

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO PARANÁ  
ESCOLA DE ARQUITETURA E DESIGN  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO URBANA**

**BRUNO GARCIA MORO**

**NOVOS INSTRUMENTOS DO MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO  
PLANEJAMENTO E GESTÃO URBANA**

**CURITIBA**

**2019**

**BRUNO GARCIA MORO**

**NOVOS INSTRUMENTOS DO MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO  
PLANEJAMENTO E GESTÃO URBANA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana. Área de concentração: Gestão e Tecnologias Ambientais, da Escola de Arquitetura e Design, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, como requisito à obtenção do título de mestre em Gestão Urbana.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Mello  
Garcias

**CURITIBA**

**2019**

Dados da Catalogação na Publicação  
Pontifícia Universidade Católica do Paraná  
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/PUCPR  
Biblioteca Central  
Luci Eduarda Wielganczuk – CRB 9/1118

Moro, Bruno Garcia  
M867n 2019 Novos instrumentos do manejo de águas pluviais no planejamento e  
gestão urbana / Bruno Garcia Moro ; orientador: Carlos Mello Garcias. – 2019.  
150 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná,  
Curitiba, 2019  
Bibliografia: f. 113-120

1. Planejamento urbano. 2. Inundações. 3. Águas pluviais. 4. Drenagem.  
3. Escoamento urbano. Garcias, Carlos Mello. II. Pontifícia Universidade  
Católica do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana.  
III. Título.

CDD 22. ed. – 711.4

TERMO DE APROVAÇÃO

“NOVOS INSTRUMENTOS DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS NO  
PLANEJAMENTO E GESTÃO URBANA”

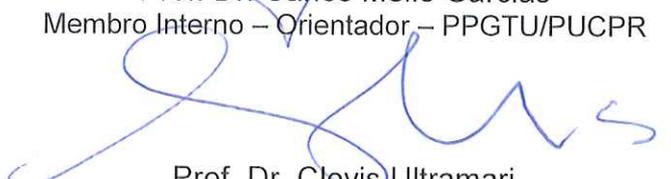
Por

**BRUNO GARCIA MORO**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana, área de concentração em Gestão Urbana, da Escola de Arquitetura e Design, da Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

  
Prof. Dr. Rodrigo Firmino  
Coordenador do Programa – PPGTU/PUCPR

  
Prof. Dr. Carlos Mello Garcias  
Membro Interno – Orientador – PPGTU/PUCPR

  
Prof. Dr. Clovis Ultramari  
Membro Interno – PPGTU/PUCPR

  
Prof. Dr. Edilberto Nunes de Moura  
Membro Interno – PPGTU/PUCPR

  
Profª. Dra. Cristiane Mansur de Moraes  
Membro Externo – Universidade Regional de Blumenau/FURB

Curitiba, 25 de fevereiro de 2019.

“[...] a linha que nós produzimos é um dom divino, representa o tempo que transcorre. Por vezes se juntam e ganham forma, por vezes se soltam, se cortam, de novo se unem. Esse é o laço, esse é o tempo”.

(Your..., 2016)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente ao meu orientador Professor Doutor Carlos Mello Garcias pelas palavras de incentivo e de sabedoria, me auxiliando desde a escolha do tema à conclusão do presente trabalho.

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana (PPGTU) da PUCPR por me aceitar como integrante da turma de discentes de 2017, pela atenção dispensada e pelas críticas construtivas feitas neste período. Gostaria também de agradecer à Pollyana pela sua proatividade, estando sempre disposta a ajudar os alunos. E aos professores da banca pelas contribuições e pela disponibilidade em participar da defesa da dissertação.

Ao Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED) pela bolsa de estudo a mim concedida, o que me possibilitou o ingresso no programa de pós-graduação.

Ao Professor Mestre Nicolau e à Kelly por disponibilizar documentos fundamentais para a concretização deste trabalho, e, também pelo aprendizado profissional adquirido ao longo dos anos. Agradeço também pela compreensão por ter que me ausentar do trabalho para dedicação aos estudos.

Aos meus familiares, em especial, aos meus pais Olacir e Ariádena pelo amor, carinho e dedicação em toda a minha trajetória de vida. À minha irmã Laura pela amizade e companhia. À minha tia Sônia pelo tempo dedicado à correção da dissertação.

Aos verdadeiros amigos que, além de poder compartilhar sorrisos e boas risadas, posso também confiar minhas preocupações e insegurança, mesmo que a milhares de quilômetros de distância.

E, por último, a todos aqueles que fizeram e fazem parte do meu crescimento profissional e pessoal, tornando possível concluir mais uma etapa da minha vida.

## RESUMO

**Palavras-chave:** manejo de águas pluviais; drenagem urbana; inundação; alagamento; gestão urbana.

Em vários aspectos da infraestrutura urbana, tem-se clara a ideia da necessidade de mudança de paradigma, o que não é diferente para o manejo de águas pluviais urbanas. Os problemas de inundações e alagamentos, geralmente associados ao processo acelerado de urbanização e às condições climatológicas locais, podem ser minimizados, se levados em consideração aspectos como: ocupações irregulares em margens de rios; o alto coeficiente de *runoff* do solo urbano; e a incapacidade de canalização do sistema de drenagem urbana. A mudança reside na transição de perspectiva do conceito de canalização para o de reservação (e infiltração), ou seja, a possibilidade de inserção de novos instrumentos do sistema da drenagem urbana que não sejam somente de ordem convencional. A solução para os problemas de manejo das águas pluviais é resultado do emprego do conjunto de medidas convencionais e não convencionais que, por sua vez, podem ser divididas ainda em estruturais e não estruturais. Indaga-se, portanto, como tem sido feita a gestão das águas pluviais, principalmente no meio urbano, e como melhorar sua eficiência nos dias atuais. O desafio do presente trabalho consiste em compreender e identificar os instrumentos de drenagem urbana no intuito de avaliar se eles têm sido suficientemente eficientes na preservação da sociedade brasileira contra desastres seguidos de eventos hidrológicos, como inundações e alagamentos de maneira integrada. Para isto, foi desenvolvido um modelo de avaliação por um sistema de indicadores na tentativa de obter um instrumento de gestão da drenagem urbana capaz de apontar para os aspectos mais deficientes, partindo de um método indutivo com abordagens de investigação qualitativa (exploratória por meio de revisão bibliográfica) e quantitativa (analítica por meio de objeto oficial de pesquisa). A avaliação foi possível a partir de uma aplicação e calibração do modelo em 07 municípios brasileiros e Distrito Federal, cujos resultados são adequados em geral, apontando para uma preocupação com relação à gestão e, não do planejamento das águas pluviais.

## ABSTRACT

**Keywords:** stormwater management; urban drainage; inundation; flooding; urban management.

In so many aspects of urban infrastructure, it is clear the need of a change of paradigm, and it is not different for stormwater management. The problems caused by inundations and floodings, usually associated to the accelerated process of urbanization and to local climatologic conditions, could be minimized if taken into consideration some of the following aspects: irregular occupation of the land above river banks; high runoff coefficient in waterproofed urban areas; and the incapacity of stormwater drainage and canalization. The spotlight change occurs in a perspective transition between the concept of canalization and reservation (and infiltration), i.e., it stands for the possibility of insertion of new stormwater drainage system tools, differently from the exclusive use of conventional ones. The solution of stormwater management problems is the product of the use of conventional measures e nonconventional ones, which in turn, can be classified into structural and nonstructural. The main issue is how has the stormwater management been fulfilled nowadays and how to improve its efficiency. Therefore, the present work aims to understand and indentify the drainage system tools with the purpose of evaluating its efficiency against hazards followed by hidrological events, such as inundations and floodings. To this end, it was developed an evaluating model of indicator system in an effort to obtain a stormwater management tool, so the deficient aspects could be pointed out, from an inductive method with approaches of qualitative research (exploitative through bibliographical review) and quantitative (analytical through official research object). The evaluation was possible from an application of the model to 07 municipalities and to the Federal Discript of Brazil whose results are appropriate, pointing to a concern regarding stormwater management rather than planning.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mudança no regime de chuvas (1986-2005 a 2081-2100) – IPCC 2014. ....	17
Figura 2 – Cronologia das ações voltadas à adaptação das cidades aos rios urbanos. ....	27
Figura 3 – Efeito da urbanização no hidrograma da bacia. ....	30
Figura 4 – Impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico. ....	34
Figura 5 – Adoção dos conceitos de reservação e canalização no sistema de drenagem urbana. ....	38
Figura 6 – Critério de projeto: área de contribuição. ....	45
Figura 7 – Critério de projeto: capacidade de infiltração do solo. ....	45
Figura 8 – Critério de Projeto: condições solo-aquífero. ....	46
Figura 9 – Critério de Projeto: condições de localização. ....	47
Figura 10 – Critérios de projeto: condições sanitárias e sedimentológicas. ....	48
Figura 11 - Fases do Plano Municipal de Saneamento Básico. ....	60
Figura 12 – Hierarquização dos variados níveis de informação. ....	76
Figura 13 – Taxas de Cobertura de Vias Públicas com Redes Pluviais Subterrâneas. ....	81
Figura 14 – Comparação entre a parcela de domicílios em situação de risco de inundação e a parcela da população impactada por eventos hidrológicos. ....	82
Figura 15 – Mapa de Localização dos Municípios Escolhidos. ....	88
Figura 16 – Representações do modelo para situações: ótimo, adequado, inadequado. ....	96
Figura 17 – Representação Gráfica do ISMAP. ....	97
Figura 18 – Aplicação no Município de Alegre/ES. ....	98
Figura 19 – Aplicação no Município de Blumenau/SC. ....	99
Figura 20 – Aplicação no Distrito Federal. ....	100
Figura 21 – Aplicação no Município de Piraquara/PR. ....	101
Figura 22 – Aplicação no Município de Santa Helena/PR. ....	102
Figura 23 – Aplicação no Município de São José dos Pinhais/PR. ....	103
Figura 24 – Aplicação no Município de São Pedro do Iguçu/PR. ....	104
Figura 25 – Aplicação no Município de Telêmaco Borba/PR. ....	105
Figura 26 – Síntese das Aplicações nos Municípios. ....	107

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Adaptação das Cidades aos Rios Urbanos. ....	20
Quadro 2 – Impactos tangíveis e intangíveis de alagamentos e inundações. ....	31
Quadro 3 – Faixas de inundação de acordo com uso do solo. ....	49
Quadro 4 – Quadro resumo das medidas não convencionais. ....	54
Quadro 5 – Princípios da drenagem urbana correlacionados com o conteúdo mínimo. ....	70
Quadro 6 – <i>Checklist</i> dos aspectos extraídos da drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. ....	71
Quadro 7 – Análise dos Termos de Referência com base no <i>Checklist</i> . ....	72
Quadro 8 – Diferença entre dados, informações e indicadores. ....	75
Quadro 9 – Tipo de Indicadores. ....	78
Quadro 10 – Vias Públicas Urbanas com Soluções de Drenagem Natural. ...	82
Quadro 11 – Quantidade e percentual de municípios que possuem sistema de alerta de riscos hidrológicos. ....	83
Quadro 12 – Síntese da metodologia científica adotada. ....	85
Quadro 13 – Atribuição de Índices para os seus respectivos Indicadores. ....	90
Quadro 14 – Interpretação do ISMAP. ....	95
Quadro 15 – Ranking do ISMAP. ....	106

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores de coeficiente de escoamento superficial para diferentes usos do solo. ....	30
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABRH – Associação Brasileira de Recursos Hídricos  
ADASA – Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal  
ANA – Agência Nacional das Águas  
BID – Banco Interamericano de Desenvolvimento  
BMP – Best Managements Practices  
CAESB – Companhia de Saneamento Básico do Distrito Federal  
CE – Coeficiente de Escoamento  
COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais  
ETE – Estação de Tratamento de Efluentes  
EUA – Estados Unidos da América  
FPTI – Fundação Parque Tecnológico Itaipu  
FUNASA – Fundação Nacional da Saúde  
IDH – Índice de Desenvolvimento Humano  
IPCC – *Intergovernmental Panel on Climate Change*  
IPDC – Indicador de Preparação de Desastres nas Cidades  
IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano  
IQA – Indicador de Qualidade da Água  
ISMAP – Índice de Satisfação do Manejo de Águas Pluviais  
MCidades – Ministério das Cidades  
MMA – Ministério de Meio Ambiente  
NOVACAP – Companhia Urbanizadora na Nova Capital do Brasil  
PBMC – Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas  
PLANARES – Plano Nacional de Resíduos Sólidos  
PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento Básico  
PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico  
PNRH – Política Nacional de Recursos Hídricos  
PNSB – Política Nacional de Saneamento Básico  
RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos  
SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo  
SAMAE – Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto  
SEA – Secretaria de Estado do Ambiente  
SINPDEC – Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil  
SNIS – Sistema Nacional de Informações em Saneamento  
SNSA – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental  
TR – Termo de Referência

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>1INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1 OBJETIVOS.....	15
1.1.1 <b>Objetivo Geral</b> .....	<b>15</b>
1.1.2 <b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>15</b>
1.2 JUSTIFICATIVA.....	16
<b>2FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b> .....	<b>19</b>
2.1 ASPECTOS CONCEITUAIS DO SISTEMA DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	29
2.1.1 <b>Inserção de Novos Instrumentos no Sistema de Drenagem</b> .....	<b>34</b>
2.1.2 <b>Medidas Compensatórias Estruturais</b> .....	<b>41</b>
2.1.2.1 Vantagens e Limitações das Medidas Compensatórias Estruturais	44
2.1.3 <b>Medidas Compensatórias Não Estruturais</b> .....	<b>48</b>
2.1.4 <b>Síntese das Medidas Não Convencionais</b> .....	<b>54</b>
2.2 ASPECTOS LEGAIS DO SISTEMA DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS.....	55
2.3 INDICADORES.....	74
2.3.1 <b>Indicadores de Drenagem Urbana</b> .....	<b>79</b>
<b>3METODOLOGIA</b> .....	<b>84</b>
3.1 MÉTODO DA PESQUISA.....	84
3.2 ABRANGÊNCIA DE PESQUISA .....	86
3.3 MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO PLANEJAMENTO E GESTÃO DA DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS.....	89
3.4 MÉTODO DE REPRESENTAÇÃO DO SISTEMA DE INDICADORES .....	95
<b>4RESULTADOS</b> .....	<b>98</b>
<b>5DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b> .....	<b>106</b>
<b>6CONCLUSÃO</b> .....	<b>109</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>112</b>

## **APRESENTAÇÃO**

As linhas de pesquisa ofertadas pelo Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana (PPGTU) da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR) são três: Políticas Públicas; Planejamento e Projeto Urbano e Regional; e, Gestão e Tecnologias Ambientais.

O Prof. Dr. Carlos Mello Garcias é membro da terceira linha de pesquisa a qual a presente dissertação de mestrado se enquadra adequadamente, ao: enfatizar o papel dos recursos naturais na promoção do desenvolvimento e da qualidade da vida da população; abordar padrões de uso e ocupação do solo urbano como elementos da gestão das cidades, na poluição dos centros urbanos e nas alterações das biodinâmicas ecossistêmicas (PUC-PR, 2019).

## 1 INTRODUÇÃO

As primeiras cidades surgem como resultado de transformações sociais como econômica, tecnológica, política e cultural, culminando-se em povoados de agricultores, aldeias. Posteriormente, possibilitou a formação de assentamentos permanentes muito maiores de produtores diretos, que se tornaram sedentários e que abrigam uma população abrangente de não-produtores, até se aproximar, do que se tem conhecimento, das cidades atuais (SOUZA, 2007).

Entretanto, o crescimento contínuo destas, com o agravante do êxodo rural, introduziu, ao ambiente urbano, uma série de problemas socioambientais. As atividades antrópicas modificam o uso e a ocupação do solo, dificultando a manutenção das condições naturais, em sua totalidade ou parcialidade, responsáveis pela qualidade do meio ambiente. A herança da história é o crescimento urbano sendo a principal questão a ser tratada nos dias atuais é a reorganização do espaço e readequação das cidades, visto que a tendência da população é se estabilizar. Complementa-se a isso, um dos principais desafios que as cidades têm enfrentado: o controle do processo de expansão e desenvolvimento urbano. “Esse problema revela-se particularmente agudo nas cidades que conheceram processos de crescimento econômico acelerado durante um certo período” (BRASIL, 2001).

No decorrer da história, por exemplo, percebe-se a estreita relação existente entre os núcleos urbanos e os corpos hídricos, devido à importância desta para a garantia do abastecimento de água potável da população e de esgotamento sanitário, entre diversas outras funções. Porém, o processo é comprometido na medida em que as atividades urbanas se intensificam, em função das demandas sociais e econômicas, somando ao fato de que o processo de urbanização das cidades ocorre de forma muito mais intensa se comparado ao processo de planejamento e gestão das cidades. Isto prejudica o atendimento do serviço de drenagem urbana como, por exemplo, a presença de ocupações em áreas que não deveriam ser ocupadas porque oferecem risco de inundações.

Observa-se, portanto, que os problemas relacionados às inundações são originados a partir de um conjunto de aspectos como: **(a)** as ocupações irregulares nas áreas ribeirinhas ou margens de rios, uma vez que o planejamento urbano não acompanhou o crescimento populacional; **(b)** o alto coeficiente de

impermeabilização do solo urbano com a supressão indiscriminada da vegetação, sendo então substituídos por uma paisagem urbanística acompanhados pela pavimentação de vias dos loteamentos e demais ruas e, por último, com relação aos problemas de alagamento, estão vinculados à **(c)** incapacidade do sistema de infraestrutura de drenagem de águas pluviais urbanas em canalizar o montante da vazão de pico proveniente da água da chuva que precipita sobre a malha urbana e a não utilização de medidas não convencionais de controle de inundações em conjunto com as convencionais.

Em vários aspectos da infraestrutura urbana brasileira, tem-se clara a ideia da necessidade de uma mudança de paradigma que, para Souza *et al.* (2013), o apresenta como a substituição da gestão da oferta pela gestão da demanda, ou seja, as soluções tradicionais pelas soluções alternativas ou compensatórias, visando à sustentabilidade do sistema. Fazendo-se uma analogia ao sistema de transporte público, o autor (*ibid*) comenta que a gestão da oferta indica que a solução seria a ampliação das vias. Quanto ao sistema de drenagem urbana, a linha de pensamento é a mesma, uma vez que a solução indicada pelos projetos tradicionais é a ampliação dos condutos e aumento da eficiência hidráulica, de maneira a aumentar o coeficiente de escoamento. Isso, sem mencionar o agravante do entupimento destes condutos por resíduos sólidos mal gerenciados que são lixiviados pela força do escoamento da água da chuva, ou mesmo, lançados irregularmente por outrem e, finalmente, entram nas galerias de micro e macrodrenagem, indevidamente.

A possibilidade em utilizar-se da gestão de demanda ainda é pouco questionada pela prática da engenharia e até pela própria administração pública. Como, por exemplo, no transporte público, a gestão por demanda se daria no estímulo à mudança de modais de transporte com a ampliação de ciclovias, enquanto que para a drenagem urbana, a gestão de demanda significa a compensação dos efeitos da urbanização sobre o ciclo hidrológico, como apontado por Souza *et al.* (2013). Segundo os autores, entre as formas não convencionais, podem ser citadas a preservação da cobertura vegetal, a regulamentação do uso do solo e zoneamento das áreas de inundação, fundos de seguro-inundação, sistemas de previsão e alerta de inundações, bem como a educação ambiental voltada ao controle da poluição difusa, da erosão do solo e da poluição difusa.

A adoção de medidas não convencionais dá uma nova abordagem ao sistema de drenagem urbana, passando a considerar todo o funcionamento da bacia como um sistema integrado, em substituição ao modelo de aplicação somente de medidas estruturais, como é feito atualmente.

A partir disso, indaga-se: os instrumentos de drenagem de águas pluviais que têm sido empregados no planejamento e gestão urbana têm sido suficientemente eficientes para preservar a sociedade contra desastres seguidos de eventos hidrológicos como inundações e alagamentos e, também, a qualidade das águas pluviais?

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a eficiência dos instrumentos de drenagem de águas pluviais atualmente empregados no planejamento e gestão urbana, por meio de um sistema de indicadores.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos encontram-se listados a seguir:

- a) Compreender a nova abordagem que vem sendo integrada ao conceito de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas;
- b) Identificar os instrumentos fundamentais para o planejamento urbano dos sistemas de drenagem urbana;
- c) Desenvolver um sistema de indicadores de drenagem urbana com base nos instrumentos identificados;
- d) Analisar o planejamento e a gestão da drenagem e manejo de águas pluviais urbanas por meio do sistema de indicadores.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

São objetivos da Política Nacional de Recursos Hídricos: assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; a prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais; e incentivar e promover a captação, a preservação e o aproveitamento de águas pluviais.

Portanto, cabe aos tomadores de decisão diagnosticar a situação do sistema de drenagem urbana ao identificar as forças, fraquezas, ameaças e oportunidades e, então, constatar diferentes cenários e propor medidas de controle e de mitigação a fim de se evitar um cenário futuro indesejado.

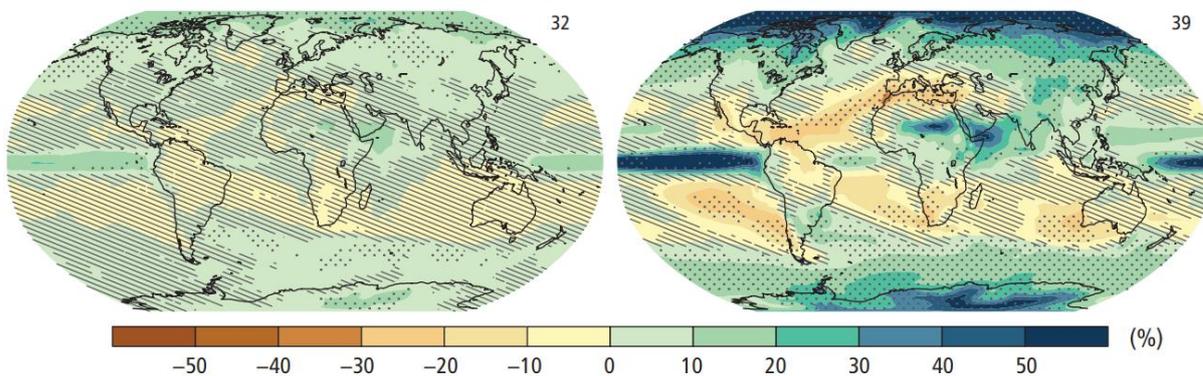
O processo de planejamento e gestão urbana é caracterizado pela busca de instrumentos que auxiliem na elaboração de políticas públicas, o que permitem a aplicação racional e equitativa dos recursos públicos, fazendo-se o uso de indicadores pelas instituições ligadas ao desenvolvimento das cidades que, por sua vez, tem sido cada vez maior (ALMEIDA; ABIKO, 2000). Para Garcias (1991), os indicadores fazem parte destes instrumentos, pois, ao serem utilizados pelos planejadores urbanos, permitem a avaliação de sua situação atual e sua possível evolução e, conseqüentemente, sua monitoração.

Dessa forma, aplicar um instrumento que auxilie o trabalho de identificação dos pontos mais sensíveis no planejamento das cidades permitirá, ao administrador público, uma gestão racional e teleológica de seus recursos financeiros e agregar o valor de uma gestão integrada ao sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

Dados do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2014) demonstram uma preocupação mundial quanto às mudanças climáticas acompanhado de mudanças no regime de chuvas ao longo do planeta, como apresentado na Figura 1. No Brasil, o que se observa é uma redução no número de chuvas na porção Norte e Nordeste, em uma previsão cujo alcance é até 2100. Por outro lado, a previsão é de chuvas mais intensas e recorrentes na porção Sul e Sudeste.

Figura 1 – Mudança no regime de chuvas (1986-2005 a 2081-2100) – IPCC 2014.

**Change in average precipitation (1986–2005 to 2081–2100)**



Fonte: IPCC, 2014.

O Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC, 2014) também aponta para o aumento do regime de precipitação dos biomas localizados ao Sul e Sudeste como Pampa (S) e Mata Atlântica (S/SE). O documento traz informações detalhadas sobre esses biomas:

- **MATA ATLÂNTICA: Porção Sul/Sudeste (S/SE):** até 2040 as projeções indicam aumento relativamente baixo de temperatura entre 0,5° e 1°C com um aumento de 5% a 10% na chuva. Em meados do século (2041-2070) mantêm-se as tendências de aumento gradual de 1,5° a 2°C na temperatura e de aumento de 15% a 20% nas chuvas, sendo que essas tendências se acentuam ainda mais no final do século (2071-2100) com padrões de clima entre 2,5° e 3°C mais quente e entre 25% a 30% mais chuvoso.
- **PAMPA:** No período até 2040 prevalecem condições de clima regional de 5% a 10% mais chuvoso e até 1°C mais quente, mantendo a tendência de aquecimento entre 1° e 1,5°C e intensificação das chuvas entre 15% e 20% até meados do século (2041-2070). No final do século (2071-2100) as projeções são mais agravantes com aumento de temperatura de 2,5° a 3°C e 35% a 40% de chuvas acima do normal.

Visto que os municípios localizados nessas áreas serão mais suscetíveis a um regime de chuvas mais intenso e frequente, e, conseqüentemente, vulneráveis a eventos de alagamentos e inundações é de fundamental importância que eles estejam preparados para receber um volume maior de precipitação pluviométrica. Neste sentido, faz-se necessária a realização de pesquisas sobre a temática do manejo de águas pluviais e drenagem urbana.

Por esta razão a abrangência da presente pesquisa de mestrado será limitada essencialmente nas regiões Sul e Sudeste, abrindo exceção para o Distrito Federal, por se tratar da capital do Brasil.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Cidades sustentáveis vêm se tornando algo desejado na agenda do planejamento e gestão urbana. “No tocante à temática de sustentabilidade em cidades emergem vários temas como habitação, mobilidade urbana, áreas verdes, qualidade do ar, saneamento, gestão de resíduos sólidos e a oferta de água” (ROLO *et al.*, 2017).

Para Jacobi *et al.* (2015), a busca pela sustentabilidade ambiental nos grandes centros urbanos deve ter como premissa inicial o delineamento de políticas de recuperação dos recursos hídricos. Segundo Cormier e Pellegrino (2008), os sistemas naturais oferecem valiosos serviços ecossistêmicos para as cidades como o abastecimento de água, o tratamento das águas pluviais, a melhoria do microclima, o sequestro de carbono, etc. A estes serviços antrópicos, o autor (*ibid*) os caracteriza por infraestrutura verde, sendo vista, possivelmente, como uma tapeçaria formada por uma variedade de espaços abertos, dentro e ao redor de uma cidade, como, compostos em uma escala regional, por parques, corredores verdes e espaços naturais preservados. Já em uma escala local, podem ser adotados de uma forma criativa por diferentes tipologias, como: jardim de chuva; canteiro pluvial; biovaleta; lagoa pluvial; teto verde; cisterna; e grade verde.

Os rios urbanos são provedores de importantes serviços ecossistêmicos, dentre os quais se destacam seus aspectos de quantidade, como regulação de cheias e de qualidade e como purificação da água para o consumo. A estes serviços, a infraestrutura azul delineia estas funções, sendo definida por Ferreira e Machado (2010), como aquela que integra as linhas de água, áreas adjacentes e cabeceiras, dentre outros copos d’água.

Ao observar o desenho atual da grande maioria das cidades, quase não é possível visualizar os cursos d’água, uma vez que estes se encontram canalizados abaixo de ruas pavimentadas, sob o conceito de que os rios devem ser moldados conforme a necessidade do meio urbano (SOUZA *et. al.* 2013). Felizmente, ao contrário do que se imagina, Garcias e Afonso (2013), fazem um retrato mundial de casos em que a cidade começa a ser repensada nos moldes dos rios, utilizando-se da infraestrutura azul e verde, comentadas anteriormente. Foi possível, também, revitalizar ou renaturalizar alguns destes, os quais já fazem parte do contexto urbano e urbanístico, inclusive alguns por mais de um século (Quadro 1).

Quadro 1 – Adaptação das Cidades aos Rios Urbanos.

Continente	Região	Rio	Ano	Informações
Europa	Bavária	Isar	2000	<p>O rio Isar, com extensão de 270 km, está situado ao sul da Bavária. A área de drenagem de sua bacia ocupa um sétimo da Bavária, onde se situam cidades importantes como Munique.</p> <p>Apresenta casos de poluição difusa, oriunda, principalmente, das práticas agrícolas nas bacias hidrográficas e mudanças morfológicas de origem antrópica que resultaram em canalizações na maioria dos rios alemães. As canalizações alteram as margens e o leito dos rios, causando perda das funções ecológicas e da interação com as águas subterrâneas que fluem ao longo desses ecossistemas.</p> <p>Com o objetivo de reverter o passivo ambiental acumulado nos rios da Bavária, o <i>State Office of Water Management Munich</i> iniciou, no ano de 2000, o Plano Isar com a finalidade de renaturalização do rio Isar.</p> <p>Entre as principais ações do Plano Isar, destacam-se a retirada dos diques de concreto, que proporcionaram mais espaço ao rio, aumentando a sua capacidade de retenção de água e evitando, assim, enchentes a jusante. O concreto removido foi utilizado como substrato para o desenvolvimento de novos habitats, que contribuíram com a melhoria de suas funções ecológicas.</p>
Europa	Inglaterra	Tâmisa	1964	<p>Ao longo da sua história, que reflete também a história de Londres, o rio Tâmisa e sua bacia hidrográfica protagonizaram vários episódios de cheias e crises sanitárias. Os impactos ambientais no Tâmisa ocorreram, principalmente, em função do aumento da população da Inglaterra, que dobrou de um milhão para dois milhões de pessoas entre 1800 e 1850, o que agravou com os lançamentos de esgoto <i>in natura</i> de esgoto doméstico.</p> <p>Somente a partir de 1964, várias obras foram realizadas para tratar o esgotamento doméstico, inclusive a instalação de duas estações de tratamento de esgoto. Na sequência, em 1999, a instalação de uma incineradora para reduzir o volume dos sedimentos resultantes do tratamento.</p>
Europa	Polônia	Warta	-	<p>Poznan, com 630 mil habitantes, obteve sucesso na gestão do rio Warta com a criação de habitats ao longo do rio, a qual ficou constatada pela biodiversidade observada, que inclui peixes, plantas macrófitas e avifauna, demonstrando boa qualidade ambiental. A visão de ter um rio saudável integrado à paisagem e ao metabolismo da cidade é bastante ampla por parte dos habitantes e gestores de Poznan. Estações de tratamento de esgoto, conservação das margens e substratos do rio e a destinação correta de resíduos sólidos podem ser constatados como fatores essenciais para a gestão do rio Warta.</p>
Europa	Suíça, França, Alemanha, Holanda	Reno	1987	<p>Um fato que faz parte da história ambiental do Reno foi o seu reconhecimento, no século passado até meados da década de 50, como "rio de ouro", devido à sua boa qualidade de água e conseqüente abundância de peixes. Porém, com o crescimento econômico e populacional que ocorreu na Europa, principalmente no século XX, cidades atingiam a marca de mais de um milhão de habitantes e a grande concentração de indústrias químicas ao seu redor. Os níveis de poluição elevados na década de 1970, com trechos artificializados por canais para atender a navegação, contribuíram para a degradação e a redução de habitats e biodiversidade da bacia do Reno.</p> <p>Em função da importância do Reno em vários aspectos, incluindo a saúde pública, uma comissão europeia constituída por ministros reuniu-se na conferência de Strasburgo, na França, em 1987, na qual foi construído um plano de ação com o objetivo de recuperar o Reno.</p>

Quadro 1 – Adaptação das Cidades aos Rios Urbanos.

(continuação)

Continente	Região	Rio	Ano	Informações
Europa	União europeia (19 países)	Danúbio	1998	<p>Devido à extensão do rio extrapolar os limites políticos de muitos países constituintes da União Europeia, houve muitas barreiras administrativas para a preservação do mesmo. Após várias mudanças políticas na Europa, incluindo novas percepções sobre os princípios de preservação e conservação ambiental, em 1991, foi lançado na Bulgária um programa ambiental para o rio Danúbio. O programa, mesmo com dificuldades administrativas iniciais, congregou, de forma inovadora para a região, vários agentes internacionais usuários da bacia hidrográfica.</p> <p>Após várias etapas vencidas dentro do programa ambiental para o rio Danúbio, incluindo a participação técnica e política de diversos países usuários da sua bacia hidrográfica, foi assinada, em 1998, na cidade de Sofia, na Bulgária, a Convenção de Proteção do Rio Danúbio</p>
Europa	França	Sena	1997	<p>A bacia hidrográfica do rio Sena abrange, aproximadamente, 20% do território francês, com uma área de 100.000 km<sup>2</sup>, recebendo a influência de oito mil cidades (comunas) e de uma população que totaliza 7,6 milhões de habitantes. É importante frisar que 80% da população da bacia está concentrada em Paris e 30% das atividades industriais, representadas por, aproximadamente, cinco mil fábricas dos mais variados setores, tais como papel e celulose, refino de petróleo, agroindústrias e indústrias químicas, estão localizadas ao longo dos seus rios tributários. Outra informação importante é que, entre as várias pressões exercidas sobre a bacia do Sena, cerca de 20% da produção agrícola é oriunda da França. Entre os principais desafios para esta e demais revitalizações, está o tratamento de esgotos.</p> <p>Para notarmos o avanço dessa questão, é importante mencionar que, nos anos 1950, a bacia do rio Sena contava apenas com onze estações de tratamento de esgoto, sendo que desde 2008 já conta com, aproximadamente, 2000 estações em funcionamento.</p> <p>Tal evolução é resultado de significativos investimentos, como os realizados entre os anos de 1997 e 2007, no valor de 2,1 bilhões de euros. Como as demandas neste sentido são crescentes, existe a previsão de continuidade das referidas ações nos próximos seis anos, com investimentos na ordem de 1,5 bilhão de euros.</p>

Quadro 1 – Adaptação das Cidades aos Rios Urbanos.

(continuação)

Continente	Região	Rio	Ano	Informações
Ásia		Cheonggyecheon	2000	<p>Um dos casos mais interessantes e, ao mesmo tempo, ousado, em relação à restauração de rios urbanos, foi o ocorrido com o rio Cheonggyecheon, principal rio de Seul, capital da Coreia do Sul.</p> <p>Na tentativa de resolver problemas de deslocamento da população, concentrada na área central de Seul, o rio foi coberto e transformou-se em autoestrada, fazendo parte da malha viária e favorecendo a passagem de 8.000 carros por dia. Este espaço foi caracterizado como uma das maiores vias de Seul.</p> <p>Segundo Soo Hong Noh (2010), após debates informais na Universidade de Yonsei, onde foi analisado o caso do canal artificial de Ottawa, surgiu a ideia de restaurar o rio Cheonggyecheon. Em seguida, na tentativa de realizar pesquisas sobre os efluentes lançados no rio, não foram encontrados dados atualizados, mas sim dados gerados até 1978, época em que o rio foi coberto e banido da paisagem da cidade.</p> <p>Em 2000, foi fundado um grupo de pesquisas com o objetivo de realizar estudos aprofundados em torno do projeto Cheonggyecheon. Este grupo técnico obteve apoio político local e o projeto foi iniciado em 2002, produzindo os seguintes resultados: a restauração histórica e cultural do centro de Seul, a demolição das estruturas de concreto e criação de uma estação de suprimento de água, a implementação de tratamento de efluentes, a execução de projetos de paisagismo e iluminação, obras de controle de cheias, além do retorno do rio para o convívio da cidade.</p>
América do Norte	EUA, Washington	Anacostia	1989	<p>O rio Anacostia, com aproximadamente 40 km de extensão, está situado na Baía de Chesapeake, em Washington. Mesmo sendo um pequeno rio, apresenta, ao longo de seu curso, muita concentração urbana e uma população de 1,1 milhão de pessoas, além de muitas áreas impermeabilizadas por ruas, estacionamentos e telhados, fatores estes que contribuem, diretamente, para o aumento da poluição difusa.</p> <p>A grande maioria dos problemas de poluição nesse rio apresenta sua origem na água da chuva, ou seja, no escoamento destas águas, uma vez que a chuva provoca a lixiviação de poluentes originados dos automóveis, como, por exemplo, o nitrogênio e seus derivados presentes nos combustíveis. Nos episódios de muita chuva, ocorre também o transbordamento do esgoto doméstico que atinge o rio, carreando nutrientes e bactérias, além do aporte de resíduos sólidos urbanos. Outro fator que resulta em várias consequências é a poluição térmica originada pela chuva que fica aquecida ao atingir as superfícies pavimentadas, ocasionando, após ser drenada, a redução de oxigênio dissolvido nos rios.</p> <p>Algumas iniciativas foram colocadas em prática pela sociedade, em cooperação com <i>Anacostia Watershed Society</i>, fundada em 1989, visando reduzir ou eliminar os efeitos da poluição difusa. Entre essas iniciativas, citam-se os exemplos mais variados possíveis, como o aprimoramento do sistema de limpeza pública para diminuir o aporte de resíduos sólidos no rio e a instalação dos chamados “trash-traps” (armadilhas para lixo) no final das tubulações de drenagem urbana. Tais “armadilhas” coletam os resíduos trazidos pela chuva evitando que cheguem ao rio.</p>

Quadro 1 – Adaptação das Cidades aos Rios Urbanos.

(continuação)

Continente	Região	Rio	Ano	Informações
América do Norte	EUA, Washington	Cuyahoga	1972	<p>No final do século XIX e no início do XX, Cleveland, no estado de Ohio, tornou-se um dos principais centros industriais americanos, o que ocasionou o crescimento da cidade e aumento de sua população.</p> <p>Em um período de aproximadamente 100 anos, as indústrias petrolíferas e siderúrgicas lançaram seus efluentes nas águas do Cuyahoga, ocasionando a concentração de altos níveis de metano e demais substâncias tóxicas, reduzindo de forma drástica a sua biodiversidade e a funcionalidade dos seus ecossistemas.</p> <p>No ano de 1969, o rio Cuyahoga apresentou chamas em sua superfície. Em função desse episódio, o governo começou a produzir normas e leis para combater e evitar a poluição dos rios. Entre os atos produzidos, pode-se citar a lei denominada Clean Water Act, de 1972, bastante eficaz no controle de lançamento de efluentes das fábricas, o qual estabeleceu multas diárias às empresas que viessem a poluir os rios. Isso resultou, também, na construção de várias estações de tratamento de esgotos.</p>
América do Sul	Chile, Santiago	Mapocho	1960	<p>O rio Mapocho localiza-se na região metropolitana de Santiago, com nascentes na cidade de Barnechea. Fatores como a poluição orgânica (proveniente da falta de rede de esgoto), o lançamento de chorume devido à disposição final inadequada de resíduos sólidos, a ausência de conservação do seu leito e a fragmentação dos espaços urbanos relacionados ao rio constituem as principais causas de degradação dos trechos do rio Mapocho.</p> <p>Na década de 1960, foi proposta a formação de um corredor ecológico para integrar e harmonizar o rio com a paisagem da cidade. Porém, por diversas razões pertinentes à época, a execução dessa proposta não foi efetivada, mas a ideia vem sendo resgatada pelos urbanistas em vários planos subsequentes de recuperação do rio Mapocho.</p>
América do Sul	Brasil, Minas Gerais	Rio das Velhas	1997	<p>O projeto Manuelzão teve início em 1997, sendo uma iniciativa da Universidade Federal de Minas Gerais, com o objetivo de revitalizar o rio das Velhas, um dos principais afluentes do rio São Francisco, no trecho em que banha esse Estado.</p> <p>Contando com o apoio do governo estadual de Minas Gerais, foi estabelecida, em 2006, a Meta 2010, representada pelas ações de nadar, pescar e navegar em determinados trechos do rio das Velhas.</p> <p>Além de ações continuadas de educação ambiental, podem ser citadas, como exemplos, a reconstrução de habitats para a biodiversidade, o plantio de espécies nativas para a recomposição das margens e a construção de várias estações de tratamento de esgoto em bacias de rios que fazem parte da bacia hidrográfica do rio das Velhas, tais como os Ribeirões Arrudas, da Onça e da Mata.</p> <p>Para reforçar a eficiência dessas ações, foi criado pela COPASA (Companhia de Saneamento de Minas Gerais) o Programa Caça Esgoto, para direcionar os efluentes para as estações construídas.</p>

Quadro 1 – Adaptação das Cidades aos Rios Urbanos.

