

A gestão da drenagem urbana no Brasil, ainda não é tratada com a devida importância pelos gestores, dada a ausência de um planejamento específico para o setor. Iniciativas isoladas de algumas cidades são observadas no sentido de promover uma regulamentação para a drenagem urbana associada aos dispositivos de ordenamento do uso e ocupação do solo. Esta pesquisa propõe uma análise comparativa utilizando a metodologia da análise de conteúdo entre três planos diretores de drenagem urbana: dois no Brasil, o “Plano de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas para o Município de Joinville – PDMAP” e o plano da cidade de Porto Alegre – RS, representando países em desenvolvimento e o Plano Diretor de Águas Pluviais do Concelho da Maia, em Portugal, representando países desenvolvidos, utilizando o software Nvivo 11, versão Starter para a análise de conteúdo.

Orientador: Dra. Virgínia Grace Barros

Joinville, 2018

ANO

2018

TÂNIA MARA SEBBEN ONEDA | PLANOS DIRETORES DE DRENAGEM URBANA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PLANOS DE PAÍSES DESENVOLVIDOS E EM DESENVOLVIMENTO



UDESC

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

PLANOS DIRETORES DE DRENAGEM URBANA: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PLANOS DE PAÍSES DESENVOLVIDOS E EM DESENVOLVIMENTO

TÂNIA MARA SEBBEN ONEDA

JOINVILLE, 2018

TÂNIA MARA SEBBEN ONEDA

PLANOS DIRETORES DE DRENAGEM URBANA: UMA ANÁLISE
COMPARATIVA ENTRE PLANOS DE PAÍSES DESENVOLVIDOS E EM
DESENVOLVIMENTO.

JOINVILLE

2018

TÂNIA MARA SEBBEN ONEDA

PLANOS DIRETORES DE DRENAGEM URBANA: UMA ANÁLISE
COMPARATIVA ENTRE PLANOS DE PAÍSES DESENVOLVIDOS E EM
DESENVOLVIMENTO.

Dissertação de mestrado apresentada ao programa de pós-graduação em Engenharia Civil, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito para obtenção do título de mestre em Engenharia Civil.

Prof. Orientadora: Dra. Virgínia Grace Barros

JOINVILLE

2018

Sebben Oneda, Tânia Mara
PLANOS DIRETORES DE DRENAGEM URBANA: UMA ANÁLISE
COMPARATIVA ENTRE PLANOS DE PAÍSES DESENVOLVIDOS E
EM DESENVOLVIMENTO / Tânia Mara Sebben Oneda. -
Joinville, 2018.
135 p.

Orientadora: Virgínia Grace Barros
Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas,
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil,
Joinville, 2018.

1. Drenagem Urbana. 2. Plano Diretor. 3. Análise
de Conteúdo. I. Grace Barros, Virgínia. II.
Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa
de Pós-Graduação. III. Título.

**Planos Diretores de Drenagem Urbana: Uma Análise Comparativa entre Planos
de Países Desenvolvidos e em Desenvolvimento**

por

Tânia Mara Sebben Oneda

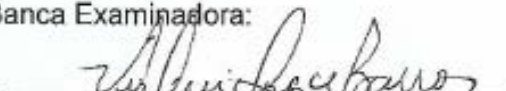
Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de

MESTRA EM ENGENHARIA CIVIL

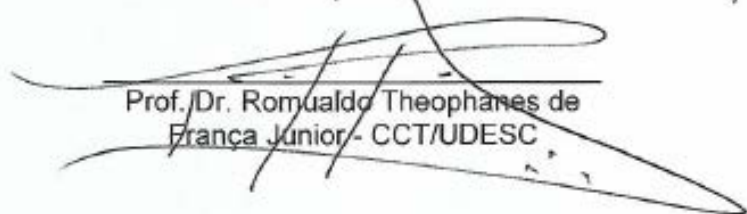
Área de concentração em "Engenharia Urbana e da Construção Civil"
e aprovada em sua forma final pelo

**CURSO DE MESTRADO ACADÊMICO EM ENGENHARIA CIVIL
DO CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS DA
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA.**

Banca Examinadora:


Profa. Dra. Virginia Grace Barros
CCT/UDESC (Orientadora/Presidente)


Profa. Dra. Therezinha Maria Novais de
Oliveira - UNIVILLE


Prof. Dr. Romualdo Theophanes de
França Junior - CCT/UDESC

Joinville, SC, 28 de março de 2018.

Aos meus pais, meu marido e minha filha que com muito carinho e apoio, não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida.

AGRADECIMENTOS

As palavras são poucas para expressar a minha gratidão e o meu reconhecimento eterno aos meus pais, Mariléia e Aljocir, suporte vital e verdadeiramente imprescindível para levar este projeto de vida a frente.

Ao meu esposo João Raphael e minha filha Marina, que sempre acreditaram no esforço pessoal em voltar a estudar e de quem durante todo este percurso roubei tempo, disponibilidade e atenções.

A minha admirável orientadora professora Dra. Virgínia Grace Barros, que por mais gratas e sentidas que sejam estas palavras, para mim elas nunca serão suficientes para recompensar o esforço e dedicação depositados no meu sucesso durante estes dois anos. Foi mais que uma simples orientação, me fez amadurecer não só na área técnica científica, mas como pessoa e alguns ensinamentos levarei para a vida toda.

A Deus que está acima de tudo e de todas as circunstâncias. Que me ensina todos os dias a acreditar em mim mesma e me dá ânimo para finalizar e concretizar os objetivos traçados.

Aos colegas de mestrado que preencheram com alegria os momentos difíceis, os encontros na H14 e as trocas de experiências.

À UDESC e ao curso de pós-graduação em engenharia civil, com seus professores e colaboradores, que me aceitaram como mestrando acreditando no meu trabalho.

À CAPES pelo apoio financeiro concedido através da bolsa de estudos.

RESUMO

A gestão da drenagem urbana no Brasil, ainda não é tratada com a devida importância pelos gestores, dada a ausência de um planejamento específico para o setor. Iniciativas isoladas de algumas cidades são observadas no sentido de promover uma regulamentação para a drenagem urbana associada aos dispositivos de ordenamento do uso e ocupação do solo. Os eventos de inundações ocorridos no Estado de Santa Catarina mostram não apenas a fragilidade ambiental de algumas áreas ocupadas frente às cheias, mas também a insuficiência de uma abordagem integrada e sustentável na gestão das águas. Em Joinville, devido ao crescimento populacional e à expansão urbana em áreas susceptíveis a inundações, os danos associados às suas ocorrências se intensificaram. Esta pesquisa propõe uma análise comparativa utilizando a metodologia da análise de conteúdo entre três planos diretores de drenagem urbana: dois no Brasil, o “Plano de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas para o Município de Joinville – PDMAP” e o plano da cidade de Porto Alegre – RS, representando países em desenvolvimento e o Plano Diretor de Águas Pluviais do Concelho da Maia, em Portugal, representando países desenvolvidos, utilizando o software Nvivo 11, versão Starter para análise de conteúdo. Entre alguns aspectos analisados, no plano da Cidade da Maia, identificam-se diversas abordagens em relação às águas urbanas e não apenas o problema de inundações. A qualidade e a escassez da água, a preservação das características locais e a sensibilização da população são focadas. A cidade de Porto Alegre considera a questão das bacias de retenção e retenção para evitar problemas de inundações e a integração do plano de drenagem com os planos de saneamento básico do município. No plano da cidade de Joinville, o foco principal é a solução dos problemas de inundações, devendo ainda ser feito o cadastro do sistema de drenagem existente, a criação de um sistema de informação geográfica e há necessidade da implementação de conceitos de drenagem sustentável. Ainda há muitas ações a serem desenvolvidas nas bacias hidrográficas do município e região e isso fica evidente no plano de Joinville. O plano diretor de drenagem urbana deve ser um documento que vai além do mapeamento de necessidades técnicas, deve ser um elemento de gestão pública.

Palavras-chave: Drenagem urbana. Plano diretor. Análise de conteúdo.

ABSTRACT

The management of urban drainage in Brazil is still not treated with due importance by the managers, given the absence of a specific planning for the sector. Isolated initiatives of some cities are observed to promote a regulation for urban drainage associated to spatial planning of soil use and occupation. The floods events in the State of Santa Catarina show not only the environmental fragility of some areas occupied by floods, but also the insufficiency of an integrated and sustainable approach in water management. In Joinville, due to population growth and urban sprawl in areas susceptible to flooding, the damage associated with their events have intensified. This research proposes a comparative analysis using the method of content analysis between three plans of urban drainage: two in Brazil, the "Plan of drainage and Stormwater Management for the Urban municipality of Joinville-PDMAP" and the plan of Porto Alegre-RS, representing developing countries and the stormwater master plan of the municipality of Maia, in Portugal, representing developed countries, using the Nvivo software 11, Starter version for content analysis. Between some aspects analyzed, in the City of Maia, identify various approaches in relation to the urban waters and not only the problem of floods. The quality and the scarcity of water, the preservation of local characteristics and raising awareness of the population are focused. The city of Porto Alegre considers the issue of detention and retention basins to avoid flood problems and the integration of the drainage plan with basic sanitation plans of the municipality. In the city of Joinville, the main focus is the solution of the problems of flooding and should be done the registration of the existing drainage system, the creation of a geographical information system and there is need for the implementation of drainage concepts sustainable. There are still many actions to be developed in catchment areas of the city and region and this is evident in Joinville. The master plan of urban drainage should be a document that goes beyond the needs mapping techniques, must be an element of public management.

Keywords: Urban Drainage. Master plan. Content analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo hidrológico terrestre.....	21
Figura 2 – Bacia hidrográfica.....	22
Figura 3 - Relação da população urbana x rural.....	23
Figura 4 – Pressões e consequências decorrentes da urbanização.....	24
Figura 5 - Características dos leitos dos rios.....	26
Figura 6 – Variabilidade do escoamento com múltiplas superfícies.....	26
Figura 7 - Hidrograma da bacia rural e depois de urbanizada.....	27
Figura 8 - Esquema da evolução das soluções de drenagem urbana e urbanização.....	29
Figura 9 – Gestão integrada das águas urbanas.....	34
Figura 10 – Relações entre os sistemas de águas urbanas.....	35
Figura 11 – Medidas estruturais intensivas que aceleram o escoamento.....	38
Figura 12 - Medidas estruturais que amortecem o escoamento.....	38
Figura 13 - Medidas estruturais de desvio do escoamento.....	39
Figura 14 - Medidas estruturais extensivas.....	39
Figura 15 - Pavimento permeável.....	41
Figura 16 - Trincheira de infiltração.....	42
Figura 17 - Telhado verde em edifício.....	43
Figura 18 - Constituição típicas de coberturas verdes.....	44
Figura 19 – Esquema de um sistema de aproveitamento da água da chuva.....	45
Figura 20 - Reservatório de retenção subterrâneo.....	46
Figura 21 - Localização do município de Joinville.....	53
Figura 22 - Evolução da população e da área urbanizada 1851 – 2008.....	55
Figura 23 – Localização do Município de Porto Alegre.....	57

Figura 24 – Localização do Município da Maia.....	58
Figura 25 - Componentes básicos do Plano de drenagem e manejo de águas pluviais.....	60
Figura 26 - Lotes atingidos por marés destacados em cinza escuro.....	61
Figura 27 – Hidrografia da região central de Porto Alegre.....	63
Figura 28 - Limites do Concelho da Maia e as freguesias.....	66
Figura 29 – Como organizar os documentos em nós.....	68
Figura 30 – Nós selecionados para análise.....	70
Figura 31 – Nuvem de palavras.....	71
Figura 32 – Evolução da população e da área urbanizada de Joinville 1960 – 2015.....	73
Figura 33 – Plano de Porto Alegre.....	74
Figura 34 – Plano de Joinville.....	75
Figura 35 – Plano da Maia.....	75
Figura 36 – Cobertura percentual dos itens codificados no nó Princípios dos planos.....	78
Figura 37 - Cobertura percentual dos itens codificados no nó Objetivos dos planos...	80
Figura 38 - Cobertura percentual dos itens codificados no nó Integração com outros planos.....	84
Figura 39 – Delimitação das sub-bacias e indicação do sentido de drenagem.....	86
Figura 40 - Cobertura percentual dos itens codificados no nó Abordagem bacia Hidrográfica.....	87
Figura 41 - Cobertura percentual dos itens codificados no nó Sistema de Informação Geográfica.....	90
Figura 42 - Cobertura percentual dos itens codificados no nó falta de dados da rede de drenagem existente.....	91
Figura 43 - Cobertura percentual dos itens codificados no nó Equação de Chuvas....	94

Figura 44 – Cobertura percentual das codificações no nó Condutores de esgotos pluvial x doméstico.....	95
Figura 45 - Cobertura percentual dos itens codificados no nó Qualidade da Água....	98
Figura 46 - Cobertura percentual das codificações do nó Horizonte de planejamento	101
Figura 47 - Cobertura percentual das codificações do nó revisão dos planos.....	102
Figura 48 - Cobertura percentual das codificações do nó Mudanças climáticas.....	105
Figura 49 - Cobertura percentual das codificações do nó Áreas de Preservação.....	105
Figura 50 - Cobertura percentual dos itens codificados no nó Indicadores de Desempenho.....	108
Figura 51 - Cobertura percentual dos itens codificados no nó Participação popular.....	110
Figura 52 - Cobertura percentual dos itens codificados no nó Manutenção dos Sistemas de Drenagem.....	112
Figura 53 - Cobertura percentual dos itens codificados no nó Mudança de paradigma.....	115
Figura 54 - Cobertura percentual dos itens codificados no nó drenagem urbana sustentável.....	118

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Comparação entre municípios.....	72
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio

DEP - Departamento de Esgotos Pluviais

DQA - Diretiva Quadra da Água

DQO - Demanda Química de Oxigênio

FISRWG - Grupo de Trabalho da Restauração do Fluxo da Interagência Federal Americano.

IHRH - Instituto de Hidráulica e Recursos Hídricos

IPCC - Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas

IPH - Instituto de Pesquisas Hidráulicas do Rio Grande do Sul

IV – Infra-estrutura verde

LID - Desenvolvimento de Baixo Impacto

NTK - Nitrogênio Kjeldahl

PDDU - Plano Diretor de Drenagem Urbana.

PDJ - Plano de Drenagem de Joinville

PDMAP - Plano de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas.

PMAP - Plano de Manejo de Águas Pluviais.

PMPA - Prefeitura Municipal de Porto Alegre

SEINFRA – Secretaria de infraestrutura urbana

SEPUD – Secretaria de Planejamento Urbano e Desenvolvimento Sustentável.

