



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Mariana Buarque Ribeiro de Gusmão

**DIRETRIZES PARA UMA  
ABORDAGEM SISTÊMICA DE GESTÃO  
DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS**

Recife, PE  
2016



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Mariana Buarque Ribeiro de Gusmão

**DIRETRIZES PARA UMA  
ABORDAGEM SISTÊMICA DE GESTÃO  
DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal de Pernambuco como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Civil do Curso de Pós-graduação Stricto-Sensu

Área de concentração:  
Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais

Orientador: Prof<sup>o</sup> Dr. Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral

Recife, PE  
2016

Catálogo na fonte  
Bibliotecária Valdicéa Alves, CRB-4 / 1260

G982d      Gusmão, Mariana Buarque Ribeiro de.  
Diretrizes para uma abordagem sistêmica de gestão das águas pluviais urbanas / Mariana Buarque Ribeiro de Gusmão. - 2016.  
166folhas, Il.; Tabs.; Abr.; Sigl. e Quad.  
  
Orientadora: Prof<sup>o</sup> Dr. Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral.  
  
Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação Engenharia Civil, 2016.  
Inclui Referências Anexos e Apêndices.  
  
1. Engenharia Civil. 2. Drenagem urbana. 3. Águas pluviais urbanas. 4. Abordagem sistêmica. 5. Gestão urbana. 6. Planejamento urbano. 7. Gestão sustentável das águas urbanas. I. Cabral, Jaime Joaquim da Silva Pereira. (Orientador). II. Título.

UFPE

624 CDD (22. ed.)

BCTG/2017-98



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

A comissão examinadora da Defesa de Tese de Doutorado

**DIRETRIZES PARA UMA ABORDAGEM SISTÊMICA  
DE GESTÃO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS**

defendida por

Mariana Buarque Ribeiro de Gusmão

Considera a candidata APROVADA

Recife, 29 de novembro de 2016

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Jaime Joaquim da Silva Pereira Cabral – UFPE  
(orientador)

---

Prof. Dr. Marcelo Gomes Miguez – UFRJ  
(examinador externo)

---

Prof. Dr. Fabiano Rocha Diniz – UFPE  
(examinador externo)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Circe Maria Gama Monteiro – UFPE  
(examinadora externa)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Simone Rosa da Silva – UPE  
(examinadora externa)

Dedico esse trabalho a  
Roberto, meu marido, e  
a Leonardo e Camila, meus filhos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao Prof. Dr. Jaime Cabral pela confiança, pelo conhecimento e pelo estímulo transmitidos durante a elaboração deste trabalho, agradeço também pela maneira responsável e cordial com que conduziu a orientação desta Tese.

Em especial, agradeço ao meu pai, Prof. Dr. Paulo Tadeu Ribeiro de Gusmão que numa conversa de domingo disse: “Os arquitetos deveriam se interessar pelas águas pluviais urbanas”, despertando em mim esse interesse. Esse agradecimento especial se estende a minha mãe, a arquiteta Telma Buarque pelo encorajamento e pela vibração durante todo o processo de elaboração desta Tese, ou melhor, durante toda a minha vida, e também à Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria de Fátima Ribeiro de Gusmão Furtado, também arquiteta e minha tia querida, cujos comentários nos momentos em que me angustiei foram decisivos para que eu seguisse em frente.

Agradeço aos professores do Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), pela oportunidade de dar continuidade ao que eu mais gosto de fazer: aprender. Agradeço ao Prof. Dr. Willames de Albuquerque Soares pelos valiosos esclarecimentos sobre estatística que me auxiliaram na definição dos resultados desta pesquisa. Agradeço também aos funcionários do PPGEC-UFPE pelos serviços e pela infraestrutura fornecida.

Agradeço a minha família e sobretudo aos meus filhos, Leonardo e Camila, pela paciência e pelo suporte.

Com todo meu coração, agradeço a Roberto, meu marido, pela compreensão e pela parceria, sem você essa longa caminhada teria sido muito mais difícil.

Agradeço aos colegas de pós-graduação, Andreza, Pedro e Fabiana pela amizade, pelas longas conversas e intervenções nas aulas e nos corredores. Agradeço à amiga Prof.<sup>a</sup>. Dra. Andiara Lopes por nunca deixar minha “peteca cair”, muito obrigada por me escutar e por me fazer ouvir que no final “tudo vai dar certo”.

Por fim, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a execução deste trabalho.

# **Diretrizes para uma abordagem sistêmica de gestão das águas pluviais urbanas**

## **Resumo**

Durante o século XX a população urbana, sobretudo dos países em desenvolvimento, cresceu vertiginosamente, forçando as áreas urbanas a expandirem em um ritmo acelerado, o que impossibilitou um crescimento adequado e saudável dos meios urbanos. A consequência foi o desequilíbrio dos sistemas urbanos que, por sua vez, causaram o aumento na complexidade desses locais e a diminuição de sua resiliência. Diante dessa realidade, há décadas, no Brasil, as águas pluviais urbanas têm sido geridas segundo uma abordagem baseada nos conhecimentos da Hidráulica e da Hidrologia, que apesar de serem eficientes, não têm evitado a ocorrência de alagamentos. Dessa forma, essa investigação se apoia nos conceitos da Abordagem Sistêmica, da Sustentabilidade e da Drenagem Urbana como fundamentos teóricos para buscar atingir seu objetivo geral que foi o de congregar os atributos de uma gestão sistêmica e sustentável do Sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (SDMAPLU) através da elaboração de um conjunto de diretrizes para a gestão desse sistema, contribuindo assim para o equilíbrio dos meios urbanos através da redução dos alagamentos nos eventos de chuva intensa. A hipótese dessa Tese diz que se a gestão do SDMAPLU for realizada através do uso de diretrizes elaboradas segundo uma abordagem que valorize as inter-relações existentes entre os elementos deste sistema e que esteja preocupada em manter a capacidade do sistema de estar dinamicamente equilibrado ao longo do tempo, isso contribuirá para o equilíbrio dos subsistemas urbanos e consequentemente diminuirá a ocorrência de alagamentos, tornando as cidades mais resilientes aos eventos de chuva intensa e às mudanças climáticas, aumentando a qualidade de vida das populações urbanas. Durante o desenvolvimento da pesquisa, o método ZOPP (Planejamento de Projetos Orientado por Objetivos) foi utilizado para elaborar uma matriz com 43 problemas recorrentes no SDMAPLU, a qual relaciona os elementos do sistema e evidencia as relações existentes na dinâmica do sistema. A elaboração da matriz e a revisão da literatura viabilizaram a elaboração de 34 diretrizes para a gestão sistêmica do SDMAPLU. Para a validação das diretrizes foi aplicado um questionário, elaborado segundo o Método Delphi, para um grupo variado de profissionais de todo o Brasil especialistas nas áreas que constituem o escopo teórico dessa Tese. O questionário obteve a resposta de 27 especialistas. Nas respostas os participantes tiveram que registrar seu nível de concordância com cada uma das diretrizes através do uso de uma escala Likert de avaliação de cinco níveis. Após a aplicação do questionário, foi feito um tratamento estatístico das notas dadas para as perguntas, o que resultou na aceitação de 30 diretrizes. Também foi feita uma análise das respostas qualitativas do questionário, acarretando a alteração do texto de algumas das diretrizes no sentido de contemplar os argumentos e observações feitas pelos respondentes.

## **Palavras-chave**

Drenagem urbana. Águas pluviais urbanas. Abordagem sistêmica. Gestão urbana. Planejamento urbano. Gestão sustentável das águas urbanas.

# **Guidelines for a systemic urban stormwater management approach**

## **Abstract**

During the twentieth century the urban population, especially in developing countries, has skyrocketed, forcing urban areas to expand at an accelerated rate, which prevented a proper and healthy growth of urban areas. The consequence was imbalance in urban systems that, in turn, caused an increase in the complexity of these sites and the reduction of its resiliency. Facing this reality for decades in Brazil urban stormwater have been managed according to an approach based on Hydraulics and Hydrology knowledge, which despite being efficient, have not prevented the occurrence of flooding. Thus, this research is based on the concepts of the Systemic Approach, Sustainability and Urban Drainage to achieve its overall goal, which was to bring together the attributes of a systemic and sustainable management of the Urban Stormwater Management System (USWMS) by drawing up a set of guidelines for the management of the system, thus contributing to the balance of urban areas by reducing flooding in heavy rainfall events. The hypothesis of this Thesis says that if the USWMS works through the use of guidelines that follows an approach that values the existing interrelations between the elements of this system and is concerned with the maintenance of the capacity to be dynamically balanced over time, this will contribute to the balance of urban subsystems and consequently decrease the occurrence of flooding, making cities more resilient to intense rainfall events and climate change increasing the quality of life of urban populations. During the development of this research the ZOPP method was used to prepare a matrix with 43 USWMS recurring problems. This matrix connects the elements of the system and highlights the existent relations in system dynamics. The preparation of the matrix and the literature review enabled the development of 34 guidelines for the systemic management of the USWMS. For the guidelines validation a questionnaire prepared according to the Delphi method was used. It was applied to a group of expert professionals from all over Brazil in the fields that make up the theoretical scope of this thesis. The questionnaire obtained the 27 experts answers. In the answers the participants had to register their level of agreement with each of the guidelines by using a Likert rating scale of five levels. After the questionnaire was made a statistical analysis of the grades given to the questions, which resulted in the acceptance of 30 guidelines. There was also an analysis of the qualitative questionnaire responses, resulting in changing the text of some of the guidelines to consider the arguments and comments made by the participants.

### **Key words**

Urban drainage. Urban stormwater. Systemic approach. Urban management. Urban planning. Sustainable urban water management.



## **LISTA DE FIGURAS**

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Figura 2.1 - População brasileira por tipo de habitação ..... | 34 |
| Figura 2.2 - Componentes do “sistema urbano” .....            | 38 |
| Figura 2.3 - O planejamento segundo o Processo Racional ..... | 40 |

## LISTA DE QUADROS

|                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Quadro 2.1 - Definições do termo “sistema” .....                                                                    | 29  |
| Quadro 2.2 - Princípios fundamentais da abordagem sistêmica .....                                                   | 29  |
| Quadro 2.3 - Ações a serem desenvolvidas para a gestão sustentável das<br>áreas urbanas .....                       | 37  |
| Quadro 5.1 - Problemas do SDMAPLU .....                                                                             | 67  |
| Quadro 5.2 - Elementos envolvidos nos problemas do SDMAPLU .....                                                    | 68  |
| Quadro 5.3 - Síntese dos elementos envolvidos nos problemas do SDMAPLU ...                                          | 72  |
| Quadro 5.4 - Matriz de análise .....                                                                                | 74  |
| Quadro 5.5 - Descrição do problema do SDMAPLU .....                                                                 | 75  |
| Quadro 5.6 - Possíveis soluções para os problemas do SDMAPLU .....                                                  | 84  |
| Quadro 5.7 - Notas das perguntas do questionário Delphi .....                                                       | 110 |
| Quadro 5.8 - Tema e nota das perguntas retiradas da Lista de Diretrizes para<br>a gestão sistêmica do SDMAPLU ..... | 111 |
| Quadro 5.9 - Classificação das respostas qualitativas sobre as diretrizes<br>conceituais .....                      | 112 |
| Quadro 5.10 - Classificação das respostas qualitativas sobre as diretrizes<br>para o arcabouço institucional .....  | 114 |
| Quadro 5.11 - Classificação das respostas qualitativas sobre as diretrizes<br>de gestão .....                       | 116 |
| Quadro 5.12 – Síntese das respostas qualitativas sobre as diretrizes<br>conceituais .....                           | 119 |
| Quadro 5.13 - Elemento do Saneamento Básico contemplado .....                                                       | 120 |
| Quadro 5.14 - Síntese das respostas qualitativas sobre as diretrizes para<br>o arcabouço institucional .....        | 121 |
| Quadro 5.15 - Síntese das respostas qualitativas sobre as diretrizes<br>para gestão.....                            | 122 |

## **LISTA DE TABELAS**

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabela 2.1 - População brasileira por tipo de habitação .....               | 34  |
| Tabela 5.1 - Pesos dados às respostas do questionário pela escala Likert... | 109 |

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

|         |                                                                                              |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| BMP     | Melhores Práticas de Gestão                                                                  |
| DS      | Desenvolvimento Sustentável                                                                  |
| ETA     | Estação de Tratamento de Água                                                                |
| GTZ     | Cooperação Técnica Alemã                                                                     |
| IPTU    | Imposto Predial e Territorial Urbano                                                         |
| IPVA    | Imposto sobre a Propriedade de Veículos Automotores                                          |
| LID     | Desenvolvimento de Baixo Impacto ( <i>Low Impact Development</i> )                           |
| ONU     | Organização das Nações Unidas                                                                |
| PPGEC   | Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil                                                |
| PU      | Planejamento Urbano                                                                          |
| SDMAPLU | Sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas                                      |
| SEMASA  | Serviço Municipal de Água, Saneamento Básico e Infraestrutura                                |
| SUDS    | Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentável                                                     |
| TGS     | Teoria Geral dos Sistemas                                                                    |
| UFPE    | Universidade Federal de Pernambuco                                                           |
| WSUD    | Water Sensitive Urban Design                                                                 |
| ZOPP    | Planejamento de Projetos Orientado por Objetivos ( <i>Ziel Orientierte Projekt Planung</i> ) |

# SUMÁRIO

|            |                                                                                                 |           |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b>   | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                                                         | <b>15</b> |
| <b>1.1</b> | <b>Contexto .....</b>                                                                           | <b>15</b> |
| <b>1.2</b> | <b>Problema foco da pesquisa .....</b>                                                          | <b>19</b> |
| <b>1.3</b> | <b>Hipótese .....</b>                                                                           | <b>21</b> |
| <b>1.4</b> | <b>Objetivos .....</b>                                                                          | <b>21</b> |
| 1.4.1      | Objetivo geral .....                                                                            | 21        |
| 1.4.2      | Objetivos específicos .....                                                                     | 21        |
| <b>1.5</b> | <b>Estrutura da Tese .....</b>                                                                  | <b>22</b> |
| <b>2</b>   | <b>GESTÃO URBANA SISTÊMICA .....</b>                                                            | <b>25</b> |
| <b>2.1</b> | <b>Introdução .....</b>                                                                         | <b>25</b> |
| <b>2.2</b> | <b>Abordagem sistêmica .....</b>                                                                | <b>26</b> |
| 2.2.1      | Mudança de paradigma .....                                                                      | 26        |
| 2.2.2      | Origem, definições do termo “sistema” e princípios fundamentais da<br>abordagem sistêmica ..... | 28        |
| 2.2.3      | Méritos e críticas à abordagem sistêmica .....                                                  | 30        |
| <b>2.3</b> | <b>As áreas urbanas como sistemas .....</b>                                                     | <b>31</b> |
| 2.3.1      | Situação atual das áreas urbanas .....                                                          | 31        |
| 2.3.2      | Caracterização dos sistemas urbanos .....                                                       | 33        |
| 2.3.3      | Problemas ambientais urbanos .....                                                              | 35        |
| <b>2.4</b> | <b>Gestão sustentável .....</b>                                                                 | <b>35</b> |
| 2.4.1      | Sustentabilidade em áreas urbanas .....                                                         | 35        |
| 2.4.2      | Elementos de gestão sustentável em áreas urbanas .....                                          | 37        |
| <b>2.5</b> | <b>Gestão sistêmica de áreas urbanas .....</b>                                                  | <b>38</b> |
| 2.5.1      | O sistema urbano .....                                                                          | 38        |
| 2.5.2      | A abordagem sistêmica e o planejamento urbano .....                                             | 39        |
| 2.5.3      | A resiliência dos sistemas urbanos .....                                                        | 41        |
| <b>2.6</b> | <b>Conclusão .....</b>                                                                          | <b>42</b> |
| <b>3</b>   | <b>GESTÃO SISTÊMICA DO SDMAPLU .....</b>                                                        | <b>46</b> |
| <b>3.1</b> | <b>Introdução .....</b>                                                                         | <b>46</b> |
| <b>3.2</b> | <b>Sustentabilidade urbana .....</b>                                                            | <b>48</b> |
| <b>3.3</b> | <b>Águas pluviais urbanas .....</b>                                                             | <b>49</b> |
| 3.3.1      | Histórico .....                                                                                 | 50        |
| 3.3.2      | Ciclo hidrológico natural versus ciclo hidrológico urbano.....                                  | 52        |
| 3.3.3      | Águas pluviais urbanas no Brasil .....                                                          | 52        |
| 3.3.4      | Novas abordagens para a gestão das águas pluviais Urbanas .....                                 | 54        |
| <b>3.4</b> | <b>Gestão sistêmica das águas pluviais urbanas .....</b>                                        | <b>55</b> |
| 3.4.1      | Conceituação do tema “gestão sistêmica das águas pluviais urbanas” ...                          | 55        |
| 3.4.2      | Gestão sistêmica do SDMAPLU .....                                                               | 57        |
| <b>3.5</b> | <b>Conclusão .....</b>                                                                          | <b>57</b> |
| <b>4</b>   | <b>METODOLOGIA .....</b>                                                                        | <b>61</b> |
| <b>5</b>   | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>                                                             | <b>66</b> |
| <b>5.1</b> | <b>Identificação dos problemas do SDMAPLU .....</b>                                             | <b>66</b> |

|            |                                                                                                 |            |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>5.2</b> | <b>Identificação dos elementos envolvidos nos problemas do SDMAPLU .....</b>                    | <b>68</b>  |
| <b>5.3</b> | <b>Elaboração da matriz de análise .....</b>                                                    | <b>72</b>  |
| <b>5.4</b> | <b>Descrição dos problemas do SDMAPLU .....</b>                                                 | <b>75</b>  |
| <b>5.5</b> | <b>Soluções para os problemas do SDMAPLU .....</b>                                              | <b>84</b>  |
| <b>5.6</b> | <b>Elaboração da lista preliminar das “Diretrizes para a Gestão Sistêmica do SDMAPLU” .....</b> | <b>90</b>  |
| <b>5.7</b> | <b>Validação das diretrizes para a gestão sistêmica do SDMAPLU.....</b>                         | <b>99</b>  |
| 5.7.1      | O método Delphi .....                                                                           | 100        |
| 5.7.1.1    | Histórico e definição .....                                                                     | 100        |
| 5.7.1.2    | O método Delphi e o planejamento .....                                                          | 101        |
| 5.7.1.3    | Condições para o método Delphi .....                                                            | 103        |
| 5.7.1.4    | Vantagens e desvantagens do método Delphi .....                                                 | 104        |
| 5.7.2      | Como se deu o experimento .....                                                                 | 105        |
| 5.7.3      | Resultados do experimento .....                                                                 | 107        |
| 5.7.3.1    | Aplicação do questionário para o grupo teste .....                                              | 107        |
| 5.7.3.2    | Aplicação do questionário para o grupo de especialistas .....                                   | 108        |
| 5.7.4      | Tratamento estatístico do questionário .....                                                    | 109        |
| 5.7.5      | Análise das respostas qualitativas do questionário .....                                        | 111        |
| <b>5.8</b> | <b>Elaboração da lista final das “Diretrizes para a Gestão Sistêmica do SDMAPLU” .....</b>      | <b>119</b> |
|            | Lista final das “Diretrizes para a Gestão Sistêmica do                                          |            |
| 5.8.1      | SDMAPLU”.....                                                                                   | 124        |
| <b>6</b>   | <b>CONCLUSÃO .....</b>                                                                          | <b>134</b> |
| <b>6.1</b> | <b>Recomendações .....</b>                                                                      | <b>137</b> |
| <b>6.2</b> | <b>Considerações finais .....</b>                                                               | <b>138</b> |
|            | <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                                                        | <b>140</b> |
|            | <b>Apêndice A</b>                                                                               |            |
|            | Carta de apresentação para o questionário Delphi .....                                          | 147        |
|            | <b>Apêndice B</b>                                                                               |            |
|            | Formação, área de atuação e ocupação dos respondentes do questionário Delphi .....              | 148        |
|            | <b>Apêndice C</b>                                                                               |            |
|            | Notas das perguntas do questionário Delphi .....                                                | 149        |
|            | <b>Anexo A</b>                                                                                  |            |
|            | Conta da SEMASA, Santo André-SP.....                                                            | 167        |

# 1. ■ INTRODUÇÃO

|                                            |           |
|--------------------------------------------|-----------|
| <b>1.1 Contexto .....</b>                  | <b>15</b> |
| <b>1.2 Problema foco da pesquisa .....</b> | <b>19</b> |
| <b>1.3 Hipótese.....</b>                   | <b>21</b> |
| <b>1.4 Objetivos .....</b>                 | <b>21</b> |
| 1.4.1 Objetivo geral .....                 | 21        |
| 1.4.2 Objetivos específicos .....          | 21        |
| <b>1.5 Estrutura da Tese .....</b>         | <b>22</b> |

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Contexto

Definir o termo “área urbana” ou “cidade” é uma tarefa difícil. Tal fato ocorre tanto em virtude da ampla gama de interpretações que podem ser feitas por parte dos diversos atores presentes nesses espaços, uma vez que cada um dos papéis que exercem dentro das cidades lhes dá condições de interpretá-la de uma maneira distinta; como em virtude da complexidade da rede de atividades que se estabelecem nesses locais. Há livros inteiros dedicados a este assunto. É possível dizer, inclusive, que a história das civilizações é contada através da história das cidades, local que acolheu esses grupos sociais e onde estes evoluíram.

Segundo LeGates e Stout (2000), demorou milhares de anos para que a humanidade se tornasse uma civilização urbana. Porém, desde que as primeiras cidades apareceram na Mesopotâmia, entre os anos 4000 e 3000 a.c., a influência das culturas urbanas e o contínuo crescimento de sua população em todas as partes do mundo têm sido fatores de destaque na história da humanidade. Entretanto, ao longo desse percurso, enquanto as cidades ocupavam o território das bacias hidrográficas dos rios e riachos estabeleceu-se uma lógica antropocêntrica com relação à gestão dos recursos hídricos, ou seja, a lógica da ocupação do território segundo a qual a bacia hidrográfica é tomada como parte dos centros urbanos. No entanto, é preciso reverter essa ideia e fazer com que as sociedades entendam que “a cidade pertence à bacia e não o inverso” (VERÓL, 2013, p. 13).

O modelo atual de gerenciamento de cidades se baseia na existência e no funcionamento de sistemas urbanos, tais como: sistema de transporte e trânsito, de abastecimento, de drenagem, de saúde, de educação, de coleta de resíduos sólidos, de áreas verdes públicas, etc. O que ocorre é que mesmo a disponibilidade de recursos humanos (profissionais com boa formação acadêmica) e financeiros, os desequilíbrios não têm sido evitados. Consequentemente, a população das cidades sofre com os alagamentos, a falta de água, os engarrafamentos, entre outros problemas urbanos. O que foi ou está sendo feito de maneira incorreta? Por que existem cidades que funcionam melhor do que outras?

As respostas para estas perguntas estão, possivelmente, ligadas a aspectos como o fato da força intelectual ter tido sua formação inicial ou total baseada numa visão de mundo mecanicista e cartesiana. Até o início do século XX, a forma



científica de pensar e, conseqüentemente, de buscar soluções para os problemas enfrentados pelas sociedades, o chamado pensamento científico clássico, se baseava nos paradigmas: analítico<sup>1</sup>, mecanicista<sup>2</sup>, reducionista<sup>3</sup>, vitalista<sup>4</sup> e causal unidirecional. Essa visão está em vigor há séculos e, inegavelmente, auxiliou e continua auxiliando a resolução de problemas. Entretanto, “a ciência clássica, em suas diversas disciplinas (...) [tenta] isolar os elementos do universo observado (...) esperando que ao recolocá-los juntos, conceitual e experimentalmente, o todo ou o sistema – célula, mente, sociedade – (...) [vai] resultar e ser inteligível” (VON BERTALANFFY, 1968, p. 14, tradução nossa). Portanto, essa visão se caracteriza por fragmentar o problema para resolvê-lo por partes. No entanto, com a fragmentação algo é perdido, o algo que conecta as partes e que é indispensável à compreensão do todo (BRANCO, 1999; VON BERTALANFFY, 1968).

Por outro lado, a partir da segunda metade do século XX, em função do aumento do nível de educação da população em geral, a sociedade começou a ter consciência tanto do peso de sua voz, quanto da frágil capacidade de discernimento dos “que tomam as decisões de maior importância, (...) porque não têm uma base adequada para julgar os efeitos de suas decisões” (CHURCHMAN, 1972, p. 7). Tal tomada de consciência fez a sociedade enxergar que, em princípio, havia plena capacidade tecnológica para se resolver problemas que afligiam populações de diversos países, como, por exemplo, os problemas de alimentar, abrigar e vestir os habitantes desses países. No entanto, os dirigentes mundiais simplesmente não conseguiam resolver. Na busca do entendimento das razões do não sucesso dos dirigentes, percebeu-se que esses problemas estão interligados e que eles se interconectam, formando uma complexa rede de inter-relações (CHURCHMAN, 1972).

Em ambientes de alta complexidade, como é o caso das cidades, não há como considerar um problema deixando de considerar outro. Um exemplo é o caso dos sistemas de drenagem, de coleta de resíduos sólidos e de esgotamento sanitário. Em tese, estes são problemas distintos, mas na prática o mau

---

<sup>1</sup>“Significa que uma entidade pode ser estudada resolvendo-se em partes e, por conseguinte, pode ser constituída ou reconstituída pela reunião dessas partes” (VON BERTALANFFY, 1968, p. 39).

<sup>2</sup> “O mecanicismo consiste na abordagem materialista que tenta reduzir o fenômeno da vida a um fenômeno que pode ser explicado pela física” (HOFKIRCHNER, 2005, p. 1).

<sup>3</sup> Baseia-se na ideia de que o todo é igual à soma de suas partes (BRANCO, 1999).

<sup>4</sup> “Vitalismo foi a convicção idealista de que existe algo metafísico que transcende ser explicada pela física” (HOFKIRCHNER, 2005, p. 1).

funcionamento de um, provavelmente, afeta a eficiência do outro. De acordo com Churchman (1972), em seu livro “Introdução à Teoria Geral dos Sistemas”: tais problemas “são tão interligados e imbricados de fato que não é de modo algum claro por onde devemos começar [...]” a resolvê-los (p. 18). O fato é que as sociedades não estão organizadas para lidar com problemas com diversas variáveis que se inter-relacionam dinamicamente. O que se tem percebido no dia a dia das cidades é que a forma reducionista e mecanicista de enfrentar os problemas urbanos não tem mais se mostrado eficaz (VON BERTALANFFY, 1968).

Diante dessa realidade a investigação acadêmica aqui apresentada se apoia nos conceitos da abordagem sistêmica e da sustentabilidade como fundamentos teóricos para buscar superar a predominância das soluções de massa. Parte-se do princípio de que se os espaços urbanos são distintos e heterogêneos, as soluções também devem ser, ou seja, elas devem se ajustar e estarem focadas nas relações espaciais, funcionais e temporais existentes na área urbana. Tal princípio demonstra uma mudança de paradigma na gestão dos espaços urbanos que está em curso desde o final dos anos 1970, segundo a qual se tem buscado um modelo de gestão que entenda os espaços urbanos como sistemas complexos e dinâmicos, que tenha como fundamento paradigmático o Desenvolvimento Sustentável e que foque o planejamento das ações de gestão nas relações existentes entre os elementos envolvidos na realização dos serviços urbanos e não mais pura e simplesmente nos elementos do sistema, o que geraria soluções não adaptadas à realidade de cada sistema urbano.

Dessa forma, o presente trabalho se situa no campo do conhecimento da Drenagem Urbana, mais especificamente no contexto da sua gestão nos ambientes urbanos. No intuito de fornecer fronteiras mais precisas para a discussão, o objeto deste trabalho é apresentado como sendo a gestão do Sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (SDMAPLU). Os ambientes urbanos possuem diversas diferenças se comparados aos ambientes rural e natural, porém a diferença primordial é a presença do homem.

Dentro desse contexto alguns aspectos merecem destaque. O primeiro deles é o fato de que apesar da Drenagem Urbana ter sido objeto de estudo e de trabalho do campo das Engenharias por séculos, depois que a questão da sustentabilidade foi incluída na agenda dos países desenvolvidos, esse cenário mudou. A Drenagem Urbana deixou de ser encarada somente através das lentes da Hidráulica e da

Hidrologia e sua natureza multidisciplinar passou a ser reconhecida (POMPÊO, 2000). Sendo assim, pelo menos na Academia a Drenagem Urbana é uma prática que envolve diversos saberes. Tal fato, naturalmente, faz com que a natureza deste trabalho também seja multidisciplinar.

Em segundo lugar é preciso salientar que o estudo do ambiente urbano se dá através do Planejamento Urbano e da prática deste, que por sua vez, se dá por meio da produção, ou da apropriação, dos espaços urbanos pelo homem. Dessa forma, o Planejamento Urbano se constitui como prática social e não como uma prática das ciências exatas. Este trabalho apresenta uma reflexão teórica fundamentada numa vasta pesquisa bibliográfica e num esforço de reelaboração de conceitos pertencentes aos temas já apresentados. Os resultados dessa reflexão estarão reunidos em um produto síntese validado por profissionais especialistas nas diversas áreas do saber pertencentes ao escopo desta Tese.

A importância de se estudar o tema da abordagem sistêmica em meios urbanos reside no fato de que grande parte da população mundial habita espaços dessa natureza e que ela vem sofrendo com os desequilíbrios no funcionamento dos sistemas urbanos. Portanto, na medida em que soluções que visam o equilíbrio da complexa e dinâmica rede de troca de serviços urbanos são encontradas, a qualidade de vida dos habitantes dessas cidades tende a aumentar.

Este trabalho teve como recorte geográfico as cidades do leste do Nordeste brasileiro, pois elas possuem regime pluviométrico, características geomorfológicas e condições socioeconômicas e culturais semelhantes à cidade do Recife, local onde residem e trabalham grande parte dos respondentes do questionário aplicado na validação desta pesquisa. Logo eles estão familiarizados e possuem larga experiência com os problemas de drenagem do Recife.

A cidade do Recife, que é capital do Estado de Pernambuco (Brasil), é uma cidade litorânea localizada na região Nordeste do Brasil. Possui a nona concentração urbana mais populosa do Brasil a qual se distribui nos 218km<sup>2</sup> de área e se espalha pelos municípios vizinhos na região metropolitana (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2016). Seu território se caracteriza por ser formado por uma planície aluvial, tendo ilhas, penínsulas e manguezais como suas principais características geográficas (OBSERVATÓRIO PERNAMBUCO DE POLÍTICAS PÚBLICAS E PRÁTICAS SÓCIO-AMBIENTAIS, 2006). O sistema de drenagem da cidade é composto por cinco bacias hidrográficas, sendo três os

principais rios: Beberibe, Capibaribe, Tejipió, e ainda os braços dos rios Jaboatão e Pirapama, além de uma série de cursos d'água secundários ou canais, afluentes ou interligados à drenagem principal e de corpos d'água de expressão em áreas como a Lagoa do Araçá, o Açude da Várzea, o Açude de Apipucos e o Açude Jangadinha (GOMES JR., 2012; RECIFE, 2016b). Recife tem um clima tropical úmido, típico do litoral leste nordestino, com temperaturas médias mensais sempre superiores a 18°C, baixas amplitudes térmicas e precipitações abundantes ao longo do ano. A temperatura média anual é de 25,5°C, chegando a 30°C no verão (INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA, 2016).

## **1.2 Problema foco da pesquisa**

A população urbana mundial cresceu vertiginosamente no último século. Em 1950, havia 746 milhões de habitantes em áreas urbanas no planeta, já em 2014 esse número passou para 3,88 bilhões (UNITED NATIONS, 2015), números que mostram um crescimento de mais de cinco vezes em 65 anos. Este fenômeno foi ainda mais significativo nos países em desenvolvimento, onde o crescimento da população forçou as áreas urbanas a se expandirem em um ritmo acelerado. Esta mudança radical impossibilitou um crescimento saudável dos meios urbanos. Os novos “pedaços” de cidade foram sendo conjugados aos “pedaços” mais antigos sem que se estabelecessem as relações que fazem desses lugares unidades funcionais (ou sistemas), ou seja, sem que as interconexões entre as infraestruturas das cidades estivessem presentes. Consequentemente, de um lado se tem um “sistema” desequilibrado onde os componentes não se inter-relacionam adequadamente e do outro, uma população que sofre as consequências dessa inadequação.

Tanto o crescimento acelerado quanto a inadequação dos sistemas, citada acima, levaram ao desequilíbrio nos sistemas urbanos que, por sua vez, causaram o aumento na complexidade da rede de serviços urbanos (a qual inclui: serviços administrativos, comerciais, educacionais, culturais e ambientais para citar alguns). As cidades ainda têm que lidar com o mau planejamento urbano, a ausência de uma gestão eficaz e de um enquadramento jurídico, a fragilidade das instituições, a baixa capacidade das autoridades locais, a falta de um mecanismo de monitoramento (UNITED NATIONS, 2016), e a exploração insustentável dos recursos naturais.

Todos estes problemas esgotaram a capacidade que as áreas urbanas tinham de se adaptar às crises (PALSULE, 2004).

Há décadas no Brasil as águas pluviais urbanas têm sido manejadas segundo uma abordagem baseada em conceitos ligados aos conhecimentos da Hidráulica e da Hidrologia. Apesar de serem conceitos eficientes, sua utilização não tem evitado a ocorrência de alagamentos. Paralelamente, os órgãos de controle urbano não têm conseguido evitar a ocupação das margens dos cursos d'água. Além disso, a coleta de resíduos sólidos não tem sido eficiente de maneira a evitar que os cursos d'água recebam e carreguem parte dos resíduos gerados nas cidades. A rede de coleta de esgoto não cobre boa parte das cidades brasileiras, o que faz com que a rede pluvial existente funcione também como rede de esgotamento sanitário.

Dentro da perspectiva da Hidrologia, se analisarmos uma cidade, segundo o “ciclo hidrológico”, a água precipita, e precisa escoar (superficialmente e subterraneamente), infiltrar e evaporar. Nesse movimento a água precisa de espaço. Com a urbanização acelerada ocorrida no último século, as cidades foram se expandindo, ocupando o território e aumentando sua superfície impermeável. Paralelamente, os riachos foram sendo modificados. Suas seções diminuíram, suas margens desapareceram, suas paredes e fundo foram revestidos e eles foram retificados. Todas essas ações tentaram resolver o problema de falta de espaço para as residências e automóveis, bem como tentaram resolver localmente o problema dos alagamentos, mas, no longo prazo, percebe-se que os alagamentos voltam a ocorrer, só que num ponto mais a jusante.

Como consequência desse conjunto de fatores, a água dos rios e riachos urbanos tem tido sua qualidade deteriorada, os cursos d'água têm sido estrangulados e tamponados e suas margens têm sido desvalorizadas. A utilização de uma abordagem sistêmica, que se baseia na ideia de que os rios e riachos urbanos são parte de um sistema e que, portanto, devem ser analisados e trabalhados não de maneira isolada, mas considerando que o que ocorre com um dos componentes do sistema acaba por influenciar todo o sistema, poderia melhorar a gestão do SDMAPLU, tornando-a mais eficiente .

Planejar ações e tomar decisões concernentes às águas urbanas é pensar em concatenar as dificuldades geradas por esses fluxos das águas, pois eles estão todos interligados, ou seja, devemos pensar nos rios e riachos como conectores onde ocorre a interseção de vários sistemas que lidam com as águas urbanas.

Dentro dessa perspectiva, julgamos importante realizar uma reflexão sobre a Drenagem Urbana, buscando uma abordagem sistêmica e sustentável, tamanha é a importância desses aspectos para a vida da população e para o funcionamento das cidades.

### **1.3 Hipótese**

Essa Tese partiu da seguinte hipótese:

“Se a gestão do Sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas for realizada através do uso de diretrizes elaboradas segundo uma abordagem sistêmica e sustentável, isso contribuirá para o equilíbrio dos subsistemas urbanos e consequentemente diminuirá os alagamentos”.

Este tipo de gestão valoriza as inter-relações existentes entre os elementos deste sistema e mantém a capacidade do sistema de estar dinamicamente equilibrado ao longo do tempo, tornando as cidades mais resilientes aos eventos de chuva intensa e às mudanças climáticas aumentando a qualidade de vida das populações urbanas.

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo geral**

O objetivo geral deste trabalho é congrega os atributos de uma gestão sistêmica e sustentável do SDMAPLU através da elaboração de um conjunto de diretrizes para a gestão desse sistema, contribuindo assim para o equilíbrio do meio urbano através da redução dos alagamentos nos eventos de chuva intensa.

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

1. Desenvolver conceitualmente o tema “Gestão Urbana Sistêmica”;
2. Desenvolver conceitualmente o tema “Gestão Sistêmica das Águas Pluviais Urbanas”, ou seja, a gestão do sistema de drenagem e do manejo das águas pluviais urbanas segundo a abordagem sistêmica;
3. Conhecer os elementos e as inter-relações existentes no Sistema de Drenagem das Águas Pluviais Urbanas através dos problemas recorrentes na gestão desse sistema;

4. Estabelecer uma lista preliminar de diretrizes para a gestão sistêmica do sistema de águas pluviais urbanas;
5. Executar um processo de validação da lista preliminar de diretrizes para o manejo sistêmico das águas pluviais urbanas e elaborar a lista final de diretrizes para o manejo sistêmico das águas pluviais urbanas.

### **1.5 Estrutura da Tese**

A presente Tese é formada por seis capítulos, sendo o primeiro capítulo o da Introdução, o qual contextualiza e apresenta o problema foco da pesquisa, além de apontar a hipótese e os objetivos geral e específicos do trabalho.

O segundo e o terceiro capítulos trazem o referencial teórico da Tese. O segundo capítulo é dedicado à discussão teórica sobre o tema “Gestão Urbana Sistêmica”. Nesse capítulo inicialmente foram abordadas as questões de mudança de paradigma que a sociedade tem vivido nas últimas décadas e que tem levado a mesma a ponderar sobre os conceitos nos quais tem fundamentado seu desenvolvimento. Também foi contemplada a abordagem sistêmica, desde a origem e definições dos conceitos chave desta abordagem, passando pelos seus méritos e críticas, até a discussão desse conceito nas áreas urbanas, para assim caracterizar o que é um “sistema cidade”, ou “sistema área urbana”. Também se discutiu o tema da sustentabilidade nas áreas urbanas, para então se chegar ao conceito de “Gestão Urbana Sistêmica”.

Já o terceiro capítulo, trata do seguinte tema “Gestão Sistêmica das Águas Pluviais Urbanas”, ou seja, ele aplica o conceito de gestão urbana sistêmica, discutido no capítulo anterior, na gestão do SDMAPLU, objeto desta Tese. O capítulo tem início com o histórico do tema Águas Pluviais Urbanas, em seguida passa por uma reflexão sobre o ciclo hidrológico natural frente ao ciclo hidrógeno urbano. Na sequência o capítulo aprecia o tema das águas pluviais urbanas no Brasil e também trata das novas abordagens da gestão das águas pluviais urbanas. Por fim, o capítulo traz a conceituação da “Gestão Sistêmica das Águas Pluviais Urbanas”.

O quarto capítulo trata das questões metodológicas e do caminho adotado para se chegar à validação da hipótese desta Tese. No quinto capítulo tem-se os resultados desta investigação científica, desde a identificação e organização dos

problemas do SDMAPLU, numa matriz de análise, passando pela elaboração da “Lista Preliminar de Diretrizes para a Gestão Sistêmica do SDMAPLU”, por meio do método de “Planejamento de Projetos Orientado por Objetivos”, mais conhecido como método ZOPP (*Ziel Orientierte Projekt Planung*) (INSTITUTO ECOS, 2015); a validação de tais diretrizes, através da aplicação de um questionário online elaborado segundo o método Delphi; a discussão e tratamento estatístico dos resultados do questionário e, finalmente, a análise das respostas qualitativas para posterior elaboração da “Lista Final das Diretrizes para a Gestão Sistêmica do SDMAPLU”.

E por fim, no sexto, e último, capítulo desta Tese, são feitas as considerações finais sobre as questões propostas por esta investigação, na perspectiva de que seus resultados, contribuições e recomendações auxiliem no desenvolvimento de uma abordagem de gestão das águas pluviais que tire partido das características sistêmicas das áreas urbanas, na busca do equilíbrio dos meios urbanos através da redução dos alagamentos nos eventos de chuva intensa, tornando as cidades mais resilientes aos eventos de chuva intensa e às mudanças climáticas, aumentando a qualidade de vida das populações urbanas.



## 2. ■ GESTÃO URBANA SISTÊMICA

|                                                                                                       |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>2.1 Introdução .....</b>                                                                           | <b>25</b> |
| <b>2.2 Abordagem Sistêmica .....</b>                                                                  | <b>26</b> |
| 2.2.1 Mudança de paradigma.....                                                                       | 26        |
| 2.2.2 Origem, definições do termo “sistema” e princípios fundamentais da<br>abordagem sistêmica ..... | 28        |
| 2.2.3 Méritos e críticas à abordagem sistêmica .....                                                  | 30        |
| <b>2.3 As áreas urbanas como sistemas .....</b>                                                       | <b>31</b> |
| 2.3.1 Situação atual das áreas urbanas.....                                                           | 31        |
| 2.3.2 Caracterização dos sistemas urbanos .....                                                       | 33        |
| 2.3.3 Problemas ambientais urbanos.....                                                               | 35        |
| <b>2.4 Gestão sustentável.....</b>                                                                    | <b>35</b> |
| 2.4.1 Sustentabilidade em áreas urbanas.....                                                          | 35        |
| 2.4.2 Elementos de gestão sustentável das áreas urbanas.....                                          | 37        |
| <b>2.5 Gestão sistêmica de áreas urbanas.....</b>                                                     | <b>38</b> |
| 2.5.1 O sistema urbano.....                                                                           | 38        |
| 2.5.2 A abordagem sistêmica e o planejamento urbano .....                                             | 39        |
| 2.5.3 A resiliência dos sistemas urbanos .....                                                        | 41        |
| <b>2.6 Conclusão .....</b>                                                                            | <b>42</b> |

## 2 GESTÃO URBANA SISTÊMICA

### 2.1 Introdução

Atualmente, as áreas urbanas podem ser interpretadas tanto como um local para a aplicação de políticas públicas quanto como um lugar onde ocorrem transformações, as quais envolvem cada vez mais atores. Além disso, a população das cidades têm registrado um rápido crescimento. Esta mudança radical aumentou a complexidade das cidades e diminuiu sua resiliência (PALSULE, 2004).

O modelo atual de gestão urbana se fundamenta na existência e no funcionamento dos chamados sistemas urbanos (sistema de saúde, sistema de esgoto, sistema de drenagem, etc.). É muito importante que eles trabalhem de forma equilibrada, para que possam promover, no longo prazo, o desenvolvimento urbano sustentável (UNITED NATIONS, 2016). Se o desenvolvimento não ocorrer dessa forma, a população urbana continuará a ser afetada com os desequilíbrios desses sistemas, e isso ocorrerá com mais frequência e com uma intensidade cada vez maior.

O precursor da abordagem sistêmica foi o biólogo austríaco Ludwig Von Bertalanffy, que em 1950 publicou o artigo "Esboço de uma Teoria Geral dos Sistemas". Seu trabalho trouxe à discussão o conceito organicista, que se baseia na ideia de que o ser vivo é um sistema organizado. Fundamentado numa sólida base filosófica, Von Bertalanffy acreditava que a abordagem analítica e mecanicista deveria ser substituída por uma abordagem sistêmica, segundo a qual o ser vivo seria visto não como uma máquina que responde apenas a reflexos, mas como algo intrinsecamente dinâmico e ativo (BRANCO, 1999). O trabalho que ele iniciou foi desenvolvido simultaneamente e, posteriormente, por outros cientistas em todo o mundo. Esta abordagem também se apoiou numa completa fundamentação matemática, o que fez a "Teoria Geral dos Sistemas" (TGS) generalizável. Esta característica permitiu a sua aplicação em muitos campos do conhecimento humano (HOFKIRCHNER, 2005; MACIEL, 1974).

Em ambientes de alta complexidade, tais como áreas urbanas, os problemas se acumulam. Um exemplo disto é o caso da drenagem, da coleta de resíduos sólidos e dos sistemas de esgotamento sanitário. Teoricamente, estas são questões separadas, uma vez que têm objetos empíricos distintos. Na gestão da cidade

também são questões separadas, uma vez que são geridas em unidades separadas. No entanto, quando se trata da prática, o mau funcionamento em um destes serviços urbanos pode afetar a eficiência dos outros serviços. A vida cotidiana das cidades tem mostrado que as sociedades não estão preparados para lidar com problemas complexos e que a maneira reducionista e mecanicista de resolver problemas urbanos não têm mais se mostrado eficaz (CHURCHMAN, 1972)

A abordagem sistêmica estudada neste trabalho traz não somente o pensamento sistêmico mencionado acima, que é deliberadamente amplo, para que ele possa se encaixar em vários campos do conhecimento, mas também a Visão do Processo Racional, que começou no campo da gestão, mas que foi desenvolvida no campo do Planejamento Urbano (PU).

Aprofundar os conhecimentos sobre a abordagem sistêmica em áreas urbanas é importante porque grande parte da população mundial habita esses espaços. Além disso, como as cidades têm sido o lugar onde as políticas públicas são aplicadas, elas podem influenciar o desenvolvimento não só dela própria, mas também da sua região e em última instância de seu país contribuindo para o desenvolvimento global. Logo, uma vez encontradas soluções que mantenham o equilíbrio dinâmico das áreas urbanas, a qualidade de vida de seus habitantes tende a melhorar.

## **2.2 Abordagem Sistêmica**

### **2.2.1 Mudança de paradigma**

De acordo com Branco (1999), a humanidade tem dois modelos básicos de pensamento, que, dependendo do país e do período estudados, eles são valorizados ou desvalorizados. Um baseia-se nos seguintes paradigmas: analítico, mecanicista, reducionista, vitalista e causal unidirecional, é caracterizado tanto pela redução da totalidade do objeto em suas partes mais elementares por meio de fragmentação, como pela análise destas peças, para assim compreender o objeto. O outro paradigma é sistêmico e integrativo. Segundo este pensamento, todo objeto é composto por partes, o que que liga estas partes é essencial para compreendê-lo e pode ser perdido durante o processo de fragmentação (BRANCO, 1999).

O trabalho realizado por Von Bertalanffy durante a primeira metade do século XX foi um componente chave na transição na qual a sociedade entrou para passar do modelo reducionista para o modelo sistêmico. Para ele um organismo vivo é um sistema cuja totalidade é maior do que a soma de suas partes. Além disso, ele afirma que quando um componente do sistema estabelece uma relação com outros componentes, o resultado é uma unidade funcional que desenvolve características as quais não estariam presentes nessas partes separadamente. De acordo com ele, o tratamento científico com base no esquema mecanicista da série causal isolável era insuficiente para resolver os problemas teóricos. Especialmente se esses problemas estão no campo das ciências bio-sociais e se eles são problemas práticos colocados pela tecnologia moderna (VON BERTALANFFY, 1968).