(continuação)

Continente	Região	Rio	Ano	Informações
América do Sul	Brasil, Minas Gerais	Mosquito	1997	<p>O fato de apresentar um comitê de bacias estruturado foi de fundamental importância para a sua região ter sido selecionada como participante do Programa Pró-Água Semiárido que, por sua vez, iniciou a primeira etapa do estudo em 1997. O programa foi originado por meio de um acordo entre o Governo Federal e o Banco Mundial, tendo, entre os seus objetivos maiores, disponibilizar água de boa qualidade para o Semiárido brasileiro, possibilitando o desenvolvimento sustentável da região.</p> <p>O município de Águas Vermelha/MG foi o local onde foram iniciados os trabalhos de revitalização do rio Mosquito, apresentando graves problemas de saneamento básico, incluindo doenças de veiculação hídrica e Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) equivalente a 0,4.</p>
América do Sul	Brasil, São Paulo	Tietê	1992	<p>O rio Tietê, com uma extensão de 1.100 km, cruza o estado de São Paulo e desagua no rio Paraná. Com as amplas pressões ambientais exercidas sobre sua bacia, o Tietê é caracterizado como um dos rios mais importantes do estado de São Paulo.</p> <p>Nas décadas de 1910 e 1930, vários trechos do Tietê eram utilizados pela população para a prática de esportes aquáticos, incluindo a pesca. Nas décadas seguintes, foi alterado pela ocupação urbana desordenada e o lançamento de efluentes domésticos e industriais.</p> <p>Com a intenção de adequar o rio às necessidades urbanas da época, na década de 1970, foram realizadas a retificação do rio e a construção das vias marginais.</p> <p>Porém, com o acúmulo das pressões ambientais exercidas sobre a bacia hidrográfica, a sua qualidade ambiental tornou-se altamente comprometida. Diante dessa situação, a população manifestou-se por meio de um documento contendo milhares de assinaturas, que resultou na elaboração do Projeto pró-Tietê, oriundo, em 1992, de uma parceria entre a SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo) e BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento), com o objetivo de despoluir o rio Tietê.</p>
América do Sul	Brasil, 07 Estados	São Francisco	2001	<p>A Bacia Hidrográfica do rio São Francisco apresenta dimensões especiais em termos de abrangência. Com uma área de drenagem de 640 mil km<sup>2</sup>, que envolve 13 milhões de habitantes e sete unidades da federação – Bahia, Minas Gerais, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Goiás e alguns segmentos do Distrito Federal –, a sua revitalização constitui um dos maiores desafios para a gestão de recursos hídricos no Brasil, ainda mais por serem desenvolvidas atividades de transporte e irrigação.</p> <p>O programa de revitalização do São Francisco teve origem em 2001, por meio de Decreto Federal, sendo contemplado no Plano Decenal de Recursos Hídricos da sua bacia.</p> <p>O Programa de Revitalização do São Francisco foi formatado para atender às seguintes demandas: esgotamento sanitário, controle dos processos erosivos, resíduos sólidos e pequenas obras. As propostas incluíram, também, ações de controle de poluição, recuperação de mata ciliar e práticas de educação ambiental.</p>

Quadro 1 – Adaptação das Cidades aos Rios Urbanos.

(conclusão)

Continente	Região	Rio	Ano	Informações
América do Sul	Brasil, São Paulo	Tijuco Preto	2011	<p>O rio Tijuco Preto está localizado na área urbana do município de São Carlos, em São Paulo. A partir da década de 1960, o ecossistema do rio Tijuco Preto passou a ser alterado por meio de fontes pontuais de poluição, como o lançamento de efluentes domésticos e por fontes difusas de poluição, como o escoamento das vias públicas. Outro fator agravante na alteração das suas condições originais é a impermeabilização de, aproximadamente, 95% da sua extensão, constatada no final do ano de 2003.</p> <p>Para reverter a situação, foi desenvolvido, por integrantes da Universidade de São Paulo, um projeto de recuperação financiado pela Prefeitura de São Carlos. O projeto, iniciado em 2011, teve como finalidade a recuperação dos aspectos funcionais do sistema lótico, por meio da busca de soluções sistêmicas que visam compatibilizar as questões de drenagem urbana, paisagismo e, sobretudo, a funcionalidade ecológica.</p> <p>A reabilitação do rio Tijuco Preto incluiu, em suas diretrizes, duas esferas essenciais de atuação: a esfera física e a esfera política. Na primeira, foram feitas as orientações quanto às diretrizes ecohidráulicas, as quais deveriam ser seguidas na reconstrução dos habitats. Já na esfera política, foram incluídos os processos que envolvem a mudança de hábitos das comunidades, bem como a revisão dos usos preponderantes das suas águas.</p>

Fonte: Garcias e Afonso, 2013.

Fazendo-se uma leitura longitudinal das ações voltadas à preservação, revitalização ou renaturalização dos rios apresentados por Garcias e Afonso (2013) em uma escala mundial (Quadro 1), verifica-se que os Rios Tâmisia (Inglaterra) e Mapocho (Chile) se assemelham entre si justamente por estarem acometidos pela poluição orgânica proveniente da ausência de um sistema de esgotamento sanitário. No caso do Chile, houve um agravante devido ao lançamento de chorume oriundo da falta de gerenciamento de resíduos sólidos e a fragmentação dos espaços urbanos relacionados ao rio. Portanto, as ações prioritárias que foram tomadas na década de 1960 constituem-se, basicamente, em atender as demandas sanitárias da sociedade como, por exemplo, providenciar sistemas de tratamento do esgoto doméstico.

A preocupação em preservar o meio ambiente inicia-se posteriormente, mais especificamente, em 1972, pelo chamado Clube de Roma, que elaborou e publicou um relatório intitulado *The Limits to Growth* (os limites do crescimento, em português), em 1972, sob a organização de MEADOWS (1972). Neste documento foram apontados cinco grandes temas de preocupação global, destacando-se entre eles a deploração dos recursos naturais não renováveis e a deterioração do meio

ambiente. Coincidentemente, no mesmo ano, um dos motivos pelo qual levou os Estados Unidos da América (EUA) a regulamentar normas em benefício dos recursos hídricos, conhecido como *Clean Water Act* (ação água limpa), foi justamente a grande presença de indústrias e seus respectivos lançamentos de efluentes ao Rio Cuyahoga, o que dava origem a uma situação inusitada, como apresentar chamas em sua superfície (GARCÍAS; AFONSO, 2013).

Na ineficiência da legislação, até então vigente, em tratar de assuntos relacionados à poluição difusa – ou seja, no escoamento das águas pluviais, uma vez que a chuva provoca a lixiviação de poluentes presentes na superfície do solo –, foram realizadas várias iniciativas no Rio Anacostia por meio da *Anacostia Watershed Society* (Comitê da Bacia Hidrográfica de Anacostia), aproximadamente em 1989, na tentativa de reduzir tal impacto. Entre essas iniciativas, podem ser citadas: a implantação do sistema de limpeza pública de modo a diminuir o aporte de resíduos sólidos no rio e a instalação de “*trash-traps*” (armadilhas para lixo) no final das tubulações de drenagem urbana que coletam os resíduos trazidos pela chuva evitando que cheguem ao corpo hídrico (GARCÍAS; AFONSO, 2013).

O movimento em torno do desenvolvimento sustentável contra a degradação ambiental retoma, com maior força, em 1992, com a II Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, conhecida como Rio-92, a qual entende que o desenvolvimento sustentável deve promover o desenvolvimento econômico, satisfazendo interesses da geração presente sem, contudo, comprometer a geração futura nas dimensões: social, ambiental e econômica (COMISSÃO..., 1991).

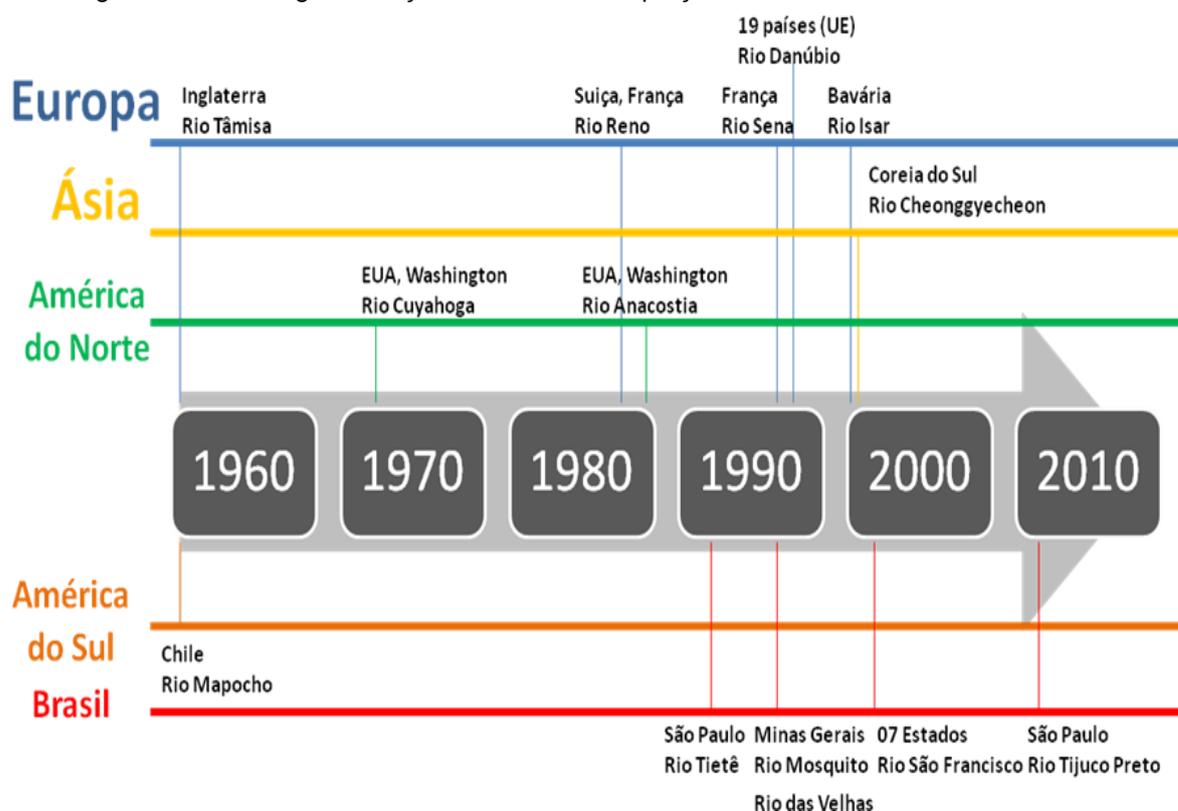
A partir de então, nota-se o aumento de iniciativas voltadas aos recursos hídricos, principalmente em regiões da Europa, como é o caso do Rio Sena – França (1997), Rio Danúbio – União Europeia (1998) e o Rio Isar – Bavária (2000), ao apresentar propostas políticas e de infraestrutura de cunho social e ambiental (GARCÍAS; AFONSO, 2013).

No Brasil, este processo é reforçado a partir da criação da Política Nacional dos Recursos Hídricos (Lei Federal N.º 9.433 de 1997), o qual estabelece, como um de seus fundamentos, que a água é um bem de domínio público. Ou seja, transforma o Poder Público no gestor, mas não proprietário das mesmas, uma vez que a água pertence, em todas as suas formas, a uma coletividade indefinida (RIBAS, 2015).

Apesar disso, vale também destacar outro fundamento: a sua gestão deve ser descentralizada e contar com a participação dos usuários e das comunidades, além do Poder Público.

Portanto, como pode ser observado na Figura 2, há um ponto de inflexão, na década de 1990, em que é possível notar a majoritária presença de ações em dimensões políticas e estruturais, na tentativa de adequar as cidades aos rios urbanos a um nível mundial e, então, nas décadas seguintes.

Figura 2 – Cronologia das ações voltadas à adaptação das cidades aos rios urbanos.



Fonte: o autor, adaptado de Garcias e Afonso (2013).

Entretanto, no Brasil, o marco regulatório para a drenagem urbana é datado, somente, uma década mais tarde, quando a problemática das águas pluviais urbanas é inserida no contexto jurídico com a promulgação da Política Nacional do Saneamento Básico, regularizada por meio da Lei Federal N.º 11.445, de 2007. A partir disso, é instituído o conceito do saneamento básico em quatro pilares: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e a drenagem urbana. De acordo com a lei supracitada, entende-se a drenagem como:

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

Para Mailhot *et al.* (2008), atualmente existem três barreiras para o correto manejo das águas pluviais: barreira técnica, econômica e institucional. Quanto à técnica, as restrições e falta de espaço nos meios urbanos, assim como a ausência de dados sobre a rede de drenagem, dificultam à aplicação de soluções, tendo em vista as condições geográficas. A barreira econômica ocorre por não ser levado em consideração aspectos como custos de manutenção a longo prazo, municípios com recursos financeiros e humanos insuficiente. E, por último, institucional, ou seja, o funcionamento da administração municipal não corresponde a uma gestão transversal e multidisciplinar exigida por uma gestão das águas, bem como má operação do sistema. Há uma discordância com relação à visão política (curto prazo) e à adaptação às intempéries como alagamentos e inundações (longo prazo).

Tendo em vista a sua complexidade, é de interesse aprofundar o assunto com relação ao conceito de drenagem e sua evolução, conforme será discutido no item 2.1

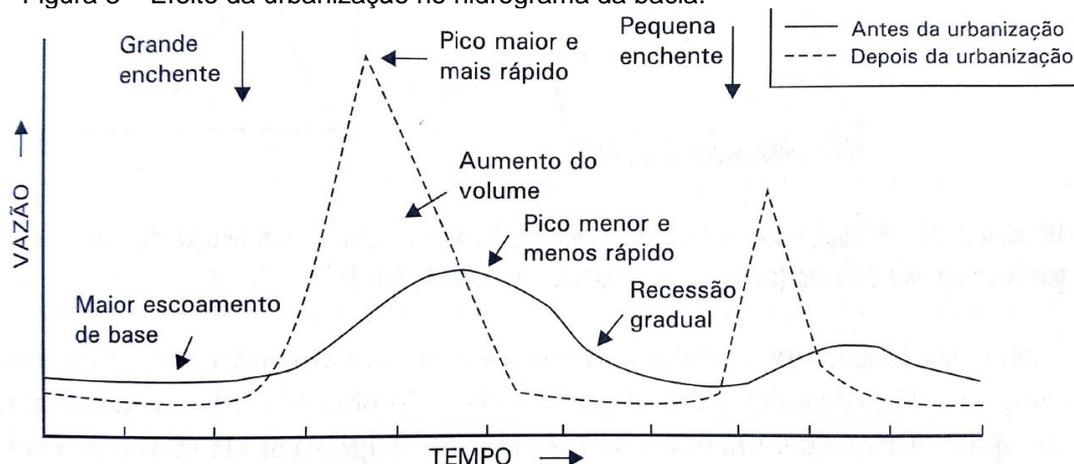
## 2.1 ASPECTOS CONCEITUAIS DO SISTEMA DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Em condições naturais, onde não há intervenção humana, no momento em que a água se precipita sobre uma bacia hidrográfica, fica retida na vegetação e se infiltra na terra, de acordo com o tipo de solo e característica de porosidade e, então, é direcionada verticalmente para o lençol freático. Quando o nível de saturação do solo é atingido, a água pluvial inicia seu processo de escoamento superficial, conforme a topografia do terreno, com destino aos corpos hídricos superficiais como rios, lagos ou oceanos.

Entretanto, o modelo não se aplica em áreas urbanas, uma vez que o terreno tenha sido modificado parcialmente ou em sua totalidade pelas ocupações urbanas caracterizadas por pavimentações impermeáveis, substituindo, então, o solo e a vegetação que apresentavam, entre outras funções, as hidrológicas. Percebe-se, assim, uma alteração no ciclo natural da água oriunda das chuvas, ou seja, possui uma tendência em reduzir a taxa de infiltração enquanto aumenta a taxa de escoamento superficial.

Visto isso, o intenso crescimento do meio urbano faz com que agrave os “problemas de inundações e alagamentos urbanos, na medida em que o desenvolvimento urbano tende a remover a cobertura vegetal original, a aumentar a impermeabilização, a introduzir obras de canalização e a ocupar planícies ribeirinhas” (MIGUEZ *et al.*, 2015). Portanto, a soma entre os fatores como o alto grau de impermeabilização do solo urbano, a ocupação irregular de áreas de leito de rios e, ainda, à ineficiência ou incapacidade do sistema de drenagem urbana é a fórmula que resulta na promoção de enchentes, alagamentos e inundações (Figura 3).

Figura 3 – Efeito da urbanização no hidrograma da bacia.



Fonte: Miguez *et al.*, 2015.

O coeficiente de escoamento superficial (*runoff*, de manning ou de rugosidade) é o principal fator no que se refere à ocupação urbana por ser responsável pelo aumento da velocidade da água escoada, o que ocasiona o aumento no volume de pico, além do potencial erosivo. Ele é definido como a razão do volume de água que é escoado superficialmente sobre o volume de água que é precipitada, portanto, é adimensional. É possível classificar índices de coeficientes de escoamento para diferentes usos e ocupação do solo, conforme apresenta a Tabela 1.

Tabela 1 – Valores de coeficiente de escoamento superficial para diferentes usos do solo.

Uso e Ocupação do Solo	Coefficiente de Escoamento
<b>Edificação muito densa:</b> partes centrais, densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas pavimentadas.	0,70 – 0,95
<b>Edificação não muito densa:</b> parte adjacente ao centro, de menos densidade de habitações, mas com ruas e calçadas pavimentadas.	0,60 – 0,70
<b>Edificações com poucas superfícies livres:</b> partes residenciais com construções cerradas, ruas pavimentadas.	0,50 – 0,60
<b>Edificações com muitas superfícies livres:</b> partes residenciais com ruas macavimizadas ou pavimentadas.	0,25 – 0,50
<b>Subúrbios com alguma edificação:</b> partes de subúrbios com pequena densidade de construção.	0,10 – 0,25
<b>Matas, parques e campos de esporte:</b> partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados, campos de esporte sem pavimentação.	0,05 – 0,20

Fonte: Miguez *et al.*, 2015.

Vale lembrar que as próprias características das bacias hidrográficas as tornam ou não a serem mais propícias a eventos hidrológicos como os de inundação. Dois coeficientes podem ser associados à área de drenagem de uma bacia hidrográfica: o fator de forma e o coeficiente de compacidade. O primeiro relaciona, por meio de um quociente, a largura média da bacia a produzir

inundações. A verificação do comprimento da bacia, relativamente à sua largura, permite dizer, para duas bacias de mesma área, que aquela de fator de forma baixo (com grande comprimento axial) tem menor probabilidade de receber chuvas suficientemente intensas para provocar inundações sobre toda a bacia.

O coeficiente de compacidade relaciona o perímetro de uma bacia com o perímetro de um círculo de mesma área. Neste caso, além de medir a compacidade de uma bacia, oferece um indicativo da capacidade de produzir alagamentos. Quanto mais próximo o indicador for de zero, mais facilmente os escoamentos se combinarão ao ponto exutório, dados os coeficientes de escoamentos semelhantes. Sendo assim, menores valores deste coeficiente indicam maior potencialidade de produção de picos de enchentes elevados.

Os impactos decorrentes dos fenômenos de alagamentos e inundações, cada vez mais frequentes nos centros urbanos, são diversos e podem estar relacionados por aspectos quantitativo e qualitativo. O primeiro é classificado por tangíveis e não tangíveis, conforme Quadro 2. Os danos tangíveis podem ser avaliados em termos econômicos, estimados por preço de mercado, enquanto que os intangíveis abrangem elementos de difícil mensuração ou sua quantificação é indesejável por questões éticas e ideológicas como, por exemplo, vida humana e transtornos às atividades sociais.

Quadro 2 – Impactos tangíveis e intangíveis de alagamentos e inundações.

<b>Danos Tangíveis</b>	
<b>Danos Diretos</b>	<b>Danos Indiretos</b>
Danos físicos aos domicílios: construção e conteúdo das residências	Custos de limpeza, alojamento e medicamentos. Realocação do tempo e dos gastos na reconstrução. Perda de renda
Danos físicos ao comércio e serviços: construção e conteúdo (mobiliário, estoques, mercadorias em exposição, etc.)	Lucros cessantes, perda de informações e base de dados. Custos adicionais de criação de novas rotinas operacionais pelas empresas. Efeitos multiplicadores dos danos nos setores econômicos interconectados.
Danos físicos aos equipamentos e plantas industriais	Interrupção da produção, perda de produção, receita e, quando for o caso, de exportação. Efeitos multiplicadores dos danos nos setores econômicos interconectados.
Danos físicos à infraestrutura.	Perturbações, paralizações e congestionamento nos serviços, custos adicionais de transporte, efeitos multiplicadores dos danos sobre outras áreas.

Quadro 2 – Impactos tangíveis e intangíveis de alagamentos e inundações.

(Continuação)

Danos Intangíveis	
Danos Diretos	Danos Indiretos
Ferimento e perda de vida humana.	Estados psicológicos de <i>stress</i> e ansiedade.
Doenças pelo contato com a água, como resfriados e infecções.	Danos de longo prazo à saúde.
Perda de objetos de valor sentimental.	Falta de motivação para o trabalho.
Perda de patrimônio histórico ou cultural.	Inconvenientes de interrupção e perturbações nas atividades econômicas, meios de transporte e comunicação
Perda de animais de estimação	Perturbação no cotidiano dos moradores.

Fonte: CASTRO, 2016.

Os impactos também podem ser subdividido em aspecto qualitativo, ou seja, apresentam potencial de poluição, os quais podem se classificados de origem pontual e difusa. A poluição de origem pontual se caracteriza como a introdução de efluentes de esgotos *in natura*, ou mesmo tratados em Estações de Tratamento de Efluentes (ETE's), aos corpos hídricos, bem como o mau acondicionamento e disposição final dos resíduos sólidos sendo, portanto, de mais fácil identificação. O aumento da quantidade de nutrientes disponíveis propicia o crescimento de algas e bactérias, o que pode desequilibrar a biota, levando à eutrofização do corpo d'água. Sem contabilizar agentes patogênicos oriundos das ligações clandestinas do sistema de esgotamento sanitário com a rede de drenagem de águas pluviais urbanas

A poluição, cuja fonte é difusa, diferentemente da poluição de fonte pontual, inicia-se no fenômeno de precipitação pluvial, em que as substâncias que apresentam certo potencial de contaminação e que se acumularam em períodos de estiagem nos telhados de construções, em ruas públicas ou privadas e em outras superfícies pavimentadas, são lixiviadas e, então, transportadas às galerias de águas pluviais, denominadas como microdrenagem, onde serão descarregadas na rede de macrodrenagem a jusante (TUCCI, 2002). Trata-se do transporte de substâncias como resíduos sólidos mal gerenciados e sólidos sedimentáveis, originados da erosão do solo.

O aumento da concentração de sólidos suspensos pode resultar no aumento da turbidez da água, porém, se depositados no fundo, pode sufocar ovos de peixes, cobrir espaços entre as rochas que servem como proteção para animais aquáticos e perturbações no seu habitat natural. O impacto pela presença de metais pesados e

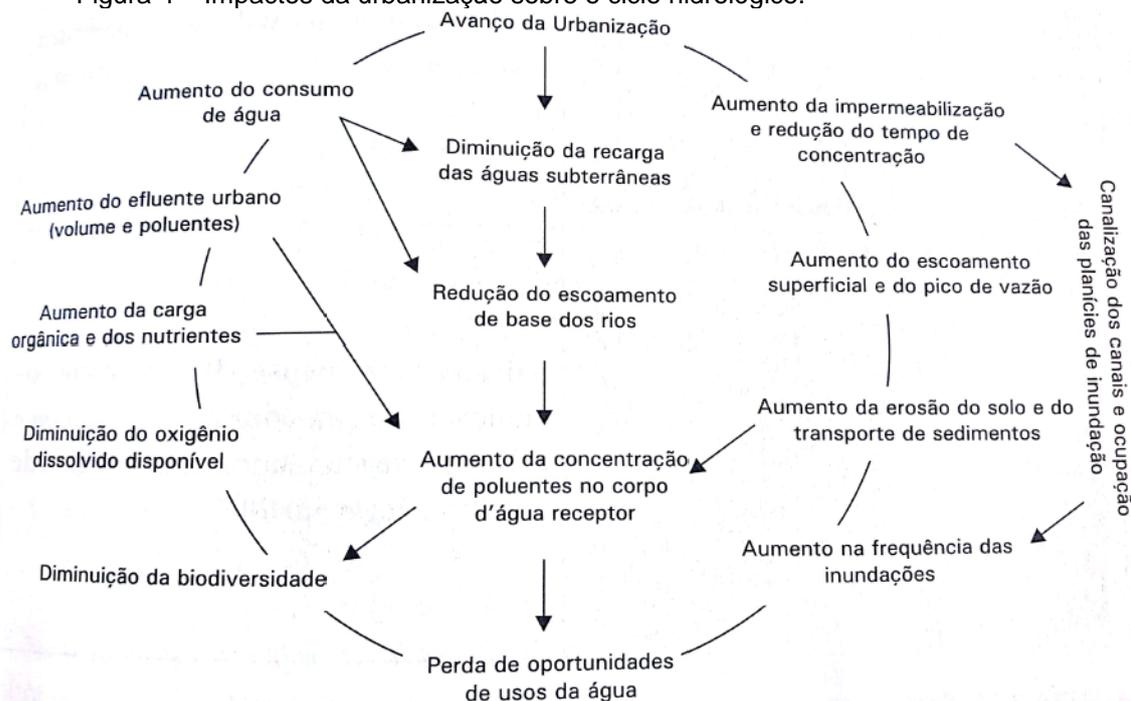
hidrocarbonetos que são carregados com a água pluvial ao meio ambiente, é, no mínimo, o dobro do que os observados em esgotamentos sanitários, sendo os motores de veículos as principais fontes de chumbo, cobre, níquel e cromo encontrados em águas pluviais. Além de outras fontes como zonas industriais e depósitos de combustíveis (TSIHRINTZIS; HAMID, 1997).

Além do tipo do impacto observado nos aspectos de qualidade e quantidade do ciclo hidrológico, Miguez *et al.* (2015) aponta que as enchentes, inundações e alagamentos também oferecem impacto no valor ambiental da macrodrenagem, como detalhado a seguir:

- Instabilidade do canal: a mudança no regime de escoamento dos rios em áreas urbanas altera a estabilidade do canal, que tende a apresentar margens instáveis e sem vegetação, leito assoreado e com lodo e acúmulo de sedimentos e detritos. Leva a um aumento dos riscos associados às inundações. Outro efeito está associado às vazões de estiagem, que tendem a diminuir devido à redução da capacidade de infiltração do solo, responsável pelo reabastecimento das águas subterrâneas.
- Alterações na geometria dos canais: A largura do canal aumenta para comportar o incremento da vazão em eventos de enchentes, o que propicia a erosão do solo às margens e, conseqüentemente, o assoreamento do rio a jusante, tornando-os mais lentos pela sedimentação do material erodido. A canalização dos rios elimina a sinuosidade dos mesmos, aumentando a velocidade de escoamento e, ainda mais, o fenômeno de erosão.
- Acúmulo de resíduos sólidos nos canais e planícies: latas, garrafas, plásticos, resíduos da construção civil e todo tipo de poluente.
- Desequilíbrio da biota aquática: o aumento de nutrientes orgânicos favorece o crescimento de algas, o que reduz o oxigênio dissolvido na água, culminando na redução de espécies aquáticas, como os peixes.

A Figura 4 ilustra os impactos decorrentes da urbanização sobre o ciclo hidrológico.

Figura 4 – Impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico.



Fonte: Miguez *et al.*, 2015.

### 2.1.1 Inserção de Novos Instrumentos no Sistema de Drenagem

Historicamente, os problemas referentes às enchentes urbanas foram e têm sido tratados como uma consequência diretamente relacionada ao aumento da intensidade das chuvas, sem levar em consideração, aspectos próprios das bacias hidrográficas, sendo vistos, portanto, como independentes às atividades humanas. Com esta abordagem, os projetos convencionais adotados visam o controle do escoamento das águas pluviais urbanas por meio do aumento da capacidade dos rios e canais em receber maiores vazões das águas que se precipitam sobre a bacia hidrográfica. Essa técnica resulta no próprio conceito do sistema de drenagem urbana adotado no Brasil, presente na maioria dos manuais de drenagem urbana: “conjunto de elementos a recolher as águas pluviais precipitadas sobre uma determinada região e que escorrem sobre sua superfície, conduzindo-as a um destino final” (SOUZA *et al.*, 2013, p.59). Os sistemas de drenagem pluvial são dimensionados de forma a recolher as águas da chuva e conduzi-las rapidamente para jusante (BOTELHO, 1998).

Apesar de ser uma técnica usual, essa forma de controle de enchentes proporciona o deslocamento da água pluvial precipitada sobre uma bacia

hidrográfica o mais rápido possível de montante a jusante. Portanto, apenas transfere o problema para outra região, sem solucioná-lo. Em outras palavras, “o resultado dessa abordagem é um descolamento entre o planejamento das cidades e o desenvolvimento (sustentável)” (SOUZA *et al.*, 2013), tratando a problemática do planejamento das águas pluviais por gestão da demanda ao invés da gestão por oferta, como seria o ideal.

Pompêo (2000) concorda ao afirmar que, de uma forma geral, as enchentes são "fenômenos naturais que ocorrem periodicamente nos cursos d'água devido às chuvas de magnitude elevada e pode ser decorrente das chuvas intensas de longo período de retorno". Porém, complementa que também são devidas aos transbordamentos de cursos d'água provocados por mudanças no equilíbrio do ciclo hidrológico em regiões a montante das áreas urbanas; ou, ainda, devidas à própria urbanização. Este cenário, baseado na simples e rápida retirada da água das áreas pavimentadas com alto grau de impermeabilização por meio de canalizações, apresenta-se insustentável, o que exige uma nova visão sobre o problema das inundações urbanas (REZENDE *et al.*, 2009).

Os fenômenos de alagamentos e inundações, cada vez mais frequentes em centros urbanos, têm definido uma nova abordagem do sistema de saneamento básico, mais especificamente, no que diz respeito ao manejo de águas pluviais urbanas. “Em meio aos diversos desafios de controle da quantidade e qualidade das águas urbanas, surgiram novos conceitos com o objetivo de recuperar as condições hidrológicas anteriores à ocupação da bacia” afirma Canholi (2014, p. 41).

Portanto, deve haver o uso integrado de técnicas convencionais com as técnicas compensatórias ou não convencionais. Para Canholi (2014), ao contrário das convencionais, essas medidas possuem uma visão multidisciplinar e sistêmica do problema, ou seja, buscam garantir a diminuição do volume escoado, a manutenção do tempo de concentração da bacia, o controle da velocidade de escoamento, a manutenção da qualidade da água e o uso da água da chuva. Entretanto, não resolvem os problemas de inundações e alagamentos exclusivamente, portanto, é importante a combinação do uso dos dois tipos de medidas, otimizando o sistema de drenagem urbana.

As técnicas compensatórias surgem de modo a mitigar os problemas causados pelas inundações ao utilizar um conjunto de medidas de controle que

tenham como objetivo minimizar os riscos e reduzir os prejuízos causados pelas inundações, enchentes e alagamentos.

As técnicas compensatórias podem ser classificadas em medidas estruturais e medidas não-estruturais. As medidas estruturais “modificam o sistema fluvial através de obras na bacia (medidas extensivas) ou no rio (medidas intensivas) para evitar o extravasamento do escoamento para o leito maior decorrentes das enchentes” (TUCCI, 2002, p. 53). Geralmente, incluem a construção de represas, reservatórios de retenção, diques, barragens, melhoramento de canal de rio e canais de desvio.

As medidas não-estruturais “são aquelas em que os prejuízos são reduzidos pela melhor convivência da população com as enchentes” (TUCCI, 2002). São exemplos de estruturas não-estruturais: preservação da cobertura vegetal; regulamentação do uso do solo e zoneamento das áreas de inundação; seguro-inundação; sistema de previsão e alerta de inundações; e, educação ambiental voltada ao controle da poluição difusa, da erosão e dos resíduos sólidos.

Barbosa (2006) aponta que tanto as medidas estruturais quanto não estruturais não têm capacidade para controlar totalmente e, principalmente, desvanecer com os problemas de inundações ou alagamentos, apesar de ter como objetivo a minimização de suas consequências. O autor complementa que se deve buscar a associação de diversos tipos de medidas de modo a obter um controle mais eficiente e, conseqüentemente, minimizar os impactos decorrentes dos fenômenos indesejáveis de alagamentos e inundações.

Sendo assim, a concepção do sistema de drenagem urbana ganha uma nova abordagem e passa a considerar todo o "funcionamento da bacia como um sistema integrado, e através do entendimento do seu funcionamento natural, busca soluções que alterem o mínimo possível as parcelas do ciclo hidrológico" (REZENDE *et al.*, 2009).

Miguez *et al.* (2015), afirma que é possível reduzir os riscos dos danos ocasionados pelos picos de cheia e mitigá-los por meio da adoção de medidas não convencionais. Primeiramente, a cidade deve estar preparada para um melhor convívio com as cheias, o que pode ser feito com um zoneamento de inundações, evitando-se a construção em áreas passíveis de inundação e garantindo espaço para o amortecimento de cheias e inundações. Outra forma seria pela diminuição da

geração de escoamentos provocados pela transformação da chuva em vazão e reorganizando os padrões de escoamento em medidas de infiltração e armazenamento, incorporando medidas de controle na fonte, nos próprios lotes, nos espaços públicos e por ações de requalificação fluvial.

Neste contexto, surge o conceito de reservação em conjunto ao de canalização nos projetos de controle de inundações, com o objetivo de prevenir e mitigar os efeitos esperados no escoamento das águas drenadas. Segundo Canholi (2014), as medidas não convencionais podem estar associadas de tal forma a atingir o objetivo da adequação ou otimização do sistema de drenagem de águas pluviais urbanas, possuindo funções de incrementar o processo de infiltração no solo, reter os escoamentos em reservatórios e/ou retardar o fluxo nas calhas dos córregos e rios. Segundo o mesmo autor, as medidas não convencionais são estruturas, obras ou dispositivos cujas soluções diferem do conceito convencional, ou seja, o conceito tradicional de canalização do escoamento superficial.

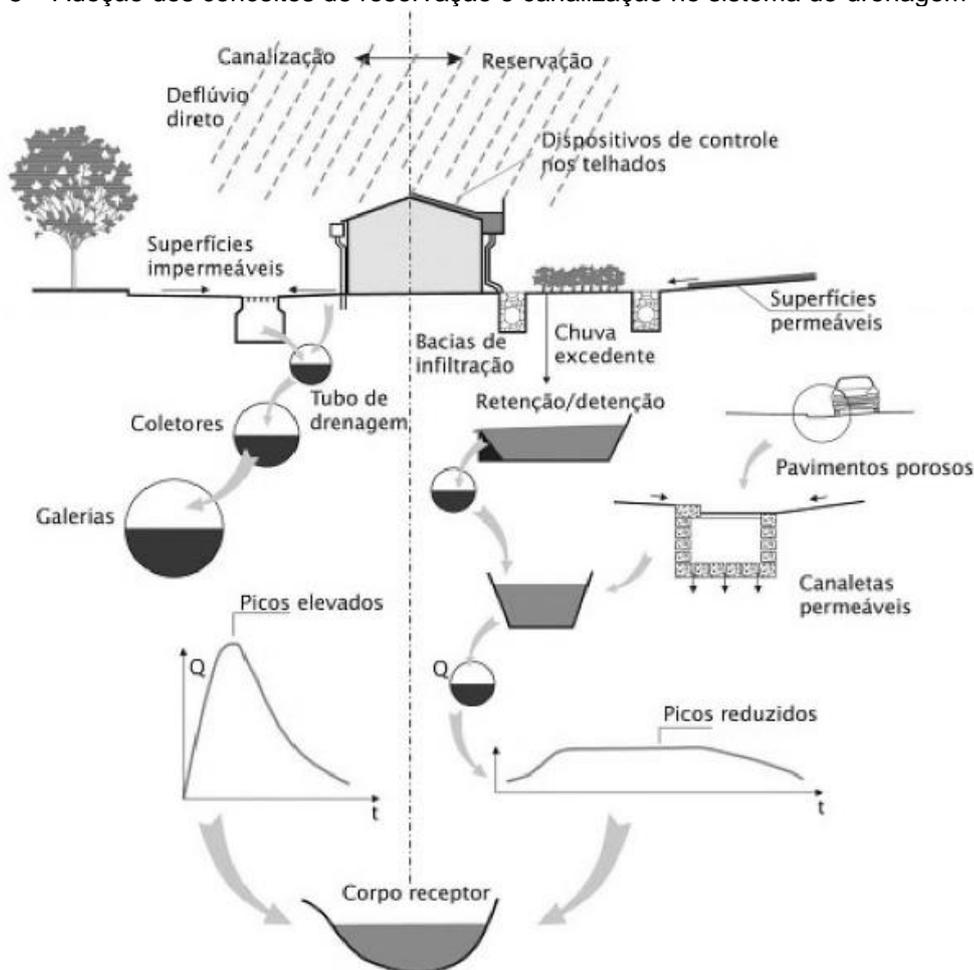
Considera-se canalização como um conceito voltado à implantação de galerias e canais de concreto, retificação de traçado e aumento da declividade de fundo, com o objetivo de promover o rápido afastamento das águas (WALESH, 1989, apud. CANHOLI, 2014). Ao observar o desenho atual das cidades, quase não é possível visualizar os cursos d'água, uma vez que estes se encontram "enterrados" sob o sistema viário (SOUZA *et. al.* 2013), ou seja, inseridos no conceito de canalização. O autor (*ibid*) explica que, em função do alto grau de degradação dos rios urbanos, decorrente do lançamento de esgotos e lixo, da contaminação das águas de chuva pela lavagem das superfícies e da própria canalização, os corpos hídricos passam a ser reconhecidos como canais de esgotos e, conseqüentemente, qualquer intervenção de recobrimento não é mais reconhecida como impactante, ou então vista como benéfica por questões sanitárias ao evitar o contato da população com o rio contaminado.

Enquanto que a canalização possui a função de remover rapidamente o volume excedente de água por meio de galerias ou canais abertos, a reservação possui como principal objetivo a contenção temporária para subsequente liberação por meio da utilização de reservatórios ou outras medidas visando ao aumento do tempo de concentração, à redução da vazão de pico, de amortecimento da onda de

cheia e na recarga do lençol freático em épocas de estiagem (WALESH, 1989 apud. CANHOLI, 2014).

Os mecanismos de canalização, quando não integrados aos de reservação, promovem impactos de natureza negativa em termos quantitativos e qualitativos, uma vez que aumentam significativamente os picos das enchentes e a demanda de obras de saneamento a jusante, bem como o transporte de toda carga poluente ao corpo hídrico receptor, configurando o sistema de drenagem urbana como uma fonte de poluição difusa. A adoção de medidas de reservação facilita remoção de material flutuante por concentração em áreas de recirculação dos reservatórios e dos sólidos em suspensão, pelo processo natural de decantação, além de proporcionar a reabilitação dos sistemas de drenagem subdimensionados ou então que não atendem mais a demanda decorrente do processo de urbanização e do uso e ocupação do solo. A Figura 5 ilustra, com maiores detalhes, o exposto anteriormente.

Figura 5 – Adoção dos conceitos de reservação e canalização no sistema de drenagem urbana.



Fonte: CANHOLI, 2014.

Essa nova visão iniciou-se em 1989, no Departamento de Estudos Ecológicos de Washington, nos Estados Unidos, com o programa de manejo e assistência contra poluição difusa cujo objetivo consistiu em identificar corpos hídricos que não atendiam aos padrões de qualidade americanos, possíveis fontes de poluição difusa e a adoção de melhores práticas de controle do coeficiente de *runoff*, ou em inglês, *Best Management Practices* (BMP's). Esse programa teve participação ampla de instituições públicas, público-privadas e privadas e financiou vários planos de ações em algumas bacias hidrográficas próximas nos anos seguintes (TSIHRINTZIS; HAMID, 1997). São componentes fundamentais de uma BMP: a atenuação e o transporte da água pluvial, pré-tratamento e tratamento da mesma, sistema de manutenção e mitigação de impactos secundários (SCHUELER, 1992).

