municípios. O intuito nesta etapa foi desenvolver um processo norteador para que a cidade se torne mais resiliente hidricamente,

auxiliando os tomadores de decisão a planejar metas, identificar vulnerabilidades e riscos e elaborar ações relacionadas à RHU.

Foram aqui considerados três cenários para a incorporação da RHU pelos municípios, sem prejuízo de outras possibilidades. Tais cenários podem ser:

- Cenário 1: adoção dos elementos da RHU nos planos setoriais municipais (SAA, SES e SDU);
- Cenário 2: adoção da RHU de forma unificada, integrando as várias componentes da gestão hídrica urbana;
- Cenário 3: adoção da RHU como parte de um Sistema de Resiliência Urbana mais amplo.

O Cenário 1, apresenta como vantagem o fato de que normalmente os planos de saneamento ou setoriais já existam, bastando, em um processo de revisão incorporar os aspectos de RHU e os indicadores. Isto pode ser feito para cada um dos sistemas hídricos ou por meio de um capítulo específico de RHU no plano municipal de saneamento. Esta revisão, seria necessária porque mesmo nas cidades signatárias do programa “Construindo Cidades Resilientes”, observou-se que não houve incorporação da RHU ou isto ocorreu de forma indireta e parcial conforme analisado anteriormente (subitem 5.2.3).

Por outro lado, o fato da RHU estar incorporada nestes planos não confere a mesma um destaque e uma visibilidade que podem ser mais interessantes, tornando-a mais explícita e evidente.

Nesse sentido, o Cenário 2 seria caracterizado por uma abordagem integrada e unificada da RHU e seus indicadores, na forma, por exemplo, da elaboração de um plano de Resiliência Hídrica Urbana. Além de dar um sentido holístico e aumentar a percepção da RHU, este cenário favorece a articulação entre os níveis municipal e regional, por exemplo, através da gestão por Bacias Hidrográficas. Deste modo a RHU pode servir como estímulo para a construção da Resiliência não somente em nível local, mas também regional.

Em contrapartida, o Cenário 2 exige o desenvolvimento de um novo Plano, o que a princípio é positivo. Porém, a realidade de muitas cidades pode ser desfavorável a esta nova concepção, além do fato dos sistemas hídricos muitas vezes estarem vinculados a diferentes setores da administração.

O Cenário 3, no qual a RHU faz parte da Resiliência mais ampla, apresenta esta mesma dificuldade inicial do Cenário 2, que é criar novos instrumentos. Entretanto, se a cidade pretende tornar-se Resiliente (como por exemplo, aquelas signatárias do programa “Construindo Cidades Resilientes”) seria uma obrigatoriedade fazer esta abordagem sobre a Resiliência em geral.

Outra desvantagem é que, neste caso, a questão hídrica não teria um destaque e poderia se dispersar em meio a outros aspectos da Resiliência. Como consequência, por exemplo, a RHU e os indicadores podem não ser assumidos pelos próprios sistemas hídricos (SAA, SES e SDU), reduzindo o compromisso dos seus gestores com o tema.

Embora reconhecendo a importância de se ter uma abordagem específica para a RHU, no presente trabalho não será feita uma indicação para um determinado Cenário. Cada cidade pode apresentar condições que favoreçam a adoção de um deles. Por exemplo, o Cenário 1, de implementação mais imediata pode ser a forma de entrada da RHU nos sistemas hídricos, evoluindo posteriormente para os Cenários 2 ou 3.

#### **5.4.2 Estratégias para incorporação da resiliência hídrica urbana**

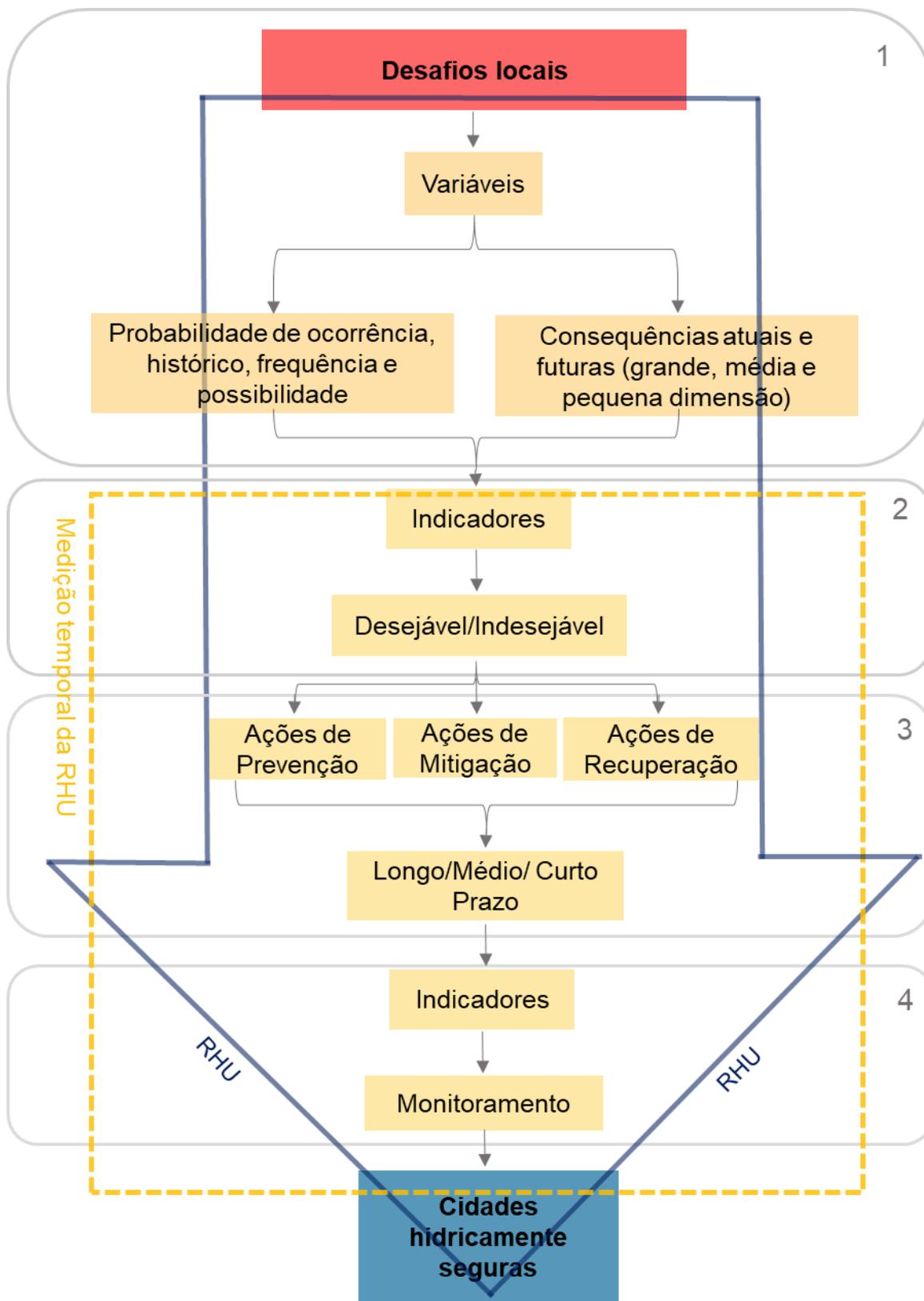
Independente do Cenário escolhido para a abordagem relativa a Resiliência Hídrica Urbana, será considerada a seguir uma sugestão de um método para sua incorporação pelos municípios.

Autores como Milman e Short (2008), Carvalho, et al. (2016), Matiazzi e Bragança (2018) e trabalhos mais recentes como os de Garcias; Da Silva Ferentz e Pinheiro (2019), Hernantes, et al (2019), Zhou, et al (2019), Therrien, et al. (2021) e Woodruff, et al. (2021) propõem alguns métodos de construção de panoramas prospectivos e demonstram alguns princípios e técnicas utilizados na elaboração de ações para a construção da resiliência relacionadas aos riscos e desastres.

No presente trabalho adaptou-se a metodologia proposta por Matiazzi e Bragança (2018). Além de ser específica para os aspectos hídricos, a principal adaptação diz respeito ao emprego dos indicadores de RHU.

A Figura 5.2 esquematiza resumidamente a composição geral e as fases do método para a construção da RHU, que serão descritas na sequência:

**Figura 5.2-** Esquema do método para Resiliência Hídrica Urbana



Fonte: Elaborada pela autora.

A seguir apresenta-se o detalhamento de cada fase da Figura 5.2.

### **Fase 1: Estimativa de Risco (Probabilidade versus Consequências).**

Como em qualquer metodologia que aborde a questão da Resiliência, os eventos associados à RHU necessitam de quantificação em termos de probabilidade de ocorrência e de avaliação de suas consequências.

As técnicas utilizadas para isso podem ser definidas a partir daquelas usualmente empregadas em avaliações de risco, considerando as condições e os desafios locais. Por exemplo, os eventos associados à RHU podem ser mais significativos com relação ao abastecimento de água ou à ocorrência de inundações, tanto em termos de probabilidades quanto em termos de consequências.

Para contemplar as diferentes possibilidades de eventos associados à RHU podem ser utilizadas as variáveis propostas no presente trabalho.

### **Fase 2: Definição e aplicação dos indicadores de RHU.**

Ao se aplicar indicadores para medição da RHU, é possível mensurar e avaliar o passado e construir o futuro de acordo com dados disponíveis. Nesse contexto, esta fase implica em determinar quais são os valores desejáveis para cada um dos indicadores, a partir de observações, medidas, cálculos ou inferências. Além de possibilitar um melhor desempenho das demais fases da metodologia o emprego dos indicadores nesta Fase permite a adoção de ações que farão com que a cidade esteja preparada para os eventos com relação à RHU.

### **Fase 3: Definir possíveis Ações de Prevenção, Mitigação e Recuperação.**

Nesta fase do método, primeiramente devem ser definidas quais são as ações necessárias na prevenção, na mitigação e na recuperação da cidade. Assim, para cada uma das variáveis associadas aos indicadores são propostas ações em diferentes momentos, ou seja, antes, durante e após os eventos.

Para este método, propõe-se que as ações de prevenção sejam realizadas a longo e médio prazo. Assim, é preciso definir estratégias vislumbrando cenários futuros que possam projetar as práticas da RHU de modo a alinhar seus objetivos para preparar, alertar e antecipar a cidade ao evento indesejado ou inesperado.

Para a mitigação são sugeridas ações de curto e médio prazo, uma vez que, em hipótese, a ocorrência do evento não deve se prolongar por muito tempo e as ações muitas vezes tem um caráter emergencial, de modo a evitar o maior número possível de prejuízos e perdas.

Já com relação à recuperação, as ações podem ser de curto, médio e longo prazo, dependendo de cada caso. Algumas situações exigem medidas de recuperação imediata (por exemplo, reconstrução de estruturas danificadas) enquanto outras demandam medidas de maior duração (por exemplo, implantação de novas estruturas ou alterações do comportamento da população).

Os Quadros 5.12, 5.13, 5.14 e 5.15 apresentam exemplos de possíveis ações associadas às variáveis e aos indicadores de RHU a serem aplicados nos diferentes sistemas hídricos.

**Quadro 5.12**-Possíveis ações de preparação, prevenção, mitigação e de recuperação para o Sistema de Abastecimento de Água (SAA)

Variáveis	Ações		
	Prevenção	Mitigação	Recuperação
1a. Escassez ou estresse hídrico (estiagem significativa)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construção de reservatórios na captação;</li> <li>- Fontes múltiplas de captação de água;</li> <li>- Campanhas de consumo consciente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fontes alternativas emergenciais (caminhão pipa para abastecimento, distribuição de água engarrafada);</li> <li>- Rodízio de distribuição de água.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construção de reservatórios na captação;</li> <li>- Fontes múltiplas de captação de água;</li> <li>- Campanhas de consumo consciente.</li> </ul>
1b. Captação excessiva das águas superficiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construção de reservatórios de distribuição.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fontes alternativas emergenciais (caminhão pipa para abastecimento, distribuição de água engarrafada);</li> <li>- Rodízio de distribuição de água.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construção de reservatórios de distribuição.</li> <li>- Campanhas de consumo consciente.</li> </ul>
1c. Capacidade de reserva insuficiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento da capacidade dos reservatórios;</li> <li>- Implantação de novos reservatórios.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Novas fontes de abastecimento;</li> <li>- Construção de reservatórios de distribuição;</li> <li>- Campanhas de conscientização.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construção de reservatórios de distribuição;</li> <li>- Campanhas de conscientização.</li> </ul>
1d. Exploração excessiva dos aquíferos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Práticas de conservação de água;</li> <li>- Campanhas de consumo consciente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diminuir a exploração do aquífero;</li> <li>- Leis e normas para uso múltiplos do aquífero.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Práticas de conservação de água;</li> <li>- Campanhas de consumo consciente.</li> </ul>
2a. Falhas (danos, colapso, rupturas) no sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preservação do sistema para não ocorrer falhas;</li> <li>- Manutenção periódica do sistema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fontes alternativas emergenciais (caminhão pipa para abastecimento, distribuição de água engarrafada);</li> <li>- Rodízio de distribuição de água.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recuperação do sistema</li> <li>- Preservação do sistema para não ocorrer falhas;</li> </ul>

Continuação do Quadro 5.12

Variáveis	Ações		
	Prevenção	Mitigação	Recuperação
2b. Perda da capacidade de atendimento da demanda (saturação e flexibilidade)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento da capacidade dos reservatórios;</li> <li>- Implantação de novos reservatórios.</li> <li>- Manutenção periódica do SAA;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fontes alternativas emergenciais (caminhão pipa para abastecimento, distribuição de água engarrafada);</li> <li>- Rodízio de distribuição de água.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manutenção preventiva do SAA;</li> <li>- Campanhas de conscientização;</li> <li>- Aumento da capacidade de reservação (bacias de detenção);</li> <li>- Preservação do sistema para não ocorrer falhas.</li> </ul>
3a. Comprometimento da qualidade da água em manancial superficial	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impedir a poluição total ou parcial;</li> <li>-Despoluição dos mananciais;</li> <li>-Monitoramento frequente;</li> <li>-Campanhas de conscientização.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Despoluição dos mananciais;</li> <li>- Monitoramento para acompanhar a despoluição.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Restauração do manancial, monitoramento</li> <li>-Monitoramento frequente;</li> <li>- Aumentar as áreas verdes;</li> <li>- Campanhas de conscientização.</li> </ul>
3b. Comprometimento da qualidade das águas subterrâneas (aquíferos)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impedir a poluição total ou parcial;</li> <li>-Despoluição dos mananciais;</li> <li>-Monitoramento frequente;</li> <li>-Campanhas de conscientização.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Despoluição do aquífero;</li> <li>- Monitoramento para acompanhar a despoluição.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Restauração do manancial;</li> <li>- Monitoramento frequente;</li> <li>- Implementação de áreas verdes;</li> <li>- Campanhas de conscientização.</li> </ul>
3c. Falhas ou deficiências no sistema de tratamento de água	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manutenção periódica do SAA;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fontes alternativas emergenciais (caminhão pipa para abastecimento, distribuição de água engarrafada);</li> <li>- Rodízio de distribuição de água;</li> <li>- Fontes alternativas de abastecimento;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manutenção preventiva do SAA;</li> <li>- Campanhas de conscientização;</li> <li>- Aumento da capacidade de reservação (bacias de detenção);</li> <li>- Preservação do sistema para não ocorrer falhas.</li> </ul>
3d. Comprometimento da qualidade na reservação e na distribuição da água	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manutenção periódica do SAA;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fontes alternativas emergenciais (caminhão pipa para abastecimento, distribuição de água engarrafada);</li> <li>- Rodízio de distribuição de água;</li> <li>- Fontes alternativas de abastecimento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manutenção preventiva do SAA;</li> <li>- Campanhas de conscientização;</li> <li>- Aumento da capacidade de reservação (bacias de detenção);</li> <li>- Preservação do sistema para não ocorrer falhas.</li> </ul>

Fonte: elaborado pela autora

**Quadro 5.13-** Possíveis ações de preparação, prevenção, mitigação e de recuperação para o Sistema de Esgotamento Sanitário (SES)

Variáveis	Ações		
	Prevenção	Mitigação	Recuperação
4a. Falhas (danos, colapso, rupturas) no sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preservação do sistema para não ocorrer falhas;</li> <li>- Manutenção periódica do sistema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rodizio de água;</li> <li>- Adoção de fontes alternativas para tratamento do SES.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recuperação do sistema</li> <li>- Preservação do sistema para não ocorrer falhas;</li> </ul>
4b. Perda da capacidade de atendimento da demanda (saturação do sistema)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento da capacidade do SES;</li> <li>- Manutenção periódica do SES;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recuperação do SES;</li> <li>- Manutenção preventiva das instalações.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manutenção preventiva do SES;</li> <li>- Preservação do sistema para não ocorrer falhas.</li> </ul>
5a. Falhas nos sistemas de tratamento de esgoto	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manutenção periódica do SES.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recuperação do SES;</li> <li>- Manutenção preventiva das instalações.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manutenção preventiva do SES;</li> <li>- Preservação do sistema para não ocorrer falhas.</li> </ul>
5b Perda da capacidade de diluição ou autodepuração dos corpos receptores	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Práticas de conservação de água;</li> <li>- Campanhas de consumo consciente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Despoluição dos mananciais;</li> <li>- Monitoramento da qualidade do corpo receptor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Restauração do manancial;</li> <li>- Monitoramento da qualidade do corpo receptor;</li> <li>- Implementação de áreas verdes;</li> <li>- Campanhas de conscientização.</li> </ul>
6a. Sobrecarga das águas Pluviais no SES e SDU	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manutenção periódica do SES e SDU.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recuperação do SES e SDU;</li> <li>- Manutenção preventiva das instalações.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manutenção do SES;</li> <li>- Preservação do sistema para não ocorrer falhas.</li> </ul>

Fonte: elaborado pela autora

**Quadro 5.14-** Possíveis ações de preparação, prevenção, mitigação e de recuperação para o Sistema de Drenagem Urbana (SDU)

Variáveis	Ações		
	Prevenção	Mitigação	Recuperação
7a. Aumento da intensidade das precipitações	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas de alertas;</li> <li>- Campanhas de conscientização;</li> <li>- Atualização das tecnologias de infraestrutura;</li> <li>- Implementação de áreas verdes;</li> <li>- Disponibilidade de recursos financeiros para prevenção.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponibilidade de recursos financeiros para reparação dos danos;</li> <li>- Sistemas de alertas;</li> <li>- Campanhas de conscientização;</li> <li>- Atualização das tecnologias de infraestrutura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Campanhas de educação para conscientização para adoção de novos procedimentos e hábitos;</li> <li>- Atualização das tecnologias de infraestrutura;</li> <li>- Implementação de áreas verdes;</li> <li>- Disponibilidade de recursos financeiros para melhorar a infraestrutura.</li> </ul>
7b. Aumento da frequência de precipitações intensas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas de alertas;</li> <li>- Campanhas de conscientização;</li> <li>- Atualização das tecnologias de infraestrutura;</li> <li>- Implementação de áreas verdes;</li> <li>- Disponibilidade de recursos financeiros para prevenção;</li> <li>- Técnicas compensatórias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponibilidade de recursos financeiros para reparação dos danos;</li> <li>- Sistemas de alertas;</li> <li>- Campanhas de conscientização;</li> <li>- Atualização das tecnologias de infraestrutura.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Campanhas de educação para conscientização para adoção de novos procedimentos e hábitos;</li> <li>- Atualização das tecnologias de infraestrutura;</li> <li>- Implementação de áreas verdes;</li> <li>- Disponibilidade de recursos financeiros para melhorar a infraestrutura.</li> </ul>
8a. Ocupação de áreas de riscos de inundações e alagamentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas de alertas;</li> <li>- Atualização das tecnologias de infraestrutura;</li> <li>- Implementação de áreas verdes;</li> <li>- Disponibilidade de recursos financeiros para prevenção;</li> <li>- Moradias populares em áreas seguras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atualização das tecnologias de infraestrutura;</li> <li>- Realocação de pessoas;</li> <li>- Auxílio emergencial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas de alertas;</li> <li>- Implementação de áreas verdes;</li> <li>- Disponibilidade de recursos financeiros para melhorar a infraestrutura.</li> <li>- Moradias populares em áreas seguras.</li> </ul>
8b. Ocupação de áreas de deslizamentos e escorregamentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas de alertas;</li> <li>- Atualização das tecnologias de infraestrutura;</li> <li>- Implementação de áreas verdes;</li> <li>- Disponibilidade de recursos financeiros para prevenção;</li> <li>- Moradias populares em áreas seguras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Atualização das tecnologias de infraestrutura;</li> <li>- Realocação de pessoas;</li> <li>- Auxílio emergencial.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas de alertas;</li> <li>- Implementação de áreas verdes;</li> <li>- Disponibilidade de recursos financeiros para melhorar a infraestrutura.</li> <li>- Moradias populares em áreas seguras.</li> </ul>
9a. Falhas (danos, colapso, rupturas) no sistema	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Preservação do sistema para não ocorrer falhas;</li> <li>- Manutenção periódica do sistema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ações de rodízio de água;</li> <li>- Adoção de fontes alternativas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Recuperação do sistema;</li> <li>- Preservação do sistema para não ocorrer falhas.</li> </ul>