A visão de Von Bertalanffy foi muito importante para a consolidação da abordagem sistêmica. Ao longo dos anos 1960 e 1970 sua visão teve suas falhas corrigidas ou complementadas por esforços teóricos e práticos de outros cientistas. No campo do PU pode-se dizer que a abordagem sistêmica foi caracterizada como sendo um modelo cibernético de planejamento, que consistiu de duas teorias: a TGS e a Visão do Processo Racional de Tomada de Decisão. Essas teorias suplantaram o modelo tradicional de PU, que era baseado numa abordagem física. Em outras palavras, a atividade do PU era percebida como sendo um exercício de desenho, intimamente ligado ao campo das Artes. Em contraste, a abordagem sistêmica do PU o encarou como sendo um exercício de análise e de controle de sistemas urbanos (TAYLOR, 2004).

Durante essa transição houve a necessidade de se discutir as contradições observadas na produção científica e a adoção de concepções mais abrangentes. Essas concepções entendiam o objeto em sua totalidade e aceitavam a ideia de que, para se ter uma verdadeira compreensão do todo, era necessário se conhecer tanto a interação entre os elementos do sistema, como a interação entre esses elementos e a dinâmica do sistema, traduzidas nas chamadas inter-relações (BRANCO, 1999; VON BERTALANFFY, 1968).

Pode-se argumentar que o processo de mudança de paradigma teve diferentes pontos de partida. O primeiro foi a passagem de uma Engenharia baseada na produção de energia, cujo foco eram as máquinas, para uma Engenharia baseada no Controle, que focava no conceito de sistemas. O segundo ponto foi importância adquirida pela tecnologia no dia-a-dia das pessoas.

Finalmente, o terceiro ponto de partida foi o fato de se considerar variáveis, como problemas financeiros, econômicos, sociais e políticos, quando se tratava das tecnologias (VON BERTALANFFY, 1968). Como resultado de todos estes processos, a tecnologia tornou-se cada vez mais próxima dos problemas da sociedade e estes, por sua vez, tornaram-se cada vez mais complexos. Tudo isso exigiu a generalização dos conceitos básicos da ciência, o que resultou na reorientação das categorias de base do pensamento científico.

### 2.2.2 Origem, definições do termo “sistema” e princípios fundamentais da abordagem sistêmica

Em meados do século XVIII, o filósofo e teólogo Étienne Bonnot de Condillac escreveu a obra: "Tratado sobre Sistemas." Neste trabalho, o autor explica que a diferença entre um sistema e um conjunto é a existência de uma relação entre os componentes de um sistema. Condillac chamou este relacionamento de "princípio" ou de "lei geral" (MACIEL, 1974). De acordo com Taylor (2004), a inter-relação existente entre os componentes de um sistema permite que este seja visto como entidade, ou seja, como um todo complexo e funcional.

Condillac também discute a importância do uso do processo analítico como uma ferramenta para reconhecer a identidade e as propriedades dos elementos do sistema; caso contrário existe um risco de tornar as relações entre os elementos desse sistema em relações hipotéticas e dogmáticas (MACIEL, 1974). Mesmo considerando que a natureza dos sistemas discutidos por Condillac (que era filosófica) era diferente da natureza dos sistemas de Von Bertalanffy (que inicialmente eram de sistemas vivos, mas que depois incluiu todos os sistemas), é possível afirmar que o trabalho de Condillac tenha influenciado os pensamentos de Von Bertalanffy, porque este olhou para semelhanças entre os sistemas, no intuito de generalizar o conceito (BRANCO, 1999).

Como já mencionado, a abordagem sistêmica tem origem na visão de Von Bertalanffy sobre sistemas, para ele este termo significa "um conjunto de unidades em inter-relações mútuas" (VON BERTALANFFY, 1968 apud BRANCO, 1999, p. 72), desenvolve-se em torno dele, mas evolui significativamente com o trabalho de outros pensadores, ver Quadro 2.1.

Quadro 2.1 - Definições do termo "sistema"

| <b>Pensador</b> | <b>Definições de sistema</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| De Saussure     | "um todo organizado, constituído por elementos que só podem ser definidos em relação uns aos outros, devido à sua situação na totalidade" (BRANCO, 1999, p. 72).                                                                                                                                                                |
| De Morin        | "Uma unidade global organizada de inter-relações entre os elementos, ações ou indivíduos" (BRANCO, 1999, p. 72).                                                                                                                                                                                                                |
| Rosnay          | "Um conjunto de elementos em interação dinâmica, organizada com base em um objetivo" (BRANCO, 1999, p. 72).                                                                                                                                                                                                                     |
| Maciel          | "Um sistema é concebido como um todo organizado dinamicamente associado com o ambiente exterior e que apresenta, a qualquer momento, um modo particular de ação" (MACIEL, 1974, p. 15). Para Maciel (1974), um sistema tem três conjuntos: os elementos, as relações entre os elementos e suas atividades (reais e potenciais). |

Como mostram as definições contidas no Quadro 2.1, as definições para o termo "sistema" destacam o papel desempenhado pela relação entre os componentes do sistema e enfatizam aspectos como a organização, a complexidade e a natureza dessa relação (que é uma inter-relação dinâmica). Elas também indicam a necessidade da existência de um objetivo para o sistema. Dessa forma, é possível identificar os princípios fundamentais da abordagem sistêmica que estão elencados no Quadro 2.2.

Quadro 2.2 - Princípios fundamentais da abordagem sistêmica

| <b>Princípios Fundamentais</b> | <b>Descrição</b>                                                                                                                                              |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Interação                   | Ação recíproca que modifica a natureza ou o comportamento dos componentes de um sistema (BRANCO, 1999);                                                       |
| 2. Totalidade                  | Um sistema não é o resultado da soma de suas partes, ele possui qualidades resutantes, as quais não existiriam somentes nas partes (BRANCO, 1999);            |
| 3. Organização                 | "[...] arranjo de relações entre os componentes [...] produzindo uma nova unidade, possuindo propriedades não contida nos componentes" (BRANCO, 1999, p. 77); |
| 4. Complexidade                | Depende do número de elementos e dos tipos de relação que existem entre eles, isso determina a identidade e a originalidade do sistema (BRANCO, 1999).        |

A dialética hegeliana, que é a base filosófica do TGS, é caracterizada pela adição de síntese no processo dialético. Baseado nesta teoria filosófica, Von Bertalanffy inferiu que o todo não é a soma, mas a síntese das suas partes. A diferença entre a soma e a síntese seria o indefinível "algo", que altera as propriedades do todo em relação às partes, e que deriva do princípio da organização. Usando os resultados de uma análise detalhada através de uma síntese é a essência do pensamento sistêmico. É exatamente esta forma de lidar

com os problemas científicos que torna a abordagem sistêmica um método apropriado para trabalhar com a complexidade (HOFKIRCHNER, 2005; OVERTON, 1975).

### 2.2.3 Méritos e críticas à abordagem sistêmica

Apesar do "[...] aparecimento simultâneo de ideias semelhantes independentemente umas das outras em diferentes continentes [...]" (VON BERTALANFFY, 1968, p. 32, tradução nossa), a abordagem sistêmica foi tomada como filosófica, fantástica, pretenciosa, matematicamente trivial, metodologicamente infundada e dona de analogias superficiais. A acusação sobre a conexão da abordagem sistêmica com a matemática e a filosofia foi tomada como algo positivo, já que a linguagem lógica da abordagem sistêmica trouxe suporte para muitas disciplinas que foram em busca de consolidação acadêmica. Isso ocorreu com a Geografia e o PU, por exemplo (TAYLOR, 2004).

De acordo com Von Bertalanffy (1968), a abordagem sistêmica lida com muito mais do que meras analogias. Tratam-se de isomorfismos, que exploram as semelhanças estruturais de coisas ou fenômenos. Em outras palavras, a TGS criou uma teoria científica para desenhar generalizações de níveis mais elevados do que as ciências dos campos específicos conseguiu criar. Como afirma Maciel (1974), a criação de isomorfismos é um dos méritos da TGS. Assim, com o desenvolvimento de outros trabalhos científicos, foi possível compreender que essas críticas não impactaram as realizações dos princípios fundamentais da abordagem sistêmica, que são muito básicos: um sistema é algo composto por partes que estão interconectadas e qualquer sistema tem algum tipo de consistência ou de unidade.

Outro mérito da abordagem sistêmica é o fato de que ela tem a capacidade de lidar com a crescente complexidade da tecnologia utilizada pela sociedade moderna, o que exige abordagens sistêmicas, generalistas e interdisciplinares (OVERTON, 1975; VON BERTALANFFY, 1968). Por outro lado, uma das críticas mais comuns feitas à abordagem sistêmica é a que afirma que ela não é científica, uma vez que "[...] não é aplicada diretamente em problemas específicos [...]" (OVERTON, 1975, p. 75, tradução nossa). Pelo contrário, o seu maior mérito reside no seu caráter generalista, que explora as semelhanças estruturais dos sistemas em geral, e não de uma área específica do conhecimento. Algumas pessoas

acreditavam que a linguagem matemática ligada à tecnologia foi um passo definitivo para a mecanização e a desvalorização dos seres humanos. No entanto, de acordo com Von Bertalanffy (1968), a abordagem sistêmica lida com questões relacionadas às pessoas, tendo, portanto, preocupações humanistas.

A abordagem sistêmica no PU preencheu as lacunas deixadas pela forma tradicional de planejar as cidades, uma vez que as abordagens existentes não consideravam a vida social e econômica das cidades, assim como não consideravam a complexidade das inter-relações existentes entre seus elementos. A consequência disso foi a elaboração de planos diretores inflexíveis que traziam soluções definitivas (mas não eficazes) para os problemas das cidades (TAYLOR, 2004). Além disso, houve por um lado, um contexto favorável à adoção de um novo modelo de gestão e, por outro, uma renovação da convicção sobre a aplicação da ciência na elaboração de políticas públicas.

De acordo com a abordagem sistêmica o papel de PU foi realizar pesquisas empíricas sobre as convicções dos gestores das cidades. Esta pesquisa foi feita através de um exame crítico das hipóteses (POPPER, 1972), que foi feito pela abordagem sistêmica através de um processo chamado "Processo Racional." Este processo identificou os problemas prioritários da cidade, em seguida, apontou alternativas para resolvê-los, avaliou as possíveis soluções, em seguida, implementou a solução escolhida. Depois disso, os gestores municipais utilizaram o mecanismo do *feedback* para monitorar os resultados da implementação com o intuito de verificar a necessidade de nova intervenção. Em suma, existem duas principais vantagens sobre a utilização da abordagem sistêmica no PU. O primeiro deles é o fato de que tal abordagem percebe o PU como um processo e não como uma tarefa finita, uma vez que os gestores de algumas décadas atrás encerravam sua atuação num determinado projeto quando a obra estava pronta sem necessariamente acompanhar os desdobramentos e acontecimentos da obra executada; e a segunda é que ela foca as ações nas relações existentes entre os componentes da cidade, ao invés de focar as ações nos componentes.

## **2.3 As áreas urbanas como sistemas**

### **2.3.1 Situação atual das áreas urbanas**



A identificação de alguns períodos notáveis ao longo da história ajuda a compreender a situação atual das áreas urbanas. O primeiro período, chamado de "Idade da Cultura Tribal", ocorreu há cerca de 10.000 anos e foi uma experiência cultural sustentável, uma vez que os recursos naturais foram suficientes para a população existente. No entanto, entre cinco e três mil anos atrás (entre três e mil anos a.C.), a população cresceu e os recursos naturais se tornaram escassos. As pessoas tiveram que se adaptar a esta realidade, e o fizeram através da passagem de um modo de produção baseado na coleta e na caça para um modo de produção baseado na agricultura. Esta mudança foi chamada de "Revolução Agrícola" e iniciou a "Era da Cultura Agrária". Mais tarde, durante a segunda metade do século XVIII, o crescimento populacional foi além do limite novamente. A humanidade teve que enfrentar a falta de recursos mais uma vez. Este esforço levou à "Revolução Industrial", que trouxe a "Era Tecnológica". Esta idade foi caracterizada pelo surgimento de grandes centros urbanos e com eles seus muitos problemas (PALSULE, 2004).

O rápido crescimento da população urbana causou muitos impactos nas áreas urbanas no decorrer do tempo. De acordo com o geógrafo Roberto Corrêa (1995), esses impactos são caracterizados como "[...] formas espaciais e suas conexões com a estrutura social, processos e funções urbanas [...]" (p. 16). As marcas deixadas por estas diferentes conexões (boas e más) nas cidades compõem o que chamamos de "tradições urbanas" (CORRÊA, 1995). Segundo Palsule (2004), as partes mais antigas das cidades, provavelmente, possuem fortes "tradições urbanas" e podem ser chamadas de *civitas*, enquanto que as partes mais recentes que ainda não criaram as "tradições urbanas" podem ser chamadas de *urbes*. Ao longo dos séculos, a expansão das cidades aconteceu de forma lenta com base nas ditas tradições urbanas. O ritmo do crescimento foi lento havendo continuidade no processo de transformação da *urbes* em *civitas*. Como consequência, não houve nem a fragmentação dos espaços urbanos, nem o uso insustentável dos recursos naturais. Porém, quando o processo de crescimento urbano ocorreu de forma acelerada, que foi a realidade do último século, as cidades não tiveram condições de fazer uma transformação harmoniosa da *urbes* em *civitas*.

O fato é que esses impactos têm levado a humanidade a estar na fronteira de um novo processo de adaptação (PALSULE, 2004). Esta transição está sendo chamada de "Revolução Sustentável", e se caracteriza pelo fato de tanto a forma

antiga, quanto a forma atual, de produzir riqueza usar os recursos naturais além dos seus limites, o que coloca a vida humana na Terra em xeque (FOLCH, 2004).

### 2.3.2 Caracterização dos sistemas urbanos

Todos os ambientes do planeta Terra são sistemas complexos e dinâmicos constituídos por elementos bióticos e abióticos. Sistemas desta natureza são caracterizados por dois aspectos: (1) a presença de retroalimentação, através da qual pequenas alterações podem gerar efeitos notáveis devido ao efeito de amplificação que se baseia na complexa rede das interligações entre os componentes do sistema; e, (2) a existência de níveis críticos, que quando atingidos tendem a desequilibrar os sistemas (AUMOND; LOCH; COMIN, 2012).

Através do tempo, dependendo de como os seres humanos se apropriaram dos espaços, três tipos de ambientes foram estabelecidos: o natural, o rural e o urbano. O homem desempenha um papel proeminente nas áreas urbanas, uma vez que estas são o centro da vida humana e de suas inter-relações. Por essa razão, tais espaços estão constantemente sendo modificados pela vontade do homem e não somente pela “vontade” da natureza. Em ambientes naturais, a natureza age de uma forma lenta e probabilística, o que conduz a uma adaptação progressiva, cuja finalidade intrínseca é a de manter a homeostasia do sistema. Por outro lado, as ações humanas se dão de maneira oposta; elas são rápidas e não possuem direção previsível (BRANCO, 1999). Como resultado, os sistemas urbanos tendem a se desequilibrar e, então, a fragmentar (AUMOND; LOCH; COMIN, 2012;. FOLCH, 2004; ODUM, 1976).

No Brasil, (ver Figura 2.1 e Tabela 2.1) a população urbana aumentou de 36,16% em 1950 para 84,36% em 2010. Assim, as cidades brasileiras estão se afastando cada vez mais dos ecossistemas naturais. Como resultado das transformações causadas pelas ações humanas, e do seu acúmulo, que é a poluição, há uma sobrecarga sobre subsistemas urbanos. O fato é que essa dinâmica leva a um fluxo unidirecional de matéria dentro das cidades, o que consequentemente leva à insustentabilidade (BRANCO, 1999; MENEGAT; ALMEIDA, 2004).

Figura 2.1 - População brasileira por tipo de habitação  
 Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2007

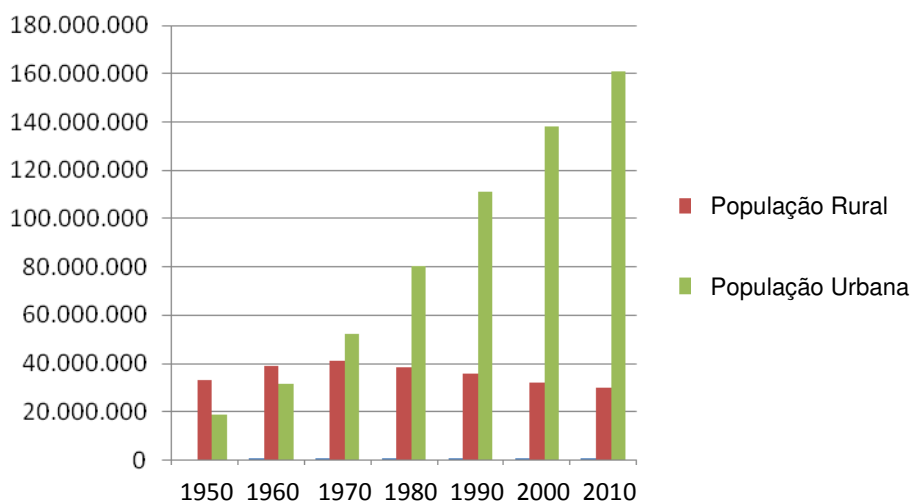


Tabela 2.1 - População brasileira por tipo de habitação  
 Fonte: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2007

| Período | População Rural | População Urbana | População Urbana (%) |
|---------|-----------------|------------------|----------------------|
| 1950    | 33.161.506      | 18.782.891       | 36,16                |
| 1960    | 38.767.423      | 31.303.034       | 45,08                |
| 1970    | 41.054.053      | 52.084.984       | 55,98                |
| 1980    | 38.566.297      | 80.436.409       | 67,70                |
| 1991    | 35.834.485      | 110.990.990      | 75,47                |
| 2000    | 31.845.211      | 137.953.951      | 81,23                |
| 2010    | 29.830.007      | 160.925.792      | 84,36                |

É importante esclarecer as diferenças entre os sistemas naturais, rurais e urbanos, porque há elementos intrínsecos nas dinâmicas urbanas que não têm contrapartida direta nos sistemas naturais. Assim, não se deve entender o funcionamento das zonas urbanas com base em conceitos do campo ecológico. A maneira correta de lidar com isso é identificar as origens e características dos problemas das zonas urbanas, em seguida, traçar um plano de ação de longo prazo que visa restaurar a dinâmica equilibrada que sistema urbano deve ter (FOLCH, 2004). A abordagem sistêmica pode ajudar neste processo uma vez que ela foca suas ações não somente nos elementos e nas atividades de um sistema, mas também nas inter-relações existentes nesses ambientes. Além disso, a abordagem sistêmica leva em conta a presença do mecanismo do *feedback* e dos níveis críticos para auxiliar na gestão destas áreas.

### 2.3.3 Problemas ambientais urbanos

Há pelo menos quatro décadas, as áreas urbanas foram mostrando sinais de que estão trabalhando no limite e que o modelo de desenvolvimento econômico adotado está se esgotando. Este modelo de desenvolvimento, apesar de ser eficiente na geração de benefícios para as sociedades, é extremamente prejudicial para o meio ambiente, uma vez que se baseia em fluxos lineares e unidirecionais de matéria e energia. Uma sociedade com fluxo linear de matéria urbana é uma sociedade que não é capaz de reintroduzir os resíduos que gera em ciclos sistêmicos. Essa é a razão pela qual o fluxo linear é considerado incompleto. As sociedades, de uma maneira geral, têm gerado grandes quantidades de resíduos e não possuem em suas práticas urbanas mecanismos para reinserir esse material no sistema como matéria-prima (PESCI, 2004). Elas descartam os resíduos no ambiente natural e deixam-no fazer todo o trabalho. De fato os sistemas naturais são capazes de reintroduzir tais resíduos no sistema. No entanto, a velocidade com que novos resíduos são gerados é muito maior do que a velocidade com que eles são reintroduzidos no sistema. É neste aspecto que reside a urgência da reestruturação do modelo de desenvolvimento urbano (PALSULE, 2004).

Curiosamente, abordar os problemas ambientais urbanos requer a consideração de outras dimensões e não somente a ecológica, uma vez que as áreas urbanas envolvem não só questões ecológicas, mas também questões físicas, sociais, econômicas, temporais e de gestão. Além de todas estas dimensões, a capacidade técnica, administrativa e financeira dos municípios para lidar com os problemas urbanos é limitada, especialmente nos países em desenvolvimento (MENEGAT; ALMEIDA, 2004). Assim, a gestão ambiental urbana torna-se uma questão-chave na busca de um modelo de desenvolvimento que seja sustentável.

## 2.4 Gestão sustentável

### 2.4.1 Sustentabilidade em áreas urbanas

Sociedades urbanas foram e ainda são construídas sobre um conjunto de contradições. De acordo com Palsule (2004), a primeira contradição diz respeito à energia. Em vez de usar uma fonte de energia renovável (cíclica), a sociedade pós-

industrialização baseia sua produção em uma fonte de energia limitada e não renovável (acíclico). A segunda contradição se refere à utilização de água. As sociedades, em geral, gastam recursos para importar água de lugares distantes, ao invés de usá-la de forma eficiente, de reutilizar a água cinza e de aproveitar as águas pluviais. A terceira contradição remete-se aos alimentos. As sociedades gastam uma grande quantidade de energia para transformar alimentos frescos em alimentos congelados e enlatados e depois, quando são descartados, os resíduos não retornam ao ciclo na forma de nutrientes para a produção de mais alimentos, o que evitaria a poluição dos recursos hídricos. Por fim, o quarto aspecto tem a ver com a força de trabalho, tema que não está diretamente relacionado ao escopo deste trabalho.

Todas estas contradições são reflexos, ou consequências, da forma adotada pelas sociedades para se desenvolverem. Na década de 1980, a Organização das Nações Unidas (ONU) liderou a discussão sobre a formulação de um novo modelo de desenvolvimento que considerasse as necessidades sociais e econômicas sem esgotar os recursos naturais. O resultado foi publicado em 1987, no notório "Relatório Brundtland", que introduziu o conceito de Desenvolvimento Sustentável (DS). Esse modelo de desenvolvimento foi definido como sendo "[...] o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades [...]" (UNITED NATIONS, 1987, p. 43, tradução nossa.)

Mais recentemente, a ONU desenvolveu uma série de iniciativas para ajudar os governos nacionais e locais na tarefa de usar o potencial transformador da urbanização. A "Prosperidade City Initiative", por exemplo, é baseada em uma visão holística do Desenvolvimento Urbano Sustentável. Ela oferece às cidades a possibilidade de criar indicadores e de definir metas e objetivos que podem apoiar a formulação de "visões de cidades" (*city vision*<sup>5</sup>) e de planos de longo prazo. O objetivo é impactar positivamente a qualidade da tomada de decisão dos gestores urbanos por meio da articulação de algumas das dimensões do crescimento das cidades, que são: uma estrutura flexível de monitoramento, uma estrutura que promova a integração, uma ferramenta baseada em análise espacial e uma ferramenta multi-escala de tomada de decisão (UNITED NATIONS, 2016).

---

<sup>5</sup>"[...] imagem comum do futuro desejável [de uma cidade] descrita em termos precisos [...]" (EUROPEAN COMMISSION, 2011, p. 10, tradução nossa).

É interessante notar que o conceito de DS é sistêmico em sua essência. Sistemas naturais são um todo integrado constituído por associações e inter-relações mantidas pelo princípio da sustentabilidade, desse modo o DS é uma herança da evolução dos sistemas naturais. É importante esclarecer que a busca do DS não é equivalente à busca de um estado fixo de harmonia. Pelo contrário, é um processo onde ser estável significa ser dinâmico (FOLCH, 2004; PALSULE, 2004), e este é um dos aspectos mais difíceis de alcançar neste modelo de desenvolvimento.

#### 2.4.2 Elementos de gestão sustentável das áreas urbanas

A sustentabilidade dos sistemas naturais se deve à presença de alguns processos ecológicos, como a simbiose, que mantém as alianças integradas nos sistemas, e a auto-organização, que é a capacidade de um sistema de manter o equilíbrio dinâmico entre a individualidade e interdependência entre seus componentes. Ao contrário dos sistemas naturais, onde esses processos ocorrem involuntariamente, qualquer outro sistema cujo objetivo é ser sustentável deve promover a simbiose e auto-organização voluntária e conscientemente (PALSULE, 2004). Para que estes processos ocorram nas áreas urbanas, é necessário articular a sua gestão, estimular, aumentar e desenvolver ações que incluam os processos listados na Quadro 2.3.

Quadro 2.3 - Ações a serem desenvolvidas para a gestão sustentável das áreas urbanas  
Fonte: PALSULE, 2004

| <b>A gestão sustentável deve promover o aumento...</b>         | <b>porque...</b>                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| dos processos recicláveis,                                     | promove o <i>feedback</i> e garante a existência de fluxos cíclicos.                                                                      |
| capacidade de retenção,                                        | retenção significa não perder a matéria que já existe dentro do sistema. Por isso, é importante saber onde está a matéria e como retê-la. |
| alianças, coesão e mutualismo entre os componentes do sistema, | diminui a dependência na fonte externa de energia, em outras palavras, a auto-suficiência aumenta.                                        |
| diversificação dentro do sistema,                              | sistemas que têm diferentes maneiras para realizar a mesma atividade são mais confiáveis e mais resilientes.                              |

A presença das pessoas em sistemas urbanos pressupõe a presença de sua cultura. É importante notar que cada cultura tem o seu próprio conjunto de normas. Logo, não existe um modelo de gestão sustentável para áreas urbanas que atue indiscriminadamente em qualquer cidade (PALSULE, 2004). Assim, padrões

culturais e recursos disponíveis devem ser identificados antecipadamente e levados em consideração para que, assim, os modelos de gestão possam ser adaptados às diferentes realidades.

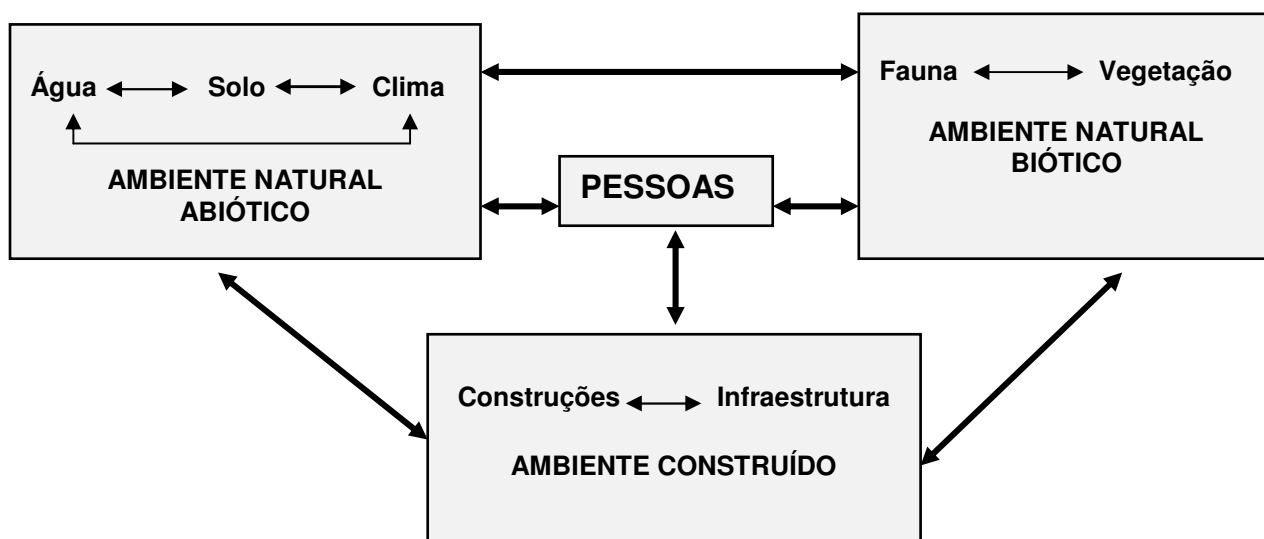
## 2.5 Gestão sistêmica de áreas urbanas

### 2.5.1 O sistema urbano

As áreas urbanas podem ser definidas como sistemas, já que: (1) se adequam às definições para o termo "sistema" (ver quadro 2.1 desse trabalho); (2) cumprem as condições essenciais para a existência de um sistema (ser uma unidade funcional e ter seus componentes inter-relacionados de forma organizada) e, por fim, (3) possuir os quatro princípios fundamentais de um sistema (interação, integralidade, organização e complexidade).

Assim, o "sistema urbano" pode ser ilustrado como na Figura 2.2, que apresenta os seguintes componentes: pessoas, ambiente natural abiótico (água, solo e clima), ambiente natural biótico (fauna e vegetação); inter-relações: entre os componentes, representados por setas bidirecionais e as atividades (reais ou potenciais) exercidas nestes ambientes principalmente por pessoas (ex: atividades financeira, comercial, cultural, educacional, etc.).

Figura 2.2 - Componentes do "sistema urbano"



É importante notar que, devido à mudança do paradigma de pensamento, a tendência é adotar uma forma de gerir as áreas urbanas que observe-as e trate-as de forma holística e sustentável. Assim, espera-se que as funções urbanas sejam realizadas considerando não só a população que atualmente vive nas áreas urbanas, mas também as gerações futuras. Dessa forma, pode-se dizer que, apesar de usar o termo "gestão sistêmica", um dos objetivos deste trabalho é a conceituação do termo "gestão sistêmica e sustentável" das áreas urbanas.

### 2.5.2 A abordagem sistêmica e o planejamento urbano

Dado que as áreas urbanas são sistemas com um grande número de componentes, os quais possuem diferentes naturezas e interagem de forma dinâmica e contínua, e que, por outro lado, o PU é um campo de conhecimento que analisa e controla as relações altamente complexas das áreas urbanas, é possível concluir que a abordagem sistêmica tem contribuído para o PU através de alguns pensamentos.

O primeiro pensamento está ligado ao funcionamento das áreas urbanas. Planejadores urbanos tradicionais não deram muita atenção à forma como cidades funcionavam. Esta falha levou ao que foi chamado de "Processo Racional" e à notória abordagem de Patrick Gedden, conhecida como: Investigação-Análise-Planejamento (*Research-Analysis-Plan*). Tais abordagens foram precursoras do PU como um processo. Mais tarde, o Processo Racional também contribuiu através do desenvolvimento do processo ilustrado na Figura 2.3. Com base nesse raciocínio, as cidades, a priori, começaram a ser analisadas espacialmente, e, em seguida as questões econômicas e sociais também foram consideradas na análise.

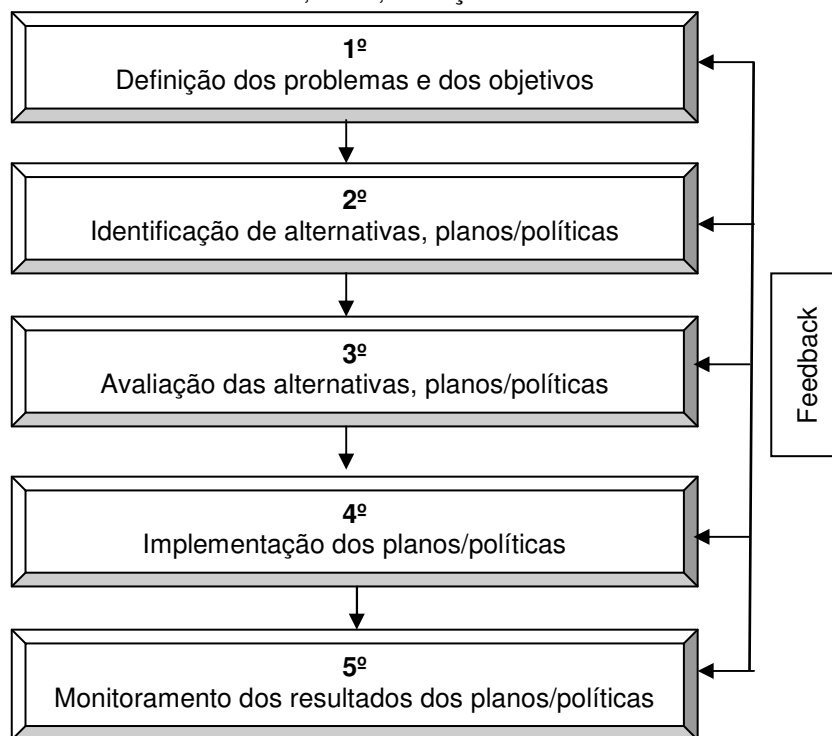
O segundo pensamento diz respeito à falta de consciência sobre a condição de área urbana ser um sistema. Os planejadores tradicionais não estavam plenamente conscientes de que quando uma atividade era realizada em um determinado ponto da cidade, certamente teria uma consequência em outro lugar na cidade.

O terceiro pensamento está intrinsecamente relacionado ao segundo. Por se tratarem de sistemas, os componentes das áreas urbanas estão inter-relacionados; logo, os resultados das mudanças que ocorrem dentro deles não atingem apenas os



dois ou mais componentes que estão realizando diretamente a atividade, mas também outros componentes que estão relacionados indiretamente.

Figura 2.3 - Planejamento segundo Processo Racional  
Fonte: TAYLOR, 2004, tradução nossa



Assim, quando uma área urbana é tratada de uma forma não sistêmica, há pelo menos duas consequências importantes: (1) a fragmentação dos espaços e grupos sociais, e; (2) a distorção do impacto ambiental produzido pela atividade, neste caso, a responsabilidade pelo impacto, geralmente, fica anônima e a sociedade entende como se tivesse sido acidental (MENEGAT; ALMEIDA, 2004). Dessa forma, se o objetivo é alcançar uma gestão urbana sistêmica e sustentável é essencial tratar as áreas urbanas como sistemas.

O quarto pensamento tem a ver com a falta de flexibilidade dos Planos Diretores tradicionais. As áreas urbanas são sistemas dinâmicos, onde uma grande quantidade de atividades acontecem, então elas precisam de Planos Diretores mais flexíveis. Finalmente, o último pensamento é também sobre a natureza dinâmica das cidades. Segundo os críticos, os planos não podiam ter caráter finito. Pelo contrário, eles devem refletir os processos em curso, incluindo ações como monitoramento, análise dos resultados e possíveis intervenções. Todas essas atividades devem ocorrer de forma fluida (TAYLOR, 2004).

De acordo com Menegat e Almeida (2004), a gestão sistêmica das áreas urbanas exige a integração simétrica de quatro esferas. A primeira esfera diz respeito aos ambientes internos e externos de um "sistema urbano", os gestores devem conhecê-los por completo, suas características, seus problemas, etc. A segunda é a esfera das políticas públicas, que devem representar uma relação estratégica entre a sociedade e a economia. A terceira esfera está ligada à educação e à informação; ambos devem orientar a população na direção do DS. Finalmente, a quarta esfera envolve a participação da sociedade na construção de uma gestão sistêmica através dos seus representantes e apoiada por uma estrutura governamental democrática, humanista, e culturalmente tolerante. Além de todas essas esferas e preocupações, é importante salientar que a gestão sistêmica das áreas urbanas não só tem de envolver as relações entre os elementos do sistema, mas também tem que levar em consideração a natureza dessas relações (espacial, temporais, funcional, etc.) (PESCI, 2004). A síntese consistente de tais conexões tornarão os gestores urbanos capazes de trabalhar sistemicamente em áreas urbanas.

Parece óbvio, mas para alcançar uma gestão sistêmica e sustentável nas áreas urbanas, o PU deve compreender e, sobretudo, deve planejar e controlar as áreas urbanas entendendo-as como sistemas. Há muitos obstáculos no cumprimento de uma gestão sistêmica das áreas urbanas. Por um lado, existem sistemas urbanos com sua desafiadora natureza dinâmica e complexa e, por outro lado, existem gestores urbanos que têm de superar as barreiras intelectuais colocadas pela sua formação, as quais foram baseadas na ciência clássica e nas formas tradicionais de pensamento. Diante do impasse, cabe aos gestores urbanos estarem disponíveis para as mudanças e também para tornar a articulação transdisciplinar uma realidade na gestão urbana (BRANCO, 1999).

### 2.5.3 A resiliência dos sistemas urbanos

A Resiliência pode ser definida como sendo a "capacidade de sistemas complexos de recuperar a [sua] forma original depois de passar por uma mudança no seu funcionamento. E é isso o que lhes dá a estabilidade. Sistemas complexos são [então], resilientes [...]" (FOLCH, 2004, p. 95) . Este fenômeno tem fundamentos na existência de conexões entre os elementos de um sistema. Quando combinado

com a tendência natural de um sistema de não admitir alterações, resiliência contribui para a gestão sistêmica de áreas urbanas, tanto reforçando as ligações entre os elementos de um sistema, quanto permitindo a utilização de ligações alternativas caso algumas tenham sido perdidas devido a um desequilíbrio.

Tomando como um exemplo uma área urbana em crescimento, é possível dizer que, quando a população de uma *civitas* cresce (porção mais antiga de uma área urbana onde, teoricamente, serviços urbanos estão bem estabelecidos), comumente uma *urbe* (parte nova) surge na periferia da parte mais antiga. Assim que as *urbes* começam a estabelecer conexões com a parte existente da cidade, parece que a *civitas* se desenvolve através da absorção da *urbes*, tornando-se uma *civitas* "maior".

No entanto, a área urbana não se desenvolveu realmente; ela apenas cresceu em tamanho, uma vez que o desenvolvimento significa que a nova porção liga-se a porção mais antiga, de modo que ambas as partes se beneficiem dos mesmos serviços urbanos. Neste caso, devido à resiliência, a tendência é que a *civitas* resista ao crescimento não partilhando sua fisiologia com a nova porção. Assim, é possível dizer que, atualmente, as principais áreas urbanas possuem várias porções *urbes* e poucas porções *civitas*, o que não parece ser uma estratégia consistente para o DS (FOLCH, 2004). A gestão sistêmica das áreas urbanas deve reforçar as conexões urbanas de modo que tais áreas sejam constituídas de mais porções *civitas* e menos porções *urbes*.

Por outro lado, "[...] o aumento da resiliência da cidade, como sistema, implica na redução das possíveis consequências que podem advir [...]" dos alagamentos (VERÓL, 2013, p. 90), uma vez que permite que o sistema use as ligações alternativas, de modo a ajustá-lo à situação anterior ao desequilíbrio. Portanto, a resiliência ajuda a manter o equilíbrio dinâmico dos sistemas urbanos. A questão é como adaptar este fenômeno a cada realidade urbana-social-ambiental, de modo que uma área urbana seja gerida sistemicamente.

## 2.6 Conclusão

As áreas urbanas foram entendidas como sistemas apenas durante a segunda metade do século XX, quando a ideia da existência de inter-relações entre seus componentes foi introduzida no conceito de sistemas (VERÓL, 2013). No

entanto, mesmo nos dias de hoje, as áreas urbanas ainda são tratadas de forma não sistêmica, ou seja, fragmentada. Possivelmente porque os cientistas estavam seguindo uma tendência de super-especialização em oposição a uma visão mais generalista. Por exemplo, os gestores dos sistemas de drenagem urbana são capazes de usar uma equação matemática exata para definir os parâmetros de um tubo, mas se os gestores municipais não considerem o papel desempenhado pelas pessoas nos sistemas urbanos, eles vão ignorar a presença de lixo difuso e, certamente, alagamentos vão ocorrer.

Outra razão para a continuidade do uso da abordagem de gestão fragmentada em áreas urbanas pode ser o fato de que, apesar de todo o conhecimento acumulado desde a década de 1960 (quando o planejamento urbano foi entendido como um processo pela primeira vez pelo modelo cibernético de planejamento), ainda há uma distância considerável entre a teoria e a prática do PU. Há também uma dificuldade óbvia em instrumentalizar o que é discutido e demonstrado pelos pesquisadores científicos. Consequentemente, os planejadores urbanos continuam a intervir nas áreas urbanas sem ferramentas suficientemente eficazes.

Apesar da relativamente fácil aceitação dos argumentos que compõem o conceito de gestão sistêmica das áreas urbanas, que são baseados nos conceitos da abordagem sistêmica e da sustentabilidade, ainda é difícil para a população compreender e incorporar tais conceitos, pois eles são bastante abstratos. Assim, quando se trata da prática, as ações sustentáveis e sistêmicas realizadas em áreas urbanas têm resultados esporádicos e esparsos.

A abordagem sistêmica procurada neste trabalho se fundamenta em duas concepções de base. A primeira é entendimento de que as áreas urbanas são unidades funcionais, compostas por partes que estão interligadas por meio de atividades. Todas as partes em conjunto formam um sistema complexo e dinâmico, que possui um objetivo. Para alcançar tal objetivo, o sistema deve manter o equilíbrio dinâmico do fluxo de energia ou de matéria em suas atividades. O segundo entendimento é que as inter-relações existentes entre os componentes de uma cidade são extremamente importantes para a manutenção da sua sustentabilidade e resiliência.

É inegável que as áreas urbanas estão enfrentando uma grande crise. Seu equilíbrio dinâmico está ameaçado pela magnitude da acumulação dos impactos

antrópicos. Isso, provavelmente ocorre por causa da diminuição da capacidade de absorver os impactos das ações humanas que áreas urbanas têm hoje, bem como por causa da pouca importância dada pelos gestores urbanos às relações existentes entre os elementos dos sistemas urbanos.

Quando uma precipitação acontece e alagamentos ocorrem, a maioria das pessoas pensa que a causa desse alagamento é a quantidade de água que precipitou. Tal fato é um reflexo da maneira pela qual os gestores têm resolvido esse tipo de problema. Os gestores devem analisar as relações existentes entre a água da chuva e os outros elementos do sistema de drenagem urbana e tomar medidas com base nos aspectos que estas relações apresentam. Gestores municipais devem, por exemplo, trabalhar com legisladores e planejadores urbanos para aprovar leis que visem aumentar as áreas permeáveis nas cidades. Este exemplo mostra que a ação dos gestores municipais não está diretamente relacionada à precipitação, mas está diretamente relacionada aos alagamentos, uma vez se tomada essa ação não só vai permitir que a infiltração aconteça, mas também vai diminuir as taxas de escoamento superficial.

A "Era da Tecnologia" identificou e descreveu muito bem os problemas urbanos, mas agora é necessário ir além. É preciso que seja feita uma análise detalhada do funcionamento das áreas urbanas para, assim, entendê-las verdadeiramente. Em seguida é preciso identificar as inter-relações de maior impacto, e por meio de uma síntese direcionar o foco da gestão para estas relações.

## **3. GESTÃO SISTÊMICA DO SDMAPLU**

|                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>3.1 Introdução .....</b>                                                    | <b>46</b> |
| <b>3.2 Sustentabilidade urbana .....</b>                                       | <b>48</b> |
| <b>3.3 Águas pluviais urbanas.....</b>                                         | <b>49</b> |
| 3.3.1 Histórico .....                                                          | 50        |
| 3.3.2 Ciclo hidrológico natural versus ciclo hidrológico urbano .....          | 52        |
| 3.3.3 Águas pluviais urbanas no Brasil .....                                   | 52        |
| 3.3.4 Novas abordagens para a gestão das águas pluviais urbanas .....          | 54        |
| <b>3.4. Gestão sistêmica das águas pluviais urbanas.....</b>                   | <b>55</b> |
| 3.4.1 Conceituação do tema “gestão sistêmica das águas pluviais urbanas” ..... | 55        |
| 3.4.2 Gestão sistêmica do SDMAPLU.....                                         | 57        |
| <b>3.5 Conclusão .....</b>                                                     | <b>57</b> |

### 3 GESTÃO SISTÊMICA DO SDMAPLU

#### 3.1 Introdução

Como consequência, do crescimento acelerado ocorrido nas áreas urbanas nas últimas décadas, o PU e a atividade do controle urbano se desenvolveram de forma ineficaz. Isso desencadeou uma série de efeitos secundários, tais como a exploração dos recursos ambientais, aumento da complexidade na gestão destes espaços, e diminuição da qualidade de vida da população. Como resultado, no final do século XX, o modelo de desenvolvimento econômico vigente começou a ser questionado e o DS foi adotado.

Depois de décadas de discussão, estudos e experiências, pode-se dizer que o DS foi aplicado em países desenvolvidos. No entanto, nos países em desenvolvimento ele enfrenta dificuldades para ser posto em prática. Isso, provavelmente se deve ao fato do DS ser um conceito muito abstrato, fazendo com que a ligação entre a teoria e prática do DS seja, ainda, tímida. Além disso, o DS ocorre em ambientes altamente complexos o requer um planejamento que tenha bem estabelecidas metas, estratégias, monitoramento e *feedback*. Há a necessidade de participação da sociedade no processo. E, por fim, é necessário que a sociedade seja bem educada e bem informada, de modo que ela possa entender as razões para adotar o novo modelo, bem como as consequências de não adotá-lo.

Além destas dificuldades os países em desenvolvimento enfrentam ainda a falta ou a má qualidade da infraestrutura, bem como a falta de recursos financeiros. Por fim, a capacidade das áreas urbanas se adaptar às crises diminuiu consideravelmente nas últimas décadas uma vez que os sistemas urbanos têm trabalhado perto de seus níveis críticos (PALSULE, 2004). Como resultado, a população urbana continuará a ser afetada de forma cada vez mais frequente e numa intensidade cada vez maior.

Os recentes episódios de alagamentos em áreas urbanas são exemplos do fenômeno acima mencionado. O aumento da frequência e intensidade dos episódios de alagamento demonstram que a gestão das águas pluviais deve ser revista. O problema

é sistêmico, em outras palavras, é complexo, tem uma natureza dinâmica, e é composto por partes que se relacionam umas com as outras. No entanto, os princípios, as medidas e as ações implementadas não têm alcançado os resultados esperados, uma vez que são fragmentadas, simplistas, e muitas vezes puramente técnicas e corretivas.

Um exemplo que ilustra o que acaba de ser descrito é o caso de uma escadaria pública em um bairro de baixa renda localizado em Recife (Brasil). De acordo com Amorim, nesta área o processo de ocupação se deu de forma irregular, o que conduziu a uma elevada taxa de solo impermeável (informação verbal)<sup>1</sup>. Como resultado, foram relatados problemas de alagamento. O problema foi resolvido através do desvio da água acumulada por meio das canaletas de uma escadaria existente. Pouco tempo depois, o fluxo de água da chuva escoada por estas canaletas era maior do que a vazão para a qual ela foi calculada. Como resultado, as canaletas começaram a transbordar e a arrastar o solo no qual elas se apoiavam. Consequentemente, a base da escadaria foi danificada e o município teve que construir uma nova escada. Assim, além do retrabalho feito pela Prefeitura, o impacto desta ação foi transferido a jusante.

Após esta experiência, pode-se concluir que a solução dada não considerou a natureza sistêmica da Drenagem Urbana. Duas das inter-relações existentes não foram levadas em consideração: a primeira acontece entre a água pluvial e as canaletas, e a segunda acontece entre as canaletas e o solo que a sustenta. Por outro lado, as ações foram tomadas de forma fragmentada, uma vez que os técnicos não levaram em conta as consequências de cada ação. Seu principal objetivo era livrar-se da água o mais rapidamente possível. É fundamental, portanto, que a sociedade compreenda a importância da adoção de uma abordagem sistêmica e abrangente para a gestão de águas pluviais urbanas.