SUDS - Sistema de Drenagem Urbana Sustentável

WSUD - Projeto Urbano Sensível à Água

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Objetivo Geral	19
1.2 Objetivos Específicos.....	19
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	21
2.1 Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica.....	21
2.2 O impacto da urbanização no ciclo hidrológico	24
2.3 O Plano Diretor	31
2.4 O Plano Diretor de Drenagem Urbana.....	31
2.4.1 A abordagem integrada e a gestão sustentável.....	34
2.4.2 Medidas Estruturais no controle de Cheias	39
2.4.3 Medidas Não-Estruturais no Controle de Cheias.....	41
2.5 Drenagem Urbana Sustentável.....	42
2.5.1 Pavimentos permeáveis.....	43
2.5.2 Trincheiras de infiltração.....	44
2.5.3 Telhado verde.....	45
2.5.4 Captação e utilização de águas pluviais para fins não potáveis	46
2.5.5 Reservatórios de retenção	47
2.6 O clima e seus efeitos na rede de drenagem	48
2.7 A análise de conteúdo.....	51
3 ABORDAGEM METODOLÓGICA	54
3.1 Caracterização das áreas de estudo.....	55
3.1.1 Município de Joinville, SC, Brasil.....	55
3.1.2 Município de Porto Alegre, RS, Brasil.....	58
3.1.3 Município da Maia, Distrito do Porto, Portugal.....	60
3.2 Seleção dos planos para comparação.....	61
3.2.1 O Plano de manejo de águas pluviais do município de Joinville.....	61
3.2.2 O Plano Diretor de Drenagem urbana do município de Porto Alegre	64
3.2.3 O Plano da Cidade da Maia em Portugal.....	67
3.3 Seleção do programa a ser utilizado	69
3.4 Inserções de dados no programa	70
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	74
4.1 Percentual hierarquizado dos nós	75
4.2 Princípios na elaboração dos Planos	78

4.2.1 Cidade de Joinville.....	78
4.2.2 Cidade de Porto Alegre.....	79
4.2.3 Cidade da Maia.....	79
4.3 Objetivos dos Planos	81
4.3.1 Cidade de Joinville.....	81
4.3.2 Cidade de Porto Alegre.....	81
4.3.3 Cidade da Maia.....	81
4.4 Integração com os demais planos da cidade.....	83
4.4.1 Cidade de Joinville.....	83
4.4.2 Cidade de Porto Alegre.....	84
4.4.3 Cidade da Maia.....	84
4.5 Abordagem na elaboração do Plano.....	86
4.5.1 Cidade de Joinville.....	87
4.5.2 Cidade de Porto Alegre.....	87
4.5.3 Cidade da Maia.....	87
4.6 Sistema de informação Geográfica (SIG)	90
4.6.1 Cidade de Joinville.....	90
4.6.2 Cidade de Porto Alegre.....	91
4.6.3 Cidade da Maia.....	91
4.7 Falta de dados referentes à rede de drenagem existente	92
4.7.1 Cidade de Joinville.....	92
4.7.2 Cidade de Porto Alegre.....	93
4.7.3 Cidade da Maia.....	93
4.8 Equação de chuvas	94
4.8.1 Cidade de Joinville.....	95
4.8.2 Cidade de Porto Alegre.....	95
4.8.3 Cidade da Maia.....	96
4.9 Sistemas condutores de esgotos pluvial x doméstico.....	96
4.9.1 Cidade de Joinville.....	96
4.9.2 Cidade de Porto Alegre.....	97
4.9.3 Cidade da Maia.....	98
4.10 Qualidade da água.....	99
4.10.1 Cidade de Joinville.....	99
4.10.2 Cidade de Porto Alegre.....	99
4.10.3 Cidade da Maia.....	100

4.11 Horizonte de planejamento e revisão dos planos.....	102
4.11.1 Cidade de Joinville.....	102
4.11.2 Cidade de Porto Alegre.....	103
4.11.3 Cidade da Maia.....	103
4.12 Mudanças climáticas e áreas de preservação	105
4.12.1 Cidade de Joinville.....	105
4.12.2 Cidade de Porto Alegre.....	106
4.12.3 Cidade da Maia.....	107
4.13 Indicadores de desempenho	109
4.13.1 Cidade de Joinville.....	109
4.13.2 Cidade de Porto Alegre.....	109
4.13.3 Cidade da Maia.....	110
4.14 Participação popular	111
4.14.1 Cidade de Joinville.....	112
4.14.2 Cidade de Porto Alegre.....	112
4.14.3 Cidade da Maia.....	112
4.15 Manutenção dos sistemas de drenagem	114
4.15.1 Cidade de Joinville.....	114
4.15.2 Cidade de Porto Alegre.....	114
4.15.3 Cidade da Maia.....	115
4.16 Mudança de paradigma e novos estudos.....	116
4.16.1 Cidade de Joinville.....	116
4.16.2 Cidade de Porto Alegre.....	117
4.16.3 Cidade da Maia.....	117
4.17 Drenagem Urbana sustentável	119
4.17.1 Cidade de Joinville.....	119
4.17.2 Cidade de Porto Alegre.....	119
4.17.3 Cidade da Maia.....	120
5 CONCLUSÃO.....	123
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	126

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional tem gerado problemas de infraestrutura e grandes modificações no meio ambiente como aumento do escoamento superficial, provocando ou intensificando eventos hidrológicos extremos que tem na drenagem urbana seus problemas e soluções.

As inundações são fenômenos naturais e sazonais, que desempenham um importante papel ambiental, mas quando eles acontecem em ambientes construídos, podem ocorrer muitas perdas de diferentes tipos. Alterações na ocupação e uso do solo, com remoção da vegetação e aumento das taxas de impermeabilização aumentam o escoamento de águas superficiais. A intensa urbanização é um processo relativamente recente em relação à vida na terra, no entanto, preocupações com inundações e drenagem estão relacionadas ao desenvolvimento da cidade desde os tempos antigos (MIGUEZ, VERÓL E CARNEIRO, 2012).

As primeiras notícias sobre a preocupação dos homens com os fenômenos hidrológicos remontam a antiguidade, alguns milhares de anos antes de Cristo, com referências ao Egito, à Mesopotâmia, à Índia e à China. Existem registros de diversas obras hidráulicas construídas no rio Nilo, com canais e diques organizados para promover a fertilização dos campos marginais ao rio, bem como barragens, com finalidade provável de abastecimento. Essas obras de engenharia eram realizadas com base empírica, sendo adaptadas em caso de falha ou ainda replicadas, quando apresentavam bons resultados (MIGUEZ, VERÓL e REZENDE, 2015).

Os sistemas de drenagem são parte da infraestrutura da cidade e eles são uma chave importante na vida urbana. Se o sistema de drenagem falhar, cidades tornam-se sujeitas às inundações, a possível degradação ambiental, a problemas de saúde e saneamento e a interrupção de serviços básicos à população (MIGUEZ, VERÓL e CARNEIRO, 2012).

Silveira *et al.* (2009) e Kobiyama *et al.* (2006) afirmam que, os eventos extremos são tratados de forma segmentada entre os diversos setores da sociedade. Nos últimos anos ocorreu uma intensificação dos prejuízos causados por estes fenômenos devido ao mau planejamento urbano. Os esforços mitigadores de longo prazo são frequentemente ignorados tanto pelo poder público como pelos políticos. Os recursos investidos na mitigação destes desastres podem render retorno multiplicado em

economia, quando comparado aos custos de recuperação. A ampliação ou aplicação de medidas preventivas são de fundamental importância, especialmente no que tange a qualidade de vida de suas populações (SILVEIRA, 2008). Acrescenta-se a forte pressão do setor privado em desconsiderar os esforços mitigadores de longo prazo.

O Estado de Santa Catarina é afetado por uma grande diversidade de eventos extremos. Existem registros de danos relacionados tanto a severas estiagens como a grandes inundações e enxurradas. É um dos estados brasileiros mais atingidos por granizos, vendavais, tornados e deslizamentos (SCHADECK, 2016).

Por exemplo, na mesorregião do Vale do Itajaí, com destaque para os municípios de Blumenau, Itajaí e Rio do Sul, são recorrentes os eventos de inundações principalmente pelo fato de que suas malhas urbanas configuram-se junto às margens dos rios que periodicamente sofrem transbordamento. Para o período compreendido entre 1980-2010, foram registrados 34 episódios de inundações para o município de Blumenau, 23 registros em Itajaí e 22 registros de inundações para o município de Rio do Sul (HERRMANN, 2014).

Os eventos de inundações ocorridos no Estado de Santa Catarina mostram não apenas a fragilidade ambiental de algumas áreas ocupadas diante às cheias, mas também a insuficiência de uma abordagem integrada e sustentável na gestão das águas das bacias hidrográficas catarinenses (SCHADECK, 2016).

Segundo Righetto (2009), o controle e a minimização dos efeitos adversos das enchentes urbanas não se limitam ao princípio dominante no meio técnico tradicional, como o de se propiciar o afastamento e o escoamento das águas pluviais dos pontos críticos, mas da agregação de um conjunto de ações e soluções de caráter estrutural e não estrutural, envolvendo execuções de grandes e pequenas obras e de planejamento e gestão da ocupação do espaço urbano, com legislações e fiscalizações eficientes quanto à geração dos deflúvios superficiais advinda do uso e da ocupação do solo.

O Município de Joinville-SC, é um importante polo econômico estadual e também o de maior população no Estado de Santa Catarina (SEPUD, 2017). Em Joinville, as inundações são registradas desde a sua fundação em 1851. Devido ao crescimento populacional e à expansão urbana dos últimos anos e em áreas susceptíveis a

inundações os danos associados as suas ocorrências se intensificaram (SILVEIRA, *et al.*, 2009).

Joinville, erguida sobre o mangue, cresceu com as inundações como parte de sua história. O progresso não mudou a história visto que as inundações continuam frequentes e assustam os visitantes e moradores nos períodos de chuva e maré alta, quando o aumento do volume da água no Rio Cachoeira se soma aos bueiros e galerias entupidos (SILVEIRA, *et al.*, 2009).

Por exemplo, na enchente de 9 de fevereiro de 1995, choveu 27 dos 31 dias em janeiro em Joinville. O prejuízo econômico total foi de R\$46.417.492,39 e houve 3 vítimas fatais. Além disso, computaram-se 15.000 pessoas desalojadas, 5.725 pessoas desabrigadas, 15 pessoas feridas, 5.000 casas atingidas, prejuízos agropecuários, 942 mil árvores atingidas pelos deslizamentos, prejuízos industriais, prejuízos na barragem, em pontes e canais. Com 22% (250 km²) da área física do município atingida pela enchente, a precipitação total foi de 240 mm (SILVEIRA e KOBIYAMA, 2007).

A gestão da drenagem urbana, na maioria dos municípios brasileiros, ainda não é tratada com a devida importância pelos gestores, dada a ausência de um planejamento específico para o setor. De forma geral, o gerenciamento da drenagem urbana é realizado pelas secretarias de obras municipais e apresenta-se desvinculado das ações planejadas para os demais setores relacionados, como água, esgoto e resíduos sólidos. Iniciativas isoladas de algumas cidades têm sido observadas no sentido de promover uma regulamentação para a drenagem urbana associada aos dispositivos de ordenamento do uso e ocupação do solo. No entanto, estas iniciativas ainda carecem de uma visão integrada aos processos urbanos e da consideração de conceitos que os aproximem à sustentabilidade (CRUZ, SOUZA e TUCCI, 2007).

Desta forma, este trabalho propõe analisar o “Plano de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas para o Município de Joinville – PDMAP”, comparando-o com outros planos e verificando as aderências do plano à literatura. A gestão das águas pluviais em uma cidade é o desafio que motiva a pesquisa, em função das recorrentes inundações e suas consequências. Esse plano faz parte do Decreto Municipal nº 26.680, de 25 de abril de 2016, que aprova os planos setoriais integrantes do plano municipal de saneamento básico de Joinville que são: Plano Municipal de

abastecimento de água e esgotamento sanitário; Plano Municipal de gestão integrada de resíduos sólidos; e Plano de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

Para executar tal análise, utilizou-se a metodologia da análise de conteúdo que, segundo Moraes (1999), constitui uma metodologia de pesquisa usada para descrever e interpretar o conteúdo de toda classe de documentos e textos.

Segundo Alves, Figueiredo Filho e Henrique (2015), o avanço tecnológico favoreceu o desenvolvimento de muitos softwares que auxiliam na realização de análises de dados. Suas funcionalidades variam desde análises simples, como estatística descritiva e contagem de palavras até procedimentos mais complexos como elaboração de mapas de conexão e a estimativa de modelos de séries temporais. Em particular, no que diz respeito à análise de conteúdo, o surgimento desses programas foi essencial para viabilizar a codificação e categorização de uma enorme quantidade de informações. Um dos softwares que podem ser utilizados é o NVivo, já utilizado em análises de planos diretores por Fu e Zhang (2017), com o objetivo de analisar as diferenças entre planos diretores convencional e sustentável. É importante ressaltar que esses programas são facilitadores no processo analítico dos dados e não substituem a responsabilidade do pesquisador na interpretação substantiva dos resultados.

1.1 Objetivo Geral

Analisar de forma comparativa o plano de drenagem de países desenvolvidos e em desenvolvimento evidenciando as políticas de saneamento de cidades em diferentes níveis de evolução e dimensão.

1.2 Objetivos Específicos

- Comparar o plano de manejo de águas pluviais do município de Joinville com o plano proposto, para Porto Alegre - RS, como representantes de países em desenvolvimento e no exterior: Cidade da Maia, em Portugal, como representante de país desenvolvido.