Continuação do Quadro 5.14

Variáveis	Ações		
	Prevenção	Mitigação	Recuperação
9b. Perda da capacidade de atendimento da demanda (saturação do sistema)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento da capacidade dos reservatórios;</li> <li>- Implementação de novos reservatórios.</li> <li>- Manutenção periódica do SDU;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fontes alternativas emergenciais (caminhão pipa para abastecimento, distribuição de água engarrafada);</li> <li>- Rodízio de distribuição de água;</li> <li>- Fontes alternativas de abastecimento.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manutenção preventiva do SDU;</li> <li>- Campanhas de conscientização;</li> <li>- Aumento da capacidade de reservação (bacias de detenção);</li> <li>- Preservação do sistema para não ocorrer falhas.</li> </ul>
9c. Alteração das características urbanas que afetam as águas pluviais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manutenção periódica do SDU;</li> <li>- Preservação da vegetação;</li> <li>- Criação e manutenção de áreas verdes;</li> <li>- Projetos de drenagem;</li> <li>- Ampliar as áreas de infiltração;</li> <li>- Permeabilizarão do solo com infraestrutura drenante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manutenção de áreas verdes;</li> <li>- Projetos de drenagem;</li> <li>- Ampliar as áreas de infiltração;</li> <li>- Permeabilizarão do solo com infraestrutura drenante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Manutenção periódica do SDU;</li> <li>- Preservação da vegetação;</li> <li>- Implementação e manutenção de áreas verdes;</li> <li>- Projetos de drenagem;</li> <li>- Ampliar as áreas de infiltração;</li> <li>- Permeabilizarão do solo com infraestrutura drenante.</li> </ul>
10a. Comprometimento da qualidade dos lançamentos superficiais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impedir a poluição total ou parcial;</li> <li>- Despoluição dos mananciais;</li> <li>- Monitoramento frequente;</li> <li>- Campanhas de conscientização.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Despoluição dos mananciais;</li> <li>- Monitoramento para acompanhar a despoluição.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Restauração do manancial;</li> <li>- Monitoramento frequente;</li> <li>- Aumentar as áreas verdes;</li> <li>- Campanhas de educação para conscientiza para adoção de novos procedimento e hábitos.</li> </ul>
10b. Comprometimento da qualidade das águas infiltradas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impedir a poluição total ou parcial;</li> <li>- Despoluição dos mananciais;</li> <li>- Monitoramento frequente;</li> <li>- Campanhas de conscientização.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Despoluição dos mananciais;</li> <li>- Monitoramento para acompanhar a despoluição.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Restauração do manancial, monitoramento</li> <li>- Monitoramento frequente;</li> <li>- Criação e manutenção de áreas verdes;</li> </ul>
11a. Transporte de sedimento pelas águas pluviais	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Impedir a erosão total ou parcial das margens dos rios;</li> <li>- Ampliar as áreas de infiltração;</li> <li>- Permeabilizarão do solo com infraestrutura drenante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ampliar as áreas de infiltração;</li> <li>- Permeabilizarão do solo com infraestrutura drenante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Obras de drenagem de águas pluviais;</li> <li>- Aumentar as áreas verdes;</li> <li>- Ampliar as áreas de infiltração;</li> <li>- Permeabilizarão do solo com infraestrutura drenante.</li> </ul>

Fonte: elaborado pela autora

**Quadro 5.15-** Possíveis ações de preparação, prevenção, mitigação e de recuperação para o Sistema de Gestão e Participação (G&P)

Variáveis	Ações		
	Prevenção	Mitigação	Recuperação
12a. Leis e normas que consideram a RHU	– Instrumentos legais que incorporem a RHU nos Planos já existentes.	– Desenvolvimento de instrumentos legais que incorporem a RHU nos Planos já existentes.	– Instrumentos legais que incorporem a RHU nos Planos já existentes.
13a. Planos específicos atualizados considerando a RHU	– Instrumentos legais municipais específicos para a RHU.	– Desenvolvimento de instrumentos legais considerando a RHU	– Aprovação de instrumentos legais municipais específicos para a RHU.
13b. Capacidade de redundância dos sistemas hídricos	– Preservação do sistema para não ocorrer falhas; – Construção de novos sistemas hídricos; – Manutenção periódica do sistema.	– Construção de novos sistemas hídricos; – Manutenção periódica do sistema.	– Preservação do sistema para não ocorrer falhas; – Construção de novos sistemas hídricos; – Manutenção periódica do sistema.
13c. Adoção de planos de contingência	– Monitoramento da cidade para estabelecer as condições para um alerta indicando a possibilidade de ocorrências indesejáveis; – Defesa civil estruturada; – Campanhas de conscientização da população.	– Monitoramento da cidade para estabelecer as condições para um alerta indicando a possibilidade de ocorrências indesejáveis.	– Monitoramento da cidade para estabelecer as condições para um alerta indicando a possibilidade de ocorrências indesejáveis ; – Defesa civil estruturada; – Campanhas de conscientização da população.
13d. Provisão de recursos financeiros para emergências e recuperação	– Recursos financeiros, fundos Municipais, Estaduais e Federais específicos para RHU.	– Recursos financeiros adicionais para a RHU;	– Recursos financeiros, fundos Municipais, Estaduais e Federais específicos para RHU.

Continuação do Quadro 5.15

Variáveis	Ações		
	Prevenção	Mitigação	Recuperação
14a. Coordenação eficaz entre os sistemas hídricos e com outros órgãos	- Articulação entre os setores relacionados a RHU.	- Planejamento para desenvolver ou criar articulação entre os setores relacionados a RHU. - Mobilização de todos os órgãos envolvidos	- Articulação entre os setores relacionados a RHU.
14b. Capacitação de pessoal para atuar em relação a RHU	- Equipes treinadas para atuar na RHU. - Equipes com capacitadas para atuar na RHU.	- Treinamento de equipes para atuar na RHU.	- Equipes treinadas para atuar na RHU. - Equipes com capacitadas para atuar na RHU.
14c. Monitoramento dos sistemas hídricos	- Ações constantes de monitorado dos sistemas hídricos; - Sensibilização da população; - Campanhas de despoluição .	- Monitorado dos sistemas hídricos; - Sensibilização da população; - Campanhas de despoluição.	- Ações constantes de monitorado dos sistemas hídricos; - Campanhas de educação para conscientiza para adoção de novos procedimento e hábitos; - Campanhas de despoluição.
14d. Disponibilização dos dados	- Dados disponíveis e seguros;	- Desenvolvimento de mecanismos para otimizar as informações; - Aquisição de <i>softwares</i> mais seguros;	- Ferramentas eficientes para o monitoramento da segurança dos dados; - Aquisição de <i>softwares</i> mais seguros; - Cobertura ampla de mapas de ameaças disponíveis ao público.
14e. Avaliação, previsão e prevenção de riscos (mapas de riscos, sistemas de alerta e Defesa Civil estruturada)	- Mapas de riscos atualizados constantemente e disponíveis ao público. - População totalmente coberta com alerta prévio de ameaças múltiplas; - Defesa civil capacitada.	- Atualização dos mapas de riscos e disponíveis ao público; - Aumentar o número da população coberta com alerta prévio de ameaças múltiplas; - Treinamento da defesa civil.	- Mapas de riscos atualizados; constantemente e disponíveis ao público. - População totalmente coberta com alerta prévio de ameaças múltiplas; - Defesa civil capacitada.

Continuação do Quadro 5.15

Variáveis	Ações		
	Prevenção	Mitigação	Recuperação
15a. Conscientização e preparação da comunidade em relação a RHU (Educação Ambiental, treinamento)	– Cidade prepara toda comunidade com ações e projetos para situações de emergência situações de emergência e redução de riscos de desastres.	– Desenvolvimento de ações e projetos para situações de emergência situações de emergência e redução de riscos de desastres.	–Cidade prepara toda comunidade com ações e projetos para situações de emergência situações de emergência e redução de riscos de desastres.
15b. Instâncias de participação da sociedade (conselhos, comitês, grupos de trabalho)	– Existem de espaços de participação da sociedade relacionados a RHU com participação proativa da sociedade.	– Desenvolvimento ações e proposta para criação de espaços de participação da sociedade relacionados a RHU.	– Existem de espaços de participação da sociedade relacionados a RHU com participação proativa da sociedade.
15c. Assistências para situações de emergência e populações vulneráveis	– Atualização das tecnologias de infraestrutura; – Disponibilidade de recursos financeiros para prevenção; – Moradias populares em áreas seguras.	– Projetos de infraestrutura; – Disponibilidade de recursos financeiros extras para recuperação. – Realocar população; –Moradias populares em áreas seguras.	– Atualização das tecnologias de infraestrutura; – Disponibilidade de recursos financeiros para prevenção; – Moradias populares em áreas seguras.
15d. Assistências para situações de emergência a populações	– Parcerias entre órgãos governamentais e não governamentais voltados a RHU.	– Ferramentas para realizar parcerias entre órgãos governamentais e não governamentais voltados a RHU.	– Parcerias entre órgãos governamentais e não governamentais voltados a RHU.

Fonte: elaborado pela autora.

Em termos preventivos podem ser tomadas ações como: monitoramento frequente do SAA, SES e SDU, campanhas de conscientização, ações para preservação do SAA, SES e SDU para não ocorrer falhas, sistemas de alerta, monitoramento frequente das águas, moradias populares em áreas seguras, pessoal capacitado para lidar com a RHU e possuir recursos específicos para a RHU.

Quanto à mitigação pode-se mencionar: rodízio de água para abastecimento, treinamento da defesa civil, mecanismos de alerta para ocorrência de eventos, mobilização de todos os órgãos envolvidos, mobilização adicional de recurso e adoção de fontes alternativas de abastecimento de água.

Em termos de recuperação pode-se adotar ações como: controle da qualidade dos recursos hídricos com monitoramento frequente, campanhas de educação para conscientização para adoção de novos procedimentos e hábitos, ações de recuperação do SAA, SES e SDU, implantação de áreas verdes, atualização das tecnologias de infraestrutura, aprovação de instrumentos legais municipais que consideram a RHU e disponibilidade de recursos financeiros para melhorar a infraestrutura.

As escolhas das ações precisam levar em conta cada contexto específico e evidentemente a questão dos custos. Por exemplo, em determinadas situações pode ser mais vantajoso para a cidade investir na prevenção do que na mitigação ou na adaptação.

#### **Fase 4: Monitoramento contínuo por indicadores.**

Conforme a cidade for se adaptando à RHU, os indicadores são novamente aplicados para um processo contínuo de análises, medições e percepção de mudança de cenários, sejam eles positivos ou negativos. Observando as variações ao longo do tempo, as tendências ou condições futuras, o uso de indicadores nesta fase tem por finalidade auxiliar no monitoramento, aprimorando o processo de tomada de decisão na prevenção, mitigação e recuperação em diferentes níveis.

Mesmo sem a ocorrência do evento, é preciso monitorar a cidade para verificar se as medidas de prevenção estão funcionando e a cidade não está se aproximando da ocorrência de um evento indesejado.

Caso o evento ocorra, é preciso minimizar os danos, analisar quais as condições serão necessárias para continuar o monitoramento e quais as ações

deverão ser tomadas para a recuperação e rearranjo, fazendo com que a cidade volte ao normal ou o mais próximo possível da situação antes do evento.

### **Cidade Hidricamente Segura.**

Uma cidade resiliente, em relação aos recursos hídricos, tem uma maior capacidade de antecipação, preparação e adaptação tornando-se capaz de se organizar para lidar com eventos e riscos que afetam os seus sistemas hídricos.

Embora, durante a pesquisa, foi mantida a divisão dos Sistemas Hídricos Urbanos (o que é a prática comum nas cidades brasileiras), um avanço importante no sentido de tornar a cidade mais resiliente seria por meio de uma gestão integrada destes, considerando a RHU. Assim, ao aplicar ao método aqui proposto, espera-se que haja uma tendência para que futuramente a cidade tenha uma visão global dos Sistemas, de modo a unificar o planejamento e as estratégias dos tomadores de decisões.

Adotar o paradigma da unificação dos Sistemas Hídricos e levar em conta RHU possibilitará às cidades avaliarem o presente e construir o futuro tornando-se cidades hidricamente seguras.

## CAPÍTULO 6

### CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O presente trabalho propôs diretrizes e estratégias para a incorporação da Resiliência Hídrica Urbana (RHU) em municípios com o uso de indicadores. Para esta pesquisa, a RHU foi entendida como a capacidade de um sistema hídrico urbano (suas entradas e saídas) continuar a funcionar ou persistir após ser alterado, mas não necessariamente para permanecer o mesmo, porém, mantendo a mesma estrutura básica e modos de funcionamento.

Constatou-se, por meio da revisão da literatura, que a RHU ainda não é abordada de maneira integrada nos Sistemas Hídricos Urbanos. Geralmente há uma abordagem independente para cada um destes Sistemas, com ênfase nas questões das inundações e escassez hídrica. Como a abordagem convencional que divide os Sistemas em Abastecimento de Água (SAA), Esgotamento Sanitário (SES) e Drenagem Urbana (SDU) ainda predomina amplamente, optou-se por manter essa divisão. No entanto, na tentativa de iniciar uma abordagem integrada entre os Sistemas Hídricos e a Resiliência, a presente pesquisa avançou ao unificar a Gestão e Participação (G&P) em uma única Componente.

A fim de se constatar se este conceito de Resiliência já vem sendo utilizado no Brasil, buscou-se pela sua presença em Planos Municipais de cidades médias signatárias do programa *Making Cities Resilient: My City is Getting Ready* elaborado pela UNISDR, ou seja, cidades que apresentaram interesse na temática da Resiliência.

A partir da análise dos Planos selecionados não foi encontrada nenhuma menção direta ao termo Resiliência. Entretanto, foi possível identificar alguns aspectos e variáveis relacionados direta ou indiretamente à RHU. Esses aspectos foram observados principalmente na G&P, que também apresenta a variável “instâncias de participação da sociedade” como a mais abordada diretamente pelos Planos.

Para cada um dos três Sistemas Hídricos, buscou-se fazer abordagens para os aspectos quantitativos e qualitativos, tanto externos quanto internos aos sistemas, sempre relacionando com eventos para os quais a RHU deveria ser considerada.

Para as variáveis sistematizadas, foram, a seguir, associados indicadores. Alguns deles, já consolidados, foram adotados a partir da literatura, embora tenham sofrido adaptações para melhor refletir a RHU. Além disso, foram propostos novos indicadores ao longo da pesquisa.

Como etapa final da pesquisa, as diretrizes e estratégias pensadas para a incorporação da RHU pelos Municípios foram consolidadas na forma de um método levando em conta os indicadores. Foram considerados três cenários em que a RHU poderia estar presente: nos Planos Setoriais (SAA, SES e SDU), em um Plano unificando estes Sistemas Hídricos ou, ainda, como parte de um Sistema de Resiliência Urbana mais amplo. Independente do cenário, mantem-se a estratégia do monitoramento contínuo da RHU, considerando momentos antes durante e após eventos relacionados aos Sistemas Hídricos Urbanos.

Com a medição por indicadores, em cada fase a cidade pode aprimorar suas potencialidades e corrigir suas falhas a curto, médio e longo prazo desenvolvendo ações de prevenção, mitigação e recuperação, de modo a aprimorar o processo de tomada de decisão.

A pesquisa realizada ao longo desta tese permitiu aprofundar os conhecimentos referente à aplicação dos indicadores para mensurar a RHU. Além disso, foi proposta uma abordagem integrada dos Sistemas Hídricos, possibilitando um maior desempenho na avaliação e ao mesmo tempo admitindo uma visão global dos Sistemas. A presença da RHU e a abordagem unificada dos Sistemas Hídricos Urbanos favorecerão o planejamento e à adoção de estratégias para se ter uma cidade hidricamente segura.

Propõe-se, como recomendações para futuros trabalhos, a aplicação efetiva do método aqui proposto, bem como a ampliação do Sistema de indicadores para RHU e o desenvolvimento de estudos considerando a abordagem da Resiliência Hídrica em escala regional (Resiliência Hídrica Regional-RHR).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERSON, M. B. Vulnerability to disaster and sustainable development: A general framework for assessing vulnerability. *In*: PIELKE JR, R.; PIELKE, R. (Eds.). **Storms**. London, UK: Routledge, v.1. 2000.

ADRIAANSE, A. **Environmental policy performance indicators. General of Environment of the Dutch Ministry of Housing**. VROM, The Hague, 1993.

ADGER, W.N. Social and ecological resilience: are they related? **Progress in Human Geography**, v.24, n.3, p.347–364. 2000. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/235737390\\_Social\\_and\\_Ecological\\_Resilience\\_Are\\_They\\_Related](https://www.researchgate.net/publication/235737390_Social_and_Ecological_Resilience_Are_They_Related). Acesso em: 14 jun.2017.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS-ANA. 2006. Disponível em: <https://www.ana.gov.br/>. Acesso em: 28 ago.2017.

\_\_\_\_\_. **O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz?** Brasília: SAG, 2011. 64 p. (Cadernos de capacitação em recursos hídricos; v.1).

\_\_\_\_\_. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br>. 2017. Acesso em: 23 ago. 2017.

\_\_\_\_\_. O que é o SINGREH? (s.d) disponível em: <https://www.ana.gov.br/aguas-no-brasil/sistema-de-gerenciamento-de-recursos-hidricos/o-que-e-o-singreh>. Acesso em: 10 mar de 2019.

ALBERTI, M.; MARZLUFF, J. M.; BRADLEY, G.; RYAN, C.; SHULENBERGER, E.; ZUMBRUNNEN, C. Integrating Humans into Ecology: Opportunities and Challenges for Studying Urban Ecosystems. **BioScience**, v.53, n.12, p.1169–1179, dez. 2003. Disponível em: <https://academic.oup.com/bioscience/article/53/12/1169/301939>. Acesso em: 28 ago.2017

ALEXANDER, D. **Natural Disasters**. London: Routledge, 1993. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/scottish-journal-of-theology/article/abs/theodicy-of-natural-disasters/713FC312A17FF2ED08F8CD23D46CDEED>. Acesso: 25 abr. 2019.

ALIANÇA PELA ÁGUA. **PL da Água" é aprovado no Congresso de Comissões e em primeira votação, por consenso, na Câmara de Municipal de São Paulo**. 2017. Disponível em: <https://www.jntospelaagua.com.br/2017/12/15/aprovado-pl-da-aqua/>. Acesso em: 27 ago 2018.

ALLENBY, B.; FINK, J. Toward inherently secure and resilient societies. **Science**, v.309, n.5737, p.1034-1036, ago.2005. Disponível em: [https://cspo.org/legacy/library/110215F4SI lib AllenbyFink2005S.pdf](https://cspo.org/legacy/library/110215F4SI_lib_AllenbyFink2005S.pdf). Acesso em: 28 ago.2017.

ALMEIDA, S. C. C. Indicadores de sustentabilidade: análise da aplicabilidade da NBR ISO 37120:2017 sob a perspectiva da Engenharia Urbana. 2019.119f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Federal de São Carlos, 2019.

ALVIM, A. T. B. A Contribuição do Comitê do Alto Tietê à Gestão da Bacia Metropolitana entre 1994 e 2002. Pós. Revista do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAU/USP, São Paulo, v. 19, p. 26-44, 2006.

AMORIM, M.F. QUELHAS, O.L.G.; MOTTA, A.L.T.S. A resiliência das cidades frente a chuvas torrenciais: Estudo de caso do plano de contingência da cidade do Rio de Janeiro. **Revista Sociedade & Natureza**. Soc. & Nat., Uberlândia, 26 (3): 519-534, set/dez/2014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/>>. Acesso em: 15 jun. 2016.

APARECIDA DE GOIÂNIA (GO). Poder Executivo. **Lei Complementar nº 124. Institui o Plano Diretor e estabelece princípios, políticas, estratégias e instrumentos para o desenvolvimento municipal, o uso, a ocupação e o parcelamento do solo urbano, o sistema viário e para o cumprimento da Função Social da Cidade e da Propriedade no Município de Aparecida de Goiânia e dá outras providências.** Disponível em: <https://webio.aparecida.go.gov.br/diariooficial/download/566>. Acesso: 17 jan. 2021.

APARECIDA DE GOIÂNIA (GO). Câmara Municipal de Aparecida de Goiânia. **Lei nº 2875/2009. Cria a Agência de Regulação dos Serviços de Saneamento Básico de Aparecida de Goiânia dá outras providências.** Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/go/a/aparecida-de-goiania/lei-ordinaria/2009/287/2875/lei-ordinaria-n-2875-2009-cria-a-agencia-de-regulacao-dos-servicos-de-saneamento-basico-de-aparecida-de-goiania-e-da-outras-providencias>. Acesso: 17 jan. 2021.

APARECIDA DE GOIÂNIA (GO). Câmara Municipal de Aparecida de Goiânia. **Lei nº 3396/2017. Cria o Conselho Municipal de Controle Social de Saneamento Básico do Município de Aparecida de Goiânia e dá outras providências.** Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/go/a/aparecida-de-goiania/lei-ordinaria/2017/340/3396/lei-ordinaria-n-3396-2017-cria-o-conselho-municipal-de-controle-social-de-saneamento-basico-do-municipio-de-aparecida-de-goiania-e-da-outras-providencias>. Acesso: 17 jan. 2021.

ARARAQUARA (SP). Câmara Municipal de Araraquara. **Lei Complementar nº 850, De 11 De Fevereiro De 2014.** Estabelece a Revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Ambiental de Araraquara-PDPUA, revoga a Lei Complementar nº 350/05 e alterações e institui o Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Ambiental de Araraquara – PDDPA, conforme estabelece o § 3º do Art. 40 do Estatuto da Cidade. Disponível em: <http://www.camara-arq.sp.gov.br/Siave/documento?sigla=lc&numero=850>. Acesso em: 10 abr. 2018.