Canholi (2014), ressalta a importância do poder público local em promover a devida operação e manutenção necessárias para o bom funcionamento para ambas medidas. Deve-se atentar à ocorrência do assoreamento e ao acúmulo de resíduos sólidos em galerias de micro e macrodrenagem que, segundo o autor supracitado, não é feita a manutenção com certa frequência, visto a dificuldade ao acesso destas estruturas. Enquanto isso, para as medidas de reservação, devem ser respeitados os aspectos de limpeza periódica e desinfecção do local e de fiscalização e, em caso da utilização de sistemas de bombeamento, a correta operação e manutenção.

O conceito de reservação pode ser classificado conforme segue:

- Em cada lote;
- No âmbito da sub-bacia: reservatórios com maiores volumes, capazes de armazenar volumes de uma área significativa da bacia;
- Retardamento na calha: conceito de reservação ou restauração ambiental do rio, aumento da rugosidade do canal, da sinuosidade, e do reestabelecimento da calha secundária;
- Utilização de *by pass*, visando à diminuição dos escoamentos em uma determinada rede de macrodrenagem; e,
- Utilização de diques e *polders*.

Ademais, Urbanas e Stahre (1993, apud. MIGUEZ *et al.*, 2015) apresentam os dispositivos para controle de escoamentos classificados em dois grandes grupos: a de contenção na fonte e contenção de jusante. A primeira é definida como

reservatórios localizados próximos aos locais de geração dos escoamentos em menor escala. São exemplos de contenção na fonte:

- Disposição no local: controle em lotes e vias de circulação por dispositivos que permitem a infiltração e a percolação, cujo objetivo é a redução do pico de cheias que chega à rede de drenagem;
- Controle na entrada: restrição da vazão da água pluvial escoada superficialmente que entra da galeria pluvial mediante reservação, podendo esta voltar ao sistema posteriormente ou, se houver necessidade, reaproveitada; e,
- Detenção *in situ*: controle de áreas urbanizadas como loteamentos e condomínios, por meio de leis restritivas, visando ao controle de cheias que não permitam o aumento do pico de vazão.

De acordo com Urbanas e Stahre (1993, apud. MIGUEZ *et al.*, 2015), o primeiro grupo apresenta-se vantajoso na medida em que possibilita a criação de pequenas unidades padronizadas. Com relação à adoção de reservatórios de lote (contenção na fonte), Tsuchiya (1978), Schilling (1982) e O'Loughilin *et al.* (1995) (apud. MIGUEZ *et al.*, 2015) complementam que essa proposta não transfere à jusante o impacto de urbanização, objetiva solucionar o problema na origem, permite o controle da qualidade da água da chuva e compartilha a responsabilidade de controle do sistema de drenagem urbana.

Cabe dizer também, que a inserção de novos instrumentos de drenagem urbana não significa no abandono da infraestrutura já existente. Deve-se haver investimentos no aspecto de ampliação do sistema e, principalmente, em manutenção. Segundo Mailhot *et al.* (2008), muitos municípios não têm informações de como se encontra o estado do sistema de drenagem, muito menos se realizam a manutenção da mesma.

Chouli (2006) aponta que a introdução de técnicas alternativas é papel do gestor das águas pluviais e tem várias tarefas a serem cumpridas para sua consolidação. Ele deve colaborar com outras especialidades urbanas e ter uma equipe multidisciplinar para tal, assim como possibilitar novas colaborações entre serviços e companhias, não se comportando mais apenas como técnico, mas também como um negociador, utilizando-se de instrumentos de políticas públicas.

O autor também comenta sobre o novo papel do cidadão, no que se concerne a este tema. De certa forma, o cidadão deixa de ser somente um cliente dos serviços de drenagem urbana e se torna responsável pelo manejo das águas pluviais, pelo menos dentro de seu imóvel/casa. Ele deverá realizar manutenção periódicas de suas instalações e pode aproveitar-se de soluções alternativas de reutilização das águas pluviais como quiser, reduzindo ainda sua fatura de água.

A seguir, apresentam-se alguns exemplos de medidas estruturais e não estruturais de contenção na fonte, de iniciativa do proprietário do terreno ou por instrumentos coercitivos por parte do poder público.

## **2.1.2 Medidas Compensatórias Estruturais**

### **Preservação da Cobertura Vegetal**

De início, a preservação da cobertura vegetal é fundamental na garantia do coeficiente de impermeabilização, citado pela Lei Federal N.º 11.445/2007. Ela garante a manutenção do balanço hidrológico equilibrado, preservando funções hidrológicas e a manutenção da capacidade de infiltração das águas pluviais no solo natural, devendo ser responsabilidade tanto da prefeitura quanto do proprietário.

Os custos derivados das alterações dos lotes em função da contenção de águas pluviais podem ser classificados em públicos e privados. Logicamente, os investimentos de estabelecimentos públicos são atribuídos ao Poder Público, enquanto estabelecimentos privados devem se responsabilizar por ações locais em conformidade com o determinado no planejamento urbano e exigido pelo governo.

### **Construção à prova de inundação**

Além disso, cita-se a construção à prova de inundação por se tratar de uma medida preventiva que visa à redução dos possíveis impactos decorrentes de uma inundação ou enchente (Miguez *et al.*, 2015). De acordo com o autor, essas construções são classificadas em cinco tipos: realocação, elevação de muros, impermeabilização e à prova de enchentes. Fica a cargo do proprietário da residência.

A realocação é definida como a retirada e reconstrução ou mudanças de uma edificação para áreas em cotas mais elevadas. A elevação de uma edificação, como

o próprio nome diz, tem como objetivo elevar o edifício de modo que o nível da água da enchente ou inundação não alcance o da edificação, sem danificá-la. A terceira seria a construção de muros que impeçam a entrada de água ao edifício, enquanto a impermeabilização reside na construção desta com materiais a tornar a edificação à prova d'água. O último consiste em alterar o lote de modo a minimizar danos em caso de entrada de água no terreno.

### **Telhados Verdes, Cisternas e Pavimentos Porosos**

No que se refere às medidas estruturais em escala do lote, pode-se citar também os telhados verdes que, segundo Miguez *et al.* (2015), reduz drasticamente a velocidade de escoamento e podem ter seu volume tratado se comparado aos telhados convencionais. Além disso, confere conforto acústico e térmico, bem como agrega valor estético. Não obstante, os reservatórios conferem ao terreno a possibilidade de armazenar volume de água no próprio lote de modo a infiltrar no solo, cujo excedente é encaminhado ao sistema convencional, sem o sobrecarregar. Ou ainda, ser armazenado em reservatórios de captação de água pluvial para serem utilizados em atividades domésticas rotineiras que demandam certo volume de água que não sejam destinadas ao consumo humano ou à dessedentação de animais. Outra solução para os lotes são os pavimentos porosos visando à infiltração deste ao solo e armazenamento temporário do volume da chuva no próprio pavimento.

Estes dispositivos são optativos pelo proprietário do terreno, mas o poder público pode interferir no processo por meio de instrumentos legais sejam eles coercitivos, incentivadores ou outro.

### **Bacias de Retenção / Detenção**

Apresentam-se a seguir, o segundo grupo, citado pelo autor, denominado de contenção de jusante. Basicamente é composto por um conjunto de “reservatórios de maior porte que permitem o armazenamento da água drenagem por partes mais significantes da bacia, atuando a jusante da fonte geradora de escoamentos” (URBANAS E STAHERE, 1993, apud. MIGUEZ *et al.*, 2015, p.121). A utilização deste grupo de instrumentos permite a reabilitação de um sistema de drenagem que pode estar saturado, caracterizando-o, portanto, como medida corretiva. São exemplos desta classificação:

- Bacias de retenção: possuem uma lâmina de água permanente, podendo ser integradas à arquitetura urbana como lagos;
- Bacias de detenção: possuem água apenas em operação, podendo possuir outros usos quando secas, como quadras esportivas e praças de lazer; e,
- Bacia de sedimentos: são dimensionadas para permitir a retenção dos sólidos em suspensão.

Os reservatórios subterrâneos possuem o mesmo objetivo de uma bacia de detenção, porém construídos abaixo do nível do solo, o que permite a utilização desta área para outro fim, como área de circulação de veículos, jardim e parque, dependendo do conflito desta área. Devido à necessidade de uma grande área para implantação desses dispositivos fica a cargo do poder público planejar e realizar a manutenção dos mesmos.

### **Dispositivos de Infiltração**

Ainda, podem ser agregados a este grupo, bacias e/ou poços de infiltração como dispositivos de percolação dentro dos lotes com objetivos de reduzir o escoamento superficial e aumentar a recarga do solo, podendo ser integrado às áreas de lazer como campos de futebol ou pistas de skates (MIGUEZ *et al.*, 2015). Com a mesma logística, podem ser distribuídos pela área urbana planos ou valas de infiltração com preservação da vegetação.

Apesar das vantagens apresentadas, os autores apontam também para a sua complexidade, uma vez que é uma solução dispersa, de difícil operação e manutenção em função do grande número de unidades existentes no sistema. A manutenção cria obrigações severas aos proprietários dos lotes, havendo a necessidade de “fiscalização do poder público, o que demanda uma grande conscientização da população e a apropriação deste tipo de solução como algo representativo do bem coletivo” (Tsuchiya,1978; Schilling; 1982; O’Loughilin *et al.*, 1995 apud. MIGUEZ *et al.*, 2015, p. 123). Os dispositivos de infiltração podem ser aplicados tanto em áreas públicas como em residências privadas.

### 2.1.2.1 Vantagens e Limitações das Medidas Compensatórias Estruturais

Vale se atentar a alguns critérios de projeto para cada medida não convencional estrutural levando em conta suas limitações e viabilidade, visto que é possível haver uma piora significativa na quantidade e qualidade das águas pluviais urbanas. Segundo TUCCI (2002), os critérios são: áreas adequadas, capacidade de infiltração do solo, condições solo-aquífero (nível do lençol freático, risco de contaminação do aquífero, fragilidade do solo à ação da água e permeabilidade do solo), condições de localização (declividade do terreno, ausência de exutório, disponibilidade da área e presença de instalações subterrâneas) e condições sanitárias e sedimentológicas (afluência poluída, afluência com alta taxa de sedimentos e risco sanitário e sedimentológico por falha de operação).

De acordo com Tucci (2002), há uma tendência das áreas controladas serem menores para os dispositivos de infiltração e maiores para os de retenção e de detenção. Entretanto, isto pode ser relativo, ou seja, pela própria natureza dos dispositivos, há aqueles que foram concebidos para controle na fonte de pequenas áreas e outros, cuja potencialidade é mais efetiva, para áreas maiores. O autor detalha, para cada medida estrutural não convencional, níveis adequados para implantação, classificando como viável, inviável ou viável com condição específica. No que se refere à área de contribuição, os dispositivos, como bacias de detenção e de retenção, tendem a ter sua viabilidade restringida ao se tratar de áreas abaixo de 10 ha, enquanto que para outros dispositivos utilizados em escala local, acima de 2 há, já o inviabiliza (Figura 6).

Figura 6 – Critério de projeto: área de contribuição.

Medida de Controle MC	Área de Contribuição (ha)									
	0a2	2a4	4a6	6a8	8a10	10a12	12a14	14a20	20a40	> 40
Pavimento Poroso	○	○	○	●	●	●	●	●	●	●
Trincheira de infiltração	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●
Vala de infiltração	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●
Poço de Infiltração	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Microrreservatório	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Telhado reservatório	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Bacia de detenção	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○
Bacia de retenção	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○
Bacia subterrânea	○	○	○	○	●	●	●	●	●	●
Condutos de armazenamento	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Faixa gramada	○	○	●	●	●	●	●	●	●	●

○ viabilidade de implantação  
 ● viabilidade depende de condição específica  
 ● inviável, a princípio

Fonte: TUCCI, 2002.

Quanto à capacidade de infiltração do solo, delimita-se a utilização de dispositivos que possuem a finalidade de infiltrar a água pluvial no solo, tais como o pavimento poroso, trincheiras, valas e bacias de infiltração (Figura 7).

Figura 7 – Critério de projeto: capacidade de infiltração do solo.

Medida de Controle MC	Capacidade de Infiltração (mmh <sup>-1</sup> )									
	0,5	1,0	1,5	2,0	4,0	7,0	13	25	60	200
Pavimento Poroso	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○
Trincheira de infiltração	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○
Vala de infiltração	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○
Poço de Infiltração	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○
Microrreservatório (*)	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○
Bacia de detenção (**)	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Bacia de retenção	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Faixa gramada	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○

○ viabilidade de implantação  
 ● viabilidade depende de condição específica  
 ● inviável, a princípio

(\*) variante infiltrante (sem fundo)  
 (\*\*) caso da variante chamada de bacia de infiltração

Fonte: TUCCI, 2002.

No que se refere às condições de solo-aquífero, as medidas de controle devem se atentar quanto ao nível do lençol freático, uma vez que este reduz a capacidade de infiltração da água no solo, diminuindo, assim, sua capacidade de drenagem do dispositivo, inviabilizando as medidas de infiltração (TUCCI, 2002).

Já em zonas de recarga de aquíferos, pode haver risco de contaminação dos mesmos devido à infiltração de águas superficiais poluídas, promovida pelas

medidas estruturais como bacias de retenção e aqueles que envolvam infiltração. Ainda referente à permeabilidade do subsolo, quando este apresenta características de baixa permeabilidade, seja por ser muito rochoso ou compacto, pode prejudicar dispositivos de infiltração. A utilização das medidas deverá se atentar, também, à fragilidade do solo à ação da água, ou seja, solos argilosos, por se tratarem de solos muito finos, podem desestruturar-se na presença frequente de água, perdendo sua capacidade de suporte e suas características hidráulicas, portando inadequados para receber dispositivos de infiltração, bem como bacias de detenção e retenção (TUCCI, 2002).

Figura 8 – Critério de Projeto: condições solo-aquífero.

Medida de Controle MC	Condições Solo-Aquífero			
	Freático alto	Aquífero em risco	Solo frágil à água	Subsolo impermeável
Pavimento Poroso	●	●	●	●
Trincheira de infiltração	●	●	●	●
Vala de infiltração	●	●	●	●
Poço de Infiltração	○	●	●	●
Microrreservatório	○	○	○	○
Telhado reservatório	○	○	○	○
Bacia de detenção	○	○	●	○
Bacia de retenção	○	●	●	●
Bacia subterrânea	●	○	○	●
Conduitos de armazenamento	○	○	○	●
Faixa gramada	○	○	●	○

○ viabilidade de implantação  
 ○ viabilidade depende de condição específica  
 ● inviável, a princípio

Fonte: TUCCI, 2002.

Para as condições de localização, a declividade do terreno altera o volume de água que é infiltrado no solo pelos dispositivos de pavimento poroso, trincheiras, valas ou poços de infiltração. Também, medidas que não operam por infiltração, exigem, para a descarga do volume regularizado de água, um local de destino, o exutório. O conflito de áreas urbanas é outro fator a ser considerado para a implantação de medidas de controle, principalmente para dispositivos, cuja demanda de área é significativa como as bacias de retenção, detenção ou infiltração, o que inviabiliza a sua implantação. O mesmo ocorre para instalações subterrâneas, visto

que as medidas que operam por infiltração são projetadas para promover a percolação de água no solo, o que pode danificar fundações de construções vizinhas e redes subterrâneas de utilidades (TUCCI, 2002).

Figura 9 – Critério de Projeto: condições de localização.

Medida de Controle MC	Condições de Localização			
	Declividade alta	Ausência de exutório	Restrição de área disponível	Presença de instalações subterrâneas
Pavimento Poroso	●	○	○	●
Trincheira de infiltração	●	○	○	●
Vala de infiltração	●	○	○	●
Poço de Infiltração	○	○	○	●
Microrreservatório	○	●	○	○
Telhado reservatório	○	●	○	○
Bacia de detenção	○	●	●	●
Bacia de retenção	○	●	●	●
Bacia subterrânea	○	●	○	○
Condutos de armazenamento	○	●	○	○
Faixa gramada	○	●	○	○

○ viabilidade de implantação  
 ○ viabilidade depende de condição específica  
 ● inviável, a princípio

Fonte: TUCCI, 2002.

Segundo TUCCI (2002), as condições sanitárias e sedimentológicas podem ser altamente restritivas com relação ao uso das medidas de controle. Porém, este problema pode ser contornado com a implantação de estruturas de pré-tratamento a montante, podendo até exigir estruturas mais complexas, dependendo da carga poluidora. Outro fator importante refere-se à alta taxa de sedimentos que inviabiliza a adoção de qualquer dispositivo, uma vez que as medidas listadas não toleram afluências com cargas elevadas de sedimentos e de resíduos sólidos mal gerenciados. Ainda é existente o risco por falha de operação, caso não haja a devida manutenção que, segundo o autor (ibid), afeta, principalmente, estruturas de maior porte, como bacias de retenção e detenção, justamente por requerem operação de comportas e equipamentos mecânicos que, em caso de falhas, pode haver o acúmulo ou disseminação de escoamentos com alto risco de contaminação (Figura 10).

Figura 10 – Critérios de projeto: condições sanitárias e sedimentológicas.

Medida de Controle MC	Condições Sanitárias e Sedimentológicas			
	Afluência poluída	Afluência c/ alta taxa de sedimentos	Risco sanitário p/falha de operação	Risco sedimentológico por falha de operação
Pavimento Poroso	●	●	○	○
Trincheira de infiltração	●	●	○	○
Vala de infiltração	●	●	○	○
Poço de Infiltração	●	●	○	○
Microrreservatório	●	●	●	○
Telhado reservatório	●	●	●	○
Bacia de detenção	●	●	●	●
Bacia de retenção	●	●	●	●
Bacia subterrânea	●	●	●	●
Condutos armazenamento	●	●	○	○
Faixa gramada	●	●	○	○

○ viabilidade de implantação  
 ● viabilidade depende de condição específica  
 ● inviável, a princípio

Fonte: TUCCI, 2002.

### 2.1.3 Medidas Compensatórias Não Estruturais

Segundo Miguez *et al.* (2015), as medidas estruturais não fornecem uma proteção completa para as áreas consideradas em risco, estando, portanto, sujeitas a eventos esporádicos com magnitude superior ao nível de proteção projetado. Assim sendo, além das intervenções estruturais, podem ser implementadas medidas não convencionais, tais como a preservação da cobertura vegetal, zoneamento de áreas de inundação, seguro contra inundações e o sistema de previsão de alertas de inundações.

#### Preservação da Cobertura Vegetal

A preservação da cobertura vegetal garante a manutenção de um balanço hidrológico equilibrado, preservando funções hidrológicas exercidas na bacia, como a manutenção da capacidade de infiltração, interceptação e detenção das águas precipitadas. Ainda, a mata ciliar auxilia na filtragem do escoamento superficial

afluente aos corpos d'água, reduzindo a carga de poluentes e beneficiando a qualidade da água fluvial (MIGUEZ *et al.*, 2015).

### **Faixas de Inundação**

Miguez e Magalhães (2010) indicam o impedimento ou a restrição da ocupação de planícies de inundação como a mais importante medida não estrutural. Assim, o zoneamento das áreas de inundação é um instrumento imprescindível para mitigar os efeitos danosos de inundações. Miguez *et al.* (2015) afirma que, por meio da modelagem hidrológica e hidrodinâmica, é possível obter produtos com manchas de inundações para chuvas de diferentes tempos de recorrência: 5, 10, 20, 50 e 100 anos. E, a partir disso, podem ser formuladas diretrizes, regulamentos, normas legais do uso do solo para cada uma das faixas de inundação, como representado no Quadro 3.

Quadro 3 – Faixas de inundação de acordo com uso do solo.

<b>Faixas de Inundação</b>	<b>Risco</b>	<b>Uso e Ocupação do Solo</b>
Zona de Passagem de Cheias	Alto risco de inundação	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Possui função hidráulica</li> <li>- Não deve ser ocupada</li> <li>- Uso para agricultura</li> <li>- Paisagismo e proteção ambiental</li> </ul>
Zona com Restrições	Inundações com Tempo de Recorrência entre 5 e 25 anos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parques e atividades recreativas</li> <li>- Uso agrícola</li> <li>- Habitação com mais de um nível</li> <li>- Industrial e comercial, áreas de estacionamento e carregamento, armazenamento de equipamentos facilmente removíveis.</li> <li>- Serviços básicos: linhas de transmissão, estradas e pontes.</li> </ul>
Zona com baixo risco.	Inundações com Tempo de Recorrência entre 50 e 100 anos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Não necessita regulamentação quanto às cheias.</li> <li>- Ocupação sem restrições.</li> <li>- Devem ser adotadas medidas de orientação sobre os riscos, ainda que pequenos, a fim de mitigar possíveis danos em eventos críticos.</li> </ul>

Fonte: MIGUEZ *et al.*, 2015.

### **Seguro Inundações**

De acordo com Miguez *et al.* (2015), fazendo-se uma analogia à disposição de um consumidor de um veículo em investir financeiramente na proteção deste ao contratar um seguro contra acidentes, roubos ou furtos, da mesma forma seria com relação ao seguro contra inundações.

### **Sistema de Cobrança pelo Serviço**

No Brasil, os serviços de drenagem urbana são financiados por uma parcela do município, sendo, geralmente, feito por impostos como o Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU). Enquanto isto, a drenagem urbana não é percebida como prioridade política e, portanto, o financiamento deste serviço se limita aos interesses políticos. O que se observa é a insuficiência dos investimentos, comprometendo o sistema (Cucio, 2009 apud. Cançado *et al.*, 2006).

Em função disso, a implantação de uma cobrança especificamente voltada para a prestação dos serviços de drenagem urbana desvinculada aos impostos, como o IPTU, é de fundamental importância para atender ao disposto no art. 36º da Lei Federal N.º 11.445/2007, que institui a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB):

A cobrança pela prestação do serviço público de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas deve levar em conta, em cada lote urbano, os percentuais de impermeabilização e a existência de dispositivos de amortecimento ou de retenção de água de chuva, bem como poderá considerar:

I - o nível de renda da população da área atendida;

II - as características dos lotes urbanos e as áreas que podem ser neles edificadas. (BRASIL, 2007).

Quatro funções principais podem ser levantadas decorrentes da implantação de um sistema de cobrança pela prestação do serviço de drenagem urbana (ANDRADE, 1998 apud. CANÇADO *et al.*, 2005):

- Cobrir os custos de produção dos serviços e gerar recursos financeiros extras para a expansão dos mesmos: visa a sustentabilidade financeira do sistema de drenagem.
- Fazer adequadamente a ligação entre oferta e demanda com a sinalização para o consumidor do valor dos serviços de drenagem. Esta função está associada à eficiência econômica. A cobrança específica pelo uso dos sistemas estimula ao uso mais “racional” do solo urbano e evita-se a impermeabilização desnecessária ou excessiva deste. Há maior consciência individual do impacto daquela propriedade nos custos envolvidos na drenagem do que em uma cobrança via impostos gerais.

- Remunerar o capital utilizado na produção. A receita gerada pela prestação dos serviços constitui parte da composição do capital a ser empregado no investimento e define a maior ou menor necessidade de recursos financeiros complementares.
- Ser instrumento de redistribuição de renda. No Brasil, uma das principais formas de “utilização social” da tarifa ou taxa sobre os serviços públicos ocorre por meio da concessão de subsídios dos usuários de maior poder aquisitivo para os de menor, assim como dos grandes para os pequenos usuários.

A Política Nacional de Saneamento Básico, em seu art. 29º, reitera o exposto anteriormente ao estabelecer o seguinte (BRASIL, 2007, grifo do autor):

Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança dos serviços:

I - de abastecimento de água e esgotamento sanitário: preferencialmente na forma de tarifas e outros preços públicos, que poderão ser estabelecidos para cada um dos serviços ou para ambos conjuntamente;

II - de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos: taxas ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades;

**III - de manejo de águas pluviais urbanas: na forma de tributos, inclusive taxas, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades.**

Quanto ao manejo de águas pluviais urbanas, ainda coloca a observação de que a cobrança pela prestação deste serviço deve levar em conta, em cada lote urbano, os percentuais de impermeabilização e a existência de dispositivos de amortecimento ou de retenção da água da chuva, devendo ainda considerar o nível de renda da população da área atendida e as características dos lotes urbanos, bem como as áreas que neles podem ser edificadas.

A cobrança pela disponibilização deste bem público pode ser feita por duas formas: tarifa ou taxa. A taxa é "tributo que o Estado exige do particular, em benefício da coletividade, exercitando seu poder de polícia e realizando, mediante solicitação, despesas em prol do contribuinte" (NETO, 1997). Ainda, segundo o mesmo autor, é cobrada de quem se utiliza de serviço público especial e divisível ou daqueles que o tem à sua disposição, sendo "compulsórias e têm sua cobrança condicionada à prévia autorização orçamentária, em relação à lei que as instituiu". Suas características são, portanto, a obrigatoriedade e a divisibilidade.

Enquanto isso, a tarifa, ou preço público, se caracteriza pela facultividade, sem as limitações constitucionais ao poder de tributar e fixado pela autoridade administrativa competente. "Representa a retribuição de um valor em relação à utilização ou compra de bens ou serviços estatais. A receita gerada é industrial, jamais tributária" (NETO, 1997).

Segundo Cançado *et al.* (2005), as duas são praticadas quando é possível a identificação dos beneficiários destes serviços. A tarifa é utilizada quando o serviço público implica alternativa, ou seja, o indivíduo pode escolher entre usá-lo ou não, como, por exemplo, a tarifa pelo transporte público. A taxa está presente nos serviços públicos com utilização obrigatória pela população, independentemente do seu uso efetivo. Normalmente, bens e serviços essenciais, sem substitutos e que são ofertados por um único prestador, no caso, o Estado, apresentam demanda inelástica em relação ao preço, ou seja, preços maiores não afetam significativamente as quantidades consumidas. Esta característica pode ser visualizada na drenagem urbana por Cançado *et al.* (2005). E, uma das dificuldades na definição de um valor da taxa de drenagem urbana ocorre, principalmente, na incapacidade de cobrir todos os custos do sistema, uma vez que estes são elevados e de difícil mensuração.

De acordo com os autores supracitados, os serviços de drenagem demonstram-se como bens públicos ao apresentarem características como a não exclusão e a não rivalidade. Isto significa que não é possível excluir um agente de seu consumo: "quando oferecido os serviços, todos podem e vão obrigatoriamente consumi-los. Além disso, nos limites do sistema, a demanda de um usuário não afeta a disponibilidade de outros" (CANÇADO *et al.*, 2005, p.6). Segundo o autor, pelas questões técnicas que envolvem a drenagem urbana, os serviços são ofertados a toda a população por mais que os indivíduos possam avaliá-los de maneira desigual e usufruir deste em maior ou menor escala. Isso significa, portanto, que a cobrança pelos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas se daria por taxa, e não por tarifa.

Nascimento *et al.* (2003) defendem que a cobrança via taxa permite ao sistema uma distribuição socialmente mais justa dos custos. Assim, os usuários que mais utilizam o sistema de drenagem, em função da quantidade de área

impermeabilizada, são também os mais onerados. Cançado *et al.* (2005) ressalta, ainda, que a drenagem urbana, por ser um bem essencial, embora alguns utilizem em maior ou menor intensidade, é impossível deixar de usufruí-lo, caracterizando-o como um bem divisível e obrigatório. Portanto, a cobrança por taxa seria a melhor opção pela prestação do serviço.

Porém, Tucci (2007) alerta que a implantação deste instrumento se torna inviável em comunidades de baixa renda que ocupam áreas de risco de enchentes, principalmente pela incapacidade destes em pagar por uma taxa ou tarifa e pelo baixo valor dos imóveis a serem assegurados.

### **Sistema de Previsão e Alerta de Inundações**

Quanto ao sistema de previsão de alertas de inundações, atualmente, várias ferramentas de tecnologia da informação têm sido empregadas em atividades de monitoramento e gestão de risco de desastres ambientais, sendo, hoje, fundamentais para a organização e sistematização espacial e temporal do conhecimento, modelagem dinâmica de cenários de risco, aquisição e cruzamento automatizado de dados de sensores diversos em tempo real, para sistemas de monitoramento, controle e alerta precoce de risco iminente, entre outros (REIS *et al.*, 2011).

Como exemplo, a nível federal, foi criado o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) com o objetivo de desenvolver, testar e implementar um sistema de previsão de ocorrência de desastres naturais em áreas suscetíveis de todo o Brasil. O trabalho desenvolvido pelo referido órgão busca aumentar a capacidade da sociedade na redução das catástrofes naturais, diminuindo o número de vítimas e os prejuízos decorrentes a partir do fornecimento de informações sobre risco iminente de desastres naturais (CEMADEN, 2017).

No Estado do Rio de Janeiro foi implantado o Sistema de Alerta de Cheias, criado pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), órgão da Secretaria de Estado do Ambiente (SEA), cuja função é o monitoramento de cheias. O sistema se propõe a informar as autoridades e a população quanto à possibilidade de chuvas intensas e de inundações graduais de modo a evitar perdas materiais e humanas. Primeiramente, o sistema de alerta possui uma rede de estações telemétricas e de radares meteorológicos que enviam, em tempo real, dados de chuva e do nível dos

rios monitorados. Então, na sala de situação do INEA, meteorologistas e técnicos fazem o acompanhamento das condições de tempo e do nível dos rios monitorados em tempo integral (GOVERNO ESTADUAL DO RIO DE JANEIRO, 2017).

Por último, em casos onde há previsão de chuvas fortes ou possibilidade de transbordamento dos rios para a região monitorada, o INEA envia alertas via SMS para agentes da Defesa Civil e parte da população interessada em recebê-las, uma vez feito o cadastro no sistema. Ainda é possível acompanhar as informações atualizadas nas redes sociais do INEA e, com antecedência, por meio dos Boletins Diários que são enviados para os e-mails cadastrados e observar a previsão de mudança nos níveis dos rios ou no próprio website (GOVERNO ESTADUAL DO RIO DE JANEIRO, 2017).

#### 2.1.4 Síntese das Medidas Não Convencionais

Todos os aspectos listados pelos autores supracitados devem compor a etapa de planejamento e gestão da drenagem urbana. As medidas não convencionais estruturais e não estruturais encontram-se sintetizadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Quadro resumo das medidas não convencionais.

<b>Medidas</b>	<b>Estruturais</b>	<b>Não-estruturais</b>
Contenção na Fonte	Telhados verdes ou reservatórios Microrreservatórios Pavimentos porosos Construção à prova de inundação	Seguro contra inundações Cobrança do serviço Preservação da cobertura vegetal
Contenção de Jusante	Planos e valas de infiltração Condutos de armazenamento Poços de infiltração Bacias de infiltração Reservatórios subterrâneos Reservatórios de retenção Reservatórios de detenção Reservatórios de sedimentação	Zoneamento de áreas inundáveis Sistema de previsão e alerta de inundações Preservação da cobertura vegetal Faixas de Inundação

Fonte: o autor.

## 2.2 Aspectos Legais Do Sistema De Drenagem E Manejo De Águas Pluviais

Segundo Souza (2006), a gestão e o planejamento não são termos intercambiáveis nem concorrentes: eles dizem respeito a diferentes tipos de atividades complementares e não se encontram de maneira hierárquica entre si. O planejamento é a preparação para a gestão futura, buscando evitar ou minimizar problemas, além de ampliar margens de manobra. Por outro lado, a gestão está relacionada à atuação contra os problemas do momento presente.

No que se refere ao manejo de águas pluviais, existe certa incompreensão na forma com que se dá o seu planejamento e gestão. “A titularidade das águas da chuva vem recebendo tratamento diferenciado em relação ao estudo das águas em geral”, é o que afirma Ribas (2015, p.114). Segundo a autora, em regra geral, são titulares das águas da chuva aqueles proprietários de terras sobre as quais elas se precipitam, porém, se caírem em um terreno, mesmo que particular, e ultrapassar os limites do mesmo, a elas se aplicam as regras das águas comuns, podendo ser usadas pelo dono do terreno que as receber. No caso de entrarem em terreno de domínio público de uso comum, todos podem apanhá-las, pois são regidas pelas normas das águas públicas.

Esta é uma interpretação possível em relação ao que é estabelecido no Código das Águas, de 1934 (BRASIL, 1934):

Art. 102. Consideram-se águas pluviais, as que procedem imediatamente das chuvas.

Art. 103. As águas pluviais pertencem ao dono do prédio onde caírem diretamente, podendo o mesmo dispor delas a vontade, salvo existindo direito em sentido contrário.

Parágrafo único. Ao dono do prédio, porém, não é permitido:

1º, desperdiçar essas águas em prejuízo dos outros prédios que delas se possam aproveitar, sob pena de indenização aos proprietários dos mesmos;

2º, desviar essas águas de seu curso natural para lhes dar outro, sem consentimento expresso dos donos dos prédios que irão recebê-las.

Art. 104. Transpondo o limite do prédio em que caírem, abandonadas pelo proprietário do mesmo, as águas pluviais, no que lhes for aplicável, ficam sujeitas às regras ditadas para as águas comuns e para as águas públicas.

Art. 105. O proprietário edificará de maneira que o beiral de seu telhado não despeje sobre o prédio vizinho, deixando entre este e o beiral, quando por outro modo não o possa evitar, um intervalo de 10 centímetros, quando menos, de modo que as águas se escoem.

Art. 106. É imprescritível o direito de uso das águas pluviais.

Art. 107. São de domínio público de uso comum as águas pluviais que caírem em lugares ou terrenos públicos de uso comum.

Art. 108. A todos é lícito apanhar estas águas.

Parágrafo único. Não se poderão, porém, construir nestes lugares ou terrenos, reservatórios para o aproveitamento das mesmas águas sem licença da administração.

A partir disso, é possível seguir a linha de raciocínio de Machado (2013, p. 505):

O Código das Águas divide equilibradamente o direito de propriedade das águas pluviais, conforme o lugar em que essas caírem e conforme o curso que a natureza ditar para essas águas. Se as águas das chuvas caírem em um terreno privado, ao seu proprietário inicialmente pertencerão. Se caírem em terrenos ou lugares públicos, todos poderão apanhar as águas pluviais. Essa apropriação será feita gratuitamente e segundo as necessidades, tanto do proprietário privado, quanto de qualquer povo. No caso das águas pluviais caídas em terreno privado, o proprietário deste não poderá desperdiçar essas águas, nem desviá-las do seu curso natural. As águas da chuva têm ligação direta com as águas superficiais e subterrâneas, mas seu regime jurídico não está necessariamente escravizado ao regime daquelas.

A Lei 9.433/1997 não modificou as sábias regras de 1934. Essas regras estimulam os proprietários privados a captar as águas das chuvas para as suas necessidades básicas. Não se trata de impermeabilizar toda a propriedade para transformá-la num reservatório pluvial, impedindo totalmente a infiltração ou a percolação das águas. Possibilita-se àqueles que não são proprietários privados (ou que tenham propriedades de pequena extensão) dirigem-se livremente às praças, espaços livres ou outros espaços públicos para coletar as águas procedentes das chuvas. Segue-se o direito natural, valoriza-se a economia doméstica e observa-se a solidariedade nos lugares áridos.

Apesar de ser uma assertiva cabível, Ribas (2015), não concorda com tal afirmação ao relatar que desta citação podem ser abstraídas assertivas tais como: as águas pluviais não estão sujeitas ao regime da Lei Federal nº 9.433/97; as águas pluviais são objeto de direito real; podem ser apropriadas por sujeitos de direito público ou privado; a apropriação da água da chuva é gratuita e o seu uso não necessita seguir a ordem prioritária estabelecida pela Lei Federal n.º 9.433/1997, em casos de escassez, senão a necessidade do proprietário; a apropriação pode gerar

a exclusão de beneficiários; o uso da água da chuva não demanda a obtenção de outorga.

São afirmações que ferem tanto a Constituição Federal de 1988 quanto os princípios fundamentais estabelecidos da Lei Federal nº 9.433/1997, uma vez que estas superam o paradigma das águas particulares, priorizando direitos como a vida e a dignidade humana (RIBAS, 2015).

De acordo com a constituição de 1988, incluem-se entre os bens do Estado (Art. 26º): “I - as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas, neste caso, na forma da lei, as decorrentes de obras da União” (BRASIL, 1988). Bohn (2003. apud. RIBAS, 2015) entende que, a partir do momento em que as águas pluviais caem no solo, estas passam a ser água superficial fluente ou, então, em depósito, caso estas sejam coletadas pelo proprietário do terreno. Na mesma linha de raciocínio, os princípios fundamentais da Política Nacional de Recursos Hídricos complementam o exposto anteriormente:

I - a água é um bem de domínio público;

II - a água é um recurso natural limitado, dotado de valor econômico;

III - em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano e a dessedentação de animais;

IV - a gestão dos recursos hídricos deve sempre proporcionar o uso múltiplo das águas;

V - a bacia hidrográfica é a unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos;

VI - a gestão dos recursos hídricos deve ser descentralizada e contar com a participação do Poder Público, dos usuários e das comunidades.

Para Ribas (2015), apesar de um dos fundamentos definir a água como um bem de domínio público, não transforma o Poder Público em proprietário das águas, mas apenas seu gestor. Segundo a autora, a água, em todas as suas formas, é bem difuso, pertencendo a uma coletividade indefinida, devendo o Estado gerenciar o seu uso. Sendo assim, acerca do que foi discutido, algumas considerações foram levantadas por Ribas (2015):

as águas pluviais estão sujeitas ao regime da Lei Federal n.º 9.433/1997, haja vista não existir nenhum fundamento jurídico a embasar sua exclusão ou não inclusão das normas gerais;

as águas pluviais não são objetos de direito real, mas de bens sob os quais o Estado exerce poder eminentes para sua gestão;

as águas pluviais são bens de domínio público, não podendo ser apropriadas para o fim de gerar a exclusão de beneficiários;

o uso das águas pluviais, regra geral, é oneroso e se submete ao regime de outorga, mas pode ser isenta dessa obrigatoriedade e gratuita, se estiver em consonância com os usos previstos no Art. 12º § 1º da Lei Federal n.º 9.433/1997; e,

o uso das águas pluviais necessita seguir a ordem prioritária e respeitar os usos múltiplos, estabelecidos pela Lei Federal n.º 9.433/1997, em casos de escassez, mesmo que a captação tenha sido realizada com recursos financeiros particulares.

A despeito do que foi apresentado por Ribas (2015), no Brasil, o planejamento e a gestão das águas pluviais urbanas estão apoiados na Política Nacional de Saneamento Básico, instrumento definido na Lei Nacional de Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2007), de 5 de janeiro de 2007, em conjunto com o seu Decreto Federal nº 7.217/2010, ao definir os princípios fundamentais da prestação de serviços públicos de saneamento básico. Alguns destes princípios, presentes na Lei Federal nº 11.445/2007, podem ser citados: universalização do acesso com segurança e integralidade aos serviços de saneamento básico; promoção da saúde pública; articulação com as políticas de desenvolvimento urbano; proteção ambiental e interesse social; e, adoção de tecnologias apropriadas (BRASIL, 2007).

Dessa forma, apesar da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) – instrumento da Lei Federal nº 9.433/1997 – estabelecer, em seu Art. 2º, como um de seus objetivos o de incentivar e promover a captação, preservação e o aproveitamento de águas pluviais (BRASIL, 1997), a Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) – instrumento da Lei Federal nº 11.445/2007 – deixa explícito que o sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas está integrado ao conceito de saneamento básico, juntamente com o abastecimento público de água potável, esgotamento sanitário e o manejo de resíduos sólidos, sendo excluído o tema de recursos hídricos deste conjunto, conforme o Art. 4º da lei federal (BRASIL, 2007). Sendo assim, a PNRH não exclui as águas pluviais urbanas

de seu regime jurídico, porém, a mesma tem seu planejamento, gestão e regulação definidos pela PNSB, sendo o PMSB, seu principal instrumento de gestão urbana.

Como observado na Lei Federal nº 11.445/2007, haverá a alocação de recursos públicos federais e ou financiamento com recursos da União para a gestão da prestação de serviços de saneamento básico somente quando for apresentado o Plano de Saneamento Básico (BRASIL, 2007). Ou seja, o Plano se torna o principal instrumento da Política Nacional de Saneamento Básico. A Lei incube competências ao titular dos serviços na formulação da política pública de saneamento (BRASIL, 2007):

- elaboração do Plano de Saneamento Básico;
- prestação direta ou por meio de autorização da delegação dos serviços;
- definição do órgão responsável pela regularização e fiscalização dos serviços;
- a adoção de parâmetros para a garantia do atendimento essencial à saúde pública;
- estabelecimento de mecanismos de controle social; e,
- sustentabilidade econômico-financeira.