- Identificar que plano apresenta mais deficiências, com base na observação da experiência de outros planos.
- Verificar a aplicabilidade da metodologia da “análise de conteúdo” para o estudo da comparação dos planos de drenagem.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica

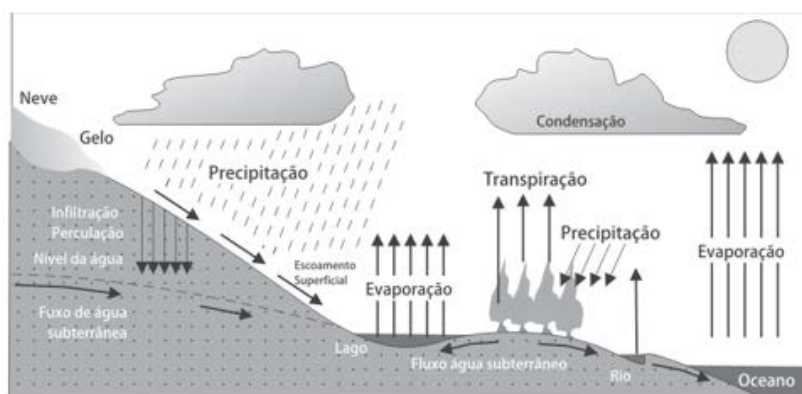
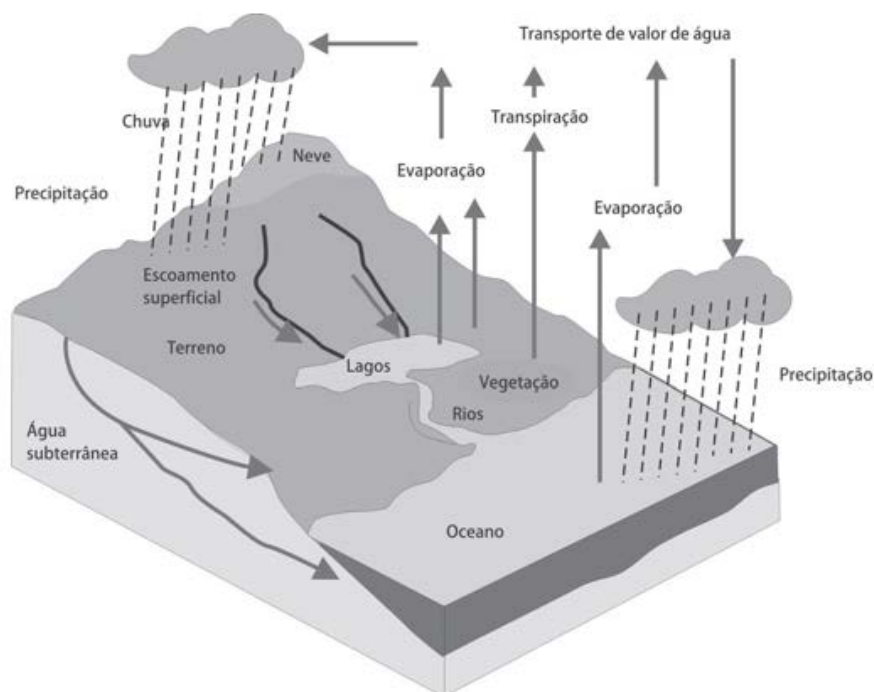
O ciclo da água no globo é acionado pela energia solar. Esse ciclo retira água dos oceanos através da evaporação da superfície do mar e da superfície terrestre. Essa água entra no sistema de circulação geral da atmosfera que depende das diferenças de absorção de energia (transformação em calor) e da refletância entre os trópicos e as regiões de maior latitude, como as áreas polares. O sistema de circulação da atmosfera é extremamente dinâmico e não-linear, dificultando sua previsão quantitativa. Esse sistema cria condições de precipitação pelo resfriamento do ar úmido que formam as nuvens gerando precipitação na forma de chuva e neve (entre outros) sobre os mares e superfície terrestre. A água evaporada se mantém na atmosfera, em média apenas 10 dias. O fluxo sobre a superfície terrestre é positivo (precipitação menos evaporação), resultando nas vazões dos rios em direção aos oceanos. O fluxo vertical dos oceanos é negativo, com maior evaporação que precipitação. O volume evaporado adicional se desloca para os continentes pelo sistema de circulação da atmosfera e precipita, fechando o ciclo. Os valores médios aproximados de troca desse ciclo podem ser observados na Figura 1. Em média, a água importada dos oceanos é reciclada cerca de 2,7 vezes sobre a terra através do processo precipitação-evaporação, antes de escoar de volta para os oceanos (TUCCI e MENDES, 2006).

Ainda segundo Tucci e Mendes (2006) os processos hidrológicos na bacia hidrográfica possuem duas direções predominantes de fluxo na bacia: vertical e o longitudinal. O vertical é representado pelos processos de precipitação, evapotranspiração, umidade e fluxo no solo, enquanto que o longitudinal pelo escoamento na direção dos gradientes da superfície (escoamento superficial e rios) e do subsolo (escoamento subterrâneo).

O conceito de bacia hidrográfica tem sido cada vez mais expandido e utilizado como unidade de gestão da paisagem na área de planejamento ambiental. Na perspectiva de um estudo hidrológico, o conceito de bacia hidrográfica envolve explicitamente o conjunto de terras drenadas por um corpo d'água principal e seus afluentes e representa a unidade mais apropriada para o estudo qualitativo e quantitativo do recurso água e dos fluxos de sedimentos e nutrientes, conforme Pires,

Santos e Del Prette (2002). Segundo Araújo *et al.* (2009), a bacia hidrográfica é o elemento fundamental de análise no ciclo hidrológico, principalmente na sua fase terrestre, que engloba a infiltração e o escoamento superficial. Ela pode ser definida como uma área limitada por um divisor de águas, que a separa das bacias adjacentes e que serve de captação natural da água de precipitação através de superfícies vertentes, Figura 2. Por meio de uma rede de drenagem, formada por cursos d'água, ela faz convergir os escoamentos para a seção de exutório, seu único ponto de saída (ARAÚJO, *et al.*, 2009).

Figura 1 - Ciclo hidrológico terrestre



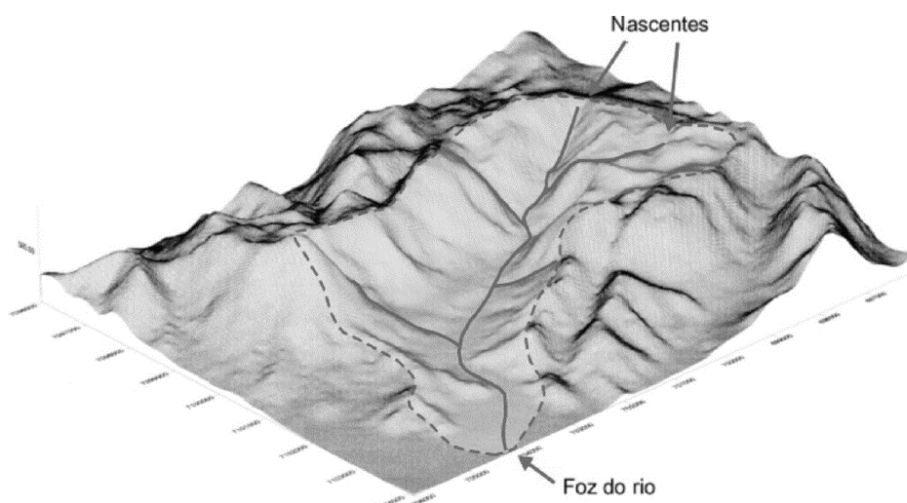
Fonte: Tucci e Mendes (2006)

A bacia hidrográfica pode ser então considerada um ente sistêmico. É onde se realizam os balanços de entrada proveniente da chuva e saída de água através do exutório, permitindo que sejam delineadas bacias e sub-bacias, cuja interconexão se dá pelos sistemas hídricos. Pode-se ter interesse em uma pequena bacia de 0,5 km² numa área urbana, como na bacia do Rio São Francisco, com mais de seus 600.000 km² de área. Esse conceito sistêmico adapta-se muito bem aos sistemas de gestão de recursos hídricos (PORTO e PORTO, 2008).

Sobre o território definido como bacia hidrográfica é que se desenvolvem as atividades humanas. Todas as áreas urbanas, industriais, agrícolas ou de preservação fazem parte de alguma bacia hidrográfica. Pode-se dizer que, no seu exutório, estarão representados todos os processos que fazem parte do seu sistema. O que ali ocorre é consequência das formas de ocupação do território e da utilização das águas por ela drenadas (PORTO e PORTO, 2008).

A utilização da bacia hidrográfica como recorte espacial básico para os estudos ambientais é proposta tendo em vista que as alterações decorrentes das interferências humanas sobre o ambiente refletem-se na bacia hidrográfica como um todo (IBGE, 2009).

Figura 2 – Bacia hidrográfica



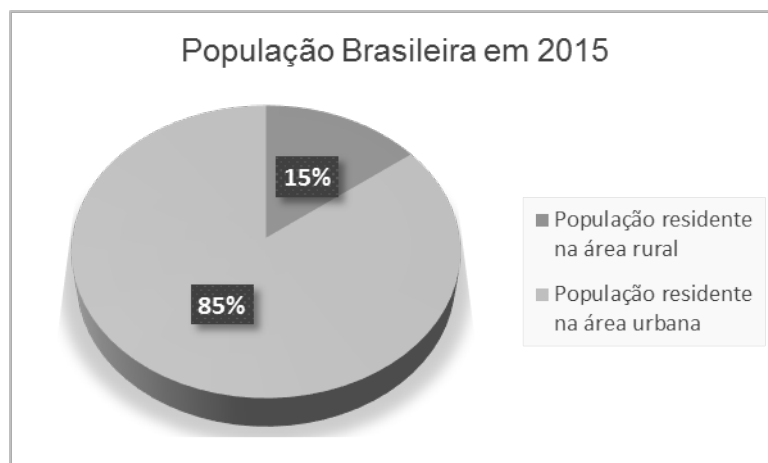
Fonte: CCJ (2008)

2.2 O impacto da urbanização no ciclo hidrológico

A sociedade sempre interveio nos meios naturais para disponibilizar recursos para o atendimento de suas necessidades básicas e o desenvolvimento das cidades. Entretanto, este cenário comum à contemporaneidade não trouxe somente benefícios, uma vez que junto aos processos de urbanização surgiram vários problemas, principalmente ao meio ambiente e recursos hídricos (ROCHA, 2014).

Segundo IBGE (2016), em relação à evolução demográfica, os censos mostram que a população brasileira vem crescendo nos últimos anos. A maior parte da população se encontra na região sudeste do país, sendo que 85,43% da população brasileira reside na área urbana e 14,57% reside na zona rural, Figura 3.

Figura 3 - Relação da população urbana x rural

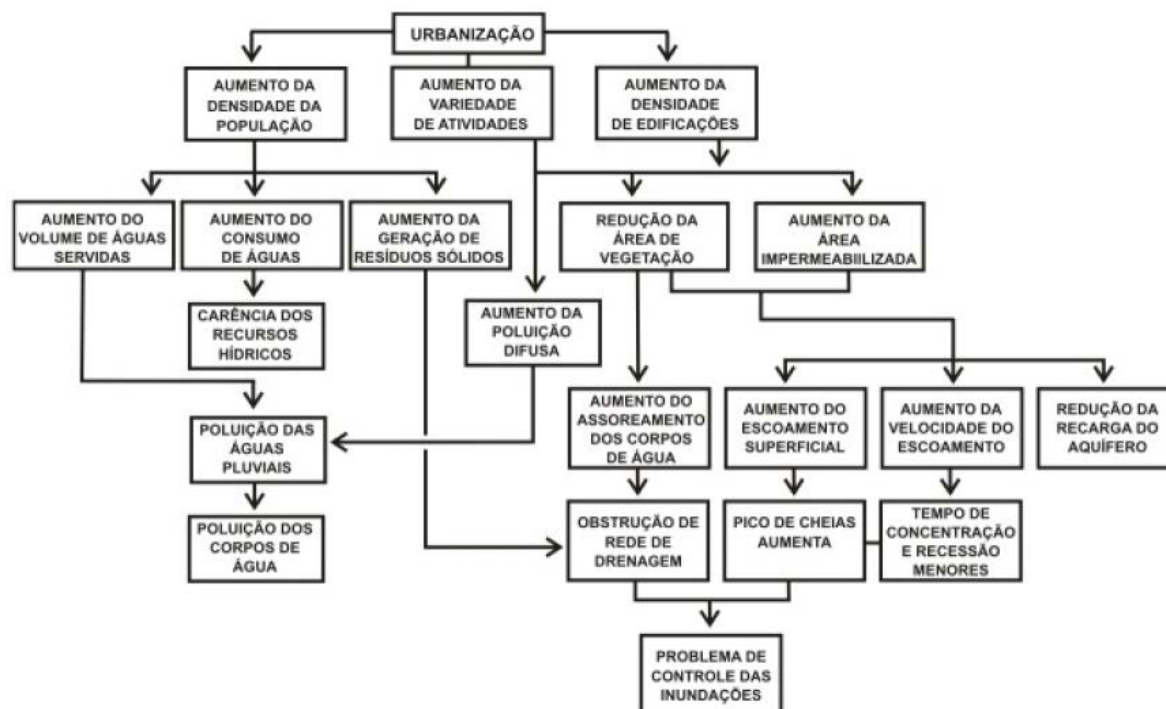


Fonte: adaptado de IBGE (2016)

A maioria dos municípios brasileiros não possui políticas públicas, regras e fiscalização referente à drenagem urbana e tão pouco sobre a utilização dessa água. A gestão das águas pluviais compreende desde o monitoramento de chuvas e entendimento do ciclo hidrológico e do microclima locais, a previsão dessas, e correto destino das águas precipitadas, tentando adotar práticas que diminuam os impactos da urbanização, assim como a garantia da disponibilidade das águas de chuva, ou seja, trata tanto da drenagem de forma sustentável, quanto do uso racional da água da chuva (VIOLA, 2008).

Segundo Fernandes (2010), a redução em qualidade e quantidade dos elementos naturais, a poluição das águas, as inundações, o aumento da produção de resíduos sólidos e de efluentes, são alguns dos impactos do crescimento urbano que têm afetado a qualidade de vida dos cidadãos. A Figura 4 apresenta as principais pressões e consequentes impactos nos corpos de água decorrentes do processo de urbanização.

Figura 4 – Pressões e consequências decorrentes da urbanização



Fonte: Fernandes (2010)

A urbanização não planejada gera sérios impactos sobre a drenagem de uma cidade. Ela faz com que sejam impermeabilizadas grandes porções de solo. A construção de edificações, e a pavimentação de ruas, passeios e pátios são exemplos de obras que geram grande impermeabilização. Antes da impermeabilização, o escoamento superficial ocorria mais lentamente, e uma porção considerável infiltrava, era interceptado ou sofria evapotranspiração (SILVA, 2009).

Esses problemas causados pela expansão urbana não apresentam soluções fáceis, pois qualquer interferência proposta por uma área ocupada necessita de um estudo bastante detalhado do custo e dos benefícios gerados por esta interferência. Tucci e Mendes (2006) afirmam que o crescimento urbano tem sido caracterizado

por expansão irregular da periferia com pouca obediência da regulamentação urbana relacionada com o Plano Diretor e normas específicas de loteamentos, além da ocupação irregular de áreas públicas por população de baixa renda. Essa tendência dificulta o ordenamento das ações não-estruturais do controle ambiental urbano.

Fendrich (2009) e Tucci (2006) afirmam que a urbanização impõe às bacias hidrográficas altas taxas de impermeabilização dos seus solos através da alteração da cobertura vegetal. O volume que escoava lentamente pela superfície do solo e ficava retido pelas plantas, pelos efeitos da urbanização, passa a escoar através de superfícies impermeáveis, condutos e canais, exigindo maior capacidade de escoamento e aumento das seções e declividade do conduto ou canal. As consequências são o aumento significativo dos níveis máximos das enchentes urbanas nos rios, córregos e canais, devido às chuvas intensas e a diminuição da taxa de infiltração, acarretando problemas de subsidência e na recarga dos aquíferos da água subterrânea. A impermeabilização dos solos associada à urbanização altera o ciclo natural da água (FENDRICH, 2009).