ARARAS (SP). Câmara Municipal de Araras. **Lei Complementar nº 4265 de 06/10/2006.** Altera Dispositivos da Lei Complementar nº 3.901, de 6 de outubro de 2006. Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Araras, suas Normas Disciplinadora e dá Providências Correlatas disponível em:

<https://consulta.siscam.com.br/camaraararas/Documentos/Documento/77670>.

Acesso em: 10 abr. 2018.

ARARAS (SP). Programa Estadual de Apoio Técnico à Elaboração de Planos Municipais de Saneamento. **Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico**. Disponível em:

<http://www.saema.com.br/files/Livreto%20finalizado.pdf>. Acesso: 17 jan. 2021.

ARARAS (SP). Câmara Municipal. **Lei nº 4329 de 30 de março de 2010**. Autoriza o Município de Araras a Celebrar Convênio com o Estado de São Paulo, através da Secretaria de Saneamento e Energia, Objetivando a Elaboração de Plano Municipal de Saneamento Básico, em Conformidade com as Diretrizes Gerais Instituídas pela Lei Federal nº 11.445, de 5 de Janeiro de 2007. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sp/a/araras/lei-ordinaria/2010/433/4329/lei-ordinaria-n-4329-2010-autoriza-o-municipio-de-araras-a-celebrar-convenio-com-o-estado-de-sao-paulo-atraves-da-secretaria-de-saneamento-e-energia-objetivando-a-elaboracao-de-plano-municipal-de-saneamento-basico-em-conformidade-com-as-diretrizes-gerais-instituadas-pela-lei-federal-n-11445-de-5-de-janeiro-de-2007>

Acesso: 10 maio 2021.

ARARAS (SP). Câmara Municipal. **Lei Municipal nº 4.331, de 31 de março de 2010**. Institui o Fundo Municipal de Água Esgoto – FMAE e dá providências correlatas. Disponível em:

<https://www.legislacaodigital.com.br/ArarasSP/LeisOrdinarias/4331#:~:text=Institui%20o%20Fundo%20Municipal%20de,FMAE%20e%20d%C3%A1%20provid%C3%AAsncias%20correlatas.&text=O%20Fundo%20Municipal%20de%20%C3%81gua%20e%20Esgoto%20%E2%80%93%20FMAE%20ser%C3%A1%20vinculado,do%20Munic%C3%ADpio%20de%20Araras%20%E2%80%93%20SAEMA>. Acesso: 10 jan. 2021.

ASIAN DEVELOPMENT BANK-ADB. Strengthening Water Security in Asia and the Pacific. **Asia Water Development Outlook**. Manila, Philippines. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 37123: Cidades e comunidades sustentáveis-Indicadores para cidades resilientes**. Primeira edição 21.01.202. Rio de Janeiro, p.117. 2021. Exemplar para uso exclusivo - Código Identificador #749637@461390#.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS-ABNT. **ABNT NBR ISO 37120:2017. Desenvolvimento sustentável de comunidades- Indicadores para serviços urbanos e qualidade de vida**. Rio de Janeiro. 2017

ASPRONE, D.; LATORA, V. Urban network resilience analysis in case of earthquakes. In: DEODATIS, G.; ELLINGWOOD, B. R.; FRANGOPOL, D. M. (Eds.). **Safety, reliability, risk and life cycle performance of structures & infrastructures**. London, UK: CRC Press. 2013. p.4069–4075.

AYALA-CARCEDO, F. J.; PISERRA, M. T. Impactos del Cambio Climático sobre la economía y los seguros en Europa. In: **Gestión de Riesgos y seguros**. Madrid: MAPFRE, p. 15-20 2000.

BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de metodologia: um guia para a Iniciação Científica**. 2 ed. São Paulo: Makron Books. 2000.

BATISTA, M. E. M.; SILVA, T. C. da. O modelo ISA/JP-indicador de performance para diagnóstico do saneamento ambiental urbano. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 55-64, 2006. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/CGzhbvqGjNBMj8kVQzxFkDb/?lang=pt>. Acesso: 20 jan. 2020.

BATTY, M. The size, scale, and shape of cities. **Science**, v. 319, n. 5864, p. 769-771, 2008. Disponível em: [769–771.http://dx.doi.org/10.1126/science.1151409](http://dx.doi.org/10.1126/science.1151409). Acesso em: 10 dez. 2017.

BEHZADIAN, K., KAPELAN, Z. Advantages of integrated and sustainability-based assessment for metabolism based strategic planning of urban water systems. **Sci. Total Environ.**, v.527-528, p.220-231, set.2015.

BELLEN, H.M. van. Indicadores de Sustentabilidade: uma análise comparativa. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006.

PRFEITURA MUNICIPAL DE BELO HORIZONTE (MG). **Índice De Qualidade De Vida Urbana (IQVU-BH)**. 2019. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/estatisticas-e-indicadores/indice-de-qualidade-de-vida-urbana>. Acesso: 12 maio de 2019.

BENCKE, L.R ; PEREZ, A .L. F. Análise dos principais modelos de indicadores para cidades sustentáveis e inteligentes. Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades / National Journal of Cities Management v. 6, n. 37, 2018.

BERTONE, P.; MARINHO, C. Gestão de riscos e resposta a desastres naturais: a visão do planejamento. In: CONGRESSO DE GESTÃO PÚBLICA – CONSAD, 6., 2013, Brasília/DF. **Anais [...]**. Brasília: Centro de Convenções Ulysses Guimarães, 2013. p.1-24. Disponível em: <http://consadnacional.org.br/.pdf>. Acesso em: 15 jun.2017.

BERKES, F.; COLDING, J.; FOLKE, C. “Introduction”. (Eds.). *In: Navigating Social-Ecological Systems: building resilience for complexity and change*. New York: Cambridge University Press, 2003.

BIRKMANN, J.; BUCKLE, P.; JAEGER, J.; PELLING, M.; SETIADI, N.; GARSCHAGEN, M.

BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I.; WISNER, B. **At risk: Natural hazards, people’s vulnerability, and disasters**. London: Routledge. 1994.

BLUMENAU (SC). Prefeitura Municipal. **Lei Complementar nº 1181/2018. Dispõe sobre o Plano Diretor do Município de Blumenau**. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-blumenau-sc>. Acesso: 17 jan. 2021.

BLUMENAU (SC). Prefeitura Municipal. **Lei Complementar nº 1131, DE 20 DE**

**JULHO DE 2017. Dispõe sobre a Política Municipal de Saneamento Básico do Município de Blumenau e dá outras Providências.** Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sc/b/blumenau/leicomplementar/2017/113/1131/lei-complementar-n-1131-2017-dispoe-sobre-a-politica-municipal-de-saneamento-basico-do-municipio-de-blumenau-e-da-outras-providencias>. Acesso 20 jan. 2021.

BRAGA, L.M.M.; FERRÃO, A.M. A gestão dos recursos hídricos na França e no Brasil com foco nas bacias hidrográficas e seus sistemas territoriais. **Labor & Engenho**, Campinas [SP] Brasil, v.9, n.4, p.19-33, out. /dez. 2015. Disponível em: <http://www.conpadre.org>. Acesso em: 29 ago.2017.

BRAND, F. S.; JAX, K. Focusing the meaning (s) of resilience: resilience as a descriptive concept and a boundary object. **Ecology and Society** v.12, n.1, [online], 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5751/es-02029-120123>. Acesso em: 12 set. 2018.

BRASIL. CÓDIGO DE ÁGUAS. **Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934.** Decreta o Código de Águas. Este texto não substitui o publicado na CLBR de, 1934. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1930-1939/decreto-24643-10-julho-1934-498122-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em: 10 ago.2017.

\_\_\_\_\_. **Constituição da República Federativa do Brasil**, de 5 de outubro de 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 10 ago.2017.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991.** Dispõe sobre a política agrícola. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L8171.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8171.htm). Acesso em: 20 maio .2018.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** 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. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm). Acesso em: 20 maio.2018.

\_\_\_\_\_. Senado Federal. **Lei Ordinária nº 14.026/2000.** Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000 e da outras providencias. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/norma/32462863>. Acesso: 13 ago. 2020.

\_\_\_\_\_. Casa Civil. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.** Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm) Acesso: 13 ago. 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Planos de Segurança da Água.** 2012. Disponível em: [http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano\\_seguranca\\_agua\\_qualidade\\_sus.p](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/plano_seguranca_agua_qualidade_sus.p)

df. Acesso em: 06 jun. 2021.

\_\_\_\_\_. Câmara Legislativa. **Projeto de Lei nº 4062, de 2019**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000 e da outra providencias. Disponível em:

<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2213200>. Acesso: 13 ago. 2020.

BRASÍLIA DECLARATION OF JUDGES ON WATER JUSTICE. **8º FORUM MUNDIAL DA ÁGUA**. Disponível em:

[https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/brasilia\\_declaration\\_of\\_judge\\_son\\_water\\_justice\\_21\\_march\\_2018\\_final\\_as\\_approved\\_0.pdf](https://www.iucn.org/sites/dev/files/content/documents/brasilia_declaration_of_judge_son_water_justice_21_march_2018_final_as_approved_0.pdf). Acesso: 20 maio 2018.

BRAWN, K. Water scarcity forecasting the future with spotty data. **Science**, v.297, n.5583, p.926-927, ago. 2002. Disponível em: <https://science.sciencemag.org/content/297/5583/926/tab-pdf>. Acesso em: 02 jun.2019.

BROWN, A.; DAYAL, A.; RUMBAITIS DEL RIO, C. From practice to theory: emerging lessons from Asia for building urban climate change resilienc. **Environment and Urbanization**, v.24, n.2, p.531–556, out. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0956247812456490>. Acesso em: 05 dez. 2017.

BROWN, K. WESTAWAY, E. Agency, capacity, and resilience to environmental change: Lessons from human development, well-being, and disasters. **Annual Review of Environment and Resources**, v.36, n.1, p.321–342, 2011, Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-environ-052610-092905>. Acesso em: 15 dez.2017.

BROWN, K. Global environmental change I: A social turn for resilience? **Progress in Human Geography**, 38(1), 107–117. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1177/0309132513498837Brown>. Acesso: 20 dez. 2017

BROWN, R. R.; KEATH, N; WONG, T. H. F. Urban water management in cities: historical, current and future regimes. **Water Science and Technology** 59(5):847-855. 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.2166/wst.2009.029> . Acesso em: 12 set. 2018.

BUTLER, D.; DAVIES, J. W. **Urban drainage**. London, UK: Spon Press, 2000.

BUTTERWORTH, J.; MCINTYRE, P; WELLS, C. da S. (Eds.). **SWITCH in the city: putting urban water management to the test**. The Hague, The Netherlands: IRC International Water and Sanitation Centre,2011 Disponível em: [http://www.ircwash.org/sites/default/files/Butterworth-2011-SWITCH\\_1.pdf](http://www.ircwash.org/sites/default/files/Butterworth-2011-SWITCH_1.pdf). Acesso em: 02 jun.2019.

CAMAÇARI (BA). Prefeitura Municipal. **Lei nº 866/2008**. Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Camaçari, e dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/ba/c/camacari/lei->

[ordinaria/2008/86/866/lei-ordinaria-n-866-2008-dispoe-sobre-o-plano-diretor-de-desenvolvimento-urbano-do-municipio-de-camacari-e-da-outras-providencias.](#)

Acesso: 20 jan. 2021.

CAMAÇARI (BA) Prefeitura Municipal de Camaçari Secretaria de Desenvolvimento Urbano-Sedur. **Processo Administrativo nº 1.174/2013.** Plano Municipal de Saneamento Básico e Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos Disponível em:

<http://arquivos.camacari.ba.gov.br/sedur/pmsb/PMSB%20Versao%20Final%20Volume%20I.pdf>. Acesso: 20 jan. 2021

CAMAÇARI (BH). Prefeitura Municipal. **Lei nº 1.463, de 19 de dezembro de 2016.** Institui a Política e o Plano Municipal de Saneamento Básico do Município Camaçari e seus Instrumentos, e dá outras providências. Disponível em:<https://leismunicipais.com.br/a/ba/c/camacari/lei-ordinaria/2016/147/1463/lei-ordinaria-n-1463-2016-institui-a-politica-e-o-plano-municipal-de-saneamento-basico-do-municipio-camacari-e-seus-instrumentos-e-da-outras-providencias>. Acesso 06 maio. 2021.

CAMPANELLA, T. J. Urban resilience and the recovery of New Orleans. **Journal of the American Planning Association**, v.72, n.2, p.140–146, 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/01944360608976734>. Acesso em: 01 fev.2018.

CANADÁ. **Canadian Water Sustainability Index (CWSI):** project report. Government of Canada: Policy Research Initiative. Project Sustainable Development, 2007. Disponível em: <http://publications.gc.ca/collections/Collection/PH4-38-2007E.pdf>. Acesso em: 01 fev.2018.

CANNON, T. A Hazard Need not a Disaster Make: Vulnerability and the Causes of “Natural” Disasters. In: **Natural Disasters: Protecting Vulnerable Communities**. P.A. Merriman and C.W.A. Browitt. London: ThomasTelford, p. 92–105, 1993.

CARDONA, O. D. Disaster risk and vulnerability: Concepts and measurement of human and environmental insecurity. In: **Coping with Global Environmental Change, Disasters and Security**. Springer, Berlin, Heidelberg, p. 107-121. 2011.

CARMO, W.J.E.; MARCHI, L.F.D. Uma visão holística do plano diretor de drenagem urbana. **Revista Jus Navigandi**, ISSN 1518-4862, Teresina, [ano 18, n. 3796, 22 nov. 2013](#). Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/25944>. Acesso em: 16 abr. 2021.

CARNEIRO, P. R. F.; CARDOSO, A. L.; AZEVEDO, J. P. S. de. O Planejamento do uso do solo no município e a gestão de bacias hidrográficas metropolitanas. In: **Seminário Nacional sobre o tratamento de áreas de preservação permanente em meio urbano e restrições ambientais ao parcelamento do solo – Área Preservação Permanente Urbana**. São Paulo, 2007.

CARPENTER, S.; et al. **From metaphor to measurement: resilience of what to what?** *Ecosystems*, v. four, n. 8, p. 765-781, 2001.

CARTER, J.G. et al. Climate change and the city: Building capacity for urban adaptation. **Progress in Planning**. v.95, p.1–66, jan. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305900614000397>. Acesso em: 09 ago.2017.

CARVALHO, J.R.M.; CURI, W.F. Sistema De Indicadores para a Gestão de Recursos Hídricos em Municípios: Uma Abordagem Através dos Métodos Multicritério e Multidecisor. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**. G&DR • v. 12, n. 2, p. 374-398, Taubaté, SP, Brasil. 2016.

CARVALHO, L. et al. Risco, desastre e resiliência – um desafio para a cidade da Amadora. In: CONGRESSO DA GEOGRAFIA PORTUGUESA, 9., 2013, Évora. **Anais [...]**. Évora: Universidade de Évora. 2013. Disponível em: [http://www.cmamadora.pt/images/protecao\\_civil/amadora\\_resiliente/risco\\_desastre\\_resiliencia\\_amadora.pdf](http://www.cmamadora.pt/images/protecao_civil/amadora_resiliente/risco_desastre_resiliencia_amadora.pdf). Acesso em: 01 fev. 2018.

CAVALCANTI, E.; CAVALCANTE, T. Considerações sobre a política nacional de recursos hídricos. **Jus.com.br**, jun.2016. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/50056/consideracoes-sobre-a-politica-nacional-de-recursos-hidricos>. Acesso em: 09 ago.2017.

CENTER FOR WATERSHED PROTECTION -CWP. **Rapid Watershed Planning Manual**. Ellicott City, MD. 1998.

CHAVES, H. M. L.; ALIPAZ, S. An integrated indicator based on basin hydrology environment, life, and policy: the Watershed Sustainability Index. **Water Resources Management**, v.21, n.5, p.883-895, maio. 2007. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11269-006-9107-2>. Acesso em: 02 jun.2019.

CHEN, G., **China's Climate Policy**. New York: Routledge, 2012.

CHRYSOULAKIS, N.; CASTRO, E. A.; MOORS, E. J. (Eds.). **Understanding Urban Metabolism: A Tool For Urban Planning**. New York: Routledge, 2015.  
**CITY RESILIENCE INDEX**. 2018. Disponível em: <https://www.cityresilienceindex.org/#/>. Acesso: 31 mar. 2021

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO-CETESB. Águas interiores. Publicações e relatórios. **Apêndices**. 2013. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso: 15 fev. 2019.

COMPANHIA OPERACIONAL DE DESENVOLVIMENTO, SANEAMENTO E AÇÕES URBANAS-CODAU. Disponível em <http://www.codau.com.br/pmsb/>. Acesso: 05 fev. 2021.

CONNOR, R., UHLENBROOK, S., & KONCAGÜL, E. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2019: Não deixar ninguém para trás**. 2019. Disponível em: [https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367303\\_por](https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367303_por). Acesso: 13 ago. 2020.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. **Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986**. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>. Acesso: 20 maio 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE-CONAMA. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Alterada pela Resolução 400/2009 e pela 430/2011 Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso: 15 jun. 2018.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS-CNRH. Resolução n. 32, de 15 de outubro de 2003. Anexo I. Conselho Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2003. Disponível em: [www.cnrh.gov.br/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download...74](http://www.cnrh.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download...74). Acesso: 28 ago. 2017.

COUTO, E. A. Aplicação dos Indicadores de Desenvolvimento Sustentável da Norma ABNT NBR ISO 37120:2017 para a Cidade do Rio de Janeiro e Análise Comparativa com Cidades da América Latina. Trabalho de Conclusão de Curso. UFRJ. Rio de Janeiro. 2018.

COAFFEE, J. Risk, resilience, and environmentally sustainable cities. **Energy Policy**, 36(12), 4633–4638p. 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2008.09.048>. Acesso: 17 out. 2017.

COAFFEE, J. Towards next-generation urban resilience in planning practice: From securitization to integrated place making. **Planning Practice and Research**, v.28, n.3, p.323–339, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/02697459.2013.787693>. Acesso em: 17 out. 2017.

CONSELHO MINISTERIAL AFRICANO SOBRE A ÁGUA-AMCOW. Segurança da Água e Desenvolvimento Resiliente às Alterações Climáticas. Documento Técnico de Referência. **Global Water Partnership**. 2013.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - CETESB. 2006. **Relatório de qualidade ambiental do Estado de São Paulo 2005**. Disponível em: [www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br). Acesso: 03. Ago. 2017.

CUTTER, S. L.; BARNES, L.; BERRY, M.; BURTON, C.; EVANS, E.; TATE, E.; WEBB, J. **A place-based model for understanding community resilience to natural disasters**. *Global Environmental Change*, v.18, n.4, p.598–606. 2008.

CUTTER, S., BURTON, C.G.; EMRICH, C.T. Disaster resilience indicators for benchmarking baseline conditions. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*. **Journal of Homeland Security and Emergency Management**, v.7, n.1, 2010. Disponível em: [http://resiliencesystem.com/sites/default/files/Cutter\\_jhsem.2010.7.1.1732.pdf](http://resiliencesystem.com/sites/default/files/Cutter_jhsem.2010.7.1.1732.pdf). Acesso em: 06 out.2016.

DANIELS, P. L. Approaches for quantifying the metabolism of physical economies: a comparative survey. Part II: review of individual approach. **J. Ind. Ecol.** v.6 n.1, p.65-88, 2002.

DANILENKO, A.; VAN DEN BERG, C.; MACHEVE, B.; MOFFITT, L. J. The IBNET Water Supply and Sanitation Blue Book 2014: The International Benchmarking Network for Water and Sanitation Utilities Databook.

DARELA-FILHO, J. P et al. Socio-climatic hotspots in Brazil: how do changes driven by the new set of IPCC climatic projections affect their relevance for policy? **Climatic Change**, v.136, n.3, p.403-25, 2016 Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-016-1635-z>. Acesso 06 maio 2021.

DAVOUDI, S.; CRAWFORD, J.; ABID MEHMOOD. **Planning for climate change: Strategies for mitigation and adaptation for spatial planners**. London: Earthscan. 2010.

DAVOUDI, S.; SHAW, K.; HAIDER, L. J.; QUINLAN, A. E.; PETERSON, G. D.; WILKINSON, C. et al. Resilience: a bridging concept or a dead end? "Reframing" resilience: challenges for planning theory and practice interacting traps: resilience assessment of a pasture management system in Northern Afghanistan urban resilience: what does it mean in planning practice? Resilience as a useful concept for climate change adaptation? The politics of resilience for planning: a cautionary note: edited by Simin Davoudi and Libby Porter. **Planning theory & practice**, v. 13, n. 2, p. 299-333, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/14649357.2012.677124>. Acesso em: 10 out. 2017.

DEPARTAMENTO AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO DE RIO CLARO (DAEE). Decretos. **Plano de Saneamento Básico**. Disponível em: <http://www.daaeriolclaro.sp.gov.br/pagina.geral.php?pagina=decretos>. Acesso 06 abr. 2021.

DEPONTI, C.M.; ECKERT C.; AZMBUJA J. L. B de. Estratégia para construção de indicadores para avaliação da sustentabilidade e monitoramento de sistemas. Porto Alegre, **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v.3, n.4, 2002.

DESOUZA, K. C., & FLANERY, T. H. Designing, planning, and managing resilient cities: A conceptual framework. **Cities**, v35, p.89-99p, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2013.06.003>. Acesso: 08 jul. 2017.