O Plano deverá obedecer ao seguinte (BRASIL, 2007):

Art. 19. A prestação de serviços públicos de saneamento básico observará o plano, que poderá ser específico para cada serviço, o qual abrangerá, no mínimo:

I - diagnóstico da situação e de seus impactos nas condições de vida, utilizando sistema de indicadores sanitários, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos e apontando as causas das deficiências detectadas;

II - objetivos e metas de curto, médio e longo prazos para a universalização, admitidas soluções graduais e progressivas, observando a compatibilidade com os demais planos setoriais;

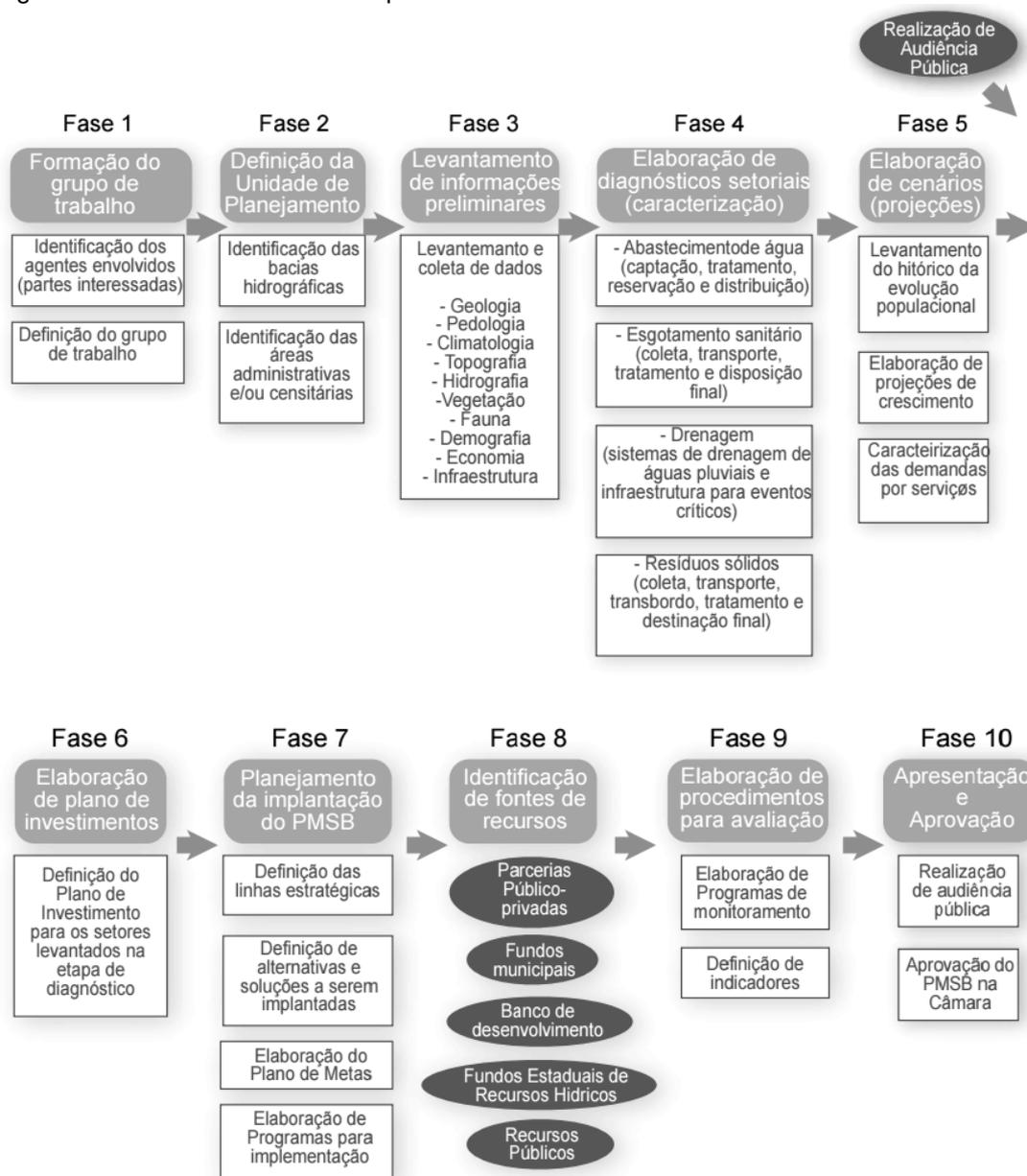
III - programas, projetos e ações necessárias para atingir os objetivos e as metas, de modo compatível com os respectivos planos plurianuais e com outros planos governamentais correlatos, identificando possíveis fontes de financiamento;

IV - ações para emergências e contingências;

V - mecanismos e procedimentos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas.

Essas etapas podem se subdividir, ainda, em 10 fases, desde a formação do grupo de trabalho até a apresentação e aprovação do Plano, como sugerido por Pinho (2009), conforme Figura 11.

Figura 11 - Fases do Plano Municipal de Saneamento Básico



Fonte: Pinho, 2009.

De acordo com o Pinho (2009), o Plano Municipal ou Regional de Saneamento Básico é o meio pelo qual o poder público municipal poderá viabilizar recursos estaduais e federais, além de definir programas de investimentos e estabelecer cronogramas e metas. Segundo o autor, essas medidas reduzem as incertezas e riscos na condução da política municipal, bem como promovem a segurança hídrica, previne doenças, reduz as desigualdades sociais, preservam o

meio urbano de acidentes ambientais como enchentes, falta de água e poluição hídrica.

Ainda referente ao Art. 19º, o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) deve atender a uma série de itens demonstrados a seguir (BRASIL, 2007):

§ 1º Os planos de saneamento básico serão editados pelos titulares, podendo ser elaborados com base em estudos fornecidos pelos prestadores de cada serviço.

§ 2º A consolidação e compatibilização dos planos específicos de cada serviço serão efetuadas pelos respectivos titulares.

§ 3º Os planos de saneamento básico deverão ser compatíveis com os planos das bacias hidrográficas em que estiverem inseridos.

§ 4º Os planos de saneamento básico serão revistos periodicamente, em prazo não superior a 4 (quatro) anos, anteriormente à elaboração do Plano Plurianual.

§ 5º Será assegurada ampla divulgação das propostas dos planos de saneamento básico e dos estudos que as fundamentem, inclusive com a realização de audiências ou consultas públicas.

§ 6º A delegação de serviço de saneamento básico não dispensa o cumprimento pelo prestador do respectivo plano de saneamento básico em vigor à época da delegação.

§ 7º Quando envolverem serviços regionalizados, os planos de saneamento básico devem ser editados em conformidade com o estabelecido no art. 14 desta Lei.

§ 8º Exceto quando regional, o plano de saneamento básico deverá englobar integralmente o território do ente da Federação que o elaborou.

Antes mesmo da data de publicação da Lei da Política Nacional de Saneamento Básico, Tucci (2002) já havia feito suas considerações sobre a regulamentação do manejo das águas pluviais urbanas, o que ele denominava estruturação do Plano Diretor de Drenagem Urbana. O autor aponta para doze princípios fundamentais para a gestão e planejamento de águas pluviais urbanas, como o plano municipal de saneamento básico, de modo a criar mecanismos de gestão da infraestrutura urbana relacionado com o escoamento das águas pluviais e dos rios na área urbana:

- a) A drenagem faz parte da infraestrutura urbana, portanto deve ser planejada em conjunto com os outros sistemas, principalmente o plano de controle ambiental, esgotamento sanitário, disposição de material

sólidos e tráfego, havendo necessidade de um Plano de Drenagem Urbana integrado aos demais;

- b) O escoamento, durante os eventos chuvosos, não pode ser ampliado pela ocupação da bacia, tanto num simples loteamento, como nas obras de macrodrenagem existentes no ambiente urbano, como a construção de pontes, rodovias e a impermeabilização dos espaços urbanos. O princípio é de que, cada usuário urbano, não deve ampliar a cheia natural;
- c) As medidas de controle do sistema de drenagem urbana não podem reduzir o impacto de uma área em detrimento de outra, ou seja, os impactos de quaisquer medidas não devem ser transferidos. Caso isso ocorra, deve-se prever medidas mitigadoras;
- d) Deve ser previsto a minimização do impacto ambiental devido ao escoamento pluvial através da compatibilização com o planejamento do saneamento ambiental, controle do material sólido e a redução da carga poluente nas águas pluviais que escoam para o sistema fluvial externo à cidade;
- e) Plano Diretor de Drenagem Urbana, na sua regulamentação, deve contemplar o planejamento das áreas a serem desenvolvidas e a densificação das áreas atualmente loteadas. Depois que a bacia, ou parte dela, estiver ocupada, dificilmente o poder público terá condições de responsabilizar aqueles que estiverem ampliando a cheia. Portanto, se a ação pública não for realizada preventivamente, através do gerenciamento, as consequências econômicas e sociais futuras serão muito maiores para todo o município;
- f) O controle de enchentes é realizado através de medidas estruturais e não estruturais, que, dificilmente, estão dissociadas. As medidas estruturais envolvem grande quantidade de recursos e resolvem somente problemas específicos e localizados. A política de controle de enchentes, certamente, poderá chegar a soluções estruturais para alguns locais, mas dentro da visão de conjunto de toda a bacia, onde estas estão racionalmente integradas com outras medidas preventivas (não-estruturais) e compatibilizadas com o esperado desenvolvimento

urbano. O controle deve ser realizado considerando a bacia como um todo e não trechos isolados;

- g) Valorização dos mecanismos naturais de escoamento na bacia hidrográfica, preservando, quando possível, os canais naturais;
- h) Integrar o planejamento setorial de drenagem urbana, esgotamento sanitário e resíduo sólido;
- i) Os meios de implantação do controle de enchentes são o Plano Diretor Urbano, as Legislações Municipal / Estadual e o Manual de Drenagem. O primeiro estabelece as linhas principais, as legislações controlam e o manual orienta;
- j) O controle permanente: o controle de enchentes é um processo permanente. Não basta que se estabeleçam regulamentos e que se construam obras de proteção. É necessário estar atento às potenciais violações da legislação na expansão da ocupação do solo das áreas de risco. Portanto, recomenda-se que: nenhum espaço de risco seja desapropriado se não houver uma imediata ocupação pública que evite sua invasão; e a comunidade tenha uma participação nos anseios, nos planos, na sua execução e na contínua obediência das medidas de controle de enchentes;
- k) A educação de engenheiros, arquitetos, agrônomos e geólogos, entre outros profissionais da população e de administradores públicos é essencial para que as decisões públicas sejam tomadas conscientemente por todos; e,
- l) O custo da implantação das medidas estruturais e de operação e manutenção da drenagem urbana deve ser transferido aos proprietários dos lotes, proporcionalmente à sua área impermeável, que é a geradora de volume adicional, com relação às condições naturais.

Ainda, a infraestrutura atual do sistema de drenagem de águas pluviais deverá ser diagnosticada considerando sua adequabilidade e eventuais problemas. Também deverá ser incluso a avaliação completa da infraestrutura dos sistemas existentes nas áreas dispersas (áreas ruais indígenas, quilombolas e tradicionais). Segundo informações da Fundação Nacional da Saúde (FUNASA), seguimento do

Ministério da Saúde, deverão constar, no mínimo, as seguintes informações, de modo a possibilitar um diagnóstico da situação do serviço de drenagem e manejo de águas pluviais (BRASIL, 2012):

- a) Verificar a existência do Plano Diretor Municipal;
- b) Verificar o conhecimento da legislação existente sobre o parcelamento e uso do solo urbano e rural;
- c) Descrição do sistema de macrodrenagem (galeria, canal, etc.) e microdrenagem (rede, bocas-de-lobo e órgãos acessórios) atualmente empregado na área de planejamento. Essa descrição deverá englobar croqui georreferenciado dos principais lançamentos da macrodrenagem, desenhos, fluxogramas, fotografias e planilhas que permitam o entendimento dos sistemas em operação;
- d) Descrição dos sistemas de manutenção da rede de drenagem;
- e) Verificar a existência de fiscalização do cumprimento da legislação vigente;
- f) Identificar o nível de atuação da fiscalização em drenagem urbana;
- g) Identificar os órgãos municipais com alguma provável ação em controle de enchentes e drenagem urbana e identificar suas atribuições;
- h) Verificar a obrigatoriedade da microdrenagem para implantação de loteamentos ou aberturas de ruas;
- i) Verificar a separação entre os sistemas de drenagem e de esgotamento sanitário;
- j) Verificar a existência de ligações clandestinas de esgotos sanitários ao sistema de drenagem pluvial;
- k) Identificar os principais tipos de problemas (alagamentos, transbordamentos de córregos, pontos de estrangulamento, capacidade das tubulações insuficientes, etc.) observados na área urbana e verificar a frequência de ocorrência e localização desses problemas;
- l) Verificar a relação entre a evolução populacional, processo de urbanização e quantidade de ocorrência de inundações;
- m) Verificar se existem manutenção e limpeza da drenagem natural e artificial e a frequência com que são feitas;

- n) Identificação e descrição dos principais fundos de vale, por onde é feito o escoamento das águas de chuva;
- o) Análise da capacidade limite com elaboração de croqui georreferenciado das bacias contribuintes para a microdrenagem;
- p) Receitas operacionais e despesas de custeio e investimento;
- q) Apresentar os indicadores operacionais, econômico-financeiros, administrativos e de qualidade dos serviços prestados; e,
- r) Verificar se o município apresenta registros de mortalidade por malária.

Em uma versão mais recente, a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades (BRASIL, 2016) elaborou um termo de referência para elaboração de Plano Municipal de Saneamento Básico. O documento descreve que, para os serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, o diagnóstico deve abranger tanto a área rural quanto a urbana, identificar núcleos carentes ou excluídos dos serviços e a caracterização dos aspectos econômicos relacionados ao acesso aos serviços. Além disso, deve também considerar índices, parâmetros e normas em vigor, bem como estar em harmonia com os Planos Diretores Municipais, os Planos de Recursos Hídricos e os de Bacias Hidrográficas. A lista completa pode ser extraída conforme apresentado a seguir (BRASIL, 2016):

- a) Análise crítica do plano diretor de drenagem urbana ou recursos hídricos, caso existam, quanto à implantação, atualizada e demandas futuras;
- b) Identificação da infraestrutura atual e análise crítica dos sistemas de drenagem e manejo das águas pluviais e das técnicas e tecnologias adotadas quanto à sua atualidade e pertinência em face dos novos pressupostos e também quanto ao manejo das águas pluviais. Incluir textos, croquis, desenhos, fluxogramas, fotografias e planilhas que permitam o perfeito entendimento dos sistemas;
- c) Identificação de lacunas no atendimento pelo poder público, incluindo demandas de ações estruturais e não estruturais para o manejo das águas pluviais, com análise do sistema de drenagem existente quanto

- à sua cobertura, capacidade de transporte, manutenção e estado das estruturas;
- d) Identificação das deficiências no sistema natural de drenagem a partir de estudos hidrológicos;
  - e) Verificação da separação entre os sistemas de drenagem e de esgotamento sanitário;
  - f) Estudo das características morfológicas e determinação de índices físicos (hidrografia, pluviometria, topografia e outros) para as bacias e microbacias, em especial das áreas urbanas;
  - g) Caracterização e indicação cartográfica das áreas de risco de enchentes, inundações, escorregamentos, em especial para as áreas urbanas e, quando possível, destacando: hidrografia, pluviometria, topografia, características do solo, uso atual das terras, índices de impermeabilização e cobertura vegetal;
  - h) Elaboração de mapas com identificação de manchas de áreas de riscos de enchentes para diferentes períodos de retorno de chuvas;
  - i) Análise de indicadores epidemiológicos de agravos à saúde cuja incidência pode ser determinada por deficiência nos sistemas de manejo de águas pluviais; e,
  - j) Análise dos processos erosivos e sedimentológicos e sua influência na degradação das bacias e riscos de enchentes, inundações e deslizamentos de terra.

Os dois termos de referência analisados têm pontos convergentes quanto à elaboração do diagnóstico do setor de drenagem urbana, a identificação de problemas relacionados a inundações e alagamentos, elaboração de mapas, croquis que os apresentam de forma clara e objetiva, verificação da manutenção das redes e identificação de uma rede separadora de esgoto, porém, divergem em vários outros aspectos.

O TR da FUNASA apresentou-se extenso ao exigir uma verificação do Plano Diretor e a Lei de Parcelamento do Uso e Ocupação do Solo, descrição da administração municipal e dos órgãos municipais envolvidos no sistema de drenagem, aspectos econômico-financeiro da prestação de serviço, indicadores operacionais e de saúde, ao contrário do que foi observado no TR do MCidades.

Entretanto, este último apresentou-se mais crítico ao exigir uma análise do Plano Diretor com relação à rede de drenagem urbana, mesmo que não mencionasse sobre Uso e Ocupação do Solo, por inserir o conceito de medidas compensatórias estruturais e não estruturais no documento, em solicitar estudos hidrológicos, de processos erosivos e de identificação de ligações clandestinas de esgotamento sanitário nas galerias de águas pluviais, todos não previstos pelo da FUNASA.

Muitos dos itens apresentados anteriormente ainda são utilizados largamente por prefeituras municipais no momento de administrar o início dos trabalhos no que se refere a planos municipais de saneamento básico, mais especificamente na elaboração do conteúdo mínimo presente em termos de referências, geralmente anexos a processos licitatórios. Ou seja, a empresa vencedora de uma licitação pública deve apresentar no PMSB, além das etapas exigidas pela Política Nacional de Saneamento Básico para cada vertente do saneamento, também o conteúdo mínimo apresentado nos termos de referências, geralmente anexos aos documentos legais das licitações.

Por outro lado, o atendimento desses itens não parece trazer resultados significativos no que se refere à prestação do serviço de drenagem urbana. O Programa Drenagem Urbana e Controle de Erosão Marítima e Fluvial, definido no Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB), sob gestão do Ministério da Integração Nacional, é um exemplo disto. O programa possui o objetivo de desenvolver obras de drenagem urbana em consonância com as políticas de desenvolvimento urbano e de uso e ocupação do solo, tendo como alvo principal as populações urbanas e litorâneas residentes em áreas sujeitas a inundações periódicas. Em contrapartida, o aumento da taxa de urbanização, aliado a processos de desmatamento, impermeabilização do solo e uso de áreas ribeirinhas têm contribuído para situações de inundações, alagamentos e enchentes (PLANSAB, 2013).

Isto é ocasionado, principalmente, pelo enfoque que tem sido dado a obras estruturais em detrimento da apropriação de novas concepções para o manejo de águas pluviais urbanas por meio de uma política não só de transferí-la rapidamente a jusante, mas também adotar ações de retê-la, armazená-la e aproveitá-la para outros usos através de medidas não estruturais e reestruturação da legislação vigente (PLANSAB, 2013).

Segundo Righetto *et al.* (2009), o manejo de águas pluviais urbanas inicia-se pelo conhecimento da bacia hidrográfica em questão, mediante um levantamento de suas condições atuais e do processo de urbanização. A etapa seguinte, de acordo com o autor, seria realizar um estudo das características de ocupação do solo atuais e futuras e das diretrizes quanto às normas e leis reguladoras do uso e ocupação do solo e de proteção ambiental. A partir de então, as ações podem seguir em duas vertentes (RIGHETTO *et al.*, 2009):

A primeira trata da infraestrutura, dos elementos hidráulicos estruturais, das práticas de contenção e transporte das águas pluviais, tanto nas fontes geradoras de deflúvios superficiais, como lotes, praças e parques, quanto no sistema viário, dos sistemas de micro e macrodrenagem, dos sistemas de transposição, do carreamento e deposição de sedimentos e resíduos sólidos, etc. A segunda trata dos dispositivos legais e de administração, da infraestrutura de drenagem, envolvendo a operacionalidade do sistema, a manutenção, a fiscalização e medidas de remediação em tempo real, em função de anomalias inevitáveis naturais ou geradas em função da dinâmica de ocupação do espaço urbano.

Quanto à segunda etapa descrita anteriormente, Tucci (2002) complementa que o manejo de águas pluviais urbanas deve contemplar as seguintes dimensões:

1. Bacia Hidrográfica como um sistema: o planejamento estratégico para controle do escoamento pluvial deve considerar toda a bacia, prevendo os efeitos das possíveis ações no funcionamento do sistema como um todo.
2. Medidas de controle no conjunto da bacia: as ações e intervenções previstas no planejamento devem associar as medidas estruturais às não estruturais de modo a diminuir os impactos e os custos de obras, buscando soluções sustentáveis e a elevação da qualidade de vida;
3. Meios de implantação: devem estar devidamente integrados o Plano Diretor Urbano, a Legislação Municipal/Estadual e o Plano de Manejo de Águas Pluviais, a fim de estabelecer as linhas principais, controlar e orientar o planejamento do controle de inundações, respectivamente.
4. Horizonte de expansão: deve ser considerado no planejamento o zoneamento das áreas elaborado no Plano Diretor e a previsão do uso e ocupação do solo, dessas áreas, em conformidade com os interesses estratégicos para o controle das inundações, garantindo os índices de adensamento e impermeabilização estabelecidos;

5. Critérios sustentáveis: a implantação de novas edificações não deve alterar de forma significativa as condições hidrológicas naturais do local, preservando ao máximo e sempre que possível, as vazões de cheia originais pré-implantação. Os dispositivos de drenagem devem priorizar os mecanismos naturais do escoamento, como retenção e infiltração;
6. Controle permanente: o respeito às condições estabelecidas no plano é de vital importância para o funcionamento do sistema de controle de inundações, sendo recomendada para áreas de risco desapropriadas a imediata ocupação pública, para evitar novas invasões e, ainda, incentivar a participação da sociedade em toda a fase do planejamento, desde a concepção até a implantação e manutenção;
7. Educação: a disseminação da informação é a mais eficiente maneira de garantir o pleno funcionamento do sistema de controle de inundações, seja pelo treinamento do corpo técnico municipal, conferindo uma melhor confecção das soluções técnicas, seja pela educação da própria população, conscientizando-se todos da importância das medidas previstas e da participação ao longo de todo o processo, tornando-o mais legítimo e com um maior nível de aceitabilidade;
8. Administração/Institucional: a manutenção e o controle são imprescindíveis para o correto funcionamento do sistema de drenagem, sendo sua administração de competência municipal.

Em suma, é possível classificar o conteúdo mínimo apresentado pela FUNASA e pelo Ministério das Cidades, de acordo com os princípios de uma nova concepção de drenagem urbana, adaptados de Tucci (2002) e Righetto *et al.* (2009).

Quadro 5 – Princípios da drenagem urbana correlacionados com o conteúdo mínimo.

Princípios		Itens dos Termos de Referências	
		FUNASA	Ministério das Cidades
1ª Etapa: Convencional		c, h, i, j	d, e
2ª Etapa: Não Convencional	1. Bacia Hidrográfica	c, k, l, n,	b, e, f, g, j
	2. Medidas de Controle	-	c
	3. Meios de Implantação	a, b, e, f	a, c
	4. Horizonte de Expansão	o	h
	5. Critérios Sustentáveis	-	-
	6. Controle Permanente	-	-
	7. Educação	q, r	i
	8. Administração	d, g, m, p,	-

Fonte: o autor, adaptado de Tucci, 2002 e Righetto *et al.*, 2009.

Como pode ser observado, há uma lacuna a ser preenchida com relação aos princípios sugeridos por Tucci (2002), tais como critérios sustentáveis, controle permanente, medidas de controle e de administração. Segundo Borja (2004), o planejamento se constitui um processo dinâmico que deve ser periodicamente revisto e reorientado, não devendo ser encerrado no plano e, sim, articulado com as transformações da sociedade. Estas observações também são pertinentes para os termos de referências, uma vez que os PMSB's são reflexos das exigências de seus respectivos termos de referência e, portanto, também devem ser objetos de avaliação por meio de estudos e indicadores.

Esta lacuna pode ser ainda maior, visto que os poderes municipais, interessados na contratação de empresas para elaborar o PMSB, têm a liberdade de adotar ou não tais modelos de termos de referência. Para fundamentar esta informação, foram observados 15 termos de referência para PMSB's com enfoque no que se refere ao setor de drenagem e manejo de águas pluviais. Os municípios observados foram: Alegre/ES; Andirá/PR; Barra Velha/SC; Blumenau/SC; Brasília/DF; Brazópolis/MG; Boa Vista da Aparecida/PR; Bonito/MG; Lapa/PR; Piraquara/PR; Presidente Kennedy/PR; Santa Helena/PR; São José dos Pinhais/PR; São Pedro do Iguaçu/PR; e Telêmaco Borba/PR. Salienta-se que não se entrou no mérito estrutural das etapas do PMSB, ou seja, na forma com que ele foi construído (como já apresentado na Figura 11). Atentou-se somente na questão conceitual da drenagem.

Extraiu-se dos termos de referência em observação, dados pertinentes e referentes somente ao setor destacado, os quais, somados, compõem um panorama

preliminar de informações sobre drenagem e manejo de águas pluviais urbanas que um PMSB deverá apresentar. Foi observado um total de 73 (setenta e três) informações distintas presentes nos Termos de Referências (TR's), das quais foram agrupados em 44 (quarenta e quatro) aspectos influenciadores para uma boa gestão das águas pluviais em uma determinada bacia hidrográfica para, então, compor um *checklist*. A lista completa pode ser visualizada no Quadro 6.

Quadro 6 – *Checklist* dos aspectos extraídos da drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

1	Plano Diretor	23	Cobertura do Atendimento
2	Uso e Ocupação do Solo	24	Área Rural
3	Descrição do Sistema	25	Regime Hidrológico
4	Manutenção	26	Coeficiente de Escoamento
5	Fiscalização	27	Amortecimento de vazões de cheias
6	Nível de Fiscalização	28	Áreas de ausência de sistema
7	Arranjo Institucional	29	Projetos paralelos
8	Loteamentos	30	Condições dos corpos receptores
9	Separação do Esgotamento Sanitário	31	Identificação de Falhas do Sistema
10	Ligações Clandestinas	32	Pavimentação
11	Áreas de Risco	33	Sistemas Não Convencionais
12	Evolução Populacional	34	Histórico de Inundações
13	Fundos de Vale	35	Área Permeável / Impermeável
14	Capacidade do Sistema	36	Poluição Difusa
15	Sustentabilidade Econômico-Financeira da Prestação de Serviço	37	Implementação de Soluções Compensatórias
16	Indicadores do Sistema	38	Retenção do Escoamento Superficial na Fonte Geradora
17	Indicadores Epidemiológicos	39	Tratamento de Fundo de Vale
18	Análise das tecnologias adotadas	40	Medidas de Controle contra Impactos de Inundações e Alagamentos
19	Lacunas Poder Público	41	Medidas de Controle contra Assoreamento
20	Estudos Hidrológicos	42	Medidas de Controle contra Poluição Hídrica
21	Características Morfológicas	43	Medidas de Emergência e Contingência
22	Assoreamento e Erosão	44	Mobilização Social

Fonte: o autor.

Por meio deste *checklist*, é possível notar uma variedade de formas de composição entre os termos de referências observados, ao contrário do que se imaginava (Quadro 7).



Quadro 7 – Análise dos Termos de Referência com base no Checklist.

(continuação)

Nº	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	DF	ES	MG	MG	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	PR	SC	SC	ES
	Brasília	Pres. Kennedy	Bonito	Brazópolis	Andirá	Boa Vista da Aparecida	Lapa	Piraquara	São José dos Pinhais	São Pedro do Iguaçu	Telemaco Borba	Santa Helena	Barra Velha	Blumenau	Alegre
37	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
42	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
43	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Nota: 1 – Aspecto contemplado no Termo de Referência; 0 – Aspecto não contemplado no Termo de Referência.

Fonte: o autor, adaptado de ADASA, 2015; ALEGRE, 2013; ANDIRÁ, 2017; BARRA VELHA, 2017; BLUMENAU, [201-]; BOA VISTA DA APARECIDA, [201-]; BONITO, 2017; BRAZÓPOLIS, 2017; FPTI, 2016; FPTI, 2017; LAPA, 2014; PIRAQUARA, 2014; PRESIDENTE KENNEDY, [201-]; SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, 2011; TELÊMACO BORBA, 2015.

## 2.3 INDICADORES

Os instrumentos típicos do urbanismo, de acordo com Souza (2010, p. 217), são “os vários tipos de índices ou parâmetros que regulam a densidade e a forma de ocupação do espaço”, não necessariamente caracterizados na dimensão física do planejamento urbano. Podem ser classificados de diversas naturezas e agrupados, mais especificamente, em cinco grupos principais: informativos, estimuladores, inibidores, coercitivos e outros.

Souza (2010, pg. 218) define os instrumentos informativos como sistemas e meios de divulgação de informações relevantes para grupos sociais, como demonstrar o interesse por locais que possuem potencial para investimento pelo Poder Público. Os estimuladores compreendem os incentivos fiscais e outras vantagens oferecidas a empreendedores privados para atrair investimentos de um determinado espaço. Os instrumentos inibidores são aqueles cuja aplicação limita a margem de manobra de agentes modeladores do espaço urbano, tais como o parcelamento e a edificação compulsórios, o IPTU progressivo e a desapropriação. Ainda existem os coercitivos, que são instrumentos fortes, os quais são estabelecidos limites legais precisos para as atividades dos agentes modeladores. Por último, o autor (*ibid*) abrange para os instrumentos, cujo propósito não é propriamente o de informar, estimular, coibir ou coagir, tendo como objetivo a auferição de recursos adicionais, como a benfeitoria que vai além das obrigações corriqueiras da Prefeitura Municipal.

Visto isso, os indicadores podem ser utilizados como instrumentos de gestão urbana como mecanismos de avaliação de desempenho dos serviços públicos prestados. Conforme estabelecido na Agenda 21, em seu art. 36º do capítulo 6, do Ministério do Meio Ambiente:

Devem ser melhor desenvolvidos e adotados mais amplamente modelos de tomadas de decisão que permitam avaliar os custos e os impactos sobre a saúde e o meio ambiente de tecnologias e estratégias alternativas. Em se tratando de desenvolvimento e gerenciamento urbano, para que haja avanço é preciso melhores estatísticas nacionais e municipais baseadas em indicadores práticos e padronizados. O desenvolvimento de métodos é uma prioridade para medir as variações intra-urbanas (sic) e intra-distritais (sic) da situação sanitária e ambiental, e para a aplicação dessas informações ao planejamento e ao gerenciamento (BRASIL, 1995).

Sendo assim, define-se conjunto de indicadores como “informações que apontam as características ou o que está ocorrendo com o sistema podendo ser uma variável ou uma função de variáveis” (SIENA, 2002 apud. KRAMA, 2008).

Conceitos que frequentemente se misturam com indicadores são dados e informações. De acordo com Pavani e Scucuglia (2011), o dado é a menor instância registrada em algum processo que, se somado a outros dados, resulta em uma informação. De forma simplificada, o quociente entre duas informações diferentes resulta em um indicador.

O indicador resume, sempre, duas ou mais informações, sendo a característica de interesse a ser mensurada um fator relevante que, quando bem definido, incorre em foco, objetivo e relevante para a tomada de decisões para melhorias e correções de rumo nos processos. Tanto o indicador quanto a informação são amplamente utilizados para análise e desenvolvimento dos processos, podendo a palavra “indicadores” também ser equivalente para informações inseridas em um sistema de medição de desempenho, o que permite, portanto, que a informação possa ser agregada também ao conceito de indicadores (PAVANI, SCUCUGLIA, 2011).

O Quadro 8 demonstra as principais diferenças com relação aos conceitos de dados, informações e indicadores.

Quadro 8 – Diferença entre dados, informações e indicadores.

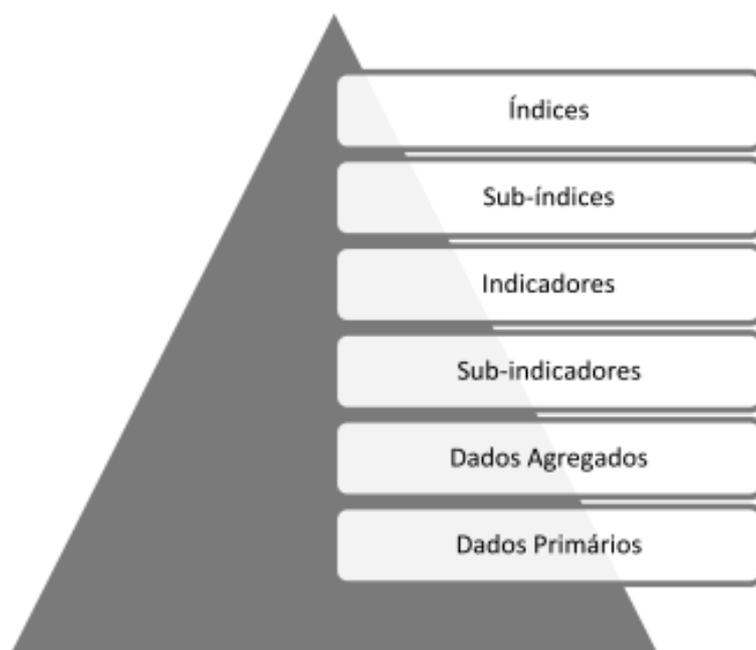
<b>Dados</b>	<b>Informações</b>	<b>Indicadores</b>
Disponível para manipulação no banco de dados	Organizadas e já manipuladas em primeiro nível	Manipulados matematicamente através de fórmulas
Abundantes e armazenados em sua totalidade	Selecionadas em formatos de telas e/ou relatórios	Parametrizados em formatos de gráficos lineares
Viabilizados através de coleta de dados	Viabilizadas através de softwares gerenciais	Viabilizados através de regras de contagem
Não tem foco na gestão	Foco abrangente e dispersivo	Foco no que é relevante

Fonte: Pavani, Scucuglia, 2011.

Verifica-se também a importância em separar os conceitos de indicadores e índices: “enquanto indicador explicita o atributo que permite a qualificação das condições dos serviços, índice é o parâmetro que mede cada indicador, atribuindo-lhe valores numéricos” (GARCIAS, 1991). Loureiro (2005) aponta que a combinação de indicadores dotados de valores numéricos resulta em índices que, por sua vez, possui elevado poder de influência perante a opinião pública e para a tomada de decisões.

A Figura 12 representa a hierarquização dos variados níveis de informação conforme sugere Daronco (2014).

Figura 12 – Hierarquização dos variados níveis de informação.



Fonte: Daronco, 2014.

Tironi *et al.* (1991) aponta que um bom indicador deve apresentar determinadas características como:

- Simplicidade: passível de entendimento ou compreensão para todos os servidores envolvidos no processo
- Amplitude: apresenta um grau satisfatório de cobertura ou representatividade das atividades e resultados gerados;
- Disponibilidade: deve ser calculado com dados disponíveis ou facilmente obtido;
- Estabilidade: significa que o indicador deve perdurar ao longo do tempo, sendo gerado com base em procedimentos rotinizados, incorporados às atividades normais de determinado órgão.
- Confiabilidade: referir-se preferencialmente às etapas principais do processo, tanto no sentido de serem críticas ao alcance dos resultados, quanto no de serem interfaces de atendimento às necessidades do usuário.

Trzesniak (1998, apud. Daronco, 2014) demonstra algumas etapas para a determinação de indicadores, conforme apresentado a seguir:

- Fase que antecede a obtenção de informações:
  - o Proposição dos indicadores: busca, no processo, de dimensão ou características que possam conter as respostas desejadas;
  - o Padronização da metodologia de obtenção: deve ser estável, bem definida e reproduzível, de modo a ser repetida em circunstâncias idênticas;
- Fase de obtenção das informações:
  - o Reelaboração dos dados brutos: as informações desejadas, geralmente, ficam escondidas nos dados colhidos, sendo necessário reelaborá-los para que elas apareçam;
  - o Interpretação: deve-se entender o que realmente as informações representam;
- Fase de aperfeiçoamento do indicador:
  - o Refinamento: após a interpretação, pode surgir a necessidade de um refinamento (enunciado de perguntas, metodologia, reelaboração);
  - o Valores de referência: um indicador consolidado pode identificar valores específicos, dotados de significados relevantes que podem tornar-se metas a superar.

Babbie (1989, apud. Daronco, 2014) apresenta etapas específicas e obrigatórias para a construção dos indicadores:

- Seleção de itens: deve analisar a validade lógica, ou seja, o indicador deve, obrigatoriamente, medir a variável desejada, devendo-se observar as características específicas das dimensões que se pretende mensurar. A natureza dos itens irá determinar a especificidade ou não do indicador.
- Relações binárias entre itens: deve-se fazer uma análise das relações binárias entre os itens para se determinar o tipo e a força da relação empírica que os pares de itens têm entre si. Pares com relações muito fracas dificilmente estarão medindo a mesma dimensão da variável e devem ser eliminados. Relações demasiadamente fortes indicam que ambos os itens estão medindo a mesma dimensão da mesma maneira.

- Análise multivariada: o indicador deverá ser capaz de demonstrar diferentes níveis do parâmetro analisado em diferentes locais, de forma que cada item que constitui o indicador deve contribuir para a avaliação de cada sujeito de pesquisa. Itens perfeitamente correlacionados não devem fazer parte do mesmo indicador.
- Pontuação do indicador: deve-se determinar o intervalo de variação do indicador e o número de casos em cada ponto do índice. Quanto maior o intervalo entre os dois extremos, menor o número de casos em cada extremo, devendo-se considerar o nível de graduação exigido pelo estudo para determinar o número de intervalos na escala do indicador. Deve-se decidir se cada item terá o mesmo valor ou se haverá um sistema de pesos de cada item.

De acordo com Bandeira (2003), há uma classificação para os indicadores quanto ao seu tipo: quantitativos ou qualitativos, conforme Quadro 9.

Quadro 9 – Tipo de Indicadores.

Tipo de Indicador	Características
Quantitativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apoiados no paradigma racionalista hipotético dedutivo;</li> <li>- Possuem caráter numérico;</li> <li>- Baseiam-se em amostras probabilísticas;</li> <li>- Permitem respostas curtas com possibilidade de serem formalizadas matematicamente; e,</li> <li>- Facilidade de sistematização</li> </ul>
Qualitativos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apoiados em paradigmas naturalistas;</li> <li>- Visam a compreensão do processo;</li> <li>- Enfoque mais holístico;</li> <li>- Amostras reduzidas, não probabilísticas; e,</li> <li>- Permitem respostas longas, muito detalhadas e variadas, sem padronização.</li> </ul>

Fonte: Bandeira, 2003.

Garcias (1991) complementa que os indicadores de saneamento devem cumprir as seguintes funções:

- representar as condições urbanas de saneamento, ou seja, compor as informações básicas de um cadastro de informações técnicas que permita o conhecimento permanente das disponibilidades e necessidades dos serviços urbanos, facilitando a definição de parâmetros, critérios de projeto e racionalização dos serviços.

- possibilitar a análise sistemática de verificação da evolução das condições de atendimento à população, ditando as medidas corretivas necessárias ao planejamento urbano, concorrendo para a melhoria da qualidade de vida no meio urbano.

Os indicadores de qualidade de saneamento básico podem ser determinados somente se for considerada a correlação entre os indicadores específicos de saneamento que, por sua vez, é composto pelos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana e de resíduos sólidos urbanos e os indicadores gerais, compostos pelos indicadores demográficos, sociais, de saúde e econômicos.

Tendo em vista que o foco do trabalho resulta em apresentar somente dados referentes a uma das quatro vertentes do saneamento básico - a drenagem e manejo de águas pluviais urbanas - o próximo capítulo se atentou em fundamentar o assunto sobre os indicadores de tal natureza.

### **2.3.1 Indicadores de Drenagem Urbana**

Recentemente, a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA) do Ministério das Cidades (MCidades) informou nas redes de comunicações o início dos trabalhos para a coleta de dados e, posteriormente, divulgação anual do produto intitulado “Diagnóstico dos Serviços de Águas Pluviais Urbanas”, com base em dados do Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SNIS). Segundo a Secretaria, a previsão do primeiro documento referente a este setor do saneamento básico era para setembro de 2017, referente ao ano de 2015, porém teve sua divulgação adiada para o início de 2019. Fortunadamente, o documento foi publicado antes da data prevista, em junho de 2018. Vale ressaltar que a responsabilidade de preencher os formulários fornecidos pelo Ministério das Cidades são os próprios poderes públicos municipais. A sua participação é voluntária, porém vale como requisito obrigatório para acesso aos recursos de investimentos sob a gestão do próprio Ministério das Cidades (BRASIL, 2018a).

O ANEXO A apresenta o sistema de informações solicitado aos poderes públicos municipais, o qual se trata de dados gerais, dados sobre cobrança, dados financeiros, de infraestrutura, operacionais e de gestão de risco. Este grupo de

informações poderia ser classificado por Bandeira (2003) e Pavani e Scucuglia (2011) em um sistema de indicadores qualitativos.