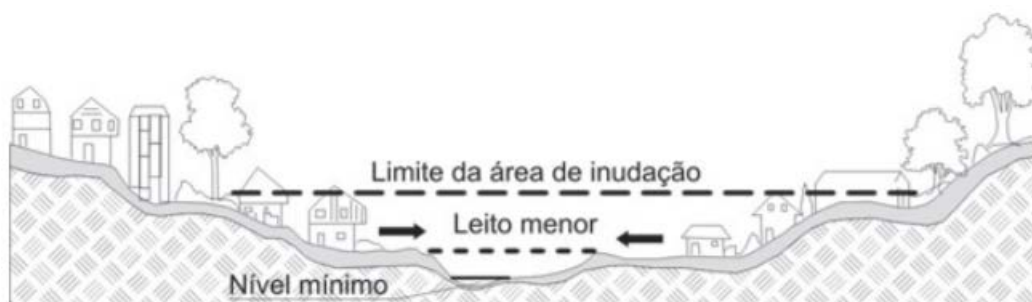
Segundo Tucci (2008) o escoamento pluvial pode produzir inundações e impactos nas áreas urbanas em razão de dois processos, que ocorrem isoladamente ou combinados:

- inundações de áreas ribeirinhas: são inundações naturais que ocorrem no leito maior dos rios por causa da variabilidade temporal e espacial da precipitação e do escoamento na bacia hidrográfica;

- inundações em razão da urbanização: são as inundações que ocorrem na drenagem urbana por causa do efeito da impermeabilização do solo, canalização do escoamento ou obstruções ao escoamento.

Tucci (2006) afirma que o gerenciamento das inundações ribeirinhas trata de evitar que a população seja atingida pelas inundações naturais. Os rios, nos períodos chuvosos, saem do seu leito menor e ocupam o leito maior, dentro de um processo natural. Como isso ocorre de forma irregular ao longo do tempo, a população tende a ocupar o leito maior, ficando sujeita ao impacto das inundações, Figura 5. As enchentes naturais extravasam a sua calha menor, em média, a cada dois anos, ocupando o seu leito maior. Conhecidos os processos e suas consequências, é necessário planejar-se a ocupação do espaço urbano com a infraestrutura e as condições que evitem impactos econômico-sociais sobre a sociedade (TUCCI, 2006).

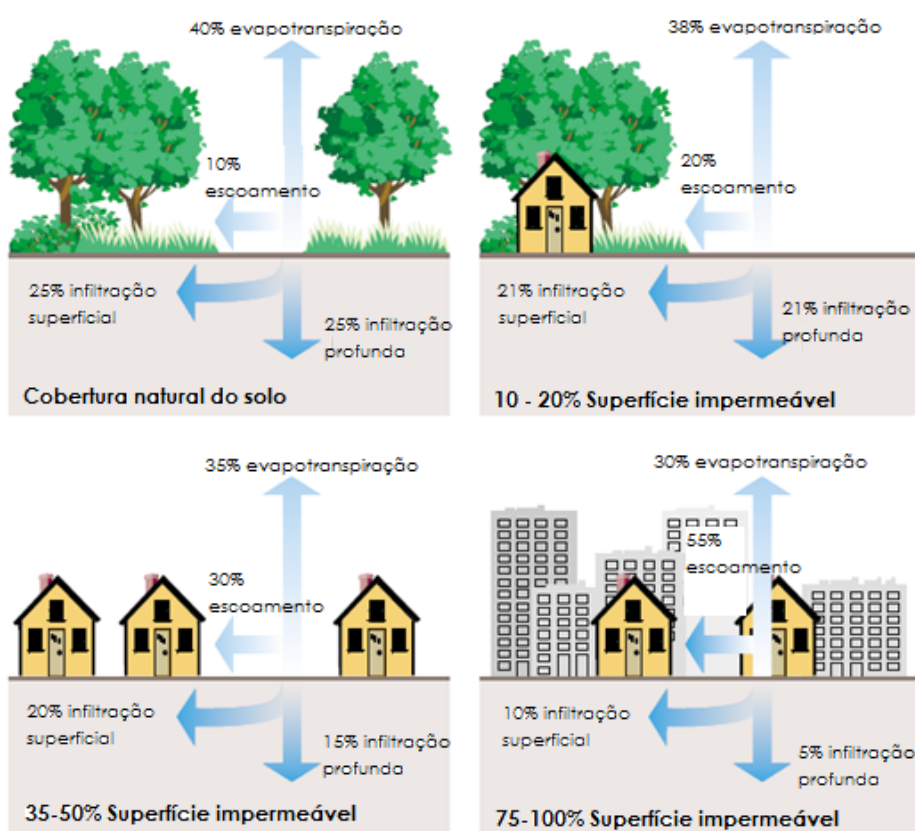
Figura 5 - Características dos leitos dos rios.



Fonte: Tucci (2008)

Segundo o Grupo de Trabalho da Restauração do Fluxo da Interagência Federal americano – FISRWG (2001), sob condições naturais e pouco desenvolvidas, o escoamento superficial pode variar de 10 a 30% da precipitação anual total, Figura 6.

Figura 6 – Variabilidade do escoamento com múltiplas superfícies.



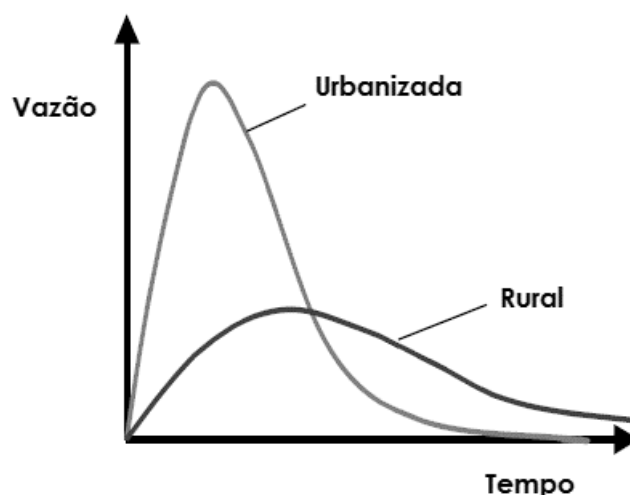
Fonte: FISRWG (2001, tradução nossa)

Dependendo do nível de desenvolvimento e os métodos de planejamento utilizados no local, a alteração das condições físicas pode resultar em um aumento significativo de escoamento superficial para mais de 50% da precipitação total. Além disso, a melhoria da drenagem local para eliminar possíveis inundações também pode resultar em aumento do escoamento superficial. Alteração das características de escoamento local podem causar um aumento no volume e frequência do fluxo de escoamento (descarga) e também aumento de velocidades que podem causar inundações, erosão, acelerar ou reduzir a recarga de águas subterrâneas que contribuem para a degradação da qualidade da água e a integridade ecológica dos cursos de água (FISRWG, 2001).

À medida que a cidade se urbaniza, em geral, ocorrem os seguintes impactos, de acordo com Tucci (2008):

- Aumento das vazões máximas, Figura 7, em várias vezes e da sua frequência em virtude do aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais e impermeabilização das superfícies;
- Aumento da produção de sedimentos pela falta de proteção das superfícies e pela produção de resíduos sólidos (lixo);
- A deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea, em razão de lavagem das ruas, transporte de material sólido e de ligações clandestinas de esgoto cloacal e pluvial.

Figura 7 - Hidrograma da bacia rural e depois de urbanizada



Fonte: Tucci (2008)

A falta de planejamento da unidade gestão de enchentes, bacia hidrográfica, é comum em países em desenvolvimento, fato este que tende a aumentar custos de ações futuras. O planejamento de ações numa bacia apesar de ser complexo apresenta importância vital no controle de cheias, recomendando medidas prioritárias e apresentando alternativas tecnológicas, se constituindo na melhor maneira de combate a incidentes que envolvam eventos chuvosos. Apesar de ser tarefa árdua, os órgãos gestores, a nível municipal, estadual e federal devem preconizar ações de gerenciamento e planejamento da dinâmica urbana a fim de mitigar os efeitos de precipitações intensas (ASSUNÇÃO, 2012).

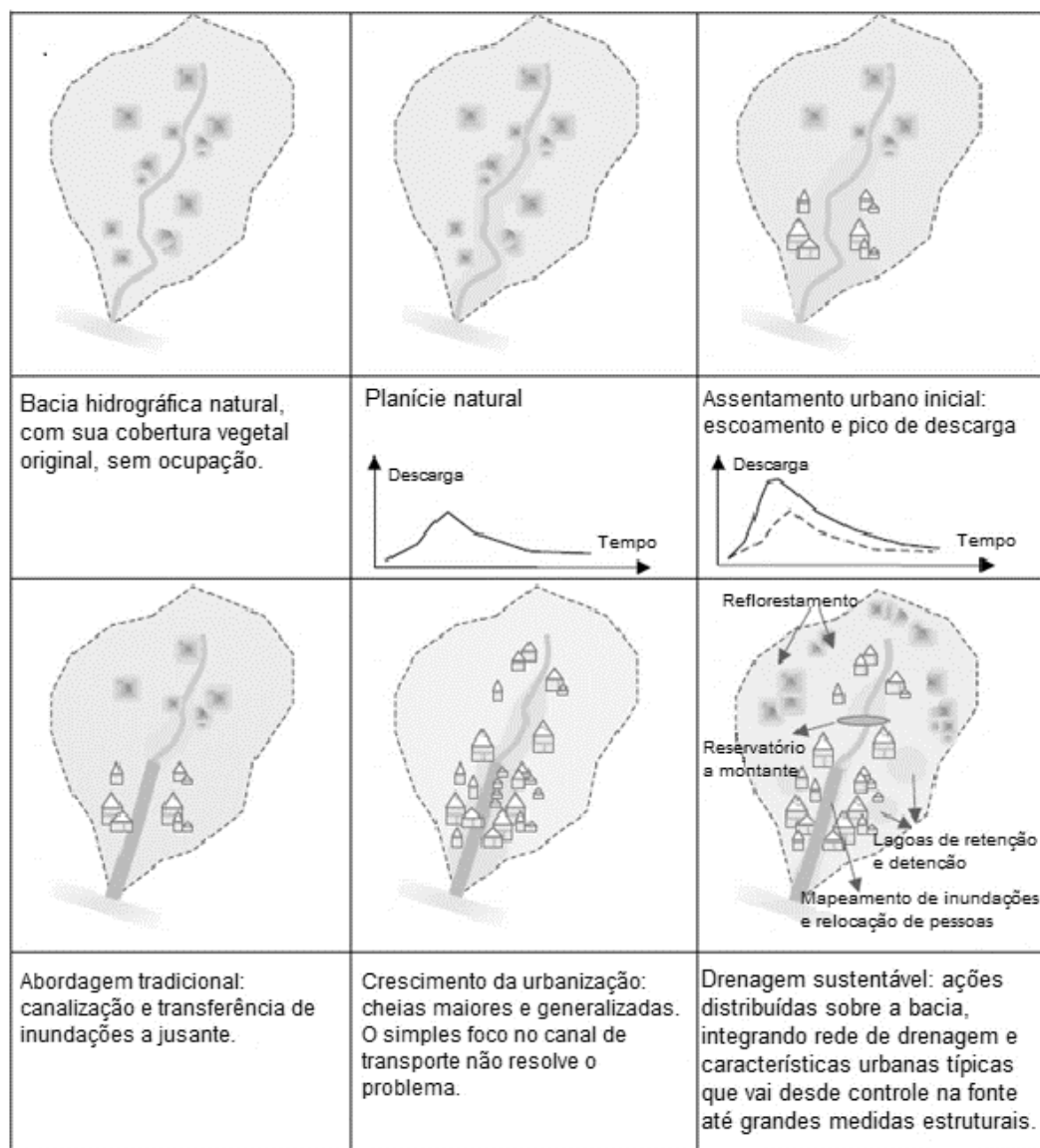
Para Souza *et al.* (2013), as cidades brasileiras, em geral, têm sofrido, sistematicamente, com as falhas dos sistemas de drenagem, com grandes prejuízos materiais e risco à saúde e à vida da população, fortalecendo o senso comum da necessidade de ampliação de galerias e execução de obras de canalização e retificação de corpos d'água. Assim, tem-se observado que o crescimento da cidade cria e amplia pontos de alagamentos e que o tratamento dos problemas por canalização apenas transfere os volumes de um ponto a outro, criando uma falsa sensação de segurança, o que permite a ocupação cada vez mais próxima dos corpos d'água (SOUZA, *et.al.*, 2013).

No momento inicial, a solução de canalização é capaz de lidar com inundações em certas áreas, transferindo águas a jusante, Figura 8. Como o passar do tempo, a urbanização cresce e mais áreas da bacia hidrográfica ficam impermeáveis. A urbanização limita o alargamento de canalização do rio. A montante, o rio principal não pode ser canalizado sem gerar graves problemas a jusante. Então, o foco deve ser movido para uma abordagem sistêmica, na qual a bacia inteira deve ser considerada. Ações distribuídas espalhados ao redor da bacia cumprem com a drenagem a fim de controlar a geração de escoamentos. Aspectos espaciais e temporais devem ser considerados juntos de uma forma que o conjunto de propostas e soluções podem reorganizar os padrões de escoamento e minimizar as inundações (MIGUEZ e MAGALHÃES, 2010).

Conforme Tucci (2008), no plano diretor de desenvolvimento urbano das cidades, geralmente não existe nenhuma restrição quanto à ocupação das áreas de risco de

inundação, a sequência de anos sem enchentes é razão suficiente para que empresários desmembre essas áreas para ocupação urbana.

Figura 8 - Esquema da evolução das soluções de drenagem urbana e urbanização.



Fonte: Miguez e Magalhães (2010, tradução nossa)

Também ocorre a invasão de áreas ribeirinhas, que pertencem ao poder público, pela população de baixa renda e a ocupação de áreas de médio risco, de frequência menor, mas quando ocorre inundação sofrem prejuízos significativos. O gerenciamento atual não incentiva a prevenção desses problemas, já que, à medida que ocorre a inundação, o município declara calamidade pública e recebe recurso a fundo perdido. O desenvolvimento urbano pode também produzir obstruções ao escoamento, como

aterros, pontes, drenagens inadequadas, obstruções ao escoamento junto a condutos e assoreamento (TUCCI, 2008).

2.3 O Plano Diretor

Segundo Villaça (2005), o plano diretor é um plano que, a partir de um diagnóstico científico da realidade física, social, econômica, política e administrativa da cidade, do município e de sua região, apresentam um conjunto de propostas para o futuro desenvolvimento socioeconômico e futura organização espacial dos usos do solo urbano, das redes de infraestrutura e de elementos fundamentais da estrutura urbana, definidas para curto, médio e longo prazos, e aprovadas por lei municipal.

A Constituição Federal define que o plano diretor é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana, sendo construído a partir da participação da sociedade (MORALES, 2007).

O Plano Diretor abrange todos os problemas fundamentais da cidade inclusive e principalmente os de transportes, saneamento, enchentes, educação, saúde, habitação, poluição do ar e das águas e até mesmo questões ligadas ao desenvolvimento econômico e social do município (VILLAÇA, 2005).

Segundo Rezende e Ultramari (2007), os princípios que norteiam o plano diretor estão contidos no Estatuto da Cidade, onde esse plano está definido como instrumento básico para orientar a política de desenvolvimento e de ordenamento da expansão urbana do município. É obrigatório para os municípios: com mais de 20 mil habitantes; integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas; com áreas de especial interesse turístico; situados em áreas de influência de empreendimentos ou atividades com significativo impacto ambiental na região ou no país.