DINARÈS, M. Urban Metabolism: A review of recent literature on the subject. **Documents d'Anàlisi Geogràfica**. v.60,n.3, p.551-571, 2014, Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5565/rev/dag.134>. Acesso: 20 fev. 2018.

DONG, C.; SCHOUPS, G.; GIESEN, N. Scenario development for water resource planning and management: a review. **Technological & Social Change**, v80, n.4, p.749-761, 2013.

DOS SANTOS, R. F. et al. Aplicação de Indicadores no Município de Palotina-Pr. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 9, n. 1, p. 84-89, 2015.

Disponível em: <http://seer.tupa.unesp.br/index.php/BIOENG/article/view/244>. Acesso: 05 jun. 2019.

DOWNING, T. Vulnerability to hunger and coping with climate changes in Africa. **Global environmental Change**, v. 1, p. 365-380, 1991.

DOW, K. Exploring differences in our common future (s): the meaning of vulnerability to global environmental changes. **Geoforum**, v. 23, p. 407-436, 1992.

DUBLIN, I. **International Conference on Water and the Environment: Development Issues for the 21st Century**, 26-31 January 1992, Dublin, Ireland: the Dublin Statement and Report of the Conference. World Meteorological Organization, 1992.

DURAN-ENCALADA, J. A.; PAUCAR-CACERES A.; BANDALA, E. R.; WRIGHT, G. H. The impact of global climate change on water quantity and quality: A system dynamics approach to the US–Mexican transborder region. **European Journal of Operational Research** v. 256, n. 2, p. 567-581, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejor.2016.06.016>. Acesso: 18 jul. 2018.

EGELAND, B.; CARLSON, E.; SROUFE, L. A. Resilience as Process. *Development and Psychopathology*. V.5, n. 4, p. 517-518, 1993. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/L-Alan-Sroufe-2/publication/232021469\\_Resilience\\_as\\_Process/links/5c327d3f299bf12be3b3ec5a/Resilience-as-Process.pdf](https://www.researchgate.net/profile/L-Alan-Sroufe-2/publication/232021469_Resilience_as_Process/links/5c327d3f299bf12be3b3ec5a/Resilience-as-Process.pdf). Acesso: 29 jan. 2018.

ELLIS, J. B.; VIAVATTENE, C. Sustainable urban drainage system modeling for managing urban surface water flood risk. **CLEAN Soil, Air, Water**, v. 42, n. 2, p. 153-159, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/clen.201300225> .Acesso: 11 set. 2018.

ELMQVIST, T. Urban resilience thinking. **Solutions**, v., n.5, p 26–30, 2014. Disponível em: <http://www.thesolutionsjournal.com/node/237196>. Acesso: 26 de nov. 2017.

ERNSTSON, H.; VAN DER LEEUW, S. E.; REDMAN, C. L.; MEFFERT, D. J.; DAVIS, G.; ALFSEN, C. et al. Urban transitions: On urban resilience and human-dominated ecosystems. **Ambio**, v. 39, n. 8, p. 531-545, 2010.

ERIKSEN, S. H.; NIGHTINGALE, A. J.; EAKIN, H. Reframing adaptation: the political nature of climate change adaptation. **Global Environmental Change**, v. 35, p. 523-533, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2015.09.014> . Acesso: 12 set. 2018.

ESCRITÓRIO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A REDUÇÃO DO RISCO DE DESASTRES -UNISDR. *Construindo Cidades Resilientes*, 2016. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/agencia/unisdr/>. Acesso em: 30 set. 2016.

FALKENMARK, M.; ANDERSSON, L.; CASTENSSON, R.; SUNDBLAD, K. **Water a reflection of land use: Options for counteracting land and water**

**mismanagement.** Swedish Natural Science Council NFR, Stockolm, (Sweden)., 1999.

FARAH, M. F. S. Gestão pública local, novos arranjos institucionais e articulação urbano- regional. **Regiões e cidades, cidades nas regiões: o desafio urbano-regional.** São Paulo: Editora UNESP: ANPUR, p. 81-94, 2003.

FARHAD, S. Los Sistemas Socio-Ecológicos. Uma Aproximación Conceptual y metodológica. Departamento de Economía, Métodos cuantitativos e historia económica Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España. **XIII Jornadas de Economía Crítica.** Sevilla, p 265-280, 2012. Disponível em: <http://webs.ucm.es/info/ec/jec13/Ponencias/economia%20ecologica%20y%20medio%20ambiente/LOS%20SISTEMAS%20SOCIO-ECOLOGICOS.pdf>. Acesso: 30 jan. 2018.

FARIAS, P. J. L. **Água:** bem jurídico econômico ou ecológico? Brasília, DF: Brasília Jurídica, 2005.

FAROOQUI, T. A.; RENOUF, M. A.; KENWAY, S. J. A metabolism perspective on alternative urban water servicing options using water mass balance. **Water research**, v. 106, p. 405- 428, 2016.

FARRELLY, M. A.; BROWN, R. R. Delivering sustainable urban water management. **Water Sci. Technol.** WST v.5 n.8. SUWM. 2009.

FREEPIK. Recursos Gráficos. Disponível em: <https://br.freepik.com/>. Acesso 10 jun. 2019.

FEURT, C. B. Collaborative learning guide for ecosystem management. Cooperative Institution for Coastal and Estuarine Environmental Technology University of New England, **Biddeford**, Maine, USA, 2008. Disponível em: [http://dune.une.edu/env\\_facpubs/5](http://dune.une.edu/env_facpubs/5). Acesso: Acesso: 14 out. 2017.

FOLKE, C., S. R. CARPENTER, B. WALKER, M. SCHEFFER, T. CHAPIN, AND J. ROCKSTRÖM. Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. **Ecology and Society** v.15, n.4, 2010. Disponível em: <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art20/>. Acesso: 12 set 2018.

FOLKE, C. Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. **Global Environmental Change**, v.16, p.253-67, 2006. Disponível em: <<http://chave.ups-tlse.fr/BEE/papiers/folke-gec06.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2017.

FOUCAULT, M. **The Foucault reader.** P. Rabinow, editor. Pantheon Books, New York, New York, USA. 1984.

FRANK, B. Módulo 3: Legislação de Recursos Hídricos. *In: Capacitação para Comitês de Bacia Hidrográficas do Estado de Santa Catarina.* 2011.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO-FIRJAN. **Índice FIRJAN de Desenvolvimento Municipal (IFDM).**2019. Disponível em:

<https://www.firjan.com.br/ifdm/>. 2019. Acesso em: 16 maio de 2019.

FERREIRA, P. M.; CARRERA-FERNANDEZ, J. **Otimização econômica dos recursos hídricos ao nível de bacia hidrográfica: um estudo de caso para a Bacia do Rio Formoso, na Bahia**. ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 31., 2003, Porto Seguro. Anais... Porto Seguro: ANPEC, 2003.

FRIEND, R.; MOENCH, M. What is the purpose of urban climate resilience? Implications for addressing poverty and vulnerability. **Urban Climate** v.6, p. 98–113, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.uclim.2013.09.002>. Acesso: 18 de jun. de 2018.

FUCHS, S.; HEISS, K.; HUBL, J. Towards an empirical vulnerability function for use in debris flow risk assessment. **Natural Hazards and Earth System Science**, v. 7, n. 5, p. 495-506, 2007.

FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS-SEADE. Pesquisa Municipal. Drenagem Urbana/Manejo de Águas Pluviais Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos-SSRH. 2011. Disponível em: <http://www.seade.gov.br/>. Acesso: 12 maio de 2019.

FUNDO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS-FEHIDRO. 2017. Disponível em <http://fehidro.sigrh.sp.gov.br/fehidro>. Acesso: 28 ago. 2017.

FUNDO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A INFÂNCIA-UNICEF Statistics: Coverage with Improved Drinking Water Sources. 2006. Disponível em: <http://www.childinfo.org/areas/water/countrydata>. Acesso em: 20 maio. 2019.

GAETE, C. M. A. **7 Cidades que estão transformando seus rios em novos atrativos urbanos**, 2016. Disponível em: <http://www.archdaily.com.br/br/794544/7-cidades-que-estao-transformando-seus-rios-em-novos-atrativos-urbanos>. Acesso em: 23 set. 2016.

GAILLARD, J. C. Vulnerability, capacity and resilience: Perspectives for climate and development policy. **Journal of International Development**, v.22, n.2, p.218–232, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1002/jid>. Acesso em: 20 nov. 2017.

GALLOPIN, G. C. Environmental and sustainability indicators and the concept of situational indicators. A systems approach. *Environmental Modeling and Assessment*, n. 1, p. 101-117, 1996.

GARCIAS, C. M.; DA SILVA FERENTZ, L. M.; PINHEIRO, E. G. A Resiliência como Instrumento de Análise da Gestão Municipal de Riscos e Desastres. **Redes (St. Cruz Sul, Online)**, v. 24, n. 2, p. 99-121, 2019.

GEELS, F. W.; SCHOT, J. Typology of sociotechnical transition pathways. **Research policy**, v. 36, n. 3, p. 399-407, 2007.

GEO BRASIL. **Recursos hídricos: resumo executivo**. / Ministério do Meio Ambiente; Agência Nacional de Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio

Ambiente. Brasília: MMA; ANA, 2007. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/wfa/sa/GEO%20Brasil%20Recursos%20H%C3%ADricos%20-%20Resumo%20Executivo.pdf>. Acesso em: 15 ago 2018.

GERHARDT, T.E.; SILVEIRA, D.T. Métodos de pesquisa. Universidade Aberta do Brasil- UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. – **Porto Alegre: Editora da UFRGS**, v. 2, n. 0, p. 0, 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Acesso: 23 maio 2019.

GIDDENS, A. Hermeneutics and social theory. DALLMAYR, Fred Reinhard. **Profiles and critiques in social theory**, p.1-17, 1982. Disponível em: [http://dx.doi.org/10.1007/978-1-349-86056-2\\_1](http://dx.doi.org/10.1007/978-1-349-86056-2_1). Acesso: 11 set. 2018.

GODSCHALK, D. R. Urban Hazard Mitigation: Creating Resilient Cities. **Natural Hazards Review**. v. 4, n. 3, p. 136-143, 2003. Disponível em: <http://content.ebscohost.com/ContentServer.asp?T=P&P=AN&K=10266868&S=R&D=egs&EbscoContent=dGJyMMvi7ESep7U4v%2BviOLCmr02ep7BSr6m4Sq%2BWxWXS&ContentCustomer=dGJyMPGtsFG0qa5LuePfgex44Dt6fIA>. Acesso: 30 ago 2018.

GOMES, Marilza. Estudo de uma Proposta de Plano Municipal de Gerenciamento de Recursos Hídricos para o Município de Americana. 2018 Disponível em: [https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/1932/1/TCC\\_MARILZA%20GOMES\\_REVISADO\\_21\\_11\\_2016.pdf](https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/bitstream/ana/1932/1/TCC_MARILZA%20GOMES_REVISADO_21_11_2016.pdf). Acesso: 16 abr. 2021.

GONÇALVES, D. C., RIBEIRO, M. J.; MENDES-VÍCTOR, L.A. Cidades litorais. Vulnerabilidade e resiliência no âmbito da sociologia do risco e incerteza. 2011. In: CONGRESSO PORTUGUÊS DE SOCIOLOGIA, 7., 2012, Porto. **Anais...** Porto: Universidade do Porto, Faculdade de Letras, Faculdade de Psicologia e Educação, 2011. Disponível em: [http://www.aps.pt/vii\\_congresso/papers/finais/PAP0651\\_ed.pdf](http://www.aps.pt/vii_congresso/papers/finais/PAP0651_ed.pdf). Acesso em: 05 out.2016.

GORBACHEV, M. **Civilization Magazine**. 2000. As cited by: Linder J, Costa J, Stupak B, Radanovich J, Napolitano G. Join the Bi-Partisan House water Caucus as an Original Member. The Twelve Principles of Water Policy. House of Representatives. Washington DC 2007.

GORDON, R. Urban and Regional Studies Unit, University of Kent at Canterbury, Canterbury, Kent, England. **Article Informatio**, v. 10, n. 8, p.889-900, 1978.

GRAHAM, S.; MARVIN, S. **Splintering urbanism: networked infrastructures, technological mobilities and the urban condition**. Routledge, 2002.

GREIVING, S.; ZEBISCH, M.; SCHNEIDERBAUER, S.; FLEISCHHAUER, M.; LINDNER, C.; KROPP, J. Extreme events and disasters: a window of opportunity for change? Analysis of organizational, institutional and political changes, formal and informal responses after mega-disasters. **Natural Hazards**, v.55, n.3, p.637–655, dez.2010. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-008-9319-2>. Acesso em: 10 ago.2017.

GRIMM, N. B., FAETH, S. H., GOLUBIEWSKI, N. E., REDMAN, C. L., WU, J., BAI, X., BRIGGS, J. M. HAASE, D. Effects Of Urbanisation On The Water Balance-A Long-Term Trajectory. **Environmental Impact Assessment Review**, v.29, p.211-219, 2009.

GUARANI, A. P.; TEIXEIRA, E.; ALCHORNE, S. Desastres ambientais e ação governamental: o Centro de Operações Rio e a experiência institucional da prefeitura do Rio de Janeiro. **Social em Questão**. v.3, n.3, p.13-324, 2015. Disponível em: <http://osocialemquestao.ser.puc-rio.br/pdf>. Acesso em: 18 jun. 2016.

GUNDERSON, L. H. Ecological resilience in theory and application. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 31, p.425-439, 2000.

HARDI, P.; BARG, S. **Measuring Sustainable Development: Review of Current Practice**.1997.

HENSTRA, D. Toward the climate-resilient city: Extreme weather and urban climate adaptation policies in two Canadian provinces. *Journal of Comparative Policy Analysis: Research and Practice*, v. 14, n.2, p, 175–194, 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/13876988.2012.665215>. Acesso: 20 jun. 2018.

HERNANTES, Josune et al. Towards resilient cities: A maturity model for operationalizing resilience. **Cities**, v. 84, p. 96-103, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275117315020>. Acesso: 10 jun. 2021.

HOFWEGEN, P.; JASPERS, F. In: **IHE\_UNESCO** (Ed.), *Analytical Framework for Integrated Water Resources Management: Guidelines for Institutional Frameworks*. Balkema, Rotterdam. 1999.

HOLLING, C. S. Resilience and Stability of Ecological Systems. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.4, n. 1 p.1-23, 1973.

HOLLING, C. S. Engineering resilience versus ecological resilience. In: P. Schulze (Ed.), **Engineering within ecological constraints**. Washington, DC, USA: The National Academies Press. 1996.

HOLLING, C. S.; GUNDERSON, Lance H. Resilience and adaptive cycles. In: **Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems**, 25-62, 2002.

HOWARD, G.; BARTRAM. **Vision 2030: The resilience of water supply and sanitation in the face of climate change. Technical report**. Geneva: World Health Organization, 2010.

HOWE, C.; BUTTERWORTH, J.; SMOUT, I.; DUFFY, A. M.; VAIRAVAMOORTHY, K. Findings from the SWITCH project 2006–2011. **Sustainable water management in the city of the future**. UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands. 2011. Disponível em: [http://www.switchurbanwater.eu/outputs/pdfs/Switch - Final Report.pdf](http://www.switchurbanwater.eu/outputs/pdfs/Switch_-_Final_Report.pdf). Acesso: 12 set 2018.

HUANG, CHU-LONG; VAUSE, J.; WEN MA, H. YU, CHANG-PING. Urban water metabolism efficiency assessment: Integrated analysis of available and virtual water. **Science of the Total Environment**, v. 452, p. 19-27, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável**. Brasília, DF. IBGE.2012.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE **Cidades**. 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/campinas-svg>. Acesso em: 10 out. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. **Diretoria de Pesquisas Coordenação de População e Indicadores Sociais Pesquisa Nacional de Saneamento Básico**. 2008. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv45351.pdf>. Acesso: 16 abr. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS-IPT. **Plano de Bacia da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos da Bacia do Turvo/Grande (UGRHI 15)**. Relatório Técnico CPTI n. 397/08. 172. 2008.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **O Saneamento Básico no Brasil**. 2016. Disponível em: <https://www.saneamentobasico.com.br/o-saneamento-basico-no-brasil-por-hiram-sartori/>. Acesso: 13 ago. 2020.

INSTITUTO TRATA BRASIL. A importância do Plano Municipal de Saneamento Básico no Brasil. 2018 Disponível em: <http://www.tratabrasil.org.br/blog/2017/02/02/planos-municipais-no-brasil/> Acesso: 13 abr. 2021.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE-IPCC. (2007). **Climate change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability: Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge. Disponível em: [http:// www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg2.htm](http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg2.htm). Acesso: 16 Jan 2018.

\_\_\_\_\_. **Climate Change 2014: Synthesis Report: Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.) ]. Geneva, Switzerland. 2014.

\_\_\_\_\_. **SUMMARY FOR POLICYMAKERS**. In: FIELD, Christopher B. et al. (Ed.). **Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation: special report of the intergovernmental panel on climate change**. Cambridge University Press, 2012.

\_\_\_\_\_. Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. **Cambridge University Press**, Cambridge, United Kingdom. 2013.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE- IPCC. Climate Change 2001: The Scientific Basis-Contribution of Working Group 1 to the IPCC Third Assessment Report. **Cambridge Univ. Press**.2001a.

INTERNATIONAL COUNCIL FOR LOCAL ENVIRONMENTAL INITIATIVES – Governos Locais para a Sustentabilidade. **Kit de Treinamento SWITCH: Gestão Integrada das Águas na Cidade do Futuro. Módulo 1 – Planejamento estratégico: Preparando-se para o futuro.** Coordenação técnica: Nilo de Oliveira Nascimento. Coordenação editorial: Florence Karine Laloë. 1. ed. SÃO PAULO, 2011. Disponível em:[http://www.switchtraining.eu/fileadmin/template/projects/switch\\_training/files/Module\\_s/Modules\\_Portuguese/Resumo\\_brochura.pdf](http://www.switchtraining.eu/fileadmin/template/projects/switch_training/files/Module_s/Modules_Portuguese/Resumo_brochura.pdf). Acesso em: 06 out.2016.

JACKSON, R.B., CARPENTER, S.R., et al. Water in a changing world. **Ecological Applications** v.11, n.4,p. 1027–1045. 2001.

JHA, A. K.; MINER, T. W.; STANTON-GEDDES, Z. Editors. **Building urban resilience: principles, tools, and practice.** The World Bank, Washington, D.C., USA. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1596/978-0-8213-8865-5> . Acesso: 12 set 2018.

JOEL HARTTERA, J.; HAMILTON, L.C.; BOAGA, A. E.; FORREST R. S.; MARK J. D.; CHRISTOFFERSEN, N.D.; OESTERG, P.T.; PALACEH, M. W. Does it matter if people think climate change is human caused? **Climate Service**, v. 10, p. 53-62, 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cliser.2017.06.014>. Acesso: 18 de jul. 2018.

JOHANNESSEN, Å.; WAMSLER, C. **What does resilience mean for urban water services?** *Ecology and Society* 22(1):1. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5751/ES-08870-220101>. Acesso: 11 set. 2018.

JOHNSTONE, P.; ADAMOWICZ, R. H. H.; FJALAR J.; FERGUSON, B.; WONG, T. Liveability and the Water **Sensitive City**. Cooperative Research Centre for Water Sensitive Cities, Melbourne. 2012.

KAPELJ, S.; LOBOREC, J.; KAPELJ, J. Assessment of aquifer intrinsic vulnerability by the SINTACS method. **Geologia Croatica**, v. 66, n. 2, p. 119–128, 2013.

KASPERSON, J. X.; KASPERSON, R. E.; TURNER, B.L. (Eds.) **Regions at Risk: Comparisons of Threatened Environments.** Tokyo, New York, Paris: United Nations University Press, 1995.

KENWAY, S. J.; LANT, P.; PRIESTLEY, T. Quantifying water-energy links and related carbon emissions in cities. **Climate Change** v. 2, n.4, p.247-259,2011b.

KEOHANE, R. **Power and Interdependence in a Partially Globalized World New York**. Routledge. 2002.

KLEIN, R. J. T.; NICHOLLS, R. J.; THOMALLA, F. Resilience to natural hazards: How useful is this concept? **Environmental Hazards**, v.5, n.1, p. 35–45, 2003. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.hazards.2004.02.001>Lamond. Acesso: 05 dez. 2017.

KLUG, L.; MARENGO, J. A.; LUEDEMANN, G. Mudanças climáticas e os desafios brasileiros para implementação da nova agenda urbana. **O Estatuto da Cidade e o Habitat III: um balanço de quinze anos da política urbana no Brasil e a Nova Agenda Urbana**. Brasília: IPEA-Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, p. 303-322, 2016.

LAMOND, J. E., & PROVERBS, D. G. Resilience to flooding: Lessons from international comparison. Resilience to flooding: lessons from international comparison. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers-Urban design and planning**, v. 162, n. 2, p. 63-70, 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1680/udap.2009.162p>. Acesso: 05 dez. 2017.

LATOURE, B. **Jamais fomos modernos: ensaio de Antropologia simétrica**. (Trad. Carlos Irineu da Costa) Rio de Janeiro: Ed.34, 1994 [1991].

LAWRENCE, P.; MEIGH, J.; SULLIVAN, C. **The water poverty index: an international comparison**. Keele, Staffordshire, UK: Department of Economics, Keele University, 2002.