Este sistema elaborado pelo Ministério das Cidades segue recomendação de Daronco (2014), ao apresentar uma hierarquização dos dados, a qual os dados primários são agregados para formar um sistema de informações – também considerado um sistema de indicadores (qualitativos) – e são, por sua vez, manipulados e refinados de maneira a serem criados os subíndices ou índices do sistema com o intuito de poder serem realizadas avaliações fundamentadas em dados confiáveis.

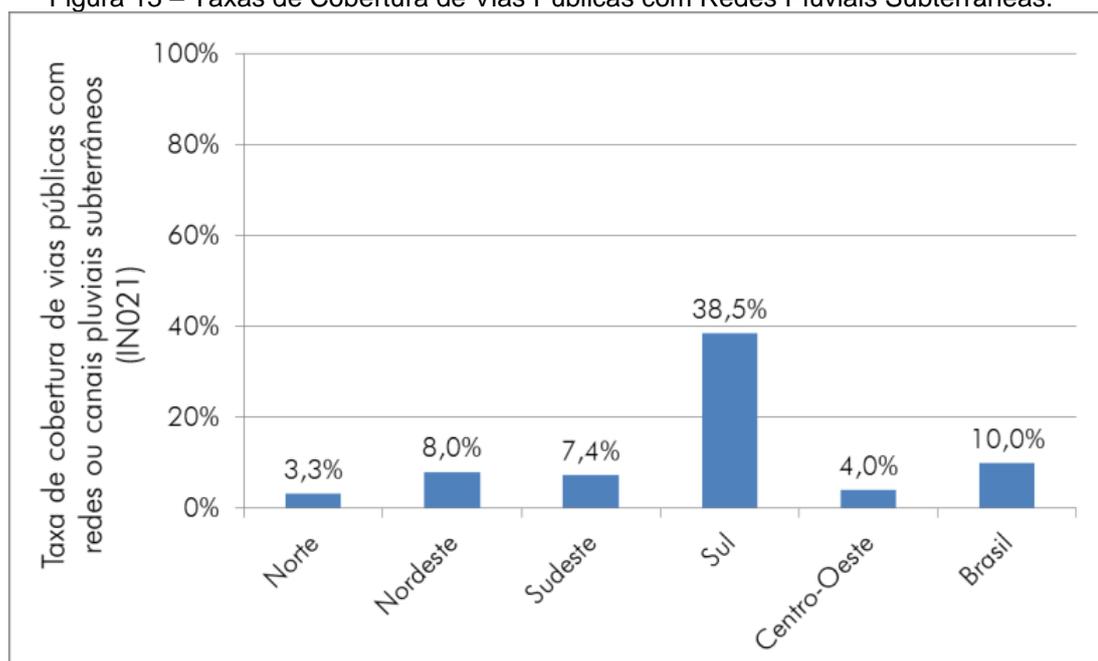
Segundo o diagnóstico, podem ser elencadas algumas especificidades quanto aos serviços de drenagem urbana. Na maioria dos municípios brasileiros, a gestão é de responsabilidade direta da administração municipal, não existindo uma entidade específica não vinculadas pelas prefeituras por estes serviços. Ainda afirma que, de uma forma geral, os municípios apresentam deficiências de gestão da infraestrutura e incapacitação técnica pela necessidade de agentes municipais (BRASIL, 2018a).

A carência de dados é um aspecto que preocupa, principalmente pelo fato de os municípios não efetuarem a coleta sistemática de dados deste serviço, sendo, portanto, insuficientes para influenciar as tomadas de decisão. Em muitos casos, constatou-se a falta de mapeamento cartográfico detalhado, falta generalizada de cadastro do sistema de águas pluviais (o que dificulta o conhecimento da sua estrutura física), inexistência de mapeamento de áreas de risco e, ainda, carência de registros precisos sobre falhas no sistema de drenagem (população afetada, valoração dos prejuízos).

Outro aspecto refere-se a não existência de normas técnicas de âmbito nacional para projetos. Isto faz com que a terminologia e os critérios variem muito de município para município. O funcionamento do sistema de drenagem depende de várias externalidades como o clima, relevo, geologia, impermeabilização do solo e o regime dos corpos hídricos situados no município. Portanto, é importante destacar que um sistema poderá ter sua capacidade superada diante de um evento excepcional, não significando necessariamente que seja deficiente. Adota-se, portanto, um risco admissível, ou seja, os sistemas são projetados por um cálculo hidrológico considerando um tempo de recorrência equivalente a 100 anos, diminuindo para 1% a probabilidade de ter a capacidade superada.

Sobre a taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais subterrâneos de drenagem pluvial na área urbana, os dados são alarmantes. Apenas 10,0 % das vias públicas de todo o Brasil possui o sistema de drenagem para a coleta e destinação das águas pluviais. Fazendo-se a análise por região, a região Sul é a mais representativa com 38%, enquanto que as demais regiões apresentam índices não superiores a 8,0%, como demonstra a Figura 13.

Figura 13 – Taxas de Cobertura de Vias Públicas com Redes Pluviais Subterrâneas.



Fonte: BRASIL, 2018a.

Outro aspecto estudado refere-se ao percentual de municípios que adotaram soluções não convencionais como a de drenagem natural, ou seja, que utilizem métodos de infiltração como valas e faixas de infiltração. A média brasileira é de 18,3%, sendo que a região que mais se destaca é a Norte, com índice de 29,8%, porém tratando-se de números absolutos, a região Sudeste possui a maior quantidade de vias públicas com tais soluções, equivalente a 9.094,9 km. O Quadro 10 apresenta os valores na íntegra.

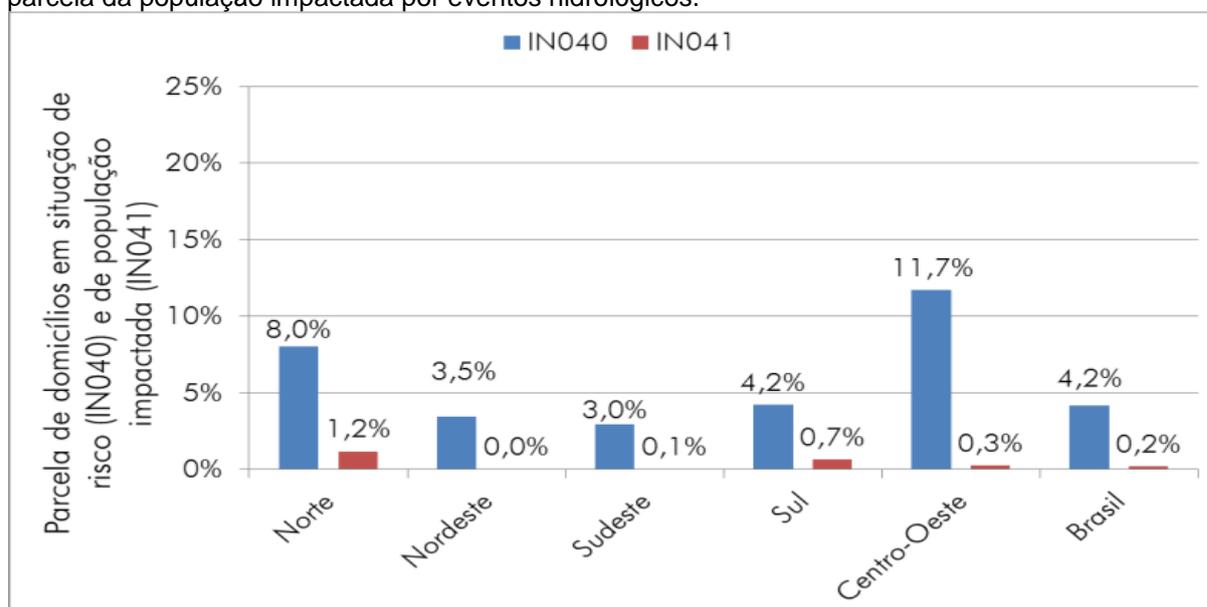
Quadro 10 – Vias Públicas Urbanas com Soluções de Drenagem Natural.

Região geográfica	Percentual de municípios que possuem vias públicas urbanas com soluções de drenagem natural (%)	Extensão total de vias públicas urbanas com soluções de drenagem natural (km)
Norte	29,8	5.359,4
Nordeste	19,3	698,9
Sudeste	16,1	9.094,9
Sul	18,7	2.606,5
Centro-Oeste	16,7	1.438,8
Brasil	18,3	19.198,5

Fonte: BRASIL, 2018a.

Se o fato de o Brasil possuir um sistema deficitário de drenagem urbana já é suficiente para expor a população a riscos como alagamentos e/ou inundações, o perigo se torna ainda maior na medida em que os domicílios se instalam em áreas de risco, o que contribui ainda mais para perdas humanas e materiais por eventos hidrológicos, como é demonstrado na Figura 14.

Figura 14 – Comparação entre a parcela de domicílios em situação de risco de inundação e a parcela da população impactada por eventos hidrológicos.



Fonte: BRASIL, 2018a.

Tendo em vista este cenário deficiente, é de interesse nacional que os municípios possuam algum tipo de sistema de alertas sobre riscos hidrológicos, permitindo às autoridades informar com antecedência à população e,

consequentemente, evitar perdas. Porém, como mostra o Quadro 11, apenas 13,2% dos municípios amostrados possuem tal sistema.

Quadro 11 – Quantidade e percentual de municípios que possuem sistema de alerta de riscos hidrológicos.

Região geográfica	Quantidade de municípios participantes	Municípios com sistema de alerta	
		Quantidade	%
Norte	124	13	10,5%
Nordeste	503	43	8,6%
Sudeste	933	158	16,9%
Sul	795	113	14,2%
Centro-Oeste	186	9	4,8%
Brasil	2.541	336	13,2 %

Fonte: BRASIL, 2018a.

As mudanças climáticas apresentadas pelo IPCC (2014) e PBMC (2014) demonstram uma tendência no aumento do regime de chuvas em biomas presentes na região Sul e Sudeste do Brasil. Isso somado ao cenário atual de um sistema deficiente no que se refere à drenagem urbana, reforça a necessidade de investimentos de cunho institucional e financeiro, de modo a reduzir o impacto de natureza negativa sobre a população brasileira.

### 3 METODOLOGIA

“Para que um conhecimento possa ser considerado científico, torna-se necessário identificar as operações mentais e técnicas que possibilitam a sua verificação” (GIL, 2000, p.8), ou seja, determinar o método que possibilitou chegar a esse conhecimento.

Considerando o grande número de métodos, é conveniente classificá-los em diferentes grupos de modo a esclarecer acerca dos procedimentos lógicos que deverão ser seguidos no processo de investigação científica. Os métodos podem, então, ser classificados em dedutivo, indutivo, hipotético-dedutivo, dialético e fenomenológico. A esta pesquisa só é de interesse apresentar os dois primeiros.

O método dedutivo, proposto por racionalistas, é o método pelo qual parte do geral e, a seguir, desce ao particular, isto é, parte de princípios reconhecidos como verdadeiros e indiscutíveis e possibilita chegar a conclusões em virtude de sua lógica. Enquanto o método indutivo procede inversamente, ou seja, coloca a generalização como produto do trabalho de coleta de dados particulares, caracterizando-se como método empírico (GIL, 2000).

#### 3.1 MÉTODO DA PESQUISA

Para o presente trabalho, atribuiu-se como método de pesquisa o indutivo. A partir disso, é de interesse determinar a abordagem científica do presente estudo. Quanto a este tópico, a pesquisa pode ter, basicamente, três abordagens: quantitativa, qualitativa ou misto. Assumiu-se a responsabilidade de configurá-la como método misto, uma vez que possui “uma abordagem da investigação que combina ou associa as formas qualitativa e quantitativa” (CRESWELL, 2010, p.27).

Visto isso, deve ser definida a estratégia de pesquisa, sendo a que mais se adequa ao estudo é denominada como método misto sequencial, em que “o pesquisador procura elaborar ou expandir os achados de um método com os de outro método” (CRESWELL, 2010, p.39). O autor exemplifica que a pesquisa pode ser iniciada com uma entrevista qualitativa para propósitos exploratórios e prosseguir com um método quantitativo para que o pesquisador possa generalizar os resultados para uma população. Diferentemente dos termos “população” e

“amostra”, utilizados pelo autor (*ibid*), a presente pesquisa possui o propósito de iniciar a pesquisa por meio de um levantamento bibliográfico a partir de um processo exploratório (abordagem qualitativa), a fim de se identificar as variáveis fundamentais em um sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. A partir dos elementos essenciais identificados, adota-se o processo analítico ou descritivo (abordagem quantitativa), por meio da utilização de documentos oficiais – termos de referências, planos de saneamento básico com ênfase na drenagem urbana e outros documentos julgados necessários.

Portanto, o presente estudo se constitui de duas fases: a primeira qualitativa, com a finalidade exploratória por meio de levantamento bibliográfico. E a segunda, de delimitação quantitativa, com objetivo analítico a partir de uma pesquisa documental, assemelhando-se, então, ao método misto sequencial supra explicado. Em suma, o Quadro 12 apresenta a síntese das informações acima detalhadas, associados aos objetivos específicos da pesquisa e o método para atingir cada um deles.

Quadro 12 – Síntese da metodologia científica adotada.

<b>Fase</b>	<b>Etapa</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Método</b>
Exploratória	Etapa 1	Compreender a nova abordagem que vem sendo integrada ao conceito de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas;	Levantamento bibliográfico sobre a influência das características da bacia hidrográfica sobre o meio urbano; os impactos do processo de urbanização sobre o ciclo hidrológico; efeitos da urbanização sobre os sistemas de drenagem urbana; minimização dos impactos sobre o ciclo hidrológico por meio de um sistema integrado de drenagem urbana; planejamento e gestão urbanos; os planos de saneamento básico; os termos de referência que os concedem; documentos complementares e, finalmente, sistemas de indicadores.
	Etapa 2	Identificar os instrumentos fundamentais para o planejamento urbano dos sistemas de drenagem urbana;	Extraír do levantamento bibliográfico os principais elementos do sistema de drenagem urbana.
Analítica	Etapa 3	Desenvolver um sistema de indicadores com base nos instrumentos identificados;	Desenvolver um modelo de indicadores a partir dos elementos identificados, gerar um índice de satisfação para cada um e, finalmente, calcular a média aritmética dos mesmos de modo a se obter um índice geral;
	Etapa 4	Analisar o planejamento e a gestão da drenagem e manejo de águas pluviais urbanas por meio do sistema de indicadores	Aplicar o modelo desenvolvido de modo a avaliar se o planejamento urbano atende ou não à finalidade de haver um sistema de drenagem urbana integrado aos indicadores apresentados no modelo.

Fonte: o autor.

### 3.2 ABRANGÊNCIA DE PESQUISA

A abrangência de pesquisa está diretamente relacionada ao universo e à amostragem do estudo. Entende-se por universo como a totalidade de amostras que possuem as determinadas características consideradas semelhantes entre si. Enquanto a amostra é uma parte do universo selecionada para um estudo de acordo com uma regra ou plano, sendo que ela pode ser probabilística ou não probabilística (SILVA, MENEZES, 2005, p. 32).

Optou-se por uma amostragem não probabilística, uma vez que o presente estudo é limitado, conforme a disponibilização do conjunto de dados, sendo observados os dois documentos: Planos Municipais de Saneamento Básico e seus respectivos Termos de Referência. De acordo com a legislação vigente, o PMSB, deve estar à disposição dos usuários por meio da divulgação da Prefeitura Municipal ou órgão titular, porém não corresponde com a realidade dos fatos, haja visto que geralmente ficam disponíveis por algumas semanas nos endereços eletrônicos, logo após ter sido realizada a audiência pública, etapa obrigatória para que ocorra a aprovação dos mesmos.

Outro fator limitante refere-se à quantidade de municípios brasileiros que possui PMSB's elaborados. De acordo com estudo realizado pelo Ministério das Cidades em parceria com o Instituto Trata Brasil, que demonstra um panorama geral da questão do saneamento básico, atesta que somente 30% dos municípios brasileiros declararam possuir o Plano, ou seja, do universo de 5.570 municípios, apenas 1.692 apresentam PMSB; patamar que sobe para 68% quando somado ao percentual de municípios que declaram estar elaborando o PMSB, dados estes referentes a outubro de 2016 (BRASIL, 2017). Resultado que acompanha razoavelmente as metas do PLANSAB (2013) ao determinar os percentuais de municípios que devem apresentar o PMSB em determinados anos: 32% em 2018; 51% em 2021; e, 90% em 2033.

Segundo dados fornecidos pelo MCidades (BRASIL, 2017), é possível notar uma importante diferença entre os dados coletados das regiões do Brasil. Observou-se que as regiões Sudeste e Sul lideram o *ranking* ao apresentar 693 e 662 municípios que elaboraram o PMSB, respectivamente, e, em seguida, a região Nordeste com 184 planos. Enquanto isso, as regiões Norte e Centro-Oeste preocupam: apenas 99 municípios elaboraram-nos. Em termos de percentual, segue

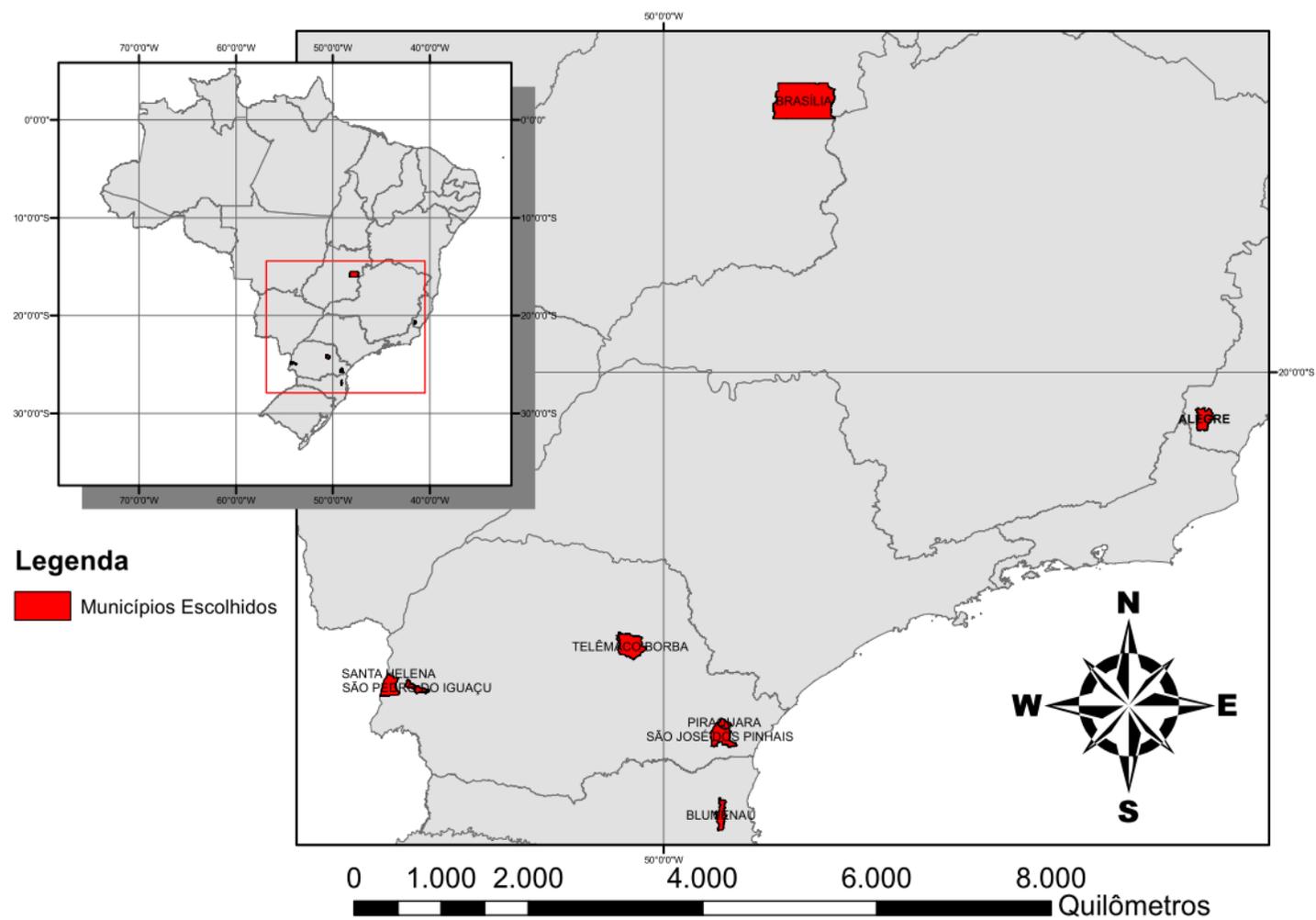
o índice de municípios que possuem o plano elaborado: Norte: 22%; Nordeste: 10%; Centro-Oeste: 12%; Sudeste: 40%; Sul: 58%.

Ademais, dos municípios que possuem planos, são raros aqueles que respeitam o princípio da integralidade da Lei da Política Nacional de Saneamento Básico, nos quais devem ser observados os quatro setores do saneamento básico. Isto não é o que tem sido observado, ou seja, a vertente da drenagem e manejo de águas pluviais urbanas vem sendo negligenciada na elaboração dos Planos desde a confecção dos seus termos de referências. Não existem dados oficiais com relação a isso, porém é recorrente.

Tendo em vista as dificuldades e limitações do tema, a investigação será realizada com base em documentos oficiais, inicialmente, pelos termos de referência de PMSB's em sites de busca e, então, será verificado se o seu respectivo PMSB encontra-se elaborado, bem como devem ser disponibilizados publicamente nos endereços eletrônicos dos Poderes Públicos Municipais. Desse modo, o modelo proposto será aplicado aos seguintes municípios brasileiros: Alegre/ES; Blumenau/SC; Brasília/DF; Piraquara/PR; Santa Helena/PR; São José dos Pinhais/PR; São Pedro do Iguaçu/PR; e, Telêmaco Borba/PR (Figura 15).

O recorte de pesquisa se limitou principalmente aos municípios localizados nas regiões sul e sudeste, que como destacado no item 1.2, dados do IPCC (2014) e PBMC (2014) apontam para um aumento na intensidade e frequência de chuvas nos biomas presentes nessa regiões (Pampa e Mata Atlancia S/SE) nos próximos anos e, coincidentemente são as regiões que apresentam maior número de PMSB's elaborados, aumentando a probabilidade de serem coletados dados quanto aos próprios documentos e seus respectivos termos de referência. Brasília, apesar de estar localizada na região Centro-Oeste, não necessita de justificativas, uma vez que se trata da capital do Brasil, servindo como modelo para todo território nacional.

Figura 15 – Mapa de Localização dos Municípios Escolhidos.



Fonte: IBGE (2010), adaptado pelo autor com emprego do software ArcGis®.

### 3.3 MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO PLANEJAMENTO E GESTÃO DA DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

O método de avaliação do planejamento e gestão da drenagem e manejo de águas pluviais foi detalhado no Quadro 13. O modelo de avaliação fundamentou-se a partir de 50 indicadores adaptados dos 44 (quarenta e quatro) aspectos identificados anteriormente da análise preliminar dos Termos de Referência, apresentado no Quadro 6. Estes dados foram agrupados e classificados em 08 (oito) dimensões, adaptadas dos conceitos apontados por Tucci (2002) e Righetto *et al.* (2009), anteriormente: (a) Infraestrutura; (b) Medidas de Controle; (c) Meios de Implantação; (d) Horizonte de Expansão; (e) Critérios de Sustentabilidade; (f) Controle Permanente; (g) Educação; e (h) Apoio Institucional. A classificação encontra-se detalhada no APÊNDICE A. O modelo relaciona as dimensões para cada uma das três fases interdependentes do sistema de drenagem e manejo de águas pluviais: **(a)** o Termo de Referência, **(b)** o Planejamento e **(c)** a Gestão.

É possível verificar que a maioria dos indicadores apresentados no Quadro 6 pode ser classificado como indicadores qualitativos. Assim, de modo a poder avaliar se o novo conceito de drenagem urbana se aplica às fases do termo de referência, planejamento e gestão, faz-se necessária a transformação destes em indicadores quantitativos como foi feito no Quadro 13.

Quadro 13 – Atribuição de Índices para os seus respectivos Indicadores.

Dimensões	Item	Indicadores	Termo de Referência (TR)	Planejamento	Gestão
			O TR faz exigência?	Contempla no PMSB?	Indicadores extraídos dos documentos PMSB's, SNIS e outros
A: Infraestrutura	5	Descrição do Sistema de Drenagem	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Não se aplica
	15	Identificação das Áreas de Risco	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Não se aplica
	17	Evolução Populacional	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Parcela da população afetada por eventos hidrológicos – Dados do SNIS (BRASIL, 2018d)
	18	Fundos de Vale	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Não se aplica
	19	Capacidade do Sistema	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Não se aplica
	25	Estudos Hidrológicos	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Não se aplica
	126	Características Morfológicas	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Não se aplica
	27	Assoreamento e Erosão	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Não se aplica
	28	Cobertura do Atendimento	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Índice de Cobertura do Atendimento – Dados do SNIS (BRASIL, 2018d)
	29	Área Rural	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Parcela de área urbana em relação à área total Dados do SNIS (BRASIL, 2018d)
	30	Regime Hidrológico	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Não se aplica
	31	Coeficiente de Escoamento (CE)	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Índice de Coeficiente de Escoamento indiretamente proporcional: $I31 = 1 - CE$
	33	Áreas de Ausência de Sistema	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Não se aplica
	37	Pavimentação	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Índice de Pavimentação – Dados do SNIS (BRASIL, 2018d)
	44	Tratamento do Fundo de Vale	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	No respectivo PMSB, afirma haver tratamento de fundo de vale? Se sim (1,0); se não (0,0)
		<b>ÍNDICE</b>	Média Aritm.	Média Aritm.	Média Aritmética
B: Medidas de Controle	6	Descrição do Sistema de Drenagem considerando medidas de controle	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	No respectivo PMSB, afirma haver medidas de controle? Se sim (1,0); se não (0,0)
	23	Análise das Tecnologias Adotadas	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Não se aplica
	32	Amortecimento de vazões de cheias (identificação por mapas)	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Não se aplica
	36	Identificação de Falhas do Sistema	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	No respectivo PMSB, afirma haver falhas do sistema? Se sim (1,0); se não (0,0)
	38	Sistemas Não Convencionais	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	No respectivo PMSB, o município adota sistemas estruturais não convencionais? Se sim (1,0); se não (0,0)

Quadro 13 – Atribuição de Índices para os seus respectivos Indicadores.

(continuação)

Dimensões	Item	Indicadores	Termo de Referência (TR)	Planejamento	Gestão
			O TR faz exigência?	Contempla no PMSB?	Indicadores extraídos dos PMSB's, SNIS ou outros:
B: Medidas de Controle	40	Área permeável	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	No respectivo PMSB: Percentual de Área Permeável sobre Área Impermeável da área urbana
	45	Medidas de Controle contra Impactos de Inundações e Alagamentos	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	No âmbito da legislação municipal, há referência de medidas de controle contra impactos de inundações e alagamentos? Se sim (1,0); se não (0,0)
	46	Medidas de Controle contra Assoreamento	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	No âmbito da legislação municipal, há referência de medidas de controle contra assoreamento? Se sim (1,0); se não (0,0)
	47	Medidas de Controle contra Poluição Difusa	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	No âmbito da legislação municipal, há referência de medidas de controle contra poluição difusa? Se sim (1,0); se não (0,0)
	48	Medidas de Emergência e Contingência	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Há Plano Municipal de Emergência e Contingência contra desastres da Defesa Civil? Se sim (1,0); se não (0,0)
			<b>ÍNDICE</b>	Média Aritm.	Média Aritm.
C: Meios de Implantação	1	Existência do Plano Diretor	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Plano Diretor existe? Se sim (1,0); se não (0,0)
	3	Uso e Ocupação do Solo e Parcelamento do Solo	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Não se aplica: foi transferido para o I16
	24	Lacunas Poder Público	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Não se aplica
	34	Projetos Paralelos	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Há integração entre os diversos planos que abordam a drenagem urbana? Se sim (1,0); se não (0,0)
	42	Implementação de Soluções Compensatórias	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	A legislação vigente municipal aborda questões quanto à implementação de soluções compensatórias? Se sim (1,0); se não (0,0)
			<b>ÍNDICE</b>	Média Aritm.	Média Aritm.
D: Horizonte de Expansão	2	Crítica ao Plano Diretor	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	No Plano Diretor municipal, é contemplado alguma referência quanto às águas pluviais? Se sim (1,0); se não (0,0)
	4	Uso e Ocupação do Solo	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Legislação municipal de Uso e Ocupação do Solo determina diretrizes com relação à drenagem urbana? Se sim (1,0); se não (0,0)
	16	Áreas de Risco norteiam o horizonte de expansão?	Não se aplica	Não se aplica	No Plano Diretor ou na Lei Municipal de Uso e Ocupação do Solo, as Áreas de Risco norteiam o horizonte de expansão? Se sim (1,0); se não (0,0)
	39	Histórico/Áreas de Inundações	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	SNIS: [1- (Parcela de domicílios em situação de risco de inundação)] (BRASIL, 2018d)
			<b>ÍNDICE</b>	Média Aritm.	Média Aritm.

Quadro 13 – Atribuição de Índices para os seus respectivos Indicadores.

(continuação)

Dimensões	Item	Indicadores	Termo de Referência (TR)	Planejamento	Gestão
			O TR faz exigência?	Contempla no PMSB?	Indicadores extraídos dos PMSB's, SNIS ou outros:
E: Critérios de Sustentabilidade	7	Descrição do Sistema de Drenagem observando tratamento e disposição final da água pluvial	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	No PMSB, foi constatado que o município se preocupa no tratamento e disposição final da água pluvial? Se sim (1,0); se não (0,0)
	13	Separação do Sistema de Esgotamento Sanitário	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	No PMSB, foi constatado que o município separa o sistema de esgotamento sanitário do de drenagem urbana? Se sim (1,0); se não (0,0)
	14	Ligações Clandestinas	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	No PMSB, foi constatado que há presença de ligações clandestinas no município? Se sim (0,0); se não (1,0); ou % de ligações clandestinas sobre o total.
	35	Condições dos corpos receptores	Não se aplica	Não se aplica	Consultar material sobre Indicador de Qualidade da Água (IQA) da Agência Nacional das Águas (ANA), (BRASIL, 2009) e identificar a pontuação do rio mais próximo do município em questão. Considerar: 1,0 – Ótimo; 0,8 – Boa; Aceitável – 0,5; Ruim – 0,3; Péssima – 0,0
	41	Poluição Difusa	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	No PMSB, foram constatados problemas de qualidade das águas pluviais devido à poluição difusa? Se sim (0,0); Se não (1,0)
	43	Retenção do Escoamento Superficial na Fonte Geradora	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Na legislação municipal vigente, há diretrizes para o controle de escoamentos na fonte? Se sim (1,0); se não (0,0)
			<b>ÍNDICE</b>	Média Aritm.	Média Aritm.
F: Controle Permanente	8	Manutenção do Sistema	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	De acordo com o PMSB, a manutenção dos sistemas de drenagem urbana é feita duas vezes por ano, no mínimo? Se sim (1,0); se não (0,0)
	9	Fiscalização	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Há fiscalização da legislação vigente com relação ao manejo de águas pluviais? Se sim (1,0); se não (0,0)
	10	Eficiência da Fiscalização	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	O PMSB caracteriza a fiscalização atual suficiente? Se sim (1,0); se não (0,0)
	12	Loteamentos	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Na legislação municipal vigente, há obrigatoriedade da microdrenagem quanto à implantação de loteamentos ou abertura de ruas? Se sim (1,0); se não (0,0)
	50	Sistema de Monitoramento de Inundações	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	O município previu sistema de monitoramento de inundações? Se sim (1,0); se não (0,0)
			<b>ÍNDICE</b>	Média Aritm.	Média Aritm.

Quadro 13 – Atribuição de Índices para os seus respectivos Indicadores.

(conclusão)

Dimensões	Item	Indicadores	Termo de Referência (TR)	Planejamento	Gestão
			O TR faz exigência?	Contempla no PMSB?	Indicadores extraídos dos PMSB's, SNIS ou outros:
G: Educação	21	Indicadores do Sistema	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	No PMSB, há indicadores de satisfação do sistema de drenagem urbana? Se sim (adotar índice); se não (0,0)
	22	Indicadores Epidemiológicos	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Houve aumento de casos das doenças observadas no PMSB? Se sim (0,0); se não (1,0)
	49	Mobilização Social	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	No respectivo PMSB, constatou-se a divulgação de notícias com relação à drenagem e manejo de águas pluviais urbanas? Se sim (1,0); se não (0,0)
		ÍNDICE	Média Aritm.	Média Aritm.	Média Aritmética
H: Institucional	11	Arranjo Institucional	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Segundo o PMSB, há um arranjo institucional específico para a drenagem urbana? Se sim (1,0); há órgãos responsáveis, porém não específicos (0,5); se não (0,0)
	20	Sustentabilidade Econômico-Financeira da Prestação de Serviço	Sim: 1,0 Não: 0,0	Sim: 1,0 Não: 0,0	Segundo dados do PMSB ou do SNIS, o saldo é positivo ou negativo com relação ao sistema de drenagem urbana? Se positivo (1,0); se negativo (0,0) (BRASIL, 2018d)
		ÍNDICE	Média Aritm.	Média Aritm.	Média Aritmética

Nota: Caso os dados não tenham sido fornecidos nas respectivas referências, será adotado valor 0,0.  
Fonte: o autor.

Para os indicadores referentes às fases Termo de Referência e de Planejamento, o que se verifica é se o indicador qualitativo foi contemplado nas exigências do próprio TR e no PMSB, respectivamente. Portanto, o menor índice possível é 0% (se não atende aos requisitos), enquanto o maior é de 100% (se atende aos requisitos). Quanto à Gestão, os documentos oficiais consultados referem-se a indicadores presentes nos próprios PMSB's (primários) ou que podem ser extraídos destes, além de dados fornecidos do SNIS e outros que se julguem necessários (secundários), cujos índices também variam de 0% a 100%, conforme apresentado no Quadro 13.

A partir disso, é feita a média aritmética de todos os indicadores de uma determinada dimensão para determinar o seu índice. Posteriormente, repete-se o processo para todas as oito dimensões para definir o índice de uma fase. A média aritmética de todas as fases indica o Índice de Satisfação do Manejo de Águas Pluviais (ISMAP), responsável por medir o grau de adequação do sistema de

drenagem e manejo de águas pluviais a uma nova perspectiva do mesmo, para um determinado município.

Importante também entender a forma como ocorreu a construção dos 44 para 50 indicadores. Foram desmembrados o aspecto Plano Diretor em dois, assim como Uso e Ocupação do Solo e Áreas de Risco, enquanto a Descrição do Sistema foi dividido em três grupos. Foi acrescentado mais um aspecto quanto ao Sistema de Monitoramento de Inundações, somando um total de 50 indicadores.

O aspecto Plano Diretor foi desmembrado em dois indicadores, atribuindo a um que exigisse somente a existência do mesmo e ao outro que constasse uma análise crítica do mesmo, para, então, serem classificados nas dimensões Meios de Implantação (C) e Horizonte de Expansão (D), respectivamente. A mesma linha de raciocínio segue para o aspecto Uso e Ocupação do Solo com a diferença de que a dimensão C relaciona-se somente com as fases Termo de Referência e Planejamento, enquanto a dimensão D, exclusivamente, com a de Gestão.

O aspecto Descrição do Sistema foi desmembrado em três: uma que contém todo o detalhamento aprofundado do sistema, outra que verifica a ênfase com que é dada à detenção e retenção para o amortecimento de vazões de cheias e, por último, ao tratamento e disposição final das águas pluviais. Estes foram classificados nas dimensões de Infraestrutura (A), Medidas de Controle (B) e Critérios de Sustentabilidade (E), respectivamente.

Quanto ao aspecto Áreas de Risco, este foi desmembrado em dois, visto que um exige a disponibilidade das áreas de risco, enquanto que a outra verifica se há um planejamento da expansão do meio urbano com base na identificação das mesmas. Foram classificados nas dimensões Infraestrutura (A) e Horizonte de Expansão (D), respectivamente.

Finalmente, para a interpretação do valor calculado, será adotado que, os municípios que apresentarem ISMAP com percentual igual ou inferior a 50% não inserem no seu planejamento e gestão urbana a nova concepção do sistema de drenagem e manejo de águas pluviais, sendo, portanto, classificados como inadequados; enquanto que os qualificados com valor do ISMAP, superior a 51% até 75%, são adequados; e, ótimo, os classificados com ISMAP acima de 75%. Critérios estes apresentados no Quadro 14.

Quadro 14 – Interpretação do ISMAP.

<b>Classificação</b>	<b>Índice</b>
Inadequado	ISMAP $\leq$ 50%
Adequado	50% < ISMAP $\leq$ 75%
Ótimo	ISMAP > 75%

Fonte: o autor.

### 3.4 MÉTODO DE REPRESENTAÇÃO DO SISTEMA DE INDICADORES

Visto que os indicadores devem ser desenvolvidos de tal forma que possam ser adotados mais amplamente em modelos de tomadas de decisão, permitindo, então, avaliar os custos e os impactos sobre vários setores e atividades. A forma de representação deste indicador é tão importante quanto a construção do mesmo para que seja possível verificar quais pontos apresentam qualidades ou particularidades que devem receber mais atenção.

Daronco (2014) afirma que a apresentação dos índices e indicadores deve priorizar a facilidade de entendimento das informações geradas, incentivando a utilização do modelo *Dashboard* ou painel de indicadores. Segundo o autor, tal metodologia é constituída por um painel visual que possui como objetivo representar graficamente os resultados advindos dos índices de um determinado tema.

A exemplo do exposto, o Indicador de Preparação de Desastres nas Cidades (IPDC), elaborado a partir de um projeto desenvolvido junto ao Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUC-PR), na disciplina denominada “Redução de Riscos de Desastres nas Cidades”, obteve sucesso na estruturação dos dados e indicadores relacionados a desastres. A proposta do indicador teve como base bibliográfica a do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC) e legislação aplicável sobre desastres. O modelo é composto por onze indicadores e seus respectivos subindicadores: desenvolvimento institucional (6); desenvolvimento de recursos (3); desenvolvimento científico e tecnológico (7); mudança cultural (3); motivação e articulação empresarial (3); informações e estudos epidemiológicos sobre desastres (3); monitorização, alerta e alarme (4); planejamento em redução do risco de desastre, proteção e defesa civil e resiliência (4); estratégias para a proteção de populações contra riscos focais (5); mobilização (3); e, aparelhamento e apoio logístico (5) (ACORDES; GARCÍAS; PINHEIRO, 2018).

O IPDC é o resultado da média aritmética dos onze indicadores e, portanto, a relação da soma dos índices obtidos pelo número de indicadores. Ainda, os índices de cada um dos indicadores são resultado da média aritmética dos seus respectivos subindicadores, variando de 0,0 (não atinge o objetivo) a 1,0 (atinge o objetivo) (ACORDES; GARCIAS; PINHEIRO, 2018).