Morales (2007) afirma que o plano diretor pode ser a alavanca para a institucionalização do processo permanente de planejamento e por isso deve ser continuamente revisto, de modo que venha a se adequar as mudanças da realidade local, visto que as cidades têm caráter dinâmico e uma complexidade intrínseca.

2.4 O Plano Diretor de Drenagem Urbana

Os sistemas de drenagem urbana, abastecimento de água, esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e controle da poluição e de vetores constituem a

infraestrutura de saneamento básico de uma cidade, prioritários em programas de saúde pública. Dessa forma, o grande desafio de um plano de águas pluviais, além de propor soluções para a redução dos riscos de inundação e de contaminação dos recursos hídricos, é se integrar aos serviços de saneamento, tanto no plano institucional como no técnico, com a efetiva implantação das medidas propostas (ROCHA, 2014).

Os Planos Diretores de Drenagem Urbana (PDDU) ou, mais recentemente, Planos de Manejo de Águas Pluviais (PMAP), surgem como elemento central da gestão drenagem urbana. Esses planos estabelecem as diretrizes para a gestão das águas pluviais em uma bacia hidrográfica e visam, fundamentalmente, reduzir o volume de escoamento, velocidade, taxas, frequência e duração dos alagamentos. Estas medidas são uma tentativa de minimização dos efeitos adversos ao meio ambiente, especialmente dos aspectos quali-quantitativos dos corpos d'água receptores, com consequente redução de perdas econômicas, melhoria das condições de saúde da população e meio ambiente da cidade (VILLANUEVA, *et.al.*, 2011).

O Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) é o conjunto de diretrizes que determinam a gestão do sistema de drenagem, minimizando o impacto ambiental devido ao escoamento das águas pluviais. Na elaboração do PDDU deve ser mantida a sua coerência com as outras normas urbanísticas do município, com os instrumentos da Política Urbana e da Política Nacional de Recursos Hídricos (PARKINSON, *et. al.*, 2003).

O planejamento urbano (ou a falta dele) afeta diretamente a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos, pois pode propiciar a produção de poluição difusa, impermeabilização do solo, promover ações estruturais que causam enchentes, propiciar a ocorrência de erosão e assoreamento, dentre outros. O gerenciamento inadequado das águas no ambiente urbano e da urbanização pode levar a muitos problemas, colocando em risco vidas humanas, modos de vida e propriedades (ICLEI BRASIL, 2011). Neste contexto, os instrumentos de controle do uso e ocupação do solo são ferramentas fundamentais para o desenvolvimento urbano de forma sustentável e deveriam ser utilizados de forma a complementar os instrumentos

previstos na Política Nacional de Recursos Hídricos (ZAHED FILHO, MARTINS e PORTO, 2012).

Tucci (2003) afirma que para implementar medidas sustentáveis na cidade é necessário desenvolver o Plano Diretor de Drenagem Urbana. O Plano se baseia em princípios:

(a) os novos desenvolvimentos não podem aumentar a vazão máxima de jusante;

(b) o planejamento e controle dos impactos existentes devem ser elaborados considerando a bacia como um todo;

(c) o horizonte de planejamento deve ser integrado ao Plano Diretor da cidade;

(d) o controle dos efluentes deve ser avaliado de forma integrada com o esgotamento sanitário e os resíduos sólidos.

O déficit na drenagem urbana está relacionado a vários aspectos técnicos, legais, sociais, financeiros e culturais, relacionados à realidade local, os quais dificultam a adoção de novos conceitos. Desta forma, o desenvolvimento de planos integrados (especialmente os de saneamento básico e desenvolvimento urbano) esbarra em problemas como o baixo nível de controle sobre a expansão urbana e a deficiência da informação da população (SOUZA, *et.al.*, 2013).

Segundo Canholi (2013), no Brasil, salvo exceções, o projeto dos sistemas de drenagem urbana ainda é realizado seguindo os conceitos clássicos, em muito já superados. Cidades como São Paulo, Porto Alegre, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, buscam há alguns anos introduzir esses novos conceitos a partir da revisão de seus planos diretores e da atualização do corpo técnico das prefeituras e órgãos estatais.

Conforme Souza, Cruz e Tucci (2012), a abordagem atualmente adotada para o manejo de águas em meio urbano tem acarretado em prejuízos financeiros, ambientais, estéticos, à saúde e, sobretudo, à qualidade de vida da população.

Em contrapartida, experiências recentes em outros países têm apresentado soluções mais próximas à sustentabilidade, por meio de planejamento e de tecnologias que reconhecem ecossistemas como mecanismos de controle e tratamento de águas pluviais de forma difusa e integrada às demais atividades urbanas. O crescimento urbano de cidades brasileiras encontra-se ainda alicerçada

na impermeabilização massiva de áreas e canalizações artificiais, ampliando a escassez de água em função da baixa eficiência dos sistemas hídricos, contaminações e baixo grau de reaproveitamento de água. Na última década, no entanto, algumas poucas municipalidades começaram a alterar sua forma de gerir o sistema de drenagem para a utilização de estruturas de armazenamento, casos, por exemplo, de Porto Alegre, São Paulo, Curitiba e Santo André (SOUZA, CRUZ e TUCCI, 2012).

2.4.1 A abordagem integrada e a gestão sustentável

A abordagem tradicional para os sistemas de drenagem está sendo completada ou substituída por novos conceitos que buscam soluções sistêmicas, com ações distribuídas ao longo da captação, tentando recuperar os padrões de fluxo semelhantes às que aconteceu antes da urbanização. Medidas de armazenamento e infiltração são consideradas em conjunto em soluções integradas de layout. Essas novas tendências se preocupam com o controle de qualidade de água, em melhorar a água da chuva para utilizá-la como um recurso a ser explorado em uma abordagem integrada para a gestão sustentável das tempestades urbanas. Além disso, a possibilidade de combinar medidas de controle de inundação com intervenções de paisagem urbana, capazes de agregar valor aos espaços urbanos, com múltiplas funções, está se tornando uma opção interessante do ponto de vista da revitalização de áreas degradadas (MIGUEZ, VERÓL e CARNEIRO, 2012).

Segundo Tucci (2012), a estrutura da gestão das águas urbanas baseia-se nos seguintes grupos de componentes:

- Planejamento urbano: disciplina o uso do solo da cidade com base nas necessidades dos seus componentes de infraestrutura.
- Serviços de saneamento: abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana.
- Metas dos serviços: conservação do meio ambiente urbano e qualidade de vida, no qual estão incluídas a redução de cheias e a eliminação de doenças de veiculação hídrica.

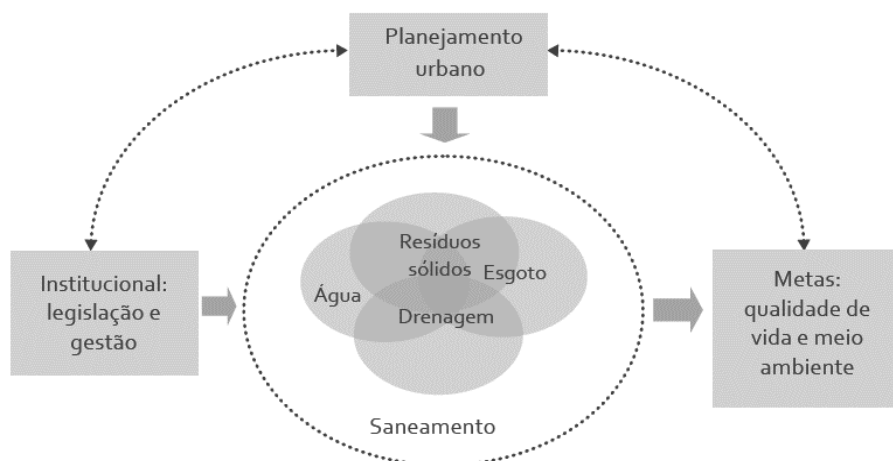
- Institucional: baseia-se no gerenciamento de serviços, legislação, capacitação e monitoramento de forma geral.

Conforme Righetto (2009), amplia-se o escopo de trabalho e de ações relacionadas à drenagem urbana integrando-a, na prática, aos problemas ambientais e sanitários das águas urbanas, em que as vazões e volumes de inundações continuam sendo as grandezas físicas principais da hidrologia de superfície urbana, mas em estreita interação com a qualidade das águas, poluição difusa, transporte e retenção de resíduos sólidos e utilização das águas pluviais urbanas como recurso hídrico utilizável e de grande significância ao urbanismo e estética da cidade.

No Brasil, o verdadeiro poder sobre a tomada de decisões recai sobre as entidades públicas, que têm a função oficial de gerir a água. No entanto, é preciso propiciar a formação de processos participativos que garantam que as tomadas de decisão ocorram baseadas no consenso entre grupos de interesse, para que estes grupos desenvolvam o senso de responsabilidade e disposição para apoiar entidades oficiais na gestão dos recursos hídricos. Há, atualmente, uma diversidade de espaços em que a participação de grupos de interesse pode se dar: comitês de bacia hidrográfica, associações de bairro e regionais, Conselhos municipais de meio ambiente, dentre outros. Porto e Porto (2008) destacam o potencial dos Planos de Bacia como um instrumento que amplia as possibilidades do planejamento tradicional, envolvendo processos participativos e abrindo espaço para a sociedade civil e os agentes econômicos nos processos de negociação referentes aos recursos hídricos de uma bacia (ZAHED FILHO, MARTINS e PORTO, 2012).

A Figura 9 mostra a concepção estratégica na gestão integrada das águas urbanas com os grupos de componentes. Todos os componentes da estrutura de gestão devem buscar as metas finais de sociedade que são a melhoria da qualidade de vida da população e a conservação ambiental, dando à cidade uma visão de futuro sustentável. Portanto, o planejamento urbano e a gestão institucional são essenciais para que os serviços busquem as metas finais (TUCCI, 2012).

Figura 9 – Gestão integrada das águas urbanas

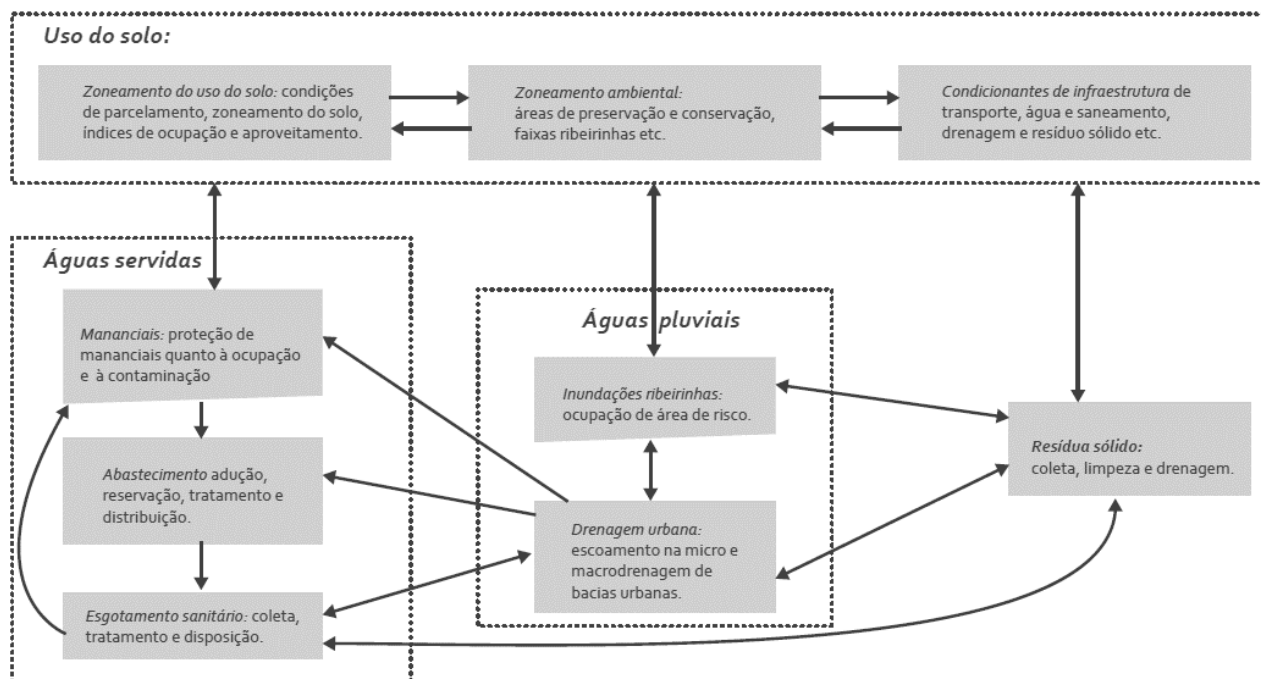


Fonte: Tucci (2012)

A Figura 10 detalha alguns componentes da Figura 9, destacando-se o planejamento do uso do solo e os serviços de saneamento. Nos itens a seguir são caracterizados cada um dos principais sistemas e suas inter-relações com os demais, conforme Tucci (2012).

- Uso do solo: trata do planejamento urbano que define a demanda pelos serviços em função dos usuários pela densidade habitacional, o uso de áreas impermeáveis públicas e privadas, as áreas verdes e de conservação e as outras infraestruturas que, de alguma forma, demandam os recursos hídricos.
- Abastecimento urbano (águas servidas): as principais interfaces com os outros sistemas são: (a) os esgotos sanitário e pluvial contaminam os mananciais superficiais e subterrâneos; (b) depósito de resíduos sólidos, como aterros, podem contaminar as áreas de mananciais; (c) inundações podem deixar sem funcionamento o sistema de abastecimento e destruir a infraestrutura das redes pluvial e sanitária, além da estação de tratamento de esgoto (ETEs).

Figura 10 – Relações entre os sistemas de águas urbanas



Fonte: Tucci (2012).

- Esgoto sanitário e drenagem urbana: as principais inter-relações são: (a) quando o sistema é misto, o sistema de transporte é o mesmo, com comportamento diverso nos períodos sem e com chuva, a sua gestão deve ser integrada; (b) quando o sistema é separador, existem interferências de gestão e construtivas devido à ligação de esgoto sanitário na rede de drenagem e águas pluviais no sistema de esgoto, produzindo ineficiências de funcionamento.
- Drenagem urbana, resíduo sólido e esgotamento sanitário: à medida que o sistema de coleta e limpeza dos resíduos é ineficiente, ocorre grande prejuízo para o sistema de escoamento pluvial devido à obstrução de condutos, canais e riachos urbano; (b) erosão urbana modifica o sistema de drenagem e pode destruir o sistema de esgotamento sanitário.
- Inundações ribeirinhas: envolve a ocupação do solo em áreas de risco, e o planejamento urbano deve procurar mitigar esse impacto pelo planejamento preventivo desses espaços.

As técnicas de sistemas de drenagem sustentáveis são amplamente recomendadas e aplicadas em muitas partes do mundo, enquanto a terminologia varia em diferentes regiões, mas com filosofias semelhantes. Segundo Zhou (2014), na

Europa, o Sistema de Drenagem Urbana Sustentável (SUDS) é usado com o foco principal na manutenção da boa saúde pública, protegendo valiosos recursos hídricos da poluição e preservando a diversidade biológica e os recursos naturais para as necessidades futuras.