LEICHENKO, R. Climate change and urban resilience. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v.3, n.3, p. 164–168, 2011 <http://dx.doi.org/10.1016/j.cosust.2010.12.014>L. Acesso: 21 nov. 2017.

LHOMME, S., SERRE, D., DIAB, Y., & LAGANIER, R. Urban technical networks resilience assessment. In R. Laganier (Ed.), **Resilience and urban risk management**.109–117. London: CRC Press. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1201/b12994-13>. Acesso: 20 nov. 2017.

LIAO, K.H. A theory on urban resilience to floods – A basis for alternative planning practices. **Ecology and Society**, v.17, n.4, p. 48, 2012. Disponível em: <http://www.ecologyandsociety.org/vol17/iss4/art48/>. Acesso: 15 nov. 2017.

LIMEIRA (SP). Prefeitura Municipal. **Plano Municipal de Saneamento**. Disponível em: [https://www.limeira.sp.gov.br/sitenovo/simple\\_hotsite.php?id=33&simple=194](https://www.limeira.sp.gov.br/sitenovo/simple_hotsite.php?id=33&simple=194). Acesso 06 jan. 2021

LIMEIRA (SP). Câmara municipal de Limeira. **Lei Complementar nº 442, de 12 de janeiro de 2009**. Dispõe sobre o Plano Diretor Territorial-Ambiental do Município de Limeira e dá outras providências. Disponível em: <http://consulta.limeira.sp.leg.br>. Acesso em: 10 abr. 2018.

LIMEIRA (SP). Câmara Municipal de Limeira. **Lei Ordinária nº 3877**. Institui a Política Municipal de Recursos Hídricos, estabelece normas e diretrizes para recuperação, preservação e conservação dos recursos hídricos, cria o Sistema Municipal de Gerenciamento dos Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: <http://consulta.limeira.sp.leg.br/Normas/Exibir/5105>. Acesso: 17 jan. 2021.

\_\_\_\_\_. Prefeitura de Limeira. **Lei Ordinária nº 3877/2004**. Institui a Política Municipal de Recursos Hídricos, estabelece normas e diretrizes para recuperação, preservação e conservação dos recursos hídricos, cria o Sistema Municipal de Gerenciamento dos Recursos Hídricos e dá outras providências. Disponível em: [https://www.limeira.sp.gov.br/sitenovo/simple\\_hotsite.php?id=33&simple=194](https://www.limeira.sp.gov.br/sitenovo/simple_hotsite.php?id=33&simple=194). Acesso: 20 jan. 2021

LOORBACH, D.; ROTMANS, J. The practice of transition management: examples and lessons from four distinct cases. **Futures** v.42, n.3, p237-246, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.futures.2009.11.009> . Acesso: 12 set 2018.

LU, P., & STEAD, D. Understanding the notion of resilience in spatial planning: A case study of Rotterdam, The Netherlands. **Cities**, v. 35, p 200–212, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.cities.2013.06.001>. Acesso: 08 de jul. 2017.

LUNDIN, M., MOLANDER, S., MORRISON, G., 1997. Indicators for the Development of Sustainable Water and Wastewater Systems. **Sustainable Development Research United Nations Division for Sustainable Development**, 2005. Indicators of Sustainable Development-Review and Assessment

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Direito Ambiental Brasileiro**. São Paulo: Malheiros Editores, 2012.

MÄGDEFRAU, N. Building Urban Resilience through Spatial Planning Following Disasters the Great East Japan Earthquake and Tsunami. 2016. 292 f. Tese (Doutorado), submissão parcial para o curso de Curso de Engenharia, Faculty Of Spatial Planing, Tóquio, 2016.

MAKROPOULOS, C. K.; BUTLER, D. Distributed water infrastructure for sustainable communities. **Water Resour. Manag.** v.24 n.11, p. 2795-2816, 2010.

MALHEIROS, T. F.; PHILIPPI JR., A.; COUTINHO, S. M. V. Agenda 21 Nacional e Indicadores de Desenvolvimento Sustentável: contexto brasileiro. **Saúde e Sociedade**, v. 17n. 1, p., 7- 20, 2008.

MARENCO, J.A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: Ministério do Meio do Ambiente, 2007.

MARGULIS, Sérgio. **Palestra no seminário Metodologias de Construção de Cenários Prospectivos**. Brasília, 2013

MARINGÁ (PR). Câmara Municipal de Maringá. **Lei Complementar nº 853. Cria o Fundo Municipal de Saneamento Básico do Município de Maringá.** Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pr/m/maringa/lei-complementar/2010/85/853/lei-complementar-n-853-2010-cria-o-fundo-municipal-de-saneamento-basico-do-municipio-de-maringa>. Acesso: 18 jan. 2021.

MARINGÁ (PR). Câmara Municipal de Maringá. **Lei Complementar nº 632/2006. Cria o Plano Diretor do Município de Maringá.** Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-maringa-pr>. Acesso: 18 jan. 2021.

MARINGÁ (PR). Câmara Municipal de Maringá. **Lei Complementar nº 3593/94. Dispõe sobre o Conselho Municipal de Saneamento Básico e dá outras providências.** Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/pr/m/maringa/lei-ordinaria/1994/359/3593/lei-ordinaria-n-3593-1994-dispoe-sobre-o-conselho-municipal-de-saneamento-basico-e-da-outras-providencias>. Acesso: 18 jan. 2021.

MARINGÁ (PR). Câmara Municipal de Maringá. **Lei complementar 853/2010.** Cria o Fundo Municipal de Saneamento Básico do Município de Maringá. Disponível em: [http://sapl.cmm.pr.gov.br:8080/sapl/consultas/norma\\_juridica/norma\\_juridica\\_mostrar\\_proc?cod\\_norma=10866](http://sapl.cmm.pr.gov.br:8080/sapl/consultas/norma_juridica/norma_juridica_mostrar_proc?cod_norma=10866). Acesso: 15 jan. 2021.

MARQUES, R.C. Quantitative studies of water and sanitation utilities: a benchmarking literature survey. **Water Policy**. v.13, n.5, p. 591–606, 2011.

MARTINS, R. C. A construção social da economia política da água, **Sociologia, Problemas e Práticas** [Online], 73 | 2013, posto online no dia 23 agosto 2013. Disponível em: <http://journals.openedition.org/spp/1335>. Acesso: 06 ago.2020.

MATIAZZI, G. S.; BRAGANÇA, L., **Metodologia para análise, planejamento e monitoramento de resiliência urbana**, In: JORNADA URBENERE e JORNADA CIRES, 14 e 2, 2018. Vitória:2018. Disponível em: < [https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/59305/1/7URBENERE\\_CIRES\\_2018\\_paper\\_375.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/59305/1/7URBENERE_CIRES_2018_paper_375.pdf). Acesso em: 06 jun. 2021.

McCARTHY, J. Reconstruction, regeneration and re-imaging: The case of Rotterdam. **Cities**, v.15, n.5, p. 337–344, 1998.

MEADOWS, D. **Indicators and Information Systems for Sustainable Development. A Report to the Balaton Group.** The Sustainability Institute.1998.

MEEROW, S.; NEWELL, J. P. Resilience and complexity: A bibliometric review and prospects for industrial ecology. **Journal of Industrial Ecology**, v. 19, n. 2, p.236–251, 2015. <http://dx.doi.org/10.1111/jiec.12252> Acesso em: 20 dez. 2017.

MEEROW, S.; NEWELL, J.P., STULTS, M. Defining urban resilience: A review. **Landscape and urban planning**, v. 147, p. 38-49, 2016 .Disponível em: [www.elsevier.com/locate/landurbplan](http://www.elsevier.com/locate/landurbplan). Acesso em: 20 dez. 2017.

MENDONÇA, F. Riscos, Vulnerabilidades e Resiliência Socioambientais Urbanas: Inovações na Análise Geográfica. **Revista da ANPEGE**, v. 7, n. 1, número especial, 111-118p. 2011.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. **Island Press**, Washington, DC. 2005.

MILMAN, A.; SHORT, A. Incorporating resilience into sustainability indicators: An example for the urban water sector. **Global Environmental Change**, v. 18, n. 4, p. 758-767, 2008.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE-MMA. 2017 disponível em: <http://www.mma.gov.br/o-ministerio/apresentacao>. Acesso: 23 ago. 2017.

MIRANDA, A. B. de; TEIXEIRA, B. A. N. Indicadores para o monitoramento da sustentabilidade em sistemas urbanos de abastecimento de água e esgotamento sanitário. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 9, n. 4, p. 269-279, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/H4VGQPgGhSQrnpZ9DCz3GRQ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso 17 jun. 2021.

MIRANDA, G.M. **Indicadores do Potencial de Gestão Municipal de Recursos Hídricos**. Dissertação (Mestrado), Instituto de Geociências e Ciências Exatas do Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, como parte dos quesitos para obtenção do Título de Mestre em Geografia. Rio Claro – SP.96. p. 2012.

MOFOR, N. A.; NJOYIM, E. B. T.; MVONDO-ZÉ, A. D. Quality Assessment of Some Springs in the Awing Community, Northwest Cameroon, and Their Health Implications. **Journal of Chemistry**, v. 2017, 2017.

MOLDAN, B.; BILHARZ, S. (Eds.). Sustainability indicators: report of the project on indicators of sustainable development. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 1997.

MOSLEY, S. A disaster in slow motion, the smoke menace in urban-industrial Britain. Pages 94-111 in H. Egner, M. Schorch, and M. Voss, editors. Learning and calamities. Practices, interpretations, patterns. **Routledge studies in environment, culture and society**. Taylor & Francis, New York, New York, UK. 2015.

MOVE. **Assessing vulnerability to natural hazards in Europe: From Principles to Practice**. A manual on concept, methodology and tools. 2011. Disponível em: [http://www.move-fp7.eu/documents/MOVE\\_Manual.pdf](http://www.move-fp7.eu/documents/MOVE_Manual.pdf). Acesso: 13 Jan 2018.

NAÇÕES UNIDAS. Escritório das Nações Unidas para Redução de Riscos de Desastres. **Como Construir Cidades Mais Resilientes** - Um Guia para Gestores Públicos Locais. Tradução de: How to Make Cities More Resilient - A Handbook for Mayors and Local Government Leaders. Genebra, Suíça: Escritório das Nações Unidas para Redução de Riscos de Desastres - UN/ISDR. 2012.

NAÇÕES UNIDAS PROGRAMA DE ASSENTAMENTOS HUMANOS, 2011. Cities and Climate Change: Global Report on Human Settlements 2011. UN Habitat, Nairobi. 2011.

NAHAS, M. I.P; PEREIRA, M. P. M.; GONÇALVES; O. A. E.E. Metodologia de construção do Índice de Qualidade urbana dos municípios brasileiros (IQVU-BR). In: **Anais do XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais**, Caxambu, set. 2006. Disponível em: <http://www.abep.org.br/publicacoes/index.php/anais/article/view/1525/1489>. Acesso 21 jan. 2019.

NELSON, D. R.; ADGER, W. N.; BROWN, K. Adaptation to environmental change: Contributions of a resilience framework. **Annual Review of Environment and Resources**, v.32n.1,p. 395–409, 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1146/annurev.energy.32.051807.090348Newell>. Acesso em: 12 ago. 2017.

NETO, S. Water governance in an urban age. **Utilities Policy**, v. 43, p. 32-40, 2016.

NORRIS, F.H., S.P. STEVENS, et al. 2008. Community resilience as a metaphor, theory, set of capacities, and strategy for disaster readiness. **American Journal of Community Psychology**, v.40, n.1-2, p. 127- 150, 2008. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18157631>. Acesso em: 06 out.2016.

OBSERVATÓRIO DE INDICADORES DA CIDADE DE SÃO PAULO. Disponível em: <https://observasampa.prefeitura.sp.gov.br/>. Acesso: de fev. 2020.

OBSERVATÓRIO DE INDICADORES DA CIDADE DE VITÓRIA (s.d). Disponível em: <https://observavix.vitoria.es.gov.br/indicador/217>. Acesso: de fev 2020.

ORGANIZAÇÃO PARA COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO OECD. **Organization for Economic Cooperation and Development**: core set of indicators for environmental performance reviews; a synthesis report by the group on the State of the environment. Paris, 1993.

\_\_\_\_\_. Rumo a um desenvolvimento sustentável – Indicadores Ambientais. Cadernos de Referência Ambiental, v. 9. Salvador, 2002.

O'KEEFE, P.; WESTGATE, K.; WISNER, B. Taking the naturalness out of natural disasters. **Nature**, v. 260, p. 566-567, 1976.

OLSSON, L.; JERNECK, A; THOREN, H.; PERSSON, J.; O'BYRNE D. Why resilience is unappealing to social science: theoretical and empirical investigations of the scientific use of resilience. **Science Advances**, v.1, n.4, p e1400217, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.1400217>. Acesso em: 12 set. 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Declaração Universal dos Direitos da Água, de 22 de março 1992**. Disponível em:

<http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/Meio-Ambiente/declaracao-universal-dos-direitos-da-agua.html>. Acesso em: 10 maio 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL-ONU BR: **Mais de 70% da população mundial viverá em cidades até 2050**. 2013. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/onu-mais-de-70-da-populacao-mundial-vivera-em-cidades-ate-2050>. Acesso em: 13 jul. 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. ONU. **Conferência das Nações Unidas sobre Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável (Habitat III)**, 2014a. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/terceira-conferencia-da-onu-sobre-moradia-habitat-iii-sera-realizada-em-quito-no-equador/>. Acesso em: 22 ago. 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (2016) **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2016**. Disponível em: <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002440/244040por.pdf>. Acesso: 16 jun. 2020

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE-OMS. **Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2017**. Update and SDG baselines. 2017. Disponível em: <https://www.who.int/mediacentre/news/releases/2017/launch-version-report-jmp-water-sanitation-hygiene.pdf?ua=1>. Acesso em: 05 jun. 2019.

PAIS, J.; ELLIOT, J. Places as recovery machines: vulnerability and neighborhood change after major hurricanes. **Social forces**, n.86, p.1405-1453, 2008.

PAOLINI, F.; CECERE, C. Improvement of urban water metabolism at the district level for a Mediterranean compact city. In: **Proceedings of International Conference CISBAT 2015 Future Buildings and Districts Sustainability from Nano to Urban Scale**. LESO-PB, EPFL, 2015. p. 481-486.

PARRIS, T. M.; KATES, R. T. W. Characterizing and measuring sustainable development. **Annual Review of environment and resources**, v. 28, n. 1, p. 559-586, 2003.

PARTZSCH, L. No change without power - an agenda for a multidimensional understanding of power in sustainability research. [Translated from the German] **GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society**, v.24, n.1, p48-56, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.14512/gaia.24.1.10>.

PELLING, M. **The vulnerability of cities: Natural disasters and social resilience**. London: Earthscan. 2003.

PINCETL, S., BUNJE, P., HOLMES, T. An expanded urban metabolism method: toward a systems approach for assessing urban energy processes and causes. **Landsc. Urban Plan**. v.107, n.3, p.193-202, 2012.

PHILLIP, R; ANTON, B; LOFTUS, A. C. SWITCH Training Kit-Integrated Urban Water Management in the City of the Future Module 4- STORM WATER: Exploring the options. 2011. ISBN 978-85-99093-14-6 (PDF).

PICKETT, S. T. A.; CADENASSO, M. L. & MCGRATH, B. **Resilience in Ecology and Urban Design: Linking Theory and Practice for Sustainable Cities**. Dordrecht: Springer. (Eds.). Future City: v. 3. 2013. Disponível em: <http://site.ebrary.com/lib/alltitles/docDetail.action?docID=10649431>. Acesso: 10 ago. 2017.

PIRACICABA (SP). **Lei Complementar nº 186, de 10 de outubro de 2006**. Aprova o Plano Diretor de Desenvolvimento do Município de Piracicaba, cria o Conselho da Cidade, revoga a Lei Complementar nº 46/95 e suas alterações e dá outras Providências. Disponível em: [complementar/2006/18/186/leicomplementar-n-186-2006-aprova-o-plano-diretor-de-desenvolvimento-do-municipio-de-piracicaba-cria-o-conselho-da-cidade-revoga-a-lei-complementar-n-46-95-e-suas-alteracoes-e-da-outras-providencias](http://complementar/2006/18/186/leicomplementar-n-186-2006-aprova-o-plano-diretor-de-desenvolvimento-do-municipio-de-piracicaba-cria-o-conselho-da-cidade-revoga-a-lei-complementar-n-46-95-e-suas-alteracoes-e-da-outras-providencias). Acesso: 10 abr. 2018.

PIRACICABA (SP). Prefeitura Municipal. **Lei Complementar nº 251, de 12 de abril de 2010**. Dispõe sobre a consolidação da legislação que disciplina a proteção ao meio ambiente, os programas e as iniciativas na área de interesse ambiental do Município de Piracicaba. Disponível em: <https://www.legislacaodigital.com.br/piracicaba-sp/leiscomplementares/251>. Acesso 06 jan. 2021.

PIRACICABA (SP). Serviço Municipal de Água e Esgoto de Piracicaba- SEMAE. Plano de Saneamento Básico do Município de Piracicaba. **Sistema de Esgoto Sanitário**. Vol. Único. Agosto 2010. Disponível em: [https://www.semaepiracicaba.sp.gov.br/attachments/8084\\_135%20-%20Plano%20de%20Saneamento%20do%20SES%20de%20Piracicaba%20-%20Volume%20Unico.pdf](https://www.semaepiracicaba.sp.gov.br/attachments/8084_135%20-%20Plano%20de%20Saneamento%20do%20SES%20de%20Piracicaba%20-%20Volume%20Unico.pdf). Acesso 06 fev. 2021.

PIRACICABA (SP). Serviço Municipal de Água e Esgoto de Piracicaba- SEMAE. Plano de Saneamento Básico do Município de Piracicaba. **Sistema de Drenagem**. Vol. Único. Agosto 2010. Disponível em: [https://www.semaepiracicaba.sp.gov.br/attachments/8083\\_135%20-%20Plano%20de%20Saneamento%20do%20SD%20de%20Piracicaba%20-%20Volume%20Unico.pdf](https://www.semaepiracicaba.sp.gov.br/attachments/8083_135%20-%20Plano%20de%20Saneamento%20do%20SD%20de%20Piracicaba%20-%20Volume%20Unico.pdf). Acesso 06 fev. 2021.

PITTERI, S.; BRESCIANI, L. P. Resiliência regional nas perspectivas teórica e empírica: o caso do Polo Industrial de Cubatão, São Paulo. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**. 2013. Disponível em: <http://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/1221>. Acesso 30 jan. 2018.

PORTO ALEGRE (RS). **Decreto nº 14.786, de 30 de dezembro de 2004**. Institui o Caderno de Encargos do Departamento de Esgotos Pluviais - DEP (CE-DEP/2004) para projetos, serviços, implantação, fiscalização e conservação das redes de drenagem pluvial urbana e define critérios para a correta manutenção e conservação das casas de bombas e do Sistema de Proteção contra Cheias do Município de Porto Alegre. Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/cgi->

<bin/nphbrs?s1=000027797.DOCN.&l=20&u=%2Fnetahtml%2Fsirel%2Fsimples.html&p=1&r=1&f=G&d=atos&SECT1=TEXT>. Acesso: 20 maio 2018.

PORTO ALEGRE (RS). Câmara Municipal de Porto Alegre. **Decreto nº 18.611, de 9 de abril de 2014**. Regulamenta o controle da drenagem urbana e revoga os itens 4.8.6, 4.8.7 e 4.8.9 do Decreto nº 14.786, de 30 de dezembro de 2004 – Caderno de Encargos do DEP. Decret nº 15.371, de 17 de novembro de 2006. Disponível em: [http://dopaonlineupload.procempa.com.br/dopaonlineupload/1099\\_ce\\_92592\\_1.pdf](http://dopaonlineupload.procempa.com.br/dopaonlineupload/1099_ce_92592_1.pdf) Acesso: 20 nov. jun. 2018.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R.L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estud. av.**, São Paulo, v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010340142008000200004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010340142008000200004&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 23 ago. 2017.

PREFEITURA MUMUNCIPAL DE SÃO PAULO. Câmara Municipal. **Lei municipal nº 17.104/2019**. Institui a Política Municipal de Segurança Hídrica e Gestão das Águas, no âmbito do Município de São Paulo. Disponível em: <http://legislacao.prefeitura.sp.gov.br/leis/lei-17104-de-30-de-maio-de-2019>. Acesso em: 06 jun. 2021.

PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/l10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm). Acesso: 25 abr. 2019.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA ASSENTAMENTOS HUMANOS. Global Urban Indicators Database. 2004. Version 2. Disponível em: <http://www.unhabitat.org>. Acesso em: 20 maio. 2019.

QUIROGA MARTÍNEZ, Rayén. **Indicadores de sostenibilidad ambiental y de desarrollo sostenible: estado del arte y perspectivas**. cepal, 2001. Disponível em: <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/5570>. Acesso: 12 abr. 2021.

RAMBOLL FOUNDATION. **Singapore: a Model City for Water management**, s.d. Disponível em: <http://www.ramboll.com/megatrend/feature-articles/singapore-a-model-city-for-water-management>. Acesso em: 26 set.2016.

RESILIENCE ALLIANCE. **Urban Resilience Research Prospectus: A Resilience Alliance Initiative for Transitioning Urban Systems towards Sustainable Futures**. Canberra, Australia, Phoenix, USA, Stockholm, Sweden. 2007.