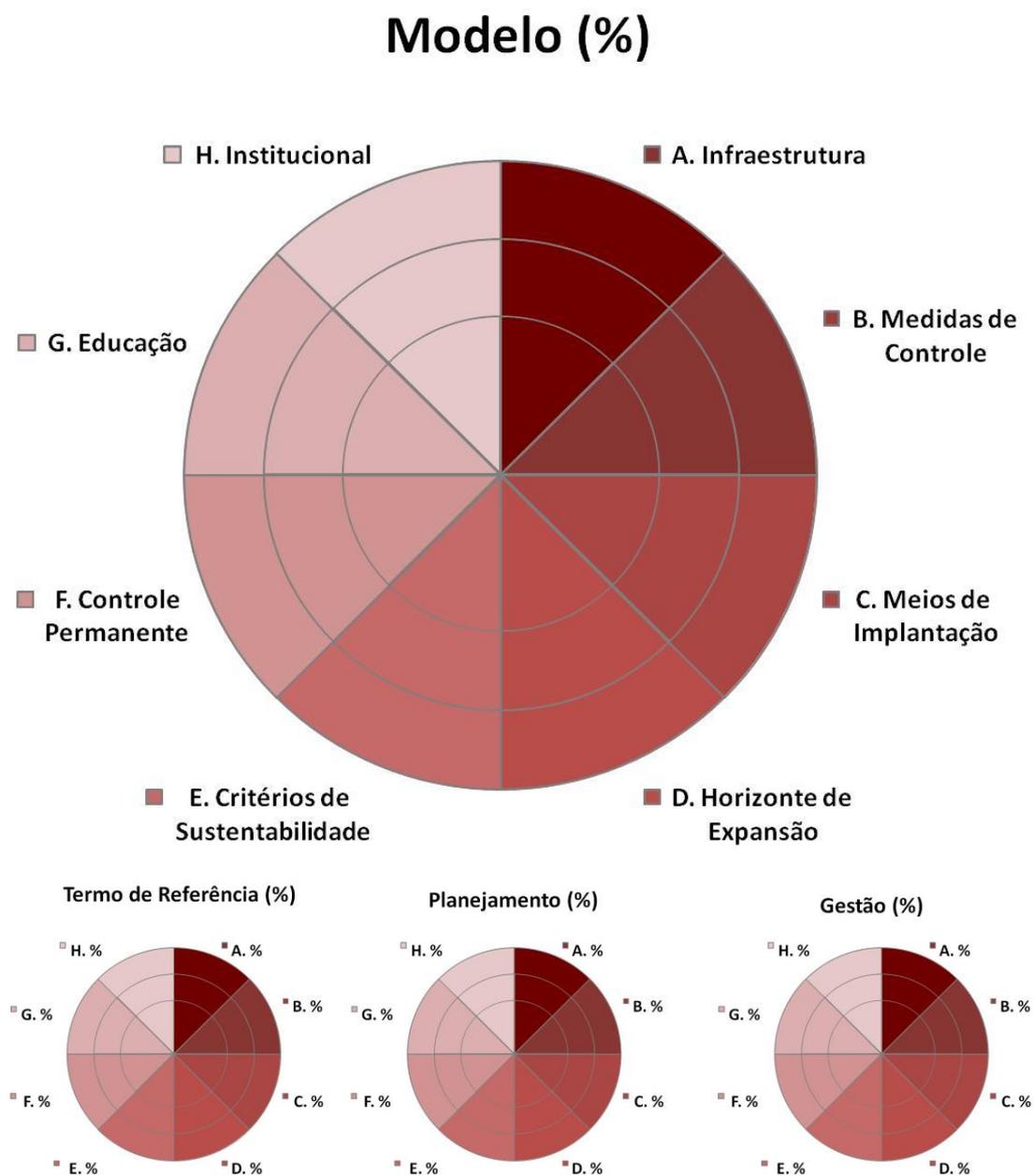
A representação gráfica do IPDC se dá por meio da fração de um círculo pleno em onze partes iguais, ou seja, de mesmo ângulo, em que cada um dos indicadores representa um vértice do polígono. O destaque se dá na área hachurada, do centro ao arco, proporcional ao nível de atendimento da dimensão analisada. Esse polígono possui uma área entre 0,0 a 1,0, em que, quanto maior for o índice, mais as condições de preparação se aproximam das condições ideais para o município em estudo. A soma das frações compõe a área total de uma figura que se assemelha a um círculo retalhado.

Visto que o enfoque da pesquisa é outro, adotou-se, para o presente estudo, a mesma estruturação dos indicadores. O ISMAP, cuja representação é em forma gráfica circular com a situação ótima representada pelo limite externo do círculo. O atendimento à nova perspectiva da drenagem urbana será definido por meio das frações representadas pelas oito dimensões previamente discutidas e serão medidas por escalas. O índice será definido em função da somatória das áreas das oito frações dividido pela área do círculo pleno. O resultado será de 0% a 100% representando a pior e a melhor situação possível, respectivamente. A representação para as classificações determinadas encontra-se na Figura 16.



Referência, o Planejamento e a Gestão, conforme apresentado na Figura 17.

Figura 17 – Representação Gráfica do ISMAP.



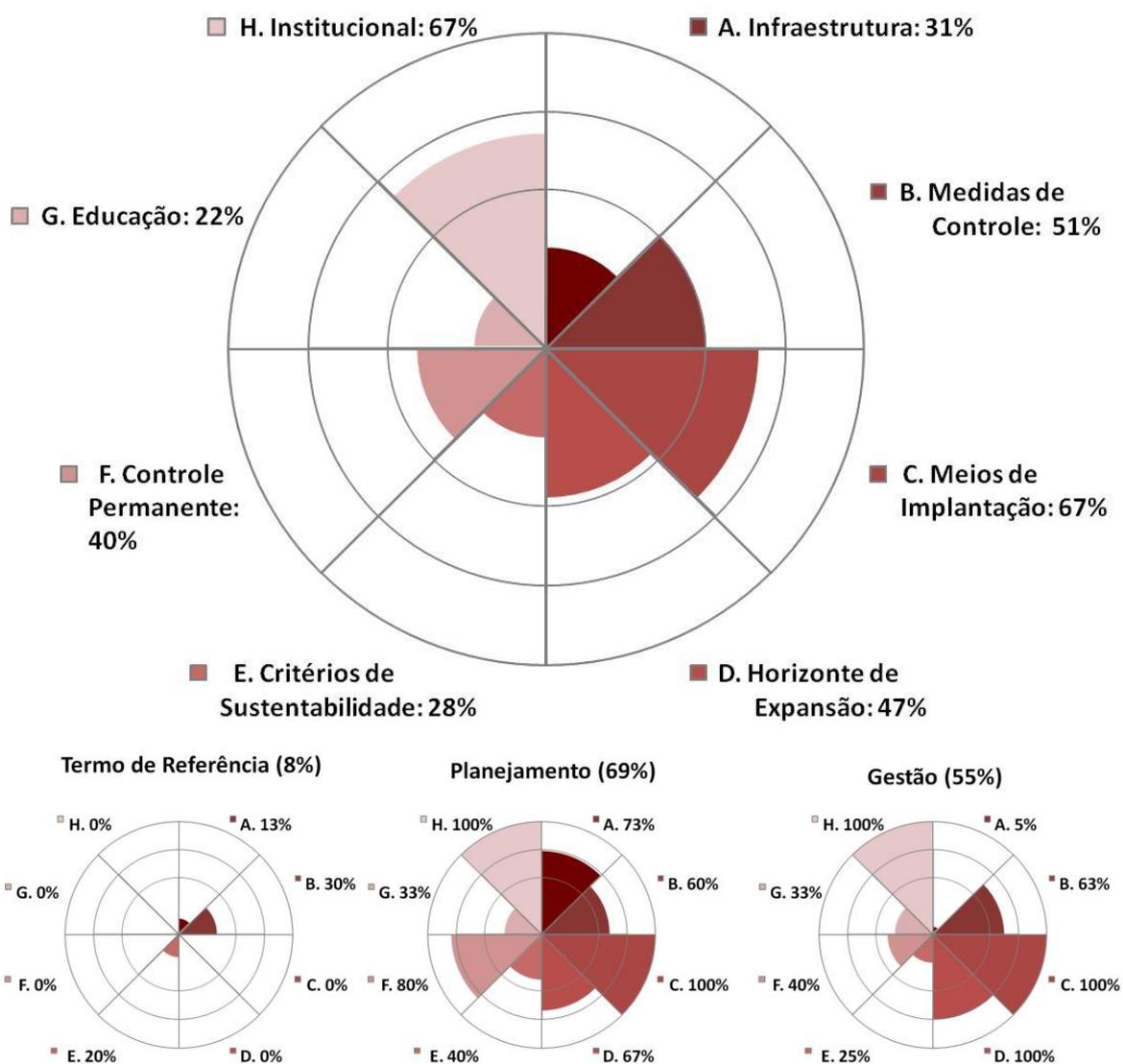
Fonte: o autor, a partir de RIGHETTO et al. (2009) e TUCCI (2002).

## 4 RESULTADOS

Este capítulo foi reservado para a apresentação dos resultados da aplicação do modelo de indicadores ISMAP para os municípios de Alegre/ES, Blumenau/SC, Brasília/DF, Santa Helena/PR, São José dos Pinhais/PR, São Pedro do Iguaçu/PR, Piraquara/PR e Telêmaco Borba/PR representados da Figura 18 a Figura 25.

Figura 18 – Aplicação no Município de Alegre/ES.

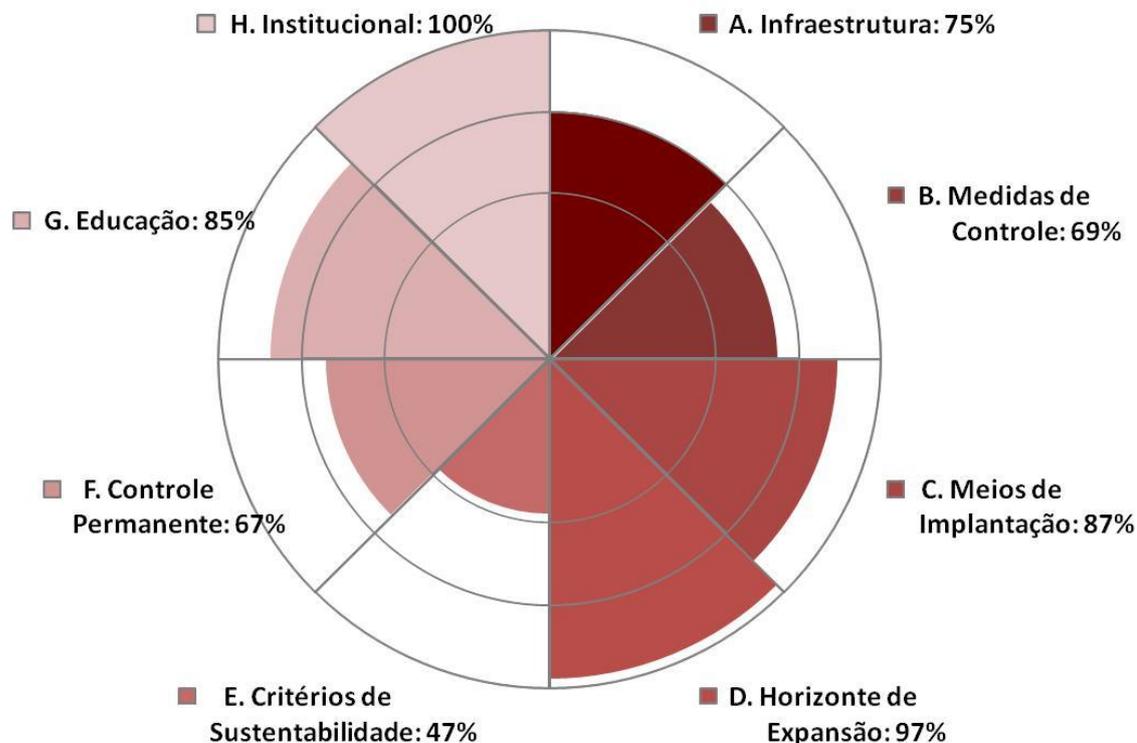
### Alegre/ES (44%)



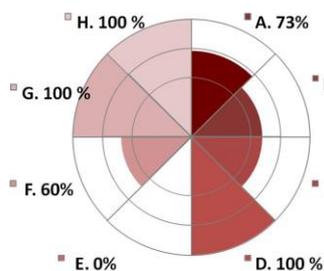
Fonte: o autor, adaptado de BRASIL, 2018d; BRASIL, 2009; ALEGRE, 2013; ALEGRE, 2014; ALEGRE, 2017.

Figura 19 – Aplicação no Município de Blumenau/SC.

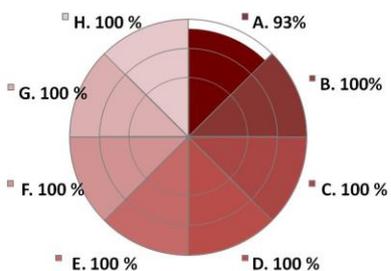
## Blumenau (78%)



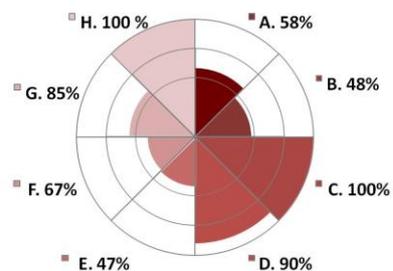
### Termo de Referência (69%)



### Planejamento (99%)



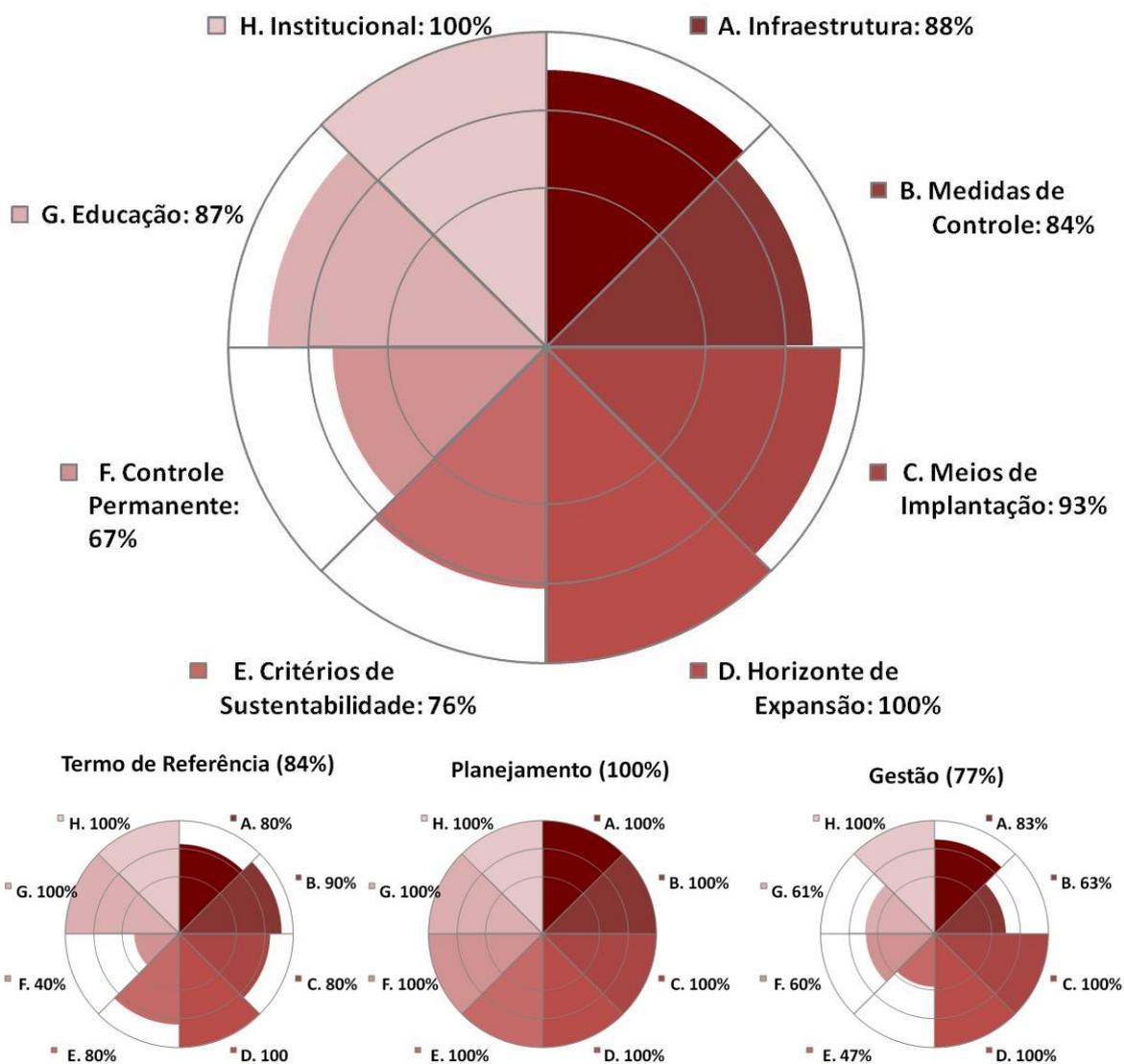
### Gestão (66%)



Fonte: o autor, adaptado de BRASIL, 2009; BRASIL, 2018d; BLUMENAU, [201-]; BLUMENAU, 2016.

Figura 20 – Aplicação no Distrito Federal.

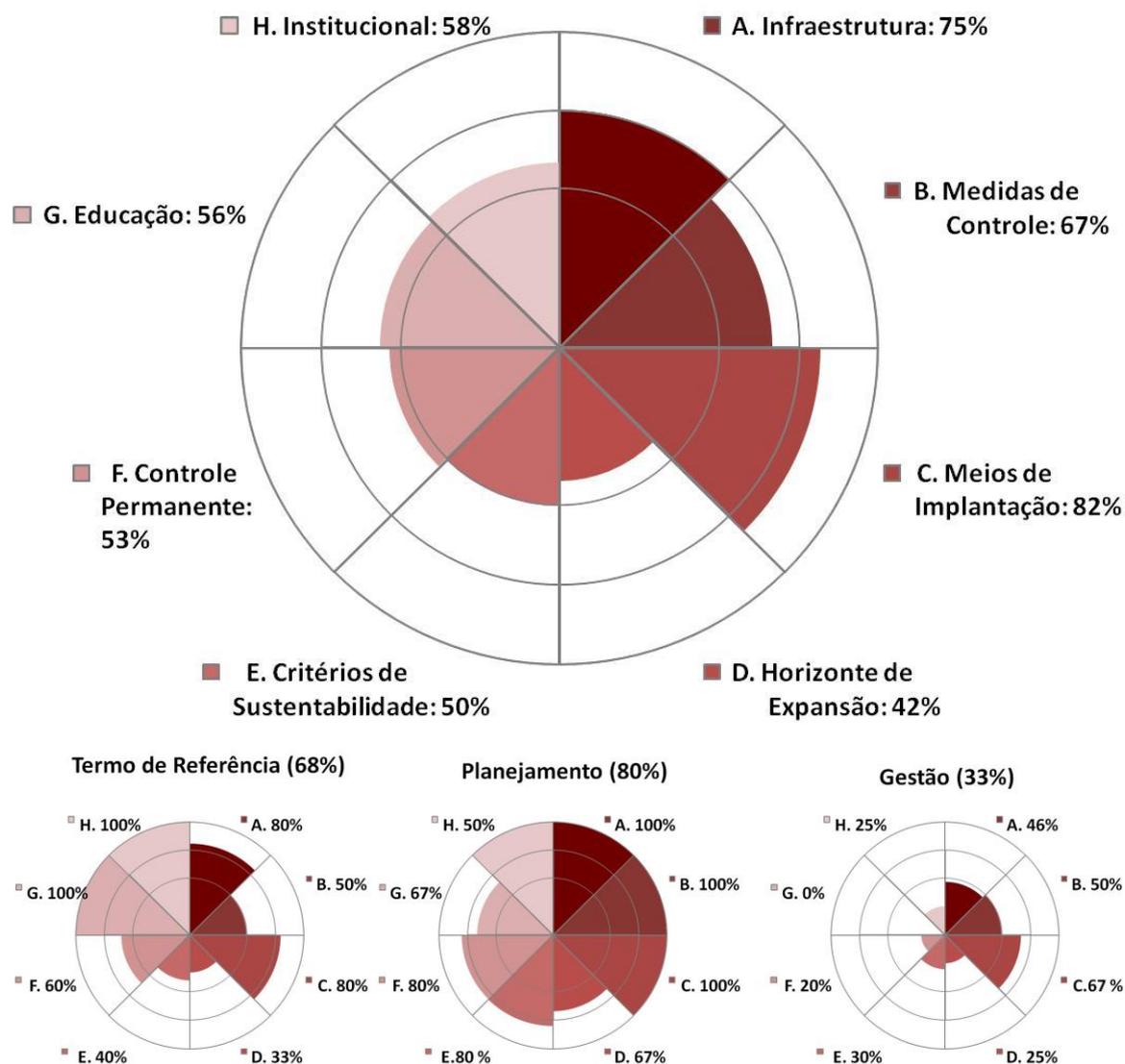
## Brasília/DF (87%)



Fonte: o autor, adaptado de ADASA, 2015; BRASIL, 2009; BRASIL, 2018d; GOVERNO DE BRASÍLIA, 2017;

Figura 21 – Aplicação no Município de Piraquara/PR.

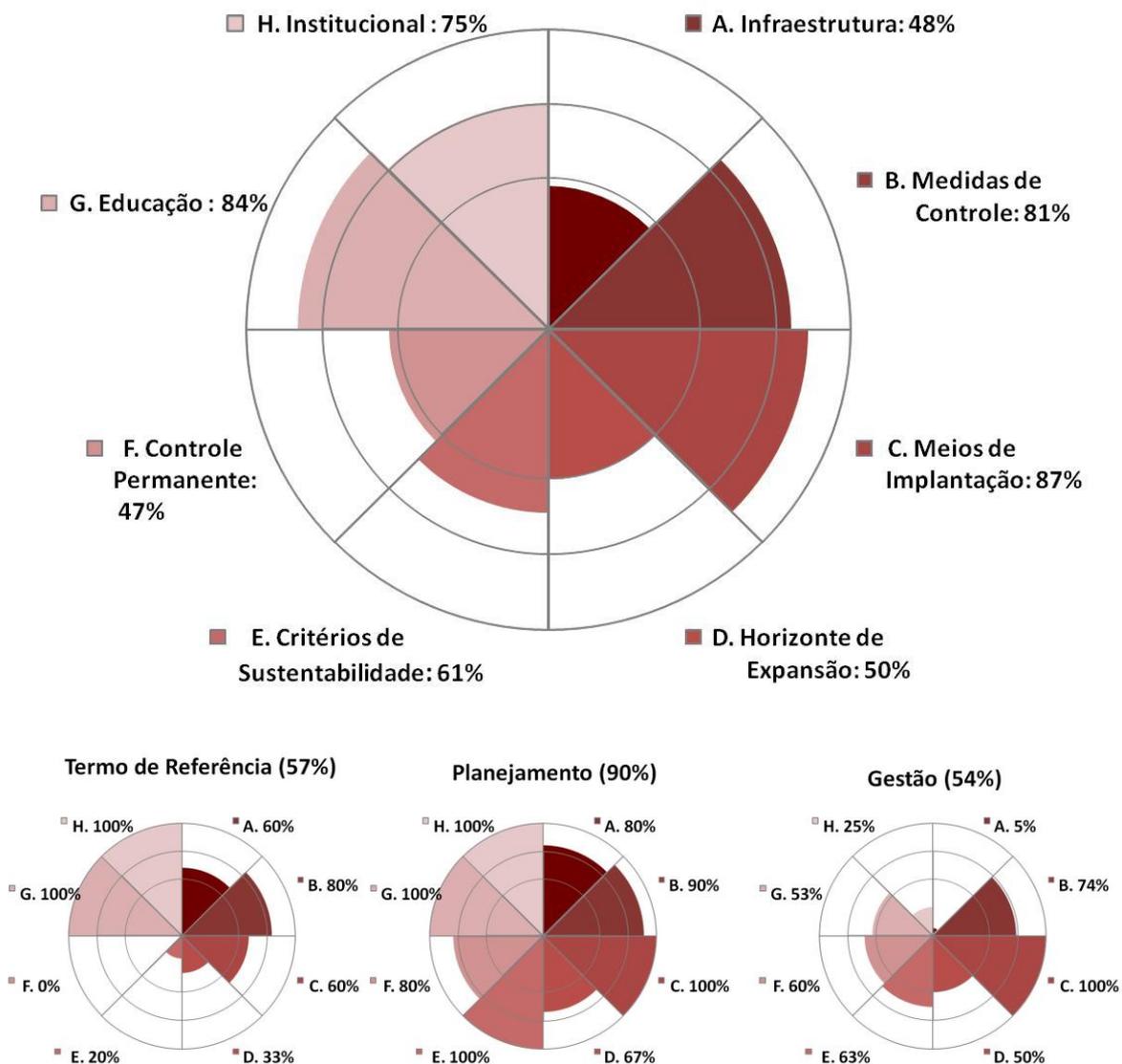
## Piraquara/PR (60%)



Fonte: o autor, adaptado de BRASIL, 2009; BRASIL, 2018d; PIRAQUARA, 2014; PIRAQUARA, 2018.

Figura 22 – Aplicação no Município de Santa Helena/PR.

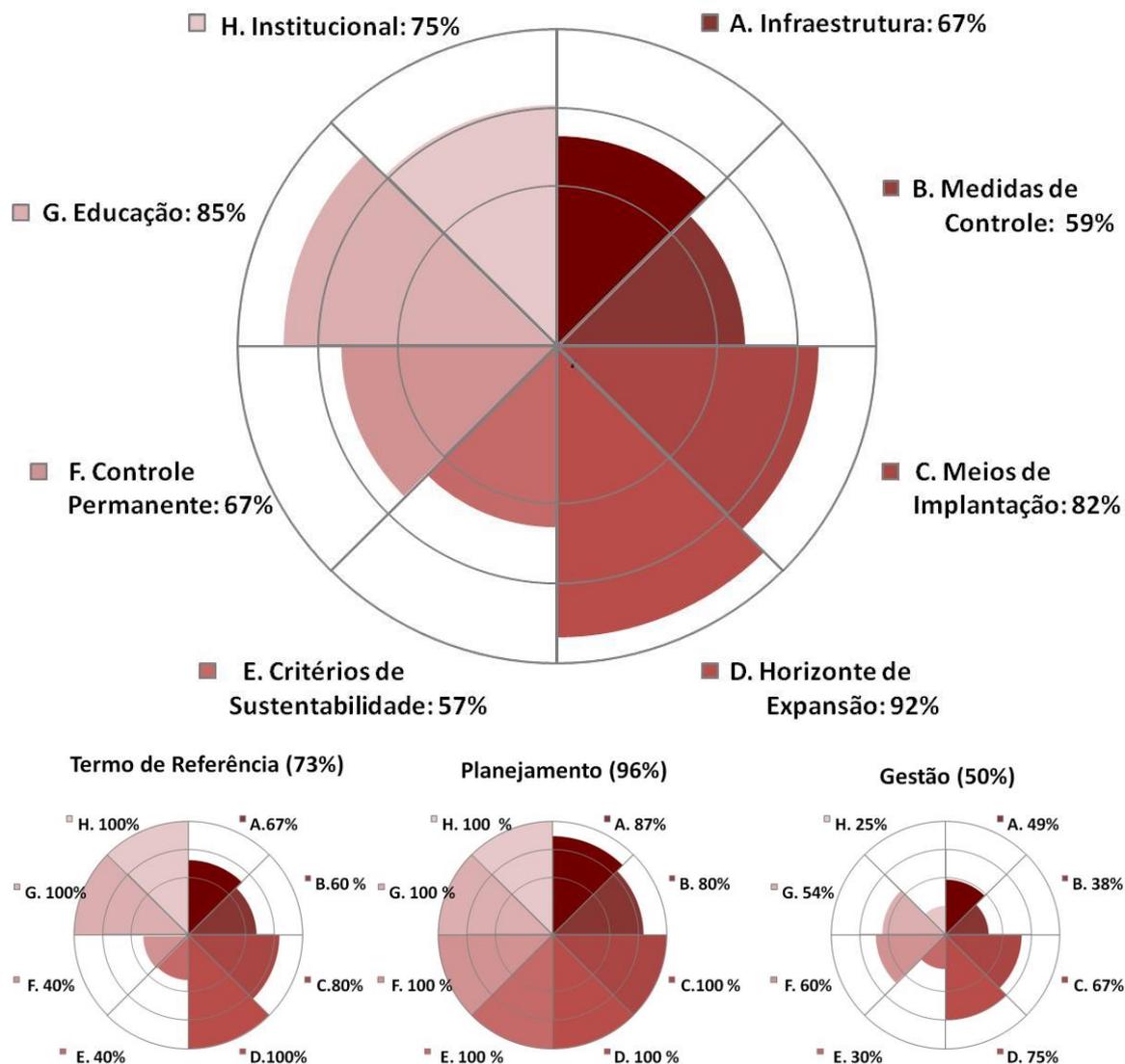
## Santa Helena/PR (67%)



Fonte: o autor, adaptado de BRASIL, 2009; BRASIL, 2018d; FPTI, 2017; SANTA HELENA, 2018.

Figura 23 – Aplicação no Município de São José dos Pinhais/PR.

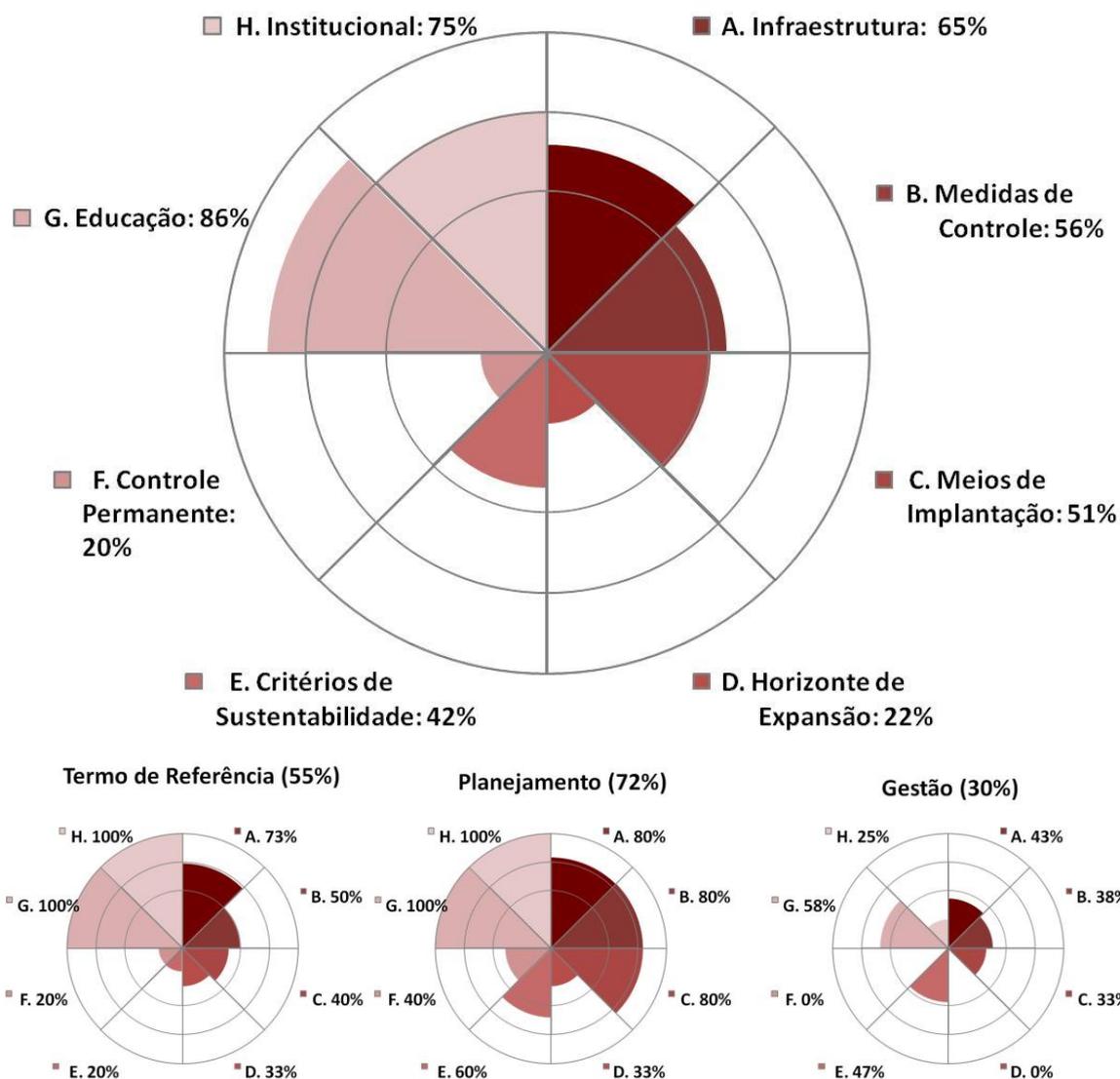
## São José dos Pinhais/PR (73%)



Fonte: o autor, adaptado de BRASIL, 2009; BRASIL, 2018d; SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, 2011; SÃO JOSÉ DOS PINHAIS, 2016.

Figura 24 – Aplicação no Município de São Pedro do Iguaçu/PR.

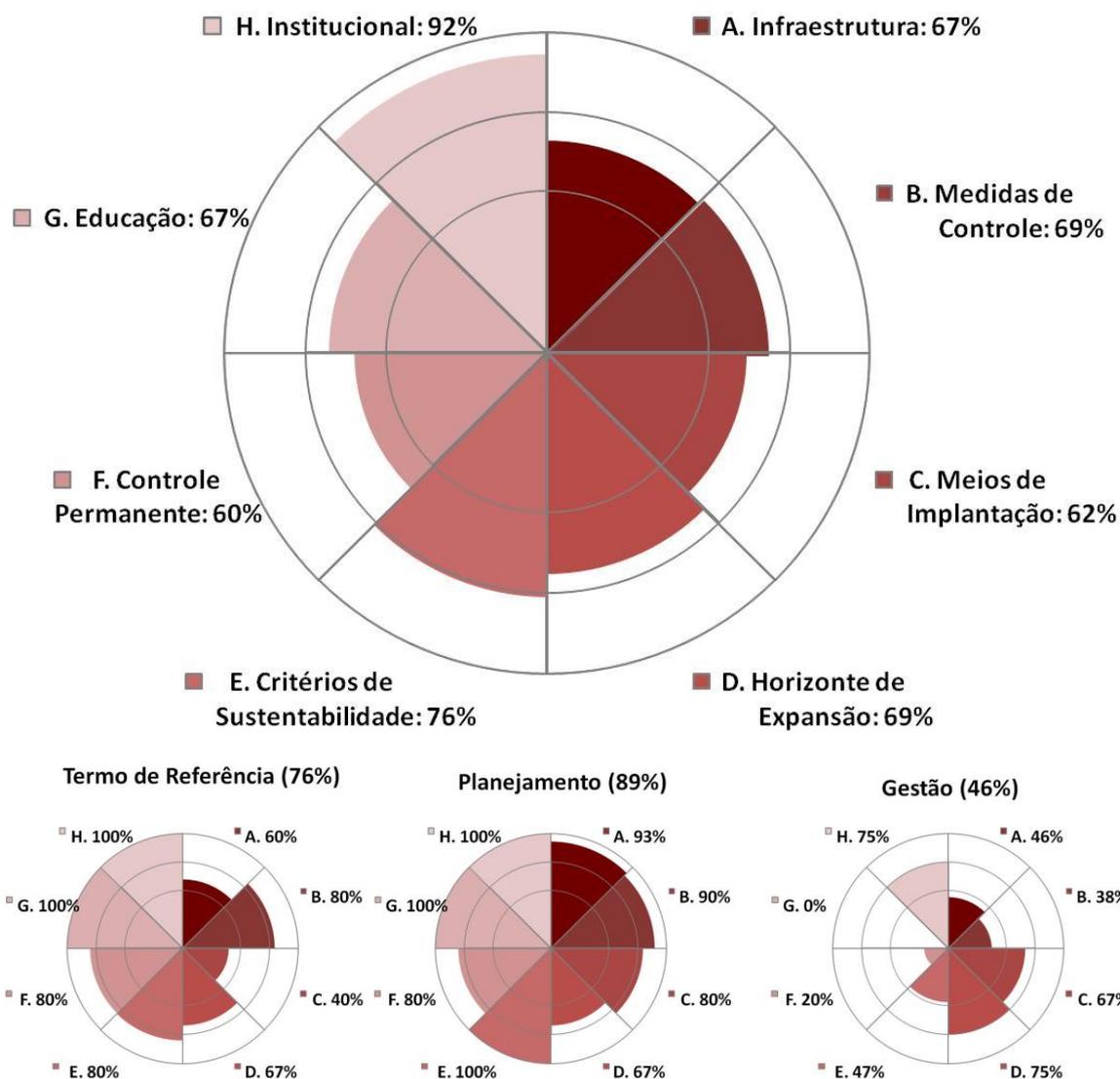
## São Pedro do Iguaçu/PR (52%)



Fonte: o autor, adaptado de BRASIL, 2009; BRASIL, 2018d; FPTI, 2016; SÃO PEDRO DO IGUAÇU, 2018.

Figura 25 – Aplicação no Município de Telêmaco Borba/PR.

## Telêmaco Borba/PR (70%)



Fonte: o autor, adaptado de BRASIL, 2009; BRASIL, 2018d; TELÊMACO BORBA, 2015; TELÊMACO BORBA, 2017.

## 5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir da aplicação do Índice de Satisfação do Manejo de Águas Pluviais (ISMAP), é possível verificar se o município em estudo se encontra em situação ótima, adequada ou inadequada com relação ao sistema de drenagem e manejo de águas pluviais.

Observa-se que, dentre os municípios estudados, apenas Alegre/ES apresentou aspectos inadequados para o manejo de águas pluviais urbanas (44%), enquanto Brasília/DF e Blumenau/SC lideram o grupo com índices ótimos de 87% e 78% respectivamente. O ranking completo pode ser verificado no Quadro 15.

Quadro 15 – Ranking do ISMAP.

Município	ISMAP (%)	Avaliação
Brasília/DF	87	Ótimo
Blumenau/SC	78	Ótimo
São José dos Pinhais/PR	73	Adequado
Telêmaco Borba/PR	70	Adequado
Santa Helena/PR	67	Adequado
Piraquara/PR	60	Adequado
São Pedro do Iguaçu/PR	52	Adequado
Alegre/ES	44	Inadequado

Fonte: o autor.

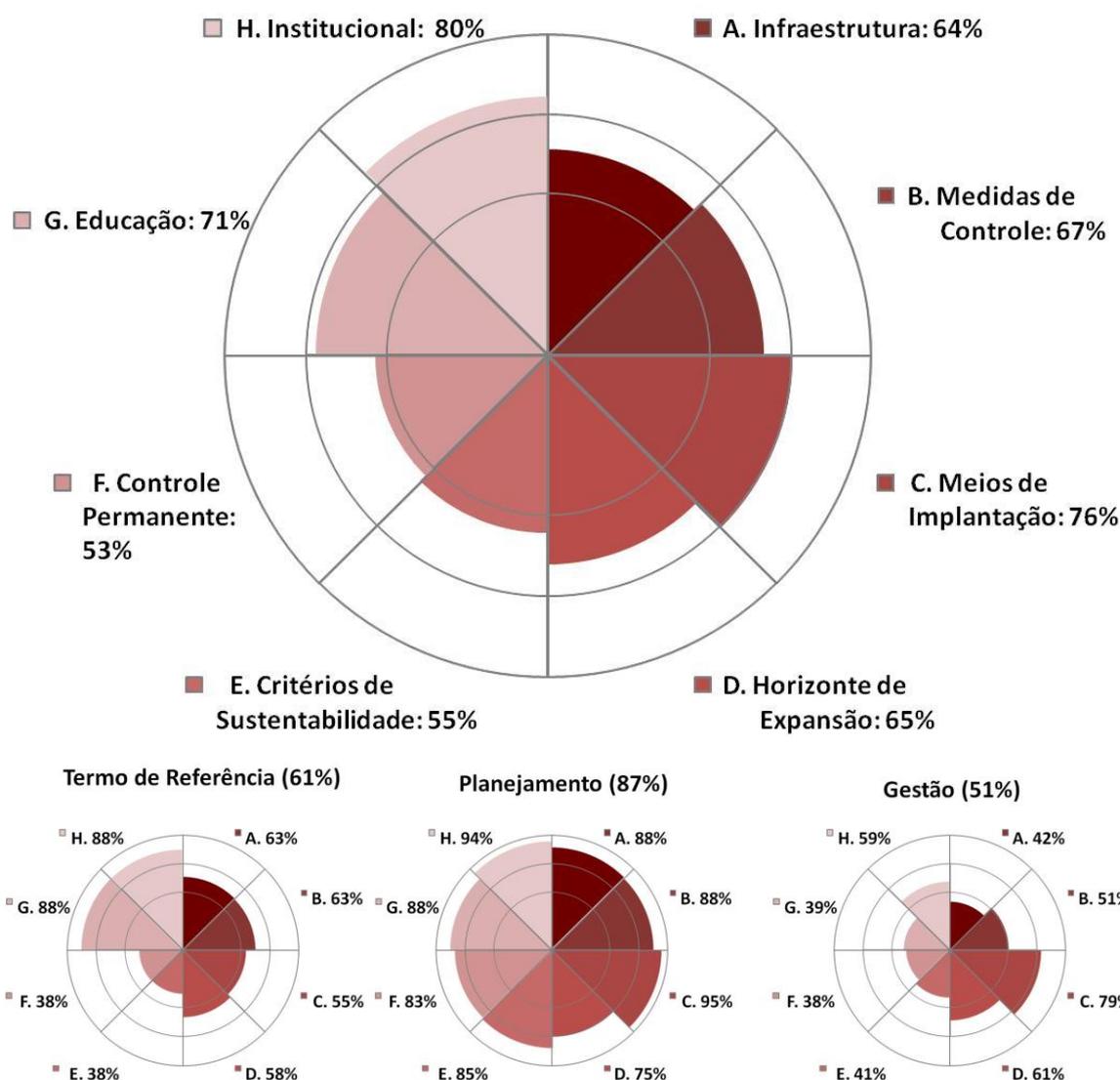
Brasília/DF apresentou o maior índice das amostras estudadas, visto que a menor e única dimensão classificada como adequada foi a de Controle Permanente. As demais dimensões obtiveram ótimos índices, acima de 75%, o que propiciou um índice geral de 87%. Um ponto forte observado refere-se ao Termo de Referência bem estruturado, contemplando 84% dos aspectos considerados na metodologia proposta, o que resultou em um planejamento robusto, com índice excelente (100%). Um termo de referência e um planejamento bem estruturado resultaram em uma gestão adequada (77%), devendo ser observados critérios de sustentabilidade, principalmente.