O campo de Drenagem Urbana se desenvolveu exclusivamente no âmbito técnico da Engenharia Civil durante décadas. No entanto, após as questões de sustentabilidade urbana terem sido incluídas nas agendas dos países desenvolvidos, esse cenário mudou e a natureza multidisciplinar de Drenagem Urbana foi reconhecida (POMPÊO, 2000). É nesse ponto que a relevância desse trabalho se estabelece, o qual

---

<sup>1</sup> Nota fornecida pelo Prof. Whashington Amorim em 27 de agosto de 2015.



visa discutir novas bases para apoiar as ações de drenagem e de controle de alagamentos nas áreas urbanas do leste do nordeste brasileiro. Estas bases devem considerar as áreas como sistemas complexos e ter em conta que elas devem ser geridas de forma sustentável.

### **3.2 Sustentabilidade urbana**

A sustentabilidade pode ser definida como sendo "um estado desejável ou um conjunto de condições que persiste ao longo do tempo" (MCLAREN, 2014, p. 369, tradução nossa). No caso da "sustentabilidade urbana" algumas características-chave são: equidade intergeracional, a equidade intra-geracional, a proteção do ambiente natural, o respeito à capacidade de carga da área urbana, uso mínimo de recursos não renováveis, vitalidade e diversidade econômica, auto suficiência da comunidade, bem-estar individual e satisfação das necessidades humanas básicas. No entanto, apesar do termo "sustentabilidade urbana" possuir características definidas, deve ficar claro que dependendo das atuais condições econômicas, ambientais e sociais, diferentes comunidades podem ter diferentes percepções sobre o que é considerado bom para elas. Portanto, não existe uma definição única para o termo "sustentabilidade urbana" (MCLAREN, 2014).

O aspecto social da sustentabilidade torna-se realidade através da participação da sociedade na tomada de decisões, nos níveis executivos e na avaliação dos resultados. No entanto, para alcançar isso, a participação da sociedade precisa ser instrumentalizada. A partir desta perspectiva, a Educação pode levar a população a repensar seus valores sobre determinados recursos e rever as suas atitudes em relação a eles, de modo que a sua participação na sustentabilidade urbana possa ocorrer de forma consciente e democrática (POMPÊO, 2000).

Portanto, a gestão sistêmica dos sistemas urbanos deve, em primeiro lugar, tratar as áreas urbanas como sistemas. Em segundo lugar, deve concentrar a gestão nas inter-relações existentes entre os componentes do sistema. E finalmente, deve considerar a existência do mecanismo de *feedback* e dos níveis críticos. Isto requer que

a sociedade estabeleça planos de longo prazo e suas prioridades. Além disso, os gestores urbanos devem identificar as inter-relações que têm o maior impacto, e reconhecer as características dos problemas urbanos. Em seguida, os gestores devem elaborar planos de ação destinados a restaurar e a manter a dinâmica equilibrada que os sistemas urbanos precisam ter para perdurarem no tempo (GUILLEN, 2004).

O próximo passo seria, então, determinar se essas ações vão, de fato, ajudar as comunidades a alcançar a sustentabilidade. No entanto, ainda não existe um método claramente articulado para relatar o progresso na direção desejada. Os relatórios contendo indicadores de sustentabilidade podem ser uma solução para superar esta dificuldade (MCLAREN, 2014). Porém, é importante notar que, considerando que cada cultura tem seu próprio conjunto de valores, não existe um modelo de gestão sustentável de áreas urbanas que atue indiscriminadamente em qualquer cidade (PALSULE, 2004). Dessa forma, é necessário que cada sociedade entenda o que é importantes para ela e defina suas prioridades, considerando seus padrões culturais e os recursos disponíveis.

### **3.3 Águas pluviais urbanas**

Desde o final dos anos 1960, devido aos conflitos que se colocam entre a dinâmica do desenvolvimento e funcionamento das cidades e a dinâmica do ciclo hidrológico, tem ocorrido, nos países desenvolvidos, uma análise mais aprofundada dos efeitos de atividades antrópicas nas áreas urbanas, a fim de controlar os efeitos negativos da urbanização. Como resultado, Hidrologia Urbana foi estruturada como uma disciplina científica e o conceito tornou-se ligado à relação existente entre a urbanização e o meio ambiente.

Por outro lado, a Drenagem Urbana está historicamente associada à ideia do rápido escoamento das águas pluviais urbanas (SILVEIRA, 1998). Atualmente, os sistemas de drenagem são entendidos como parte integrante do sistema de saneamento básico no que se refere ao:

[...] o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas das áreas urbanas (BRASIL, 2016, p. 2).

No entanto, apesar do fato dos conceitos acima mencionados terem se consolidado ao longo de décadas de uso em áreas urbanas - muitas vezes trazendo benefícios para as pessoas - atualmente, a ideia do rápido escoamento superficial das águas urbanas não só tem sido ineficaz, como tem causado problemas. Portanto, é necessário ter uma visão muito mais abrangente da gestão do SDMAPLU. Além disso, é preciso chamar a atenção para o fato desse sistema não ser um sistema linear, em que as águas pluviais entram nas galerias, depois são transportadas pelas tubulações, e, finalmente, são lançadas nos corpos d'água sem que haja interação entre os seus elementos. Pelo contrário, o SDMAPLU é um sistema complexo onde as águas pluviais não somente interagem com os elementos tradicionais do sistema (as tubulações, as caixas coletoras, as bocas de lobo, etc.), mas também com elementos não tradicionais do sistema de drenagem, como as pessoas, a vegetação, os resíduos sólidos, a legislação e o uso do solo.

### 3.3.1 Histórico

A gestão das águas pluviais urbanas passou por algumas fases ao longo da história das cidades. De acordo com Souza et al. (2012), os sistemas de drenagem de águas pluviais surgiram há muitos séculos e foram caracterizados por incluir as águas pluviais e o esgoto, e ambos eram lançados em áreas abertas sem tratamento. Mais tarde, estudos microbiológicos demonstraram que as águas pluviais contribuíam para a transmissão de doenças. Assim, até meados do século XX, as principais preocupações dos gestores das cidades eram: (1) impedir o acúmulo de água e, (2) escoá-la o mais rapidamente possível por meio de tubulações, condutos artificiais, e de medidas como a retificação dos rios e riachos, e a construção de estações de tratamento de esgoto, que foram realizadas para minimizar a contaminação dos corpos hídricos. Este período de

gestão das águas urbanas foi chamado de fase “higienista” (SOUZA et al. 2012; TUCCI, 2008). Por outro lado, o rápido crescimento das cidades levou a uma diminuição considerável no número de áreas com solo permeável. Assim, a combinação da retificação dos cursos d’água com a diminuição das áreas de infiltração causou o aumento da quantidade e da velocidade da água que escoava. Como resultado, o impacto da urbanização era transferido de um local da cidade para outro a jusante.

No início de 1970, com a aprovação da *'Clean Water Act'*, nos Estados Unidos, teve início a “Fase Corretiva” da gestão das águas pluviais urbanas. Nesta fase, o objetivo era “[...] evitar os procedimentos [realizados durante a Fase Higienista] e utilizar sistemas de amortecimento ao invés de utilizar a canalização [de córregos e rios] [...]” (TUCCI, 2008, p. 5), uma vez que os impactos causados pela estratégia anterior tornaram-se evidentes, especialmente no que diz respeito à degradação dos corpos d’água e os danos sociais, econômicos e culturais, todos eles consequências diretas dos alagamentos (SOUZA et al., 2012).

Desde o início da década de 1990, nos países desenvolvidos, a consciência sobre as questões ambientais permitiu verificar que mesmo com as ações corretivas, os alagamentos não foram evitados (TUCCI, 2008). Esse foi o ponto de partida da “Fase do Desenvolvimento Sustentável” da gestão das águas pluviais urbanas. Nesta fase, o papel desempenhado pelos sistemas naturais de drenagem, que incluem solo (infiltração) e vegetação (evapotranspiração), no controle qualitativo e quantitativo das águas pluviais são reconhecidos pela ciência. Em países desenvolvidos, esta é a abordagem utilizada até os dias de hoje, mas nos países em desenvolvimento, há apenas alguns notáveis esforços nesse sentido. O objetivo da abordagem do DS é a preservação dos caminhos naturais de escoamento e a priorização da infiltração sobre o escoamento superficial. Esta abordagem levou ao desenvolvimento dos chamados métodos compensatórios de gestão das águas pluviais, que utiliza a escala da bacia hidrográfica no PU, bem como utiliza dispositivos de armazenamento e de infiltração, como os reservatórios de detenção e de retenção, pavimentos permeáveis, e valas e rincheiras de infiltração (SOUZA et al., 2012).

### 3.3.2 Ciclo hidrológico natural versus ciclo hidrológico urbano

As funções básicas do ciclo natural da água são manter os ecossistemas e sua biodiversidade e regular o clima. No entanto, quando se trata de uma interferência antrópica, as necessidades das sociedades se tornam prioridade em detrimento da manutenção do equilíbrio do ecossistema.

De acordo com Gonçalves (2006), "intervenção humana no ciclo natural da água levou a um ciclo menor de natureza antrópica chamado ciclo urbano da água, que ocorre dentro das cidades," (p. 31). A complexidade dos ciclos hidrológicos urbanos fez com que a restauração das condições originais dos cursos d'água se tornasse difícil de se concretizar, fazendo com que os impactos das intervenções humanas, fossem, muitas vezes, irreversíveis (TUCCI, 2003). Desde a primeira Revolução Industrial, os serviços públicos relacionados à água têm um modelo de gestão que trabalha para atender as necessidades da sociedade, mas que não coloca o ciclo hidrológico urbano como um subsistema do ciclo hidrológico natural. Na verdade, ele faz o contrário. É necessário, então, reverter essa situação e tratar o ciclo hidrológico urbano, como um subsistema do ciclo hidrológico natural, e respeitar sua natureza sistêmica para que os impactos das atividades humanas não sejam mais um obstáculo ao desenvolvimento das cidades (GONÇALVES, 2006).

### 3.3.3 Águas pluviais urbanas no Brasil

A abordagem higienista afetou enormemente a gestão de águas pluviais urbanas no Brasil. É possível afirmar que, atualmente, a maioria dos municípios brasileiros ainda possui sistemas higienistas de drenagem. Este tipo de sistema possui notórios problemas, uma vez que interfere no ciclo hidrológico, causando a aceleração e o aumento do pico do escoamento superficial, o aumento do volume de escoamento, bem como o aumento da duração e da frequência dos alagamentos. Ele também provoca a diminuição da recarga das águas subterrâneas e da evaporação (SOUZA et al., 2012). Esta realidade leva à transferência do problema para pontos localizados à jusante, resultando na necessidade da expansão do sistema de drenagem e,

consequentemente, em novos custos. Ele também cria na população uma falsa noção de proteção com relação às consequências dos alagamentos, na medida em que apesar dos benefícios, a resiliência é baixa e há riscos residuais elevados. Portanto, as intervenções podem estar tornando as populações ainda mais suscetíveis aos alagamentos. Finalmente, ele restringe outros usos, atuais ou futuros, das águas pluviais em áreas urbanas (BATISTA et al., 2005 apud SOUZA et al., 2012).

Algumas razões podem ser apontadas numa tentativa de entender o porquê do Brasil ainda adotar a Abordagem Higienista. De acordo com Azzout et al. apud Pompêo (2000), em pesquisa científica os objetos de estudo são tomados dentro de um foco específico, ignorando o potencial da relação entre o objeto e o contexto em que se encontra. Assim, hidrólogos, deveriam expandir seus esforços para transformar a teoria em prática, colocando a sua investigação em contextos mais amplos, bem como demonstrar os benefícios e os problemas criados pelas políticas existentes (KUYLENSTIERNA, 2006). De acordo com Andoh e Smisson apud Pompêo (2000), "[...] o engenheiro está acostumado a pensar em conceitos tradicionais, de modo que arranjos institucionais não permitem a implementação de métodos alternativos" para a resolução de problemas (p. 19). Portanto, a adoção de políticas de gestão urbana baseadas na Sustentabilidade pode ajudar a superar esta dificuldade, uma vez que este conceito é mais flexível e mais próximo da realidade atual de países em desenvolvimento.

No Brasil, é seguro dizer que além destas razões há outros aspectos a serem considerados. No que diz respeito aos aspectos de infraestrutura, tem-se: a fraca cobertura e a falta de manutenção dos sistemas de esgoto e de drenagem; a transferência de alagamentos a jusante; a falta de controle sobre a geração de resíduos sólidos (TUCCI, 2008); bem como o fato de que a urbanização tem sido baseada, principalmente, na produção de grandes áreas não permeáveis. Além disso, argumenta-se que mesmo as medidas de racionalização e de padronização dos parâmetros hidrológicos não foram desenvolvidos adequadamente no país, uma vez que profissionais trouxeram soluções projetadas para países de clima temperado, o que dificulta o estabelecimento de padrões nacionais. Como resultado, uma cultura de

drenagem urbana brasileira não foi desenvolvida (SILVEIRA, 1998). Além disso, é possível inferir que a gestão urbana é guiada por uma visão fragmentada, na medida em que trata a drenagem separando-a de outras questões urbanas.

No entanto, a partir da última década do século XX, métodos compensatórios começaram a ser recomendados no Brasil como uma opção para a gestão do SDMAPLU (SOUZA et al., 2012). Diante do desenvolvimento de documentos públicos que contém mudanças no modelo de gestão do SDMAPLU, é possível argumentar que há esforços institucionais para se desenvolver uma gestão sustentável, tanto no nível nacional quanto no nível local no Brasil (BRASIL, 2012; SÃO PAULO, 2012a,b,c; RIACHOS URBANOS RECIFE, 2016 ; RECIFE, 2016a).

### 3.3.4 Novas abordagens para a gestão das águas pluviais urbanas

Desde os anos 1970, um processo de mudança de paradigma ocorreu nos países desenvolvidos no que diz respeito à gestão do SDMAPLU. Este processo inclui a adoção de vários novos princípios. Em primeiro lugar, há uma tendência ao abandono da visão estritamente focada na redução de alagamentos e à adoção de uma visão na qual vários aspectos orientam tanto o processo de projeto quanto o processo de tomada de decisão. Em segundo lugar, há uma nova percepção sobre o sistema de drenagem, que o encara como uma fonte de recursos hídricos, bem como um meio para aumentar a biodiversidade e melhorar o microclima das cidades (FLETCHER et al., 2014). Além disso, as bacias hidrográficas são consideradas as unidades de estudo e de concepção de projetos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HIDRICOS, 1995).

A eficiência das novas abordagens se baseia na não produção de impactos no local da intervenção ou a jusante. Um outro princípio da gestão contido nas novas abordagens aponta para a conservação, preservação e manutenção dos cursos d'água e das planícies de inundação, a fim de evitar a execução de obras estruturais, de modo que os custos de implementação e de manutenção da infraestrutura sejam reduzidos. Tal feito é conseguido através do uso do potencial ambiental, urbano e paisagístico de

tais áreas, por exemplo, o uso das margens dos rios tanto como as áreas de amortecimento das águas pluviais, como áreas verdes ou parques lineares. A gestão do SDMAPLU deverá ser apresentada à sociedade através de um Plano Diretor, a concepção deste plano deve levar em conta todos os princípios aqui discutidos, assim como deve encorajar a participação da sociedade; finalmente, o Plano Diretor de Drenagem Urbana devem ser integrado ao Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HIDRICOS, 1995; SÃO PAULO, 2012a). As abordagens mais significativas para esta questão são as seguintes: Desenvolvimento de Baixo Impacto (LID), Sistemas Sustentáveis de Drenagem Urbana (SUDS), Projetos Sensíveis à Água (WSUD), Melhores Práticas de Gestão (BMP).

Depois de analisar os princípios que norteiam as novas abordagens para a gestão de um SDMAPLU, é possível dizer que há uma forte inclinação da sociedade para encarar a água não só como um recurso para a manutenção da vida, mas também como um meio de conexão entre o ambiente construído e a vida das pessoas. É necessário "[...] repensar o planejamento urbano na direção de um desenvolvimento guiado pela água [uma vez que] pode aumentar não só o valor imobiliário das áreas, mas também seu potencial ambiental [...]" (CHENGYAO; SHUVING; JIE, 2011, p. 4, tradução nossa).

### **3.4. Gestão sistêmica das águas pluviais urbanas**

#### **3.4.1 Conceituação do tema “gestão sistêmica das águas pluviais urbanas”**

O "sistema de água urbana 'é constituído por vários subsistemas (GONÇALVES, 2006; TUCCI, 2003):

- Os corpos d'água: que são fontes de água (superficiais ou subterrâneas);
- O abastecimento de água: envolve uma fonte, uma estação de tratamento de água (ETA) e uma rede de distribuição de água. Ele deverá garantir a quantidade e a qualidade adequada da água para consumo;



- O sistema de esgoto: consiste em uma infraestrutura para coletar, transportar, tratar e descarregar o esgoto sanitário;
- Drenagem Urbana: inclui a coleta e o tratamento das águas pluviais (e os resíduos sólidos) para seu posterior lançamento em corpos d'água receptores;
- Controle das inundações de rios: o objetivo é evitar o impacto das inundações sobre a população;
- Águas oceânicas: em cidades costeiras as águas oceânicas interagem com as áreas urbanas através das praias, dos estuários e dos manguezais e pode até inundar as ruas quando a maré está alta.

O objeto de estudo desta Tese é o subsistema das águas pluviais urbanas, o qual é composto por outros subsistemas: o subsistema de drenagem urbana e o do controle das inundações de rios, tal como definido na lista acima.

A abordagem sistêmica para a gestão de áreas urbanas difere das abordagens sustentável e integrada, por englobá-las e por enfatizar as características sistêmicas existentes nos subsistemas. A abordagem sustentável é, por definição, relacionada à questão do tempo, isto é, à equidade intergeracional dos recursos ambientais, sociais e econômicos. Por outro lado, a abordagem integrada é relacionada à consideração das várias partes envolvidas na gestão desse sistema, ou seja, ela proporciona ações abrangentes, pois integra várias partes (ações multi-setoriais). Finalmente, a abordagem sistêmica também considera a relação entre os componentes do sistema. No intuito de trabalharem sistematicamente os gestores devem planejar ações com base nas inter-relações do sistema, considerando as interações positivas e negativas existentes entre os componentes do sistema, bem como compreender que as relações em sistemas urbanos não são lineares, mas sim complexas, e que existem vários tipos de interações não somente entre os componentes do sistema, mas também entre esses componentes e os componentes que são externos ao sistema.

### 3.4.2 Gestão sistêmica do SDMAPLU

No caso das ações de gestão do SDMAPLU elas devem considerar todos os elementos que estão interagindo de forma dinâmica no sistema. É também necessário que a sociedade em geral e, mais especificamente, os gestores urbanos adotem algumas condutas:

- Definam uma " visão de cidade " (*city vision*) para a área urbana, estabelecendo prioridades e metas de longo prazo;
- Trate as áreas urbanas como sistemas;
- Foque as ações de gestão nas inter-relações existentes entre os elementos do sistema;
- Compreendam o funcionamento dos sistemas urbanos, reconhecendo as origens e características dos problemas do sistema;
- Elabore planos de ação com base nos problemas identificados e nas inter-relações existentes entre os elementos do sistema com o objetivo de restaurar e de manter a dinâmica do sistema equilibrada.

### 3.5 Conclusão

A adoção de uma gestão sistêmica (que seja sustentável e integrada) não necessariamente conduz o sistema a um estado permanente de harmonia. Pelo contrário, a sustentabilidade de um sistema só pode ser alcançada através de um processo em que ser estável significa ser dinâmico (FOLCH, 2004; PALSULE, 2004). Nessa perspectiva, a gestão dos SDMAPLU's brasileiros ainda está na fase higienista. Mas há algumas exceções e há cidades cujos projetos consideram a restauração das condições naturais de rios e riachos urbanos através do uso de técnicas de baixo impacto e de medidas não-estruturais. Além disso, parece haver uma convergência entre a legislação brasileira e uma gestão ambiental sustentável. A convergência pode ser percebida através da aprovação de leis nos três âmbitos (nacional, regional e local) cujas diretrizes e princípios constituem o objeto teórico deste trabalho.

É interessante notar que os princípios da gestão urbana mudaram durante as últimas décadas. Antes a gestão era tratada como um processo linear e as cidades não eram tratadas como sistemas. Não havia a consciência sobre a relação entre diferentes ações urbanas ou o fato de que há consequências para os impactos causados pela presença das pessoas nas cidades. Mais tarde, a gestão urbana passou a ser vista como um processo cíclico, o que permitiu a ocorrência dos mecanismos do *feedback* e do monitoramento dos processos.

Entretanto, a velocidade em que as cidades cresceram nas últimas décadas fez com que elas se tornassem sistemas super complexos, que, por sua vez, fizeram com que as cidades entrassem em colapso com mais frequência. É por isso que a discussão sobre as cidades se voltou para a sua natureza sistêmica. Tal natureza trouxe para a discussão elementos como a organização, a complexidade, a interação e a totalidade, bem como a simbiose e a auto-organização. Estes aspectos têm feito os estudiosos da gestão e os gestores focarem seus esforços em todos os componentes de um sistema, que são: os próprios elementos, a inter-relação existente entre estes elementos e as atividades que esses elementos executam dentro do sistema.

A relação entre os elementos do SDMAPLU e as suas atividades gera os "problemas da gestão das águas pluviais urbanas", como foi visto anteriormente. No campo da lógica científica analítica, quando se pretende encontrar soluções para um problema é preciso analisar cada parte desse problema. Tais partes poderiam ser descritas como sendo os elementos envolvidos no dado problema. Em seguida, uma solução será dada para cada parte do problema isoladamente. No entanto, não se deve esquecer que nas cidades, que são sistemas dinâmicos e complexos, os problemas não ocorrem um de cada vez. Quando ocorre uma chuva de grande intensidade, todos os problemas acontecem simultaneamente, e os vários impactos desse evento pluviométrico se acumulam. Essa é a razão pela qual o paradigma científico analítico não é mais suficiente para resolver os problemas urbanos e para restaurar o equilíbrio para as áreas urbanas.

O fato é que mesmo se o paradigma sistêmico, com as suas características sustentáveis e integradas, for usado não haverá uma solução "mágica" adequada a

todos as cidades. Mesmo que os gestores municipais comecem a tratar o SDMAPLU como um sistema integrado, ao invés de tratar suas atividades e os seus problemas isoladamente, é improvável que uma solução generalizável seja encontrada. A abordagem sistêmica manifesta-se através da presença das inter-relações, através da integração das informações e da gestão, bem como a sustentabilidade das ações de manejo. É por essa razão que se pensou não em construir um modelo estático de gestão, mas sim diretrizes para a gestão sistêmica do SDMAPLU, as quais devem carregar conceitos-chave, tanto da abordagem sistêmica, quanto da abordagem do desenvolvimento sustentável, as quais devem contemplar todas as relações envolvidas na gestão do SDMAPLU.

## **4. METODOLOGIA**

## 4 METODOLOGIA

O método escolhido para perfazer essas etapas foi o Método Hipotético-Dedutivo segundo Popper (1972). Esse método parte de um problema, que, em geral, surge de conflitos diante de expectativas e de teorias existentes, para o qual é oferecida uma solução provisória (hipótese). Tal solução consiste numa conjectura, que, em seguida, é criticada. Neste processo a hipótese é testada. Se ela não superar os testes, ela é refutada, sendo o problema e a hipótese reformulados. Mas se ela superar os testes, a solução é confirmada e uma “nova teoria” é elaborada, pelo menos provisoriamente, até um novo conflito surgir ante essa nova teoria (MARCONI; LAKATOS, 2010).

No caso desta Tese, o problema é que as cidades, sobretudo as cidades dos países em desenvolvimento, cresceram, e continuam crescendo, de maneira acelerada e sem controle. Isso fez com que os subsistemas urbanos trabalhassem de forma a atingir seus níveis críticos, o que conseqüentemente leva a não manutenção da homeostase dos mesmos. Como resultado tem-se desequilíbrios em várias atividades urbanas, como, por exemplo, os longos engarrafamentos e a proliferação de doenças ligadas à água. Uma dessas atividades urbanas foi tomada como objeto desta Tese. Tal atividade é a drenagem das águas pluviais urbanas, tendo como objeto empírico os alagamentos, os quais são cada vez mais frequentes e intensos, e como objeto teórico a gestão do sistema de drenagem das águas pluviais urbanas.

Diante do problema e dos objetos teórico e empírico desta Tese foi realizada uma ampla revisão bibliográfica, cujo referencial teórico contemplou os seguintes temas:

- Teoria Geral dos Sistemas;
- Abordagem Sistêmica;
- Sustentabilidade Urbana,
- Gestão Urbana, e;
- Drenagem Urbana.

Além desse referencial teórico, foram analisados também alguns casos empíricos, como modelos de gestão, manuais e cartilhas sobre Drenagem Urbana ou sobre manejo de riachos urbanos e rurais de países desenvolvidos e em desenvolvimento, uma vez que cada caso traz características e contextos

particulares, os quais alertam para alguns fatos e ratificam ou põem em questão algumas soluções.

Como consequência da delimitação dos objetos empírico e teórico e da revisão da literatura foi feito o recorte geográfico. Dessa forma, esta Tese focou na cidade do Recife embora o tema possa ser aplicado em outras cidades do Brasil. Essa escolha se deu porque a maior parte dos profissionais que responderam ao questionário Delphi, realizado na parte final do desenvolvimento desta Tese, está familiarizada e possui larga experiência com os problemas de drenagem do Recife. Com relação ao recorte temporal, a pesquisa compreendeu desde meados do século XIX até os dias atuais.

A revisão da literatura teve como principal objetivo conhecer o estado da arte dos temas: (1) Gestão Urbana Sistêmica, e (2) Gestão Sistêmica das Águas Pluviais Urbanas, ou seja, a gestão do sistema de drenagem das águas pluviais urbanas segundo a abordagem sistêmica.

O primeiro tema, “Gestão Urbana Sistêmica”, resultou da integração feita durante a revisão da literatura entre as seguintes temáticas: Teoria Geral dos Sistemas, Abordagem Sistêmica, Sustentabilidade Urbana e Gestão Urbana. Em seguida, foi vislumbrada a integração da primeira conceituação com o temática da Drenagem Urbana, resultando na segunda conceituação, a da “Gestão Sistêmica das Águas Pluviais Urbanas”.

Com o objetivo de entender o funcionamento e de reconhecer as origens e as características dos problemas existentes no SDMAPLU, foi feita uma revisão da literatura, e também foi utilizado o método ZOPP de construção de matrizes, para elaborar uma matriz de análise contendo os problemas recorrentes no SDMAPLU. Tal método foi criado pela Cooperação Técnica Alemã (GTZ) no final do século XX (INSTITUTO ECOS, 2016) e busca, por meio de técnicas como o *brainstorming*, a visualização móvel (que compreende o uso de tarjetas pregadas em painéis) e a moderação, definir e alcançar objetivos claros para um determinado projeto permitindo que as partes envolvidas participem ativamente (MINGUILLO, 2003).

Para a construção da matriz de análise dessa Tese foram realizados encontros com um grupo de estudo/pesquisa sobre Águas Pluviais Urbanas, chamado “Riachos Urbanos” pertencente ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil (PPGEC) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), cujos 07 (sete) integrantes além de terem mestrado e/ou doutorado na área de Recursos

Hídricos e Tecnologias Ambientais pelo mesmo Programa de Pós-Graduação, também atuam profissionalmente nesta área, sendo ou âmbito acadêmico ou no âmbito da gestão pública em órgãos ligados aos Recursos Hídricos na cidade do Recife.

Dos encontros resultou uma lista aleatória dos problemas recorrentes no SDMAPLU. Em seguida houve uma discussão sobre cada um dos problemas cujos objetivos foram: (1) identificar quais elementos estão relacionados quando o problema ocorre e (2) identificar a natureza do problema, ou seja, se ele é estratégico, gerencial ou operacional. Com base nos resultados dessa discussão a matriz foi organizada.

Após a elaboração da matriz foi dada continuidade à análise dos problemas recorrentes no SDMAPLU através da sugestão de soluções para cada um dos problemas. Partindo dessas soluções foi elaborada a chamada “Lista Preliminar de Diretrizes para a Gestão Sistêmica do SDMAPLU”. Nesse momento não houve uma preocupação em elaborar uma diretriz para cada problema identificado. Inclusive porque há diretrizes que abarcam mais de um problema e há problemas que requerem mais de uma diretriz para serem resolvidos, fato que expõe a natureza complexa e sistêmica da Gestão da Drenagem Urbana.

Para a validação das “Diretrizes para a Gestão Sistêmica do SDMAPLU” optou-se pela aplicação de um questionário elaborado segundo o Método Delphi para um grupo de profissionais especialistas em uma ou mais de uma das seguintes áreas do conhecimento: Drenagem Urbana, Gestão Urbana, Políticas Públicas, Transporte e Resíduos Sólidos, todas elas contidas no escopo desta Tese.

No processo de validação foram realizadas duas atividades. A primeira delas foi a conversão da “Lista Preliminar de Diretrizes para a Gestão Sistêmica do SDMAPLU” no questionário Delphi. Durante a conversão ficou evidente que as diretrizes possuíam diferentes naturezas e que elas deveriam ser apresentadas aos participantes do questionário Delphi agrupadas nas seguintes categorias: Diretrizes Conceituais; Diretrizes para o Arcabouço Institucional e Diretrizes para Gestão. Dessa forma, ficaria mais evidente e caracterizado o propósito contido naquele grupo de diretrizes, reforçando-o para os participantes da pesquisa.

A segunda atividade consistiu na aplicação do questionário Delphi, que foi realizada em duas etapas. A primeira etapa consistiu na aplicação do questionário para o chamado “Grupo Teste” e a segunda etapa consistiu na aplicação do



questionário para o chamado “Grupo de Especialistas”. O primeiro grupo citado foi composto por 5 (cinco) integrantes do grupo “Riachos Urbanos” pertencente ao PPGE/UFPE, cujos componentes são profissionais da área da Drenagem Urbana tanto no âmbito acadêmico quanto no âmbito da gestão pública, que estão familiarizados tanto com a pesquisa desta Tese, quanto com os problemas que ela analisa.

Já o segundo grupo foi composto por 65 profissionais especialistas nas áreas pertencentes ao escopo desta tese (já citadas anteriormente neste capítulo) com notória atuação nas mesmas. Ambos os grupos responderam ao questionário Delphi que pretendeu registrar o nível de concordância do respondente com as diretrizes para gestão sistêmica do SDMAPLU, para que assim, fosse possível conhecer a opinião do respondente sobre a importância daquela diretriz para a gestão do SDMAPLU.

Como as diretrizes foram apresentadas em três blocos (categorias de diretrizes), ao final de cada bloco havia um espaço para que o respondente pudesse comentar suas respostas provendo razões para seus julgamentos ou sugestões de questões que não tivessem sido contempladas pelas diretrizes. Essas respostas foram denominadas de “respostas qualitativas do questionário”. Vale ressaltar que o “Grupo Teste” também tinha a incumbência de sugerir melhorias e apontar falhas presentes no questionário, para que este fosse aprimorado antes de ser enviado para o “Grupo de Especialistas”.

Após a realização das alterações sugeridas pelo “Grupo Teste”, um novo questionário foi enviado para o “Grupo de Especialistas”. Ao final da aplicação do questionário Delphi, as respostas obtidas sofreram tratamento estatístico, cujo objetivo foi identificar quais diretrizes deveriam integrar a “Lista Final de Diretrizes para a Gestão Sistêmica do SDMAPLU”. Em seguida, foi realizada uma análise das respostas qualitativas do questionário com vistas à identificação de falhas ou ajustes necessários para a composição da lista final das diretrizes. As alterações foram realizadas e a “Lista Final das Diretrizes para a Gestão Sistêmica do SDMAPLU” foi elaborada, a qual se encontra no item 5.8.1 deste trabalho.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

|            |                                                                                                     |            |
|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>5.1</b> | <b>Identificação dos problemas do SDMAPLU .....</b>                                                 | <b>66</b>  |
| <b>5.2</b> | <b>Identificação dos elementos envolvidos nos problemas<br/>do SDMAPLU .....</b>                    | <b>68</b>  |
| <b>5.3</b> | <b>Elaboração da matriz de análise .....</b>                                                        | <b>72</b>  |
| <b>5.4</b> | <b>Descrição dos problemas do SDMAPLU .....</b>                                                     | <b>75</b>  |
| <b>5.5</b> | <b>Soluções para os problemas do SDMAPLU .....</b>                                                  | <b>84</b>  |
| <b>5.6</b> | <b>Elaboração da lista preliminar das “Diretrizes para a<br/>Gestão Sistêmica do SDMAPLU” .....</b> | <b>90</b>  |
| <b>5.7</b> | <b>Validação das diretrizes para a gestão sistêmica<br/>do SDMAPLU .....</b>                        | <b>99</b>  |
| 5.7.1      | O método Delphi .....                                                                               | 100        |
| 5.7.2      | Como se deu o experimento .....                                                                     | 105        |
| 5.7.3      | Resultados do experimento .....                                                                     | 107        |
| 5.7.4      | Tratamento estatístico do questionário .....                                                        | 109        |
| 5.7.5      | Análise das respostas qualitativas do questionário .....                                            | 111        |
| <b>5.8</b> | <b>Elaboração da lista final das “Diretrizes para a<br/>Gestão Sistêmica do SDMAPLU” .....</b>      | <b>119</b> |
| 5.8.1      | Lista final das “Diretrizes para a Gestão Sistêmica<br>do SDMAPLU” .....                            | 124        |

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo a linha metodológica traçada para o desenvolvimento desta Tese os primeiros resultados consistem na conceituação dos seguintes termos: “Gestão Urbana Sistêmica” e “Gestão Sistêmica das Águas Pluviais Urbanas.” O Capítulo 2 desta Tese traz a discussão feita frente ao referencial teórico para conceituar tais termos, bem como traz o resultado dessa discussão que são as duas conceituações. Os resultados obtidos na sequência do desenvolvimento da pesquisa estão descritos nos itens a seguir.

### 5.1 Identificação dos problemas do SDMAPLU

Como foi colocado no Capítulo 4, que trata da Metodologia empregada na elaboração desta Tese, para que o SDMAPLU funcione de forma sistêmica, ele deve, primeiramente, ser tratado como um sistema, segundo a Abordagem Sistêmica. Em segundo lugar, os gestores urbanos devem entender o funcionamento dos SDMAPLU através do reconhecimento das origens e das características de seus problemas, para que, assim, possam elaborar planos de ação baseados nesses problemas e nas relações existentes entre os elementos do sistema, de forma que objetivem o reestabelecimento e a manutenção da dinâmica equilibrada dos SDMAPLU.

Dessa maneira, para entender o funcionamento dos SDMAPLU através das características de seus problemas, foram realizados dois encontros com o grupo de estudos “Riachos Urbanos” da UFPE. Em ambos os encontros foi utilizado o método ZOPP para a construção de matrizes. Como resultado do primeiro encontro foram identificados e listados de forma aleatória 43 (quarenta e três) problemas. Tais problemas encontram-se no Quadro 5.1. Os problemas estão dispostos segundo a ordem em que foram levantados durante a seção de *brainstorming* com o grupo de estudos.

Quadro 5.1 - Problemas do SDMAPLU

| <b>Problemas do SDMAPLU</b> |                                                                                                 |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                           | Falta de manutenção da rede de macrodrenagem                                                    |
| 2                           | Presença de esgoto nas redes de drenagem                                                        |
| 3                           | Altas taxas de impermeabilização                                                                |
| 4                           | Falta de plano diretor de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas com força de lei         |
| 5                           | Planície com pouca declividade                                                                  |
| 6                           | Limitação da separação dos resíduos sólidos na fonte                                            |
| 7                           | Presença dos resíduos sólidos nos rios, riachos e canais                                        |
| 8                           | Estar em conformidade com a atual legislação não significa não impactar negativamente o SDMAPLU |
| 9                           | Ocupação informal (que não possui licença)                                                      |
| 10                          | Falta de regulamentação dos lotes com potencial de geração de resíduos sólidos                  |
| 11                          | Entrada de resíduos sólidos nas tubulações de microdrenagem                                     |
| 12                          | Disposição inadequada dos resíduos sólidos                                                      |
| 13                          | Maré alta (falta de gradiente)                                                                  |
| 14                          | Falta de educação hidroambiental                                                                |
| 15                          | Visão pontual dos problemas                                                                     |
| 16                          | Retificação e canalização de rios e riachos                                                     |
| 17                          | Não há integração entre a gestão dos resíduos sólidos e a gestão do SDMAPLU                     |
| 18                          | Falta de manutenção da rede de microdrenagem                                                    |
| 19                          | Interferência da população na rede de microdrenagem                                             |
| 20                          | Presença da água do mar nas tubulações de microdrenagem                                         |
| 21                          | Redes de macrodrenagem são mal planejadas e mal projetadas                                      |
| 22                          | Falta de financiamento da drenagem e manejo das águas pluviais urbanas                          |
| 23                          | Infração de normas e leis por parte da população                                                |
| 24                          | Ocupação do leito maior dos rios e riachos                                                      |
| 25                          | Conflitos entre redes                                                                           |
| 26                          | Terreno mole                                                                                    |
| 27                          | Condições geomorfológicas específicas das áreas urbanas                                         |
| 28                          | Mau planejamento das espécies plantadas e dos procedimentos de plantio das mesmas               |
| 29                          | Rotina de limpeza urbana é falha                                                                |
| 30                          | Plantio incorreto das árvores urbanas                                                           |
| 31                          | Redes de microdrenagem mal planejadas e mal projetadas                                          |
| 32                          | Tubulações obstruídas ou quebradas por raízes                                                   |
| 33                          | Bocas de lobo mal posicionadas                                                                  |
| 34                          | Falta de planos diretores setoriais com força de lei                                            |
| 35                          | Falta de flexibilidade e de integração na gestão urbana                                         |
| 36                          | Locais propícios para a ocorrência de assoreamento                                              |
| 37                          | Ocupação de áreas alagáveis                                                                     |
| 38                          | Ocupação irregular (possui licença, porém seu projeto está em desacordo com a licença)          |
| 39                          | Incapacidade de identificar e de punir infratores                                               |
| 40                          | Erosão                                                                                          |
| 41                          | Falta de fiscalização das ocupações formais e regulares, mas que prejudicam a drenagem urbana   |
| 42                          | Falta de gradiente                                                                              |
| 43                          | Canteiros de obras inadequados que não impedem a produção de sedimentos                         |

## 5.2 Identificação dos elementos envolvidos nos problemas do SDMAPLU

O segundo encontro com o grupo de estudos “Riachos Urbanos” teve como objetivo identificar quais os elementos do sistema se relacionam e geram os problemas do SDMAPLU. Como resultado tem-se o Quadro 5.2, que mostra a correspondência entre o problema e os elementos envolvidos no mesmo.

Quadro 5.2 (continua) - Elementos envolvidos nos problemas do SDMAPLU

| Problemas doSDMAPLU |                                                                                                 | Elementos do SDMAPLU relacionados no problema |                                                                                                                                                                                   |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     |                                                                                                 | Elemento 1                                    | Elemento 2                                                                                                                                                                        |
| 1                   | Falta de manutenção da rede de macrodrenagem                                                    | Rede de macrodrenagem                         | Manutenção do SDMAPLU (Gestão)                                                                                                                                                    |
| 2                   | Presença do esgoto na rede de drenagem                                                          | Gestão do esgoto                              | Falta de educação da população da área urbana                                                                                                                                     |
| 3                   | Altas taxas de impermeabilização                                                                | Uso do Solo                                   | Gestão do SDMAPLU, sob o ponto de vista dos problemas de gestão de natureza estratégica, mais especificamente das diretrizes de controle urbano.                                  |
| 4                   | Falta de plano diretor de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas com força de lei         | Legislação                                    | Gestão do SMAPLU, sob o ponto de vista da gestão estratégica, mais especificamente das diretrizes de controle urbano                                                              |
| 5                   | Planície com pouca declividade                                                                  | Uso do Solo                                   | Particularidades geomorfológicas da área urbana                                                                                                                                   |
| 6                   | Limitação da separação dos resíduos sólidos na fonte                                            | Gestão dos Resíduos Sólidos                   | Falta de educação da população da área urbana e falta de incentivo                                                                                                                |
| 7                   | Presença de resíduos sólidos nos rios, riachos e canais                                         | Rios e riachos (macrodrenagem)                | De um lado a gestão falha dos resíduos sólidos, que não evita sua presença na rede de macrodrenagem, de outro lado, a Gestão do SDMAPLU, que não retira resíduos sólidos na rede. |
| 8                   | Estar em conformidade com a atual legislação não significa não impactar negativamente o SDMAPLU | Uso do Solo                                   | Gestão do SDMAPLU, sob o ponto de vista dos problemas de gestão de natureza estratégica, mais especificamente das diretrizes de controle urbano.                                  |
| 9                   | Ocupação informal (que não possui licença)                                                      | Uso do Solo                                   | Falta de fiscalização que não consegue evitar casos de ocupação informal, tanto nas classes sociais mais abastadas quanto nas menos abastadas.                                    |

Quadro 5.2 (continuação) - Elementos envolvidos nos problemas do SDMAPLU

| Problemas do SDMAPLU |                                                                                | Elementos do SDMAPLU relacionados no problema                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |                                                                                | Elemento 1                                                                                                     | Elemento 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 10                   | Falta de regulamentação dos lotes com potencial de geração de resíduos sólidos | Gestão dos Resíduos Sólidos                                                                                    | Falta de orientação, de educação e de regulamentação sobre o potencial gerador de resíduos sólidos que determinados lotes possuem.                                                                                                                                                                                                                                 |
| 11                   | Entrada de resíduos sólidos nas tubulações de microdrenagem                    | Rede de microdrenagem                                                                                          | A varrição e a coleta de resíduos sólidos é falha, portanto não consegue evitar que resíduos sólidos entrem na rede de microdrenagem. Além disso, a população não possui educação hidroambiental.                                                                                                                                                                  |
| 12                   | Disposição inadequada dos resíduos sólidos                                     | Gestão dos Resíduos Sólidos                                                                                    | Falta educação hidroambiental e, em alguns casos, falta de condições para a população dispor corretamente o lixo que produz.                                                                                                                                                                                                                                       |
| 13                   | Maré alta (falta de gradiente)                                                 | Rede de microdrenagem                                                                                          | Particularidades geomorfológicas da área urbana                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 14                   | Falta de educação hidroambiental                                               | A população tem acesso precário a uma educação formal adequada.                                                | A abordagem contida nas políticas de gestão das águas pluviais urbanas não estimula ou não força a população a adquirir uma educação ambiental voltada para as questões hidroambientais. Quando se incentiva a educação ambiental, fala-se de reciclagem de lixo, do racionamento da água, etc., mas não se fala de como conviver com a realidade dos alagamentos. |
| 15                   | Visão pontual dos problemas                                                    | Formação dos profissionais que trabalham na área da drenagem urbana, bem como da população de uma forma geral. | A abordagem contida nas políticas de gestão das águas pluviais urbanas não direciona o corpo técnico para a adoção de uma visão mais abrangente e sistêmica da atividade da Drenagem Urbana.                                                                                                                                                                       |
| 16                   | Retificação e canalização de riachos                                           | Rios e riachos (macro drenagem)                                                                                | Utilização das abordagens simplista e higienista para resolver os problemas da Drenagem Urbana.                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 17                   | Não há integração entre a gestão dos resíduos sólidos e a gestão do SDMAPLU    | Gestão dos Resíduos Sólidos                                                                                    | Estrutura institucional da gestão do SDMAPLU é fragmentada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 18                   | Falta de manutenção da rede de microdrenagem                                   | Rede de microdrenagem                                                                                          | Ineficiência da gestão do SDMAPLU no aspecto da sua manutenção.                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 19                   | Interferência da população na rede de microdrenagem                            | Rede de microdrenagem                                                                                          | Falta de informação e de educação hidroambiental por parte da população da área urbana.                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 20                   | Presença da água do mar nas tubulações de microdrenagem                        | Rede de microdrenagem                                                                                          | Particularidades geomorfológicas da área urbana                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |

Quadro 5.2 (continuação) - Elementos envolvidos nos problemas do SDMAPLU

| Problemas do SDMAPLU |                                                                                   | Elementos do SDMAPLU relacionados no problema |                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |                                                                                   | Elemento 1                                    | Elemento 2                                                                                                                                                                                                          |
| 21                   | Redes de macrodrenagem são mal planejadas e mal projetadas                        | Rede de macrodrenagem                         | Utilização de abordagens inadequadas em projetos de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas                                                                                                                     |
| 22                   | Falta de financiamento da drenagem e manejo das águas pluviais urbanas            | Legislação                                    | Gestão inadequada do orçamento para a drenagem urbana. Ela é, repetidamente, colocada em segundo plano. Não recursos para a manutenção e a melhoria das redes de macro e de microdrenagem                           |
| 23                   | Infração de normas e leis por parte da população                                  | Uso do Solo                                   | Falta de informação e de educação hidroambiental por parte da população da área urbana                                                                                                                              |
| 24                   | Ocupação do leito maior dos rios e riachos urbanos                                | Rede de macrodrenagem                         | O estado é ausente e não fiscaliza, nem pune infratores.                                                                                                                                                            |
| 25                   | Conflitos entre redes                                                             | Rede de microdrenagem                         | A gestão das várias redes que dividem o subsolo da cidade se dá de maneira precária, pois não há fiscalização.                                                                                                      |
| 26                   | Terreno mole                                                                      | Rede de microdrenagem                         | Particularidades do solo e do subsolo de determinada área da cidade                                                                                                                                                 |
| 27                   | Condições geomorfológicas específicas das áreas urbanas                           | Condições geomorfológicas                     | Os gestores do SDMAPLU, não consideram as condições geomorfológicas específicas da área urbana, na medida em que não utilizam abordagens adequadas nos projetos de drenagem e de manejo das águas pluviais urbanas. |
| 28                   | Mau planejamento das espécies plantadas e dos procedimentos de plantio das mesmas | Gestão da Vegetação Urbana                    | Gestão do SDMAPLU, sob o ponto de vista dos problemas de gestão de natureza estratégica, mais especificamente das abordagens adequadas para projetos de drenagem e de manejo de águas pluviais urbanas              |
| 29                   | Rotina de limpeza urbana é falha                                                  | Gestão dos Resíduos Sólidos                   | Gestão do SDMAPLU, sob o ponto de vista dos problemas de gestão de natureza operacional, mais especificamente da manutenção.                                                                                        |
| 30                   | Plantio incorreto das árvores urbanas                                             | Gestão da Vegetação Urbana                    | Gestão do SDMAPLU, sob o ponto de vista dos problemas de gestão de natureza operacional, mais especificamente de manutenção                                                                                         |
| 31                   | Redes de microdrenagem mal planejadas e mal projetadas                            | Microdrenagem                                 | Gestão do SDMAPLU, sob o ponto de vista dos problemas de gestão de natureza estratégica, mais especificamente das abordagens adequadas para projetos de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas                 |
| 32                   | Tubulações obstruídas ou quebradas por raízes                                     | Gestão da Vegetação Urbana                    | Gestão do SDMAPLU, sob o ponto de vista dos problemas de gestão de natureza operacional, mais especificamente de manutenção                                                                                         |
| 33                   | Bocas de lobo mal posicionadas                                                    | Microdrenagem                                 | Gestão do SDMAPLU, sob o ponto de vista dos problemas de gestão de natureza estratégica, mais especificamente das abordagens adequadas para projetos de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas                 |

Quadro 5.2 (conclusão) - Elementos envolvidos nos problemas do SDMAPLU

| Problemas do SDMAPLU |                                                                                                          | Elementos do SDMAPLU relacionados no problema |                                                                                                                                                                          |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                      |                                                                                                          | Elemento 1                                    | Elemento 2                                                                                                                                                               |
| 34                   | Falta de planos diretores setoriais com força de lei                                                     | Legislação                                    | Gestão do SMAPLU, sob o ponto de vista da gestão estratégica, mais especificamente das abordagens adequadas para projetos de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas |
| 35                   | Falta de flexibilidade e de integração na gestão urbana                                                  | Condições Socioeconômicas e Culturais         | Gestão do SDMAPLU, sob o ponto de vista dos problemas de gestão de natureza gerencial, mais especificamente da estrutura institucional fragmentada                       |
| 36                   | Locais propícios para a ocorrência de assoreamento                                                       | Macrodrenagem                                 | Condições geomorfológicas da área urbana                                                                                                                                 |
| 37                   | Ocupação de áreas alagáveis                                                                              | Legislação                                    | Gestão do SDMAPLU, sob o ponto de vista da gestão estratégica, mais especificamente das abordagens adequadas para projetos de drenagem e manejo de águas pluviais urbana |
| 38                   | Ocupação irregular (possui licença, porém seu projeto está em desacordo com a licença)                   | Uso do Solo                                   | Gestão do SDMAPLU, sob o ponto de vista dos problemas de gestão de natureza operacional, mais especificamente da falta de fiscalização                                   |
| 39                   | Incapacidade de identificar e de punir infratores                                                        | Legislação                                    | Gestão do SDMAPLU, sob o ponto de vista dos problemas de gestão de natureza operacional, mais especificamente da falta de fiscalização.                                  |
| 40                   | Erosão                                                                                                   | Uso do Solo                                   | Condições Geomorfológicas da Área Urbana                                                                                                                                 |
| 41                   | Falta de fiscalização das ocupações que são legais e regularizadas, mas que prejudicam a drenagem urbana | Uso do Solo                                   | Gestão do SDMAPLU, sob o ponto de vista dos problemas de gestão de natureza operacional, mais especificamente da falta de fiscalização.                                  |
| 42                   | Falta de gradiente                                                                                       | Macrodrenagem                                 | Condições geomorfológicas da área urbana                                                                                                                                 |
| 43                   | Canteiros de obras inadequados que não impedem a produção de sedimentos                                  | Gestão de entulhos e de sedimentos            | Falta de fiscalização dos canteiros de obra, falta legislação para regulamentar os canteiros de obra, falta de capacitação do responsável pelo canteiro de obras         |

Com a elaboração do quadro 5.2 foi possível perceber que alguns elementos tinham natureza concreta, outros natureza abstrata. Além disso, alguns elementos se repetiam, outros não estavam bem definidos e outros se sobrepunham. Como



consequência, análises e sínteses mais profundas foram elaboradas e categorias de elementos foram melhor definidas configurando assim as categorias de elementos da matriz de análise, como mostra o quadro 5.3.