RESILIENCE ALLIANCE. Assessing resilience in social-ecological systems: Workbook for practitioners. 2010. Disponível em: <http://www.resalliance.org/3871>. Acesso: 31 ago 2018.

RESILIENCE ALLIANCE **Key Concepts**. 2013. Disponível em: <http://www.resalliance.org/key-concepts>. Acesso em: 30 set. 2016.

RENOUF, M. A.; KENWAY, S. J. Evaluation approaches for advancing urban water goals. *J. Ind. Ecol.* 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1111/jiec.12456>. Acesso: 25 de fev. 2018.

RIO CLARO (SP). Câmara Municipal. **Lei Municipal nº 4.808 de 25/11/2014**. Dispõe sobre diretrizes gerais de macrodrenagem visando estabelecer medidas para compensar a redução da capacidade de infiltração das águas de chuvas no solo, em decorrência de obras de terraplenagem, edificações, urbanização e mudanças da cobertura vegetal do solo, no âmbito do Município de Rio Claro. Disponível em: <https://rioclaro.cespro.com.br/visualizarDiploma.php?cdMunicipio=9320&cdDiploma=20144808&NroLei=4.808&Word=Drenagem&Word2=>. Acesso 06 fev. 2021.

RIO CLARO (SP). Departamento Autônomo de água e esgoto de Rio Claro. **Lei nº 11.445/2007. Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Rio Claro**. Disponível em: <http://www.daaerioclaro.sp.gov.br/pagina.geral.php?pagina=decretos>. Acesso: 10 fev. 2021.

\_\_\_\_\_. **Lei Complementar nº 0128, de 07 de dezembro de 2017**. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento do Município de Rio Claro. Disponível em: <https://www.rioclaro.sp.gov.br/pd/arquivos/2018/LeiComplementar128.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2018.

\_\_\_\_\_. Prefeitura Municipal de Rio Claro. **Lei nº 5236/018**. Aprova o Plano Municipal de Saneamento Básico de Rio Claro e dá outras providências. Disponível em: <https://www.rioclaro.sp.gov.br/ps/index.php>. Acesso: 20 jan. 2021

\_\_\_\_\_. Prefeitura Municipal de Rio Claro. Departamento Autônomo de Água e Esgoto. **Produto 6-Indicadores**. (s.d). Disponível em: <http://www.daaerioclaro.sp.gov.br/arquivos/Decretos/indicadores.pdf>. Acesso: 05 jun. 2019.

RÍOS, R.B; HERNÁNDEZ, J. R. Editores. Desarrollo sustentable. **Miradas interdisciplinarias de experiencias en Chile y Brasil**. Primera edición, marzo de 2016.

RODIN, J. The resilience dividend: **Being strong in a world where things go wrong**. New York, NY: Public Affairs.2014.

ROLNIK, R.; SOMECK, N. Governar as metrópoles: dilemas da descentralização. In: GONÇALVES, M. et al. (Org.). Regiões e cidades, cidades nas regiões: o desafio urbano-regional. São Paulo: Editora UNESP; ANPUR, 2003. P. 95-104.

ROMERO-LANKAO, Patricia; GNATZ, Daniel M. Exploring urban transformations in Latin America. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, v. 5, n. 3-4, p. 358-367, 2013.

ROSE, A. Economic resilience to natural and man-made disasters: multidisciplinary origins and contextual dimensions. **Environmental Hazards**. 7:383-398. 2007.

ROSENZWEIG, C.; SOLECKI, W.; HAMMER, S.A.; MEHROTRA, S. Climate Change and Cities: First Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network. **Cambridge University Press**, Cambridge, U.K. 2011.

SADOFF, C. W.; HALL, J. W.; GREY, D.; AERTS, J. C. J. H.; AIT-KADI, M.; BROWN, C.; COX, A.; DADSON, S.; GARRICK, D., KELMAN, J., MCCORNICK, P., RINGLER, C., ROSEGRANT, M., WHITTINGTON, D.; WIBERG, D. Securing Water, Sustaining Growth: Report of the GWP/OECD. **Task Force on Water Security and Sustainable Growth- GWP/ OECD**, Oxford. 2015.

SANDOVAL, R. M. **Tracking governance – indicators and measurement for constructing learning water management systems**. International Conference on Adaptive e Integrated Water Management (CAIWA 2007). Disponível em: [www.newater.uos.de/caiwa/papers.htm](http://www.newater.uos.de/caiwa/papers.htm). Acesso em: 07 jan.2019.

SANTOS, R. M. dos. **A utilização do Indicador de Salubridade Ambiental ISA como ferramenta de planejamento aplicado à cidade de Aquidauana, MS**. 2008. Disponível em: [http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Usoderecursos/18.\(PDF\)](http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Usoderecursos/18.(PDF)). Acesso: 10 fev. 2020.

SÃO CARLOS (SP). Câmara Municipal de São Carlos. **Lei nº 11.236 de 23 de outubro de 1996**. Dispõe sobre a política de proteção, controle e conservação do meio ambiente e melhoria da qualidade de vida no Município de São de São Carlos. Disponível em: [http://www.saocarlos.sp.gov.br/images/stories/fotos-antigas/media/1166201385--\\_11236.pdf](http://www.saocarlos.sp.gov.br/images/stories/fotos-antigas/media/1166201385--_11236.pdf). Acesso: 20 nov. jun. 2018.

SÃO CARLOS (SP). Prefeitura Municipal. Plano Municipal de Saneamento de São Carlos/SP – PMS. **Relatório 05 – Final**. Disponível em: <http://www.saocarlos.sp.gov.br/images/stories/PMSSanCa/PMSSanCa%20-%20Relatorio%20FINAL-%20MAR2012.pdf>. Acesso 06 fev. 2021.

SÃO CARLOS (SP). Diário Oficial. **Programa Municipal de Drenagem Urbana Ambientalmente Sustentável do Município de São Carlos**. Disponível em: [http://www.saocarlos.sp.gov.br/images/stories/diario oficial 2014/DO 23012014 certificado.pdf](http://www.saocarlos.sp.gov.br/images/stories/diario%20oficial%202014/DO_23012014_cerificado.pdf). Acesso 06 fev. 2021.

\_\_\_\_\_. Câmara Municipal de São Carlos. **Lei nº 13.056 de setembro de 2002**. Dispõe sobre a necessidade de estudo prévio de Impacto de Vizinhança (EIV) e de instrução com Relatório de Impacto de Vizinhança (RIVI), o licenciamento de projetos e licitação de obras e dá outras providências. Disponível em: [https://file.gtp.net.br/lei/arquivo/70792/CODIGOLEI\\_7580.pdf](https://file.gtp.net.br/lei/arquivo/70792/CODIGOLEI_7580.pdf). Acesso: 20 nov. jun. 2018.

\_\_\_\_\_. Câmara Municipal de São Carlos. **Lei n. 13.246 de 27 de novembro de 2003**. Dispõe sobre a construção de reservatório de detenção ou retenção de águas em conjunto habitacionais, áreas comerciais e industriais, loteamentos ou parcelamentos em área urbana. Disponível em: [https://file.gtp.net.br/lei/arquivo/70792/CODIGOLEI\\_8091.pdf](https://file.gtp.net.br/lei/arquivo/70792/CODIGOLEI_8091.pdf). Acesso: 20 nov. jun. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei Ordinária 13.944 de 12 de dezembro de 2006.** Dispõe sobre a criação de Áreas de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Município - APREM e dá outras providências. Câmara Municipal de São Carlos. Disponível em: <https://camarasaocarlos.sp.gov.br/lei/>. Acesso: 20 nov. jun. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 14.258 de 01 de outubro de 2007.** Câmara Municipal de São Carlos. Dá nova redação ao artigo 11, da Lei Municipal nº 10.255, de 28 de dezembro de 1989, que "Institui o sistema de tarifa sobre os serviços de distribuição de água e coleta de esgoto, prestado pelo SAAE e, dá outras providências. Disponível em: [https://file.gtp.net.br/lei/arquivo/70792/CODIGOLEI\\_15923.pdf](https://file.gtp.net.br/lei/arquivo/70792/CODIGOLEI_15923.pdf). Acesso: 20 nov. jun. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 14.480 de 27 de maio de 2008.** Câmara Municipal de São Carlos. Dispõe sobre a Política Municipal de Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Disponível em: <https://camarasaocarlos.sp.gov.br/lei/>. Acesso: 20 nov. jun. 2018.

SÃO PAULO (SP). Câmara Municipal de São Paulo. **Projeto de Lei n. 0575/2016.** Disponível em: <http://documentacao.camara.sp.gov.br/iah/fulltext/projeto/PL0575-2016.pdf>. Acesso em: 27 ago.2018.

SANTOS, F. T do. Resiliência estratégica para um desenvolvimento regional sustentável. **Revista Portuguesa de Estudos Regionais**, n. 20. 2009. Disponível em: <https://digitalis.uc.pt/pt-pt/artigo/resili%C3%Aancia%20estrat%C3%A9gica%20para%20um%20desenvolvimento%20regional%20sustent%C3%A1vel>. Acesso: 29 jan. 2018.

SANTOS, R. M. dos. **A utilização do Indicador de Salubridade Ambiental ISA como ferramenta de planejamento aplicado à cidade de Aquidauana, MS.** 2008. Disponível em: [http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Usoderecursos/18.\(PDF\)](http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Usoderecursos/18.(PDF)). Acesso: 10 fev. 2020.

SCHEIN, E. H. The corporate culture survival guide: sense and nonsense about cultural change. Jossey-Bass, San Francisco, California, USA 1999.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS DO PARANÁ-SEMA. **Agenda 21 Global.** Disponível em: <http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=29> Acesso: 27 ago 2018.

SECRETARIA DE ESTADO DE SANEAMENTO E RECURSOS HÍDRICOS DE SÃO PAULO-SSRH/CSAN. Elaboração de planos integrados regionais de saneamento básico e atividades de apoio técnico à elaboração de planos integrados municipais de saneamento básico para a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Mogi Guaçu – UGRHI 9. **Produto 6 (P6) – Proposta de Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico Município: Araras.** Disponível em: [https://smastr20.blob.core.windows.net/conesan/Araras\\_AE\\_DU\\_RS\\_2014.pdf](https://smastr20.blob.core.windows.net/conesan/Araras_AE_DU_RS_2014.pdf). Acesso 06 fev. 2021.

SECRETARIA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO URBANO DE SÃO PAULO-SMDU. **Observatório de Indicadores da cidade de São Paulo**. Disponível em: <http://observasampa.prefeitura.sp.gov.br/>. Acesso: 12 abr. de 2019.

SGARBI, A. C. **Redução de risco de desastres: uma análise da subprefeitura do Butantã SP pela perspectiva da ISO 37123 - desenvolvimento sustentável de comunidades - indicadores de cidades resilientes**. 2020. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) - Escola Politécnica, University of São Paulo, São Paulo, 2020. Doi: 10.11606/D.3.2020.tde-20102020-125902. Acesso em: 2021-06-02.

SILVA, R. T.; PORTO, M. F do A. Gestão urbana e gestão das águas: caminhos da integração. **Estudos Avançados**, v.17, p.129-45, 2003 Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010340142003000100007&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010340142003000100007&script=sci_arttext) Acesso em: 25 fev. 2016.

SIMMIE, J.; MARTIN, R. The economic resilience of regions: towards an evolutionary approach. **Cambridge journal of regions, economy and society**, v. 3, n. 1, p. 27-43, 2010.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO-SNIS. **Glossários de informações e indicadores de água e esgotos, resíduos sólidos e águas pluviais**. 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/glossarios>. Acesso: 20 de jun. de 2020.

SMIT, B.; WANDEL, J. **Adaptation, adaptive capacity and vulnerability**. *Global Environmental Change*, v.16, n., p.282–292, 2006.

SMITS, S.; DIETVORST, C.; VERHOEVEN, J.; BUTTERWORTH, J. Scanning the 2020 horizon: an analysis of trends and scenarios in the water, sanitation and hygiene sector. **Occasional Paper Series 45**. IRC International Water and Sanitation Centre, The Hague, the Netherlands 2011b. Disponível em: <http://www.ircwash.org/sites/default/files/Smits-2011-Scanning.pdf>. Acesso: 12 set 2018.

SPINELLI, M. V. P.; CARVALHO, R. M. C. M. O.; SILVA, H. P.; BRANDÃO, S. S. F.; FRUTUOSO, M.M. A., Estudo sustentável da capacidade de carga antrópica e a sua influência no ponto de equilíbrio da resiliência ambiental. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.9, n. 01, p.185-199, 2016. Disponível em: [www.ufpe.br/rbgfe](http://www.ufpe.br/rbgfe). Acesso: 18 jul.2016.

TECHNOLOGICAL FORECASTING AND SOCIAL CHANGE, v.77, n.6, p. 987–998, 2010. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.techfore.2009.11.005> **Weichselgartner**. Acesso: 20 nov. 2017

THERRIEN, Marie-Christine et al. Mapping and weaving for urban resilience implementation: A tale of two cities. **Cities**, v. 108, p. 102931, 2021. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275120312798?casa\\_tok](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275120312798?casa_tok)

en=gymeRguLFCcAAAAA:1357CyXV8t5ik\_3z7zHR7z8ysTmkEmloGsaRTzuSpiL6LByc-9XyPQEbUUR709pk005YVEmCg. Acesso: 10 jun. 2021.

THORNBUSH, M., GOLUBCHIKOV, O., & BOUZAROVSKI, S. Sustainable cities targeted by combined mitigation–adaptation efforts for future proofing. *Sustainable Cities and Society*, n. 9, p.1–9, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scs.2013.01.003>. Acesso: 13 de ago de 2017.

TIMMERMAN, P. **Vulnerability, resilience and the collapse of society**. 1981 Environmental Monograph, 1, Institute of Environmental Studies – University of Toronto, 1981.

TRANSPARENCY INTERNATIONAL. **Global corruption report 2008: corruption in the water sector**. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 2008. Disponível em: [http://www.transparency.org/whatwedo/pub/global\\_corruption\\_report\\_2008\\_corruption\\_in\\_the\\_water\\_sector](http://www.transparency.org/whatwedo/pub/global_corruption_report_2008_corruption_in_the_water_sector). Acesso: 12 set. 2018.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação**. 2.ed. Porto Alegre: ABRH/ Editora da UFRGS, 1997. (Col. ABRH de Recursos Hídricos, v.4).

TUCCI, Carlos EM. Plano diretor de drenagem urbana: princípios e concepção. **Revista brasileira de recursos hídricos**, v. 2, n. 2, p. 5-12, 1997.

TUCCI, Carlos E. M.; SILVEIRA, A. Gerenciamento da drenagem urbana. **Porto Alegre**, 2001. Disponível em: <http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/01/GEREN02.pdf>. Acesso: 17 abr. 2021

TUCCI, C. E. M. Drenagem urbana. **Cienc. Cult.**, São Paulo, v. 55, n. 4, p. 36-37, dez. 2003. Disponível em: [http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252003000400020&lng=en&nrm=iso](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400020&lng=en&nrm=iso)>. Acesso: 17 abr. 2021.

\_\_\_\_\_. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, v.22, n.63, p.97 – 112, 2008.

\_\_\_\_\_. Urbanização e Recursos hídricos. In BICUDO, C. E. M. et al. (Orgs.) **Águas do Brasil. Análises Estratégicas**. Academia Brasileira de Ciências; Secretaria do Meio Ambiente. Estado de São Paulo, 2010. p.113-128.

TUNSTALL, D. Developing and using indicators of sustainable development in Africa: an overview, doc mimeo. In: **The Network for Environment and Sustainable Development in Africa (NESDA), Thematic Workshop On Indicators Of Sustainable Development**. Banjul, Gambia: NESDA, 1994.

TURNER, B. L.; KASPERSON, R. E.; MATSON, P. A.; MCCARTHY, J. J.; CORELL, R. W.; CHRISTENSEN, L.; SCHILLER, A. A framework for vulnerability analysis in sustainability science. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.100, n.14, p.8074–8079, 2003.

TURNBULL, M.; STERRETT, C. L.; HILLEBOE, A. **Toward resilience: a guide to disaster risk reduction and climate change adaptation**. Practical Action, Warwickshire, UK. 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3362/9781780440026>. Acesso: 12 set 2018.

TYLER, S.; MOENCH, M. A framework for urban climate resilience. *Climate and Development*, v. 4, n.4, p.311–326, 2012. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17565529.2012.745389>. Acesso: 12 ago. 2017.

TWIGG, J. **Characteristics of a disaster-resilient community: a guidance note**. University College of London, London, UK. 2009. Disponível em: <http://discovery.ucl.ac.uk/1346086/1/1346086.pdf>. Acesso: 12 set. 2018.

UBERABA (MG). Câmara Municipal de Uberaba. **Lei complementar n.º 359/06. Institui o Plano Diretor do Município de Uberaba, e dá outras providências**. Disponível em: [http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/plano\\_diretor/arquivos/plano\\_diretor\\_e\\_l\\_egislacao\\_urbanistica/lei\\_plano\\_diretor/lc\\_359/lc\\_359\\_consolidada2013\\_.pdf](http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/acervo/plano_diretor/arquivos/plano_diretor_e_l_egislacao_urbanistica/lei_plano_diretor/lc_359/lc_359_consolidada2013_.pdf). Acesso: 15 jan. 2021.

UBERABA (MG). CÂMARA MUNICIPAL DE UBERABA. **LEI Nº 12.146/2015. DISPÕE SOBRE A POLÍTICA E O PLANO Municipal de Saneamento Básico de Uberaba, e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.codau.com.br/uploads/1428668423.pdf>. Acesso: 15 jan. 2021.

UN-HABITAT Cities and Climate Change Initiative (CCCI.) 2012. Disponível em: [www.unhabitat.org/ccci](http://www.unhabitat.org/ccci). Acesso: 29 jan. 2018.

UNITED NATIONS DEPARTMENT OF ECONOMIC AND SOCIAL AFFAIRS-UNDESA. **World urbanization prospects: The 2009 revision highlights**. New York, NY, USA: UNDESA. 2010

UNITED NATIONS DISASTER RELIEF CO-ORDINATOR. **Mitigation natural disasters: phenomena, effects, and op-tions. A manual for policy makers and planners**. Geneva: Office of the United Nations Disaster Relief Co-Ordinator, 1991.

\_\_\_\_\_. **DEVELOPMENT PROGRAM WATER GOVERNANCE FACILITY-UNDP-WGF at the Stockholm International Water Institute website**, 2011. Disponível em: [www.watergovernance.org](http://www.watergovernance.org). Acesso em: 07 jan. 2019.

\_\_\_\_\_. **INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER RISK REDUCTION-UNISDR. How to make cities more resilient: a handbook for local government leaders**. Geneva, Switzerland. 120p. 2012. Disponível em: <http://www.unisdr.org/we/inform/publications/26462> . Acesso em: 10 jul. 2017.

\_\_\_\_\_. **INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION-UNISDR**. Geneva, **Switzerland**, 2009.

VALE, L. J. The politics of resilient cities: Whose resilience and whose city? **Building Research & Information**, v.42, n.2, p.37–40, 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1080/09613218.2014.850602>. Acesso: 20 de jun. 2017.

VAN BELLEN, Hans Michael. Indicadores de sustentabilidade: um levantamento dos principais sistemas de avaliação. **Cad. EBAPE.BR**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 01-14, mar. 2004. Disponível em:

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S167939512004000100002&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S167939512004000100002&lng=en&nrm=iso). Acesso: 31 mar. 2021. <http://dx.doi.org/10.1590/S1679-3951200400010000>.

VENTURA, K. S.; VAZ FILHO, P.; NASCIMENTO, S. G. Plano de segurança da água implementado na estação de tratamento de água de Guaraú, em São Paulo. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 24, n. 1, p. 109-119, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/esa/v24n1/1809-4457-esa-24-01-109.pdf>. Acesso: 12 maio 2021.

VERDAN, T. L. A Afirmação Jurisprudencial do Princípio In Dubio Pro Nature no Cenário Jurídico Brasileiro. **Revista Científica Semana Acadêmica**. Fortaleza, ano MMXIII, Nº. 000038, 10/07/2013. Disponível em: <https://semanaacademica.com.br/artigo/afirmacao-jurisprudencial-do-principio-dubio-pro-nature-no-cenario-juridico-brasileiro>. Acessado em: 24 jan. 2020.

WAGNER, I., & BREIL, P. The role of ecohydrology in creating more cities that are resilient. **Ecohydrology & Hydrobiology**, v.13, n.2, p.113–134, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecohyd.2013.06.002>. Acesso: 02 set de 2017.

WALLER, M. A. Resilience in ecosystemic context: Evolution of the concept. **American Journal of Orthopsychiatry**, v.71, n.3, p. 290–297, 2001.

WALKER, B.; HOLLING, C.S. CARPENTER, S. R.; KINZIG, A. Resilience, adaptability, and transformability in the Goulburn-Broken Catchment. Australia. **Ecology and Society**, v.14, n.1, 2009. Disponível em: [https://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/bitstream/handle/10535/2601/httpwww.ecologyandsociety.org\\_vol14\\_iss1\\_art12\\_.pdf?sequence=1](https://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/bitstream/handle/10535/2601/httpwww.ecologyandsociety.org_vol14_iss1_art12_.pdf?sequence=1). Acesso em: 06 out.2016.

WALKER, B.; SALT, D. **Resilience practice: building capacity to absorb disturbance and maintain function**. Island, Washington, D.C., USA. 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5822/978-1-61091-231-0>. Acesso: 04 jun. de 2018.