Em contrapartida, Alegre/ES foi o único do grupo que apresentou um índice abaixo da meta estabelecida (44%), configurando-o como inadequado. Isto ocorre pelo fato de o município ter elaborado um Termo de Referência fraco (8%), o que prejudicou também o planejamento. Mesmo obtendo 69%, ao verificar a representação gráfica, percebe-se a desorientação do mesmo, atingindo índices ótimos em algumas dimensões enquanto outras apresentam valores ínfimos que, por sua vez, têm influência direta na gestão do sistema. Apesar da crítica negativa,

apresentou pontos fortes em relação ao arranjo institucional e de sustentabilidade econômico-financeira da prestação do serviço de drenagem, bem como os meios de implantação com a elaboração do documento intitulado Plano Municipal de Redução de Risco, servindo de apoio de fundamental importância para o PMSB do município. Os dados obtidos de todos os municípios estudados foram sintetizados de modo a obtermos um panorama amostral (Figura 26).

Figura 26 – Síntese das Aplicações nos Municípios.

## Síntese (66%)



Fonte: o autor, a partir dos dados do PMSB dos municípios estudados.

Nota-se que os aspectos mais prejudicados são referentes ao (F) Controle Permanente e (E) Critérios de Sustentabilidade, com somente 53% e 55%, respectivamente. De modo a aumentar esses índices, deve ser

investido, de maneira mais significativa, em ações de fiscalização, manutenção e limpeza da rede de drenagem, bem como em aspectos de qualidade da água pluvial, como a implantação de sistemas de tratamento da água pluvial nos pontos mais a jusante ou investir em sistemas de separação de esgotamento sanitário. Além disso, não permitir ligações clandestinas à rede, gerenciar resíduos sólidos de forma eficiente para que não sejam carreados pela força de escoamentos das águas pluviais, causas da poluição difusa, e, também, criar mecanismos de incentivo à contenção *in loco* da água da chuva para destinação destas para reuso ou por infiltração, de modo a reduzir os picos de cheias e recarregar o subsolo em épocas de estiagem.

Com base no ISMAP, é possível afirmar que o sistema de drenagem urbana é adequado na amostra observada pelo fato de atingir um índice de 66%, porém com a ressalva de que é uma afirmação pertinente somente nos casos em que o município possui o PMSB elaborado. Ainda referente à amostra, é de se esperar que haja um aumento do índice da fase do Termo de Referência (67%) para o Planejamento (87%), tendo em vista, principalmente, que o PMSB deve atender todos os requisitos presentes no seu respectivo TR, de modo a ser aprovado. Em muitos dos casos estudados, além de atendê-los, o plano abrange além do que se espera.

Infelizmente, não é o que se observa na transição da fase do Planejamento (87%) para a Gestão (51%), onde foi observado uma queda brusca do ISMAP, sendo que os pontos em que mais necessitam de atenção são: (A) Infraestrutura (42%); (E) Critérios de Sustentabilidade (41%); (F) Controle Permanente (38%); e (G) Educação (39%). Para as dimensões (E) e (F), observam-se os mesmos comentários feitos anteriormente, pois, para melhorar a dimensão (A), os fatores que mais agravam a situação são em relação à área impermeabilizada dos centros urbanos, o coeficiente de cobertura de atendimento do serviço que encontra-se relativamente baixo e a falta de implantação de equipamentos de tratamento nas áreas de relevos mais baixos. Para (G), há a falta de educação com relação às galerias de drenagem, confundidas frequentemente como canais de esgoto, bem como o desinteresse ou desorientação das prefeituras municipais em preencher dados primários que vão compor um sistema de indicadores de drenagem, o que prejudica a nota desta dimensão.

## 6 CONCLUSÃO

A partir do presente estudo foi possível compreender a nova abordagem que vem sendo integrada ao conceito de drenagem urbana, ou seja, a inserção de elementos de reservação ou infiltração da água pluvial em conjunto com os de canalização por meio da utilização de novos instrumentos não convencionais em conjunto com os convencionais. Destaca-se a melhoria da eficiência do sistema de drenagem das águas pluviais e a prevenção de impactos negativos de ordem quantitativa, como os de alagamento e inundações, que acometem a sociedade brasileira, além de considerar parâmetros qualitativos também.

A partir disso, identificou-se os elementos essenciais para o correto funcionamento dessa rede integrada para desenvolver um sistema de indicadores (ISMAP) que fosse capaz de analisar as fases de elaboração do termo de referência, planejamento e gestão referentes ao manejo das águas pluviais, tendo como recorte os municípios das regiões Sul e Sudeste, dos quais foram selecionados 07 (sete) e Brasília/DF.

A aplicação do indicador ISMAP, de acordo com a metodologia sugerida, demonstrou que o planejamento e gestão das águas pluviais estão adequados ao apresentar um índice de 66% sobre um total de 100%. Porém, apesar de ser um índice otimista, ele não pode representar o panorama nacional, uma vez que se aplica somente aos municípios que possuem PMSB integral, como é o caso dos dados amostrais. Tendo em vista que, pelo menos, 30% do universo brasileiro não possui plano e não se tem informações oficiais sobre a quantidade dos municípios que não ferem o princípio da integralidade previsto na PNSB, ou seja, que só tenha sido elaborado parcialmente, como os setores de abastecimento público de água potável e de esgotamento sanitário, ainda não se pode afirmar que o planejamento e a gestão da drenagem e manejo de águas pluviais são adequados em se tratando de um panorama nacional.

Ainda, em se tratando dos dados amostrais, não se pode afirmar com clareza que as causas de alagamentos e inundações que acometem os municípios estudados são devido à falta de planejamento, uma vez que esta fase tenha atingido um índice geral de 87% de satisfação. Entretanto, não é o que se observa durante a fase de gestão, quando este índice é reduzido para 51%. As apresentações gráficas do sistema de indicadores demonstram a demanda de investimentos no manejo de

águas pluviais urbanas nesta fase, principalmente nas suas dimensões de controle permanente, educação e infraestrutura, as quais não apresentaram índices satisfatórios.

Destaca-se, também, a importância de padronizar os termos de referências de planos municipais de saneamento básico, visto que eles divergem entre si e, mesmo entre os ministérios federais de meio ambiente e de saúde, principais envolvidos na elaboração de um TR a ser utilizado como referência pelos municípios. A padronização só traz benefícios, tanto na efetivação dos planos bem como sua posterior avaliação por parte da comissão examinadora do plano.

Quanto ao índice de municípios que têm elaborado seus planos municipais de saneamento básico, o resultado é espantoso, uma vez que este número representa apenas 30% dos municípios. Pode-se afirmar que a atenção que é dada ao saneamento básico, mais especificamente à prestação dos serviços de drenagem urbana, é ínfima, quando não é nula. O acréscimo de valor do serviço deve ser agregado, a começar pelas instituições de direito público. Devido à complexidade do sistema de drenagem urbana, convém ao poder público concentrar esforços e recursos financeiros no intuito de solucionar problemas associados ao manejo de águas pluviais urbanas e outros aspectos do saneamento básico.

O maior empecilho desta pesquisa foi a falta de disponibilidade de dados, uma vez que a realização da mesma dependeu de documentos oficiais, tais como os termos de referências para elaboração do PMSB, as versões finais dos PMSB's, indicadores de gestão do manejo das águas pluviais, como relatórios e documentos auxiliares do SNIS. O PMSB, segundo a legislação vigente, deve estar disponível em sua forma íntegra nas prefeituras municipais, o que não condiz com a realidade dos fatos, uma vez que geralmente encontra-se disponível somente na etapa de mobilização social, ou seja, ainda em sua fase preliminar por período limitado. Quanto à fase de gestão, a primeira publicação referente a indicadores do manejo de águas pluviais ocorreu somente em junho de 2018 pelo SNIS, configurando um lapso temporal, se comparado aos outros sistemas que integram o saneamento básico, iniciados muito antes. Até então, não havia nenhuma base de dados nacional abrangente que pudesse ser consultada para verificar os indicadores referente à drenagem urbana. Portanto, a disponibilização das informações quanto à drenagem urbana inicia-se vagarosamente com a participação de poucos

municípios, o que ainda impossibilita uma representatividade no cenário brasileiro quanto ao manejo de águas pluviais. Contudo, ainda significa um grande avanço na tentativa de identificar os principais aspectos defeituosos do sistema atual de drenagem urbana e o modelo proposto de sistema de indicadores vem de encontro a esse contexto.

A conclusão desta dissertação contribui ao meio científico e oferece oportunidade para novos estudos. O próximo passo consiste em trabalhar os aspectos mais defeituosos que foram identificados no modelo de sistema indicadores proposto e definir diretrizes aos gestores municipais, como projeto de doutorado.

A gestão pública municipal tem como principal desafio o de sensibilizar a população, assim como os próprios profissionais envolvidos no processo, de maneira a implementar novos instrumentos do sistema de drenagem urbana na fase de planejamento e, principalmente, na gestão das águas pluviais.

## REFERÊNCIAS

- ACORDES, F.A.; GARCIAS, C.M.; PINHEIRO, E.G. Aplicação do indicador de preparação para desastres nas cidades (IPDC) em Cerro Azul-PR. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**. Disponível em: <[http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/6531](http://www.portaldeperiodicos.unisul.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6531)>. Acesso em: 18 out. 2018.
- ADASA. Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. **Editais de convocação da concorrência ADASA n.º 03/2015**. Brasília, 2015.
- ALEGRE/ES (Prefeitura Municipal). **Plano municipal de redução de risco geológico e plano diretor de águas pluviais/fluviais do município de Alegre: programa municipal de redução de risco**. Alegre, 2014.
- \_\_\_\_\_. **Plano municipal de saneamento básico e gestão integrada de resíduos sólidos**. Alegre, 2017.
- \_\_\_\_\_. **Termo de Referência**. Consórcio Público Intermunicipal de Desenvolvimento Sustentável do Território do Caparaó Capixaba. 2013.
- ALMEIDA, M. A. P.; ABIKO, A. K. **Indicadores de salubridade ambiental em favelas localizadas em áreas de proteção aos mananciais: o caso da favela Jardim Floresta**. São Paulo: EPUSP/USP, 2000. 28p. (Boletim Técnico/Escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/264).
- ANDIRÁ/PR (Prefeitura Municipal). SAMAE. Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto. **Processo de licitação nº 028/2017: tomada de preço nº 001/2017**. 2017.
- BANDEIRA, L.H. **Indicadores de ações de saneamento e seus impactos sobre a saúde pública com as políticas de saúde, meio ambiente e recursos hídricos**. Escola Nacional de Saúde Pública. Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, RJ. Dissertação (Mestrado em Ciências), 2003.
- BARBOSA, F.A.R. **Medidas de proteção e controle de inundações urbanas na bacia do rio Mamanguape/PB**. 2006. 116f. Dissertação de Mestrado (Engenharia urbana) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.
- BARRA VELHA/SC (Prefeitura Municipal). Secretaria Municipal de Administração e Finanças. **Editais**: processo administrativo nº 024/2017. 2017.
- BLUMENAU/SC (Prefeitura Municipal). SAMAE. Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto. **Termo de Referência**: contratação de empresa para contratação de serviços técnicos para o desenvolvimento do plano municipal de saneamento básico do município de Blumenau/SC. [201-].
- \_\_\_\_\_. SAMAE. Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto. **Revisão do plano municipal de saneamento básico de Blumenau (SC): Relatório Final**. Blumenau, 2016.

BOA VISTA DA APARECIDA/PR (Prefeitura Municipal). **Do objeto...** [201-].

BONITO/MS (Prefeitura Municipal). **Edital de convite nº 002/2017:** processo administrativo nº 004/2017. 2017.

BORJA, P.C. **Política de saneamento, instituições financeiras internacionais e mega-programas:** um olhar através do programa Bahia Azul. Universidade Federal da Bahia. Tese. Salvador, 2004.

BOTELHO, M. H. C. **Águas de chuva:** engenharia das águas pluviais nas cidades. 2.ed. São Paulo: Ed.Edgar Blucher Ltda., 1998.

BRASIL (1934). **Decreto Federal nº 24.643, de 10 de julho de 1934.** Decreta o Código de Águas. Brasília: Diário Oficial da União, 1934.

BRASIL (1988). **Constituição Federal de 1988.** Promulgada em 5 de outubro de 1988.

BRASIL (1995). **A Agenda 21:** Conferência das Nações sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. Câmara dos Deputados. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados. Centro de Documentação e Informação. Coordenação de Biblioteca. Brasília, 1995. Disponível em:  
<<http://www.onu.org.br/rio20/img/2012/01/agenda21.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

BRASIL (1997). **Lei Federal nº 9.433, de 08 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 Federal nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei Federal nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília: Diário Oficial da União, 1997.

BRASIL (2001). **Estatuto da cidade:** guia para implementação pelos municípios e cidadãos. Brasília, DF: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2001.

BRASIL (2007). **Lei Federal nº. 11.445, de 05 de janeiro de 2007.** Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis Federais nºs 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei Federal nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2007.

BRASIL (2009). MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil/2009:** situação dos recursos hídricos. 2009. Disponível em:  
< <http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/IQA.pdf> >.

BRASIL (2010). **Decreto Federal nº 7.217 de 21 de junho de 2010.** Regulamenta a Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Brasília: Diário Oficial da União, 2010.

BRASIL (2012). Ministério da Saúde. Fundação Nacional da Saúde (FUNASA). **Termo de referência para elaboração de planos municipais de saneamento**

**básico:** procedimentos relativos ao convênio de cooperação técnica e financeira da Fundação Nacional de Saúde – FUNASA/MS. Brasília, 2012.

BRASIL (2013). Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA). **Plano nacional de saneamento básico (PLANSAB)**. (Versão para apreciação do CNS, CONAMA, CNRH e CONCIDADES). Brasília, maio 2013.

BRASIL (2016). Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA). **Termo de referência para elaboração de plano municipal de saneamento básico**. Edição: nov. 2016.

BRASIL (2017). **Panorama dos planos municipais de saneamento básico no Brasil**. Ministério das Cidades. Secretara Nacional de Saneamento Ambiental. Programa de Desenvolvimento do Setor Água – INTERÁGUAS. Jan. 2017

BRASIL (2018a). Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA). Sistema Nacional de Informações sobre Sanemaento (SNIS). **1º Diagnóstico de drenagem e manejo das águas pluviais – 2015**. Brasília, 2018. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/component/content/article?id=148> >. Acesso em: jun. 2018.

BRASIL (2018b). **Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: glossário de informações – 2015**. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA). Sistema Nacional de Informações sobre Sanemaento (SNIS). Brasília, 2018. Disponível em: < <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-aguas-pluviais/148-diagnostico-do-servico-de-aguas-pluviais-2015> >. Acesso em: jun. 2018.

BRASIL (2018c). **Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas: glossário de indicadores – 2015**. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA). Sistema Nacional de Informações sobre Sanemaento (SNIS). Brasília, 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-aguas-pluviais/148-diagnostico-do-servico-de-aguas-pluviais-2015> >. Acesso em: jun. 2018.

BRASIL (2018d). **Diagnóstico de drenagem e manejo das águas pluviais – 2015: planilha de indicadores**. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA). Sistema Nacional de Informações sobre Sanemaento (SNIS). Brasília, 2018. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-aguas-pluviais/148-diagnostico-do-servico-de-aguas-pluviais-2015> >. Acesso em: jun. 2018.

BRAZÓPOLIS/MG (Prefeitura Municipal). Secretaria Municipal de Administração. Departamento de Licitações. **Edital:** tomada de preço 01/2017 - processo licitatório 62/2017. 2017.

CANÇADO, V. L.; NASCIMENTO, N. O.; CABRAL, J. R. Cobrança pela drenagem urbana de águas pluviais: bases conceituais. **REGA – Vol. 2**, no. 1, p. 5-21, jan./jun. 2005.

CANHOLI, A. P. **Drenagem urbana e controle de enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2ª ed., 2014.

CASTRO, S.L.I. **Análise de métodos diretos de avaliação de perdas e danos e seu papel na gestão de inundações**. 2016. 95f. Dissertação de Mestrado

(Programa de Pós-Graduação em Gestão Urbana). Pontifícia Universidade Católica do Paraná.

CEMADEN. Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. **Estratégia para Redução do Risco de Desastres no País**. Disponível em: <<http://www.cemaden.gov.br/estrategia-para-reducao-de-desastres-no-pais>>. Acesso em 10 jul. 2017.

CHOULI, E. **La gestion des eaux pluviales urbaines en Europe: analyse des conditions de developpement de techniques alternatives**. École Nationale des Ponts et Chaussées (Tese). 2006. Disponível em: <<https://pastel.archives-ouvertes.fr/pastel-00002263/file/TheseChouli.pdf>>. Acesso em: 21 nov. 2018.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso futuro comum**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora da FGV, 1991.

CORMIER, N. S.; PELLEGRINO, P. R. M. Infraestrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana. **Paisagem Ambiente**, n. 25, p. 125-142, 2008.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

DARONCO, G.C. **Proposição e aplicação de metodologia para avaliação e auditoria de planos municipais de saneamento básico**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Porto Alegre, 2014.

FERREIRA, J. C.; MACHADO, J. R. Infra-estruturas verdes para um futuro urbano sustentável. O contributo da estrutura ecológica e dos corredores verdes. **Revista LabVerde**, n. 1, p. 69-90, 2010.

FPTI. FUNDAÇÃO PARQUE TECNOLÓGICO ITAIPU. **Formulário – TR – Termo de Referência**. 2017.

\_\_\_\_\_. **Formulário – TR – Termo de Referência**. 2016.

GARCIAS, C. M. **Indicadores de qualidade dos serviços e infraestrutura urbana de saneamento**. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

GARCIAS, C. M.; AFONSO, J. A. C. Revitalização de rios urbanos. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 1, n. 1, p. 131-144, 2013.

GIL, A.C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**, São Paulo, Atlas, 2000.

GOVERNO DE BRASÍLIA. **Plano distrital de saneamento básico**. ADASA – Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. CAESB – Companhia de Saneamento Básico do Distrito Federal. NOVACAP – Companhia Urbanizadora na Nova Capital do Brasil. 2017.

GOVERNO ESTADUAL DO RIO DE JANEIRO. INEA. Instituto Estadual de Meio Ambiente. **Alarme de cheias: conhecendo o sistema de alerta de cheias**. [2017] Disponível em: <<http://alertadecheias.inea.rj.gov.br/index.html>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE. Disponível em: < <https://censo2010.ibge.gov.br/> >.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). **Climate Change 2014: Synthesis Report**. Disponível em: <<https://archive.ipcc.ch/report/ar5/syr/>>. Acesso em: 02 abr. 2019.

JACOBI, P. R.; FRACALANZA, A. P.; SILVA-SÁNCHEZ, S. Governança da água e inovação na política de recuperação de recursos hídricos na cidade de São Paulo. **Cadernos Metrópole**, v. 17, n. 33, p. 61-81, 2015.

LAPA/PR (Prefeitura Municipal). **Concorrência pública nº 012/2014**: processo nº 244/2014. 2014.

LOUREIRO, S.M. **Índice de qualidade no sistema da gestão ambiental em aterros de resíduos sólidos urbanos – IQS**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Dissertação. Rio de Janeiro, 2005.

MACHADO, P.A.L. **Direito Ambiental Brasileiro**. São Paulo: Malheiros, 2013.

MAIHOT, A.; DUCHESNE, S.; LARRIVÉE, C.; PELLETIER, G.; BOLDUC, S.; RONDEAU, F.; KINGUMBI, A.; TALBOT, G. **Conception et planification des interventions de renouvellement des infrastructures de drainage urbain dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques**. Ressources naturelles Canada, jun. 2008 Disponível em: < <http://espace.inrs.ca/1065/1/R000920.pdf> >. Acesso em: 26 nov. 2018.

MEADOWS, Donella H. *et alii*. *The limits to growth*. Nova Iorque: **Universe Books**, 1972.

MIGUEZ, M.G.; MAGALHÃES, L.P.C. **Urban flood control, simulation and management: an integrated approach**. In: PINA, A.C.F.; PINA, C.P. *Methods and Techniques in Urban Engineering*. Intech, 2010.

MIGUEZ, M.G.; VERÓL, A.P.; REZENDE, O.M. **Drenagem urbana: do projeto tradicional à sustentabilidade**. 1 ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

NASCIMENTO, N. O.; CANÇADO, V. L.; CABRAL, J. R.; MACHADO, A. R. **Drenagem Urbana: características econômicas e definição de uma taxa sobre os serviços**. Belo Horizonte: Financiamento de Estudos e Projetos – FINEP, 308p. il, 2003.

NETO, C.C. **“Preço público” e “taxa”**: algumas considerações. Brasília a. 34 n. 135 jul./set. 1997.

PAVANI, O.J.; SCUCUGLIA, R. **Mapeamento e gestão por processos – BPM**. 1ª Ed. São Paulo: M.Brooks.

PBMC (Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas). **Base científica das mudanças climáticas**. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas [Ambrizzi, T., Araujo, M. (eds.)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2014, 464 pp. ISBN: 978-85-285-0207-7. Disponível em:

<[http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos\\_publicos/GT1/GT1\\_volume\\_completo\\_c\\_ap9.pdf](http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos_publicos/GT1/GT1_volume_completo_c_ap9.pdf)>. Acesso em: 02 abr. 2019.

PINHO, R. Instituto Trata Brasil. **Planos municipais ou regionais: exigência legal**. São Paulo, 2009. Disponível em:

<[http://www.tratabrasil.org.br/novo\\_site/cms/templates/trata\\_brasil/util/pdf/Cartilha\\_d\\_e\\_saneamento.pdf](http://www.tratabrasil.org.br/novo_site/cms/templates/trata_brasil/util/pdf/Cartilha_d_e_saneamento.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2018.

PIRAQUARA/PR (Prefeitura Municipal). **Plano municipal de saneamento básico do município de Piraquara**. Revisão 01. 2018.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Administração. **Processo administrativo nº. 212/2014**. 2014.

PLATE, E.J. Flood risk and flood management. **Journal of Hydrology**, v. 267, p.2-11. Elsevier, 2002. Disponível em:

<<http://redac.eng.usm.my/EAH/Literature/PlateJHydrology2002.pdf>>. Acesso em: 19 nov. 2018.

POMPÊO, C. A. Drenagem urbana sustentável. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, ABRH, v. 5, n. 1, p. 15-23, jan./mar., 2000.

PRESIDENTE KENNEDY/ES (Prefeitura Municipal). **Anexo IV: termo de referência**. [201-].

PUC-PR (Pontifícia Universidade Católica do Paraná). **Gestão urbana**. Disponível em: < <https://www.pucpr.br/escola-de-arquitetura-e-design/mestrado-doutorado/gestao-urbana/>>. Acesso em: 02 abr. 2019.

REIS, J. B. C.; CORDEIRO, T. L.; LOPES, E. S. S. Utilização do Sistema de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais aplicado a situações de escorregamento - caso de Angra dos Reis. In: 14º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 2011, Dourados, MS. **Anais...**

REZENDE, O.M. **Projetos para controle de inundações: conceito de reservação x conceito de canalização**. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Data: 22 a 26 de novembro de 2009 - LOCAL: Campo Grande – MS.

RIBAS, G.P.P. **Águas pluviais como bens difusos de domínio público**. Tese (doutorado) – Pontifícia Universidade Católica do Paraná: Programa de Pós-Graduação em Direito, Curitiba, 2015.

RIGHETTO, A.M.; MOREIRA, L.F.F.; SALES, T.E.A. **Manejo de Águas Pluviais Urbanas**. Projeto PROSAB. Natal: ANES; 2009. Cap. 1. P. 19-73.

ROLO, D.A.M.O.; GALLARDO, A.L.C.F.; RIBEIRO, A.P. Revitalização de rios urbanos promovendo adaptação às mudanças climáticas baseada em ecossistemas: quais são os entraves e as oportunidades? **XVII ENANPUR**, São Paulo, 2017.

SANTA HELENA/PR (Prefeitura Municipal). **Plano municipal de saneamento básico: referente à prestação de serviços de abastecimento de água, de esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas de Santa Helena/PR**. 2018.

SÃO JOSÉ DOS PINHAIS (Prefeitura Municipal). Consórcio Saneamento Paraná. **Plano municipal de saneamento básico de São José dos Pinhais/PR**. 2016.

SÃO JOSÉ DOS PINHAIS (Prefeitura Municipal). **Termo de referência para elaboração de plano municipal de saneamento básico**: diretrizes e parâmetros. 2011.

SÃO PEDRO DO IGUAÇU/PR (Prefeitura Municipal). **Plano municipal de saneamento básico (1ª revisão)**: referente à prestação dos serviços de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e drenagem e manejo de águas pluviais urbanas de São Pedro do Iguaçu/PR. 2018.

SCHUELER, T. R. **Design of stormwater wetland systems**: guidelines for creating diverse and effective stormwater wetland systems in the Mid-Atlantic Region, Department of Environmental Programs. Washington, 1992.

SIENA, O. **Método para avaliar progresso em direção ao desenvolvimento sustentável**, 2002. In: KRAMA, M.R. **Análise dos indicadores de desenvolvimento sustentável no Brasil, usando a ferramenta painel de sustentabilidade**. Curitiba, 2008. Disponível em: <[http://indicadores.fecam.org.br/uploads/28/arquivos/4056\\_KRAMA\\_M\\_Indicadores\\_de\\_Sustentabilidade\\_no\\_Brasil\\_aplicando\\_o\\_Dashboard\\_of\\_Sustainability.pdf](http://indicadores.fecam.org.br/uploads/28/arquivos/4056_KRAMA_M_Indicadores_de_Sustentabilidade_no_Brasil_aplicando_o_Dashboard_of_Sustainability.pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2018.

SILVA, E.L.; MENEZES, E.M. **Metodologia da Pesquisa e Elaboração de Dissertação**. 4 ed. rev. Atual. Florianópolis: UFSC, 2005. 138p.

SOUZA, F. C. **Mecanismos técnico-institucionais para sustentabilidade da drenagem urbana**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Dissertação de Mestrado). 174p. il, 2005.

SOUZA, M.L. de. **A prisão e a ágora**: reflexões em torno da democratização do planejamento e da gestão de cidades. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil, 2006.

\_\_\_\_\_. **ABC do desenvolvimento urbano**. 3.ed. Rio de Janeiro, RJ:Bertrand Brasil, 2007.

\_\_\_\_\_. **Mudar a cidade**: uma introdução crítica ao planejamento e a gestão urbanos. 6.ed. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil, 2010.

SOUZA, V.C.B.; MORAES, L.R.S.; BORJA, P.C. Déficit na drenagem urbana: buscando o entendimento e contribuindo para a definição. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**. v. 1, n. 2. p. 162-175, 2013 – ISSN: 2317-563X.

Telêmaco Borba (Prefeitura Municipal). **Plano municipal de saneamento básico**: versão preliminar. 2017.

\_\_\_\_\_. Secretaria Municipal de Administração. Divisão de Licitações. **Edital tomada de preços n.º 14/2015 – retificado**. 2015.

TIRONI, L.F.; SILVA, L.C.E.; VIANNA, S.M *et al.* **Crerios para a geração de indicadores de qualidade e produtividade no serviço público**. Brasília: IPEA/MEFP. 1991

TSIHRINTZIS, V.A.; HAMID, R. Modeling and management of urban stormwater runoff quality: a review. **Water resources management 11**: 137–164, 1997. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1023/A:1007903817943>>. Acesso em: 19 nov. 2018.

TUCCI, C.E.M. Gerenciamento da drenagem urbana. **RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.7, n.1, jan/mar 2002, 5-27.

\_\_\_\_\_. Inundações urbanas. **ABRH/RHAMA**, Porto Alegre – RS, 393 p., 2007.

Your Name. Direção: Makoto Shinkai. 106 min, color. Animação: CoMix Wave Films. Título original: **君の名は**. 2016

## ANEXO A – RESUMO DO GLOSSÁRIO DE INFORMAÇÕES: DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS – SNIS 2015

<b>Informações</b>		
<b>Dados Gerais</b>	GE001 - Área territorial total do município (Fonte: IBGE)	
	GE002 - Área urbana total, incluindo áreas urbanas isoladas	
	GE005 - População total residente no município (Fonte: IBGE):	
	GE006 - População urbana residente no município (estimada conforme taxa de urbanização do último Censo):	
	GE007 - Quantidade total de unidades edificadas existentes na área urbana do município	
	GE008 - Quantidade total de domicílios urbanos existentes no município:	
	GE010 - Região Hidrográfica em que se encontra o município (Fonte: ANA):	
	GE011 - Nome da(s) bacia(s) hidrográfica(s) a que pertence o município (Fonte: ANA):	
	GE012 - Existe Comitê de Bacia ou de Sub-bacia Hidrográfica organizado?	
	GE999 - Observações, esclarecimentos ou sugestões	
	<b>Dados sobre cobrança</b>	CB001 - Existe alguma forma de cobrança ou de ônus indireto pelo uso ou disposição dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas?
		CB002 - Qual(is) critério(s) de cobrança ou de ônus indireto é(são) adotado(s)?
CB002A - Especifique quais são os outros critérios de cobrança ou de ônus indireto informados em CB002:		
CB003 - Quantidade total de unidades edificadas urbanas tributadas com taxa específica dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas:		
CB004 - Valor da taxa específica dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas por unidade edificada urbana:		
CB999 - Observações, esclarecimentos ou sugestões		
<b>Dados Financeiros</b>	AD001 - Quantidade de pessoal próprio alocado nos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas:	
	AD002 - Quantidade de pessoal terceirizado alocado nos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas:	
	AD003 - Quantidade total de pessoas alocadas nos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas:	
	FN003 - Receita total do município:	
	FN004 - Formas de custeio dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas:	
	FN004A - Especifique qual é a outra forma de custeio dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas informada em FN004:	
	FN005 - Receita operacional total dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas:	
	FN008 - Receita não operacional total dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas:	
	FN009 - Receita total dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas:	
	FN012 - Despesa total do município:	
	FN013 - Despesas de Exploração (DEX) diretas ou de custeio totais dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas:	
	FN015 - Despesa total com serviço da dívida para os serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas:	
	FN016 - Despesa total com serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas:	
	FN017 - Desembolsos de investimentos com recursos próprios em Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas realizados pelo município no ano de referência:	
	FN018 - Investimentos com recursos onerosos em Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas contratados pelo município no ano de referência:	
FN019 - Desembolsos de investimentos com recursos onerosos em Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas realizados pelo município no ano de referência:		

<b>Informações</b>	
	FN020 - Investimentos com recursos não onerosos em Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas contratados pelo município no ano de referência:
	FN021 - Desembolsos de investimentos com recursos não onerosos em Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas realizados pelo município no ano de referência:
	FN022 - Investimento total em Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas contratado pelo município no ano de referência:
	FN023 - Desembolso total de investimentos em Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas realizado pelo município no ano de referência:
	FN024 - Investimentos com recursos próprios em Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas contratados pelo município no ano de referência:
	FN999 - Observações, esclarecimentos ou sugestões
Dados de Infraestrutura	IE001 - Existe Plano Diretor de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas no município?
	IE012 - Existe cadastro técnico de obras lineares no município?
	IE013 - Existe projeto básico, executivo ou "as built" de unidades operacionais de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas?
	IE016 - Tipo de sistema de Drenagem Urbana:
	IE016A - Especifique qual é o outro tipo de sistema de Drenagem Urbana informado em IE016:
	IE017 - Extensão total de vias públicas urbanas do município:
	IE018 - Extensão total de vias públicas urbanas implantadas no município no ano de referência:
	IE019 - Extensão total de vias públicas urbanas com pavimento e meio-fio (ou semelhante):
	IE020 - Extensão total de vias públicas urbanas com pavimento e meio-fio (ou semelhante) implantadas no ano de referência:
	IE021 - Quantidade de bocas de lobo existentes no município:
	IE022 - Quantidade de bocas de leão ou bocas de lobo múltiplas (duas ou mais bocas de lobo conjugadas) existentes no município:
	IE023 - Quantidade de poços de visita (PV) existentes no município:
	IE024 - Extensão total de vias públicas urbanas com redes ou canais de águas pluviais subterrâneos:
	IE025 - Extensão total de vias públicas urbanas com redes ou canais de águas pluviais subterrâneos implantadas no ano de referência:
	IE026 - Existem vias públicas urbanas com canais artificiais abertos?
	IE027 - Existem vias públicas urbanas com soluções de drenagem natural (faixas ou valas de infiltração)?
	IE028 - Extensão total de vias públicas urbanas com soluções de drenagem natural (faixas ou valas de infiltração):
	IE029 - Existem estações elevatórias de águas pluviais na rede de drenagem?
	IE031 - Existem cursos d'água naturais perenes dentro da zona urbana?
	IE032 - Extensão total dos cursos d'água naturais perenes em áreas urbanas:
	IE033 - Extensão total dos cursos d'água naturais perenes com diques em áreas urbanas:
	IE034 - Extensão total dos cursos d'água naturais perenes canalizados abertos em áreas urbanas:
	IE035 - Extensão total dos cursos d'água naturais perenes canalizados fechados em áreas urbanas:
	IE036 - Extensão total dos cursos d'água naturais perenes com retificação em áreas urbanas:
	IE037 - Extensão total dos cursos d'água naturais perenes com desenrocamento ou rebaixamento do leito em áreas urbanas:
	IE040 - Extensão total dos cursos d'água naturais perenes em áreas urbanas com outro tipo de intervenção:
	IE041 - Existe serviço de dragagem ou desassoreamento dos cursos d'água naturais perenes em áreas urbanas?
	IE043 - Existem parques lineares em áreas urbanas?

Informações	
	IE044 - Extensão total de parques lineares ao longo de cursos d'água naturais perenes em áreas urbanas:
	IE061L - Lista de Parques
	IE050 - Existe algum tipo de tratamento das águas pluviais?
	IE050A - Especifique qual é o outro tipo de tratamento das águas pluviais informado em IE050:
	IE051 - Tipo:
	IE051A - Especifique qual é o outro tipo de infraestrutura para amortecimento de vazões de cheias/inundações informado em IE051:
	IE052 - Identificação (nome ou designação dada):
	IE058 - Capacidade de reservação:
	IE061 - Identificação (nome ou designação dada):
	IE064 - Área ocupada total:
	IE068 - Outra infraestrutura (especificar):
	IE999 - Campo para Observações, esclarecimentos ou sugestões
	Dados Operacionais
OP001A - Especifique qual é a outra intervenção ou manutenção realizada no sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas ou nos cursos de água da área urbana do município informada no campo OP001:	
OP999 - Campo para Observações, esclarecimentos ou sugestões	
Gestão de risco	RI001 - Com relação à gestão de riscos e resposta a desastres referentes a problemas com a Drenagem e o Manejo das Águas Pluviais Urbanas, indique quais das seguintes instituições existem no município:
	RI001A - Especifique qual é a outra instituição que atua na prevenção de riscos e resposta a desastres no município, informada no campo RI001:
	RI002 - Quais das intervenções ou situações a seguir existem na área rural a montante das áreas urbanas do município, com potencial de colocar em risco ou provocar interferências no sistema de drenagem e no manejo das águas pluviais urbanas?
	RI002A - Especifique qual é a outra intervenção ou situação com potencial de riscos ou interferências no sistema de drenagem informada no campo RI002:
	RI003 - Instrumentos de controle e monitoramento hidrológicos existentes no município e que estiveram em funcionamento durante o ano de referência:
	RI003A - Especifique qual é o outro instrumento de controle e monitoramento hidrológico informado no campo RI003:
	RI004A - Especifique qual é o outro dado hidrológico monitorado no município e sua metodologia de monitoramento informados no campo RI004:
	RI005 - Existem sistemas de alerta de riscos hidrológicos (alagamentos, enxurradas, inundações) no município?
	RI007 - Existe cadastro ou demarcação de marcas históricas de inundações?
	RI009 - Existe mapeamento de áreas de risco de inundação dos cursos d'água urbanos?
	RI010 - O mapeamento é parcial ou integral?
	RI011 - Qual percentual da área total do município está mapeada?
	RI012 - Tempo de recorrência (ou período de retorno) adotado para o mapeamento
	RI013 - Quantidade de domicílios sujeitos a risco de inundação
	RI022 - Número de enxurradas na área urbana do município nos últimos cinco anos, registradas no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):
	RI024 - Número de alagamentos na área urbana do município nos últimos cinco anos, registrados no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):
	RI025 - Número de alagamentos na área urbana do município no ano de referência,

	<b>Informações</b>
	registrados no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):
	RI026 - Número de inundações na área urbana do município nos últimos cinco anos, registradas no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):
	RI027 - Número de inundações na área urbana do município no ano de referência, registradas no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):
	RI028 - Número de pessoas desabrigadas ou desalojadas na área urbana do município devido a eventos hidrológicos impactantes nos últimos cinco anos, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):
	RI029 - Número de pessoas desabrigadas ou desalojadas na área urbana do município devido a eventos hidrológicos impactantes no ano de referência, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):
	RI030 - Número de óbitos na área urbana do município decorrentes de eventos hidrológicos impactantes nos últimos cinco anos, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):
	RI031 - Número de óbitos na área urbana do município decorrentes de eventos hidrológicos impactantes no ano de referência, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):
	RI032 - Número de unidades edificadas atingidas na área urbana do município devido a eventos hidrológicos impactantes no ano de referência:
	RI042 - No ano de referência, houve alojamento ou reassentamento de população residente em área de risco hidrológico no município, durante ou após eventos hidrológicos impactantes?
	RI043 - Quantidade de pessoas transferidas para habitações provisórias durante ou após os eventos hidrológicos impactantes ocorridos no ano de referência:
	RI044 - Quantidade de pessoas realocadas para habitações permanentes durante ou após os eventos hidrológicos impactantes ocorridos no ano de referência:
	RI045 - Houve atuação (federal, estadual ou municipal) para reassentamento da população e/ou para recuperação de unidades edificadas afetadas pelos eventos hidrológicos impactantes?
	RI064 - Número de enxurradas na área urbana do município no ano de referência, que não foram registradas no sistema eletrônico (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil:
	RI065 - Número de alagamentos na área urbana do município no ano de referência, que não foram registrados no sistema eletrônico (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil:
	RI066 - Número de inundações na área urbana do município no ano de referência, que não foram registradas no sistema eletrônico (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil:
	RI067 - Número de pessoas desabrigadas ou desalojadas na área urbana do município devido a eventos hidrológicos impactantes no ano de referência, que não foi registrado no sistema eletrônico (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil:
	RI068 - Número de óbitos na área urbana do município decorrentes de eventos hidrológicos impactantes no ano de referência, que não foi registrado no sistema eletrônico (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil:
	RI999 - Observações, esclarecimentos ou sugestões

Fonte: BRASIL, 2018b.