Quadro 5.3 - Síntese dos elementos envolvidos nos problemas do SDMAPLU

| Elementos envolvidos nos problemas do SDMAPLU |                                                    |             |                                    |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------|-------------|------------------------------------|
| 1                                             | Legislação                                         |             |                                    |
| 2                                             | Uso do solo                                        |             |                                    |
| 3                                             | Microdrenagem                                      |             |                                    |
| 4                                             | Macro drenagem                                     |             |                                    |
| 5                                             | Resíduos sólidos                                   |             |                                    |
| 6                                             | Vegetação                                          |             |                                    |
| 7                                             | Condições Geomorfológicas                          |             |                                    |
| 8                                             | Condições socioeconômicas e culturais da população |             |                                    |
| 9                                             | Gestão                                             | Estratégica | Abordagens utilizadas nos projetos |
| 10                                            |                                                    |             | Diretrizes de controle urbano      |
| 11                                            |                                                    | Gerencial   | Estrutura institucional            |
| 12                                            |                                                    | Operacional | Fiscalização                       |
| 13                                            |                                                    |             | Manutenção                         |

### 5.3 Elaboração da matriz de análise

O processo de organização das informações na matriz de análise, foi feito com base em três aspectos: (1) os problemas propriamente ditos, (2) os elementos envolvidos nos problemas, e (3) as relações existentes entre estes elementos. Em outras palavras, a organização da matriz não se baseou apenas nos elementos do sistema, caracterizando assim uma abordagem sistêmica. Os problemas recorrentes no SDMAPLU foram dispostos nas células do corpo da matriz representando uma consequência da inter-relação existente entre duas categorias de elementos, ressaltando que se o problema envolve mais do que dois elementos, ele aparecerá em mais de uma célula da matriz.

No cabeçalho da matriz estão três categorias de elementos:

1. Gestão: esta categoria é subdividida em três subcategorias em função da natureza dos problemas, que podem ser: estratégica, gerencial ou de manutenção. Se a natureza do problema for estratégica, existem duas outras subcategorias: problema relacionado as abordagens utilizadas nos projetos urbanos, e problema relacionado com a falta de diretrizes de controle urbano. Já se a natureza do problema for gerencial, o problema está ligado à estrutura institucional da gestão que é fragmentada. Finalmente, se a natureza do problema for operacional, o problema pode estar relacionado com questões de falta de fiscalização ou relacionado à manutenção do sistema;

2. Condições geomorfológicas;
3. Condições socioeconômicas e culturais.

Na coluna indicadora, a que fica localizada mais a esquerda da matriz, existem outras categorias de elementos envolvidos nos problemas do SMAPLU:

1. Legislação;
2. Uso do solo;
3. Macrodrenagem;
4. Microdrenagem;
5. Resíduos sólidos;
6. Vegetação;
7. Condições geomorfológicas da área urbana;
8. Condições socioeconômicas e culturais da população.

É interessante perceber que as duas últimas categorias de problemas no cabeçalho coincidem com as duas últimas categorias dispostas na coluna indicadora. Isso ocorre porque houve a necessidade de relacionar tais categorias de elementos com todas as outras categorias de elementos, pois elas não dizem respeito apenas às questões de gestão, mas também se relacionam com as categorias que estão posicionadas na coluna indicadora.

Durante a categorização e a organização dos elementos e dos problemas na matriz, foram percebidos dois aspectos: (1) que os problemas caracterizam uma relação entre elementos do sistema envolvendo dois, ou mais, elementos, e que, (2) a rede de relações entre os elementos do sistema é de grande complexidade uma vez que há problemas que envolvem diversos elementos e há elementos que estão envolvidos em diversos problemas.

Após a preparação da matriz de análise, verifica-se que a gestão do SDMAPLU enfrenta problemas que relaciona diversos elementos e que estes possuem diferentes naturezas. Como consequência, é possível afirmar que o SDMAPLU é um sistema com uma complexa rede de inter-relações, uma vez que existem elementos, como "condições naturais" e "condições socioeconômicas e culturais" que não dizem respeito apenas às questões de gestão, mas também a outras categorias de elementos. No total, foram identificados 43 problemas no SDMAPLU, como ilustra o Quadro 5.4.



## 5.4 Descrição dos problemas do SDMAPLU

Dando continuidade à pesquisa, foi feita a descrição de cada um dos 43 (quarenta e três) problemas, e em alguns casos foi feita também uma discussão sumária sobre a relação do problema com o referencial teórico correspondente no que diz respeito ao estado da arte nas diversas áreas do conhecimento envolvidas no problema. O resultado dessa atividade encontra-se no Quadro 5.5, onde os problemas estão organizados não mais de maneira aleatória, mas sim segundo a ordem estabelecida pela matriz de análise.

Quadro 5.5 (continua) - Descrição do problema do SDMAPLU

| Problemas do SDMAPLU |                                                                                | Descrição do problema do SDMAPLU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                    | Falta de planos diretores setoriais com força de lei                           | A drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas envolvem diversos setores do conhecimento técnico e da prática da gestão urbana, como por exemplo, a drenagem urbana propriamente dita, a mobilidade urbana, o controle ambiental e desenvolvimento sustentável, a habitação, o saneamento, a distribuição da rede elétrica e de telecomunicações, entre outros. No entanto, apesar desse conhecimento já estar bastante estabelecido pela literatura atual, ainda hoje se espera que apenas as técnicas de drenagem resolvam os problemas da drenagem urbana. Tais problemas não surgiram da noite para o dia, pelo contrário, eles foram criados, década após década durante a ocupação e o uso do solo urbano (SOUZA, 2013). Sendo assim, haveria de existir um plano diretor para orientar o funcionamento de cada uma dessas atividades e que traçasse diretrizes para o desenvolvimento dessas atividades. Tais planos diretores devem ter força de lei, dessa forma ficaria regulamentada a conduta social e estariam impostas as sanções para os que não as cumprissem. O fato de não existirem planos diretores com força de lei para muitas dessas atividades faz com que, para determinadas atividades, não haja parâmetros nem limites que regulem a conduta dos que vivem nas cidades. |
| 2                    | Ocupação de áreas alagáveis                                                    | Áreas alagáveis, geralmente, são áreas mais baixas para onde escoam as águas das regiões mais altas após os eventos pluviométricos. Tais áreas são de extrema importância para o equilíbrio do SDMAPLU que deveriam ser formalmente identificadas pelos municípios.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| 3                    | Falta de plano diretor de drenagem das águas pluviais urbanas com força de lei | As áreas urbanas que não possuem um “Plano Diretor de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas” que tenha força de lei, têm mais dificuldades para se desenvolver uma vez que os planos diretores existem para viabilizar o crescimento e o desenvolvimento sustentável da área. Com planos dessa natureza é possível estabelecer objetivos de longo, médio e curto prazo de forma planejada e integrada com os outros setores da gestão urbana, prevendo obstáculos e evitando erros. O fato de terem força de lei é importante para que se obrigue que o plano definido seja cumprido.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Quadro 5.5 (continuação) - Descrição do problema do SDMAPLU

| Problemas do SDMAPLU |                                                                        | Descrição do problema do SDMAPLU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4                    | Falta de financiamento da drenagem e manejo das águas pluviais urbanas | O financiamento da drenagem e do manejo das águas pluviais urbanas é algo fundamental para o equilíbrio do sistema, na medida em que tanto ações de manutenção quanto obras estruturais de pequeno e de grande porte são vitais para o funcionamento do SDMAPLU. Para que exista um plano diretor de drenagem e manejo, recursos humanos para pô-lo em prática, insumos para a manutenção e para as obras, além de tecnologia que dê suporte a tudo isso, é necessário que os aportes financeiros não sejam intermitentes. Atualmente, no Brasil, há uma inconstância quanto aos aportes financeiros. Ora eles são disponibilizados, ora não são devido às questões político-econômicas enfrentadas pelos Estados e Municípios brasileiros. O resultado é que, via de regra, a parte do orçamento para drenagem e manejo das águas pluviais urbanas que cobre emergências é disponibilizada, porém a parte que cobre a manutenção e os investimentos não é disponibilizada de forma regular. Além disso, os recursos destinados para a drenagem devem ser protegidos, no sentido de não poderem ser convertidos em recursos para outro fim, através de pressão política ou de emergências em outros setores ou porque naquele determinado ano não choveu muito. Como foi discutido anteriormente, se um sistema não tem seu fluxo dinâmico mantido, com os recursos e as atividades necessárias para tal, com o tempo ele tende a atingir os níveis críticos e tende a se desequilibrar. Logo, quando no ano seguinte a chuva prevista de fato vier, o sistema estará desequilibrado e os efeitos negativos das chuvas serão, então, ainda maiores do que foram previstos. |
| 5                    | Incapacidade de identificar e de punir infratores                      | A drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas testemunham diversas formas de infração. Por um lado, cidadãos ocupam irregularmente áreas da cidade, descumprem leis relativas à área permeável nas construções residenciais ou comerciais, produzem resíduos sólidos e não os reciclam ou não os condicionam adequadamente, realizam ligações clandestinas de esgoto sanitário na tubulação de águas pluviais, interferem na microdrenagem, entre outras ações. As razões para a ocorrência dessas infrações certamente estão ligadas à falta de educação hidroambiental por parte da população urbana e à certeza de que ela não vai ser punida. Até porque, em alguns casos, as infrações são cometidas devido à ausência do estado no atendimento a algumas necessidades básicas, como a da moradia. Por outro lado, as autoridades fazem vista grossa para construções em locais proibidos, não planejam as redes de drenagem de forma adequada, não realizam a manutenção periódica da rede, não realizam ações estruturais e não estruturais de forma regular e não recolhem os resíduos sólidos de forma correta. Todas essas situações demonstram a incapacidade do Estado de fiscalizar as ações dos cidadãos e de punir os infratores.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Quadro 5.5 (continuação) - Descrição do problema do SDMAPLU

| Problemas do SDMAPLU |                                                                                                 | Descrição do problema do SDMAPLU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6                    | Altas taxas de impermeabilização                                                                | A presença de uma grande quantidade de área impermeável numa cidade é decorrência da urbanização, sobretudo se ela tiver ocorrido de forma acelerada e sem o planejamento adequado. Essa é a realidade da maioria das cidades dos países em desenvolvimento, cuja urbanização foi e tem sido acelerada, como já foi mencionado neste trabalho. O quadro é ainda pior em contextos urbanos em que a atividade do controle urbano não possui diretrizes e funcionamento apropriados. As autoridades municipais são responsáveis pelo controle urbano nas áreas urbanas. Na cidade do Recife, por exemplo, o controle urbano fica a cargo da Secretaria de Mobilidade e Controle Urbano, a qual desempenha, entre outras, a atividade de controle e fiscalização do uso do solo, além do licenciamento urbanístico da cidade (RECIFE, 2016c). Em Recife, como em qualquer outra cidade, há questões políticas, sociais e econômicas envolvidas, o que termina por neutralizar as ações da secretaria, de forma que o cidadão comum sente mais a ausência do que a presença do Estado no que está relacionado ao controle urbano. |
| 7                    | Estar em conformidade com a atual legislação não significa não impactar negativamente o SDMAPLU | As ocupações legais são definidas neste trabalho como sendo aquelas que possuem a licença de funcionamento e continuam atendendo à Lei de Uso e Ocupação do Solo e ao Código de Obras. O problema aqui colocado é que apesar disso, atualmente, elas impactam negativamente o SDMAPLU. As cidades mudaram, elas cresceram e aumentaram desproporcionalmente suas áreas impermeáveis, diminuindo suas áreas permeáveis.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 8                    | Ocupação informal (que não possui licença)                                                      | As ocupações informais são definidas neste trabalho como sendo aquelas que existem e funcionam fora da legalidade, ou seja, que não possuem licença para funcionamento. Entretanto, o fato de não respeitarem as leis de uso e ocupação do solo e o código de obras da cidade nem de pagarem impostos, faz com que contribuam para a ocorrência de alagamentos urbanos. Em cidades onde houve um crescimento acelerado e onde há falta de controle urbano, caso da maioria das cidades brasileiras, a área ocupada pelas ocupações informais é significativa e sua contribuição é relevante para a ocorrência de alagamentos. Isso ocorre porque a ocupação irregular além de não estar dentro dos parâmetros legais de construção e de ocupação do solo, muitas vezes ocupa áreas que não podem ser ocupadas, como por exemplo, os leitos de rios e riachos, as pontes (estrangulando a passagem das águas), produzem resíduos sólidos que são lançados indiscriminadamente nos corpos d'água, entre outras questões relativas aos outros serviços urbanos.                                                                  |
| 9                    | Ocupação irregular (possui licença, porém seu projeto está em desacordo com a licença)          | As ocupações irregulares são definidas neste trabalho como sendo aquelas que após obterem a licença de funcionamento são modificada e passam a desrespeitar a Lei de Uso e Ocupação do Solo e/ou o Código de Obras. O problema gerado pela relação entre as ocupações irregulares e a fiscalização reside no fato de grande parte das cidades brasileiras não tem corpo técnico suficiente para fiscalizar as obras ou não fiscaliza de forma periódica. Como resultado, o cidadão se sente à vontade para cometer irregularidades já que a chance dele ser fiscalizado é remota.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

Quadro 5.5 (continuação) - Descrição do problema do SDMAPLU

| Problemas do SDMAPLU |                                                                                               | Descrição do problema do SDMAPLU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10                   | Falta de fiscalização das ocupações formais e regulares, mas que prejudicam a drenagem urbana | As ocupações legais são responsáveis pela impermeabilização legal do solo e, em muitos casos, também são responsáveis pela impermeabilização ilegal do solo. Isso ocorre na medida em que o cidadão após conseguir o “habite-se”, se sente à vontade para infringir a lei e impermeabilizar seu lote independente do que diz a Lei de Uso e Ocupação do Solo. Em outros casos, as Prefeituras não impedem que construções sejam feitas em locais indevidos como áreas alagáveis ou leitos maiores de rios e riachos na medida em que não mapeia nem informa a sociedade sobre tais áreas. Dessa forma, é preciso entender que não é porque determinada construção possui licença para funcionar que ela não contribui para a ocorrência de alagamentos na cidade.                       |
| 11                   | Erosão                                                                                        | A erosão ocorre por causa da declividade acentuada de algumas áreas da cidade e pelas condições do terreno. O fenômeno da erosão coopera para a ocorrência de alagamentos, na medida em que durante o fenômeno uma quantidade significativa de resíduos sólidos é carregada pelas águas e esses resíduos acabam sendo depositados em áreas mais baixas da cidade, obstruindo o caminho das águas durante um evento pluviométrico.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 12                   | Planície com pouca declividade                                                                | Áreas urbanas que possuem grandes áreas planas, como é o caso de da cidade do Recife, que além de ser uma planície possui formato de anfiteatro, sofrem mais com os alagamentos. Essa condição geomorfológica não coopera para a drenagem das águas pluviais, pois como há pouca declividade as águas pluviais acabam escoando e se acumulando nos pontos mais baixos da cidade.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 13                   | Infração de normas e leis por parte da população                                              | Há, em muitas cidades brasileiras, a prática de se cometer infrações relacionadas à drenagem e ao manejo das águas pluviais urbanas, muitas delas já foram citadas nos itens anteriores. Porém o que se discute nesse item é a atitude dos cidadãos. O que faz as pessoas cometerem as infrações e assim, contribuírem para a ocorrência dos alagamentos nas cidades? O que se percebe é que, de uma forma geral, algumas práticas, tais como, cimentar e derrubar as árvores dos quintais e jardins, obstruir as bocas de lobo, não condicionar os resíduos sólidos adequadamente, etc., são feitas e repetidamente, sem que a população se dê conta de que elas estão diretamente ligadas aos alagamentos. O resultado é que a própria população sofre quando ocorrem os alagamentos. |
| 14                   | Redes de macrodrenagem são mal planejadas e mal projetadas                                    | Na maior parte das cidades brasileiras a atualização da rede de macrodrenagem significa a retificação, tamponamento e canalização dos rios e riachos. Além disso, as redes de macrodrenagem também têm que absorver parte da vazão do esgoto (doméstico e industrial) uma vez que partes das cidades não possuem rede específica para isso. Tal fato influencia diretamente a manutenção da rede, a capacidade de evitar alagamentos e a qualidade de vida da população.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

Quadro 5.5 (continuação) - Descrição do problema do SDMAPLU

| Problemas do SDMAPLU |                                                         | Descrição do problema do SDMAPLU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15                   | Retificação e canalização de rios e riachos             | Grande parte dos rios e riachos das cidades brasileiras foram canalizados, tubulados ou retificados ao longo dos séculos XIX e XX. Essas medidas foram tomadas quando a filosofia que fundamentava o exercício da Drenagem Urbana era escoar as águas pluviais o mais rapidamente possível, na abordagem higienista. No entanto, atualmente, sabe-se que tal abordagem não mais atende aos seus objetivos iniciais, que eram evitar alagamentos e doenças transmitidas pela água. Pelo contrário, a retificação, tubulação e canalização de rios e riachos acelera o escoamento das águas, ou seja, as águas escoam com uma velocidade maior, o que tira a possibilidade dessa água infiltrar ao longo do caminho para ir diminuindo a vazão até chegar aos pontos mais baixos da cidade. Como resultado, as águas pluviais chegam aos pontos mais baixos mais rapidamente e num volume maior, gerando alagamentos.                                                                                                              |
| 16                   | Ocupação do leito maior dos rios e riachos urbanos      | O problema a ser descrito consiste na presença de ocupações legais, irregulares e informais tanto ao longo quanto sobre os leitos maior e menor dos rios e riachos urbanos. Na maioria das cidades dos países em desenvolvimento existe um déficit de moradias o que ocasiona uma grande pressão por terrenos dentro do perímetro urbano. Como resultado, as áreas livres são ocupadas. Apesar de serem chamadas de “livres”, tais áreas não estão disponíveis para ocupação, elas possuem diversas funções, que vão desde funções paisagísticas até funções de escoamento e retenção de águas durante os eventos de chuva intensa. Os leitos maior e menor dos corpos d’água possuem tal função e não deveriam ser ocupados. A ocupação indevida põe em risco a vida das pessoas que ocupam e o patrimônio construído nessas áreas. É compreensível que no contexto dos países em desenvolvimento haja a mencionada pressão para ocupação dessas áreas, porém as autoridades municipais devem impedir que a população as ocupe. |
| 17                   | Falta de manutenção da rede de macrodrenagem            | O fato é que muitos dos eventos de alagamento ocorrem em decorrência de problemas com a tubulação de drenagem que ou é antiga, ou é mal dimensionada, ou simplesmente não recebe a manutenção necessária. Por um lado se sabe que todo sistema precisa de manutenção para manter seu equilíbrio dinâmico - inclusive a lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o Saneamento Básico, foi modificada em 6 de julho de 2016 para incluir esse aspecto. Por outro lado, se sabe que os recursos públicos para manutenção da rede são escassos e a forma de financiamento da drenagem urbana, em grande parte das cidades, não coloca essa atividade como prioridade a não ser que tenha ocorrido um desastre. Dessa forma, há uma predominância da abordagem corretiva com relação à gestão do SDMAPLU.                                                                                                                                                                                  |
| 18                   | Presença de resíduos sólidos nos rios, riachos e canais | Muitas vezes os alagamentos ocorrem nas áreas urbanas simplesmente porque os corpos d’água estão obstruídos por resíduos sólidos. Eles estão presentes na rede de macrodrenagem por alguns motivos: a falta de educação hidroambiental e cidadã da população, a falta de uma coleta eficiente dos resíduos sólidos, a falta de manutenção periódica dos rios e riachos e a falta de recursos financeiros por parte da municipalidade. Por essas razões quando chove os resíduos sólidos são arrastados pelas águas pluviais para dentro dos corpos d’água e lá permanecem.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |



Quadro 5.5 (continuação) - Descrição do problema do SDMAPLU

| Problemas do SDMAPLU |                                                        | Descrição do problema do SDMAPLU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 19                   | Falta de gradiente                                     | Há algumas cidades em que há um baixo gradiente hidráulico, como é o caso da cidade do Recife que é uma planície costeira. Dessa forma a macrodrenagem não tem como tirar proveito da relação entre a declividade e a gravidade, pois o gradiente hidráulico é baixo. Logo, há grandes chances das águas pluviais se acumularem durante um evento de chuvas intensas. Lembrando que as tubulações de macrodrenagem enfrentam outros problemas, tais como o mau dimensionamento, o compartilhamento de função com a rede de esgoto sanitário e a falta de manutenção periódica.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 20                   | Locais propícios para a ocorrência de assoreamento     | O assoreamento consiste no acúmulo de sedimentos em rios, riachos e lagos após as águas das chuvas arrastarem esses sedimentos para dentro desses corpos d'água. Algumas cidades possuem áreas que são mais propensas à ocorrência de assoreamento, como, por exemplo, curvas nos cursos d'água ou rebaixamentos. Além da grande declividade que algumas áreas das cidades possuem que faz com que a água da chuva ao escoar superficialmente ganhe velocidade e arraste uma quantidade maior de resíduos sólidos, a retirada da cobertura vegetal, a erosão, a não infiltração, entre outras ações, são as principais razões para a ocorrência do assoreamento.                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 21                   | Bocas de lobo mal posicionadas                         | A quantidade e o posicionamento das bocas de lobo são decisões projetuais. Os projetos de drenagem obedecem a certas normas e a uma determinada filosofia ou abordagem. O que ocorre é que é recorrente observar bocas de lobo posicionadas nas esquinas das vias, geralmente isso ocorre para economizar material e mão de obra. Os automóveis de grande porte ao passarem pelas vias fazendo a curva, tendem a passar o pneu por cima da sarjeta, podendo quebrar a boca de lobo. Dessa forma, se o objetivo de se colocar uma boca de lobo na esquina é economizar, após pouco tempo, a Prefeitura terá que consertar o que os automóveis quebraram. Portanto, não parece ser uma solução eficiente.                                                                                                                                                                                                                                                       |
| 22                   | Redes de microdrenagem mal planejadas e mal projetadas | As partes mais antigas das cidades brasileiras são as que possuem maior cobertura de rede de microdrenagem. Porém, como as cidades sofreram o processo de urbanização acelerada, o dimensionamento das redes não mais condiz com a vazão de escoamento atual, ou seja, não houve uma atualização das redes na mesma velocidade em que houve o crescimento da vazão. Dessa forma, há uma defasagem significativa entre o que existe e o que deveria existir em termos de redes de microdrenagem. Além disso, há várias partes das cidades que nem sequer possuem rede. Ademais, as redes de drenagem também têm que absorver parte da vazão do esgoto uma vez que partes das cidades não possuem rede específica para isso. Dessa forma, as tubulações que deveriam transportar apenas águas pluviais, também transportam esgoto. Tal fato influencia diretamente a manutenção da rede, a capacidade de evitar alagamentos e a qualidade de vida da população. |
| 23                   | Conflitos entre redes                                  | Atualmente ocorre no subsolo de nossas cidades uma disputa por espaço. Nessa disputa estão: tubulações de esgoto, de água potável, de água pluvial, de fios de telefone, de cabos de internet. Quem tem prioridade? A resposta a essa pergunta não é clara. A situação específica onde ocorre a disputa é que responde. No entanto, é preciso mais clareza sobre como proceder, pois na atualidade não existe um protocolo formal de procedimento para essas situações.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

Quadro 5.5 (continuação) - Descrição do problema do SDMAPLU

| Problemas do SDMAPLU |                                                                                          | Descrição do problema do SDMAPLU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 24                   | Falta de manutenção da rede de microdrenagem                                             | A falta de manutenção periódica na rede de microdrenagem impede que reparos sejam feitos antes que se tornem problemas maiores, e também impede que problemas potenciais não se tornem problemas de fato. A manutenção é a forma mais barata e mais simples de manter um sistema funcionando sem grandes transtornos.                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| 25                   | Entrada de resíduos sólidos nas tubulações de microdrenagem                              | Problemas com a varrição das ruas, com a disposição do lixo por parte dos cidadãos e com o lixo difuso nas ruas fazem com que resíduos sólidos sejam arrastados para dentro da tubulação de microdrenagem.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 26                   | Presença da água do mar nas tubulações de microdrenagem                                  | Algumas cidades ficam no mesmo nível do mar, como é o caso de Recife-PE (Brasil). O resultado é que quando a maré está alta a água do mar entra nas tubulações que levam a água das chuvas até os corpos d'água. A água do mar ocupa as tubulações e as deteriora, causando alagamentos, sobretudo quando o evento pluviométrico ocorre concomitantemente à maré alta.                                                                                                                                                                                                                                     |
| 27                   | Maré alta (falta de gradiente)                                                           | Quando a maré está alta e chove ao mesmo tempo o gradiente fica muito pequeno e a água passa escoar muito lentamente, causando alagamentos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| 28                   | Terreno mole                                                                             | A presença do terreno mole em determinadas áreas da cidade ocasiona problemas na rede de microdrenagem, pois com tempo a tubulação afunda e tende a quebrar, obstruindo o fluxo das águas pluviais. Como a tubulação fica embaixo da terra e não há uma manutenção periódica da rede, leva-se um tempo para se descobrir qual é o problema e onde ele está localizado. O resultado é a obstrução em determinados pontos e consequentemente alagamentos ocorrerão nas proximidades do local.                                                                                                                |
| 29                   | Interferência da população na rede de microdrenagem                                      | A população interfere na rede de diversas maneiras. Um exemplo desse tipo de atitude ocorre quando a população obstrui as bocas de lobo porque está saindo mau cheiro da tubulação devido à presença de esgoto na tubulação de águas pluviais. Outro exemplo ocorre quando o comerciante abre um negócio e quer facilitar que os clientes estacionem no recuo frontal de seu lote, para isso ele cimenta a sarjeta, fazendo uma espécie de rampa que obstrui o caminho das águas pluviais.                                                                                                                 |
| 30                   | Falta de regulamentação dos lotes com potencial de geração de resíduos sólidos           | Terrenos que possuem grande potencial de geração de sedimentos ou de resíduos sólidos, como, por exemplo, canteiros de obras ou terrenos desocupados, devem ser regulamentados e fiscalizados, para que esses resíduos não sejam arrastados pelas chuvas e cheguem aos corpos d'água nem às tubulações de drenagem.                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 31                   | Gestão de resíduos sólidos não é integrada à gestão do manejo das águas pluviais urbanas | Não existe um plano diretor setorial para resíduos sólidos na grande maioria das cidades brasileiras. Dessa forma, não se dá um passo adiante na questão dos resíduos sólidos urbanos, pois não se pensa neles de forma estratégica, ou seja, não se pensa neles como fonte de matéria e energia. As cidades podem se beneficiar do potencial existente na gestão estratégica dos resíduos sólidos. Porém esses esforços ainda são relativamente pequenos. Dentro de uma perspectiva mais ampla, a gestão estratégica pode beneficiar a gestão do SDMAPLU, na medida em que suas gestões forem integradas. |

Quadro 5.5 (continuação) - Descrição do problema do SDMAPLU

| Problemas do SDMAPLU |                                                                                   | Descrição do problema do SDMAPLU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 32                   | Canteiros de obras inadequados que não impedem a produção de sedimentos           | Canteiros de obra são locais de produção de sedimentos e de resíduos sólidos. Apesar de já existir leis regulamentadas para impedir que resíduos sólidos e sedimentos sejam arrastados pelas águas pluviais, não há uma fiscalização eficiente e como consequência, esses materiais acabam entrando nas redes de macro e microdrenagem.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 33                   | Rotina de limpeza urbana é falha                                                  | A rotina de limpeza urbana é falha, principalmente nas áreas urbanas em que o acesso dos caminhões é difícil, como em favelas e áreas com ladeiras e ruas estreitas. A consequência é que os resíduos sólidos ficam mal condicionados e são facilmente arrastados pelas chuvas para os rios, riachos e rede de drenagem, ou são simplesmente depositados pelos moradores nos corpos d'água, o que potencializa as chances da ocorrência de alagamentos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 34                   | Disposição inadequada dos resíduos sólidos                                        | A população das cidades produz lixo difuso, fato que deveria ser evitado. Porém, a população, que não é servida com um serviço de coleta de resíduos sólidos apropriado, contribui para o agravamento da situação quando dispõe inadequadamente o lixo que deveria ser coletado. Os resíduos sólidos inadequadamente descartados podem ser arrastados pela água das chuvas e terminarem obstruindo as redes de micro e de macrodrenagem causando alagamentos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 35                   | Limitação da separação dos resíduos sólidos na fonte                              | Apesar de esforços no sentido de educar a população sobre a separação e a reciclagem dos resíduos sólidos, os resultados ainda são escassos no que diz respeito à diminuição da quantidade de lixo difuso ou de obstruções das redes.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 36                   | Presença do esgoto na rede de drenagem                                            | Grande parte das cidades brasileiras não tem cobertura total de rede de coleta de esgoto sanitário. O resultado é que muitas saídas de esgoto das unidades, sejam residenciais, comerciais ou industriais são ligadas à rede de macro ou de microdrenagem. Consequentemente, a rede de drenagem que é projetada para receber somente água pluvial termina por receber outro tipo de água, o esgoto sanitário. As tubulações de drenagem, em contato com esgoto acabam deteriorando mais rapidamente. Outra consequência desse fato é que como a rede de drenagem não possui mecanismos para evitar a saída de gases a população acaba por sofrer as consequências disso, tendo que lidar com o mau cheiro que sai das tubulações. Diante dessa situação, a população acaba interferindo na rede, tapando as bocas de lobo, pois de lá sai mau cheiro e insetos. |
| 37                   | Mau planejamento das espécies plantadas e dos procedimentos de plantio das mesmas | Não existe um plano diretor setorial de plantio da vegetação na maioria das cidades brasileiras. Como resultado, as raízes das árvores e as folhas das mesmas interferem nas tubulações de microdrenagem, obstruindo-as.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

Quadro 5.5 (continuação) - Descrição do problema do SDMAPLU

| Problemas do SDMAPLU |                                                         | Descrição do problema do SDMAPLU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|----------------------|---------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 38                   | Plantio incorreto das árvores urbanas                   | As raízes das árvores interferem nas tubulações de drenagem na medida em que elas crescem na direção da tubulação em busca da água residual que lá se acumula, nesse processo as raízes obstruem ou quebram a tubulação. Portanto é muito importante que as árvores sejam plantadas de maneira a fazer com que suas raízes fiquem mais profundas e não cresçam na mesma cota em que se encontram as tubulações de drenagem. Existem procedimentos para isso, porém muitas vezes eles não são seguidos pelos que plantam as árvores nas cidades.                                                                                                                                                                                                                                  |
| 39                   | Tubulações obstruídas ou quebradas por raízes           | Como já foi dito em itens anteriores, as raízes das árvores interferem nas tubulações de drenagem na medida em que elas crescem na direção da tubulação em busca da água residual que lá se acumula; nesse processo, elas obstruem ou quebram a tubulação. Além disso, folhas e frutos, não coletados pela varrição, entram nas tubulações de drenagem, obstruindo-as.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 40                   | Condições geomorfológicas específicas das áreas urbanas | Cada cidade tem condições geomorfológicas específicas. Recife, por exemplo, é uma planície costeira, ou seja, possui pouca declividade e possui áreas que ficam abaixo do nível do mar (baixa altitude) e possui chuvas torrenciais em determinadas épocas do ano. Por outro lado, há cidades, como Belo Horizonte, que possuem várias partes com grande declividade. Tais características interferem diretamente no caminho e na forma que as águas pluviais escoam durante um evento pluviométrico. O problema descrito nesse item consiste no fato de que os projetos de drenagem têm, obrigatoriamente, que respeitar e considerar tais características. Não é possível aplicar em uma cidade soluções encontradas para outras cidades, mesmo que essas tenham tido sucesso. |
| 41                   | Falta de educação hidroambiental                        | A falta de educação hidroambiental faz com que a população, no seu dia a dia, tome atitudes que prejudicam a drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas, tais como a obstrução das bocas de lobo, condicionamento e descarte inadequado dos resíduos sólidos, ocupação de áreas alagáveis, entre outras.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 42                   | Visão pontual dos problemas                             | O problema descrito nesse item está ligado à falta de visão abrangente que a população e, principalmente, as pessoas envolvidas na gestão urbana, geralmente, têm ao tratar os problemas da cidade. Muitas vezes, quando determinado órgão da gestão urbana é solicitado para resolver um problema, como, por exemplo, um alagamento, a tendência é que se resolva esse alagamento sob uma perspectiva pontual do problema. Quando isso acontece, a equipe vai lá, retira a água e resolve o problema, mas não investiga a causa, sobretudo, não age para evitar um alagamento futuro.                                                                                                                                                                                           |

Quadro 5.5 (conclusão) - Descrição do problema do SDMAPLU

| Problemas do SDMAPLU |                                                         | Descrição do problema do SDMAPLU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|----------------------|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 43                   | Falta de flexibilidade e de integração na gestão urbana | A gestão ocorre segundo o esforço de um órgão gestor e precisa ter, por um lado, a característica de ser integrativa, ou seja, de colocar para os gestores dos diferentes elementos de uma determinada atividade urbana objetivos gerais comuns, e por outro lado, a gestão precisa ser flexível. A flexibilidade da gestão diz respeito não somente ao diálogo mais amplo e mais frequente entre órgãos gestores de instâncias distintas, mas também no planejamento e na tomada de decisão em diferentes escalas. O diálogo inclui o trabalho colaborativo e, sobretudo, a disponibilização de dados e informações que sirvam a diferentes propósitos. Isso ocorre porque na atualidade “as fronteiras administrativas não mais refletem a realidade física, social, econômica, cultural e ambiental do desenvolvimento urbano (EUROPEAN UNION, 2011). Por outro lado, o planejamento urbano e as tomadas de decisão devem ser pensados em diferentes escalas. Geralmente, os governos optam por grandes obras, pois essas, em tese, afetam positivamente mais pessoas. No entanto, na Drenagem Urbana, a escala deve ser distribuída, já que dentro de um sistema repleto de interconexões as pequenas atitudes e os detalhes, podem gerar efeitos de maior extensão dada a presença do mecanismo da retroalimentação ( <i>feedback</i> ). Esse mecanismo amplia significativamente os efeitos (positivos e negativos) das atividades ocorridas no sistema. Um exemplo que ilustra este raciocínio é quando uma folha cai de uma árvore é arrastada até as imediações de uma boca de lobo e toma uma posição tal que impede, durante todo o evento pluviométrico, a entrada da água que deveria escoar para esta boca de lobo. Se isso ocorre em bocas de lobo próximas, pode gerar uma sobrecarga de vazão no momento de pico de enchente, causando efeitos negativos (alagamentos) não planejados pela engenharia. |

## 5.5 Soluções para os problemas do SDMAPLU

Diante do resultado da descrição e breve discussão sobre cada um dos problemas, foram previstas possíveis soluções para os mesmos, na tentativa de aproximação com o que deveriam ser diretrizes para evitar os problemas recorrentes no SDMAPLU. O resultado dessa atividade encontra-se no Quadro 5.6.

Quadro 5.6 (continua) - Possíveis soluções para os problemas do SDMAPLU

| Problemas do SDMAPLU |                                                      | Possíveis soluções para os problemas do SDMAPLU                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                    | Falta de planos diretores setoriais com força de lei | Elaboração de planos diretores setoriais com força de lei.                                                                                                                                                                                                                                           |
| 2                    | Ocupação de áreas alagáveis                          | Mapeamento dessas áreas para tempos de recorrência de interesse do planejamento. Difusão de tais informações. Elaboração de legislação que proíba ou que regulamente a ocupação de áreas desse tipo, levando em consideração as características da bacia hidrográfica onde encontra a área alagável. |

Quadro 5.6 (continuação) - Possíveis soluções para os problemas do SDMAPLU

| Problemas do SDMAPLU |                                                                                | Possíveis soluções para os problemas do SDMAPLU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3                    | Falta de plano diretor de drenagem das águas pluviais urbanas com força de lei | Elaborar “Planos Diretor de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas” para todas as áreas urbanas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 4                    | Falta de financiamento da drenagem e manejo das águas pluviais urbanas         | É importante que, em primeiro lugar, haja o reconhecimento de que a Drenagem e o Manejo das Águas Pluviais Urbanas é uma atividade importante para o equilíbrio do “sistema área urbana”. Tal reconhecimento, segundo Pompêo (2000), “precede o estabelecimento da forma de seu financiamento, (...) [bem como do seu modelo de gestão, pois] não há como estabelecer formas de sustentação econômica e financiamentos para o que não é considerado importante” (p. 20). Em segundo lugar, é necessário se estudar maneiras de financiar a drenagem e o manejo de águas pluviais que garanta que os recursos financeiros tenham destino certo, ou seja, que não sofram pressões de outros setores e, então, sejam alocados em outros órgãos. O recolhimento de uma taxa de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, poderia, por exemplo, ser cobrada junto com o IPTU, como já ocorre com a taxa de bombeiros, ou do seguro obrigatório que é cobrada junto com o IPVA. E como já ocorre na prefeitura da cidade de Santo André pelo Serviço Municipal de Água, Saneamento Básico e Infraestrutura (SEMASA), em São Paulo, onde a conta referente ao abastecimento de água possui uma taxa separada que cobre custos da drenagem, ver ANEXO B. |
| 5                    | Incapacidade de identificar e de punir infratores                              | A solução para a prevenção desse problema passa pela educação da população com relação às questões hidroambientais e ao seu papel como parte de um todo coletivo (visão cidadã). A população tem que ter consciência sobre o valor da manutenção do equilíbrio do SDMAPLU, bem como tem que entender que suas pequenas infrações quando associadas criam um contexto negativo para a cidade. Os cidadãos devem ter discernimento sobre o que se ganha e o que se perde individualmente e coletivamente com as infrações. Seria inefetivo e dispendioso contratar um enorme número de fiscais na intenção de punir cada uma dessas infrações. Seria mais efetivo se a população não cometesse infrações. Para isso, em primeiro lugar, o Estado tem que se fazer presente e atender às necessidades básicas da população. Em segundo lugar, o Estado deve dar o exemplo e também não cometer infrações.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 6                    | Altas taxas de impermeabilização                                               | A solução para este problema também passa pela educação da população com relação às questões hidroambientais e ao seu papel como parte de um todo coletivo (visão cidadã). A população deve ter consciência sobre o valor da manutenção do equilíbrio do SDMAPLU, bem como tem que entender que suas pequenas infrações quando associadas criam um contexto negativo para a cidade. O cidadão não deve esperar ser flagrado impermeabilizando áreas que devem permanecer permeáveis. Pelo contrário, ele deve ter consciência que tal ato vai contribuir para a ocorrência de alagamentos, para o aumento da temperatura e que é uma infração.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Quadro 5.6 (continuação) - Possíveis soluções para os problemas do SDMAPLU

| Problemas do SDMAPLU |                                                                                                 | Possíveis soluções para os problemas do SDMAPLU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 7                    | Estar em conformidade com a atual legislação não significa não impactar negativamente o SDMAPLU | Algumas cidades do Estado de São Paulo, Porto Alegre e Recife, por exemplo, atualizaram suas leis, obrigando novas construções a possuírem reservatórios de retenção em seus lotes, com o objetivo que elas contribuam menos para a vazão de pico e, assim, para a ocorrência de os alagamentos. Porém numa cidade já consolidada como Recife o percentual de novas construções é muito pequeno com relação às construções antigas. Dessa forma, a solução seria estimular a sociedade a rever o que ela poderia fazer para se adaptar à nova lei, bem como tornar obrigatória a renovação periódica da licença de funcionamento (“habite-se” e licenciamentos). Por exemplo, a cada cinco anos o proprietário do imóvel teria que solicitar uma renovação de sua licença de funcionamento. Nessa renovação seria avaliado se o imóvel contribui da mesma maneira, contribui mais ou menos para os alagamentos urbanos e medidas seriam tomadas de acordo com a contribuição do lote. |
| 8                    | Ocupação informal (que não possui licença)                                                      | A solução para esse problema está na regularização das ocupações que possuem parâmetros para serem enquadradas dentro das leis existentes, na retirada das populações que vivem em áreas de risco de alagamentos e enchentes e na existência de um controle urbano eficiente e eficaz que evite novas ocupações. Dentro de uma perspectiva mais ampla, é possível afirmar que prover as populações com alternativas de moradia seria a melhor solução. Como essa questão está ligada à questão da proximidade com o trabalho, com o potencial emprego, a solução para tal questão vai se tornando cada vez mais complexa, pois passa a ser de natureza econômica.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 9                    | Ocupação irregular (possui licença, porém seu projeto está em desacordo com a licença)          | A solução para essa questão está na conscientização da população sobre os efeitos de suas ações, sobre seu papel no coletivo, de forma que não seja conivente com infrações em condomínios, por exemplo, bem como na instituição de uma rotina periódica de fiscalização.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 10                   | Falta de fiscalização das ocupações formais e regulares, mas que prejudicam a drenagem urbana   | Sendo o problema a falta de fiscalização, a solução seria tornar a fiscalização mais eficiente, porém não há base jurídica para fiscalizar uma propriedade que possui licença em vigor, a não ser que seja através de denúncia. Logo, a solução seria tornar obrigatória a renovação periódica da licença de funcionamento (“habite-se” e licenciamentos), que foi comentada no item 7 (sete) desta tabela.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 11                   | Erosão                                                                                          | A solução está no condicionamento correto dos terrenos, principalmente quando houver grande declividade. Uma das estratégias é a recuperação da cobertura vegetal nas encostas. Outra estratégia seria a diminuição da vazão de escoamento superficial, através da ampliação das áreas de infiltração ou da utilização de medidas compensatórias.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 12                   | Planície com pouca declividade                                                                  | Como essa é uma característica geomorfológica da cidade, o que se pode trabalhar é no uso de mecanismos que diminuam a vazão de escoamento e que, ao mesmo tempo, atrasem a chegada das águas pluviais nos pontos mais baixos. As chamadas medidas compensatórias possuem tais mecanismos e podem ser usadas como atenuadores dessa característica da cidade.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |

Quadro 5.6 (continuação) - Possíveis soluções para os problemas do SDMAPLU

| Problemas do SDMAPLU |                                                         | Possíveis soluções para os problemas do SDMAPLU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 13                   | Infração de normas e leis por parte da população        | A solução para esse problema está na educação hidroambiental da população, em todos os níveis, e em todas as faixas etárias, bem como na valorização dessa atividade dentro do conjunto de atividades urbanas, chamando a atenção para a importância da manutenção do equilíbrio dinâmico da mesma.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 14                   | Redes de macrodrenagem mal planejadas e mal projetadas  | A solução é não mais adotar a abordagem higienista nos projetos de macrodrenagem, bem como analisar a situação atual da rede de macrodrenagem da cidade, para estudar a possibilidade de se “destamponar”, “desretificar” e “descanalizar” alguns dos rios e riachos urbanos. Deve-se também adotar o uso de técnicas compensatórias.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| 15                   | Retificação e canalização de riachos                    | A solução está no tratamento dos rios e riachos de forma a retardar o escoamento das águas não somente para evitar que elas atinjam os pontos mais baixos da cidade de forma rápida, mas também para fazer com que durante o transporte das águas haja a infiltração e o escoamento subterrâneo das águas pelas margens e pelo fundo dos rios e riachos. O tratamento consiste em deixar as margens e o fundo dos corpos d'água mais parecidos com suas condições naturais, ou seja, não concretar as paredes e o fundo, bem como não modificar o desenho natural dos rios e riachos. Já existe no Brasil legislação que proíbe a canalização de riachos (Passo Fundo, 2016).                                                         |
| 16                   | Ocupação do leito maior dos rios e riachos urbanos      | A solução parte da diminuição do déficit de moradias nas cidades, da presença do Estado por meio de um controle urbano mais eficaz e das ações de fiscalização, as quais podem evitar tais ocupações. Com relação às soluções técnicas, deve-se procurar desocupar tais áreas e, ao fazer isso, é preciso dar uso imediato, para que não fique a impressão de que a área está “livre” para uma nova ocupação. Uma boa opção de uso são os parques lineares, os quais servem tanto como áreas de lazer e de contemplação, como áreas de amortecimento para os eventos de chuva intensa. Em determinados locais do parque podem ser utilizadas técnicas compensatórias de armazenamento temporário e de infiltração das águas pluviais. |
| 17                   | Falta de manutenção da rede de macrodrenagem            | A solução é manter uma rotina de manutenção sempre respeitando sua periodicidade.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 18                   | Presença de resíduos sólidos nos rios, riachos e canais | A solução seria, por um lado, a educação hidroambiental da população para que a quantidade de lixo diminua, bem como uma coleta mais efetiva e eficiente dos resíduos sólidos; por outro, seria adotar uma rotina de manutenção que preveja a limpeza periódica do SDMAPLU.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 19                   | Falta de gradiente                                      | Como essa é uma condição geomorfológica, ou seja, muito difícil de ser modificada, a solução é aprender a conviver com essa realidade através do uso de artifícios para diminuir o impacto do problema. Técnicas compensatórias são uma boa opção visto que tenta respeitar as condições geomorfológicas do local onde é aplicada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |



Quadro 5.6 (continuação) - Possíveis soluções para os problemas do SDMAPLU

| Problemas do SDMAPLU |                                                                                | Possíveis soluções para os problemas do SDMAPLU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 20                   | Locais propícios para a ocorrência de assoreamento                             | A solução está em proteger essas áreas, não permitindo que se retire sua cobertura vegetal, ou que se impermeabilize, pois áreas permeáveis permitem a infiltração que diminui a vazão de escoamento.                                                                                                                                                                        |
| 21                   | Bocas de lobo mal posicionadas                                                 | Solução/diretriz: A solução é adotar uma abordagem de projeto que evite situações como essas em que a realidade da via, estreita para a curva de caminhões de grande porte, coopera para a má conservação do SDMAPLU.                                                                                                                                                        |
| 22                   | Redes de microdrenagem mal planejadas e mal projetadas                         | A solução é ampliar a cobertura da rede de microdrenagem de forma que cubra toda a área urbana. Da mesma forma, ampliar a rede de esgoto para que a rede de drenagem não seja utilizada como tal. Na ampliação, parâmetros que prevejam o crescimento da vazão de escoamento ao longo dos anos devem ser utilizados, bem como deve ser feito uso de técnicas compensatórias. |
| 23                   | Conflitos entre redes                                                          | A solução é criar corpo jurídico que “proteja” a rede de microdrenagem, que garanta a prioridade para as águas pluviais urbanas e, assim, as obstruções nas tubulações diminuam e, por consequência, os alagamentos também diminuam. É preciso também criar o procedimento de fiscalizar as redes para checar se há conflitos com outras redes.                              |
| 24                   | Falta de manutenção da rede de microdrenagem                                   | A solução de médio e longo prazo está na mudança da forma de financiamento (já discutida anteriormente), e no curto prazo poderia ser a mudança no caráter da gestão do SDMAPLU, que deve passar a se preventivo e não mais corretivo. Essa mudança certamente traria mais eficiência à gestão dos recursos e da manutenção das redes de drenagem.                           |
| 25                   | Entrada de resíduos sólidos nas tubulações de microdrenagem                    | Educar a população para que ela disponha os resíduos sólidos de maneira adequada. Realização da atividade da limpeza urbana de maneira eficiente e eficaz.                                                                                                                                                                                                                   |
| 26                   | Presença da água do mar nas tubulações de microdrenagem                        | Não há como modificar essa condição, a solução para diminuir o impacto desse problema é realizar uma manutenção mais frequente nas tubulações onde isso ocorre.                                                                                                                                                                                                              |
| 27                   | Maré alta (falta de gradiente)                                                 | A solução para o problema da combinação do gradiente pequeno com a maré alta seria a utilização de comportas e de bombeamento, que são soluções com custos altos.                                                                                                                                                                                                            |
| 28                   | Terreno mole                                                                   | A solução é identificar o tipo de terreno onde vai ser instalada a tubulação de drenagem e desenvolver técnicas de apoio ou escoramento extra da tubulação. Além disso, em locais com essas características, realizar frequente manutenção da rede.                                                                                                                          |
| 29                   | Interferência da população na rede de microdrenagem                            | Em primeiro lugar a população tem que receber a educação hidroambiental. Ela tem que estar ciente de que suas atitudes são boas no âmbito individual, porém são negativas no âmbito coletivo.                                                                                                                                                                                |
| 30                   | Falta de regulamentação dos lotes com potencial de geração de resíduos sólidos | Regulamentar terrenos potencialmente geradores de sedimentos ou de resíduos sólidos e fiscalizá-los regularmente.                                                                                                                                                                                                                                                            |

Quadro 5.6 (continuação) - Possíveis soluções para os problemas do SDMAPLU

| Problemas do SDMAPLU |                                                                                        | Possíveis soluções para os problemas do SDMAPLU                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|----------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 31                   | Gestão de resíduos sólidos não integrada à gestão do manejo das águas pluviais urbanas | Elaborar plano diretor setorial de resíduos sólidos, considerando as particularidades de cada área urbana. Modificar a estrutura institucional de modo que a gestão de resíduos sólidos, a gestão do esgoto sanitário e a gestão das águas pluviais sejam integradas, como ocorre, por exemplo, na Prefeitura de Santo André, em São Paulo através da SEMASA. |
| 32                   | Canteiros de obras inadequados que não impedem a produção de sedimentos                | A solução está em aumentar a eficiência da fiscalização desses locais.                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| 33                   | Rotina de limpeza urbana é falha                                                       | Tornar a limpeza urbana uma tarefa sem falhas, por meio de uma gestão mais eficiente.                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| 34                   | Disposição inadequada dos resíduos sólidos                                             | A solução para esse problema está numa ação conjunta. Por um lado, a população tem que ser orientada e estar ciente das consequências de suas ações, ou seja, o que vai acontecer com o lixo se disposto de forma inadequada. Por outro a coleta de resíduos sólidos tem que ser mais eficiente, bem como tem que ter sua área de cobertura ampliada.         |
| 35                   | Limitação da separação dos resíduos sólidos na fonte                                   | Estimular a população a separar e reciclar o lixo, pois na medida em que os resíduos sólidos são encaminhados para a reciclagem eles tomam um destino distinto do habitual que são os aterros sanitários, diminuindo assim a quantidade que chega até lá.                                                                                                     |
| 36                   | Presença do esgoto na rede de drenagem                                                 | A solução é cobrir toda a área urbana com rede de esgotamento sanitário e refazer as ligações clandestinas que ligam os esgotos das residências às redes de drenagem. Além de repensar o modelo separador absoluto, como solução para as cidades brasileiras.                                                                                                 |
| 37                   | Mau planejamento das espécies plantadas e dos procedimentos de plantio das mesmas      | A solução está em elaborar planos diretores setoriais de plantio da vegetação, que incluam procedimentos e o planejamento do plantio, bem como a escolha de espécies que sejam adequadas ao ambiente urbano.                                                                                                                                                  |
| 38                   | Tubulações obstruídas ou quebradas por raízes                                          | Para evitar que o fluxo das águas seja interrompido e, assim, alagamentos ocorram é importante que as obstruções sejam sanadas e as tubulações quebradas sejam substituídas, ou seja, que seja realizada a manutenção frequente das tubulações.                                                                                                               |
| 39                   | Plantio incorreto das árvores urbanas                                                  | Elaborar procedimentos para o plantio de árvores em áreas urbanas, caso ainda não existam, e fazer com que eles sejam cumpridos.                                                                                                                                                                                                                              |
| 40                   | Condições geomorfológicas específicas das áreas urbanas                                | É preciso conhecer profundamente as condições geomorfológicas das cidades para, assim, elaborar um plano Diretor Setorial de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas, bem como todos os elementos constituintes do SDMAPLU daquela determinada área urbana.                                                                                               |
| 41                   | Falta de educação hidroambiental                                                       | A solução está na educação da população. Essa educação deve fornecer informações relativas ao papel das pessoas dentro do ciclo hidrológico urbano, bem como sobre o papel delas como cidadãs. É necessário que ela tenha consciência dos efeitos de suas ações e da interação entre esses efeitos.                                                           |

Quadro 5.6 (conclusão) - Possíveis soluções para os problemas do SDMAPLU

| Problemas do SDMAPLU |                                                         | Possíveis soluções para os problemas do SDMAPLU                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|----------------------|---------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 42                   | Visão pontual dos problemas                             | Fazer com que a população e os gestores lidem com os problemas da cidade tendo uma visão mais abrangente dos problemas. Dessa forma, se verificam as causas do problema, através das relações existentes entre os elementos envolvidos naquele problema, para, assim, evitá-los no futuro. Elaborar as chamadas <i>city visions</i> , ou seja, “a imagem comum do futuro desejável [de uma cidade] descrita em termos precisos” (EUROPEAN UNION, 2011, p. 10, tradução nossa). Uma <i>city vision</i> pode ser descrita em termos de quatro principais elementos: seus objetivos, seus projetos de maior escala, um sistema de valores compartilhados pela sociedade, um desejo coletivo para atingir os objetivos (EUROPEAN UNION, 2011). As cidades são a chave para o Desenvolvimento Sustentável uma vez que a urbanização possui notável potencial transformador. As cidades são o lugar onde ocorrem o desenvolvimento da economia, da conectividade, da criatividade e da inovação. Portanto, se for um desejo coletivo da sociedade, é possível desenvolver nelas atividades e serviços que reciclem matéria e energia e se economizem recursos. No entanto também é nas cidades que se concentram problemas como o desemprego, a pobreza e a violência. Logo, tudo depende de que caminho a sociedade escolhe para si, ou seja, tudo depende de que visão ela tem de si no futuro (EUROPEAN UNION, 2011). |
| 43                   | Falta de flexibilidade e de integração na gestão urbana | A solução para este problema encontra-se na mudança da abordagem da gestão do Saneamento Básico. Para que haja flexibilidade e integração na gestão é necessário que os órgãos e departamentos envolvidos tenham consciência da necessidade, dos ônus e dos bônus que um trabalho com essas características possui (EUROPEAN UNION, 2011). A alta gestão deve tomar essa iniciativa e trabalhar inicialmente para sensibilizar os envolvidos, administrar as atitudes de resistência, cobrar a execução das ações e divulgar os resultados para todos os envolvidos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |

## 5.6 Elaboração da lista preliminar das “Diretrizes para a Gestão Sistêmica do SDMAPLU”

Tais diretrizes são o resultado de um esforço de síntese e de reelaboração dos vários conceitos estudados na literatura usada como referência para esta Tese, bem como o dos problemas recorrentes no SDMAPLU. Como resultado, a gestão do SDMAPLU foi interpretada de forma ampla e através do prisma da abordagem sistêmica, a qual abarca também as noções de gestão integrada e sustentável.

O desenvolvimento de uma diretriz para cada problema não foi, necessariamente, uma preocupação, já que devido à complexidade presente no SDMAPLU há diretrizes que contemplam mais do que um problema e há problemas

contemplados por mais do que uma diretriz. Contudo, os 43 (quarenta e três) problemas foram contemplados. Como resultado tem-se 34 (trinta e quatro) diretrizes divididas em três categorias, cuja apresentação se dá da categoria mais abrangente ou estratégica para a mais operacional, resultando na seguinte ordem:

- 1) Diretrizes conceituais;
- 2) Diretrizes para o arcabouço institucional, e;
- 3) Diretrizes de gestão.

### **Diretrizes conceituais**

1. Educar a sociedade com relação às questões hidroambientais, bem como com relação ao seu papel como parte de um todo que é coletivo (educação cidadã), pois uma vez a sociedade assumindo suas responsabilidades na gestão urbana, mais especificamente na gestão do manejo das águas pluviais urbanas, ela contribuirá para a sustentabilidade desse processo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; CABRAL et al, 2001; POMPEO, 2000);
2. Elaborar a chamada *city vision*, ou seja, “imagem comum do futuro desejável [de uma cidade] descrita em termos precisos” (EUROPEAN UNION, 2011, p. 10), ou seja, formular um plano de longo prazo que contenha a visão que a população de uma determinada sociedade quer para sua cidade. Visão essa que fundamenta os planos diretores e ajuda a traçar os objetivos sociais, ambientais e econômicos daquela área urbana (UNITED NATIONS, 2016);
3. Superação da abordagem científica clássica (BRANCO, 1999; CHURCHMAN, 1972) para a resolução dos problemas existentes na gestão urbana que tende a tratar tais problemas de forma pontual e como parte de uma cadeia linear de causa e efeito. Como também a superação da abordagem higienista e corretiva da gestão das águas pluviais, que tende a resolver seus problemas utilizando medidas antes vistas como positivas para o manejo das águas pluviais urbanas, pois aumentavam a velocidade do escoamento das águas propiciando que mais água escoasse mais rapidamente, mas que, ao longo do tempo, se mostraram ineficientes no controle das inundações e alagamentos dada a complexidade das inter-relações existentes no Sistema de drenagem das cidades. Como exemplo de tais medidas tem-se: retificação, tamponação e canalização de riachos, e também a construção de paredes

laterais e o fundo dos riachos urbanos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; CABRAL et al, 2001; POMPÊO, 2000; TUCCI, 2002) Tais abordagens devem ser substituídas por uma abordagem sistêmica (BRANCO, 1999; CHURCHMAN, 1972; VON BERTALANFFY, 1968) (integrada e sustentável) (POMPÊO, 2000; UNITED NATIONS, 2016) que, por um lado, entenda o funcionamento dos sistemas urbanos através do reconhecimento das origens e características dos seus problemas, e que, por outro, trace planos de ação com base nesses problemas e nas inter-relações existentes entre os elementos dos sistemas visando restaurar e manter a dinâmica equilibrada dos mesmos;

4. Tratar a atividade do Manejo das Águas Pluviais Urbanas como um sistema, no sentido amplo da palavra, ou seja, como uma unidade funcional que precisa estar dinamicamente equilibrada para poder ser sustentável. Tradicionalmente, quando se refere ao “Sistema de Drenagem” de uma cidade, está-se referindo ao “[...] o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas das áreas urbanas (BRASIL, 2016, p. 2). No entanto, a visão de Sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (SDMAPLU) adotada aqui considera que o SDMAPLU precisa ser muito mais abrangente do que a abordagem tradicional, ou seja, deve-se considerar também todos os elementos que possuem algum tipo de relação com elementos ditos tradicionais, tais como as pessoas, a vegetação, os resíduos sólidos, a legislação e o uso do solo;
5. Reconhecer e dar o devido valor ao SDMAPLU, uma vez que ele é um dos sistemas urbanos responsáveis pelo equilíbrio do “sistema cidade”, (POMPÊO, 2000);
6. Ter como unidade mínima de estudo e de planejamento a bacia hidrográfica (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; MINAS GERAIS, 2006; POMPÊO, 2000; TUCCI, 2002), bem como as sub-bacias hidrográficas dos riachos afluentes;
7. Evitar a transferência do impacto das ações antrópicas para jusante, utilizando medidas mitigatórias dos tipos: (a) preventivas, (b) corretivas, e (c)

- compensatórias (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; POMPÊO, 2000 ; TUCCI, 2002);
8. Não ampliar a cheia natural e diminuir o volume do escoamento superficial, priorizando e estimulando a infiltração, a detenção e a retenção e evitando a impermeabilização do solo. Para não aumentar a velocidade do escoamento superficial é importante não modificar o desenho e as características naturais dos rios e riachos urbanos, de maneira que o objetivo seja preservar essas características, ou resgatar as características originais do corpo d'água (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; POMPÊO, 2000; TUCCI, 2002; UNITED STATES, 2000);
  9. Priorizar a implementação de medidas não estruturais, tais como: zoneamento de áreas ribeirinhas, previsão das condições meteorológicas em tempo real, implementação de seguro contra enchentes, sistema de alerta para telefones celulares (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012);

### **Diretrizes para o arcabouço institucional**

10. Possuir legislação nos âmbitos Municipal, Estadual e Federal que trate dos recursos ambientais, sobretudo os hidroambientais, para apoiar as decisões, a resolução de conflitos e controlar as ações relativas ao manejo das águas pluviais urbanas, que possuem uma escala prioritariamente local (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; TUCCI, 2002);
11. Os conceitos e os fenômenos da drenagem são estruturadores do espaço. Dessa forma, deve-se elaborar um Plano Diretor Setorial de Manejo das Águas Pluviais Urbanas, o qual deve ter força de lei. O Plano Diretor Urbano deve estar em consonância com este plano diretor setorial (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; TUCCI, 2002) e deve estar integrado aos outros Planos Diretores Setoriais;
12. Elaborar o Plano Diretor Setorial com força de lei relativo à Vegetação Urbana, o qual deve estar em consonância com o Plano Diretor Urbano,

integrado aos outros Planos Diretores Setoriais (UNITED STATES, 2013), bem como deve incluir o planejamento:

- (a) da escolha das espécies a serem plantadas nas calçadas e praças, para que sejam escolhidas as que melhor se adequam ao espaço urbano, evitando assim que folhas e frutos caiam nas vias e sejam arrastadas para as galerias de águas pluviais;
- (b) do procedimento e de técnicas de plantio, de forma que as árvores sejam plantadas se pensando em evitar que suas raízes danifiquem as galerias de águas pluviais;
- (c) da manutenção das árvores plantadas, de forma que se evite problemas futuros entre as raízes, folhas e frutos dessas árvores e a tubulação de águas pluviais urbanas.

13. Instituir um órgão único que reúna as entidades públicas que tratam da gestão do saneamento básico, ou seja, que inclua as seguintes atividades urbanas: abastecimento d'água, manejo da água pluvial, a coleta e tratamento de esgoto, a manutenção e a limpeza urbana, o manejo de resíduos sólidos e o controle de vetores visando à saúde das comunidades. Se não for possível instituir um órgão com essa natureza, deve-se investir na comunicação franca, efetiva e permanente entre tais setores da gestão municipal. Tal iniciativa segue a tendência mundial de flexibilização da gestão urbana, a qual atesta que “as fronteiras administrativas não mais refletem a realidade física, social, econômica, cultural e ambiental do desenvolvimento urbano” (EUROPEAN UNION, 2011, p. VI, tradução nossa). Por outro lado, mas ainda reforçando a importância da flexibilização das relações entre os órgãos ou setores que tratam de tais atividades urbanas, está o fato da atividade da drenagem urbana não ter, de fato, como ser gerida pensando-se em fronteiras geo-políticas, pois a água da chuva ao escoar superficialmente não para ou retorna para o ponto de onde iniciou o escoamento ao atravessar a fronteira que separa uma cidade de outra. Portanto, a drenagem urbana deve ser de fato planejada e gerida segundo uma visão abrangente (POMPÊO, 2000);
14. Instituir uma equipe de profissionais, da gestão municipal, porém ligados ao comitê da bacia do rio ou do afluente do rio em estudo, que sejam instruídos e

- treinados para identificar os atores envolvidos na gestão deste corpo d'água, bem como para realizar reuniões de trabalho para viabilizar ações e decisões;
15. Instituir uma estrutura de apoio jurídico que sirva para dirimir questões legais que se apresentem no decorrer das ações de manejo das águas pluviais urbanas, visando proteger o SMAPLU de pressões externas que potencialmente possam desequilibrá-lo (SÃO PAULO, 2012a). Um exemplo concreto da necessidade do trabalho de uma equipe jurídica nas ações de manejo das águas pluviais urbanas ocorre quando galerias pluviais são parcialmente seccionadas para dar caminho a outras tubulações, como por exemplo, tubulações que abrigam cabos telefônicos ou de internet. Qual das tubulações tem prioridade?;
  16. Instituir um “comitê de gerenciamento de riscos” para dirimir questões que envolvam potencial risco à população e ao patrimônio da área urbana após eventos hidrológicos extremos. Tal comitê deve fazer parte da estrutura institucional de defesa civil da municipalidade (UNITED NATIONS, 2016);
  17. Estabelecer uma clara definição de atribuições na gestão do manejo das águas pluviais urbanas, uma vez que com a realidade fragmentada, pouco eficiente e eficaz da gestão dos serviços urbanos, a visão setorializada dos gestores devido a essa fragmentação e a resolução pontual dos problemas urbanos em voga, a estrutura administrativa demonstra a existência de repetição de atribuições regimentais e, ao mesmo tempo, apresenta lacunas de atuação com a particularidade de não possuir pessoal técnico capacitado para lidar com as questões do manejo das águas pluviais urbanas (POMPÊO, 2000; TUCCI, 2002);

### **Diretrizes de Gestão**

18. Incentivar e promover a participação da sociedade na construção, na execução e na avaliação dos planos urbanos que envolvam o manejo das águas pluviais urbanas. Para isso é necessário que ela seja informada sobre suas responsabilidades dentro do SDMAPLU (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; POMPÊO, 2000);
19. Adotar uma gestão de caráter abrangente e integrado, que se baseie em medidas mitigatórias dos tipos: preventivas, corretivas, e compensatórias, as



- quais visam minimizar ou eliminar os efeitos negativos das ações antrópicas; bem como medidas potencializadoras, que visam otimizar e maximizar os impactos antrópicos positivos (POMPÊO, 2000; SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012; UNITED STATES, 2000);
20. Incentivar e promover a integração e a flexibilização da gestão urbana através do maior compartilhamento de dados entre instituições da mesma ou de diferentes esferas de modo que as fronteiras físicas ou institucionais não sejam impedimentos para alcançar soluções para os problemas existentes, estimulando que sejam criados indicadores multifinalitários que sirvam a vários órgãos da gestão urbana de um município (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; POMPÊO, 2000; UNITED NATIONS, 2016);
  21. Promover a instrumentalização da gestão do SMAPLU, pois a conexão entre o conhecimento desenvolvido no ambiente acadêmico e a prática da gestão realizada nos órgãos públicos ainda é precária. Dessa maneira, é necessário conhecer e valorizar as inter-relações existentes entre os componentes do SDMAPLU, de modo que proposições sintéticas, que busquem a eficiência e a eficácia da sua gestão sejam elaboradas; pois como o Professor Cesar Pompêo (2000) afirma: “não há como buscar eficiência em um punhado de obras desconectadas ou mal conectadas, realizadas com objetivo meramente corretivo em situações emergenciais” (p. 20);
  22. Incentivar a capacidade dos gestores urbanos de promoverem a articulação interdisciplinar e transdisciplinar, bem como de realizarem sínteses para lidarem com as conexões espaciais, temporais e funcionais existentes nas cidades (MENEGAT; ALMEIDA, 2004);
  23. Atualização e compatibilização entre as normas e regulamentos das prefeituras que tratem do manejo das águas pluviais urbanas, bem como a adequação das mesmas às especificidades locais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; TUCCI, 2002);
  24. Através da atividade do Controle Urbano, que inclui a fiscalização do uso do solo e o licenciamento urbanístico da cidade, garantir a contínua obediência às medidas de controle de enchentes, inundações, alagamentos e enxurradas por parte de todos os atores envolvidos na gestão do manejo das águas

- pluviais urbanas; por exemplo, controlar a retirada da cobertura vegetal dos lotes urbanos, bem como a impermeabilização do solo urbano (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; POMPÊO, 2000; TUCCI, 2002; TUCCI, 2010);
25. Proteger os leitos menor e maior dos rios e dos riachos urbanos e as planícies de inundação da ocupação irregular por parte da população. É preciso que legislação existente seja cumprida, que a população que vive nessas áreas seja relocada e que, imediatamente após sua desocupação, seja dado um uso compatível com sua natureza. Dessa forma, a população não perceberá a área como estando “livre” para reocupação. Tais ações podem ser logradas por meio da educação hidroambiental e cidadã da população, da superação do déficit de moradias nas áreas urbanas e do efetivo controle urbano (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; POMPÊO, 2000; TUCCI, 2002);
  26. Estabelecer a “taxa de água pluvial”, que deve ser paga pela população junto com Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) para cobrir os custos de investimento e de manutenção do SDMAPLU. Essa forma de financiamento visa garantir o aporte periódico de recursos financeiros para a atividade de manejo das águas pluviais urbanas, dando mais autonomia e estabilidade ao órgão gestor das águas pluviais no desempenho de suas atividades (POMPÊO, 2000; TUCCI, 2002);
  27. Elaborar Manual para Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas que contenha desde orientações para o planejamento e a gestão sistêmica do SDMAPLU, diretrizes de projeto, bem como trate de aspectos tecnológicos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; SÃO PAULO, 2012a, b, c);
  28. Gerenciar as atividades urbanas de maneira que se busque a melhoria contínua do serviço prestado em oposição a encará-las como tarefas que findam quando a atividade propriamente dita é executada. Segundo a ABRH, o controle de inundações e de enchentes é um processo permanente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995). Dessa forma, todas as atividades urbanas que participam do controle de inundações e enchentes devem compreender as seguintes ações: planejamento,

execução, controle e monitoramento, avaliação e ação. Logo, não é suficiente que as autoridades municipais, no intuito de evitar inundações e enchentes, estabeleçam regulamentos e construam obras estruturais, ou seja, apenas planeje e execute. É preciso, ainda, que se monitore, avalie e aja. Somente assim, identificando os pontos que podem ser melhorados, avaliando as ações implantadas e replanejando as medidas tomadas é que o SDMAPLU poderá manter seu equilíbrio dinâmico;

29. Tornar periódicas as permissões de funcionamento, dos tipos “habite-se” e licenciamentos, uma vez que é comum observar nas cidades que mesmo as ocupações ditas “legalizadas” ou “regularizadas”, ou seja, que possuem a permissão para funcionar sofrem alterações relativas ao quantitativo de área permeável após a concessão dessas permissões no intuito de ampliar a área construída da ocupação. Na renovação da permissão seria avaliado se o imóvel contribui da mesma maneira, contribui mais ou contribui menos para a vazão de escoamento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; TUCCI, 2002);
30. Buscar a eficácia do serviço de limpeza urbana através de algumas ações (listadas abaixo) que buscam a integração entre o planejamento e a execução das atividades da limpeza urbana e as atividades do manejo das águas pluviais urbanas tamanha é a inter-relação existente entre tais serviços urbanos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; TUCCI, 2002; TUCCI, 2010).
  - (a) regulamentação e fiscalização dos terrenos que são potenciais geradores de sedimentos (por exemplo: canteiros de obra, terrenos baldios) com vistas a controlar a produção de sedimentos;
  - (b) cobertura universal da coleta, do tratamento e da destinação dos resíduos sólidos;
  - (c) estabelecimento e cumprimento de uma rotina de varrição das ruas e calçadas, de forma que seja reduzida a presença de lixo difuso nas vias, evitando assim a entrada de resíduos sólidos nas galerias de águas pluviais;
  - (d) estabelecimento e cumprimento de uma rotina de limpeza das galerias de águas pluviais;

31. Estabelecer e cumprir uma rotina de limpeza, manutenção e de investimentos nas redes de macro e de microdrenagem do SDMAPLU de forma que periodicamente sejam retirados das tubulações folhas, frutos, raízes, sedimentos e lixo difuso, bem como sejam consertadas as tubulações quebradas e sejam executadas ações que tornem o SDMAPLU mais eficiente (POMPÊO, 2000; TUCCI, 2002);
32. Estabelecer e cumprir uma rotina de ações de reparos e de investimentos nas redes de macro e de microdrenagem do SDMAPLU de forma a fazer com que o serviço urbano da drenagem seja realizado de forma ininterrupta e eficiente (POMPÊO, 2000; TUCCI, 2002). O cumprimento da rotina de ações vai identificar se:
  - (a) raízes das árvores estão interferindo na drenagem das águas pluviais;
  - (b) o terreno em que as galerias estão dispostas cedeu por ser mole, danificando, assim, a galeria de águas pluviais;
  - (c) a população interferiu na disposição dos componentes do sistema de drenagem, como por exemplo, obstruindo bocas de lobo (no intuito de evitar que saia mau cheiro oriundo dos gases pela presença de esgoto nas galerias de águas pluviais), obstruindo sarjetas (para facilitar a subida de automóveis nas calçadas) ou fazendo ligações clandestinas do esgoto domiciliar nas redes de microdrenagem;
33. Fazer valer o que a legislação brasileira diz sobre a adoção de um sistema separador absoluto, ou seja, as tubulações de drenagem e de esgoto sanitário devem cobrir toda a área urbana e devem ser exclusivas para cada serviço urbano (POMPÊO, 2000; TUCCI, 2002).
34. Ampliar o número e o uso de mecanismos de monitoramento e de avaliação da eficiência e da eficácia da gestão do manejo das águas pluviais urbanas por meio da criação de indicadores e de maneiras de compartilhar tais informações entre instituições (EUROPEAN UNION, 2011; UNITED NATIONS, 2016; UNITED STATES, 2005).

## **5.7 Validação das diretrizes para a gestão sistêmica do SDMAPLU**

O processo de validação das diretrizes para a gestão sistêmica do SDMAPLU teve duas etapas principais. A primeira consistiu na aplicação do questionário

elaborado segundo a metodologia Delphi para o grupo Teste e a segunda na aplicação do mesmo questionário, com as modificações solicitadas pelo referido grupo, para o grupo de especialistas.

Após as respostas do grupo teste foi verificada a necessidade da inclusão no texto das diretrizes de alguns conceitos e exemplos para ilustrá-los, pois como se trata de uma pesquisa multidisciplinar, os respondentes não necessariamente dominariam todos os conceitos pertencentes ao escopo do questionário.

### 5.7.1 O método Delphi

#### 5.7.1.1 Histórico e definição

O método Delphi é um processo estruturado de comunicação coletiva no qual um grupo selecionado de especialistas de uma determinada área do conhecimento, ou de áreas afins, é consultado quanto à sua experiência e previsão intuitiva sobre um determinado tópico (MELO; SAMPAIO; ATHAYDE JR, 2014). Geralmente, tal tópico consiste em um problema de natureza complexa, que, portanto, envolve vários aspectos ou áreas do conhecimento. O resultado do processo deve, então, refletir a opinião informada desse grupo de pessoas de forma que se construa um consenso sobre o problema (CARDOSO et al., 2005).

Na Califórnia (EUA), na década de 1940, impulsionados pelo já mencionado otimismo moderno, os pesquisadores da RAND Corporation, centro de estudos prospectivos, trabalhavam com abordagens de previsões tecnológicas futuras em suas pesquisas (RAND, 2016; RAYENS; HAHN, 2000). Na época, os recursos tecnológicos de simulação, inclusive os computacionais, eram bastante primitivos e limitados. Além disso, tinha-se a noção de que quando especialistas chegavam a um consenso, sobre determinado aspecto, havia uma chance maior deles não estarem errados se comparado a um consenso obtido entre não especialistas da área. No entanto, também se tinha a noção de que quando a discussão era feita de forma coletiva, frente a frente, alguns aspectos, que não necessariamente fazem parte da discussão técnica, terminam por influenciá-la. Como exemplos é possível apontar que a habilidade da oratória e o uso da pedagogia acabavam por influenciar o endosso de algumas posições; além do fato de que os que já tinham expressado seu ponto de vista muitas vezes não se sentissem a vontade de “dar o braço a

torcer” e mudar de opinião na frente de seus pares. Dessa forma, os pesquisadores da RAND Corporation criaram o método Delphi, o qual pretendia promover um debate real, independente da personalidade dos participantes (GORDON, 1994).

Sua nomenclatura, Delphi, é uma referência ao oráculo de Delfos, localizado na Antiga Grécia, onde se predizia o futuro (CARDOSO et al., 2005). Tal fato demonstra outra característica do método Delphi, o fato dele ter sido, inicialmente pensado como sendo um tipo de estudo limitado à chamada “visão prospectiva”. No entanto, desde seu surgimento, ele foi e é utilizado nas mais diferentes áreas do conhecimento.

Apesar de tanta flexibilidade e abrangência, atualmente, o Delphi ainda é essencialmente o mesmo e se configura como sendo um dos instrumentos mais utilizados na realização de estudos prospectivos. Portanto, no princípio o método Delphi foi utilizado na busca de tendências tecnológicas futuras através do consenso de especialistas sobre um determinado tema complexo. Entretanto, ao longo dos mais de 60 (sessenta) anos de uso ele se mostrou uma excelente ferramenta de apoio à tomada de decisão e à definição de políticas, pois procedimentos de previsão que fazem uso da intuição se prestam melhor à resolução de problemas complexos, visto que nem sempre há dados empíricos ou teorias disponíveis para tratá-los (RAYENS; HAHN, 2000).

#### 5.7.1.2 O método Delphi e o planejamento

Como foi mencionado, até os anos 1950, as opções de estudos prospectivos eram precárias e limitadas, restando para os pesquisadores, basicamente, a projeção para o futuro do que havia acontecido no passado. No entanto, com o aumento da complexidade dos sistemas sociais, das turbulências e das descontinuidades políticas e econômicas, bem como da velocidade das transformações e da evolução tecnológica, (contexto presente nas cidades dos países em desenvolvimento), se tornou necessário fazer planejamentos com prazos mais longos. É nesse momento que a visão prospectiva surge como contraponto à visão tradicional do planejamento. Sendo assim, as abordagens prospectivas começam a ser utilizadas pelos planejadores e pelos elaboradores de políticas (CARDOSO et al., 2005).

Segundo Cardoso et al. (2005), o Planejamento Prospectivo é um processo estruturado e coordenado, que busca uma visão de futuro sobre determinada questão urbana e que é pautado em uma postura ativa baseada na ideia de que é possível atuar sobre as variáveis que determinam o futuro, para, assim, construir futuros desejados, ou para afastar futuros indesejados. A função desse tipo de planejamento é a de formular estratégias para alcançar os objetivos traçados para o futuro, em outras palavras, o futuro passa a ser determinado pelas ações tomadas no presente.

Dessa forma, percebe-se que dentro do contexto das rápidas e, cada vez mais, frequentes mudanças vividas em uma área urbana, as quais podem ser de natureza econômica, política, social, tecnológica, bem como relacionada ao crescimento vertical e horizontal da mesma, é preciso chamar a atenção para o fato de que tudo isso gera uma demanda por um processo contínuo de planejamento. Esse processo deve ser acompanhado por um monitoramento também contínuo dos dados da realidade da área, assim como dos dados de prospecção das tendências futuras. Fica claro, então, que os métodos de planejamento existentes não mais atendiam a essas demandas (MELO; SAMPAIO; ATHAYDE JR, 2014).

A análise prospectiva envolve um alto grau de complexidade e um nível de abrangência holístico. Além disso, ela envolve uma minuciosa análise do objeto estudado, ou seja, uma análise que inclua seu ambiente externo, interno, seu desempenho e as variáveis que afetam seu desempenho (CARDOSO et al., 2005). “É necessário ainda, determinar as relações de causa e efeito que essas variáveis têm sobre seu desempenho, pois são essas relações que vão definir o comportamento futuro do objeto de estudo” (CARDOSO et al., 2005, p. 65). Percebe-se, assim, que a análise prospectiva se adéqua ao estudo de objetos que são sistemas, como é o caso do objeto empírico deste trabalho. Dentro desse contexto, situa-se o problema central desse trabalho, que é o de lidar com um problema complexo, o manejo sistêmico do sistema de águas pluviais em meios urbanos, mais especificamente em uma capital de um estado integrante de um país em desenvolvimento como é o caso de Recife, localizada no Estado de Pernambuco (Brasil).

O método Delphi foi, então, escolhido para o experimento realizado durante essa pesquisa, visto que tal método é uma ferramenta útil quando se trata da criação

de opções de políticas que sejam fruto de consenso, em contextos turbulentos e complexos como é o caso do contexto urbano e quando trata de um objeto cujas relações intrínsecas são complexas como é o caso do SDMAPLU (RAYENS; HAHN, 2000). Sendo assim, nessa pesquisa, o método Delphi foi entendido como sendo um processo prospectivo formal, ou seja, uma comunicação estruturada que fornece uma discussão organizada sobre uma questão predeterminada e tem como objetivo contribuir para: (1) a tomada de decisões, definindo linhas de ação, estratégias e políticas; (2) a definição de prioridades; (3) aumentar a capacidade de reação e de antecipação; (4) a geração de consenso e de mediação; e (5) a comunicação e a educação, no sentido de capacitação (CARDOSO et al., 2005).

#### 5.7.1.3 Condições para o método Delphi

O método Delphi consiste em uma entrevista estruturada do tipo qualitativa com participação coletiva, porém anônima, com rodada única ou rodadas sucessivas de perguntas, cujo objetivo é obter o consenso de opiniões conseguidas de forma independente sobre um determinado assunto no qual os participantes são especialistas (MELO; SAMPAIO; ATHAYDE JR, 2014). De acordo com Gordon (1994), “a chave para um estudo Delphi de sucesso é a seleção de participantes” (p. 6), uma vez que o conhecimento e a cooperação dos mesmos são fatores determinantes.

Segundo Cardoso et al. (2005), é necessário que três condições sejam atendidas para que a autenticidade do estudo Delphi seja garantida, são elas:

- 1) O anonimato dos participantes, pois assim se evita a influência prévia dos participantes e o constrangimento por possível mudança de opinião durante o processo;
- 2) O tratamento estatístico das respostas, sem ele não é possível relacionar as respostas de um participante com as respostas do grupo, bem como não é possível acompanhar a evolução das respostas por parte da coordenação do estudo, ou seja, não é possível verificar se o grupo está chegando a um consenso;
- 3) No caso do uso de rodadas sucessivas de perguntas: o *feedback* das respostas para os participantes. Dessa maneira é possível que eles possam colocar suas próprias respostas em perspectiva e assim reavaliar suas opiniões antes da rodada subsequente de perguntas.



Para que o método Delphi seja de fato compreendido, é preciso esclarecer duas questões. A primeira é que mesmo sendo o consenso da opinião dos especialistas participantes o objetivo do estudo, e que critérios estatísticos tenham sido utilizados para tratar as respostas dos especialistas, é possível que ele não ocorra e isso não põe em risco os objetivos da pesquisa, da qual o estudo Delphi é parte. A segunda questão é que não há um entendimento comum sobre a definição de especialista (CARDOSO et al., 2005). Em outras palavras, o que se busca são participantes que tenham notória atuação na área envolvida pelo estudo Delphi, bem como profundo conhecimento sobre os aspectos que compõem o problema em análise, tenha sido essa notória atuação conquistada no mercado de trabalho ou na academia.

#### 5.7.1.4 Vantagens e desvantagens do método Delphi

As vantagens da utilização do método Delphi podem ser resumidas em quatro pontos: (1) as perguntas propiciam a reflexão individual e coletiva sobre o tema em análise sem as desvantagens apresentadas pelas reuniões presenciais, onde aspectos que não necessariamente estão relacionados com o tema podem influenciar a discussão, como, por exemplo, a influência prévia e o duelo de egos entre especialistas, podendo este gerar constrangimentos entre os participantes, influenciando assim suas respostas; (2) o estudo propicia a integração das opiniões entre os especialistas; (3) o estudo Delphi “agrega conhecimento ao processo, não só pelas respostas (...), mas também porque o próprio processo enseja, através das rodadas, a reformulação e o aprimoramento das questões formuladas.” (CARDOSO et al., 2005, p. 68); (4) o método Delphi é um processo que permite que as questões que exigem um juízo de valor sejam exploradas de maneira objetiva (GORDON, 1994).

Por outro lado, as desvantagens da utilização do método Delphi existem e devem ser consideradas antes do início do processo. A primeira desvantagem diz respeito à formulação das perguntas, essa etapa demanda o domínio do tema e o cuidado por parte da equipe responsável pelo estudo. Os organizadores devem primar por perguntas autoexplicativas, que tragam todos os dados necessários para as respostas, sem que seja necessário que o participante faça consultas adicionais. Não se deve formular perguntas impossíveis de se responder, ou perguntas que

carreguem implicitamente opiniões que possam direcionar a resposta dos participantes. A segunda desvantagem diz respeito à participação do especialista, que deve ser voluntária, o que dificulta o engajamento no estudo; e que exige um grande esforço de reflexão por parte do participante, principalmente por parte daqueles que possuem opiniões extremas, pois esses têm que defender seus pontos de vista (CARDOSO et al., 2005; GORDON, 1994). Tudo isso está relacionado à terceira desvantagem que é o longo tempo em que o participante fica comprometido com o estudo, uma vez que são múltiplas rodadas de perguntas, o que pode levar meses até se chegar a um consenso (GORDON, 1994).

No intuito de atenuar as desvantagens do método, Cardoso et al. (2005) sugerem que sejam formuladas aproximadamente vinte e cinco perguntas (no máximo) e que estas sejam incluídas em uma consulta prévia de validação técnica do estudo (GORDON, 1994), a fim de avaliar a qualidade das perguntas, o grau de dificuldade das mesmas e o tempo gasto para completar a entrevista.

#### 5.7.2 Como se deu o experimento

Objetivo do experimento foi o de partir de uma situação presente, que é a realidade enfrentada pelos profissionais especialistas selecionados para responderem ao questionário, os quais vão trazer filtrados ou não, os conflitos e as contradições vividas no dia a dia da gestão dos diversos serviços urbanos envolvidos com o SDMAPLU, de modo a configurarem, através de um consenso sobre quais diretrizes devem fazer parte da Lista Final, para que no caso de utilizá-las na gestão do SDMAPLU, se possa construir o futuro desejado e viável para a Drenagem Urbana considerando o horizonte 2016- 2026 (10 anos).

A seguir estão elencadas as características do experimento realizado no desenvolvimento desta Tese. Em primeiro lugar, como já foi afirmado, o método escolhido para a elaboração do questionário foi o método Delphi, pelas razões já explanadas no item 5.6.1.2. Em segundo lugar, foi feita a escolha dos participantes que se deu da seguinte maneira:

- 1) Grupo teste: o questionário foi enviado para 5 dos 7 integrantes do grupo de estudos “Riachos Urbanos” do PPGE/UFPE, já que os outros dois integrantes são a autora e o orientador desta Tese;

- 2) Grupo de Especialistas: o questionário foi enviado para 65 (sessenta e cinco) profissionais com notória atuação em uma, ou em mais de uma, das seguintes áreas: Drenagem Urbana, Gestão Urbana, Políticas Públicas, Transporte e Resíduos Sólidos. Todas essas áreas estão relacionadas ao escopo da Tese em desenvolvimento.

Em terceiro lugar, a Lista Preliminar de Diretrizes para a Gestão Sistêmica do SDMAPLU foi reelaborada de modo que se tornasse um questionário online. A solução encontrada foi utilizar uma plataforma digital para questionários online, chamada MonkeySurvey®, através da qual foi enviado um link para cada participante via e-mail juntamente com uma carta de apresentação. Esta carta, que se encontra na íntegra no Apêndice A desta Tese, além de trazer o link para o questionário, explica o experimento, reitera o anonimato do processo, traz uma estimativa do tempo necessário para responder o questionário, que foi de, aproximadamente, 35 minutos e, finalmente, dá o prazo para que o participante responda que foi de 10 dias corridos.

O questionário foi organizado em uma única rodada de questionamentos, com uma pergunta central, formulada como segue: “Como você avalia a importância dessa diretriz como parte da Lista de Diretrizes para a Gestão Sistêmica do Sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas?”, em seguida a esta pergunta estavam cada uma das diretrizes tendo que o respondente utilizar uma escala de avaliação de cinco níveis (Escala Likert) que registrou o nível de concordância para que a diretriz fizesse parte da lista mencionada acima.

As 34 (trinta e quatro) diretrizes foram dispostas em três blocos, que na plataforma digital equivale a páginas. Cada bloco trouxe uma categoria de diretrizes, ou seja, (1) diretrizes conceituais, (2) diretrizes para o arcabouço institucional, e (3) diretrizes para a gestão. Ao final de cada bloco foi fornecido um espaço para que o respondente comentasse livremente suas respostas provendo razões para seus julgamentos ou sugestões de questões que não tenham sido contempladas pelas diretrizes.

### 5.7.3 Resultados do experimento

#### 5.7.3.1 Aplicação do questionário para o grupo teste

A aplicação no Grupo Teste teve taxa de resposta de 100%, todos os respondentes respeitaram o prazo estipulado para o fechamento do questionário. Não houve o tratamento estatístico dessas respostas visto que o objetivo não era o de estabelecer um parâmetro de comparação das diretrizes que iriam permanecer na listas de diretrizes ou que iriam ser retiradas, mas sim o de testar a plataforma digital propriamente dita, a organização das perguntas, bem como o formato das perguntas. Também foi feita a estimativa do tempo necessário para leitura e resposta ao questionário.

Os resultados foram:

- 1) O link que levava o respondente até o questionário funcionou adequadamente, não foi reportada nenhuma falha quanto a este aspecto;
- 2) A organização das perguntas em três blocos com uma pergunta livre ao final de cada bloco foi aprovada pelos respondentes que acharam que foi suficiente ter somente uma pergunta livre ao final de cada bloco ou categoria de diretriz ao invés de ter uma pergunta livre após cada diretriz, o que tornaria, segundo alguns respondentes, a leitura e resposta ao questionário lenta;
- 3) O formato das perguntas foi questionado. Três das 34 (trinta e quatro) diretrizes possuem subitens em seu texto e foi colocado pelos respondentes que ao invés de solicitar a avaliação do respondente com relação à diretriz como um todo, fosse solicitado que o respondente avaliasse cada subitem, afinal ele poderia ter diferentes níveis de concordância com cada subitem. Tal modificação foi, então, feita para a aplicação do questionário para o Grupo de Especialistas;
- 4) O tempo necessário para finalizar a leitura e a resposta ao questionário foi de, aproximadamente, 30 a 35 minutos, essa estimativa foi feita em função do tempo gasto pelos respondentes e que foi registrado na plataforma MonkeySurvey®.

### 5.7.3.2 Aplicação do questionário para o grupo de especialistas

A aplicação no Grupo de Especialistas teve taxa de resposta de 41,54%. Segundo Gordon (1994), a taxa de resposta de um questionário do tipo Delphi varia entre 40 e 75%. Portanto, o experimento atingiu o número mínimo de respostas esperadas. Porém, para isso ocorrer o questionário teve que ficar aberto por mais tempo, bem mais do que o estipulado na carta de apresentação, que era de 10 (dez) dias corridos. Foi necessário recorrer ao envio de lembretes, à mensagens eletrônicas e ligações telefônicas. Também foi necessário confirmar alguns endereços de e-mail, visto que eram institucionais ou estavam desatualizados. Das 29 (vinte e nove) respostas, duas tiveram que ser descartadas, por terem sido respondidas de maneira incompleta, ambos os respondentes responderam apenas o primeiro bloco de diretrizes, resultando em 27 (vinte e sete) respondentes, a lista com a formação, área de atuação e ocupação dos respondentes encontra-se no Apêndice B deste trabalho.

O Método Delphi não tem como objetivo ter uma amostra significativa. O número de respostas geralmente é pequeno, logo o método não produz resultados estatisticamente significativos, salientando que ele não se propõe a isso. Desta maneira, os resultados obtidos não prevêm a resposta para uma grande população. De acordo com Gordon (1994), os resultados de uma pesquisa feita segundo a metodologia Delphi representam a síntese da opinião de um grupo particular, nem mais, nem menos.