WAMSLER, C. **Cities, disaster risk, and adaptation**. Routledge Series on Critical Introduction to Urbanism and the City. Routledge, London, UK. 2014.

WAMSLER, C., BRINK, E., & RIVERA, C. Planning for climate change in urban areas: From theory to practice. **Journal of Cleaner Production**, n.50 p.68–81, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2012.12.008>. Acesso: 18 out. 2017.

WARDEKKER, J. A.; DE JONG, A.; KNOOP, J. M. & VAN DER SLUIJS, J. P. Operation alising a resilience approach to adapting an urban delta to uncertain climate changes.

WOODRUFF, Sierra et al. Urban resilience: Analyzing the policies of US

cities. **Cities**, v. 115, p. 103239, 2021. Disponível em: [https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275121001396?casa\\_token=nvVY7CJ588AAAAA:ZSYBKvb9Gig3X72D3cd5p27qL4w9j2CKAis2Bgs11FvHOR9F3DMpZ0RxmQWcSvpuAVtbWBJfT\\_8](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275121001396?casa_token=nvVY7CJ588AAAAA:ZSYBKvb9Gig3X72D3cd5p27qL4w9j2CKAis2Bgs11FvHOR9F3DMpZ0RxmQWcSvpuAVtbWBJfT_8). Acesso: 10 jun. 2021.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). (2011) Guidelines for drinking-water quality. 4a. ed. Genebra: WHO. 564 p.

WISE, R. M. et al. Reconceptualising adaptation to climate change as part of pathways of change and response. **Global Environmental Change**, v.28, p.325-36, 2014. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095937801300232X>. Acesso 06 fev. 2021.

WISNER, B.; BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I. **At risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters** (2. Ed.). London: Routledge. 2004. Disponível em: <http://www.loc.gov/catdir/enhancements/fy0650/2003009175-d.html>. Acesso: 16 Jan 2018.

WOLKMER, M.F.; PIMMEL, N. F. **Política Nacional de Recursos Hídricos: governança da água e cidadania ambiental**. Sequência (Florianópolis), n. 67, p. 165-198, 2013.

WORLD BANK. **Publications**. Washington, 169p. 2014. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/19811>. Acesso: 28 ago. 2017.

WORLD COUNCIL ON CITY DATA. Created by cities, for cities. Disponível em: <https://www.dataforcities.org/wccd>. Acesso em: 10 ago. 2020.

WORLD WATER FORUM. **Documents**. 2018. Disponível em: <http://www.worldwaterforum8.org/pt-br/node/943/>. Acesso: 27 ago 2018.

WORLD RESOURCE INSTITUTE-WRI (2015). Disponível em: [https://www.wri.org/publication/aqueduct-projected-water-stress-country-rankings?utm\\_campaign=WRIAqueduct&utm\\_source=blogpostgraphic&utm\\_medium=image](https://www.wri.org/publication/aqueduct-projected-water-stress-country-rankings?utm_campaign=WRIAqueduct&utm_source=blogpostgraphic&utm_medium=image). Acesso: 05 abr. 2021.

XUE, X.; SCHOEN, M. E.; MA, X.; HAWKINS, T. R.; ASHBOLT, N. J.; CASHDOLLAR, J.; GARLAND, J. Critical insights for a sustainability framework to address integrated community water services: technical metrics and approaches. **Water Res.** v. 7, p. 155- 169, 2015.

ZHOU, Yaoming; WANG, Junwei; YANG, Hai. Resilience of transportation systems: concepts and comprehensive review. **IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems**, v. 20, n. 12, p. 4262-4276, 2019. Disponível em: [https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8602445?casa\\_token=uJVWd6L3oOgAAAAA:EDIosez2WWkviNddvgeWS\\_BwDcrGP1sbsB6pUM887R03zQ9wxv9EF2Kvd6NEvi76GCC\\_3hSvjE](https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8602445?casa_token=uJVWd6L3oOgAAAAA:EDIosez2WWkviNddvgeWS_BwDcrGP1sbsB6pUM887R03zQ9wxv9EF2Kvd6NEvi76GCC_3hSvjE). Acesso: 10 jun. 2021.

**APÊNDICE A**  
**Análise dos Planos de Diretores**

## **APÊNDICE A**

### **Análise dos Planos de Diretores**

#### **Aparecida de Goiânia**

Das variáveis não mencionadas destacam-se a variável 12a ,13b e 13c, no SDU, foram abordadas indiretamente todas variáveis referentes a Componente 9 no qual o PD menciona no Art. 111 que existem “caraterísticas urbanas que afetam as águas pluviais no qual algumas medidas são definidas pelo Código de Obras para aumentar eficiência” do SDU, como por exemplo, projetos de infiltração ou poço de drenagem de águas pluviais. As variáveis 10a e 10b são mencionadas indiretamente quando, respectivamente, o Art. 197, parágrafo VI descreve os “equipamentos urbanos devem considerar a quantidade e a qualidade para atendimento da população atingida por um empreendimento e o Art. 368 propõe que “a política de conservação e recuperação dos recursos naturais tem por finalidade garantir: a qualidade e quantidade das águas superficiais e subterrâneas...”

Ressalta-se também que no Sistema G&P a legislação não contempla normas que consideram a RHU, mas indiretamente ela relata a importância da das Leis tanto no âmbito Federal, Estadual e municipal para a gestão do território urbano. A variável 15a não é mencionada diretamente com relação a RHU mas enfatiza a importância da gestão democrática e da importância da Educação Ambiental e da participação social no qual o Art. 11 que diz: “a Gestão Democrática da Cidade tem por objetivo garantir espaços de: participação popular; informação; sugestão; consulta; fiscalização e; monitoramento, avaliação e revisão do planejamento e das políticas públicas municipais”.

Das 9 variáveis mencionadas diretamente pode-se mencionar as 3a e 3b no qual o Art. 136 refere-se que “... os estabelecimentos industriais devem se responsabilizar pela coleta e tratamento de resíduos e efluentes oriundos das atividades realizadas, ficando proibida a poluição de cursos d’água superficiais e subterrâneos” e o Art. 368 faz referência a “política de conservação e recuperação dos recursos naturais que tem por finalidade garantir a qualidade e quantidade das águas superficiais e subterrâneas.”

Por fim, enfatiza-se no Sistema G&P as variáveis abordadas diretamente que estão relacionadas a Componente 14, variável 14a no qual o Art. 60, parágrafo VI desenvolve “mecanismos que possibilitem a gestão integrada entre União, Estado e

Municípios de assuntos de interesse comum como os recursos hídricos, tratamento de esgoto, entre outros” e a variável 14d no qual o Art. 14 indica que “a publicidade dos processos participativos dar-se-á pela disponibilização de informações, dados municipais e resultados das reuniões públicas”.

Com relação a Componente 15 tanto a variável 15b quanto a 15d são mencionadas diretamente no Art. 29 no qual refere-se a “participam das Conferências da Cidade delegados (as) e Leitos (as) nas Pré-Conferências da Cidade ou indicados (as) por entidades representativas dos diversos segmentos da sociedade civil com direito a voz e voto; demais cidadãos e cidadãs na qualidade de observadores com direito a voz. ”

### **Araraquara**

Com relação ao SAA a Componente 1, com exceção da variável 1d que é abordada de forma indireta, as demais são abordadas diretamente. Na Componente 2 a variável 2a não é abordada e a variável 2b é abordada de forma indireta.

Na Componente 3, as variáveis 3a e 3b são mencionadas de forma indireta quando no Art.60 é descrito no parágrafo II que se deve “utilizar de forma racional e integrada os recursos hídricos, promovendo o desenvolvimento socioeconômico e ambiental sustentável do Município. A variável 3c é abordada de forma direta nos Artigos 59 e 64, respectivamente, no qual se referem a “realização de programas de detecção e controle quantitativo de perdas no Sistema público de abastecimento de água” e “ampliar os Sistemas de produção, captação e tratamento, reservação e distribuição de acordo com a demanda de cada setor ou região de planejamento da cidade e zoneamento de uso. ” Com relação ao SES, foi mencionada diretamente a variável 5b no qual o Art. 58, parágrafo III menciona a realização de “programas permanentes de detecção e controle quantitativo de perdas no Sistema público de abastecimento de água. ”

A respeito do SDU, apesar de nenhuma variável da Componente 7 ser mencionada diretamente vale destacar que o PMDU possui Artigos que se referem as questões relacionadas às Mudança Climáticas diretamente e a RHU de modo indireto, como por exemplo, o Art. 3, parágrafo V que diz respeito a “adoção de estratégias descentralizadas, multidisciplinares e Inter secretariais que resultem na elaboração de planos de apoio mútuo, nos casos de catástrofes naturais ou provocadas pelo homem; ” e o Art. 54, parágrafo V, a criação de programas e

instrumentos específicos de gestão, monitoramento, prevenção, redução de riscos e de mitigação de impactos ambientais decorrentes de eventos hidrológicos críticos Mudanças Climática.

No SDU as variáveis 8a e 8b são abordadas indiretamente quando nos Artigos 75 e 111 é mencionada a necessidade de “garantir o escoamento das águas pluviais. ” Com relação a Componente 8 apenas a variável 2b, é mencionada diretamente no qual o Art. 64, parágrafo V destaca a importância de ampliar os Sistemas de produção, captação e tratamento, reservação e distribuição de acordo com a demanda de cada setor ou região. A variável 11a também é mencionada diretamente no Art. 5 que diz respeito ao “combate a erosão. ”

No Sistema G&P as variáveis referentes aos Componentes 12 e 13 não são mencionadas exceto a variável 13d que é abordada indiretamente. O Art. 124, parágrafo I, descreve que “os recursos financeiros para elaboração dos projetos, desapropriações e para remanejamento e modernização da infraestrutura. ”

Com relação a Componente 14, apenas a variável 14b não é mencionada sendo as demais mencionadas diretamente, no qual os Artigos 60 e 74 enfatizam a “gestão integrada através da Articulação entre o Poder Público, geradores e a sociedade civil; a cooperação interinstitucional com os órgãos da União, do Estado e dos Municípios e a Educação Ambiental para a população. “

As variáveis 15a e 15b são abordadas indiretamente uma vez que o plano prevê essas ações, mas as mesmas não mencionam ou não são específicas para a RHU. A variável 15d é abordada de forma direta posto que plano ressalta no Art. 63, parágrafo VIII a importância de “ buscar parcerias com Universidades, ONG's, setores privados e demais segmentos sociais organizados para a promoção do desenvolvimento sustentável”.

### **Araras**

Referente ao SAA a variável 1c é única abordada diretamente, uma vez que o Art. 92, parágrafo II cita o “aumento reservação para atender a demanda de cada setor ou região. ”

A variável 2a é mencionada indiretamente uma vez que o Plano descreve a importância da expansão das redes de abastecimento e a variável perda da capacidade de atendimento da demanda não foi mencionada. As variáveis 10a e 10b são citadas diretamente pois os Artigos 95 e 96 mencionam a “proteção e

reservação das águas para abastecimento. ”

No SES não foi abordada nenhuma das variáveis da Componente 4. Com relação a Componente 5 a variável 5a foi referida indiretamente no Art. 95 quando se refere a “necessidade de formar parcerias para construção e manutenção de redes e equipamentos públicos “ e aborda diretamente a variável 5b mencionada no Art. 96, a importância de “manter e aprimorar o tratamento de todo o esgoto produzido no Município. ” A respeito do SDU, as variáveis 10a, 10b e 11a são abordadas diretamente, no caso da última variável o Art. 69 descreve, dentre outros, a “importância de implantar e manter programas ambientais de controle de água pluvial e erosão. “

Com relação ao Sistema G&P, a maioria das variáveis também não são abordadas diretamente, a variável 15d é abordada diretamente uma vez que alguns Artigos mencionam a importância de Articulação entre diversos atores, a busca de recursos junto ao poder público e a divulgação de informações. Apesar das variáveis 13b, 14b e 14e serem abordadas indiretamente, vale destacar que PD mencionada a importância da Educação Ambiental para difusão e uso do conhecimento, porém a mesma não aborda a RHU.

### **Blumenau**

Com relação ao SAA, as Componentes 1 e 2 não tiveram suas variáveis mencionadas, referente a Componente 3 apenas as variáveis 3a e 3b foram indiretamente abordadas, as demais não foram mencionadas.

Relacionado ao SES na Componente 5, somente a variável 2b é abordada indiretamente quando no Art. 33 é mencionada a “necessidade de proteger os recursos ambientais”. As demais variáveis não foram mencionadas.

O PD de Blumenau com relação SDU vale destacar que apesar da maior parte das variáveis não serem mencionadas no PD, a cidade de Blumenau conta com um Plano de Política Pública Municipal de Prevenção de Desastres que pode diminuir o agravamento dos efeitos de mudanças climáticas e aumentar a resiliência (Artigos 37 e 38) e assim contribuir para diminuir a vulnerabilidade deste Sistema. De todas as variáveis deste Sistema, são abordadas indiretamente as variáveis 7d, e 8c no qual o Art. 39 descreve “propor e executar medidas preventivas estruturais e não estruturais destinadas a redução de riscos. ” As demais variáveis não são abordadas.

No tocante ao Sistema de G&P nota-se que a maioria das variáveis são mencionadas diretamente, especialmente as relacionadas com as Componentes 14 e 15 no qual destacam-se as variáveis 14c da Componente onde o Art. 39 diz: “monitorar, identificar e avaliar os eventos potencialmente causadores de desastres no Município de modo a evitar ou reduzir sua ocorrência; incorporar a redução do risco de desastre e as ações de proteção e defesa civil entre os elementos da gestão territorial e do planejamento das políticas setoriais, e a 15c da Componente 15 em que o Art. 39 faz referência a “prestar socorro e assistência às populações atingidas por desastres e, se necessário, promover sua realocação e estimular iniciativas que resultem na destinação de moradia em local seguro. “ Todas as variáveis que estão relacionadas com a RHU são abordadas de forma indireta, uma vez que o PD aborda os temas, mas não menciona a RHU.

### **Camaçari**

Todas as Variáveis do SES não foram mencionadas, na Componente 3 do SAA, dentre as variáveis mencionadas indiretamente destacam-se as 3a e 3b no qual o Art.16 diz respeito a promoção do saneamento ambiental, através da redução da emissão de poluentes, da recuperação da vegetação e dos cursos d`água.

No Sistema G&P encontram-se as duas variáveis abordadas diretamente sendo uma variável do 14d no qual o Art. 11, parágrafo IV menciona a “implementação de Sistema de informações baseado em dados oficiais e na adoção de técnicas de geoprocessamento, de forma a subsidiar estudos e fundamentar as ações no Município”, e a variável 15b no qual o Art.32, parágrafo V diz que a “valorização e capacitação das entidades da sociedade civil de modo a qualificar a participação social na gestão pública”.

### **Limeira**

Com relação ao SAA a maioria das variáveis não são abordadas, sendo mencionadas diretamente a variável 1d e as variáveis 3a, 3b e 3d no qual o texto do PD menciona, entre outros, critérios de exploração de águas subterrâneas (Lei Municipal nº 3.877/2004), assegurar o suprimento (em quantidade e qualidade) dos recursos hídricos do Município e a existência de Sistema de distribuição de água potável, reservação d`água e distribuição. As variáveis mencionadas indiretamente foram 1b e 2b no qual respectivamente os Art. 80, parágrafo I relata a questão do

uso racional dos recursos hídricos e o Art. 32, parágrafo VII que trata do controle dos “ impactos ambientais, em especial aqueles que possam acarretar prejuízo aos recursos hídricos”.

No SES apenas a variável 5a é abordada diretamente no qual o Art. 92 menciona que o Sistema “deverá garantir eficiência no tratamento de esgotos de qualquer categoria e classificação de acordo com a legislação ambiental vigente. ”

No SDU a maioria das variáveis são abordadas indiretamente no qual pode-se destacar as variáveis indiretamente mencionadas 10a onde o Art. 92, parágrafo III menciona a construção de “ dispositivos de condução de esgotos em todos os cursos d’água que os estejam recebendo “in natura” e a 10a, em que o Art. 69, parágrafo I diz: “recuperar, conservar e melhorar as condições de todos os recursos hídricos. ”

As variáveis 8a e 11a foram citadas de forma direta pois o Art. 88, parágrafo II diz respeito a “revisar Plano Diretor de macrodrenagem e elaborar plano de micro drenagem para eliminar os pontos críticos de inundação e planejar as áreas a urbanizar” e o Art. 33, parágrafo VIII “conservação do solo, estabilização de encostas, controle de erosão e do assoreamento do Sistema de Drenagem durante a implantação do empreendimento”.

Com relação ao Sistema G&P apenas duas variáveis foram mencionadas diretamente sendo, a 13d no qual o Art. 149, parágrafo V diz no que destinará verba para “programas e projetos destinados à requalificação da preservação ambiental” e a 15b, no qual o Art. 9º, parágrafo XIII refere-se ao “incentivo à criação de associações de bairros para gerenciamento das propostas. “

Com relação a Componente 12, vale destacar que apesar da RHU não ser mencionada existe uma Lei de Recursos Hídricos especificada n o Art. 9 e um Programa de Recuperação dos Recursos Hídricos especificado no Art. 69. O mesmo acontece com a variável 15a no qual é mencionado no Art. 73 parágrafos XIII a Educação Ambiental, mas não aborda a temática da RHU.

### **Maringá**

Das variáveis abordadas diretamente no SAA pode-se mencionar as variáveis 3a e 3 b, 5a e 5b. Na Componente G&P as duas variáveis mencionadas são 15b e d, neste Sistema, vale destacar que nenhuma das variáveis das Componentes 13 e 14 foram abordadas. A variável 12a foi mencionada indiretamente uma vez que no Art.

27 é mencionado “criar mecanismos de Articulação entre órgãos Municipais, Estaduais e Federais com atuação sobre o meio ambiente.” Com relação ao SDU destacam-se as variáveis 8a e 8b que são abordadas indiretamente no qual o Art. 27 menciona o monitoramento e controle de riscos ambientais e as variáveis 10a e 10b do nos Artigos 30 e 158 que mencionam respectivamente o “controle, conservação e recuperação da qualidade hídrica das bacias do Município” e “recuperar, preservar, conservar e garantir o controle da qualidade dos recursos hídricos do Município.”

A variável 15a também é abordada indiretamente onde Art. 20 relata a elaboração e implementação de “programas de educação para a cidadania” e a variável 15d é abordada diretamente uma vez que o Art. 11 trata das questões relacionadas a uma gestão democrática e com atuação de “instâncias de participação dos cidadãos.”

### **Piracicaba**

O SDU e a G&P são os Sistemas que variáveis são menos mencionadas. Com relação as variáveis abordadas indiretamente, no SAA pode-se considerar as variáveis 1c e 1d no qual o Art. 20 descreve a proteção dos recursos naturais e recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

No SES a variável 5b, mencionada indiretamente no Art. 20 que se refere a recuperação das áreas degradadas e no Sistema G&P dentre as variáveis abordadas indiretamente pode-se citar a 12a visto que o Plano descreve a importância das Leis Federais e Estaduais, mas não menciona uma Lei específica para RHU e também possui uma norma preservação permanente, de promoção da segurança hídrica descrita no Art. 123.

Ainda com relação ao G&P as variáveis 14e e 15d foram mencionadas diretamente, com relação a variável 14e o Art. 93 diz respeito a áreas de riscos de inundação, solapamento e deslizamento no qual há um plano e ações para o mesmo inclusive um mapa de risco. Com relação a variável 15d, o Art. 97 sugere implementar um “ plano de remoção temporária dos moradores que se encontram nas áreas de risco durante o período de chuvas. ”

### **Rio Claro**

Das variáveis citadas diretamente três fazem parte do SAA, sendo 3a, 3d e 11a no qual respectivamente os Artigos 8, 9, 21 e 72 descrevem as questões relacionadas a essas variáveis como capacidade de reservação de água, garantia da qualidade do abastecimento de água no Município, incentivar a manutenção e restauração de Áreas de Preservação Permanente e proteção e recuperação de áreas em processos erosivos. ”

No SES as variáveis 4a, 4b e 5a são mencionadas indiretamente, uma vez que no Art. 18 diz respeito a áreas de recarga de seus corpos hídricos, melhoria na infraestrutura urbana de abastecimento, utilização de métodos e técnicas de tratamento de água que produzam menor impacto ao ambiente.

Com relação ao SDU a maioria das variáveis foram abordadas indiretamente, podendo destacar as variáveis 8a e 8b no qual o Art. 18 mencionada a “proteção e recuperação de áreas em processos erosivos, desmatamento ou outra forma de degradação ambiental, assim como aquelas sujeitas a inundações. ”

Com relação a G&P a maioria das variáveis consideradas não foram abordadas. Apenas três foram abordadas indiretamente, sendo a 12a e 15b abordadas indiretamente no Art. 9, no qual menciona a Lei Complementar nº 0128/2017 (Proteger e recuperar os mananciais). A variável 13a é abordada indiretamente nos Artigos 9 18, e 21 que mencionam recuperação de áreas degradadas, a melhoria da infraestrutura urbana de abastecimento de água e o planejamento considerando, as bacias hidrográficas e necessidades de recarga de seus corpos d'água respectivamente.

### **São Carlos**

Em referência ao SAA são abordadas diretamente as variáveis 3a e 3b e no SUD as variáveis 7b, 8a e 11a. Já no Sistema G&P as variáveis abordadas diretamente são 14a, 14d, 15b e 15d.