Na Austrália, o termo Projeto Urbano Sensível à Água (WSUD) foi proposto como uma abordagem de toda a bacia do qual SUDS é uma parte e refere-se principalmente a uma abordagem de planejamento e engenharia para integrar de forma sustentável a gestão urbana da água na paisagem urbana para minimizar a degradação ambiental e alcançar harmonia entre a água e o ambiente urbano. SUDS é conhecido como Desenvolvimento de Baixo Impacto (LID) nos Estados Unidos e Canadá, que descreve uma abordagem que promove a interação dos processos naturais com o ambiente urbano para preservar e recriar os ecossistemas para a gestão da água. LID enfatiza a conservação e o uso de recursos naturais em combinação com controles hidrológicos em pequena escala para impactos adversos da urbanização (ZHOU, 2014).

Segundo Miguez, Veról e Carneiro (2012), no Brasil, tem-se consolidado os conceitos de técnicas compensatórias no projeto de drenagem urbana, o que significa a introdução de várias medidas diferentes, concentrando-se na capacidade de infiltração e armazenamento, com o objetivo de compensar impactos urbanos sobre o ciclo hidrológico.

Outra possibilidade de melhorar as soluções de drenagem urbana diz respeito ao conceito de sistema de drenagem urbana sustentável (SUDS). Neste caso, os ideais do desenvolvimento sustentável são incluídos no processo de concepção do sistema de drenagem, ou seja, os impactos sobre a bacia hidrográfica devido a soluções de drenagem não podem ser transferidos no espaço ou no tempo (MIGUEZ, VERÓL e CARNEIRO, 2012).

Além de contribuir para o desenvolvimento sustentável, sistemas de drenagem podem ser desenvolvidos para melhorar o desenho urbano, gerenciamento de riscos ambientais e melhoria do ambiente construído. Os elementos-chave para um sistema mais sustentável de drenagem consideram, Miguez, Veról e Carneiro (2012):

- gerenciar volumes de escoamento e tarifas, reduzindo o impacto da urbanização nas inundações;

- incentivar a recarga natural da água subterrânea (quando apropriado);
- proteger ou melhorar a qualidade da água;
- fornecer um habitat para a vida selvagem em áreas urbanas, criando oportunidades para o aumento da biodiversidade;
- satisfazer as necessidades ambientais e locais da comunidade.

2.4.2 Medidas Estruturais no controle de Cheias

Os primeiros conceitos introduzidos em projetos e planos de drenagem urbana diferenciam as ações estruturais e não estruturais para resolver problemas de enchentes municipais. Objetivamente, as medidas estruturais relacionam-se à obras de captação, armazenamento e transporte das águas pluviais dentro de limites estabelecidos pela quantificação dos riscos e pelo conhecimento prévio das ondas de cheia, ajustadas às condições locais por meio de estruturas de contenção. Tais medidas incluem: obras de captação, como bueiros e bocas-de-lobo; obras de transporte, como galerias e canais; obras de detenção, como as bacias de detenção, reservatórios de acumulação de águas pluviais, etc. (RIGHETTO, 2009).

Segundo Canholi (2014), as medidas estruturais compreendem as obras de engenharia que podem ser caracterizadas como medidas intensivas e extensivas.

As medidas intensivas são aquelas que agem no rio e, de acordo com seu objetivo, podem ser de quatro tipos: de aceleração do escoamento: canalização e obras correlatas (resumo na Figura 11); de retardamento do fluxo: reservatórios (bacias de detenção/retenção), restauração de calhas naturais (resumo na Figura 12); de desvio do escoamento: túneis de derivação e canais de desvio, conforme resumo na Figura 13 (CANHOLI, 2014).

As medidas extensivas atuam sobre a superfície da bacia, em parte da mesma ou na sua totalidade. A finalidade é de combinar efeitos de proteção ambiental, melhoria do plantio e conservação do solo com a redução da vazão (TUCCI, 2007).

Figura 11 - Medidas estruturais intensivas que aceleram o escoamento

Medidas estruturais intensivas que aceleram o escoamento			
Medida	Principal Vantagem	Principal desvantagem	Aplicação
Diques e polders (dique de terra e enrocamento)	Alto grau de proteção de uma áreas específica. Utilizado principalmente para flutuações pequenas de níveis (até 6m)	Danos significativos caso falhe. Não deve ser utilizado para desníveis altos devido ao risco de falha.	Grandes rios e na planície, onde a declividade é pequena e a flutuação nos níveis é menor.
Alteram a condutância do escoamento: redução da rugosidade e aumento de seção.	Aumento da vazão e da velocidade do escoamento e redução do nível	Efeito sobre um trecho do rio, transfere efeito para jusante. Pode ter alto custo.	Rios pequenos e médios.
Alteração da declividade do fundo	Amplia a área protegida e acelera o escoamento	Impacto negativo em rio para jusante com aumento do potencial erosivo	Área de inundação estreita

Fonte: Tucci (2007)

Figura 12 - Medidas estruturais que amortecem o escoamento

Medidas estruturais intensivas que amortecem o escoamento			
Medida	Principal Vantagem	Principal desvantagem	Aplicação
Todos os reservatórios	Controle das cheias à jusante do reservatório	Localização difícil devido à desapropriação das áreas	Bacias pequenas e intermediárias, dependendo do volume.
Reservatórios com comporta de usos múltiplos	Mais eficiente com o mesmo volume	Vulnerável a erros humanos	Projetos de usos múltiplos
Reservatório para controle de cheias	Operação com reservatório mantido seco para receber a cheia	Custo não partilhado; dificuldade de controle da área do reservatório devido a inundação pouco frequente.	Bacias pequenas e médias; restrito ao controle de enchentes.

Fonte: Tucci (2007)

Figura 13 - Medidas estruturais de desvio do escoamento

Medidas estruturais de desvio do escoamento			
Medida	Principal Vantagem	Principal desvantagem	Aplicação
Desvios	Redução da vazão para jusante	Depende da topografia e dos efeitos para onde a vazão é direcionada	Bacias médias e pequenas
Caminhos da cheia: desvio de parte do volume para áreas de inundação.	Amortece o escoamento e diminui a vazão	Depende da topografia e dos efeitos para onde a vazão é direcionada	Todos os tamanhos

Fonte: Tucci (2007)

As medidas extensivas correspondem aos pequenos armazenamentos disseminados na bacia, à recomposição de cobertura vegetal e ao controle de erosão

do solo, ao longo da bacia de drenagem, conforme Figura 14 (CANHOLI, 2014). Procuram modificar as relações entre precipitação e vazão e tendem a reduzir e retardar os picos de enchente (TUCCI, 2007).

Figura 14 - Medidas estruturais extensivas

Medidas estruturais extensivas			
Medida	Principal Vantagem	Principal desvantagem	Aplicação
Alteração da cobertura vegetal com reflorestamento	Redução de pico de cheia, erosão do solo e sedimentação dos rios.	Impraticável para grandes áreas e sujeito a outros efeitos como redução a vazão média	Pequenas bacias rurais
Controle de perda do solo através de medidas de conservação	Reduz a perda de solo e o assoreamento dos rios	Impraticável para grandes áreas	Pequenas bacias rurais

Fonte: Tucci (2007)

2.4.3 Medidas Não-Estruturais no Controle de Cheias

As medidas estruturais não são projetadas para dar uma proteção completa. Isto exigiria a proteção contra a maior enchente possível. Esta proteção é fisicamente e economicamente inviável na maioria das situações. A medida estrutural pode criar uma falsa sensação de segurança, permitindo a ampliação da ocupação das áreas inundáveis, que futuramente podem resultar em danos significativos (TUCCI, 2005).

As ações não estruturais podem ser eficazes a custos mais baixos e com horizontes mais longos de atuação (CANHOLI, 2014).

O custo de proteção de uma área inundável por medidas estruturais, em geral, é superior ao de medidas não-estruturais. Em Denver (Estados Unidos), em 1972, o custo de proteção por medidas estruturais de um quarto da área era equivalente ao de medidas não-estruturais para proteger os restantes três quartos da área inundável (TUCCI, 2005).

Segundo Canholi (2014), as medidas não-estruturais podem ser agrupadas em: ações de regulamentação do uso e ocupação do solo; educação ambiental voltada ao controle da poluição difusa, erosão e lixo; seguro-enchente; e sistema de alerta e previsão de inundações.

A regulamentação do uso do solo das zonas de inundação apoia-se em mapas com demarcação de áreas de diferentes riscos e nos critérios de ocupação das mesmas, tanto ao uso como quanto aos aspectos construtivos (TUCCI, 2007).

O sistema de previsão de alerta tem a finalidade de se antecipar à ocorrência da inundação, avisando a população e tomando as medidas necessárias para reduzir os prejuízos resultantes da inundação (TUCCI, 2007).

2.5 Drenagem Urbana Sustentável

Perante o cenário constante de inundações, surge a necessidade de projetar sistemas de drenagem com maior eficiência e mais sustentáveis, visto que aumentar a capacidade de escoamento dos sistemas existentes seria uma solução pouco econômica e em condições meteorológicas extremas não resolveria o problema na íntegra. Face ao exposto, surge o conceito de drenagem sustentável, cujo objetivo principal é regenerar o ciclo hidrológico natural, através da incorporação de novas técnicas com a finalidade de amortecer as vazões de pico e atenuar o nível de poluição presente nas águas das chuvas descarregadas nos meios receptores (LOURENÇO, 2014).

Ainda segundo Lourenço (2014), a drenagem sustentável visa o controle do escoamento superficial o mais próximo possível do local onde a precipitação atinge o solo – controle do escoamento na fonte. A redução do escoamento processa-se pela infiltração do excesso de água no subsolo, pela evaporação e evapotranspiração – que devolve parte da água à atmosfera – e pelo armazenamento temporário, possibilitando a reutilização da água ou a sua libertação lenta, após as chuvas.

As principais medidas de controle localizado no lote, estacionamento, parques e passeios são denominadas, normalmente de controle na fonte e as principais medidas são as seguintes (TUCCI, 2007):

- Aumento de áreas de infiltração e percolação.
- Armazenamento temporário em reservatórios residenciais ou telhados.

A seguir são apresentadas algumas soluções em drenagem urbana sustentável que se caracterizam pelo controle na fonte.

2.5.1 Pavimentos permeáveis

Os pavimentos permeáveis são uma técnica alternativa para a gestão das águas pluviais em meio urbano. Distinguem-se dos pavimentos tradicionais por permitirem a drenagem das águas pluviais através da superfície para as camadas subjacentes, onde a água é armazenada temporariamente até se infiltrar no solo, ser reutilizada ou ser encaminhada para outro componente de drenagem (LOURENÇO, 2014).

Segundo Araújo, Tucci e Goldenfum (2000), o pavimento permeável é um dispositivo de infiltração onde o escoamento superficial é desviado através de uma superfície permeável para dentro de um reservatório de pedras localizado sob a superfície do terreno. Os pavimentos permeáveis são compostos por duas camadas de agregados (uma de agregado fino ou médio e outra de agregado graúdo) mais a camada do pavimento permeável propriamente dito, Figura 15.

Figura 15 - Pavimento permeável



Fonte: Lourenço (2014)

As vantagens desse tipo de controle são as seguintes: redução do escoamento superficial previsto em relação à superfície impermeável; redução dos condutos da drenagem pluvial; redução de custos do sistema de drenagem pluvial e da lâmina de água de estacionamento e passeios. As desvantagens são: a manutenção do sistema para evitar que fique colmatado com o tempo; maior custo direto de construção (sem considerar o benefício de redução dos condutos); contaminação dos aquíferos (TUCCI, 2007).

Estes pavimentos permitem uma redução de vazão da ordem de 20 a 50% e de volume de escoamento entre 15 e 30%. Do ponto de vista da qualidade da água, o

efeito depurador aponta para eficiências de redução em termos de sólidos suspensos (entre 50 a 90%), de carga orgânica (entre 50 e 70%) e de metais pesados, especificamente de chumbo (entre 75 e 95 %), segundo Lourenço (2014).

2.5.2 Trincheiras de infiltração

As trincheiras de infiltração são dispositivos pouco profundos (profundidade em geral não superior a um metro), de desenvolvimento longitudinal, e que se destinam a recolher águas pluviais perpendicularmente ao seu desenvolvimento (Figura 16).

Figura 16 - Trincheira de infiltração



Fonte: Lourenço (2014)

A água recolhida é posteriormente infiltrada no solo, retida na trincheira ou transportada até um ponto de destino final (meio receptor ou coletor). Contribuem significativamente para a redução do escoamento superficial e o risco de inundação, por promoverem o armazenamento temporário das águas pluviais e favorecerem a infiltração (LOURENÇO, 2014). A geometria depende da infiltrabilidade do solo e da própria área disponível para que se proceda à infiltração. Dependendo das condições locais e do volume a infiltrar, o projeto pode priorizar a infiltração, o armazenamento ou ambos (SILVA, 2007).

A principal dificuldade encontrada no uso desse tipo de dispositivo é o entupimento dos vazios entre os elementos pelo material fino transportado, por isso é recomendado o uso de um filtro de material geotêxtil. A manutenção é necessária com

limpeza da cobertura e verificação da capacidade de armazenamento de água (TUCCI, 2007).

2.5.3 Telhado verde

Na busca por um desenvolvimento sustentável os telhados verdes juntamente com outros procedimentos podem ser incorporados nos centros urbanos com a finalidade de minimizar as enchentes urbanas. Este tipo de cobertura contribui para a absorção das águas pluviais, pois, é capaz de escoar, em decorrência de uma precipitação, menos volume de água do que um telhado convencional. Consistem no desenvolvimento de um revestimento vegetal (plantas, flores, arbustos e/ou árvores) ao nível da cobertura, cultivado de forma intencional, Figura 17 (LOURENÇO, 2014).

Figura 17 - Telhado verde em edifício

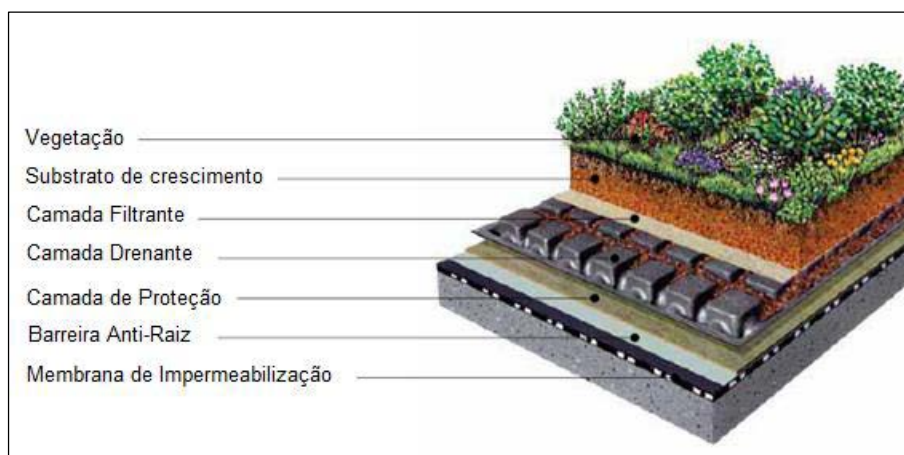


Fonte: Costa (2010)

Segundo Baldessar e Tavares (2012), o telhado verde é composto, basicamente, por camadas que de cima para baixo incluem: a vegetação, substrato, filtro de tecido de drenagem e camadas de retenção de água, camada de proteção da raiz, isolamentos, impermeabilização e um terraço ou pavimento, sendo algumas delas opcionais, Figura 18.