Logo na abertura do questionário para os respondentes foi reportada uma falha na plataforma MonkeySurvey®, justamente na resposta às perguntas de número 12, 30 e 32, nas quais foram incluídas escalas Likert para cada um de seus subitens, após a recomendação do Grupo Teste. A solução dada foi a retirada das escalas extras, permanecendo apenas uma escala referente à diretriz como um todo, ou seja, o respondente teve que avaliar sua concordância com a diretriz contemplando todos os subitens. Essa solução foi dada em função do fato do questionário já estar em curso. Se tivesse sido enviado outro link, horas depois ou no dia seguinte, poderia se criar uma certa confusão quanto à que link deveria ser respondido. Dessa forma, para evitar que os participantes deixassem de responder a esta pergunta e também as outras, optou-se pela perda da precisão na resposta às perguntas citadas acima. Após a mudança nenhuma outra falha foi reportada.

#### 5.7.4 Tratamento estatístico do questionário

O tratamento estatístico exigido pelo método Delphi é considerado simples. Nesta Tese o tratamento foi feito segundo os seguintes procedimentos:

- 1) Foi calculada a nota de cada diretriz. Tal cálculo foi realizado em função dos pesos dados às respostas da escala Likert, trazidos na Tabela 5.1:

Tabela 5.1 - Pesos dados às respostas do questionário pela escala Likert

| Não é Importante (NI) | Pouco Importante (PI) | Mais ou menos Importante (MMI) | É importante (I) | Muito Importante (MI) |
|-----------------------|-----------------------|--------------------------------|------------------|-----------------------|
| 0                     | 2,5                   | 5                              | 7,5              | 10                    |

Com bases nos pesos da tabela 5.1 a fórmula a seguir foi calculada:

$$\text{Nota da pergunta} = \frac{(NI.0)+(PI.2,5)+(MMI.5,0)+(I.7,5)+(MI.10)}{27}$$

Onde o número 27 (vinte e sete) representa o número total de respondentes. Os resultados dos cálculos para as 34 (trinta e quatro) perguntas estão no Apêndice C deste trabalho.

- 2) Foi calculada a média das notas das diretrizes: com os resultados das notas das perguntas foi calculada a média aritmética de todas as 34 (trinta e quatro) perguntas. O resultado foi: 8,5;
- 3) Com o auxílio do software Excel (fórmula padrão do software), o desvio padrão foi calculado em: 0,80
- 4) Em função das notas das perguntas e do Desvio Padrão, foi calculado o o número abaixo:

$$\text{Média - Desvio Padrão} = 7,69$$

- 5) Foi feita uma análise numérica para verificar quais diretrizes permaneceriam na Lista de Diretrizes para a Gestão Sistêmica do SDMAPLU e quais seriam retiradas dessa lista. A análise se baseou no número 7,69, que se refere à Média - Desvio Padrão, de forma que as diretrizes cujas notas são menores do que esse número foram retiradas da lista. Tal fato ocorre já que a nota da pergunta não representa um

consenso entre as opiniões dos respondentes. A situação final da Lista de Diretrizes para a Gestão Sistêmica do SDMAPLU ficou como apresenta o Quadro 5.7.

Quadro 5.7 - Notas das perguntas do questionário Delphi

| Categoria de Diretrizes                   | Nota     |     | Situação   |
|-------------------------------------------|----------|-----|------------|
| Diretrizes Conceituais                    | Nota P1  | 9,4 | permanece  |
|                                           | Nota P2  | 8,7 | permanece  |
|                                           | Nota P3  | 9,3 | permanece  |
|                                           | Nota P4  | 9,6 | permanece  |
|                                           | Nota P5  | 9,1 | permanece  |
|                                           | Nota P6  | 9,0 | permanece  |
|                                           | Nota P7  | 8,8 | permanece  |
|                                           | Nota P8  | 9,1 | permanece  |
|                                           | Nota P9  | 8,3 | permanece  |
| Diretrizes para o Arcabouço Institucional | Nota P10 | 8,9 | permanece  |
|                                           | Nota P11 | 8,9 | permanece  |
|                                           | Nota P12 | 7,8 | permanece  |
|                                           | Nota P13 | 7,4 | é retirada |
|                                           | Nota P14 | 7,8 | permanece  |
|                                           | Nota P15 | 7,1 | é retirada |
|                                           | Nota P16 | 7,9 | permanece  |
|                                           | Nota P17 | 8,3 | permanece  |
| Diretrizes de Gestão                      | Nota P18 | 8,1 | permanece  |
|                                           | Nota P19 | 8,8 | permanece  |
|                                           | Nota P20 | 8,7 | permanece  |
|                                           | Nota P21 | 9,3 | permanece  |
|                                           | Nota P22 | 8,3 | permanece  |
|                                           | Nota P23 | 8,7 | permanece  |
|                                           | Nota P24 | 9,3 | permanece  |
|                                           | Nota P25 | 9,6 | permanece  |
|                                           | Nota P26 | 5,6 | é retirada |
|                                           | Nota P27 | 8,2 | permanece  |
|                                           | Nota P28 | 8,7 | permanece  |
|                                           | Nota P29 | 7,3 | é retirada |
|                                           | Nota P30 | 8,9 | permanece  |
|                                           | Nota P31 | 8,9 | permanece  |
|                                           | Nota P32 | 9,1 | permanece  |
|                                           | Nota P33 | 8,3 | permanece  |
|                                           | Nota P34 | 8,9 | permanece  |

De acordo com o tratamento estatístico seriam retiradas da Lista Final de Diretrizes para a Gestão Sistêmica das Águas Pluviais Urbanas as seguintes perguntas:

Quadro 5.8 - Tema e nota das perguntas retiradas da Lista de Diretrizes para a gestão sistêmica do SDMAPLU

| Pergunta | Assunto                                                      | Nota |
|----------|--------------------------------------------------------------|------|
| P13      | Criação de órgão gestor único                                | 7,4  |
| P15      | Criação de um grupo de apoio jurídico                        | 7,1  |
| P26      | Criação de uma taxa de água pluvial cobrada junto com o IPTU | 5,6  |
| P29      | “Habite-se” periódico                                        | 7,3  |

#### 5.7.5 Análise das respostas qualitativas do questionário

A análise das respostas qualitativas do questionário consistiu na organização das mesmas nas seguintes categorias de resposta:

- Respostas positivas que reforçam conceitos;
- Respostas justificativas;
- Respostas que apontam problemas urbanos;
- Respostas que apontam falhas nas diretrizes ou que sugerem assuntos para reflexão.

##### a) Diretrizes Conceituais

No bloco de respostas referente à Diretrizes Conceituais houve 24 (vinte e quatro) respostas válidas, pois dos 27 respondentes 3 deixaram o campo para a resposta vazio. Das 24 respostas válidas, 15 foram respostas positivas, as quais confirmaram os conceitos trazidos pelas diretrizes e/ou afirmaram que as diretrizes são importantes ou muito importantes. Um dos respondentes utilizou o campo para resposta para justificar sua resposta, três respondentes apontaram problemas urbanos e cinco respondentes apontaram falhas nas diretrizes ou que sugeriram assuntos para reflexão. Todas as respostas foram agrupadas e classificadas no Quadro 5.9.



Quadro 5.9 (continua) - Classificação das respostas qualitativas sobre as diretrizes conceituais

| Qt | Tipo de resposta                                                                  | Destaques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 15 | Respostas positivas                                                               | Confirmam que o paradigma sistêmico é o que deve ser feito, que as diretrizes são abrangentes e bem estruturadas, que elas garantiriam uma gestão integrada e sustentável e que todas as diretrizes são importantes ou muito importantes;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| 1  | Respostas justificativas                                                          | O respondente diz que respondeu se baseando no fato de morar em Recife e que se fosse em outro local as respostas poderiam ter sido diferentes;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 3  | Respostas que apontam problemas urbanos                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ É difícil implementar medidas de longo prazo na realidade (política, social e econômica) brasileira;</li> <li>▪ A maioria das cidades (brasileiras) está em situação caótica;</li> <li>▪ Será necessário fazer grandes mudanças estruturais devido à má gestão do uso do solo e à falta de educação da população brasileira;</li> <li>▪ Recife tem um histórico de crescimento desordenado. A maior consequência desse fato é o aumento na contribuição e na velocidade do escoamento das águas pluviais. Além disso, a sociedade não está educada para entender que o conceito de escoamento rápido não é o melhor para a cidade;</li> <li>▪ O poder público não consegue fiscalizar e evitar as invasões em áreas ribeirinhas, bem como as construções em áreas alagáveis;</li> <li>▪ “É importante manter balanços (o conceito de natural, hoje, é vago). Deve-se observar que urbanizar, necessariamente, modifica o espaço. Logo, as soluções, devendo ser integradas, também são de intervenção (inclusive sobre o curso d'água), mesmo que as intervenções sejam com uma visão de manutenção de características originais. No Brasil, as técnicas compensatórias AINDA não estão incorporando os balanços de qualidade das águas”;</li> </ul> <p>“Qualquer ação de proteção e mitigação dos impactos do uso da natureza pelo homem deve estar orientada pelas dimensões ambientais mas também culturais. Os parâmetros e indicadores de mensuração dos impactos muito frequentemente referendados em contextos de países desenvolvidos e frios precisam ser pensados a partir de nossa realidade de pobreza e de uma economia onde tudo vale para o enriquecimento e os privilégios de poucos”.</p> |
| 5  | Respostas que apontam falhas nas diretrizes ou que sugerem assuntos para reflexão | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ “A quebra de um paradigma não deveria significar a adoção de outro (ou seja, nessa ótica, seria proposto abandonar técnicas de canalização para obrigar o uso de novas técnicas, sem a interpretação do sistema, só porque são novas). A drenagem clássica (ou higienista), como concepção para um sistema, traz grandes limitações na sua abordagem. Porém, as técnicas desenvolvidas e disponibilizadas pela drenagem clássica continuam úteis. A utilização de canais pode fazer parte de soluções sistêmicas. Pode ser útil acelerar uma sub-bacia, enquanto se retém outra, para defasar a passagem de picos de hidrogramas, por exemplo”;</li> <li>▪ “Substituir as soluções clássicas já não me parece a solução para o problema, mas integrar TODO tipo de solução em um conjunto de alternativas (incluindo, como opções para questões pontuais, as soluções clássicas).”</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

Quadro 5.9 (conclusão): Classificação das respostas qualitativas sobre as diretrizes conceituais

| Qt | Tipo de resposta                                                                  | Destaques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5  | Respostas que apontam falhas nas diretrizes ou que sugerem assuntos para reflexão | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ “A percepção de que é necessário trabalhar de forma sistêmica deve partir do princípio que não existem soluções pré-concebidas e que é preciso compreender as necessidades de reorganização dos padrões espaciais e temporais do escoamento para propor soluções viáveis. As técnicas conhecidas (todas) devem formar um arsenal de trabalho e serem combinadas para o melhor resultado. Portanto me preocupam as noções de superar ou abandonar as ferramentas clássicas. Acredito que estas devem ser recicladas e podem ser incorporadas ao projeto, sempre que úteis e capazes de colaborar com o objetivo geral”;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 5  | Respostas que apontam falhas nas diretrizes ou que sugerem assuntos para reflexão | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Priorizar as medidas não estruturais faz sentido quando não há alagamentos. Se é preciso reverter uma situação que já saiu do controle, em que ocorrem inundações e alagamentos, as medidas estruturais são necessárias e devem ser priorizadas”;</li> <li>▪ As bacias hidrográficas têm que ser a unidade de planejamento e projeto dos sistemas de drenagem, do contrário o caráter sistêmico se perde”;</li> <li>▪ “Ter a bacia hidrográfica como referência para atuação em hidrologia é condição necessária. Entretanto, em uma visão integral dos sistemas urbanos, não há unidade mínima de análise: todas elas são importantes e devem interagir. Estamos falando, por exemplo, de integração do planejamento urbano, cujo recorte é bairro, zoneamento, etc. Logo, a unidade territorial de bacia hidrográfica é uma das unidades de análise, mas os parâmetros urbanísticos estão em outro recorte e são, igualmente, importantes para soluções integradoras para manejo das águas pluviais”;</li> <li>▪ O poder público deveria obrigar os empreendedores das grandes construções a construir reservatórios de retenção;</li> <li>▪ Todos os conceitos que estão nas diretrizes já foram muito discutidos;</li> <li>▪ “Senti falta de alguma diretriz ressaltando a importância da relação entre o SDMAPLU e os Sistemas de abastecimento de água, o esgotamento sanitário e o manejo de resíduos sólidos”;</li> <li>▪ “Para uma reflexão é preciso observar um caso prático, mesmo entendendo a urgente necessidade de se admitir uma abordagem distinta, inovadora e integrada, há de se considerar a consolidação urbana e histórica como elemento limitador de ações para modificação do ambiente urbano, tornando-se uma forte restrição e limitação para introdução de novos conceitos”.</li> </ul> |

#### b) Diretrizes para o arcabouço institucional

No caso das respostas sobre as Diretrizes para o Arcabouço Institucional houve 7 respostas em branco, totalizando, portanto, 20 respostas válidas. Dessas, 12 foram respostas positivas, duas apontaram problemas urbanos e seis respondentes apontaram falhas nas diretrizes ou que sugeriram assuntos para reflexão. Todas as respostas foram agrupadas e classificadas no Quadro 5.10.

Quadro 5.10 (continua) - Classificação das respostas qualitativas sobre as diretrizes para o arcabouço institucional

| QT | Tipo de resposta                            | Destaques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 12 | Respostas positivas, que reforçam conceitos | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ “O aporte jurídico e institucional permite a mudança cultural para que se tenha um trabalho integrado, articulado e coeso, eficiente e eficaz”;</li> <li>▪ “O arcabouço institucional é um instrumento para a aplicação das diretrizes conceituais para a gestão sistêmica. Ter um arcabouço legal alinhado e bem definido, de forma consistente entre os 3 poderes; ter uma legislação municipal clara com caráter operacional (e não apenas reproduzindo as boas intenções das leis de caráter conceitual e mais subjetivo das esferas superiores); ter um plano diretor de manejo de águas pluviais alinhado com o desenvolvimento urbano e com os demais planos setoriais; e ter atribuições bem definidas são fatores fundamentais no quadro institucional e são pré-requisitos para balizar adequadamente os processo de gestão”;</li> <li>▪ “A criação de um comitê gestor para esse assunto [drenagem e manejo das águas pluviais urbana] é de muita importância, já que hoje na administração pública outros órgãos muitas vezes se envolvem em assuntos em que não têm nenhuma expertise, dificultando a tomada de decisão, ou ainda tomando as decisões erradas”;</li> <li>▪ O setor jurídico deve acompanhar o setor técnico, ajudando a construir justificativas respaldadas em leis não somente em âmbito municipal, como também no estadual e no federal;</li> <li>▪ “As universidades são muito importantes na difusão dos novos paradigmas do manejo de águas pluviais, não só técnicos especializados, mas de todas as áreas ligadas à construção do espaço urbano. Por exemplo, dentro do campo da engenharia, não só engenheiros de saneamento, mas de todas as sub-áreas, como estruturas, estradas, materiais, construção civil, que de alguma forma poderão adequar seus projetos a essa nova realidade. Temos ainda arquitetos, geógrafos, biólogos, etc.”</li> </ul> |
| 2  | Respostas que apontam problemas urbanos     | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ “O sub-sistema de drenagem tem sido esquecido pela administração pública, mas deve ocupar lugar de destaque no sistema de planejamento e de gestão dos municípios”;</li> <li>▪ Não há órgão público que priorize a drenagem;</li> <li>▪ Para ter sucesso na gestão não pode ter política envolvida;</li> <li>▪ “A manutenção da drenagem urbana requer o imediato estabelecimento dessas diretrizes, pois o que se vê, inclusive dentro da mesma gerência (Drenagem e Pavimentação), são interesses distintos. Em muitos casos um abatimento não é tratado como deveria, não se estuda a causa, é mais “fácil” fechar de imediato para devolver a via ao tráfego”;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

Quadro 5.10 (conclusão) - Classificação das respostas qualitativas sobre as diretrizes para o arcabouço institucional

| QT | Tipo de resposta                                                                  | Destaques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 6  | Respostas que apontam falhas nas diretrizes ou que sugerem assuntos para reflexão | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ A Lei 11.445/2007 (saneamento básico) precisa ser considerada por nossas instituições, e colocada na prática;</li> <li>▪ “Garantir áreas verdes é fundamental, porém detalhar as áreas verdes seria um trabalho realizado secundariamente no contexto do arcabouço institucional de gestão de águas pluviais”;</li> <li>▪ “Não considero que o problema seja da estrutura institucional [então não seria necessário um órgão único]. Acredito que diferentes arranjos podem ter eficiência equivalente. O importante, de fato, é haver articulação interna dentro de um mesmo ambiente de gestão”;</li> <li>▪ “A diretriz que trata do órgão único está redigida de forma pouco clara, porém a instituição de órgão específico é muito importante para tratar da gestão do saneamento”;</li> <li>▪ “Não acredito na viabilidade de um órgão único, pois existem muitos detalhes institucionais que precisam ser melhor conhecidos”;</li> <li>▪ “Vejo poucas possibilidades de sucesso na proposta de um órgão único. Além disso, se forem órgãos separados administrativamente, mas ligados por planos setoriais convergentes e articulados com o plano da cidade, os conflitos atuais se minimizariam”;</li> <li>▪ “O estabelecimento das diretrizes é fundamental, contudo, a centralização, que parece ser o ideal, pode ser desastrosa quando associada a escolhas políticas inadequadas. A priori, entende-se, deve-se distribuir as decisões, mas tentar seguir uma diretriz de legislação única”;</li> <li>▪ “Os comitês de bacias atuam em uma escala espacial diferente da gestão de águas de chuva urbanas e devem ter uma ação de parlamento (inclusive com participação do poder público). Ainda que a cidade possa estar inserida no contexto da bacia hidrográfica maior (e que, portanto, deve ter interação entre as duas instâncias de gestão), estamos tratando de problemas de natureza diferente e de escala espacial diferente”;</li> <li>▪ “Se há normativas urbanas claras, com base técnica e bem definidas institucionalmente, a instituição deve estar capacitada e habilitada a fazer as intervenções de regulamentação e regulação (também com os órgãos reguladores de apoio). Logo, o que é necessário é um fortalecimento técnico das instituições e não a instituição de uma estrutura de apoio jurídico”;</li> <li>▪ “Ao citar a fase de resposta (pós evento extremo) a diretriz que trata da criação de um comitê de gerenciamento de riscos me parece que perde força. Em termos de gestão do risco, essa proposta poderia ser importante nas fases de prevenção e mitigação e, talvez, também na fase de preparação”;</li> <li>▪ “A atuação dos comitê de gerenciamento de riscos existentes, demonstra que eles não consideram as diretrizes conceituais de superação da abordagem científica clássica, portanto agem pontualmente, e não consideram o todo da cidade ou região”;</li> <li>▪ “Não há uma falta de clareza de atribuições na gestão das águas pluviais urbanas. Dar clareza à complexa tarefa de criar uma integração entre os quatro sistemas que compõe o Sistema de Saneamento Básico é muito importante”;</li> <li>▪ “O estabelecimento de atribuições pode ser considerado como parte da diretriz que trata da instituição de órgão específico para gestão do saneamento”;</li> </ul> |

## c) Diretrizes de Gestão

As respostas sobre as Diretrizes de Gestão trouxeram 6 respostas em branco, o que resultou em 21 respostas válidas. Dessas, 8 foram respostas positivas, três apontaram problemas urbanos e dez respondentes apontaram falhas nas diretrizes ou que sugeriram assuntos para reflexão. Todas as respostas foram agrupadas e classificadas no Quadro 5.11.

Quadro 5.11 (continua) - Classificação das respostas qualitativas sobre as diretrizes de gestão

| QT | Tipo de resposta                            | Destaques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|----|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 8  | Respostas positivas, que reforçam conceitos | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ “Para uma gestão eficiente das águas pluviais urbanas é necessário estabelecer mecanismos de articulação entre os diferentes serviços urbanos, de modo a contemplar as diversas faces da complexidade que é gerir uma cidade”;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|    |                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ “Implementar a gestão no campo da drenagem é condição sine qua non para a sustentabilidade e desempenho ambiental dos municípios”;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|    |                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ “O problema é de fato de gestão, aí reside o núcleo do problema. E só com uma abordagem sistêmica, que aja em todas as interfaces do problema, pode-se ter um manejo adequado das águas pluviais urbanas. Isso significa não apenas comunicação e integração entres órgãos, mas também ente órgãos e sociedade, aí incluída a Academia. Ademais, o planejamento deve ser cíclico, permitindo que o monitoramento e avaliação das ações efetivamente retroalimente as decisões da gestão”;</li> </ul>                                                                                                                                                                                        |
|    |                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ “Considero a participação da sociedade muito importante, mas em momentos específicos. A participação popular nos planos, em minha opinião, deve-se dar na fase de diagnóstico e na priorização e aprovação das propostas. Na fase de desenvolvimento das propostas, essa atividade deve caber ao corpo técnico, que define alternativas para consulta”;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|    |                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ “É de fundamental importância um comitê com um gestor específico em drenagem urbana e manejo das águas pluviais, é fundamental a implantação de cobrança de um valor para a gestão desse comitê e para as obras estruturais ou não deste comitê. A fiscalização pós habite-se das construções tem que existir, pois, como sempre, existem os “jeitinhos” brasileiros. Uma legislação com poder de lei e consequências para os que não cumprí-las tem que ser um passo sério e realmente usado. Acho que apenas tornando na prática todos esses objetivos é que realmente teremos uma solução para os problemas visíveis principalmente em Recife em época de chuva e maré alta”;</li> </ul> |
|    |                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ O controle urbano é muito importante. A curto prazo a população não vê as vantagens do lote permeável. Cabe às atividades de gestão promoverem o controle;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|    |                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Não adiante educar a população se o sistema atual não for revisto e se no futuro ele não tiver a manutenção adequada;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|    |                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ “A gestão, neste caso, agoniza à espera de novas diretrizes, que estarão fundamentadas nos novos conceitos, contudo há um “patrimônio” a ser mantido e modernizado para que a cidade funcione. A transição para novas diretrizes é uma medida de longo prazo e requer muito investimento”;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

Quadro 5.11 (continuação): Classificação das respostas qualitativas sobre as diretrizes de gestão

| QT | Tipo de resposta                                                                  | Destaques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3  | Respostas que apontam problemas urbanos                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hoje verifica-se que a interferência política na gestão, prejudica o desenvolvimento de uma manutenção preventiva;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 10 | Respostas que apontam falhas nas diretrizes ou que sugerem assuntos para reflexão | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ “Em relação a ocupação urbana constata-se, já há algumas décadas, a falta de um planejamento habitacional. Opta-se por soluções locais, o que aumenta a taxa populacional dos centros urbanos”;</li> <li>▪ “Existe um abismo no planejamento das águas urbanas. Só há preocupação em se procurar soluções imediatistas para os problemas, mas não se solucionam ou se mitigam as causas”;</li> <li>▪ “Sobre a rede coletora de esgoto e o tratamento e destino final das águas tratadas, não foi muito abordado. Por exemplo, redes de efluentes cujo destino final é o mar alteram o regime hídrico dos rios e riachos, causando um impacto negativo ao metabolismo dos corpos hídricos urbanos. Qual seriam as propostas técnicas para que a água ficasse o maior tempo possível na bacia hidrográfica? Esta seria uma abordagem para um segundo momento, acredito, mas sugiro que seja citado algo a respeito neste momento”;</li> <li>▪ “Senti falta de agregar a Lei de Saneamento Básico. Ela existe desde 2007 e não avançamos quase nada no que se refere à elaboração dos planos de Saneamento Integrando os quatro sistemas”;</li> <li>▪ “Não creio que a criação de uma taxa de água pluvial seja realmente importante de forma solitária. A taxa, por si só, apenas provê recursos. Para se obter soluções, é necessário que os recursos sejam adequadamente aplicados, que é o que se está procurando definir, justamente, com as demais propostas deste questionário”;</li> <li>▪ “A simples criação de uma Taxa de Água Pluvial não garante o aporte dos recursos, pois tais recursos podem ser desviados pela própria administração para outros setores;</li> <li>▪ “Talvez mais eficiente do que “taxa de drenagem” seja dar um desconto por manter os balanços hídricos originais. Questão a ser mais bem estudada. Não há garantia de que a cobrança de taxa de drenagem seja revertida em investimentos no setor, uma vez que não há vinculação dos valores. Conceitualmente, dar um desconto pela manutenção das condições significa transferir a responsabilidade para o usuário, inclusive de demonstrar que ele está sendo eficiente (reduz ações de fiscalização, por exemplo)”;</li> <li>▪ A forma de cobrança da taxa de drenagem, poderia ser mais flexibilizada, não precisaria estar atrelada ao IPTU;</li> <li>▪ “O povo brasileiro não suporta mais a criação de taxas. Precisamos de Técnicos especializados, dedicados, capacitados, valorizados, respeitados e sem influências políticas negativas em seu trabalho. Um grupo de técnicos não pode ser desmobilizado e totalmente renovado todas as vezes que ocorrerem mudanças no partido político governante”;</li> <li>▪ “Achei interessante a taxa de água pluvial, que deve ser paga pela população, para cobrir os custos de investimentos desses serviços”;</li> <li>▪ As diretrizes foram formuladas sem considerar os conflitos e as contradições, a pobreza e a riqueza, etc...;</li> <li>▪ Diretrizes abrangentes sujeitas a entraves técnicos e políticos de operacionalização;</li> </ul> |

Quadro 5.11 (conclusão): Classificação das respostas qualitativas sobre as diretrizes de gestão

| QT | Tipo de resposta                                                                  | Destaques                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10 | Respostas que apontam falhas nas diretrizes ou que sugerem assuntos para reflexão | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ O aumento da burocracia com o habite-se periódico é apenas um entrave, que torna as soluções antipáticas e afasta a sociedade do problema. Se a sociedade estiver consciente e tiver abraçado a ideia, o habite-se periódico seria pouco útil;</li> <li>▪ “O habite-se periódico, apesar de importante, pode criar mais empecilhos burocráticos que uma fiscalização de fato, gerando, ainda, um imenso sobrecarregamento do poder municipal. Acredito que a forma mais eficiente seria a fiscalização no ato do pedido de alteração construtiva no imóvel”;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|    |                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ “Em um mundo ideal, o sistema separador tenderia a ser conceitualmente melhor. Porém, o mundo não é ideal, a verba para investimento é limitada, o deficit de esgotamento e tratamento é grande, as conexões irregulares (resultantes de processo de urbanização informal) são frequentes. Creio que seria positivo se se pensasse em soluções efetivas para o esgoto sanitário, em termos de coleta e tratamento, levando em conta as dificuldades reais experimentadas nas cidades brasileiras, sem ideias preconcebidas. Um sistema separador, em que as águas pluviais recebem indevidamente esgotos, não oferece nenhuma proteção ao ambiente. Um sistema unitário bem projetado pode dar bons resultados, gerando descargas para o corpo receptor (de forma diluída) apenas em eventos que ultrapassem a capacidade do sistema”;</li> <li>▪ Há condições específicas em que a adoção do sistema unitário poderia se apresentar como adequada. A obrigação a qualquer custo gera um resultado mais negativo, que são sistemas dimensionados para um funcionamento separados, mas que na prática, funcionam juntos.</li> </ul> |
|    |                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ “Sinto falta de item que tenha mais força na questão da educação, do não jogar lixo na rua, são essas pequenas ações que também podem trazer um bom resultado, com as demais propostas do trabalho”;</li> <li>▪ “Os investimentos realizados com limpeza de macro e micro drenagem serão sempre pequenos, se não houver a educação da população. O que se gasta com limpeza da rede de canais e galerias, poderia ser investido na própria rede, porém em obras de recuperação. Isso não é possível porque se o poder público não realizar as limpezas necessárias, as áreas que alagam só aumentam e o prejuízo é muito maior”;</li> <li>▪ “O controle e fiscalização são importantes quando não há compromisso (e percepção de responsabilidade) da sociedade em relação aos problemas e suas soluções. Logo, considero importante o controle e fiscalização, mas no médio e longo prazos, o planejamento deve prever ações de comprometimento público com os problemas”;</li> </ul>                                                                                                                                             |
|    |                                                                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ “Na questão da proteção dos leitos menor e maior, observar que não é apenas invasão da propriedade privada, há diversos prédios públicos (escolas, hospitais, etc.) em áreas desta natureza”;</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |

## 5.8 Elaboração da lista final das diretrizes para a gestão sistêmica do SDMAPLU

Este item apresenta a lista final das diretrizes para a gestão sistêmica do SDMAPLU que foi elaborada após dois procedimentos:

1. Análise estatística das notas das perguntas, a qual retirou da lista as perguntas de número 13, 15, 26 e 29, do questionário por não terem obtido nota que representasse o consenso do Grupo de Especialistas;
2. Análise das respostas qualitativas, que agrupou e classificou as respostas de forma a apontar as falhas contidas nas diretrizes e a sugerir temas para reflexão.

Com base na análise das respostas qualitativas alguns dos pontos levantados pelos respondentes do Grupo de Especialistas foram considerados relevantes. A argumentação utilizada pelos respondentes levou à modificação de algumas diretrizes. Os Quadros 5.12, 5.13 e 5.14 apresentam sínteses sobre as respostas qualitativas, de um lado o quadro traz o ponto relevante levantado pelos respondentes e do outro a justificativa para a alteração da diretriz.

### a) Diretrizes conceituais

Quadro 5.12 (continua) - Síntese das respostas qualitativas sobre as diretrizes conceituais

| Ponto relevante                            | Justificativa para alteração da diretriz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Questão da superação da abordagem clássica | Foi argumentado que a adoção de uma abordagem não deve, necessariamente, significar o abandono puro e simples de outra abordagem. Nesse caso, fala-se da adoção da abordagem sistêmica de gestão e do abandono da abordagem higienista, ou clássica, da drenagem. Apesar da clara noção de que esta última possui limitações, suas soluções ainda se mostram úteis em alguns casos. Além disso, foi lembrado pelos respondentes que a própria abordagem sistêmica parte do princípio de que não existem soluções pré-concebidas, ou seja, soluções imutáveis que valham para todo e qualquer sistema de drenagem de águas pluviais urbanas. Para que tais soluções sejam viáveis é necessário que as relações funcionais, espaciais e temporais presentes nos sistemas urbanos sejam conhecidos e considerados. Dessa forma, o correto é que a diretriz que trata desse assunto aponte para uma conduta de gestão que combine todos os tipos de solução, incluindo a questão das medidas estruturais e não estruturais, ambas devem ser priorizadas, visando com isso a diminuição das inundações, alagamentos e enxurradas. |



Quadro 5.12 (continuação) - Síntese das respostas qualitativas sobre as diretrizes conceituais

| Ponto relevante                                                                                 | Justificativa para alteração da diretriz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |          |                                           |    |                                              |    |                                              |                 |                       |    |                       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------------------------------------|----|----------------------------------------------|----|----------------------------------------------|-----------------|-----------------------|----|-----------------------|
| Questão da bacia hidrográfica como unidade de planejamento do SDMAPLU                           | Dois respondentes chamaram a atenção para o fato de que “ter a bacia hidrográfica como referência para atuação em hidrologia é condição necessária”, sobretudo dentro de uma abordagem sistêmica, pois, “do contrário, o caráter sistêmico se perde[ria]”. Entretanto, como apontou um dos respondentes, “em uma visão integral dos sistemas urbanos, não há unidade mínima de análise”, os limites hidrográficos não, necessariamente, coincidem com os limites geopolíticos, ou com as vias de automóveis já estabelecidas. Portanto, tomando como exemplo a coleta de resíduos sólidos de uma cidade, não é eficiente atrelar a rota da coleta aos limites da bacia hidrográfica. Não faz sentido fazer um caminhão de coleta dar meia volta numa via que corta uma linha de cumiada só porque ali é o limite da bacia hidrográfica, pois isso não alteraria em nada a coleta dos resíduos sólidos. Porém a drenagem não ocorre cruzando a linha de cumiada, água da chuva não “sobe”, só desce, então o limite da bacia hidrográfica é um limite real para o sistema de drenagem de águas pluviais. Dessa forma, foi adicionado à diretriz o termo SDMAPLU, para deixar claro que a bacia hidrográfica deve ser a unidade de planejamento do SDMAPLU e não de todos os sistemas urbanos; |          |                                           |    |                                              |    |                                              |                 |                       |    |                       |
| Questão da obrigatoriedade da construção de reservatórios de retenção de águas pluviais urbanas | É possível afirmar que existe no Brasil uma tendência na adoção dessa obrigatoriedade visto que no ano de 2000 a cidade de Porto Alegre adotou essa obrigatoriedade e em 2002 a cidade de São Paulo aprovou a Lei 13276. A aprovação da chamada “Lei das Piscininhas” de São Paulo fez com que iniciativas semelhantes ocorressem em outras cidades do país, tais como Campina Grande (PB), Ribeirão Preto (SP), Campinas (SP) Limeira (SP), Rio de Janeiro e Curitiba (AGÊNCIA ESTADO, 2002). Em 2015, Recife aprovou a chamada “Lei do Telhado Verde”, que “dispõe sobre a melhoria da qualidade ambiental das edificações por meio da obrigatoriedade de instalação do “telhado verde”, e construção de reservatórios de acúmulo ou de retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem” (RECIFE, 2016a);                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |                                           |    |                                              |    |                                              |                 |                       |    |                       |
| Sobre o fato de “todos os conceitos aqui já [terem sido] bastante discutidos”                   | De fato, nesta Tese não há novos conceitos, nem a criação de novos dispositivos para a drenagem. Houve nesse trabalho um esforço de reelaboração de conceitos já conhecidos (os da drenagem e manejo das águas pluviais urbanas dentro da perspectiva da sustentabilidade) através da abordagem sistêmica. O objetivo foi o de conectar teoria e prática, ou seja, de instrumentar os conceitos, tornando-os utilizáveis na realidade da gestão das cidades do leste do Nordeste brasileiro, para que elas deixem de sofrer as consequências negativas de eventos de chuva intensa;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |          |                                           |    |                                              |    |                                              |                 |                       |    |                       |
| Questão da “importância da relação entre o SDMAPLU e os Sistemas Saneamento Básico”             | Apesar de ser elemento do Saneamento Básico assim como são: o esgotamento sanitário, a limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos e as águas pluviais urbanas, o abastecimento de água potável não interage com as águas pluviais urbanas como interagem os dois primeiros elementos citados. Dessa forma, é possível que as diretrizes tenham contemplado tais elementos de maneira diferente e com pesos diferentes. O quadro abaixo traz o número da diretriz (da lista preliminar de diretrizes) e qual dos elementos do saneamento básico ela contempla:<br>Quadro 5.13: Elemento do Saneamento Básico contemplado <table border="1"> <thead> <tr> <th>Diretriz</th><th>Elemento do Saneamento Básico contemplado</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30</td><td>Limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos</td></tr> <tr> <td>31</td><td>Limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos</td></tr> <tr> <td>Letra “c” da 32</td><td>Esgotamento sanitário</td></tr> <tr> <td>33</td><td>Esgotamento sanitário</td></tr> </tbody> </table>                                                                                                                                                                                                                                           | Diretriz | Elemento do Saneamento Básico contemplado | 30 | Limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos | 31 | Limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos | Letra “c” da 32 | Esgotamento sanitário | 33 | Esgotamento sanitário |
| Diretriz                                                                                        | Elemento do Saneamento Básico contemplado                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |          |                                           |    |                                              |    |                                              |                 |                       |    |                       |
| 30                                                                                              | Limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |                                           |    |                                              |    |                                              |                 |                       |    |                       |
| 31                                                                                              | Limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |          |                                           |    |                                              |    |                                              |                 |                       |    |                       |
| Letra “c” da 32                                                                                 | Esgotamento sanitário                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |                                           |    |                                              |    |                                              |                 |                       |    |                       |
| 33                                                                                              | Esgotamento sanitário                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |          |                                           |    |                                              |    |                                              |                 |                       |    |                       |

Quadro 5.12 (continuação) - Síntese das respostas qualitativas sobre as diretrizes conceituais

| Ponto relevante                                                                        | Justificativa para alteração da diretriz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Conceito de “condições naturais originais” <i>versus</i> Conceito de “manter balanços” | De fato, a argumentação trazida na análise é relevante e por essa razão a redação da diretriz contemplará a observação feita pelo respondente;                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Sobre observar um caso prático da adoção das diretrizes de gestão sistêmica do SDMAPLU | Observar um caso prático da adoção de quaisquer diretrizes ilustra, facilita e amplia o entendimento dos conceitos abordados de todas as formas, o fato é que no caso de áreas urbanas a adoção de diretrizes com a natureza das que estão sendo estudadas nesse trabalho requer tanto que toda uma gestão municipal decida pela adoção das diretrizes, quanto requer o gasto de um determinado tempo para a apropriação dos conceitos e da abordagem, esse tempo não é compatível com o tempo da Academia. Dessa forma, não foi possível, nesse momento, realizar tal observação, porém fica registrada a intenção de fazê-lo em futuras pesquisas. |

## b) Diretrizes para o arcabouço institucional

Quadro 5.14 (continua) - Síntese das respostas qualitativas sobre as diretrizes para o arcabouço institucional

| Ponto relevante                                                                                                       | Justificativa para alteração da diretriz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Questão do detalhamento da gestão da vegetação pública ser secundária no âmbito do arcabouço institucional do SDMAPLU | As diretrizes para a gestão sistêmica do SDMAPLU consideram a Vegetação Urbana como um de seus elementos, interferindo diretamente na gestão das águas pluviais. Por tal razão elas são contempladas no âmbito do arcabouço institucional do SDMAPLU.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Questão da criação de um órgão único para a gestão do SDMAPLU                                                         | Essa diretriz não estará na Lista Final das Diretrizes para a Gestão Sistêmica do SDMAPLU por não ter obtido nota que demonstrasse o consenso do Grupo de Especialistas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Questão de uma equipe de profissionais que seja ligada ao comitê de bacia de um determinado corpo d'água              | Talvez a redação da diretriz não tenha deixado claro que o objetivo da instituição de uma equipe de profissionais da gestão municipal é que eles sejam instruídos e treinados para identificar os atores envolvidos na gestão de um determinado corpo d'água dentro da escala municipal, e portanto possa auxiliar na viabilização de ações que venham a ser necessárias no corpo d'água em questão. Porém é importante, que eles não percam a referência de que aquele trecho do rio em que estão atuando é parte de um todo que o corpo d'água considerado na escala de sua bacia, por isso é necessário que estejam ligados ao comitê da bacia do corpo d'água. Diante desse impasse a redação da diretriz foi modificada no intuito de deixar mais clara a sua intenção. |
| Questão da instituição de um grupo de apoio jurídico                                                                  | Essa diretriz não estará na Lista Final das Diretrizes para a Gestão Sistêmica do SDMAPLU por não ter obtido nota que demonstrasse o consenso do Grupo de Especialistas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Questão do comitê de gerenciamento de risco                                                                           | A argumentação trazida pelo respondente levantou uma questão importante quando se trata de eventos extremos, que é a questão da sua prevenção e mitigação e não apenas dos procedimentos de tratamento das suas consequências. Dessa maneira, a redação da diretriz foi modificada.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

Quadro 5.14 (conclusão): Síntese das respostas qualitativas sobre as diretrizes para o arcabouço institucional

| Ponto relevante                                                                       | Justificativa para alteração da diretriz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Questão da falta de clareza sobre as atribuições na gestão das águas pluviais urbanas | <p>Essa é uma questão que pode ter entendimento e interpretação variáveis, pois ela é subordinada à três aspectos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ao porte da área urbana;</li> <li>2. ao arranjo institucional em que a gestão das águas pluviais urbanas se insere, e;</li> <li>3. à prática da política na gestão, ou seja, como os órgãos nas diversas esferas conseguem atuar, não se sobrepondo e unindo esforços em prol da excelência na qualidade do serviço urbano?</li> </ol> <p>Logo, é importante ressaltar que a observação do respondente é válida. Ele diz que não acredita que o problema seja a de falta de clareza das atribuições, mas sim a complexidade inerente à criação de uma integração entre os quatro sistemas que compõem o sistema de saneamento básico.</p> <p>No entanto, a redação da diretriz não será modificada, pois ela pode não trazer a realidade de todas as cidades brasileiras, mas contempla a realidade de uma parte significativa delas.</p> |

c) Diretrizes para a gestão

Quadro 5.15 (continua) - Síntese das respostas qualitativas sobre as diretrizes para gestão

| Ponto relevante                                    | Justificativa para alteração da diretriz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Questão da troca de informações entre instituições | A sugestão sobre se efetivar a troca informações entre as universidades Federais, Estaduais, Particulares, Institutos Federais, escolas do ensino médio, ONGs, Associações de Bairros, etc, sobre a gestão sistêmica e sustentável do manejo das águas pluviais é bastante interessante, mas não cabe alterar o texto da diretriz visto que ele inclui o que foi argumentado pelo respondente quando diz “Incentivar e promover a integração e a flexibilização da gestão urbana através do maior compartilhamento de dados entre instituições da mesma ou de diferentes esferas (...)”, ou seja, o termo instituições inclui todo tipo de instituição, inclusive as citadas pelo respondente.                          |
| Questão do esgotamento sanitário                   | O respondente comenta: “Sobre a rede coletora de esgoto e o tratamento e destino final das águas tratadas, não foi muito abordado. Por exemplo, redes de efluentes cujo destino final é o mar alteram o regime hídrico dos rios e riachos, causando um impacto negativo ao metabolismo dos corpos hídricos urbanos. O respondente tem razão em afirmar que o esgotamento sanitário altera o ecossistema dos corpos hídricos. De maneira alternativa, o sistema poderia ser projetado para ser unitário já que essa é a realidade em parte de muitas cidades brasileiras. Embora não seja o foco da Tese é importante enfatizar a importância da sociedade cobrar dos órgãos públicos a coleta e o tratamento do esgoto. |
| Questão da “taxa de água pluvial”                  | Essa diretriz não estará na Lista Final das Diretrizes para a Gestão Sistêmica do SDMAPLU por não ter obtido nota que demonstrasse o consenso do Grupo de Especialistas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

Quadro 5.15 (conclusão) - Síntese das respostas qualitativas sobre as diretrizes para gestão

| Ponto relevante                                                                                 | Justificativa para alteração da diretriz                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Questão das diretrizes não considerarem os conflitos e contradições das cidades                 | As áreas urbanas, como foi explicitado no corpo da Tese são unidades onde ocorrem contínuas mudanças, por essa razão sempre envolvem conflitos e contradições das mais diferentes naturezas. Além disso existe o contexto sócio-político-econômico de cada região que também contribui para a existência dos conflitos e contradições. Estes estão situados numa outra dimensão, mais geral e profunda que faz com que estejam presentes no dia a dia de todos os serviços urbanos. Logo, a gestão pública de uma forma geral deve operar considerando-os. No que diz respeito ao texto das diretrizes, estes devem ser abrangentes o suficiente para incluir as diversas particularidades das áreas urbanas, pois do contrário, as diretrizes podem se transformar em regras específicas de uma determinada cidade.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Questão do “habite-se periódico”                                                                | Essa diretriz não estará na Lista Final das Diretrizes para a Gestão Sistêmica do SDMAPLU por não ter obtido nota que demonstrasse o consenso do Grupo de Especialistas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Questão do sistema separador absoluto                                                           | <p>Apesar dos argumentos bastante sensatos dos respondentes que dizem:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ “Um sistema separador, em que as águas pluviais recebem indevidamente esgotos, não oferece nenhuma proteção ao ambiente. Um sistema unitário bem projetado pode dar bons resultados, (...)”;</li> <li>▪ “Há condições específicas em que a adoção do sistema unitário poderia se apresentar como adequada. A obrigação a qualquer custo gera um resultado mais negativo, que são sistemas dimensionados para um funcionamento separados, mas que na prática, funcionam juntos”;</li> </ul> <p>Não foi foco da Tese propor algo diferente nesse sentido. Porém, como na realidade de grande parte das cidades brasileiras nem se tem sistema separador absoluto, nem se tem um sistema unitário, mas sim uma mistura de ambos, o sistema de drenagem poderia ser projetado para ser unitário. Além disso, cabe aos órgãos públicos repensarem a universalização do sistema separador absoluto, bem como pensar também na possibilidade de fazer um tratamento das águas pluviais urbanas, pelo menos em tempos secos e nas primeiras chuvas (first flush). Os países desenvolvidos já estão preocupados com esse tema.</p> |
| Questão da educação da população e a questão da percepção da responsabilidade sobre o problema. | A primeira diretriz, não por acaso, trata da educação da população, tanto a educação cidadã como a educação hidroambiental, justamente porque acredita-se que a Educação é o mais forte agente de transformação social e ambiental. Com relação às ações de planejamento para a construção e aplicação de ações de comprometimento público com o problema é possível dizer que elas estão intimamente ligadas à questão da educação. Sem uma população educada e consciente sobre suas responsabilidades sociais, o caminho para o equilíbrio urbano será muito mais longo.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Questão da proteção dos leitos maior e menor                                                    | O texto da diretriz não deixou claro que para proteger os leitos menor e maior dos rios e dos riachos urbanos e as planícies de inundação, todo e qualquer tipo de ocupação irregular, informal e ilegal deve ser retirado dessas áreas. Dessa forma o texto da diretriz foi modificado nesse sentido.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

### 5.8.1 Lista final das diretrizes para a gestão sistêmica do SMAPLU

#### Diretrizes conceituais

1. Educar a sociedade com relação às questões hidroambientais, bem como com relação ao seu papel como parte de um todo que é coletivo (educação cidadã), pois uma vez a sociedade assumindo suas responsabilidades na gestão urbana, mais especificamente na gestão do manejo das águas pluviais urbanas, ela contribuirá para a sustentabilidade desse processo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; CABRAL et al, 2001; POMPÊO, 2000);
2. Elaborar a chamada *city vision*, que é a “imagem comum desejável do futuro [de uma cidade] descrita em termos precisos” (EUROPEAN COMMISSION, 2011, p. 10, tradução nossa), ou seja, formular um plano de longo prazo que contenha a visão que a população de uma determinada sociedade quer para sua cidade. Visão essa que fundamenta os planos diretores e ajuda a traçar os objetivos sociais, ambientais e econômicos daquela área urbana (UNITED NATIONS, 2016);
3. Tanto a abordagem científica clássica (que se caracteriza por tratar os problemas de forma pontual e como parte de uma cadeia linear de causa e efeito [BRANCO, 1999; CHURCHMAN, 1972]) quanto a abordagem higienista e corretiva (que tende a resolver os problemas da drenagem urbana por meio de medidas que aumentam a velocidade e a quantidade do escoamento das águas pluvias) têm sido utilizadas quase que com exclusividade por décadas pelos órgãos gestores das cidades. Sua eficiência é inegável, como também é inegável que elas possuem limitações. Do contrário, as cidades não estariam vivendo episódios cada vez mais frequentes de inundações e de algamentos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; CABRAL et al, 2001; CHURCHMAN, 1972; POMPÊO, 2000; TUCCI, 2002). No entanto, não é o abandono de tais abordagens que vai garantir a eficiência dos sistemas urbanos de drenagem e manejo das águas pluviais, mas sim a mudança na conduta da gestão das águas pluviais urbanas. A gestão deve abandonar o objetivo único de fazer a água entrar no sistema de drenagem o mais rapidamente possível e passar a objetivar o retardo da sua inserção no

sistema, para que haja tempo para a infiltração e para o escoamento ocorrer sem alagamentos e enxurradas. Para isso é necessário que, em primeiro lugar, seja ampliado o repertório de técnicas, métodos e procedimentos de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, ou seja, deve ser adotada também as soluções trazidas pelas abordagens de desenvolvimento urbano de baixo impacto e pela abordagem sistêmica (BRANCO, 1999; CHURCHMAN, 1972; VON BERTALANFFY, 1968) (integrada e sustentável) (POMPÊO, 2000; UNITED NATIONS, 2016) que, por um lado, entenda o funcionamento dos sistemas urbanos através do reconhecimento das origens e características dos seus problemas, e que, por outro, trace planos de ação com base nesses problemas e nas inter-relações existentes entre os elementos dos sistemas visando restaurar e manter a dinâmica equilibrada dos mesmos;