Em relação as variáveis abordadas indiretamente no SAA, pode-se mencionar as variáveis 1a e 1b onde o Art. 4 menciona “proteger e recuperar as áreas de mananciais responsáveis pelo abastecimento de água no Município e promover programas de pagamentos por serviços ambientais para recuperação e conservação das nascentes e cursos d'água no Município, com o objetivo de aumentar a produção de água, através de Lei específica.

Referente ao SES algumas das variáveis indiretas são 5a e 5b no onde o Art. 48 cita “prever e implantar as diretrizes de infraestrutura para a correta captação de água e destinação do esgoto. ” No SDU, as variáveis indiretamente são 7a no qual o Art. 44, parágrafo VII diz: “prever infraestrutura de drenagem capaz de suportar precipitações com período de retorno de 100 (cem) anos” e a variável 7d em que o Art. 90, parágrafo IV refere-se à manutenção da “faixa de proteção do Córrego da Água Quente com suspeita de riscos geológicos devido a registros de deslizamentos. “

Com relação ao Sistema G&P indiretamente foram abordadas as variáveis 12a em que o PD menciona o Programa Municipal de Drenagem Urbana Ambientalmente Sustentável do Município (Lei Municipal nº 17.005) e as variáveis 13a e 14b em razão de que várias vezes o PD menciona as questões das mudanças climáticas como nos Artigos 3 parágrafos XI e 73 parágrafos VII.

A variável 14d é diretamente mencionada no Art. 223 que diz respeito a um “Sistema de Informações Municipais, assim como a variável 15b no qual o Art. 12 garante uma gestão democrática e participativa de representantes dos diferentes segmentos da população, mas trata da RHU.

### **Uberaba**

Com relação ao SAA, 5 variáveis foram abordadas indiretamente das quais pode-se citar as variáveis 1a e 1b onde o Art. 79 , parágrafo VI menciona a “preservação do entorno das nascentes dentro das áreas urbanas” Com relação a variável 1d, a mesma foi citada diretamente um vez que o Art.121 refere-se a “elaboração de um plano de gestão e monitoramento da qualidade das águas subterrâneas e superficiais do Município” assim como a variável 3a no qual o Art. 120 menciona “a garantia do abastecimento de água com qualidade para a população. “Com relação ao SDU a maioria das variáveis não foram abordadas, das variáveis abordadas diretamente pode-se citar as 7a e 7b no qual o Art. 124, parágrafo IV diz: “implantação de um Sistema de monitoramento do regime de chuvas e enchentes. “

No Sistema G&P a maioria das variáveis não foram abordadas, das que foram mencionadas indiretamente pode-se citar a variável 12a, uma vez que existem Leis e planos conforme os Artigos 33 e 125, mas eles não mencionam a RHU. Das variáveis abordadas diretamente pode-se mencionar a 14a onde o Art. 361 relata a

Articulação da política urbana às demais políticas setoriais, promovendo a integração entre secretarias e autarquias municipais e a cooperação com os governos Federal, Estadual e com os Municípios vizinhos no planejamento e gestão das questões de interesse comum. A variável 15d foi abordada diretamente no Art. 78, parágrafo IV no qual diz: “Articulação com o Governo do Estado de Minas Gerais e com os Municípios vizinhos para proteção das bacias hidrográficas. ”

## **APÊNDICE B**

### **Análise dos Planos de Saneamento (incluindo Drenagem)**

## **APÊNDICE B**

### **Análise dos Planos de Saneamento (incluindo Drenagem)**

#### **Aparecida de Goiânia**

Das variáveis abordadas indiretamente no SAA pode-se mencionar a variável 1c onde no Parágrafo Único do Plano (1) diz: “ abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição; “ e as variáveis 3a e 3b no qual o Art. 6 refere-se à “ preservação da saúde pública e do meio ambiente, especialmente dos recursos hídricos. ”

As variáveis abordadas diretamente estão no Sistema G&P no qual pode-se mencionar as variáveis 14d e 15b onde Parágrafo Único III diz respeito ao “controle social: conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade as participações nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico. ”

#### **Araraquara**

Com relação às variáveis abordadas diretamente menciona-se a 1c do SAA, no qual o Art. 3º, parágrafo II diz que os “serviços públicos de abastecimento de água potável incluem captação, adução, tratamento de água, reservação, distribuição e medição”; e duas no Sistema G&P, 13a e 14d em que o Art. 3, parágrafo XVII menciona o controle social como um “conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade, informações, representações técnicas e participações nos processos de formulação de políticas, de planejamento e informações.” Das variáveis mencionadas indiretamente no SAA pode-se citar as variáveis 3c e 3d onde o Art. 3º, parágrafo II descreve os “serviços públicos de abastecimento de água potável: captação, adução, tratamento de água, reservação, distribuição e medição. ” Com relação ao SES foi abordada indiretamente a variável 5a no Art. 9º, § 2º “O disposto no § 12 não prejudica medidas administrativas para cessar a irregularidade e as indenizações no caso de contaminação de água das redes públicas ou do próprio usuário. ”

### **Araras**

Dentre as variáveis abordadas diretamente, pode-se mencionar no SAA a variável 1d no qual o Plano menciona a avaliação da disponibilidade hídrica subterrânea e garantia do tempo de recarga” e a variável 3d onde o Art. 96, parágrafo II refere-se a “aumentar os Sistemas de produção, tratamento, reservação e distribuição de água para atender a demanda de cada setor ou região de planejamento da cidade. ” No SDU a variável 11a também é abordada diretamente pois o Plano menciona a “implantação de parques para controle de erosão e preservação de mananciais e desassoreamento e controle de enchentes. ”

### **Blumenau**

As variáveis abordadas diretamente fazem parte do Sistema G&P e as variáveis 14a,14c,14d e 15b das quais pode-se citar o Art. 30 que se refere a “coletar e Sistematizar dados relativos às condições da prestação dos serviços públicos de saneamento básico ” e o Art. 30 “disponibilizar estatísticas, indicadores e outras informações relevantes para a caracterização da oferta e da demanda de serviços públicos de saneamento básico. “O PMSD de Blumenau menciona no Capítulo IV o Conselho Municipal de Saneamento Básico no qual conta com a participação da sociedade assim abordando diretamente a variável 15b.

### **Camaçari**

No SAA das variáveis abordadas diretamente pode-se mencionar a 1a quando o Art.12, parágrafo II diz que "o planejamento deverá valorizar o processo decisório sobre medidas preventivas objetivando resolver problemas de escassez de recursos hídricos. “

No SDU as variáveis 8a e 8b são abordadas diretamente uma vez que o Art. 12, parágrafo II diz que o “planejamento deverá valorizar o processo de decisório sobre medidas preventivas ao crescimento urbano e rural de qualquer tipo, objetivando resolver problemas das enchentes, da destruição de áreas verdes, do assoreamento de rios e outras consequências.

Com relação a G&P os Artigos 48 e 19 citam a existência de um “conjunto de agentes institucionais que [...] integram-se, de modo Articulado e cooperativo, para a formulação das políticas, definição de estratégias e execução das ações de saneamento básico. ” Assim apesar de algumas variáveis não serem mencionadas

ou abordadas indiretamente, observa-se que existe uma gestão e participação bem estruturada. Com relação as variáveis abordadas diretamente neste Sistema podem-se mencionar a variável 15b, no qual o Art. 19 descreve diversas instâncias de participação.

### **Limeira**

Das variáveis abordadas diretamente, destacam-se as 3a e 3b do SAA, onde é mencionada a “importância e a necessidade de se estabelecer um Sistema eficiente de drenagem e manejo de águas pluviais a fim de preservar a qualidade dos cursos d’água. ”

Referente ao Sistema SDU a variável 11a é abordada diretamente, uma vez que o Plano relata a “redução ou controle dos processos erosivos, de produção de sedimentose assoreamento dos corpos d’água e deslizamento de terra. ”

Com relação Sistema G&P vale destacar que há um plano de contingência, assim o mesmo aborda diretamente as variáveis 13c, 14a e 15c devido a existência de um plano de contingência, assistência para situações de emergência a populações vulneráveis e coordenação eficaz entre os Sistemas Hídricos e com outros órgãos.

### **Maringá**

Com relação ao Sistema G&P, existe o Conselho Municipal de Saneamento Básico e Fundo Municipal de Saneamento Básico no qual é mencionado a participação social e o planejamento de ações para emergências e contingências, assim, abordando diretamente as variáveis, 3a, 13c e 15b.

### **Piracicaba**

Das variáveis abordadas diretamente, destaca-se no SAA a variáveis 1c, 3a e 3b no qual o Artigo 146, capítulos IX e VII, respectivamente, mencionam “preservar a qualidade e racionalizar o uso das águas superficiais e subterrâneas” e, “desenvolvimento de programas permanentes de conservação e proteção das águas subterrâneas contra a poluição e a exploração excessiva, através da efetiva proteção de regiões de recargas de aquíferos subterrâneos. ”

No SES a variável 5b é mencionada diretamente no Art. 3º que diz: “ficam proibidos o lançamento, a deposição e a liberação de poluentes nas águas. ” Com

relação ao SDU menciona-se diretamente a variável 11a onde o Art. 147, Capítulo VI diz respeito a “prevenção da erosão do solo nas áreas urbanas e rurais, com vistas à proteção contra a poluição e o assoreamento dos corpos d’água. ” No Sistema G&P a variável 4b da Componente 15 é abordada diretamente pois o Art. 262 faz menção ao “Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente-COMDEMA. ”

Vale destacar as variáveis mencionadas indiretamente tanto ao SDU quanto ao G&P uma vez que elas se referem a questões relacionadas RHU, mesmo que indiretamente. Assim, no SDU, as variáveis 7a e 7b são abordadas indiretamente uma vez que o Art. 146, parágrafo VI menciona “prevenir e promover a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos, que ofereçam riscos à saúde e à segurança pública, assim como prejuízos econômicos e sociais. ” Com relação a G&P das variáveis indiretamente abordadas destaca-se a variável 13a da Componente uma vez que existe o PMRH (Art. 151) e capacitação de pessoal para atuar em relação a RHU, no qual o Art. 147, parágrafo III diz respeito a “capacitação, treinamento e aperfeiçoamento de pessoal encarregado de atuar na fiscalização, orientação e acompanhamento da implantação da Política Municipal de Recursos Hídricos. ”

### **Uberaba**

Com relação as variáveis abordadas diretamente, pode-se indicar no SAA as variáveis 3a e 3b no qual o Art. 9, capítulos IX e X mencionam a “captação, o tratamento e a distribuição de água, assim como o monitoramento de sua qualidade; e a coleta, o tratamento e a disposição de esgotos. ” No SDU as variáveis diretamente mencionadas são 8a e 10a no qual o Produto II relata um Projeto dos reservatórios de contenção de águas pluviais, Enchentes em Uberaba, Sistema de controle de enchentes da cidade. No Sistema G&P a variável 15b da Componente 15 foi abordada diretamente uma vez que o Art. 13, parágrafo V estabelece o Comitê Municipal de Regulação Técnica dos Serviços de Saneamento Básico de Uberaba (COMSAB).

**APÊNDICE C**  
**Planos de Saneamentos e Planos de Drenagem**  
**independentes**

## **APÊNDICE C**

### **Planos de Saneamentos e Planos de Drenagem independentes**

#### **Planos de Saneamento**

##### **Rio Claro**

A cidade de Rio Claro desenvolveu o Plano Municipal de Saneamento com base na Lei Federal nº 11.445/2007 que institui o Plano Nacional de Saneamento Básico. Mesmo a cidade não possuindo uma Lei municipal, foi analisado seu Plano de Saneamento uma vez que o mesmo está em consonância com a Lei Federal de Saneamento.

Das variáveis indiretamente abordadas pode-se destacar no SAA as variáveis 1a e 1c no qual o plano menciona a: “Caracterização da cobertura e qualidade dos serviços, com a identificação das populações não atendidas e sujeitas à falta de água regularidade e frequência do fornecimento de água, com identificação das áreas críticas; consumo per capita de água; qualidade da água tratada e distribuída à população. ”

Com relação às variáveis abordadas diretamente destacam-se no SAA a variável 3a no qual o Plano menciona que são realizados testes de qualidade da água considerando diversos parâmetros e no Sistema G&P a variável 15b quando o Plano descreve a constituição de grupos de trabalho, criação de eventos abertos à comunidade local e a realização de conferência Municipal de Saneamento Básico.

##### **São Carlos**

Das variáveis abordadas indiretamente pode-se destacar a 14b do Sistema G&P no qual o Plano menciona a manutenção e treinamento do corpo técnico responsável pela gestão da Drenagem Urbana junto à Prefeitura Municipal.

Com relação às variáveis abordadas diretamente, menciona-se a variável 14e no qual o Plano menciona: “predição por parte da Defesa Civil, atendimento emergencial de acidentes e após a ocorrência dos eventos [...]” e [...] “devem ser empreendidos esforços conjuntos entre a população atingida e a municipalidade para sanar os problemas ocasionados. ”

## **Análise dos Planos de Drenagem**

### **Rio Claro**

No caso do PMDU de Rio Claro, vale destacar a variável 8a, “Ocupação de áreas de riscos de inundações e alagamentos” é abordada diretamente uma vez que o PMDU diz sobre a “redução e a frequência das inundações, evitar erosões e assoreamentos das calhas naturais dos cursos d’água e problemas de sanitários relacionado. A variável 14e, “Avaliação, previsão e prevenção de riscos avaliação, previsão e prevenção de riscos” também é abordada diretamente uma vez que o PDAPU-RC menciona programas de alerta, ações da defesa civil, seguro de enchentes e relocações.

### **São Carlos**

Em São Carlos, a variável 14e é abordada diretamente no PMDU, uma vez que o Plano diz respeito a um mapa de criticidades, ou seja, um mapa de “Infraestrutura contendo as áreas críticas de drenagem da área urbana e “identifica as áreas com problemas de ausência de Sistema de drenagem, existência de pontos de alagamento e pontos de erosão na área urbana do Município de São Carlos. ”

Com relação ao Sistema G&P as variáveis 12a e 13a foram abordadas indiretamente uma vez que existe o APREM, mencionado anteriormente. Com relação a variável 13d, “provisão de recursos financeiros para emergências e recuperação”, São Carlos possui um Fundo Municipal de Drenagem Urbana” (Capítulo IX, Lei nº 19.940) e a variável 14b, “capacitação de pessoal para atuar em relação a RHU” no qual o PMDU relata a “elaboração de uma política de treinamento e atualização contínua dos técnicos envolvidos na gestão da drenagem urbana. ”

**APÊNDICE D**  
**Quadro de indicadores identificados**  
**na literatura**

## APÊNDICE D

### Quadro de indicadores identificados na literatura

**Quadro D1-** Indicadores identificados na literatura

Indicadores	Referência
1. Variação da frequência anual dos eventos de tempestades extremas	ABNT (2021)
2. Número anual de propriedades residenciais inundadas como porcentagem do total de propriedades residenciais na cidade	
3. Variação da frequência anual de eventos de enchentes	
4. Frequência anual dos eventos de tempestades extremas	
5. Despesas anuais com infraestruturas verde e azul como porcentagem do orçamento total da cidade	
6. Despesas anuais com planejamento do gerenciamento de emergências como porcentagem do orçamento total da cidade	
7. Porcentagem de departamentos e serviços de utilidades da cidade que realizam avaliação de riscos em seu planejamento e investimento	
8. Porcentagem de equipes de emergência na cidade equipadas com tecnologias de comunicação especializada capazes de operar de maneira confiável durante um evento de desastre	
9. Porcentagem da população da cidade coberta por sistemas de alerta prévio de ameaças múltiplas	
10. Porcentagem da população treinada em preparação para situações de emergência e redução de riscos de desastres	
11. Porcentagem de reuniões públicas destinadas à resiliência na cidade	

## Continuação do Quadro D

Indicadores	Referência
12. População vulnerável como porcentagem da população da cidade	ABNT (2021)
13. Número de acordos intergovernamentais destinados ao planejamento de choques como porcentagem do total de acordos intergovernamentais	
14. Frequência da atualização dos planos de gerenciamento de desastres	
15. Porcentagem de equipes de emergência que receberam treinamento de resposta a desastres	
16. Porcentagem de dados eletrônicos da cidade com back-up de armazenamento seguro e remoto	
17. Porcentagem da área da cidade coberta por mapas de ameaças disponíveis ao público	
18. Porcentagem de escolas que ensinam preparação para situações de emergência situações de emergência e redução de riscos de desastres	
19. Indicador de Drenagem Urbana(Idx)	Batista; Silva (2006)
20. Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas (ISTO)	CETESB (2013)
21. Índice de Qualidade das Águas Brutas para Fins de Abastecimento Público (IAP)	
22. Indicador de Esgoto Sanitário (Ies)	Dos Santos et. Al (2015)
23. Caracterização de Aquífero	Kapelj-S; Loborec; Kapelj-J. (2013)
24. Índice de Qualidade da Água (IQA)	Mofor; Njoyim; Mvondo-Zé (2017)

## Continuação do Quadro D

Indicadores	Referência
25. Variação da Precipitação pluviométrica	Observatório de Indicadores da Cidade de Vitória (s.d)
26. Participação da população em consultas e audiências públicas, encontros técnicos e oficinas de trabalho sobre o plano de drenagem em Participante/segmento.	
27. Existência de Mapa de Risco em escala adequada para os principais perigos que ameaçam a cidade	
28. Elaboração de um plano de resposta adequado (ou plano de contingência) para diferentes tipos de desastres naturais	
29. Há um processo de planejamento participativo em cooperação com organizações comunitárias e participação dos cidadãos.	
30. A proporção das despesas da Prefeitura Municipal na função Saneamento em relação ao total das despesas	
31. Proporção das despesas da Prefeitura Municipal em relação ao total das despesas	
32. Formação de equipes capacitadas de voluntários de comunidades situadas em áreas de risco	
33. A cidade incorporou a gestão de risco de desastres aos seus instrumentos principais de planejamento de desenvolvimento e preparou instrumentos específicos de planejamento da gestão de risco de desastres a fim de reduzir sua vulnerabilidade a ameaças naturais.	
34. Porcentagem dos produtos dos instrumentos de planejamento para a gestão de risco de desastres que foi concluída	
35. A cidade tem um plano de uso do solo, que inclui zoneamento com áreas de proteção ambiental e de preservação, implementado ativamente	
36. Indicador de frequência e intensidade das cheias	Phillip et al, 2011
37. Redução da demanda de água potável	
38. Indicador de Características químicas de cursos de água receptores e indicador de estado ecológico de habitats aquáticos	
39. Taxa de recarga/ evaporação/ armazenamento/ escoamento /Nível de águas subterrâneas	
40. Porcentagem da população que valoriza os cursos de água locais para usos recreativos / Mudança nos valores de terra e propriedade locais	

## Continuação do Quadro D

Indicadores	Referência
41. Índice de Remoção de Carga ( IRC)	Prefeitura Municipal de Rio Claro (s.d)
42. Índice de Continuidade do Abastecimento de Água (ICA)22.	
43. Índice de Córregos Conformes Geral( ICC-G)	
44. Abastecimento de Água (Iab)	Santos (2008)
45. Indicador de Saturação do Sistema Produtor (Isa)	
46. Frequência anual de eventos de interrupção do abastecimento por problemas de qualidade da água	SEADE (2011)
47. Existência de subsídios em tributos municipais para estimular a reserva de área permeável nos lotes ou loteamentos	
48. Existência de Plano Municipal de ação de emergência para problemas causados pela chuva	
49. Existência de Plano Municipal de Saneamento com ações relativas à drenagem urbana	
50. Existência de instrumentos legais para minimizar os efeitos da impermeabilização do solo (Código de Obras, Código de Posturas, Leis de parcelamento do solo)	
51. Existência de Leis municipais com exigências de soluções internas de retenção de águas pluviais para implantação de loteamentos ou novas construções	
52. Existência de instrumentos para padronização de projetos viários e drenagem das águas pluviais (Padrões para pavimentação, Manuais com requisitos para manejo e drenagem das águas pluviais)	
53. Existência de legislação municipal que prevê a preservação e o controle de áreas de recarga de águas subterrâneas sem unidade de medida	
54. Existência de Plano Municipal de ação de emergência para problemas causados pela chuva	
55. Existência de mapeamento das áreas do município com riscos de inundações e deslizamentos	

## Continuação do Quadro D

Indicadores	Referência
56. Existência de capacitação profissional promovida pela Prefeitura para as equipes operacionais	SMDU/SP (2012 a 2015)
57. Percepção do usuário sobre a qualidade dos serviços de drenagem em Ocorrências/ano.	
58. Participação da população em consultas e audiências públicas, encontros técnicos e oficinas de trabalho sobre o plano de drenagem em Participante/segmento.	
59. Existência de conselho de gestão de recursos hídricos	
60. Proporção de área construída ou Impermeabilizada	
61. Grau de permeabilidade do solo	
62. Cobertura do sistema de drenagem superficial	
63. Consumo médio de água <i>per capita</i>	SNIS (2019)
64. Volume de reservação de águas pluviais por unidade de área urbana	
65. Parcela de Domicílios em Situação de Risco de Inundação (%)	
66. Densidade de captações de águas pluviais na área urbana (Unid./km <sup>2</sup> )	
67. Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana	
68. Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes em Área Urbana com Parques Lineares	
69. Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes com Canalização Aberta	
70. Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes com Canalização Fechada	
71. Parcela de Domicílios em Situação de Risco de Inundação	
72. Parcela da População Impactada por Eventos Hidrológicos	
73. Habitantes Realocados em Decorrencia de Eventos Hidrológicos	

Fonte: elaborado pela autora.