## APÊNDICE A DETALHAMENTO DOS INDICADORES

Nº	Indicadores	Subindicadores
1	Plano Diretor	Verificar a existência de Plano Diretor municipal;
2		Análise crítica do plano diretor de drenagem urbana e/ou recursos hídricos, caso exista, quanto à implantação, atualidade e demandas futuras;
3	Uso e Ocupação do Solo	Verificar a existência da Legislação municipal de uso e ocupação do solo;
4		Verificar se a lei de Uso e Ocupação do Solo determina diretrizes para a drenagem;
5	Descrição do Sistema	Descrição do sistema de macrodrenagem (galeria, canal, etc) e microdrenagem (rede, bocas-de-lobo e órgãos acessórios) atualmente empregado na área de planejamento. Esta descrição deverá englobar croqui georreferenciado dos principais lançamentos da macrodrenagem, desenhos, fluxogramas, fotografias e planilhas que permitam o entendimento dos sistemas em operação;
6		Descrição detalhada e avaliação dos sistemas que integra os serviços drenagem e manejo das águas pluviais urbanas infraestruturas e instalações operacionais de transporte, <b><u>detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias;</u></b>
7		Descrição detalhada e avaliação dos sistemas que integra os serviços drenagem e manejo das águas pluviais urbanas infraestruturas e instalações operacionais de transporte, <b><u>tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas;</u></b>
8	Manutenção	Verificar se existem manutenção e limpeza da drenagem natural e artificial e a frequência com que são feitas;
9	Fiscalização	Verificar a existência de fiscalização do cumprimento da legislação vigente;
10	Nível de Fiscalização	Identificar o nível de atuação da fiscalização em drenagem urbana;
11	Arranjo Institucional	Identificar os órgãos municipais com alguma provável ação em controle de enchentes e drenagem urbana e identificar suas atribuições;
12	Loteamentos	Verificar a obrigatoriedade da microdrenagem para implantação de loteamentos ou abertura de ruas;
13	Separação do Esgotamento Sanitário	Verificar se há separação entre os sistemas de drenagem e de esgotamento sanitário ou é sistema unitário;
14	Ligações Clandestinas	Verificar a existência de ligações clandestinas de esgotos sanitários ao sistema de drenagem pluvial;
15	Áreas de Risco	Identificação das Áreas de Risco;
16		Determinação do Horizonte de Expansão sendo observadas áreas de risco;
17	Evolução Populacional	Verificar a relação entre a evolução populacional, processo de urbanização e a quantidade de ocorrência de inundações;
18	Fundos de Vale	Identificação e descrição dos principais fundos de vale, por onde é feito o escoamento das águas de chuva;
19	Capacidade do Sistema	Análise da capacidade limite com elaboração de croqui georreferenciado das bacias contribuintes para a microdrenagem;
20	Sustentabilidade Econômico-Financeira da Prestação de Serviço	Receitas operacionais e despesas de custeio e investimento;
21	Indicadores do Sistema	Apresentar os indicadores operacionais, econômico-financeiros, administrativos e de qualidade dos serviços prestados;
22	Indicadores Epidemiológicos	Verificar se o município apresenta registros epidemiológicos;

Nº	Indicadores	Subindicadores
23	<b>Análise das tecnologias adotadas</b>	Identificação da infraestrutura atual e análise crítica dos sistemas de drenagem urbana das águas pluviais e das técnicas e tecnologias adotadas quanto à sua atualidade e pertinência em face dos novos pressupostos quanto ao manejo das águas pluviais;
24	<b>Lacunas Poder Público</b>	Identificação de lacunas no atendimento pelo Poder Público, incluindo demandas de ações estruturais e não estruturais para o manejo das águas pluviais, com análise do sistema de drenagem existente quanto à sua cobertura, capacidade de transporte, manutenção e estado das estruturas;
25	<b>Estudos Hidrológicos</b>	Identificação das deficiências no sistema natural de drenagem, a partir de estudos hidrológicos;
26	<b>Características Morfológicas</b>	Estudo das características morfológicas e determinação de índices físicos (hidrografia, pluviometria, topografia e outros) para as bacias e microbacias em especial das áreas urbanas;
27	<b>Assoreamento e Erosão</b>	mapear o problema de erosão urbana em um ambiente SIG em conjunto com o risco geológico e identificar possíveis soluções para os principais problemas detectados;
28	<b>Cobertura do Atendimento</b>	Análise do sistema de drenagem existente quanto a sua cobertura, capacidade de transporte e estado das estruturas;
29	<b>Área Rural</b>	Identificação e Avaliação do Manejo de Águas Pluviais na área rural do município;
30	<b>Regime Hidrológico</b>	Estudo de chuvas intensas para as bacias com a finalidade de determinar as equações de chuvas a serem adotadas nas estimativas dos hidrogramas de cheias;
31	<b>Coeficiente de Escoamento</b>	Estimativas dos coeficientes de escoamento que possam ser adotados para microdrenagem de pequenas áreas;
32	<b>Amortecimento de vazões de cheias</b>	Identificação e avaliação, com base no cadastro existente no Município, da infraestrutura e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas, podendo englobar mapas, fotografias e/ou tabelas que permitam o entendimento dos sistemas em operação, incluído os serviços de manutenção;
33	<b>Áreas de ausência de sistema</b>	Identificação das regiões com maior vulnerabilidade sob o ponto de vista de infraestrutura: (ausência, precariedade e obsolescência);
34	<b>Projetos paralelos</b>	Identificar planos, programa e projetos em desenvolvimento, já desenvolvidos ou em elaboração.
35	<b>Condições dos corpos receptores</b>	Caracterização das condições sanitárias e ambientais de corpos receptores;
36	<b>Identificação de Falhas do Sistema</b>	Avaliação de funcionamento da rede, indicando, no caso de falha, a localização da mesma, os volumes excedentes e um pré-dimensionamento das áreas de reserva para amortecimento de cheias, utilizando como base o cadastro de uso de solo;
37	<b>Pavimentação</b>	Determinação de extensão de vias pavimentadas;
38	<b>Sistemas Não Convencionais</b>	Levantamento da existência de sistemas não-convencionais de drenagem urbana;
39	<b>Histórico de Inundações</b>	Levantar o histórico de ocorrência de inundações;
40	<b>Área Permeável / Impermeável</b>	Atualizar a relação entre área impermeável e densidade habitacional, mediante cruzamento de informações em SIG.
41	<b>Poluição Difusa</b>	Fazer a interligação da prestação dos serviços públicos de Drenagem Urbana e Manejo de Resíduos sólidos, de forma a caracterizar o problema de carreamento de resíduos para cursos d'água e possíveis impactos na drenagem urbana tanto na qualidade como na eficiência das estruturas;
42	<b>Implementação de Soluções Compensatórias</b>	levantamento de normativos em vigência afetos ao tema, incluindo a verificação da existência de normativo que preveja soluções compensatórias;

Nº	Indicadores	Subindicadores
43	<b>Retenção do Escoamento Superficial na Fonte Geradora</b>	Diretrizes para o controle de escoamentos na fonte, adotando-se soluções que favoreçam o armazenamento, a infiltração e a percolação;
44	<b>Tratamento de Fundo de Vale</b>	Indicar, no mapa básico, o traçado das principais avenidas sanitárias, com especificação da solução adotada para o tratamento de fundo de vale;
45	<b>Medidas de Controle contra Impactos de Inundações e Alagamentos</b>	Proposta de medidas mitigadoras para os principais impactos identificados, em particular;
46	<b>Medidas de Controle contra Assoreamento</b>	Medidas de controle para reduzir o assoreamento de cursos d'água e de bacias de detenção, eventualmente propostas pelos membros do grupo de trabalho;
47	<b>Medidas de Controle contra Poluição Difusa</b>	medidas de controle para reduzir o lançamento de resíduos sólidos nos corpos d'água;
48	<b>Medidas de Emergência e Contingência</b>	Prever eventos de emergência e contingência;
49	<b>Mobilização Social</b>	Técnicas e participação nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados com os serviços públicos de saneamento básico;
50	<b>Sistema de Monitoramento de Inundações</b>	Objetivo de desenvolver, testar e implementar um sistema de previsão de ocorrência de inundações em áreas suscetíveis;

## APÊNDICE B CÁLCULO DO ISMAP PARA CADA MUNICÍPIO E A SÍNTESE

### ALEGRE (ES)

Dimensões	Matriz	Itens	Classificação			Pontuação
			TR	PMSB	Gestão	
			8%	69%	55%	
A. Infraestrutura	5	Descrição do Sistema de Drenagem	1	1	NA	44%
	15	Identificação das Áreas de Risco	0	1	NA	
	17	Evolução Populacional	0	1	0	
	18	Fundos de Vale	0	1	NA	
	19	Capacidade do Sistema	0	0	NA	
	25	Estudos Hidrológicos (Identificação de Deficiências)	0	1	NA	
	26	Características Morfológicas	0	1	NA	
	27	Assoreamento e Erosão	0	1	NA	
	28	Cobertura do Atendimento	1	0	0	
	29	Área Rural	0	1	0	
	30	Regime Hidrológico	0	1	NA	
	31	Coefficiente de Escoamento	0	0	0,3	
	33	Áreas de Ausência de Sistema	0	1	NA	
	37	Pavimentação	0	1	0	
	44	Tratamento do Fundo de Vale	0	0	0	
		<b>ÍNDICE</b>	<b>13%</b>	<b>73%</b>	<b>5%</b>	<b>31%</b>

(continuação)

Dimensões	Matriz	Itens	Classificação			Pontuação
			TR	PMSB	Gestão	
			8%	69%	55%	
B. Medidas de Controle	6	Descrição do Sistema de Drenagem considerando medidas de controle	1	1	0	44%
	23	Análise das Tecnologias Adotadas	0	1	NA	
	32	Amortecimento de vazões de cheias (identificação por mapas)	1	0	NA	
	36	Identificação de Falhas do Sistema	1	0	1	
	38	Sistemas Não Convencionais	0	1	1	
	40	Área impermeável / permeável	0	0	0	
	45	Medidas de Controle contra Impactos de Inundações e Alagamentos	0	1	1	
	46	Medidas de Controle contra Assoreamento	0	1	1	
	47	Medidas de Controle contra Poluição Difusa	0	0	0	
	48	Medidas de Emergência e Contingência	0	1	1	
		ÍNDICE	30%	60%	63%	
C. Meios de Implantação	1	Existência do Plano Diretor	0	1	1	67%
	3	Uso e Ocupação do Solo e Parcelamento do Solo	0	1	NA	
	24	Lacunas Poder Público	0	1	NA	
	34	Projetos Paralelos	0	1	1	
	42	Implementação de Soluções Compensatórias	0	1	1	
		ÍNDICE	0%	100%	100%	
D. Horizonte de Expansão	2	Crítica ao Plano Diretor	0	1	1	47%
	4	Uso e Ocupação do Solo	0	1	1	
	16	Áreas de Risco norteiam o horizonte de expansão?	NA	NA	1	
	39	Histórico/Áreas de Inundações	0	0	0	
		ÍNDICE	0%	67%	75%	

(continuação)

Dimensões	Matriz	Itens	Classificação			Pontuação
			TR	PMSB	Gestão	
			8%	69%	55%	
E. Critérios de Sustentabilidade	7	Descrição do Sistema de Drenagem observando tratamento e disposição final da água pluvial	1	1	0	
	13	Separação do Sistema de Esgotamento Sanitário	0	0	0	
	14	Ligações Clandestinas	0	0	0	
	35	Condições dos corpos receptores	NA	NA	0,5	
	41	Poluição Difusa	0	0	0	
	43	Retenção do Escoamento Superficial na Fonte Geradora	0	1	1	
			ÍNDICE	20%	40%	25%
F. Controle Permanente	8	Manutenção do Sistema	0	1	0	
	9	Fiscalização	0	1	1	
	10	Nível de Fiscalização	0	1	1	
	12	Loteamentos	0	0	0	
	50	Sistema de Monitoramento de Inundações	0	1	0	
			ÍNDICE	0%	80%	40%
G. Educação	21	Indicadores do Sistema	0	0	0	
	22	Indicadores Epidemiológicos	0	0	0	
	49	Mobilização Social	0	1	1	
			ÍNDICE	0%	33%	33%
H. Institucional	11	Arranjo Institucional	0	1	1	
	20	Sustentabilidade Econômico-Financeira da Prestação de Serviço	0	1	1	
			ÍNDICE	0%	100%	100%

**BLUMENAU (SC)**

Dimensões	Matriz	Itens	Classificação			Pontuação
			TR	PMSB	Gestão	
			69%	99%	66%	78%
A. Infraestrutura	5	Descrição do Sistema de Drenagem	1	1	NA	
	15	Identificação das Áreas de Risco	1	1	NA	
	17	Evolução Populacional	1	1	1	
	18	Fundos de Vale	1	1	NA	
	19	Capacidade do Sistema	1	1	NA	
	25	Estudos Hidrológicos (Identificação de Deficiências)	1	1	NA	
	26	Características Morfológicas	1	1	NA	
	27	Assoreamento e Erosão	1	1	NA	
	28	Cobertura do Atendimento	0	1	0,788	
	29	Área Rural	1	1	0,6	
	30	Regime Hidrológico	1	1	NA	
	31	Coefficiente de Escoamento	0	1	0,3	
	33	Áreas de Ausência de Sistema	0	0	NA	
	37	Pavimentação	1	1	0,788	
	44	Tratamento do Fundo de Vale	0	1	0	
		<b>ÍNDICE</b>	<b>73%</b>	<b>93%</b>	<b>58%</b>	<b>75%</b>

(continuação)

Dimensões	Matriz	Itens	Classificação			Pontuação
			TR	PMSB	Gestão	
			69%	99%	66%	78%
B. Medidas de Controle	6	Descrição do Sistema de Drenagem considerando medidas de controle	1	1	1	
	23	Análise das Tecnologias Adotadas	1	1	NA	
	32	Amortecimento de vazões de cheias (identificação por mapas)	1	1	NA	
	36	Identificação de Falhas do Sistema	1	1	0	
	38	Sistemas Não Convencionais	0	1	1	
	40	Área impermeável / permeável	1	1	0,8	
	45	Medidas de Controle contra Impactos de Inundações e Alagamentos	0	1	0	
	46	Medidas de Controle contra Assoreamento	0	1	0	
	47	Medidas de Controle contra Poluição Difusa	0	1	0	
	48	Medidas de Emergência e Contingência	1	1	1	
		<b>ÍNDICE</b>	<b>60%</b>	<b>100%</b>	<b>48%</b>	
C. Meios de Implantação	1	Existência do Plano Diretor	1	1	1	
	3	Uso e Ocupação do Solo e Parcelamento do Solo	1	1	NA	
	24	Lacunas Poder Público	1	1	NA	
	34	Projetos Paralelos	0	1	1	
	42	Implementação de Soluções Compensatórias	0	1	1	
		<b>ÍNDICE</b>	<b>60%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	
D. Horizonte de Expansão	2	Crítica ao Plano Diretor	1	1	1	
	4	Uso e Ocupação do Solo	1	1	1	
	16	Áreas de Risco norteiam o horizonte de expansão?	NA	NA	1	
	39	Histórico/Áreas de Inundações	1	1	0,6	
		<b>ÍNDICE</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>90%</b>	

(continuação)

Dimensões	Matriz	Itens	Classificação			Pontuação
			TR	PMSB	Gestão	
			69%	99%	66%	78%
E. Critérios de Sustentabilidade	7	Descrição do Sistema de Drenagem observando tratamento e disposição final da água pluvial	0	1	0	
	13	Separação do Sistema de Esgotamento Sanitário	0	1	1	
	14	Ligações Clandestinas	0	1	0	
	35	Condições dos corpos receptores	NA	NA	0,5	
	41	Poluição Difusa	0	1	0	
	43	Retenção do Escoamento Superficial na Fonte Geradora	0	1	1	
		<b>ÍNDICE</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	<b>42%</b>	<b>47%</b>
F. Controle Permanente	8	Manutenção do Sistema	1	1	0	
	9	Fiscalização	1	1	1	
	10	Nível de Fiscalização	1	1	0	
	12	Loteamentos	0	1	0	
	50	Sistema de Monitoramento de Inundações	0	1	1	
		<b>ÍNDICE</b>	<b>60%</b>	<b>100%</b>	<b>40%</b>	<b>67%</b>
G. Educação	21	Indicadores do Sistema	1	1	0,62	
	22	Indicadores Epidemiológicos	1	1	0	
	49	Mobilização Social	1	1	1	
		<b>ÍNDICE</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>54%</b>	<b>85%</b>
H. Institucional	11	Arranjo Institucional	1	1	1	
	20	Sustentabilidade Econômico-Financeira da Prestação de Serviço	1	1	1	
		<b>ÍNDICE</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

**BRASÍLIA (DF)**

Dimensões	Matriz	Itens	Classificação			Pontuação
			TR	PMSB	Gestão	
			84%	100%	77%	87%
A. Infraestrutura	5	Descrição do Sistema de Drenagem	1	1	NA	
	15	Identificação das Áreas de Risco	1	1	NA	
	17	Evolução Populacional	1	1	1	
	18	Fundos de Vale	1	1	NA	
	19	Capacidade do Sistema	1	1	NA	
	25	Estudos Hidrológicos (Identificação de Deficiências)	1	1	NA	
	26	Características Morfológicas	1	1	NA	
	27	Assoreamento e Erosão	1	1	NA	
	28	Cobertura do Atendimento	1	1	0,84	
	29	Área Rural	1	1	0,905	
	30	Regime Hidrológico	1	1	NA	
	31	Coefficiente de Escoamento	0	1	0,38	
	33	Áreas de Ausência de Sistema	0	1	NA	
	37	Pavimentação	1	1	0,84	
	44	Tratamento do Fundo de Vale	0	1	1	
		<b>ÍNDICE</b>	<b>80%</b>	<b>100%</b>	<b>83%</b>	<b>88%</b>

(continuação)

Dimensões	Matriz	Itens	Classificação			Pontuação
			TR	PMSB	Gestão	
			84%	100%	77%	87%
B. Medidas de Controle	6	Descrição do Sistema de Drenagem considerando medidas de controle	1	1	1	84%
	23	Análise das Tecnologias Adotadas	1	1	NA	
	32	Amortecimento de vazões de cheias (identificação por mapas)	1	1	NA	
	36	Identificação de Falhas do Sistema	1	1	0	
	38	Sistemas Não Convencionais	1	1	1	
	40	Área impermeável / permeável	0	1	0	
	45	Medidas de Controle contra Impactos de Inundações e Alagamentos	1	1	1	
	46	Medidas de Controle contra Assoreamento	1	1	0	
	47	Medidas de Controle contra Poluição Difusa	1	1	1	
	48	Medidas de Emergência e Contingência	1	1	1	
		ÍNDICE	90%	100%	63%	
C. Meios de Implantação	1	Existência do Plano Diretor	1	1	1	93%
	3	Uso e Ocupação do Solo e Parcelamento do Solo	1	1	NA	
	24	Lacunas Poder Público	1	1	NA	
	34	Projetos Paralelos	0	1	1	
	42	Implementação de Soluções Compensatórias	1	1	1	
		ÍNDICE	80%	100%	100%	
D. Horizonte de Expansão	2	Crítica ao Plano Diretor	1	1	1	100%
	4	Uso e Ocupação do Solo	1	1	1	
	16	Áreas de Risco norteiam o horizonte de expansão?	NA	NA	1	
	39	Histórico/Áreas de Inundações	1	1	1	
		ÍNDICE	100%	100%	100%	

(continuação)

Dimensões	Matriz	Itens	Classificação			Pontuação
			TR	PMSB	Gestão	
			84%	100%	77%	
E. Critérios de Sustentabilidade	7	Descrição do Sistema de Drenagem observando tratamento e disposição final da água pluvial	1	1	1	
	13	Separação do Sistema de Esgotamento Sanitário	1	1	1	
	14	Ligações Clandestinas	1	1	0	
	35	Condições dos corpos receptores	NA	NA	0,8	
	41	Poluição Difusa	1	1	0	
	43	Retenção do Escoamento Superficial na Fonte Geradora	0	1	0	
			ÍNDICE	80%	100%	
F. Controle Permanente	8	Manutenção do Sistema	1	1	1	
	9	Fiscalização	1	1	1	
	10	Nível de Fiscalização	0	1	0	
	12	Loteamentos	0	1	1	
	50	Sistema de Monitoramento de Inundações	0	1	0	
			ÍNDICE	40%	100%	
G. Educação	21	Indicadores do Sistema	1	1	0,83	
	22	Indicadores Epidemiológicos	1	1	0	
	49	Mobilização Social	1	1	1	
			ÍNDICE	100%	100%	
H. Institucional	11	Arranjo Institucional	1	1	1	
	20	Sustentabilidade Econômico-Financeira da Prestação de Serviço	1	1	1	
			ÍNDICE	100%	100%	

**SANTA HELENA (PR)**

Dimensões	Matriz	Itens	Classificação			Pontuação
			TR	PMSB	Gestão	
			57%	90%	54%	67%
A. Infraestrutura	5	Descrição do Sistema de Drenagem	1	1	NA	
	15	Identificação das Áreas de Risco	1	1	NA	
	17	Evolução Populacional	1	1	0	
	18	Fundos de Vale	0	1	NA	
	19	Capacidade do Sistema	1	1	NA	
	25	Estudos Hidrológicos (Identificação de Deficiências)	1	1	NA	
	26	Características Morfológicas	1	1	NA	
	27	Assoreamento e Erosão	1	1	NA	
	28	Cobertura do Atendimento	0	1	0	
	29	Área Rural	1	1	0	
	30	Regime Hidrológico	1	1	NA	
	31	Coefficiente de Escoamento	0	1	0,3	
	33	Áreas de Ausência de Sistema	0	0	NA	
	37	Pavimentação	0	0	0	
	44	Tratamento do Fundo de Vale	0	0	0	
		<b>ÍNDICE</b>	<b>60%</b>	<b>80%</b>	<b>5%</b>	<b>48%</b>

(continuação)

Dimensões	Matriz	Itens	Classificação			Pontuação
			TR	PMSB	Gestão	
			57%	90%	54%	67%
B. Medidas de Controle	6	Descrição do Sistema de Drenagem considerando medidas de controle	1	1	1	
	23	Análise das Tecnologias Adotadas	1	1	NA	
	32	Amortecimento de vazões de cheias (identificação por mapas)	1	1	NA	
	36	Identificação de Falhas do Sistema	1	1	0,89	
	38	Sistemas Não Convencionais	1	1	1	
	40	Área impermeável / permeável	0	0	0	
	45	Medidas de Controle contra Impactos de Inundações e Alagamentos	1	1	1	
	46	Medidas de Controle contra Assoreamento	1	1	0	
	47	Medidas de Controle contra Poluição Difusa	0	1	1	
	48	Medidas de Emergência e Contingência	1	1	1	
			ÍNDICE	80%	90%	74%
C. Meios de Implantação	1	Existência do Plano Diretor	1	1	1	
	3	Uso e Ocupação do Solo e Parcelamento do Solo	0	1	NA	
	24	Lacunas Poder Público	1	1	NA	
	34	Projetos Paralelos	0	1	1	
	42	Implementação de Soluções Compensatórias	1	1	1	
			ÍNDICE	60%	100%	100%
D. Horizonte de Expansão	2	Crítica ao Plano Diretor	1	1	0	
	4	Uso e Ocupação do Solo	0	1	1	
	16	Áreas de Risco norteiam o horizonte de expansão?	NA	NA	0	
	39	Histórico/Áreas de Inundações	0	0	1	
			ÍNDICE	33%	67%	50%

(continuação)

Dimensões	Matriz	Itens	Classificação			Pontuação
			TR	PMSB	Gestão	
			57%	90%	54%	67%
E. Critérios de Sustentabilidade	7	Descrição do Sistema de Drenagem observando tratamento e disposição final da água pluvial	0	1	0	
	13	Separação do Sistema de Esgotamento Sanitário	1	1	1	
	14	Ligações Clandestinas	0	1	1	
	35	Condições dos corpos receptores	NA	NA	0,8	
	41	Poluição Difusa	0	1	0	
	43	Retenção do Escoamento Superficial na Fonte Geradora	0	1	1	
			ÍNDICE	20%	100%	63%
F. Controle Permanente	8	Manutenção do Sistema	0	1	0	
	9	Fiscalização	0	1	1	
	10	Nível de Fiscalização	0	1	1	
	12	Loteamentos	0	1	1	
	50	Sistema de Monitoramento de Inundações	0	0	0	
			ÍNDICE	0%	80%	60%
G. Educação	21	Indicadores do Sistema	1	1	0,6	
	22	Indicadores Epidemiológicos	1	1	0	
	49	Mobilização Social	1	1	1	
			ÍNDICE	100%	100%	53%
H. Institucional	11	Arranjo Institucional	1	1	0,5	
	20	Sustentabilidade Econômico-Financeira da Prestação de Serviço	1	1	0	
			ÍNDICE	100%	100%	25%

## SÃO JOSÉ DOS PINHAIS (PR)

Dimensões	Matriz	Itens	Classificação			Pontuação
			TR	PMSB	Gestão	
			73%	96%	50%	73%
A. Infraestrutura	5	Descrição do Sistema de Drenagem	1	1	NA	
	15	Identificação das Áreas de Risco	1	1	NA	
	17	Evolução Populacional	1	1	0,998	
	18	Fundos de Vale	0	1	NA	
	19	Capacidade do Sistema	0	1	NA	
	25	Estudos Hidrológicos (Identificação de Deficiências)	1	1	NA	
	26	Características Morfológicas	1	1	NA	
	27	Assoreamento e Erosão	1	1	NA	
	28	Cobertura do Atendimento	1	1	0,39	
	29	Área Rural	1	1	0,8	
	30	Regime Hidrológico	1	1	NA	
	31	Coefficiente de Escoamento	0	1	0,3	
	33	Áreas de Ausência de Sistema	1	1	NA	
	37	Pavimentação	0	0	0,425	
	44	Tratamento do Fundo de Vale	0	0	0	
		ÍNDICE	67%	87%	49%	67%

(continuação)

Dimensões	Matriz	Itens	Classificação			Pontuação
			TR	PMSB	Gestão	
			73%	96%	50%	73%
B. Medidas de Controle	6	Descrição do Sistema de Drenagem considerando medidas de controle	1	1	0	
	23	Análise das Tecnologias Adotadas	1	1	NA	
	32	Amortecimento de vazões de cheias (identificação por mapas)	0	1	NA	
	36	Identificação de Falhas do Sistema	0	0	0	
	38	Sistemas Não Convencionais	0	1	0	
	40	Área impermeável / permeável	0	0	0	
	45	Medidas de Controle contra Impactos de Inundações e Alagamentos	1	1	1	
	46	Medidas de Controle contra Assoreamento	1	1	1	
	47	Medidas de Controle contra Poluição Difusa	1	1	0	
	48	Medidas de Emergência e Contingência	1	1	1	
		ÍNDICE	60%	80%	38%	
C. Meios de Implantação	1	Existência do Plano Diretor	1	1	1	
	3	Uso e Ocupação do Solo e Parcelamento do Solo	1	1	NA	
	24	Lacunas Poder Público	1	1	NA	
	34	Projetos Paralelos	1	1	1	
	42	Implementação de Soluções Compensatórias	0	1	0	
		ÍNDICE	80%	100%	67%	
D. Horizonte de Expansão	2	Crítica ao Plano Diretor	1	1	1	
	4	Uso e Ocupação do Solo	1	1	1	
	16	Áreas de Risco norteiam o horizonte de expansão?	NA	NA	1	
	39	Histórico/Áreas de Inundações	1	1	0	
		ÍNDICE	100%	100%	75%	

(continuação)

Dimensões	Matriz	Itens	Classificação			Pontuação
			TR	PMSB	Gestão	
			73%	96%	50%	73%
E. Critérios de Sustentabilidade	7	Descrição do Sistema de Drenagem observando tratamento e disposição final da água pluvial	0	1	0	
	13	Separação do Sistema de Esgotamento Sanitário	1	1	1	
	14	Ligações Clandestinas	1	1	0	
	35	Condições dos corpos receptores	NA	NA	0,8	
	41	Poluição Difusa	0	1	0	
	43	Retenção do Escoamento Superficial na Fonte Geradora	0	1	0	
			ÍNDICE	40%	100%	30%
F. Controle Permanente	8	Manutenção do Sistema	1	1	0	
	9	Fiscalização	1	1	1	
	10	Nível de Fiscalização	0	1	1	
	12	Loteamentos	0	1	1	
	50	Sistema de Monitoramento de Inundações	0	1	0	
			ÍNDICE	40%	100%	60%
G. Educação	21	Indicadores do Sistema	1	1	0	
	22	Indicadores Epidemiológicos	1	1	0,61	
	49	Mobilização Social	1	1	1	
			ÍNDICE	100%	100%	54%
H. Institucional	11	Arranjo Institucional	1	1	0,5	
	20	Sustentabilidade Econômico-Financeira da Prestação de Serviço	1	1	0	
			ÍNDICE	100%	100%	25%

**SÃO PEDRO DO IGUAÇU (PR)**

Dimensões	Matriz	Itens	Classificação			Pontuação
			TR	PMSB	Gestão	
			55%	72%	30%	52%
A. Infraestrutura	5	Descrição do Sistema de Drenagem	1	1	NA	
	15	Identificação das Áreas de Risco	1	1	NA	
	17	Evolução Populacional	1	1	1	
	18	Fundos de Vale	1	1	NA	
	19	Capacidade do Sistema	1	1	NA	
	25	Estudos Hidrológicos (Identificação de Deficiências)	1	1	NA	
	26	Características Morfológicas	1	1	NA	
	27	Assoreamento e Erosão	1	1	NA	
	28	Cobertura do Atendimento	1	1	0,301	
	29	Área Rural	1	1	0,475	
	30	Regime Hidrológico	1	1	NA	
	31	Coefficiente de Escoamento	0	1	0,3	
	33	Áreas de Ausência de Sistema	0	0	NA	
	37	Pavimentação	0	0	0,475	
	44	Tratamento do Fundo de Vale	0	0	0	
		<b>ÍNDICE</b>	<b>73%</b>	<b>80%</b>	<b>43%</b>	<b>65%</b>

(continuação)

Dimensões	Matriz	Itens	Classificação			Pontuação
			TR	PMSB	Gestão	
			55%	72%	30%	52%
B. Medidas de Controle	6	Descrição do Sistema de Drenagem considerando medidas de controle	1	1	1	
	23	Análise das Tecnologias Adotadas	1	1	NA	
	32	Amortecimento de vazões de cheias (identificação por mapas)	1	1	NA	
	36	Identificação de Falhas do Sistema	1	1	0	
	38	Sistemas Não Convencionais	0	1	0	
	40	Área impermeável / permeável	0	0	0	
	45	Medidas de Controle contra Impactos de Inundações e Alagamentos	1	1	1	
	46	Medidas de Controle contra Assoreamento	0	1	0	
	47	Medidas de Controle contra Poluição Difusa	0	0	0	
	48	Medidas de Emergência e Contingência	0	1	1	
			ÍNDICE	50%	80%	38%
C. Meios de Implantação	1	Existência do Plano Diretor	1	1	1	
	3	Uso e Ocupação do Solo e Parcelamento do Solo	0	1	NA	
	24	Lacunas Poder Público	1	1	NA	
	34	Projetos Paralelos	0	0	0	
	42	Implementação de Soluções Compensatórias	0	1	0	
			ÍNDICE	40%	80%	33%
D. Horizonte de Expansão	2	Crítica ao Plano Diretor	1	1	0	
	4	Uso e Ocupação do Solo	0	0	0	
	16	Áreas de Risco norteiam o horizonte de expansão?	NA	NA	0	
	39	Histórico/Áreas de Inundações	0	0	0	
			ÍNDICE	33%	33%	0%

(continuação)

Dimensões	Matriz	Itens	Classificação			Pontuação
			TR	PMSB	Gestão	
			55%	72%	30%	52%
E. Critérios de Sustentabilidade	7	Descrição do Sistema de Drenagem observando tratamento e disposição final da água pluvial	0	0	0	
	13	Separação do Sistema de Esgotamento Sanitário	1	1	1	
	14	Ligações Clandestinas	0	1	0	
	35	Condições dos corpos receptores	NA	NA	0,8	
	41	Poluição Difusa	0	0	0	
	43	Retenção do Escoamento Superficial na Fonte Geradora	0	1	1	
			ÍNDICE	20%	60%	47%
F. Controle Permanente	8	Manutenção do Sistema	1	1	0	
	9	Fiscalização	0	1	0	
	10	Nível de Fiscalização	0	0	0	
	12	Loteamentos	0	0	0	
	50	Sistema de Monitoramento de Inundações	0	0	0	
			ÍNDICE	20%	40%	0%
G. Educação	21	Indicadores do Sistema	1	1	0,73	
	22	Indicadores Epidemiológicos	1	1	1	
	49	Mobilização Social	1	1	0	
			ÍNDICE	100%	100%	58%
H. Institucional	11	Arranjo Institucional	1	1	0,5	
	20	Sustentabilidade Econômico-Financeira da Prestação de Serviço	1	1	0	
			ÍNDICE	100%	100%	25%

**PIRAQUARA (PR)**

Dimensões	Matriz	Itens	Classificação			Pontuação
			TR	PMSB	Gestão	60%
			68%	80%	33%	
A. Infraestrutura	5	Descrição do Sistema de Drenagem	1	1	NA	
	15	Identificação das Áreas de Risco	1	1	NA	
	17	Evolução Populacional	1	1	1	
	18	Fundos de Vale	0	1	NA	
	19	Capacidade do Sistema	1	1	NA	
	25	Estudos Hidrológicos (Identificação de Deficiências)	1	1	NA	
	26	Características Morfológicas	1	1	NA	
	27	Assoreamento e Erosão	1	1	NA	
	28	Cobertura do Atendimento	1	1	0,3	
	29	Área Rural	1	1	0,7818	
	30	Regime Hidrológico	1	1	NA	
	31	Coefficiente de Escoamento	1	1	0,3	
	33	Áreas de Ausência de Sistema	1	1	NA	
	37	Pavimentação	0	1	0,372	
	44	Tratamento do Fundo de Vale	0	1	0	
		<b>ÍNDICE</b>	<b>80%</b>	<b>100%</b>	<b>46%</b>	<b>75%</b>

(continuação)

Dimensões	Matriz	Itens	Classificação			Pontuação
			TR	PMSB	Gestão	
			68%	80%	33%	60%
B. Medidas de Controle	6	Descrição do Sistema de Drenagem considerando medidas de controle	1	1	1	
	23	Análise das Tecnologias Adotadas	1	1	NA	
	32	Amortecimento de vazões de cheias (identificação por mapas)	1	1	NA	
	36	Identificação de Falhas do Sistema	1	1	1	
	38	Sistemas Não Convencionais	1	1	1	
	40	Área impermeável / permeável	0	1	0	
	45	Medidas de Controle contra Impactos de Inundações e Alagamentos	0	1	0	
	46	Medidas de Controle contra Assoreamento	0	1	0	
	47	Medidas de Controle contra Poluição Difusa	0	1	0	
	48	Medidas de Emergência e Contingência	0	1	1	
		ÍNDICE	50%	100%	50%	
C. Meios de Implantação	1	Existência do Plano Diretor	1	1	1	
	3	Uso e Ocupação do Solo e Parcelamento do Solo	1	1	NA	
	24	Lacunas Poder Público	1	1	NA	
	34	Projetos Paralelos	1	1	1	
	42	Implementação de Soluções Compensatórias	0	1	0	
		ÍNDICE	80%	100%	67%	
D. Horizonte de Expansão	2	Crítica ao Plano Diretor	0	1	0	
	4	Uso e Ocupação do Solo	0	1	0	
	16	Áreas de Risco norteiam o horizonte de expansão?	NA	NA	0	
	39	Histórico/Áreas de Inundações	1	0	1	
		ÍNDICE	33%	67%	25%	

(continuação)

Dimensões	Matriz	Itens	Classificação			Pontuação
			TR	PMSB	Gestão	
			68%	80%	33%	60%
E. Critérios de Sustentabilidade	7	Descrição do Sistema de Drenagem observando tratamento e disposição final da água pluvial	1	1	0	
	13	Separação do Sistema de Esgotamento Sanitário	1	1	1	
	14	Ligações Clandestinas	0	0	0	
	35	Condições dos corpos receptores	NA	NA	0,8	
	41	Poluição Difusa	0	1	0	
	43	Retenção do Escoamento Superficial na Fonte Geradora	0	1	0	
			ÍNDICE	40%	80%	
F. Controle Permanente	8	Manutenção do Sistema	1	1	0	
	9	Fiscalização	1	1	1	
	10	Nível de Fiscalização	1	1	0	
	12	Loteamentos	0	0	0	
	50	Sistema de Monitoramento de Inundações	0	1	0	
			ÍNDICE	60%	80%	
G. Educação	21	Indicadores do Sistema	1	1	0	
	22	Indicadores Epidemiológicos	1	0	0	
	49	Mobilização Social	1	1	0	
			ÍNDICE	100%	67%	
H. Institucional	11	Arranjo Institucional	1	1	0,5	
	20	Sustentabilidade Econômico-Financeira da Prestação de Serviço	1	0	0	
			ÍNDICE	100%	50%	

**TELÊMACO BORBA (PR)**

Dimensões	Matriz	Itens	Classificação			Pontuação
			TR	PMSB	Gestão	
			76%	89%	46%	70%
A. Infraestrutura	5	Descrição do Sistema de Drenagem	1	1	NA	
	15	Identificação das Áreas de Risco	1	1	NA	
	17	Evolução Populacional	1	1	1	
	18	Fundos de Vale	1	1	NA	
	19	Capacidade do Sistema	1	1	NA	
	25	Estudos Hidrológicos (Identificação de Deficiências)	0	1	NA	
	26	Características Morfológicas	0	1	NA	
	27	Assoreamento e Erosão	1	1	NA	
	28	Cobertura do Atendimento	1	1	0,735	
	29	Área Rural	1	1	0	
	30	Regime Hidrológico	0	1	NA	
	31	Coefficiente de Escoamento	0	0	0,3	
	33	Áreas de Ausência de Sistema	0	1	NA	
	37	Pavimentação	0	1	0,735	
	44	Tratamento do Fundo de Vale	1	1	0	
		<b>ÍNDICE</b>	<b>60%</b>	<b>93%</b>	<b>46%</b>	<b>67%</b>

(continuação)

Dimensões	Matriz	Itens	Classificação			Pontuação
			TR	PMSB	Gestão	
			76%	89%	46%	70%
B. Medidas de Controle	6	Descrição do Sistema de Drenagem considerando medidas de controle	1	1	0	
	23	Análise das Tecnologias Adotadas	0	1	NA	
	32	Amortecimento de vazões de cheias (identificação por mapas)	1	1	NA	
	36	Identificação de Falhas do Sistema	1	1	1	
	38	Sistemas Não Convencionais	1	1	1	
	40	Área impermeável / permeável	0	0	0	
	45	Medidas de Controle contra Impactos de Inundações e Alagamentos	1	1	0	
	46	Medidas de Controle contra Assoreamento	1	1	0	
	47	Medidas de Controle contra Poluição Difusa	1	1	0	
	48	Medidas de Emergência e Contingência	1	1	1	
		ÍNDICE	80%	90%	38%	
C. Meios de Implantação	1	Existência do Plano Diretor	1	1	1	
	3	Uso e Ocupação do Solo e Parcelamento do Solo	1	1	NA	
	24	Lacunas Poder Público	0	1	NA	
	34	Projetos Paralelos	0	0	0	
	42	Implementação de Soluções Compensatórias	0	1	1	
		ÍNDICE	40%	80%	67%	
D. Horizonte de Expansão	2	Crítica ao Plano Diretor	1	1	1	
	4	Uso e Ocupação do Solo	1	1	1	
	16	Áreas de Risco norteiam o horizonte de expansão?	NA	NA	0	
	39	Histórico/Áreas de Inundações	0	0	1	
		ÍNDICE	67%	67%	75%	

(continuação)

Dimensões	Matriz	Itens	Classificação			Pontuação
			TR	PMSB	Gestão	
			76%	89%	46%	70%
E. Critérios de Sustentabilidade	7	Descrição do Sistema de Drenagem observando tratamento e disposição final da água pluvial	0	1	0	
	13	Separação do Sistema de Esgotamento Sanitário	1	1	1	
	14	Ligações Clandestinas	1	1	0	
	35	Condições dos corpos receptores	NA	NA	0,8	
	41	Poluição Difusa	1	1	0	
	43	Retenção do Escoamento Superficial na Fonte Geradora	1	1	1	
			ÍNDICE	80%	100%	47%
F. Controle Permanente	8	Manutenção do Sistema	1	1	0	
	9	Fiscalização	1	1	0	
	10	Nível de Fiscalização	1	1	0	
	12	Loteamentos	1	1	1	
	50	Sistema de Monitoramento de Inundações	0	0	0	
			ÍNDICE	80%	80%	20%
G. Educação	21	Indicadores do Sistema	1	1	0	
	22	Indicadores Epidemiológicos	1	1	0	
	49	Mobilização Social	1	1	0	
			ÍNDICE	100%	100%	0%
H. Institucional	11	Arranjo Institucional	1	1	0,5	
	20	Sustentabilidade Econômico-Financeira da Prestação de Serviço	1	1	1	
			ÍNDICE	100%	100%	75%