4. Tratar a atividade do Manejo das Águas Pluviais Urbanas como um sistema, no sentido amplo da palavra, ou seja, como uma unidade funcional que precisa estar dinamicamente equilibrada para poder ser sustentável. Tradicionalmente quando se refere ao “Sistema de Drenagem” de uma cidade, está-se referindo ao “[...] conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas das áreas urbanas” (BRASIL, 2016, p. 2). No entanto, a visão de Sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (SDMAPLU) adotada aqui considera que o SDMAPLU precisa ser muito mais abrangente do que a abordagem tradicional, ou seja, deve-se considerar também todos os elementos que possuem algum tipo de relação com elementos ditos tradicionais, tais como as pessoas, a vegetação, os resíduos sólidos, a legislação e o uso do solo;
5. Reconhecer e dar o devido valor ao SMAPLU, uma vez que ele é um dos sistemas urbanos responsáveis pelo equilíbrio do “sistema cidade”, (POMPÊO, 2000);
6. Ter a bacia hidrográfica como unidade mínima de estudo e de planejamento do SDMAPLU (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995;

MINAS GERAIS, 2006; POMPÊO, 2000; TUCCI, 2002), bem como as sub-bacias hidrográficas dos riachos afluentes;

7. Evitar a transferência do impacto das ações antrópicas para jusante utilizando medidas mitigatórias dos tipos: (a) preventivas, (b) corretivas, e (c) compensatórias (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; POMPÊO, 2000; TUCCI, 2002);
8. Não ampliar a cheia natural e diminuir o volume do escoamento superficial priorizando e estimulando a infiltração, a detenção e a retenção e evitando a impermeabilização do solo. Para não aumentar a velocidade do escoamento superficial é importante não modificar o desenho e as características naturais dos rios e riachos urbanos, de maneira que o objetivo seja preservar/resgatar essas características, e assim, manter os balanços de qualidade das águas (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; POMPÊO, 2000; TUCCI, 2002; UNITED STATES, 2000);
9. Implementar medidas de “convivência” com os riscos meteorológicos que envolvam o uso da tecnologia, tais como: previsão das condições meteorológicas em tempo real, sistema de alerta para telefones celulares ou que envolvam a redução de prejuízos com a implementação de seguros contra enchentes (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; SOUZA, CRUZ, TUCCI, 2012);

### **Diretrizes para o arcabouço institucional**

10. Haver legislação nos âmbitos Municipal, Estadual e Federal que trate dos recursos ambientais, sobretudo os hidroambientais, para apoiar as decisões, a resolução de conflitos e controlar as ações relativas ao manejo das águas pluviais urbanas que possuem uma escala prioritariamente local (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; TUCCI, 2002);
11. Os conceitos e os fenômenos da drenagem são estruturadores do espaço. Dessa forma, deve-se elaborar um Plano Diretor Setorial de Manejo das Águas Pluviais Urbanas que deve ter força de lei. O Plano Diretor Urbano deve estar em consonância com este plano diretor setorial (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; TUCCI, 2002) e deve estar integrado aos outros Planos Diretores Setoriais;

12. Elaborar o Plano Diretor Setorial com força de lei relativo à Vegetação Urbana, o qual deve estar em consonância com o Plano Diretor Urbano, integrado aos outros Planos Diretores Setoriais (UNITED STATES, 2013), bem como deve incluir o planejamento:
  - a) da escolha das espécies a serem plantadas nas calçadas e praças, para que sejam escolhidas as que melhor se adequam ao espaço urbano, evitando assim que folhas e frutos caiam nas vias e sejam arrastadas para as galerias de águas pluviais;
  - b) do procedimento e de técnicas de plantio, de forma que as árvores sejam plantadas de forma a evitar que suas raízes danifiquem as galerias de águas pluviais;
  - c) da manutenção das árvores plantadas, de forma que se evite problemas futuros entre as raízes, folhas e frutos dessas árvores e a tubulação de águas pluviais urbanas;
13. Instituir uma equipe de profissionais, da gestão municipal, que sejam instruídos e treinados para identificar os atores envolvidos na gestão de um determinado corpo d'água, e para auxiliar na realização de reuniões de trabalho que viabilizem o entendimento por parte dos atores sobre ações e decisões que venham a ser necessárias no corpo d'água em questão. Porém, é importante que a equipe esteja ligada ao comitê da bacia do rio em estudo, ou do seu afluente, para que não se perca a referência de que aquele trecho em que estão atuando é apenas um trecho quando se considera a escala de sua bacia.
14. Instituir um “comitê de gerenciamento de riscos” para atuar na prevenção e alerta, bem como na mitigação dos efeitos não desejados dos impactos causados por eventos hidrológicos intensos, os quais envolvem risco potencial à população e ao patrimônio da área urbana. Tal comitê deve fazer parte da estrutura institucional de defesa civil da municipalidade, devendo atuar nas fases de identificação, análise, desenvolvimento de respostas e monitoramento dos riscos (UNITED NATIONS, 2016);
15. Estabelecer uma clara definição de atribuições na gestão do manejo das águas pluviais urbanas, uma vez que com a realidade fragmentada, pouco eficiente e eficaz da gestão dos serviços urbanos, a visão setorializada dos



gestores devido a essa fragmentação e a resolução pontual dos problemas urbanos em voga, a estrutura administrativa demonstra a existência de repetição de atribuições regimentais e, ao mesmo tempo, apresenta lacunas de atuação com a particularidade de não possuir pessoal técnico capacitado para lidar com as questões do manejo das águas pluviais urbanas (POMPÊO, 2000; TUCCI, 2002);

### **Diretrizes de gestão**

16. Incentivar e promover a participação da sociedade na construção, na execução e na avaliação dos planos urbanos que envolvam o manejo das águas pluviais urbanas. Para isso é necessário que ela seja informada sobre suas responsabilidades dentro do SDMAPLU (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; POMPÊO, 2000);
17. Adotar uma gestão de caráter abrangente e integrado, que se baseie em medidas mitigatórias dos tipos: preventivas, corretivas, e compensatórias, as quais visam minimizar ou eliminar os efeitos negativos das ações antrópicas; bem como medidas potencializadoras, que visam otimizar e maximizar os impactos antrópicos positivos (POMPÊO, 2000; SOUZA; CRUZ; TUCCI, 2012; UNITED STATES, 2000);
18. Incentivar e promover a integração e a flexibilização da gestão urbana através do maior compartilhamento de dados entre instituições da mesma ou de diferentes esferas de modo que as fronteiras físicas ou institucionais não sejam impedimentos para alcançar soluções para os problemas existentes. Estimulando que sejam criados indicadores multifinalitários que sirvam a vários órgãos da gestão urbana de um município (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; POMPÊO, 2000; UNITED NATIONS, 2016);
19. Promover a instrumentalização da gestão do SMAPLU, pois a conexão entre o conhecimento desenvolvido no ambiente acadêmico e a prática da gestão realizada nos órgãos públicos ainda é precária. Dessa maneira, é necessário conhecer e valorizar as inter-relações existentes entre os componentes do SMAPLU de modo que proposições sintéticas que busquem a eficiência e a eficácia da sua gestão sejam elaboradas; pois como o Professor Cesar Pompêo (2000) afirma: “não há como buscar eficiência em um punhado de

- obras desconectadas ou mal conectadas, realizadas com objetivo meramente corretivo em situações emergenciais” (p. 20);
20. Incentivar a capacidade dos gestores urbanos de promoverem a articulação interdisciplinar e transdisciplinar, bem como de realizarem sínteses para lidarem com as conexões espaciais, temporais e funcionais existentes nas cidades (MENEGAT; ALMEIDA, 2000);
  21. Atualização e compatibilização entre as normas e regulamentos das prefeituras que tratem do manejo das águas pluviais urbanas, bem como a adequação das mesmas às especificidades locais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; TUCCI, 2002);
  22. Através da atividade do Controle Urbano, que inclui a fiscalização do uso do solo e o licenciamento urbanístico da cidade, garantir a contínua obediência às medidas de controle de enchentes, inundações, alagamentos e enxurradas por parte de todos os atores envolvidos na gestão do manejo das águas pluviais urbanas; por exemplo, controlar a retirada da cobertura vegetal dos lotes urbanos, bem como a impermeabilização do solo urbano (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; POMPÊO, 2000; TUCCI, 2002; TUCCI et al, 2010);
  23. Proteger os leitos menor e maior dos rios e dos riachos urbanos e as planícies de inundação de todo tipo de ocupação irregular, ilegal e informal. Se houver população na área ocupada ela deve ser relocada e se houver construções estas devem ser retiradas. É preciso que legislação existente seja cumprida. É necessário que seja dado um uso compatível com a natureza da área imediatamente após sua desocupação. Dessa forma, os habitantes da cidade não perceberão a área como estando “livre” para reocupação. Tais ações podem ser logradas por meio da educação hidroambiental e cidadã da população, da superação do déficit de moradias nas áreas urbanas e do efetivo controle urbano (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; POMPÊO, 2000; TUCCI, 2002);
  24. Elaborar Manual para Manejo das Águas Pluviais Urbanas que contenha desde orientações para o planejamento e a gestão sistêmica do SMAPLU, diretrizes de projeto, bem como trate de aspectos tecnológicos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; SÃO PAULO, 2012a, b, c);

25. Gerenciar as atividades urbanas de maneira que se busque a melhoria contínua do serviço prestado em oposição a encará-las como tarefas que findam quando a atividade propriamente dita é executada. Segundo a ABRH, o controle de inundações e de enchentes é um processo permanente (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995). Dessa forma, todas as atividades urbanas que participam do controle de inundações e enchentes devem compreender as seguintes ações: planejamento, execução, controle e monitoramento, avaliação e ação. Logo, não é suficiente que as autoridades municipais, no intuito de evitar inundações e enchentes, estabeleçam regulamentos e construam obras estruturais, ou seja, apenas planeje e execute. É preciso, ainda, que se monitore, avalie e aja. Somente assim, identificando os pontos que podem ser melhorados, avaliando as ações implantadas e replanejando as medidas tomadas é que o SMAPLU poderá manter seu equilíbrio dinâmico;
26. Buscar a eficácia do serviço de limpeza urbana através de algumas ações (listadas abaixo) que buscam a integração entre o planejamento e a execução das atividades da limpeza urbana e as atividades do manejo das águas pluviais urbanas tamanha é a inter-relação existente entre tais serviços urbanos (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS, 1995; TUCCI, 2002; TUCCI et al, 2010).
- a) regulamentação e fiscalização dos terrenos que são potenciais geradores de sedimentos (por exemplo: canteiros de obra, terrenos baldios) com vistas a controlar a produção de sedimentos;
  - b) cobertura universal da coleta, do tratamento e da destinação dos resíduos sólidos;
  - c) estabelecimento e cumprimento de uma rotina de varrição das ruas e calçadas, de forma que seja reduzida a presença de lixo difuso nas vias, evitando assim a entrada de resíduos sólidos nas galerias de águas pluviais;
27. Estabelecer e cumprir uma rotina de limpeza, manutenção e de investimentos nas redes de macro e de microdrenagem do SMAPLU de forma que periodicamente sejam retirados das tubulações folhas, frutos, raízes,

sedimentos e lixo difuso, bem como sejam consertadas as tubulações quebradas e sejam executadas ações que tornem o SMAPLU mais eficiente (POMPÊO, 2000; TUCCI, 2002);

28. Estabelecer e cumprir uma rotina de ações de reparos e de investimentos nas redes de macro e de microdrenagem do SMAPLU de forma a fazer com que o serviço urbano da drenagem não seja interrompido ou que ele seja realizado de forma ineficiente (POMPÊO, 2000; TUCCI, 2002). O cumprimento da rotina de ações vai identificar se:

- a) raízes das árvores estejam interferindo na drenagem das águas pluviais;
- b) o terreno em que as galerias estão dispostas tenha cedido por ser mole, danificando, assim, a galeria de águas pluviais;
- c) a população tenha interferido na disposição dos componentes do sistema de drenagem, como por exemplo, obstruindo as bocas de lobo (no intuito de evitar que saia dela o mau cheiro oriundo dos gases pela presença de esgoto nas galerias de águas pluviais), obstruindo as sarjetas (para facilitar a subida de automóveis nas calçadas) ou fazendo ligações clandestinas do esgoto domiciliar nas redes de microdrenagem (o que faz aumentar a vazão existente na tubulação, o que leva a ineficiência do sistema durante um evento pluviométrico, uma vez que a tubulação que supostamente deve conduzir somente água de chuva, já está ocupada com esgoto);

29. Fazer valer o que a legislação brasileira diz sobre a adoção de um sistema separador absoluto, ou seja, as tubulações de drenagem e de esgoto sanitário devem cobrir toda a área urbana e devem ser exclusivas para cada serviço urbano (POMPÊO, 2000; TUCCI, 2002). De maneira alternativa, o sistema poderia ser projetado para ser unitário já que essa é a realidade em parte de muitas cidades brasileiras;

30. Ampliar o número e o uso de mecanismos de monitoramento e de avaliação da eficiência e da eficácia da gestão do manejo das águas pluviais urbanas por meio da criação de indicadores e de maneiras de compartilhar tais

informações entre instituições (EUROPEAN UNION, 2011; UNITED NATIONS, 2016; UNITED STATES, 2005).

## **6 ■ CONCLUSÃO**

|                                       |            |
|---------------------------------------|------------|
| <b>6.1 Recomendações.....</b>         | <b>137</b> |
| <b>6.2 Considerações finais .....</b> | <b>138</b> |

## 6 CONCLUSÃO

O principal objetivo desse trabalho foi o de elaborar um conjunto de diretrizes para a gestão do Sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (SDMAPLU) que estivesse fundamentado em um modelo de desenvolvimento urbano sistêmico e sustentável. A Lista Final das Diretrizes para a Gestão Sistêmica do SDMAPLU está no item 5.8.1 deste trabalho. A validação das diretrizes por especialistas através do método Delphi demonstrou que os especialistas concordam que a lógica sistêmica traz diretrizes positivas para a gestão das águas pluviais urbanas, e, assim, a hipótese desse trabalho estaria comprovada.

Partindo da hipótese e do objetivo geral, esta pesquisa foi desenvolvida na busca de compreender como se dá uma gestão das águas pluviais urbanas focada não nos elementos do SDMAPLU, como é o usual, mas sim nas relações existentes entre seus elementos para que, assim, a gestão se desse de forma sistêmica e cada vez menos fragmentada e ineficiente.

Na composição do quadro conceitual que fundamenta esta Tese, dois conceitos foram construídos: o da gestão urbana sistêmica e o da gestão sistêmica das águas pluviais urbanas, sendo o segundo um desdobramento do primeiro. A abordagem sistêmica alcançada no presente trabalho possui duas concepções de base. A primeira concepção é o entendimento de que as áreas urbanas são unidades funcionais constituídas de partes que estão interligadas por meio de atividades, as quais, em termos de gestão, se traduzem nas atividades dos serviços urbanos. Todas as partes juntas formam um sistema complexo e dinâmico, que objetiva manter os serviços urbanos funcionando de forma a gerar qualidade de vida para a população. Para alcançar esse objetivo, as cidades devem manter o equilíbrio dinâmico do fluxo de energia ou de matéria em suas atividades. O segundo entendimento é de que a gestão sistêmica de uma cidade deve ser, necessariamente, focada nas inter-relações produzidas pelas atividades urbanas, pois elas são extremamente importantes para a manutenção da sustentabilidade e da resiliência das áreas urbanas.

Dentro desse contexto, é pertinente que se chame a atenção para o fato de que, nas últimas décadas, a gestão urbana evoluiu no sentido de deixar de ser compreendida como um processo linear e passar a ser reconhecida como sistêmica.

A natureza sistêmica das áreas urbanas traz elementos como: organização, complexidade, interação, integralidade, simbiose e auto-organização, todos abordados no capítulo três desta Tese. No entanto, nesse interim, as cidades cresceram numa velocidade vertiginosa tornando-as sistemas super complexos e sobrecarregados.

No caso do SDMAPLU, que se caracteriza por não ser um sistema linear, onde as águas pluviais precipitam, infiltram ou escoam, em seguida, entram nas galerias e através delas são lançadas em córregos sem interações entre seus elementos. Pelo contrário, o SDMAPLU é um sistema complexo onde as águas pluviais não só interagem com elementos tradicionais do sistema, mas também com elementos não tradicionais do sistema, que são as pessoas, a vegetação, os resíduos sólidos, a legislação e o uso da terra. Em síntese, as relações existentes entre seus elementos e entre esses elementos e as suas atividades resultam nos problemas de drenagem urbana, expostos no capítulo 5 desta Tese. Tais problemas ocorrem simultaneamente durante e depois de um evento pluviométrico e seus impactos se acumulam nas áreas urbanas causando alagamentos. É por essa razão que o funcionamento do SDMAPLU foi estudado por meio dos problemas que nele ocorrem. Para isso tais problemas foram identificados e analisados para que a partir dessa investigação, com o uso do método ZOPP, fosse elaborada a “Lista Preliminar das Diretrizes para a Gestão Sistêmica do SDMAPLU”.

Dessa forma é possível afirmar que a gestão sistêmica das águas pluviais urbanas pode ser compreendida como sendo a abordagem de gestão, com características de sustentabilidade e de integração, que baseia suas ações nas relações e nos problemas existentes entre os elementos do SDMAPLU e que não se apoia em soluções generalizáveis e pré-concebidas, como se fossem “mágicas”, uma vez que a abordagem sistêmica se manifesta através das inter-relações, da integração das informações e das ações de gestão.

No intuito de validar a hipótese lançada por esta Tese foi realizado um processo de validação das “Diretrizes para a Gestão Sistêmica do SDMAPLU”. Tal processo se deu por meio da aplicação de um questionário online, pela plataforma SurveyMonkey®, elaborado segundo o Método Delphi para um grupo de 65 profissionais especialistas em uma ou mais de uma áreas do conhecimento pertencentes ao escopo conceitual deste trabalho. A aplicação do questionário



online obteve a resposta de 27 especialistas, o que representou uma taxa de resposta de 41,54%, que ficou dentro do intervalo esperado, que era entre 40 e 75%.

Dando continuidade ao processo de validação as respostas obtidas sofreram um tratamento estatístico, explicitado no Capítulo 4 deste trabalho, segundo o qual quatro diretrizes foram eliminadas da lista preliminar por não terem atingido uma nota que demonstrasse o consenso do grupo com relação a sua permanência na lista.

Em seguida, foi realizada uma análise das respostas qualitativas com vistas à identificação de falhas e foram feitos os ajustes sugeridos e argumentados pelos respondentes, finalizando a composição da “Lista Final das Diretrizes para a Gestão Sistêmica do SDMAPLU”.

Dessa forma, é possível afirmar que a metodologia proposta foi realizada por completo e que a mesma permitiu que os objetivos geral e específicos colocados para este trabalho fossem atingidos resultando na confirmação da hipótese lançada por esta Tese.

A contribuição que esta Tese deixa para a comunidade, representada pelas populações urbanas das cidades do leste do Nordeste brasileiro, são as Diretrizes para Gestão Sistêmica do SDMAPLU. Uma lista de diretrizes que pode funcionar tanto como um instrumento de gestão propriamente dito, servindo como guia e como base conceitual para a atuação dos gestores urbanos, como quanto um instrumento de aproximação entre a realidade do Planejamento Urbano, enquanto teoria, e a realidade da prática da gestão dos sistemas urbanos, mais especificamente da gestão do sistema de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. A falta de aproximação entre essas duas realidades é uma queixa recorrente entre todos os envolvidos direta ou indiretamente na gestão urbana das cidades brasileiras.

Com relação à inovação esta Tese contribuiu no sentido de enxergar e de tratar a gestão das águas pluviais urbanas através de um novo prisma. Esse é constituído pela incorporação da noção de sustentabilidade urbana à abordagem sistêmica no planejamento urbano e, mais especificamente, na drenagem e no manejo das águas de chuva. Além disso, a construção das diretrizes considerou as especificidades e os problemas comuns às áreas urbanas do leste do nordeste brasileiro, numa tentativa de fazer com que as soluções se adaptem a tal realidade.

Além das contribuições mencionadas anteriormente, esta Tese registra também o esforço de trabalhos acadêmicos como este que ousam tentar aproximar determinadas áreas do saber tratando de assuntos que residem em suas interfaces. Fazer a Engenharia Civil, mais especificamente a Drenagem Urbana, se comunicar com o Planejamento Urbano através de conceitos como gestão sistêmica e sustentabilidade urbana é um desafio e tanto, dadas as diferenças existente em seus fundamentos teóricos, objetivos, objetos, prioridades e particularidades, ao mesmo tempo em que tais áreas do saber se inserem nos mesmos espaços, que são as cidades. Tal esforço de aproximação serve para difundir conceitos e, assim, consolidá-los na prática da gestão das áreas urbanas.

## **6.1 Recomendações**

De uma forma geral, recomenda-se que a reflexão feita no presente trabalho seja realizada em outras cidades brasileiras, não no sentido de tornar as diretrizes mais abrangentes, uma vez que soluções elaboradas para outras realidades na sua maioria não funcionam. Mas, no sentido de verificar se algum problema ou alguma questão tenha deixado de ser considerada. É importante, inclusive, avaliar se os problemas que ocorrem em cidades de grande porte são semelhantes aos problemas presentes em cidades de menor porte.

Com o objetivo de ampliar a integração da gestão das águas pluviais urbanas com a gestão de outros serviços urbanos, seria interessante que fossem feitas diretrizes sistêmicas para a gestão desses outros serviços.

Uma outra recomendação no sentido de dar continuidade a esse estudo é a avaliação de um caso prático de aplicação de diretrizes sistêmicas na gestão das águas pluviais urbanas. Sabe-se que, na realidade da maioria das cidades brasileiras, a decisão pela adoção de diretrizes como estas na gestão das águas pluviais é uma decisão que não é de caráter apenas técnico. Assim, seria importante que cidades de menor porte ou que porções de cidades de maior porte (bacias ou sub-bacias hidrográficas de rios e riachos) adotassem as diretrizes para que os resultados pudessem ser mais facilmente percebidos pela população e, assim, a lógica da gestão sistêmica ganhasse espaço dentro da gestão urbana.

## 6.2 Considerações finais

Resgatando o raciocínio desenvolvido desde a delimitação dos objetos deste trabalho e sumarizando o caminho metodológico percorrido, conclui-se que as “Diretrizes para a Gestão Sistêmica do SDMAPLU” configuram uma importante ferramenta para a prática da gestão do Sistema de Drenagem das cidades do leste do Nordeste brasileiro. Esse tipo de abordagem considera os problemas existentes no sistema e foca as ações de gestão nas relações existentes entre os elementos do sistema, fazendo com que tais ações deixem de ser fragmentadas e passem a ser integradas. A abordagem sistêmica pode suscitar nos gestores urbanos a capacidade de aproveitar o potencial transformador que a própria urbanização possui nas suas diversas atividades (UNITED NATIONS, 2016). Para isso é necessário que eles conheçam tais atividades urbanas, bem como conheçam as relações existentes entre os elementos daquele sistema urbano. Espera-se que, assim, as áreas urbanas perdurem no tempo de forma equilibrada, se aproximando do que preconiza a literatura atual sobre desenvolvimento urbano sustentável e que, consequentemente, prosperem, aumentando a qualidade de vida dos cidadãos.

É importante continuar aprofundando os estudos relacionados aos recursos hídricos e, principalmente, à Drenagem e ao Manejo das Águas Pluviais em áreas urbanas, pois, como foi dito, as ações de urbanização possuem um potencial transformador. A gestão eficaz das águas urbanas pode também ser vista como uma oportunidade econômica, social e ambiental e não apenas como um ônus para a cidade (CHENGYAO; SHUVING; JIE, 2011). Dessa forma, águas pluviais urbanas tornam-se um recurso valioso para as cidades e seus moradores e usuários. Elas podem gerar problemas, mas também podem gerar desenvolvimento e oportunidades, melhorando a qualidade de vida da sociedade.

# REFERÊNCIAS

## REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA ESTADO. Lei das Piscininhas chega a outras cidades. **Estado**: portal do Estado de São Paulo, São Paulo, 29 maio de 2002. Disponível em: <<http://brasil.estadao.com.br/noticias/geral,lei-das-piscininhas-chega-a-outras-cidades,20020529p17618>>. Acesso em: 22 set. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RECURSOS HÍDRICOS. **Carta de Recife**. Recife, 1995. Disponível em: <[http://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?P1=2&P2=115&P3=121&P1T=institucional&P2T=cartas&P3T=recife\\_1995](http://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?P1=2&P2=115&P3=121&P1T=institucional&P2T=cartas&P3T=recife_1995)>. Acesso em: 23 abr. 2016.
- AUMOND J. J.; LOCH, C.; COMIN, J. J. **Abordagem sistêmica e o uso de modelos para a recuperação de áreas degradadas**. Revista Árvore, Viçosa-MG, n. 36(6), p. 1099-1118, dez. 2012.
- BRANCO, S. M. **Ecossistêmica**: uma abordagem integrada dos problemas do meio ambiente. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.
- BRASIL. **Lei nº 13.308** (6, jul., 2016). Altera a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, determinando a manutenção preventiva das redes de drenagem pluvial. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2015-2018/2016/Lei/L13308.htm#art1](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2015-2018/2016/Lei/L13308.htm#art1). Acesso em 16 fev. 2017.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, **Manual para apresentação de propostas para sistemas de drenagem urbana sustentável e de manejo de águas pluviais**, 2012, 26p.
- CABRAL, J.J.S.P. et al. A problemática da drenagem urbana em áreas planas costeiras no nordeste brasileiro. In: VILLANUEVA, A. O.N; GOLDENFUND, J.A.; SILVEIRA, A.L.L. (Org.). **Soluções para a drenagem urbana em países da América Latina**. I Seminário de Drenagem Urbana no Mercosul, V Seminário Nacional de Drenagem Urbana Porto Alegre-RS, 2001, p. 18-34.
- CARDOSO, L. R., et al. Prospecção de futuro e método Delphi: uma aplicação para a cadeia produtiva da construção habitacional. Revista Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 5, n. 3, jul./set. 2005, p. 63-78.
- CHENGYAO, P.; SHUYING, W.; JIE, Z. **Sustainable in-situ water resource management strategies in water scarce urban environment**: a case study of Sino-Singapore Tianjin Eco City. Power and Energy Engineering Conference (APPEEC). Asia-Pacific, 2011.
- CHURCHMAN, C. W. **Introdução à teoria geral dos sistemas**. Petrópolis-RJ: Vozes, 1972.
- CORRÊA, R. L. **O espaço urbano**. São Paulo, SP: Ática, 1995.

EUROPEAN UNION. Directorate General for Regional Policy. **City of tomorrow: challenges, visions, ways forward**. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2011.

FLETCHER, T. D., et al. **MSUDS, LID, BMPs, WSUD and more: the evolution and application of terminology surrounding urban drainage**. Urban Water Journal, n. 12(7), p. 525–542, 2014.

FOLCH, R. Ecologia urbana e desenvolvimento sustentável: natureza e artefato, fronteira evanescente. In: MENEGAT, R.; ALMEIDA, G. (Orgs). **Desenvolvimento sustentável e gestão ambiental nas cidades: estratégias a partir de Porto Alegre**. Porto Alegre, RS: Editora da UFRGS, 2004, p. 79-96.

GOMES Jr, F. C. (Coord.). **Projeto de Navegabilidade dos rios Capibaribe e Beberibe: relatório de impacto ambiental**. Agência Estadual de Meio Ambiente, Pernambuco, 2012.

GONÇALVES, R. F. (Coord.). **Uso racional da água em edificações**. Rio de Janeiro, RJ: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2006.

GORDON, T. J. **The Delphi method**. AC/UNU Millenium Project, 1994.

GUILLEN, R. F. Ecologia urbana e desenvolvimento sustentável: natureza e artefato, fronteira evanescente. In: MENEGAT, R.; ALMEIDA, G. (Orgs). **Desenvolvimento sustentável e gestão ambiental nas cidades: estratégias a partir de Porto Alegre**. Porto Alegre, RS: Editora da UFRGS, 2004, p. 79-96.

HOFKIRCHNER, W. Ludwig Von Bertalanffy: forerunner of evolutionary systems theory. In: GU, J.; GHROUST, G. (Eds). **The new role of systems science form a knowledge-e-based society**, (2005). Disponível em: <<http://www.bcsss.org/wpcontent/uploads/2011/09/pdf41.pdf>> Acesso em: 13 nov. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 1950/2010: até 1991, dados extraídos de Estatísticas do Século XX**. Rio de Janeiro-RJ, 2007.

\_\_\_\_\_. **Sinopse do censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro, RJ: 2011. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censohistorico/1940\\_1996.sh](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censohistorico/1940_1996.sh)>. Acesso em: 21 nov. 2015.

\_\_\_\_\_. **Cidades**. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br>> Acesso em: 15 dez. 2016.

INSTITUTO ECOS. **Método Zopp**. Disponível em: <<http://www.institutoecos.org.br/br/areas/zopp.htm>>. Acesso em: 05 jul. 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Temperatura Média Compensada (°C):** 1961-1990. Disponível em: <<http://www.webcitation.org/6PKdMcCAX>>. Acesso em: 19 de out. de 2016.

KUYLENSTIERNA, J.; HEAL, K.; KARAMBIRI, H. Hydrology and water resources management for sustainable development in the 21<sup>st</sup> century. In: OKI, T.; VALEO, C.; HEAL, K. (Eds.). **Hidrology 2020: an integrating science to meet world water challenges**. Wallingford, OX: International Association of Hydrological Sciences, 2006, p. 39-67.

LEGATES, R.; STOUT, F. (Eds.). **The city reader**. London: Routledge, 2002. 2 ed.

MACIEL, J. **Elementos de teoria geral dos sistemas**. Petrópolis, RJ: Vozes, 1974.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MCLAREN, V. W. Urban Sustainability Reporting. In: WHEELER, S. M. e BEATLEY, T. (Eds.). **The sustainable development reader**. Abingdon: Routledge, 2014, p. 367-374.

MELO, J. R. C.; SAMPAIO, A. H. L.; ATHAYDE JR, G. B. **Aplicação do método Delphi para proposição de critérios para proteção de mananciais de abastecimento de água**. Revista eletrônica de gestão e tecnologias ambientais (GESTA), n. 1, p. 20-37, 2014. Disponível em: <[www.portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/download/8543/8519](http://www.portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/download/8543/8519)>. Acesso em: 3 dez. 2015.

MENEGAT, R.; ALMEIDA, G. Sustentabilidade, democracia e gestão ambiental urbana. In: MENEGAT, R.; ALMEIDA, G. (Orgs.). **Desenvolvimento sustentável e gestão ambiental nas cidades: estratégias a partir de Porto Alegre**. Porto Alegre-RS: Editora da UFRGS, 2004, p. 179-196.

MINAS GERAIS. Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Orientações Básicas para o meio ambiente**, 2006.

MINGUILLO, M. **Método ZOPP: planejamento de projetos orientado por objetivos**. Porto Alegre: Fundação Maurício Sirotsky Sobrinho. Disponível em: <[https://cursos.campusvirtualsp.org/pluginfile.php/36543/mod\\_page/content/7/M3C5\\_Minguillo\\_2003.pdf](https://cursos.campusvirtualsp.org/pluginfile.php/36543/mod_page/content/7/M3C5_Minguillo_2003.pdf)>. Acesso em: 05 jul. 2015.

OBSERVATÓRIO PERNAMBUCO DE POLÍTICAS PÚBLICAS E PRÁTICAS SÓCIO-AMBIENTAIS. **Como anda a região metropolitana do Recife**. Recife: (UFPE/FASE), 2006.

ODUM, E. P. **Fundamentos da ecologia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1976.

OVERTON, W. F. General systems, structure and development. In: RIEGEL, K. F.; ROSENWALD, G. C. **Structure and transformation developmental and historical aspects**, 1975, p. 61-81. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/265072674\\_General\\_Systems\\_Structure\\_and\\_Development](https://www.researchgate.net/publication/265072674_General_Systems_Structure_and_Development)>. Acesso em: 10 dez. 2015.

PALSULE, S. S. O desenvolvimento sustentável e a cidade. In: MENEGAT, R.; ALMEIDA, G. (Orgs.). **Desenvolvimento sustentável e gestão ambiental nas cidades**: estratégias a partir de Porto Alegre. Porto Alegre-RS: Editora da UFRGS, 2004, p. 31-58.

PASSO FUNDO (RS). **Lei Orgânica do Município de Passo Fundo**. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a2/lei-organica-passo-fundo-rs>>. Acesso em: 12 set. 2016.

PESCI, R. Um novo humanismo e o planejamento ambiental. In: MENEGAT, R.; ALMEIDA, G. (Orgs.). **Desenvolvimento sustentável e gestão ambiental nas cidades**: estratégias a partir de Porto Alegre. Porto Alegre-RS: Editora da UFRGS, 2004, p. 97-128.

POPPER, K. **A lógica da pesquisa científica**. São Paulo, SP: Cultrix, 1972.

POMPÊO, C. A. **Drenagem Urbana Sustentável**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Vol. 5, n. 1, jan./mar. 2000, p. 15-23.

RAND Corporation. **Delphi Method**. Disponível em: <<http://www.rand.org>>. Acesso em: 15 dez. 2016.

RAYENS, M. K.; HAHN, E. J. **Building consensus using the policy Delphi method**. Policy, Politics & Nursing Practice, Sage Publications, 1(4), nov. 2000, p. 308-315.

RECIFE. **Lei nº 18.112** (12, jan., 2015). Dispõe sobre a melhoria da qualidade ambiental das edificações por meio da obrigatoriedade de instalação do "telhado verde", e construção de reservatórios de acúmulo ou de retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem e dá outras providências. Publicada em Disponível em: < <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=280138>>. Acesso em: 27 out. 2016a.

RECIFE. Secretaria de Cultura. **O Recife**: histórias de uma cidade. Disponível em: <<http://censo2001.recife.pe.gov.br/pr/seccultura/fccr/historia/cap10/textos.html>>. Acesso em: 19 out. 2016b.

RECIFE. Secretaria de Mobilidade e Controle Urbano. Home. Disponível em: <<http://www2.recife.pe.gov.br/pagina/secretaria-de-mobilidade-e-controle-urbano>>. Acesso em: 20 out. 2016c.

RIACHOS URBANOS RECIFE. Lei Orgânica do Município de Passo Fundo-RS proíbe a canalização de riachos urbanos, 22 fev. 2016. Disponível em:



<<http://riachosurbanos.blogspot.com.br/2016/02/lei-organica-do-municipio-de-passo.html>>. Acesso em: 19 out. 2016.

SÃO PAULO (Cidade). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais**: gerenciamento do sistema de drenagem urbana. São Paulo: SMDU, v 1, 2012a.

\_\_\_\_\_. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais**: aspectos tecnológicos: fundamentos. São Paulo: SMDU, v 2, 2012b.

\_\_\_\_\_. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais**: aspectos tecnológicos: diretrizes para projetos. São Paulo: SMDU, v 3, 2012c.

SÃO PAULO (Estado). Companhia de Saneamento Básico. **Pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaold=471>>. Acesso em: 23 abr. 2016.

SILVEIRA, A. L. L. Hidrologia urbana no Brasil. In: Braga, B.; TUCCI, C. E. M.; TOZZI, M. **Drenagem urbana**: gerenciamento, simulação, controle. Porto Alegre-RS: Ed. UFRGS/ABRH, 1998.

SOUZA, C. F.; CRUZ, M. A. S.; TUCCI, C. E. M. **Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto**: planejamento e tecnologias verdes para a sustentabilidade das águas urbanas. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v 17, n 2, abr./jun., 2012, p. 9-18.

SOUZA, V. B. C. **Gestão da drenagem urbana no Brasil**: desafios para a sustentabilidade. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais, 1(1), 2013, p. 57-72.

TAYLOR, N. **Urban planning theory**: since 1945. London: Sage Publications, 2004.

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

\_\_\_\_\_. **Águas urbanas**. Estudos Avançados. 22(63). São Paulo, 2008.

TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C. (Orgs.). **Inundações urbanas na América Latina**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

TUCCI, C. E. M., et al. Interações entre a gestão de resíduos sólidos e a drenagem das águas pluviais urbanas. In: TUCCI, C. E. M.; PARKINSON, J. N.; GOLDENFUND, J.A. (Eds.). **Integrated urban water management**: humid tropics. UNESCO, 2010.

UNITED NATIONS. World Commission on Environment and Development. **Our Common Future**. Oxford: Oxford University Press, 1987.

\_\_\_\_\_. **World Urbanization Prospects:** the 2014 revision department of economic and social affairs, population division. New York, NY: 2014. Disponível em: <<http://esa.un.org/unpd/wup/cd-rom/>>. Acesso em: 12 ago. 2015.

UNITED NATIONS. Human Settlements Programme. **The city prosperity initiative.** Fev., 2016. Disponível em: <<http://unhabitat.org/the-city-prosperity-initiative-brochure/>>. Acesso em: 25 maio 2016.

UNITED STATES. Environmental Protection Agency. **Low impact development (LID):** a literature review, 2000.

\_\_\_\_\_. Agency. **National management measures to control nonpoint source pollution from urban areas:** management measure 12: evaluate program effectiveness, 2005.

\_\_\_\_\_. **Stormwater to street trees:** engineering urban forests for storm water management, 2013.

VERÓL, A. P. **Requalificação fluvial integrada ao manejo de águas urbanas para o desenvolvimento sustentável da cidade.** Tese de doutorado da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, 2013.

VON BERTALANFFY, L. **General system theory:** foundations, development, applications. New York: George Braziller, 1968.

# APÊNDICES

## APÊNDICE A

### Apêndice A: Carta de apresentação para o questionário Delphi

Caro participante,

Meu nome é Mariana Gusmão (<http://lattes.cnpq.br/1958307725663592>), sou doutoranda do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil da UFPE, na área de Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais. A tese que desenvolvo, cujo título é “**Manejo Sistêmico das Águas Pluviais Urbanas**”, tem a orientação do Prof. Titular do Dept. de Engenharia Civil, Prof. Dr. Jaime Cabral (<http://lattes.cnpq.br/2072476094919725>). Somos responsáveis pelo desenvolvimento deste experimento, que procederá segundo o método Delphi (para mais informações sobre o método visite: <http://msaplu.blogspot.com.br/p/metodo-delphi.html>).

Nós convidamos você para participar desse experimento por causa da sua notória atuação em uma, ou em mais de uma, das seguintes áreas: Drenagem Urbana, Gestão Urbana, Políticas Públicas, Transporte e Resíduos Sólidos. Todas essas áreas estão relacionadas ao escopo da tese em desenvolvimento.

O objetivo geral da tese é elaborar um conjunto de diretrizes para o manejo das águas pluviais urbanas que seja baseado num modelo de desenvolvimento urbano sistêmico e sustentável, contribuindo assim para o equilíbrio das áreas urbanas através da redução dos efeitos dos eventos de chuva, tais como inundações, alagamentos, enchentes e enxurradas.

Toda a bibliografia consultada para a elaboração do questionário está referenciada no corpo do questionário por meio de números, porém as referências propriamente ditas estão disponíveis na seguinte página: <http://msaplu.blogspot.com.br/p/referencias.html>

O experimento procederá da seguinte maneira: será enviado para todos os participantes um questionário online, cujo link se encontra abaixo. O anonimato das respostas será preservado durante todo o processo de maneira que nem os participantes, nem os leitores da Tese, poderão identificar os autores das respostas.

O formato das perguntas será tal que os participantes responderão às perguntas através do uso de uma escala de avaliação de cinco níveis (Escala Likert) que pretende registrar o nível de concordância com uma dada declaração. Ao final de cada bloco de perguntas (são três blocos no total) será fornecido um espaço para que o participante comente suas respostas provendo razões para seus julgamentos ou sugestões de questões que não tenham sido contempladas pelas diretrizes.

Foi estimado que serão necessários, aproximadamente, 35 minutos para responder o questionário.

O prazo para o envio das respostas se encerra no dia 11 de maio de 2016, próxima quarta-feira.

Agradecemos antecipadamente o tempo despendido e a atenção dada a nossa pesquisa.