O armazenamento em telhados apresenta algumas dificuldades, que são a manutenção e o reforço das estruturas. Devido às características do clima brasileiro e do tipo de material usualmente utilizado nas coberturas, esse tipo de controle dificilmente seria aplicável à realidade brasileira (TUCCI, 2007).

Figura 18 - Constituição típicas de coberturas verdes



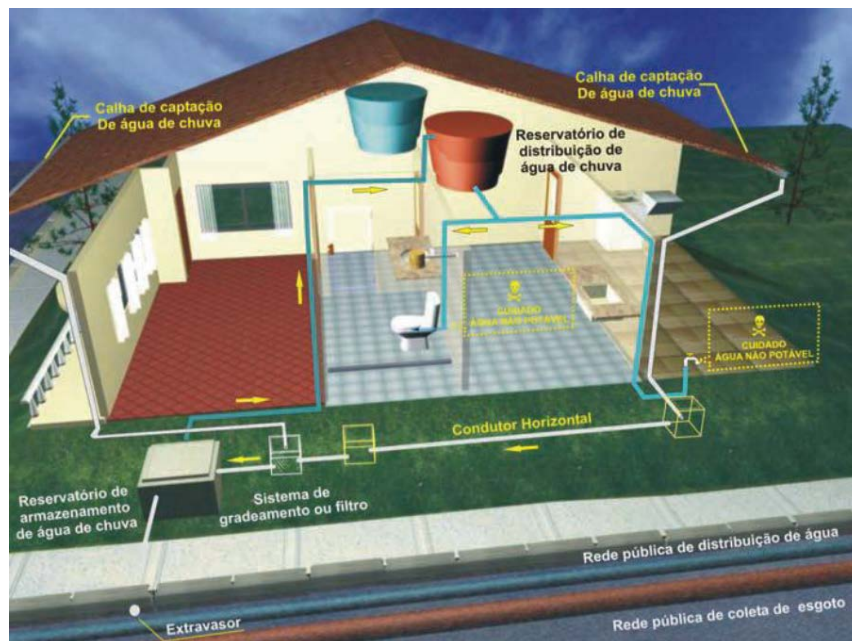
Fonte: Lourenço (2014)

2.5.4 Captação e utilização de águas pluviais para fins não potáveis

O aproveitamento de água de chuva é composto por um sistema relativamente simples que se caracteriza pela coleta de água das áreas impermeáveis, geralmente de coberturas, seu transporte e armazenamento. Este armazenamento pode ser feito através de uma cisterna no piso ou diretamente na caixa d'água elevada. Usualmente a cisterna é utilizada quando há a necessidade de armazenamento de um volume muito grande de água ou quando não há altura suficiente da cobertura para a coleta direta das calhas até o reservatório. Da cisterna a água pode ser conduzida até um reservatório superior através de bombeamento (Figura 19) ou diretamente para os pontos de utilização empregando um pressurizador, geralmente quando a água é utilizada apenas para torneiras de jardim (OLIVEIRA, *et. al.*, 2007).

O aproveitamento de águas pluviais, além de promover a redução de vazão de descarga para o sistema de drenagem urbana, promove a redução do consumo de água potável. O sistema possibilita que o usuário armazene a água de chuva precipitada sobre a área edificada para sua posterior utilização em atividades que não exijam água potável, tais como irrigação de áreas verdes, lavagem de pisos e descarga em bacias sanitárias. Ao se utilizar água não potável para estes fins, economiza-se a água que foi aduzida e tratada pelo sistema público de água potável, a qual pode atender a um número maior de usuários com a mesma infraestrutura de saneamento básica instalada (JOHN e PRADO, 2010).

Figura 19: Esquema de um sistema de aproveitamento da água da chuva

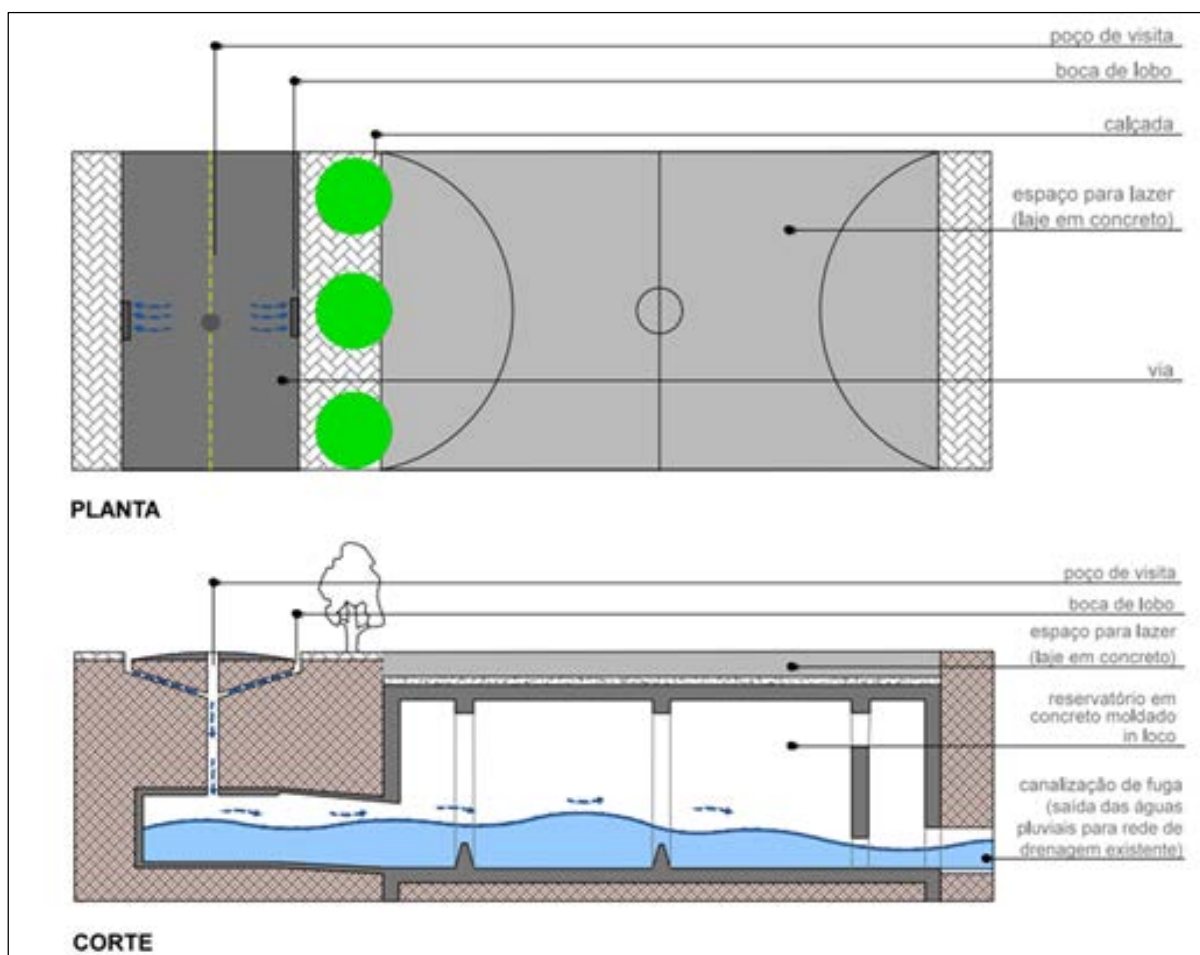


Fonte: Oliveira *et. al.* (2007)

2.5.5 Reservatórios de retenção

Essa solução exige a construção de reservatórios de retenção, que segundo Canholi (2014), a finalidade dessa solução é reduzir o pico das enchentes, por meio do amortecimento conveniente das ondas de cheia obtida pelo armazenamento de parte do volume escoado. Conforme Ros (2012), os reservatórios de retenção se caracterizam por ter volume de reservação inicial igual a zero. Desta forma, nas condições ideais e corretas de operação e manutenção, esses reservatórios estão sempre com volume zerado quando um evento de chuva se inicia. Esse reservatório permite o amortecimento dos picos de cheia de vazão através do armazenamento de parte do hidrograma de cheia. Seu esvaziamento pode ser através de bombeamento ou por gravidade, ou ainda por sistema misto, porém em todos os casos de vem ser previstas estruturas de extravasamento de emergência, conforme Figura 20.

Figura 20 - Reservatório de retenção subterrâneo



Fonte: CETESB (1986)

Essas soluções técnicas (retenção e aproveitamento) das águas pluviais são as soluções que exigem maior investimento na concepção e manutenção do sistema, mas muitas vezes são a solução contra enxurradas, enchentes e aproveitamento da água da chuva.

2.6 O clima e seus efeitos na rede de drenagem

Alterações climáticas terão papel relevante no ciclo hidrológico e na quantidade e qualidade da água. Essas alterações podem promover inúmeras mudanças na disponibilidade de água e na saúde da população humana (TUNDISI, 2008).

A temperatura média global aumentou 0,7°C nos últimos 100 anos e, como consequência, o ciclo hidrológico se intensificou através de eventos hidrológicos extremos. Como os sistemas de drenagem urbanos foram desenvolvidos durante um longo período sem critérios baseados em alterações climáticas, essas mudanças afetam os sistemas e as cidades (BERGGREN, 2008).

Efeitos da urbanização sobre o clima incluem mudanças no balanço energético, poluição atmosférica, e na circulação atmosférica, causadas pelas construções e outras transformações impostas pelo uso e ocupação dos solos. As ilhas de calor causadas pelo aumento da temperatura do ar, sobre áreas urbanas, comparadas com as localidades circunvizinhas, é uma das principais modificações no clima urbano (FENDRICH, 2002).

De um modo geral e com alterações diversas em continentes e regiões, três problemas fundamentais devem ser estudados para promover soluções (TUNISI, 2008):

- a) extremos hidrológicos: ocorrerão em diferentes continentes e regiões deverão afetar populações humanas em razão de desastres (enchentes, deslizamentos, transbordamentos nas várzeas) ou secas intensas (aumento na semi-aridez e aridez), comprometendo a saúde humana, a segurança alimentar e aumentando a vulnerabilidade dos ciclos e processos biogeoquímicos; áreas urbanas poderão ser extremamente afetadas por estes extremos hidrológicos;
- b) contaminação: os estudos desenvolvidos em muitas regiões apontam para um aumento acentuado de contaminação agravado por salinização e descontrole nos usos do solo;
- c) água e economias regionais e nacionais: esses extremos hidrológicos e o aumento da contaminação deverão atuar nas economias regionais, tendo como consequência profundas alterações na economia dependente da disponibilidade e demanda dos recursos hídricos.

As alterações climáticas têm sido reconhecidas como um problema global devido aos impactos sobre sistemas urbanos de água em termos de mudanças nos escoamentos e inundações urbanas. Muitos estudos relatam que o aumento esperado nas intensidades de projeto devido às alterações climáticas podem atingir 20% a 80%, dependendo da região. Isso representa um grande desafio para o sistema de

drenagem atual que foi projetado com base em um determinado período de retorno. O sistema é, portanto, confrontado com problemas graves de capacidade para suportar a crescente quantidade de água devido aos impactos das mudanças climáticas. Mais importante ainda, o projeto de drenagem futuro deve considerar o aumento da frequência e intensidade de precipitação para manter uma frequência aceitável de sobrecarga do sistema (ZHOU, 2014).

As mudanças nas condições climáticas irão afetar a infra-estrutura das cidades e tendem a deixar a sociedade vulnerável com a crescente urbanização e aumento da população. Os sistemas de drenagem urbana estão intimamente relacionados aos fenômenos climáticos e, como esses eventos podem mudar com o aquecimento global, o risco de problema no sistema ou relacionado ao sistema de drenagem aumenta (BERGGREN, 2008).

A proporção entre as massas de terra e os corpos de água produz um impacto característico no clima, pelo amortecimento das variações térmicas, aumento da umidade do ar, alteração de pluviosidade e a indução de brisas locais. A presença de corpos d'água tem participação relevante na modificação do efeito do aquecimento nas cidades, devido às grandes diferenças no balanço energético entre a superfície urbana e a superfície de água. Fica evidente o efeito positivo de massas de água em áreas urbanas no microclima de áreas vizinhas, melhorando a qualidade climática dessas regiões (BARBIRATO, SOUZA e TORRES, 2007).

A massa construída das cidades (edificações, pavimentação) produz alterações na paisagem natural, resultando inúmeros microclimas. O fenômeno de “ilhas de calor” (e ilhas frias coexistentes, devido ao sombreamento dos edifícios altos) tornou-se sinônimo da própria climatologia urbana (BARBIRATO, SOUZA e TORRES, 2007).

É importante ressaltar que as mudanças globais, em particular aquelas relativas à variabilidade do clima, irão impor desafios importantes na gestão de recursos hídricos no mundo, em geral, e no Brasil, em particular. As previsões de secas mais extensas e cheias mais intensas feitas pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC) trarão consequências diretas na definição de infraestrutura hídrica mais resiliente e padrões de consumo mais eficientes e eficazes. Além disso, a não-estacionariedade das séries hidrológicas resultantes do processo de mudança

climática irá impor novos modelos estatísticos para definição desta infraestrutura hídrica (BRAGA, *et.al.*, 2008).

A solução para o enfrentamento das consequências dos efeitos das mudanças globais nos recursos hídricos é adaptar-se a essas alterações, promovendo melhor governança em nível de bacias hidrográficas, desenvolvendo tecnologias avançadas de monitoramento e gestão, ampliando a participação da comunidade – usuários e público em geral – nessa gestão e no compartilhamento dos processos tecnológicos que irão melhorar a infra-estrutura do banco de dados e dar maior sustentabilidade às ações (TUNDISI, 2008).

2.7 A análise de conteúdo

Silva e Fossá (2015) afirmam que a análise de conteúdo é uma técnica de análise das comunicações. Na análise do material, busca-se classificá-lo em temas ou categorias que auxiliam na compreensão do que há realmente nos discursos. O caminho percorrido pela análise de conteúdo, ao longo dos anos, perpassa diversas fontes de dados, como: notícias de jornais, discursos políticos, cartas, anúncios publicitários, relatórios oficiais, entrevistas, vídeos, filmes, fotografias, revistas, relatos autobiográficos, entre outros.

Essa análise, conduzindo a descrições sistemáticas, qualitativas ou quantitativas, ajuda a reinterpretar as mensagens e a atingir uma compreensão de seus significados num nível que vai além de uma leitura comum (MORAES, 1999).