## APÊNDICE B

Apêndice B: Formação, área de atuação e ocupação dos respondentes do questionário Delphi

|    | <b>Formação</b>            | <b>Pós<br/>graduação</b> | <b>Área de atuação</b> | <b>Ocupação</b>                                                         |
|----|----------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Engenheiro Civil           | sim                      | Drenagem urbana        | Gestor urbano                                                           |
| 2  | Geógrafo                   | sim                      | Recursos hídricos      | Gestor urbano                                                           |
| 3  | Engenheiro Civil           | Sim (incompleta)         | Recursos hídricos      | Estudante pós graduação em Eng. Civil – Rec. Hídricos e Tec. Ambientais |
| 4  | Arquiteto                  | Sim (incompleta)         | Drenagem urbana        | Estudante pós graduação em Eng. Civil – Rec. Hídricos e Tec. Ambientais |
| 5  | Biólogo                    | sim                      | Recursos hídricos      | Consultor                                                               |
| 6  | Eng. Sanitário e Ambiental | Sim (incompleta)         | Recursos hídricos      | Estudante pós graduação em Eng. Civil – Rec. Hídricos e Tec. Ambientais |
| 7  | Engenheiro Civil           | sim                      | Recursos hídricos      | Professor Universitário                                                 |
| 8  | Engenheiro Civil           | sim                      | Drenagem urbana        | Professor Universitário                                                 |
| 9  | Engenheiro Civil           | sim                      | Drenagem urbana        | Professor Universitário                                                 |
| 10 | Arquiteto                  | sim                      | Gestão Pública         | Professor Universitário                                                 |
| 11 | Arquiteto                  | sim                      | Gestão Pública         | Professor Universitário                                                 |
| 12 | Engenheiro Civil           | sim                      | Recursos hídricos      | Professor Universitário                                                 |
| 13 | Engenheiro Civil           | sim                      | Recursos hídricos      | Professor Universitário                                                 |
| 14 | Engenheiro Civil           | sim                      | Recursos hídricos      | Professor Universitário                                                 |
| 15 | Arquiteto                  | sim                      | Drenagem urbana        | Professor Universitário                                                 |
| 16 | Engenheiro Civil           | sim                      | Recursos hídricos      | Professor Universitário                                                 |
| 17 | Assistente Social          | sim                      | Gestão Pública         | Gestor urbano                                                           |
| 18 | Engenheiro Civil           | sim                      | Recursos hídricos      | Professor Universitário                                                 |
| 19 | Engenheiro Civil           | sim                      | Recursos hídricos      | Professor Universitário                                                 |
| 20 | Engenheiro Civil           | sim                      | Recursos hídricos      | Professor Universitário                                                 |
| 21 | Engenheiro Civil           | sim                      | Drenagem urbana        | Gestor urbano                                                           |
| 22 | Arquiteto                  | não                      | Gestão urbana          | Consultor                                                               |
| 23 | Engenheiro Civil           | não                      | Gestão urbana          | Consultor                                                               |
| 24 | Engenheiro Civil           | não                      | Recursos hídricos      | Consultor                                                               |
| 25 | Arquiteto                  | não                      | Gestão Pública         | Gestor urbano                                                           |
| 26 | Engenheiro Civil           | não                      | Recursos hídricos      | Professor Universitário                                                 |
| 27 | Arquiteto                  | sim                      | Recursos hídricos      | Professor Universitário                                                 |

## APÊNDICE C

### Apêndice C: Notas das perguntas do questionário Delphi

| P1      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|---------|-----|-----|-----|-----|----|
|         | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1      |     |     |     |     |    |
| Q2      |     |     |     |     |    |
| Q3      |     |     |     |     | 1  |
| Q4      |     |     |     |     | 1  |
| Q5      |     |     |     |     | 1  |
| Q6      |     |     |     |     | 1  |
| Q7      |     |     |     |     | 1  |
| Q8      |     |     |     |     | 1  |
| Q9      |     |     |     | 1   |    |
| Q10     |     |     |     |     | 1  |
| Q11     |     |     |     |     | 1  |
| Q12     |     |     |     |     | 1  |
| Q13     |     |     |     | 1   |    |
| Q14     |     |     |     |     | 1  |
| Q15     |     |     |     |     | 1  |
| Q16     |     |     |     |     | 1  |
| Q17     |     |     |     |     | 1  |
| Q18     |     |     |     |     |    |
| Q19     |     |     |     |     | 1  |
| Q20     |     |     |     |     | 1  |
| Q21     |     |     |     |     | 1  |
| Q22     |     |     |     |     | 1  |
| Q23     |     |     |     | 1   |    |
| Q24     |     |     |     | 1   |    |
| Q25     |     |     |     | 1   |    |
| Q26     |     |     |     |     | 1  |
| Q27     |     |     |     |     | 1  |
| Q28     |     |     |     | 1   |    |
| Q29     |     |     |     |     | 1  |
| Q30     |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL   | 0   | 0   | 0   | 6   | 21 |
| Nota P1 | 9,4 |     |     |     |    |

| P2      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|---------|-----|-----|-----|-----|----|
|         | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1      |     |     |     |     |    |
| Q2      |     |     |     |     |    |
| Q3      |     |     |     |     | 1  |
| Q4      |     |     |     |     | 1  |
| Q5      |     |     |     |     | 1  |
| Q6      |     |     |     |     | 1  |
| Q7      |     |     |     |     | 1  |
| Q8      |     |     |     | 1   |    |
| Q9      |     |     |     | 1   |    |
| Q10     |     |     |     |     | 1  |
| Q11     |     |     |     | 1   |    |
| Q12     |     |     |     |     | 1  |
| Q13     |     |     | 1   |     |    |
| Q14     |     |     |     |     | 1  |
| Q15     |     |     |     |     | 1  |
| Q16     |     |     |     | 1   |    |
| Q17     |     |     |     |     | 1  |
| Q18     |     |     |     |     |    |
| Q19     |     |     |     | 1   |    |
| Q20     |     |     |     | 1   |    |
| Q21     |     |     |     |     | 1  |
| Q22     |     |     |     |     | 1  |
| Q23     |     |     | 1   |     |    |
| Q24     |     |     | 1   |     |    |
| Q25     |     |     |     | 1   |    |
| Q26     |     |     |     |     | 1  |
| Q27     |     |     |     | 1   |    |
| Q28     |     |     |     |     | 1  |
| Q29     |     |     |     |     | 1  |
| Q30     |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL   | 0   | 0   | 3   | 8   | 16 |
| Nota P2 | 8,7 |     |     |     |    |

| P3      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|---------|-----|-----|-----|-----|----|
|         | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1      |     |     |     |     |    |
| Q2      |     |     |     |     |    |
| Q3      |     |     |     |     | 1  |
| Q4      |     |     |     |     | 1  |
| Q5      |     |     |     |     | 1  |
| Q6      |     |     |     |     | 1  |
| Q7      |     |     |     |     | 1  |
| Q8      |     |     |     | 1   |    |
| Q9      |     |     | 1   |     |    |
| Q10     |     |     |     |     | 1  |
| Q11     |     |     |     |     | 1  |
| Q12     |     |     |     |     | 1  |
| Q13     |     |     |     |     | 1  |
| Q14     |     |     |     |     | 1  |
| Q15     |     |     |     | 1   |    |
| Q16     |     |     |     |     | 1  |
| Q17     |     |     |     | 1   |    |
| Q18     |     |     |     |     |    |
| Q19     |     |     |     |     | 1  |
| Q20     |     |     |     |     | 1  |
| Q21     |     |     |     | 1   |    |
| Q22     |     |     |     |     | 1  |
| Q23     |     |     |     |     | 1  |
| Q24     |     |     |     |     | 1  |
| Q25     |     |     |     |     | 1  |
| Q26     |     |     |     |     | 1  |
| Q27     |     |     |     | 1   |    |
| Q28     |     |     |     | 1   |    |
| Q29     |     |     |     |     | 1  |
| Q30     |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL   | 0   | 0   | 1   | 6   | 20 |
| Nota P3 | 9,3 |     |     |     |    |

| P4      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|---------|-----|-----|-----|-----|----|
|         | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1      |     |     |     |     |    |
| Q2      |     |     |     |     |    |
| Q3      |     |     |     |     | 1  |
| Q4      |     |     |     |     | 1  |
| Q5      |     |     |     |     | 1  |
| Q6      |     |     |     |     | 1  |
| Q7      |     |     |     |     | 1  |
| Q8      |     |     |     |     | 1  |
| Q9      |     |     |     |     | 1  |
| Q10     |     |     |     |     | 1  |
| Q11     |     |     |     |     | 1  |
| Q12     |     |     |     | 1   |    |
| Q13     |     |     |     |     | 1  |
| Q14     |     |     |     |     | 1  |
| Q15     |     |     |     |     | 1  |
| Q16     |     |     |     |     | 1  |
| Q17     |     |     |     |     | 1  |
| Q18     |     |     |     |     |    |
| Q19     |     |     |     |     | 1  |
| Q20     |     |     |     | 1   |    |
| Q21     |     |     |     |     | 1  |
| Q22     |     |     |     |     | 1  |
| Q23     |     |     |     | 1   |    |
| Q24     |     |     |     |     | 1  |
| Q25     |     |     |     |     | 1  |
| Q26     |     |     |     |     | 1  |
| Q27     |     |     |     |     | 1  |
| Q28     |     |     |     | 1   |    |
| Q29     |     |     |     |     | 1  |
| Q30     |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL   | 0   | 0   | 0   | 4   | 23 |
| Nota P4 | 9,6 |     |     |     |    |

| P5      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|---------|-----|-----|-----|-----|----|
|         | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1      |     |     |     |     |    |
| Q2      |     |     |     |     |    |
| Q3      |     |     |     |     | 1  |
| Q4      |     |     |     | 1   |    |
| Q5      |     |     |     |     | 1  |
| Q6      |     |     |     |     | 1  |
| Q7      |     |     |     |     | 1  |
| Q8      |     |     | 1   |     |    |
| Q9      |     |     |     |     | 1  |
| Q10     |     |     |     |     | 1  |
| Q11     |     |     |     |     | 1  |
| Q12     |     |     |     | 1   |    |
| Q13     |     |     |     |     | 1  |
| Q14     |     |     |     |     | 1  |
| Q15     |     |     |     |     | 1  |
| Q16     |     |     |     |     | 1  |
| Q17     |     |     |     |     | 1  |
| Q18     |     |     |     |     |    |
| Q19     |     |     |     |     | 1  |
| Q20     |     |     |     | 1   |    |
| Q21     |     |     |     |     | 1  |
| Q22     |     |     |     |     | 1  |
| Q23     |     |     | 1   |     |    |
| Q24     |     |     |     |     | 1  |
| Q25     |     |     |     |     | 1  |
| Q26     |     |     |     | 1   |    |
| Q27     |     |     |     |     | 1  |
| Q28     |     |     |     | 1   |    |
| Q29     |     |     |     | 1   |    |
| Q30     |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL   | 0   | 0   | 2   | 6   | 19 |
| Nota P5 | 9,1 |     |     |     |    |

| P6      | 0  | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|---------|----|-----|-----|-----|----|
|         | NI | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1      |    |     |     |     |    |
| Q2      |    |     |     |     |    |
| Q3      |    |     |     |     | 1  |
| Q4      |    |     |     |     | 1  |
| Q5      |    |     |     |     | 1  |
| Q6      |    |     |     |     | 1  |
| Q7      |    |     |     |     | 1  |
| Q8      |    |     |     | 1   |    |
| Q9      |    |     |     |     | 1  |
| Q10     |    |     |     |     | 1  |
| Q11     |    |     |     | 1   |    |
| Q12     |    |     |     | 1   |    |
| Q13     |    |     | 1   |     |    |
| Q14     |    |     |     |     | 1  |
| Q15     |    |     |     |     | 1  |
| Q16     |    |     |     | 1   |    |
| Q17     |    |     | 1   |     |    |
| Q18     |    |     |     |     |    |
| Q19     |    |     |     |     | 1  |
| Q20     |    |     |     |     | 1  |
| Q21     |    |     |     |     | 1  |
| Q22     |    |     |     | 1   |    |
| Q23     |    |     |     | 1   |    |
| Q24     |    |     |     |     | 1  |
| Q25     |    |     |     |     | 1  |
| Q26     |    |     |     |     | 1  |
| Q27     |    |     |     |     | 1  |
| Q28     |    |     |     |     | 1  |
| Q29     |    |     |     | 1   |    |
| Q30     |    |     |     |     | 1  |
| TOTAL   | 0  | 0   | 2   | 7   | 18 |
| Nota P6 | 9  |     |     |     |    |



| P7      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|---------|-----|-----|-----|-----|----|
|         | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1      |     |     |     |     |    |
| Q2      |     |     |     |     |    |
| Q3      |     |     |     |     | 1  |
| Q4      |     |     |     | 1   |    |
| Q5      |     |     |     |     | 1  |
| Q6      |     |     |     |     | 1  |
| Q7      |     |     |     |     | 1  |
| Q8      |     |     | 1   |     |    |
| Q9      |     |     |     |     | 1  |
| Q10     |     |     |     | 1   |    |
| Q11     |     |     |     | 1   |    |
| Q12     |     |     |     |     | 1  |
| Q13     |     |     |     | 1   |    |
| Q14     |     |     |     |     | 1  |
| Q15     |     |     |     |     | 1  |
| Q16     |     |     | 1   |     |    |
| Q17     |     |     |     |     | 1  |
| Q18     |     |     |     |     |    |
| Q19     |     |     |     |     | 1  |
| Q20     |     |     |     |     | 1  |
| Q21     |     |     |     |     | 1  |
| Q22     |     |     |     |     | 1  |
| Q23     |     |     |     | 1   |    |
| Q24     |     |     |     |     | 1  |
| Q25     |     |     |     |     | 1  |
| Q26     |     |     |     |     | 1  |
| Q27     |     |     | 1   |     |    |
| Q28     |     |     |     |     | 1  |
| Q29     |     |     |     |     | 1  |
| Q30     |     |     | 1   |     |    |
| TOTAL   | 0   | 0   | 4   | 5   | 18 |
| Nota P7 | 8,8 |     |     |     |    |

| P8      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|---------|-----|-----|-----|-----|----|
|         | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1      |     |     |     |     |    |
| Q2      |     |     |     |     |    |
| Q3      |     |     |     | 1   |    |
| Q4      |     |     |     | 1   |    |
| Q5      |     |     |     |     | 1  |
| Q6      |     |     |     |     | 1  |
| Q7      |     |     |     |     | 1  |
| Q8      |     |     |     |     | 1  |
| Q9      |     |     |     |     | 1  |
| Q10     |     |     |     |     | 1  |
| Q11     |     |     |     | 1   |    |
| Q12     |     |     |     |     | 1  |
| Q13     |     |     |     |     | 1  |
| Q14     |     |     |     |     | 1  |
| Q15     |     |     |     |     | 1  |
| Q16     |     |     |     | 1   |    |
| Q17     |     |     |     | 1   |    |
| Q18     |     |     |     |     |    |
| Q19     |     |     |     |     | 1  |
| Q20     |     |     |     | 1   |    |
| Q21     |     |     |     |     | 1  |
| Q22     |     |     |     |     | 1  |
| Q23     |     |     |     | 1   |    |
| Q24     |     |     |     |     | 1  |
| Q25     |     |     |     | 1   |    |
| Q26     |     |     |     |     | 1  |
| Q27     |     |     |     |     | 1  |
| Q28     |     |     |     | 1   |    |
| Q29     |     |     |     | 1   |    |
| Q30     |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL   | 0   | 0   | 0   | 10  | 17 |
| Nota P8 | 9,1 |     |     |     |    |

| P9      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|---------|-----|-----|-----|-----|----|
|         | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1      |     |     |     |     |    |
| Q2      |     |     |     |     |    |
| Q3      |     |     |     |     | 1  |
| Q4      |     |     |     |     | 1  |
| Q5      |     |     |     |     | 1  |
| Q6      |     |     |     |     | 1  |
| Q7      |     |     |     | 1   |    |
| Q8      |     |     |     | 1   |    |
| Q9      |     |     | 1   |     |    |
| Q10     |     |     |     |     | 1  |
| Q11     |     |     |     |     | 1  |
| Q12     |     |     |     |     | 1  |
| Q13     |     |     |     | 1   |    |
| Q14     |     |     |     |     | 1  |
| Q15     |     |     |     | 1   |    |
| Q16     |     |     |     | 1   |    |
| Q17     |     |     |     |     | 1  |
| Q18     |     |     |     |     |    |
| Q19     |     |     |     | 1   |    |
| Q20     |     |     | 1   |     |    |
| Q21     |     |     |     | 1   |    |
| Q22     |     |     |     |     | 1  |
| Q23     |     |     |     | 1   |    |
| Q24     |     |     |     |     | 1  |
| Q25     |     |     | 1   |     |    |
| Q26     |     |     |     |     | 1  |
| Q27     |     |     |     |     | 1  |
| Q28     |     |     |     | 1   |    |
| Q29     |     |     | 1   |     |    |
| Q30     |     |     |     | 1   |    |
| TOTAL   | 0   | 0   | 4   | 10  | 13 |
| Nota P9 | 8,3 |     |     |     |    |

| P10      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     |     | 1  |
| Q4       |     |     |     |     | 1  |
| Q5       |     |     |     | 1   |    |
| Q6       |     |     |     |     | 1  |
| Q7       |     |     |     | 1   |    |
| Q8       |     |     |     |     | 1  |
| Q9       |     |     |     |     | 1  |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      |     |     |     |     | 1  |
| Q12      |     |     |     |     | 1  |
| Q13      |     |     |     |     | 1  |
| Q14      |     |     | 1   |     |    |
| Q15      |     |     |     |     | 1  |
| Q16      |     |     |     | 1   |    |
| Q17      |     |     |     |     | 1  |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     |     | 1   |    |
| Q20      |     |     |     |     | 1  |
| Q21      |     |     |     |     | 1  |
| Q22      |     |     |     |     | 1  |
| Q23      |     |     | 1   |     |    |
| Q24      |     |     |     | 1   |    |
| Q25      |     |     | 1   |     |    |
| Q26      |     |     |     | 1   |    |
| Q27      |     |     |     |     | 1  |
| Q28      |     |     |     |     | 1  |
| Q29      |     |     |     |     | 1  |
| Q30      |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL    | 0   | 0   | 3   | 6   | 18 |
| Nota P10 | 8,9 |     |     |     |    |

| P11      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     |     | 1  |
| Q4       |     |     |     |     | 1  |
| Q5       |     |     |     |     | 1  |
| Q6       |     |     |     | 1   |    |
| Q7       |     |     |     | 1   |    |
| Q8       |     |     |     | 1   |    |
| Q9       |     |     |     |     | 1  |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      |     |     |     |     | 1  |
| Q12      |     |     |     |     | 1  |
| Q13      |     |     |     | 1   |    |
| Q14      |     |     |     |     | 1  |
| Q15      |     |     |     |     | 1  |
| Q16      |     |     |     |     | 1  |
| Q17      |     |     | 1   |     |    |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     |     | 1   |    |
| Q20      |     |     |     | 1   |    |
| Q21      |     |     |     |     | 1  |
| Q22      |     |     |     | 1   |    |
| Q23      |     |     |     | 1   |    |
| Q24      |     |     |     |     | 1  |
| Q25      |     |     |     | 1   |    |
| Q26      |     |     |     | 1   |    |
| Q27      |     |     |     |     | 1  |
| Q28      |     |     |     |     | 1  |
| Q29      |     |     |     |     | 1  |
| Q30      |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL    | 0   | 0   | 1   | 10  | 16 |
| Nota P11 | 8,9 |     |     |     |    |

| P12      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     | 1   |    |
| Q4       |     |     |     |     | 1  |
| Q5       |     |     |     |     | 1  |
| Q6       |     |     |     | 1   |    |
| Q7       |     |     |     |     | 1  |
| Q8       |     |     |     |     | 1  |
| Q9       |     | 1   |     |     |    |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      |     |     |     |     | 1  |
| Q12      |     |     |     |     | 1  |
| Q13      |     |     |     |     | 1  |
| Q14      |     |     |     |     | 1  |
| Q15      |     |     | 1   |     |    |
| Q16      |     |     |     | 1   |    |
| Q17      |     |     | 1   |     |    |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     |     | 1   |    |
| Q20      |     |     |     | 1   |    |
| Q21      |     |     |     | 1   |    |
| Q22      |     |     |     | 1   |    |
| Q23      |     | 1   |     |     |    |
| Q24      |     |     |     |     | 1  |
| Q25      |     |     |     | 1   |    |
| Q26      |     |     |     | 1   |    |
| Q27      |     |     | 1   |     |    |
| Q28      |     |     |     |     | 1  |
| Q29      |     |     |     |     | 1  |
| Q30      |     |     |     | 1   |    |
| TOTAL    | 0   | 2   | 3   | 10  | 12 |
| Nota P12 | 7,8 |     |     |     |    |

| P13      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     |     | 1  |
| Q4       |     |     | 1   |     |    |
| Q5       |     |     |     |     | 1  |
| Q6       |     |     |     |     | 1  |
| Q7       |     |     |     | 1   |    |
| Q8       |     |     |     | 1   |    |
| Q9       |     | 1   |     |     |    |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      |     |     |     | 1   |    |
| Q12      |     |     |     |     | 1  |
| Q13      |     |     | 1   |     |    |
| Q14      |     |     | 1   |     |    |
| Q15      |     |     |     | 1   |    |
| Q16      |     |     |     | 1   |    |
| Q17      |     |     | 1   |     |    |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     |     | 1   |    |
| Q20      |     |     |     | 1   |    |
| Q21      |     |     | 1   |     |    |
| Q22      |     |     |     |     | 1  |
| Q23      |     | 1   |     |     |    |
| Q24      |     |     |     |     | 1  |
| Q25      |     |     | 1   |     |    |
| Q26      |     |     |     |     | 1  |
| Q27      |     |     |     |     | 1  |
| Q28      |     |     |     | 1   |    |
| Q29      |     |     |     |     | 1  |
| Q30      |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL    | 0   | 2   | 6   | 8   | 11 |
| Nota P13 | 7,4 |     |     |     |    |

| P14      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     |     | 1  |
| Q4       |     |     |     |     | 1  |
| Q5       |     |     |     |     | 1  |
| Q6       |     |     |     | 1   |    |
| Q7       |     |     |     |     | 1  |
| Q8       |     |     |     | 1   |    |
| Q9       |     |     |     | 1   |    |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      |     |     |     | 1   |    |
| Q12      |     |     |     |     | 1  |
| Q13      |     |     | 1   |     |    |
| Q14      |     |     | 1   |     |    |
| Q15      |     |     |     | 1   |    |
| Q16      |     |     |     | 1   |    |
| Q17      |     | 1   |     |     |    |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     |     |     | 1  |
| Q20      |     |     |     | 1   |    |
| Q21      |     |     |     |     | 1  |
| Q22      |     |     |     |     | 1  |
| Q23      |     | 1   |     |     |    |
| Q24      |     |     |     |     | 1  |
| Q25      |     |     | 1   |     |    |
| Q26      |     |     |     |     | 1  |
| Q27      |     |     |     | 1   |    |
| Q28      |     |     |     | 1   |    |
| Q29      |     |     |     | 1   |    |
| Q30      |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL    | 0   | 2   | 3   | 10  | 12 |
| Nota P14 | 7,8 |     |     |     |    |

| P15      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     |     | 1  |
| Q4       |     |     | 1   |     |    |
| Q5       |     |     |     |     | 1  |
| Q6       |     |     |     |     | 1  |
| Q7       |     |     |     | 1   |    |
| Q8       |     |     |     |     | 1  |
| Q9       |     | 1   |     |     |    |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      |     |     |     |     | 1  |
| Q12      |     |     |     | 1   |    |
| Q13      |     |     | 1   |     |    |
| Q14      |     |     | 1   |     |    |
| Q15      |     |     |     |     | 1  |
| Q16      |     |     |     | 1   |    |
| Q17      |     | 1   |     |     |    |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     |     | 1   |    |
| Q20      |     |     |     |     | 1  |
| Q21      |     |     |     | 1   |    |
| Q22      |     |     |     |     | 1  |
| Q23      |     | 1   |     |     |    |
| Q24      |     |     | 1   |     |    |
| Q25      |     |     |     | 1   |    |
| Q26      |     |     |     | 1   |    |
| Q27      |     |     | 1   |     |    |
| Q28      |     |     |     | 1   |    |
| Q29      |     |     |     | 1   |    |
| Q30      |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL    | 0   | 3   | 5   | 9   | 10 |
| Nota P15 | 7,1 |     |     |     |    |

| P16      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     |     | 1  |
| Q4       |     |     |     | 1   |    |
| Q5       |     |     |     |     | 1  |
| Q6       |     |     |     |     | 1  |
| Q7       |     |     |     | 1   |    |
| Q8       |     |     |     | 1   |    |
| Q9       |     |     | 1   |     |    |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      |     |     |     |     | 1  |
| Q12      |     |     |     |     | 1  |
| Q13      |     |     | 1   |     |    |
| Q14      |     |     | 1   |     |    |
| Q15      |     |     |     | 1   |    |
| Q16      |     |     |     | 1   |    |
| Q17      |     |     |     |     | 1  |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     |     | 1   |    |
| Q20      |     |     |     | 1   |    |
| Q21      |     |     |     |     | 1  |
| Q22      |     |     |     |     | 1  |
| Q23      |     | 1   |     |     |    |
| Q24      |     |     |     |     | 1  |
| Q25      |     |     | 1   |     |    |
| Q26      |     |     | 1   |     |    |
| Q27      |     |     |     |     | 1  |
| Q28      |     |     |     | 1   |    |
| Q29      |     |     |     | 1   |    |
| Q30      |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL    | 0   | 1   | 5   | 9   | 12 |
| Nota P16 | 7,9 |     |     |     |    |

| P17      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     |     | 1  |
| Q4       |     |     |     | 1   |    |
| Q5       |     |     |     |     | 1  |
| Q6       |     |     |     |     | 1  |
| Q7       |     |     |     |     | 1  |
| Q8       |     |     |     |     | 1  |
| Q9       |     |     |     |     | 1  |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      |     |     |     |     | 1  |
| Q12      |     |     |     | 1   |    |
| Q13      |     |     | 1   |     |    |
| Q14      |     |     | 1   |     |    |
| Q15      |     |     |     |     | 1  |
| Q16      |     |     |     | 1   |    |
| Q17      |     |     |     |     | 1  |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     |     | 1   |    |
| Q20      |     |     |     | 1   |    |
| Q21      |     |     | 1   |     |    |
| Q22      |     |     |     |     | 1  |
| Q23      |     |     | 1   |     |    |
| Q24      |     |     |     |     | 1  |
| Q25      |     |     |     | 1   |    |
| Q26      |     |     | 1   |     |    |
| Q27      |     |     |     |     | 1  |
| Q28      |     |     |     | 1   |    |
| Q29      |     |     |     | 1   |    |
| Q30      |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL    | 0   | 0   | 5   | 8   | 14 |
| Nota P17 | 8,3 |     |     |     |    |

| P18      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     |     | 1  |
| Q4       |     |     |     | 1   |    |
| Q5       |     |     |     |     | 1  |
| Q6       |     |     |     | 1   |    |
| Q7       |     |     |     |     | 1  |
| Q8       |     |     | 1   |     |    |
| Q9       |     |     | 1   |     |    |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      |     |     |     |     | 1  |
| Q12      |     |     |     | 1   |    |
| Q13      |     |     | 1   |     |    |
| Q14      |     |     |     |     | 1  |
| Q15      |     |     |     |     | 1  |
| Q16      |     |     |     | 1   |    |
| Q17      |     |     |     |     | 1  |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     |     | 1   |    |
| Q20      |     |     |     |     | 1  |
| Q21      |     |     |     |     | 1  |
| Q22      |     |     |     | 1   |    |
| Q23      |     |     | 1   |     |    |
| Q24      |     |     |     |     | 1  |
| Q25      |     |     | 1   |     |    |
| Q26      |     |     |     |     | 1  |
| Q27      |     |     | 1   |     |    |
| Q28      |     |     |     | 1   |    |
| Q29      |     |     |     | 1   |    |
| Q30      |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL    | 0   | 0   | 6   | 8   | 13 |
| Nota P18 | 8,1 |     |     |     |    |

| P19      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     |     | 1  |
| Q4       |     |     |     | 1   |    |
| Q5       |     |     |     |     | 1  |
| Q6       |     |     |     |     | 1  |
| Q7       |     |     |     |     | 1  |
| Q8       |     |     |     | 1   |    |
| Q9       |     |     |     |     | 1  |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      |     |     |     |     | 1  |
| Q12      |     |     |     | 1   |    |
| Q13      |     |     |     |     | 1  |
| Q14      |     |     |     |     | 1  |
| Q15      |     |     |     | 1   |    |
| Q16      |     |     |     |     | 1  |
| Q17      |     |     |     | 1   |    |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     | 1   |     |    |
| Q20      |     |     |     | 1   |    |
| Q21      |     |     |     |     | 1  |
| Q22      |     |     |     | 1   |    |
| Q23      |     |     |     |     | 1  |
| Q24      |     |     |     |     | 1  |
| Q25      |     |     | 1   |     |    |
| Q26      |     |     |     |     | 1  |
| Q27      |     |     |     |     | 1  |
| Q28      |     |     |     | 1   |    |
| Q29      |     |     |     | 1   |    |
| Q30      |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL    | 0   | 0   | 2   | 9   | 16 |
| Nota P19 | 8,8 |     |     |     |    |

| P20      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     |     | 1  |
| Q4       |     |     |     | 1   |    |
| Q5       |     |     |     |     | 1  |
| Q6       |     |     |     |     | 1  |
| Q7       |     |     |     |     | 1  |
| Q8       |     |     |     | 1   |    |
| Q9       |     |     |     |     | 1  |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      |     |     |     |     | 1  |
| Q12      |     |     |     | 1   |    |
| Q13      |     |     |     |     | 1  |
| Q14      |     |     |     |     | 1  |
| Q15      |     |     |     | 1   |    |
| Q16      |     |     |     |     | 1  |
| Q17      |     |     |     | 1   |    |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     |     | 1   |    |
| Q20      |     |     |     | 1   |    |
| Q21      |     |     |     |     | 1  |
| Q22      |     |     |     |     | 1  |
| Q23      |     | 1   |     |     |    |
| Q24      |     |     |     |     | 1  |
| Q25      |     |     |     | 1   |    |
| Q26      |     |     |     |     | 1  |
| Q27      |     |     |     |     | 1  |
| Q28      |     |     |     | 1   |    |
| Q29      |     |     |     | 1   |    |
| Q30      |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL    | 0   | 1   | 0   | 10  | 16 |
| Nota P20 | 8,7 |     |     |     |    |

| P21      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     |     | 1  |
| Q4       |     |     |     | 1   |    |
| Q5       |     |     |     |     | 1  |
| Q6       |     |     |     |     | 1  |
| Q7       |     |     |     |     | 1  |
| Q8       |     |     |     |     | 1  |
| Q9       |     |     |     | 1   |    |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      |     |     |     | 1   |    |
| Q12      |     |     |     |     | 1  |
| Q13      |     |     |     |     | 1  |
| Q14      |     |     |     |     | 1  |
| Q15      |     |     |     |     | 1  |
| Q16      |     |     |     |     | 1  |
| Q17      |     |     |     |     | 1  |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     |     | 1   |    |
| Q20      |     |     |     |     | 1  |
| Q21      |     |     |     |     | 1  |
| Q22      |     |     |     |     | 1  |
| Q23      |     |     |     | 1   |    |
| Q24      |     |     |     |     | 1  |
| Q25      |     |     |     | 1   |    |
| Q26      |     |     |     |     | 1  |
| Q27      |     |     |     |     | 1  |
| Q28      |     |     |     | 1   |    |
| Q29      |     |     |     | 1   |    |
| Q30      |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL    | 0   | 0   | 0   | 8   | 19 |
| Nota P21 | 9,3 |     |     |     |    |

| P22      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     |     | 1  |
| Q4       |     |     |     | 1   |    |
| Q5       |     |     |     |     | 1  |
| Q6       |     |     |     |     | 1  |
| Q7       |     |     |     |     | 1  |
| Q8       |     |     |     |     | 1  |
| Q9       |     |     |     |     | 1  |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      |     |     |     |     | 1  |
| Q12      |     |     |     | 1   |    |
| Q13      |     |     |     | 1   |    |
| Q14      |     |     |     | 1   |    |
| Q15      |     |     |     | 1   |    |
| Q16      |     |     |     | 1   |    |
| Q17      |     |     |     |     | 1  |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     |     | 1   |    |
| Q20      |     |     |     | 1   |    |
| Q21      |     |     |     |     | 1  |
| Q22      |     |     |     |     | 1  |
| Q23      |     | 1   |     |     |    |
| Q24      |     |     |     |     | 1  |
| Q25      |     |     | 1   |     |    |
| Q26      |     |     |     | 1   |    |
| Q27      |     |     |     | 1   |    |
| Q28      |     |     |     | 1   |    |
| Q29      |     |     |     | 1   |    |
| Q30      |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL    | 0   | 1   | 1   | 12  | 13 |
| Nota P22 | 8,3 |     |     |     |    |



| P23      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     |     | 1  |
| Q4       |     |     |     |     | 1  |
| Q5       |     |     |     |     | 1  |
| Q6       |     |     |     |     | 1  |
| Q7       |     |     |     |     | 1  |
| Q8       |     |     |     | 1   |    |
| Q9       |     |     |     | 1   |    |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      |     |     |     |     | 1  |
| Q12      |     |     |     | 1   |    |
| Q13      |     |     |     |     | 1  |
| Q14      |     |     |     |     | 1  |
| Q15      |     |     |     | 1   |    |
| Q16      |     |     |     | 1   |    |
| Q17      |     |     |     |     | 1  |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     |     | 1   |    |
| Q20      |     |     |     | 1   |    |
| Q21      |     |     |     |     | 1  |
| Q22      |     |     |     | 1   |    |
| Q23      |     | 1   |     |     |    |
| Q24      |     |     |     |     | 1  |
| Q25      |     |     |     |     | 1  |
| Q26      |     |     |     | 1   |    |
| Q27      |     |     |     |     | 1  |
| Q28      |     |     |     |     | 1  |
| Q29      |     |     |     | 1   |    |
| Q30      |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL    | 0   | 1   | 0   | 10  | 16 |
| Nota P23 | 8,7 |     |     |     |    |

| P24      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     | 1   |    |
| Q4       |     |     |     | 1   |    |
| Q5       |     |     |     |     | 1  |
| Q6       |     |     |     |     | 1  |
| Q7       |     |     |     |     | 1  |
| Q8       |     |     |     |     | 1  |
| Q9       |     |     |     | 1   |    |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      |     |     |     |     | 1  |
| Q12      |     |     |     |     | 1  |
| Q13      |     |     |     |     | 1  |
| Q14      |     |     |     |     | 1  |
| Q15      |     |     |     |     | 1  |
| Q16      |     |     |     |     | 1  |
| Q17      |     |     |     | 1   |    |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     |     |     | 1  |
| Q20      |     |     |     |     | 1  |
| Q21      |     |     |     |     | 1  |
| Q22      |     |     |     |     | 1  |
| Q23      |     |     | 1   |     |    |
| Q24      |     |     |     |     | 1  |
| Q25      |     |     |     | 1   |    |
| Q26      |     |     |     |     | 1  |
| Q27      |     |     |     |     | 1  |
| Q28      |     |     |     |     | 1  |
| Q29      |     |     |     | 1   |    |
| Q30      |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL    | 0   | 0   | 1   | 6   | 20 |
| Nota P24 | 9,3 |     |     |     |    |

| P25      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     |     | 1  |
| Q4       |     |     |     | 1   |    |
| Q5       |     |     |     |     | 1  |
| Q6       |     |     |     |     | 1  |
| Q7       |     |     |     |     | 1  |
| Q8       |     |     |     |     | 1  |
| Q9       |     |     |     |     | 1  |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      |     |     |     |     | 1  |
| Q12      |     |     |     |     | 1  |
| Q13      |     |     |     |     | 1  |
| Q14      |     |     |     |     | 1  |
| Q15      |     |     |     |     | 1  |
| Q16      |     |     |     |     | 1  |
| Q17      |     |     |     |     | 1  |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     |     |     | 1  |
| Q20      |     |     |     |     | 1  |
| Q21      |     |     |     |     | 1  |
| Q22      |     |     |     |     | 1  |
| Q23      |     |     |     | 1   |    |
| Q24      |     |     |     |     | 1  |
| Q25      |     |     |     |     | 1  |
| Q26      |     |     |     |     | 1  |
| Q27      |     |     |     |     | 1  |
| Q28      |     |     |     | 1   |    |
| Q29      |     |     |     | 1   |    |
| Q30      |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL    | 0   | 0   | 0   | 4   | 23 |
| Nota P25 | 9,6 |     |     |     |    |

| P26      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     | 1   |    |
| Q4       |     |     |     | 1   |    |
| Q5       |     |     |     | 1   |    |
| Q6       |     | 1   |     |     |    |
| Q7       |     |     |     | 1   |    |
| Q8       |     |     | 1   |     |    |
| Q9       |     |     | 1   |     |    |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      | 1   |     |     |     |    |
| Q12      |     |     |     |     | 1  |
| Q13      | 1   |     |     |     |    |
| Q14      |     |     | 1   |     |    |
| Q15      |     |     |     |     | 1  |
| Q16      |     |     |     | 1   |    |
| Q17      |     |     | 1   |     |    |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     | 1   |     |    |
| Q20      |     |     | 1   |     |    |
| Q21      |     |     |     | 1   |    |
| Q22      |     |     |     |     | 1  |
| Q23      | 1   |     |     |     |    |
| Q24      |     |     |     |     | 1  |
| Q25      |     | 1   |     |     |    |
| Q26      | 1   |     |     |     |    |
| Q27      |     |     | 1   |     |    |
| Q28      |     |     | 1   |     |    |
| Q29      |     |     |     | 1   |    |
| Q30      |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL    | 4   | 2   | 8   | 7   | 6  |
| Nota P26 | 5,6 |     |     |     |    |

| P27      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     |     | 1  |
| Q4       |     |     |     | 1   |    |
| Q5       |     |     |     |     | 1  |
| Q6       |     |     |     |     | 1  |
| Q7       |     |     |     |     | 1  |
| Q8       |     |     |     | 1   |    |
| Q9       |     |     |     |     | 1  |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      |     |     |     |     | 1  |
| Q12      |     |     |     | 1   |    |
| Q13      |     |     |     | 1   |    |
| Q14      |     |     |     |     | 1  |
| Q15      |     |     |     |     | 1  |
| Q16      |     |     |     | 1   |    |
| Q17      |     |     |     |     | 1  |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     |     | 1   |    |
| Q20      |     |     |     | 1   |    |
| Q21      |     |     |     |     | 1  |
| Q22      |     |     |     |     | 1  |
| Q23      |     | 1   |     |     |    |
| Q24      |     |     |     |     | 1  |
| Q25      |     | 1   |     |     |    |
| Q26      |     |     |     | 1   |    |
| Q27      |     |     |     |     | 1  |
| Q28      |     |     | 1   |     |    |
| Q29      |     |     |     | 1   |    |
| Q30      |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL    | 0   | 2   | 1   | 9   | 15 |
| Nota P27 | 8,2 |     |     |     |    |

| P28      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     | 1   |    |
| Q4       |     |     |     | 1   |    |
| Q5       |     |     |     |     | 1  |
| Q6       |     |     |     |     | 1  |
| Q7       |     |     |     |     | 1  |
| Q8       |     |     |     | 1   |    |
| Q9       |     |     |     |     | 1  |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      |     |     |     | 1   |    |
| Q12      |     |     |     | 1   |    |
| Q13      |     |     |     |     | 1  |
| Q14      |     |     |     |     | 1  |
| Q15      |     |     |     | 1   |    |
| Q16      |     |     |     | 1   |    |
| Q17      |     |     |     |     | 1  |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     |     | 1   |    |
| Q20      |     |     |     | 1   |    |
| Q21      |     |     |     |     | 1  |
| Q22      |     |     |     | 1   |    |
| Q23      |     |     |     | 1   |    |
| Q24      |     |     |     |     | 1  |
| Q25      |     |     |     | 1   |    |
| Q26      |     |     |     |     | 1  |
| Q27      |     |     |     |     | 1  |
| Q28      |     |     |     | 1   |    |
| Q29      |     |     |     | 1   |    |
| Q30      |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL    | 0   | 0   | 0   | 14  | 13 |
| Nota P28 | 8,7 |     |     |     |    |

| P29      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     | 1   |    |
| Q4       |     |     |     | 1   |    |
| Q5       |     |     |     |     | 1  |
| Q6       |     | 1   |     |     |    |
| Q7       |     |     |     |     | 1  |
| Q8       |     |     |     |     | 1  |
| Q9       | 1   |     |     |     |    |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      |     |     | 1   |     |    |
| Q12      |     |     |     | 1   |    |
| Q13      |     |     |     | 1   |    |
| Q14      |     |     |     |     | 1  |
| Q15      |     |     |     |     | 1  |
| Q16      |     |     |     | 1   |    |
| Q17      |     |     | 1   |     |    |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     |     | 1   |    |
| Q20      |     |     |     |     | 1  |
| Q21      |     |     |     | 1   |    |
| Q22      |     |     |     |     | 1  |
| Q23      |     |     | 1   |     |    |
| Q24      |     |     |     |     | 1  |
| Q25      |     |     |     | 1   |    |
| Q26      |     | 1   |     |     |    |
| Q27      |     |     |     | 1   |    |
| Q28      |     |     |     | 1   |    |
| Q29      |     |     |     | 1   |    |
| Q30      |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL    | 1   | 2   | 3   | 11  | 10 |
| Nota P29 | 7,3 |     |     |     |    |

| P30      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     |     | 1  |
| Q4       |     |     |     | 1   |    |
| Q5       |     |     |     |     | 1  |
| Q6       |     |     |     |     | 1  |
| Q7       |     |     |     |     | 1  |
| Q8       |     |     |     | 1   |    |
| Q9       |     |     |     | 1   |    |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      |     |     |     | 1   |    |
| Q12      |     |     |     | 1   |    |
| Q13      |     |     |     | 1   |    |
| Q14      |     |     |     |     | 1  |
| Q15      |     |     |     |     | 1  |
| Q16      |     |     |     | 1   |    |
| Q17      |     |     |     |     | 1  |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     |     | 1   |    |
| Q20      |     |     |     |     | 1  |
| Q21      |     |     |     |     | 1  |
| Q22      |     |     |     |     | 1  |
| Q23      |     |     |     | 1   |    |
| Q24      |     |     |     |     | 1  |
| Q25      |     |     | 1   |     |    |
| Q26      |     |     |     |     | 1  |
| Q27      |     |     |     |     | 1  |
| Q28      |     |     |     |     | 1  |
| Q29      |     |     |     | 1   |    |
| Q30      |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL    | 0   | 0   | 1   | 10  | 16 |
| Nota P30 | 8,9 |     |     |     |    |

| P31      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     | 1   |    |
| Q4       |     |     |     | 1   |    |
| Q5       |     |     |     |     | 1  |
| Q6       |     |     |     |     | 1  |
| Q7       |     |     |     |     | 1  |
| Q8       |     |     |     |     | 1  |
| Q9       |     |     |     | 1   |    |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      |     |     |     | 1   |    |
| Q12      |     |     |     | 1   |    |
| Q13      |     |     |     | 1   |    |
| Q14      |     |     |     |     | 1  |
| Q15      |     |     |     |     | 1  |
| Q16      |     |     |     | 1   |    |
| Q17      |     |     |     |     | 1  |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     |     | 1   |    |
| Q20      |     |     |     |     | 1  |
| Q21      |     |     |     |     | 1  |
| Q22      |     |     |     |     | 1  |
| Q23      |     |     |     | 1   |    |
| Q24      |     |     |     |     | 1  |
| Q25      |     |     |     |     | 1  |
| Q26      |     |     |     |     | 1  |
| Q27      |     |     |     | 1   |    |
| Q28      |     |     |     | 1   |    |
| Q29      |     |     |     | 1   |    |
| Q30      |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL    | 0   | 0   | 0   | 12  | 15 |
| Nota P31 | 8,9 |     |     |     |    |

| P32      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     |     | 1  |
| Q4       |     |     |     | 1   |    |
| Q5       |     |     |     |     | 1  |
| Q6       |     |     |     |     | 1  |
| Q7       |     |     |     |     | 1  |
| Q8       |     |     |     |     | 1  |
| Q9       |     |     |     | 1   |    |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      |     |     |     | 1   |    |
| Q12      |     |     |     | 1   |    |
| Q13      |     |     |     | 1   |    |
| Q14      |     |     |     |     | 1  |
| Q15      |     |     |     | 1   |    |
| Q16      |     |     |     | 1   |    |
| Q17      |     |     |     |     | 1  |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     |     |     | 1  |
| Q20      |     |     |     |     | 1  |
| Q21      |     |     |     |     | 1  |
| Q22      |     |     |     |     | 1  |
| Q23      |     |     | 1   |     |    |
| Q24      |     |     |     |     | 1  |
| Q25      |     |     |     |     | 1  |
| Q26      |     |     |     |     | 1  |
| Q27      |     |     |     |     | 1  |
| Q28      |     |     |     |     | 1  |
| Q29      |     |     |     | 1   |    |
| Q30      |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL    | 0   | 0   | 1   | 8   | 18 |
| Nota P32 | 9,1 |     |     |     |    |

| P33      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     |     | 1  |
| Q4       |     |     |     | 1   |    |
| Q5       |     |     |     |     | 1  |
| Q6       |     |     |     |     | 1  |
| Q7       |     |     |     |     | 1  |
| Q8       |     |     |     |     | 1  |
| Q9       | 1   |     |     |     |    |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      |     |     |     | 1   |    |
| Q12      |     |     |     |     | 1  |
| Q13      |     |     | 1   |     |    |
| Q14      |     |     |     |     | 1  |
| Q15      |     |     |     |     | 1  |
| Q16      |     |     |     | 1   |    |
| Q17      |     |     | 1   |     |    |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     |     |     | 1  |
| Q20      |     |     |     |     | 1  |
| Q21      |     |     | 1   |     |    |
| Q22      |     |     |     |     | 1  |
| Q23      |     |     | 1   |     |    |
| Q24      |     |     |     |     | 1  |
| Q25      |     |     | 1   |     |    |
| Q26      |     |     |     |     | 1  |
| Q27      |     |     |     |     | 1  |
| Q28      |     |     |     |     | 1  |
| Q29      |     |     |     | 1   |    |
| Q30      |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL    | 1   | 0   | 5   | 4   | 17 |
| Nota P33 | 8,3 |     |     |     |    |

| P34      | 0   | 2,5 | 5   | 7,5 | 10 |
|----------|-----|-----|-----|-----|----|
|          | NI  | PI  | MMI | I   | MI |
| Q1       |     |     |     |     |    |
| Q2       |     |     |     |     |    |
| Q3       |     |     |     |     | 1  |
| Q4       |     |     |     |     | 1  |
| Q5       |     |     |     |     | 1  |
| Q6       |     |     |     |     | 1  |
| Q7       |     |     |     |     | 1  |
| Q8       |     |     |     | 1   |    |
| Q9       |     |     |     |     | 1  |
| Q10      |     |     |     |     | 1  |
| Q11      |     |     |     |     | 1  |
| Q12      |     |     |     |     | 1  |
| Q13      |     |     |     | 1   |    |
| Q14      |     |     |     | 1   |    |
| Q15      |     |     |     |     | 1  |
| Q16      |     |     |     | 1   |    |
| Q17      |     |     |     |     | 1  |
| Q18      |     |     |     |     |    |
| Q19      |     |     |     | 1   |    |
| Q20      |     |     |     | 1   |    |
| Q21      |     |     |     |     | 1  |
| Q22      |     |     |     |     | 1  |
| Q23      |     |     | 1   |     |    |
| Q24      |     |     |     |     | 1  |
| Q25      |     |     |     | 1   |    |
| Q26      |     |     |     |     | 1  |
| Q27      |     |     |     | 1   |    |
| Q28      |     |     |     | 1   |    |
| Q29      |     |     |     | 1   |    |
| Q30      |     |     |     |     | 1  |
| TOTAL    | 0   | 0   | 1   | 10  | 16 |
| Nota P34 | 8,9 |     |     |     |    |

**ANEXO**

## ANEXO A

## Anexo A: Conta da SEMASA, Santo André-SP

Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André  
 CNPJ: 07.804.530/0001-06  
 Ins. Est. 026.723.877-111

**semasa.** 01/04/2016 10:24:26  
 EXERCÍCIO 2016  
 WWW.SEMASA.SP.GOV.BR

ÁREA CONSTRUÍDA: 244,69M<sup>2</sup> - FREQUÊNCIA COLETA: 4 DIAS/SEMANA

CONTA MENSAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL

Endereço: \_\_\_\_\_  
 Nome: \_\_\_\_\_

N. Conta: \_\_\_\_\_ N. Leitura: \_\_\_\_\_ Classificação Fiscal: \_\_\_\_\_ N. Hidrômetro: Y13L706914

| Numero Economias | Categoria     | Centro de Abastecimento | Tipo Faturamento | Grupo/Rota | Conta de |
|------------------|---------------|-------------------------|------------------|------------|----------|
| 1                | 1-RESIDENCIAL | CAMILOPOLIS             | NORMAL           | 0012/119   | ABR/2016 |

Período de Consumo  
 De: 01/03/2016 Ate: 01/04/2016  
 Consumo (m<sup>3</sup>): 9  
 Leitura Anterior: 259  
 Leitura Atual: 268  
 Consumo (m<sup>3</sup>): 9  
 Previsão Próxima Leitura: 02/05/2016

**TABELA DE CÁLCULO - ÁGUA E ESGOTO**

| m <sup>3</sup> Economia | Volume m <sup>3</sup> (C) | Tarifa Água (TA) | Valor (C x TA) | Volume m <sup>3</sup> (E) | Tarifa Esgoto (TE) | Valor (E x TE) |
|-------------------------|---------------------------|------------------|----------------|---------------------------|--------------------|----------------|
| 0 a 0                   |                           | 13,060           | 13,06          |                           | 13,060             | 13,06          |
| 1 a 10                  | 9,00                      | 0,450            | 4,05           | 9,00                      | 0,450              | 4,05           |
| 11 a 15                 |                           | 2,050            | 0,00           |                           | 2,050              | 0,00           |
| 16 a 25                 |                           | 5,380            | 0,00           |                           | 5,380              | 0,00           |
| 26 a 50                 |                           | 9,530            | 0,00           |                           | 9,530              | 0,00           |
| Acima 51                |                           | 10,010           | 0,00           |                           | 10,010             | 0,00           |

Consumo Faturado nos Últimos Períodos (m<sup>3</sup>)

| MAR/2016 | FEV/2016 | JAN/2016 | DEZ/2015 | NOV/2015 | OUT/2015 |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 8        | 8        | 9        | 9        | 10       | 11       |

| Descrição do Faturamento Mensal | Valor             | Descrição de Serviços | Valor |
|---------------------------------|-------------------|-----------------------|-------|
| ÁGUA NO ATACADO                 | 8,10              |                       |       |
| ÁGUA                            | 9,01              |                       |       |
| ESGOTO                          | 17,11             |                       |       |
| MULTAS(2%)+JUROS(0,5%AM)        | 0,00              |                       |       |
| MULTA+JUROS TX. COLETA(*)       | 0,00              |                       |       |
| <b>TAXA DE DRENAGEM</b>         | <b>3,82</b>       |                       |       |
| DIFERENÇA DE CONSUMO            | 0,00              |                       |       |
| CREDITO                         | 43,50             |                       |       |
| TAXA DE COLETA                  | 0,00              |                       |       |
| SERVICOS                        |                   |                       |       |
| <b>VALOR</b>                    | <b>R\$ 81,54</b>  |                       |       |
| <b>VENCIMENTO</b>               | <b>10/04/2016</b> |                       |       |

**PARAMETROS BASICOS DE AGUA-ANALISE REFERENTE AO MES DE: 03/2016**

| PARAMETRO    | LIMITES        | NUMERO ANALISES PREVISTAS | NUMERO ANALISES REALIZADAS | RESULTADOS POR LITRO DO PROBLEMA | VALOR MAXIMO ENCONTRADO | VALOR MINIMO ENCONTRADO |
|--------------|----------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------------|-------------------------|-------------------------|
| CRL          | 0,2 a 5,0 mg/l | 70,00                     | 70,00                      | 0,00                             | 0,75                    | 0,21                    |
| Cor aparente | max. 15 uH     | 9,00                      | 9,00                       | 0,00                             | 5,00                    | 1,00                    |
| Turbidez     | max. 5 UT      | 70,00                     | 70,00                      | 0,00                             | 3,09                    | 0,00                    |
| CT           | ausentes/100ml | 70,00                     | 70,00                      | 0,00                             | 0,00                    | 0,00                    |

LEGENDA: CRL - Cloro Residual Livre CT - Coliformes Totais

TARIFA AGUA NO ATACADO = R\$ 0,90 POR METRO CUBICO

43. FESTIVAL DE FLORES - DIAS 02 E 03 DE ABRIL  
 NO GINASTIO DE ESPORTES DO PARQUE CELSO DANIEL  
 (\*) MULTA E JUROS TX. COLETA = MULTA 0,33% A.D. E JUROS 1% A.M.

AUTENTICADO MECANICA - Via Semasa  
**COLOQUE SUA CONTA EM DEBITO AUTOMATICO**  
 UTILIZE ESTA CONTA PARA PAGAMENTO EM QUALQUER BANCO AUTORIZADO  
 V. 6.00-00014/E