A pré-análise é a fase em que se organiza o material a ser analisado com o objetivo de torná-lo operacional, sistematizando as ideias iniciais. Trata-se da organização propriamente dita por meio de quatro etapas: (a) leitura flutuante, que é o estabelecimento de contato com os documentos da coleta de dados, momento em que se começa a conhecer o texto; (b) escolha dos documentos, que consiste na demarcação do que será analisado; (c) formulação das hipóteses e dos objetivos; (d) referenciação dos índices e elaboração de indicadores, que envolve a determinação de indicadores por meio de recortes de texto nos documentos de análise (BARDIN, 2006).

De acordo com Santos (2012), na fase inicial, pré-análise, o material é organizado, compondo o corpo da pesquisa. Escolhem-se os documentos, formulam-se hipóteses e elaboram-se indicadores que norteiem a interpretação final, porém é fundamental observar algumas regras:

- (i) exaustividade, sugere-se esgotar todo o assunto sem omissão de nenhuma parte;
- (ii) representatividade, preocupa-se com amostras que representem o universo;
- (iii) homogeneidade, nesse caso os dados devem referir-se ao mesmo tema, serem coletados por meio de técnicas iguais e indivíduos semelhantes;
- (iv) pertinência, é necessário que os documentos sejam adaptados aos objetivos da pesquisa; e
- (v) exclusividade, um elemento não deve ser classificado em mais de uma categoria.

Santos (2012) ainda afirma que o contato inicial com os documentos, a chamada “leitura flutuante” é a fase em que são elaboradas as hipóteses e os objetivos da pesquisa.

A exploração do material constitui a segunda fase, que consiste na exploração do material com a definição de categorias (sistemas de codificação) e a identificação das unidades de registro (unidade de significação a codificar corresponde ao segmento de conteúdo a considerar como unidade base, visando à categorização e à contagem frequencial) e das unidades de contexto nos documentos (unidade de compreensão para codificar a unidade de registro que corresponde ao segmento da mensagem, a fim de compreender a significação exata da unidade de registro). A exploração do material consiste numa etapa importante, porque vai possibilitar ou não a riqueza das interpretações e inferências. Esta é a fase da descrição analítica, a qual diz respeito ao corpus (qualquer material textual coletado) submetido a um estudo aprofundado, orientado pelas hipóteses e referenciais teóricos. Dessa forma, a codificação, a classificação e a categorização são básicas nesta fase (BARDIN, 2006).

Segundo Bardin (2011), hipóteses são explicações antecipadas do fenômeno observado, em outras palavras, afirmações iniciais que podem ser comprovadas ou refutadas ao final do estudo. Após a realização da “leitura flutuante”, a autora recomenda a escolha de um índice organizado e indicadores. Ao final, no momento da exploração do material, codificam-se os dados, processo pelo qual os dados são

transformados sistematicamente e agregados em unidades. O processo de codificação dos dados restringe-se à escolha de unidades de registro, ou seja, é o recorte que se dará na pesquisa. Para Bardin (2011), uma unidade de registro significa uma unidade a se codificar, podendo esta ser um tema, uma palavra ou uma frase.

A terceira fase diz respeito ao tratamento dos resultados, inferência e interpretação. Esta etapa é destinada ao tratamento dos resultados; ocorre nela a condensação e o destaque das informações para análise, culminando nas interpretações inferenciais; é o momento da intuição, da análise reflexiva e crítica (BARDIN, 2006).

Para exemplificar, a análise de conteúdo foi utilizada na pesquisa de Camprubí e Coromina (2016), utilizando como método de pesquisa numa análise sistemática de conteúdo 164 artigos de 10 periódicos. A pesquisa tinha como objetivo determinar como a análise de conteúdo no campo de turismo é aplicada e detectar os problemas críticos em relação à sua aplicação.

3 ABORDAGEM METODOLÓGICA

Para execução deste trabalho adotou-se análise comparativa entre planos diretores de drenagem urbana utilizando como ferramenta a análise de conteúdo, ou seja, propõe-se uma análise qualitativa de dados. Para tanto, primeiramente foi feito um levantamento bibliográfico sobre os planos diretores de drenagem urbana, seus objetivos, intervenções propostas e aplicabilidade dos planos.

Após a primeira parte, foi feita a seleção dos planos para comparação. A seleção levou em consideração a contemporaneidade, disponibilidade e a confecção dos mesmos em língua portuguesa (facilidade de análise pelo software de análise de conteúdo). Desta forma selecionaram-se três planos diretores para comparação. Representando países em desenvolvimento foram escolhidos os planos dos municípios brasileiros: Joinville, SC e o de Porto Alegre, RS. Como representante de país em desenvolvimento o da Cidade da Maia, em Portugal.

Conforme Silva e Fossá (2015), o método de análise de conteúdo compreende as seguintes fases, sintetizando:

- 1) Leitura geral do material coletado (entrevistas e documentos);
- 2) Codificação para formulação de categorias de análise, utilizando o quadro referencial teórico e as indicações trazidas pela leitura geral;
- 3) Recorte do material, em unidades de registro (palavras, frases, parágrafos) comparáveis e com o mesmo conteúdo semântico;
- 4) Estabelecimento de categorias que se diferenciam, tematicamente, nas unidades de registro (passagem de dados brutos para dados organizados).
- 5) agrupamento das unidades de registro em categorias comuns (nós);
- 6) agrupamento progressivo das categorias (iniciais → intermediárias → finais);
- 7) inferência e interpretação, respaldadas no referencial teórico.

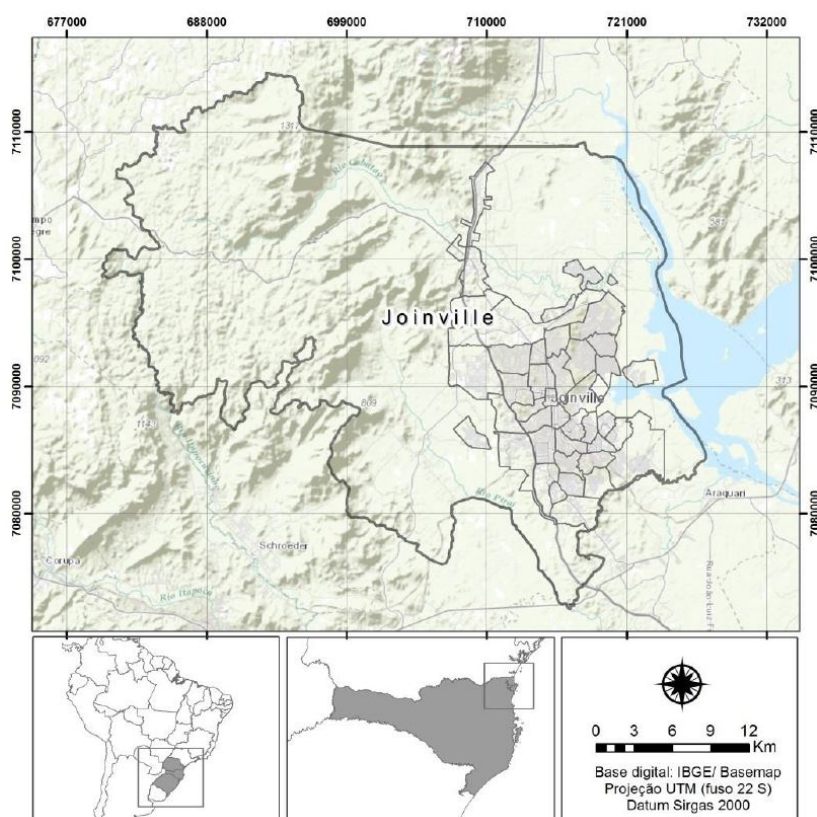
Para possibilitar a organização do material e a codificação dos dados para comparação entre os planos, utilizou-se o software NVivo 11 versão Starter para Windows, desenvolvido por QRS Internacional. A versão Starter é utilizada para análise de textos.

3.1 Caracterização das áreas de estudo

3.1.1 Município de Joinville, SC, Brasil

Localizada na região Sul do País (Figura 21), Joinville é o município polo da microrregião nordeste do Estado de Santa Catarina, é também a maior cidade catarinense, responsável por cerca de 20% das exportações do estado. Em 2016, ficou na 37ª posição entre os maiores municípios exportadores do Brasil e 2º lugar no Estado. É considerada polo industrial da região Sul, com volume de receitas geradas aos cofres públicos inferior apenas às capitais Porto Alegre (RS) e Curitiba (PR). E está em 28º lugar no ranking do PIB nacional. A cidade concentra grande parte da atividade econômica na indústria com destaque para os setores metalmeccânico, têxtil, plástico, metalúrgico, químico e farmacêutico. O Produto Interno Bruto de Joinville também é um dos maiores do país, em torno de R\$ 24.570.851,00 por ano (SEPUD, 2017).

Figura 21 – Localização do município de Joinville



Fonte: Mello (2015)

O município de Joinville está localizado na região nordeste do Estado de Santa Catarina, e na configuração do seu relevo é possível observar a presença marcante das montanhas, sendo o Pico Joinville (1.350 m) o ponto culminante. Na compartimentação topográfica municipal também se destaca a presença do planalto e da planície. A zona urbana de Joinville está localizada na planície costeira, onde os índices pluviométricos são inferiores aos encontrados próximos a escarpa da serra, e superiores aos da região de planalto (MELO E OLIVEIRA, 2016).

Em relação à população, segundo o IPPUJ (2016), devido ao processo de industrialização, até os anos 1980, Joinville apresentou crescimento populacional em torno de 6% ao ano. Com a crise econômica surgida a partir da década de 1980, porém, esse percentual de crescimento reduziu-se gradativamente. Em 2011 e 2012 a taxa de crescimento estimada foi de 1,0104% já, em 2013, o IBGE mudou a metodologia das estimativas populacionais e a taxa aumentou para 1,0392, em 2014 foi 1,0039, em 2015 passou para 1,3428 e em 2016, foi de 1,3330. Atualmente a população é de, aproximadamente, 546.981 mil habitantes (SEPUD, 2017).

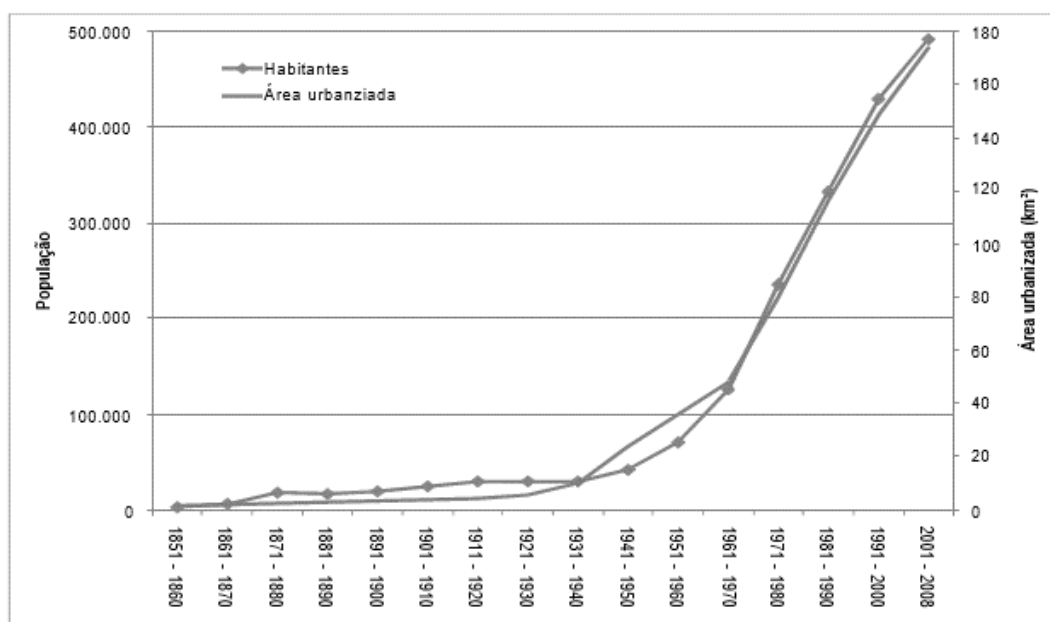
O município de Joinville localiza-se 02 (dois) metros acima do nível do mar, ao longo das margens do Rio Cachoeira. Isso faz com que periodicamente ocorra uma forte cheia, fazendo com que a cidade fique inundada tanto com a cheia do rio quanto pelo nível das marés (SILVEIRA, 2008).

A Figura 22 apresenta a evolução do número de habitantes e também o crescimento da mancha urbana em Joinville, conforme estudos realizados por Silveira *et. al.* (2009). Nota-se, em primeiro lugar que as duas curvas estão fortemente relacionadas. Além disso, há o crescimento da área urbana, o que indica que em Joinville, até o ano de 2008, não apresentava uma extensa verticalização, ou seja, como consequência da urbanização também havia o aumento da mancha urbana e das áreas impermeáveis.

A região de Joinville apresenta um grande potencial em recursos hídricos, proporcionado pela combinação das chuvas intensas com a densa cobertura florestal remanescente. A hidrografia local é fortemente influenciada por aspectos estruturais e geomorfológicos. A rede de drenagem natural da região apresenta formato dendrítico, com leitos encachoeirados e encaixados em vales profundos, com vertentes curtas nos cursos superior e médio. Nas planícies de inundação apresenta

baixa declividade e grande sinuosidade natural. O ordenamento hidrográfico do município é constituído por sete unidades de planejamento e gestão dos recursos hídricos: Bacia Hidrográfica do Canal Palmital, Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão, Bacia Hidrográfica do Rio Piraí, Bacia Hidrográfica do Rio Itapocuzinho, Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, Bacias Hidrográficas Independentes da Vertente Leste e Bacias Hidrográficas Independentes da Vertente Sul (IPPUJ, 2016).

Figura 22 – Evolução da população e da área urbanizada 1851 – 2008



Fonte: Silveira *et al.* (2009)

Joinville apresenta um clima quente e temperado. Existe uma pluviosidade significativa ao longo do ano. Mesmo o mês mais seco ainda assim ocorrem chuvas. Mello e Oliveira (2016), calcularam a precipitação média anual e mensal do município, gerando uma média anual de precipitação de 2.130,1 mm e mensal de 183,6 mm.

Devido aos altos índices pluviométricos, ambas as porções do relevo são atingidas por eventos como inundações e movimentos de massa. A alta pluviosidade aliada à influência da maré alaga comumente a região central da cidade às margens dos rios da bacia hidrográfica do rio Cachoeira. Isto ocorre principalmente nos meses de verão, época mais chuvosa (MELO E OLIVEIRA, 2016).

Com relação aos recursos hídricos, Joinville é um município privilegiado por ter quase todas as nascentes de seus rios contidas dentro dos próprios limites municipais.

Este fato possibilita ao município um enorme poder de gestão sobre os seus recursos hídricos (MAIA *et al.*, 2013).

Os mananciais de água que abastecem a cidade de Joinville estão localizados nas bacias hidrográficas do Rio Cubatão e do Rio Piraí. O Rio Cubatão é responsável por 70% da água consumida e o Rio Piraí pelos outros 30%. Atualmente a Concessionária dos serviços de água e esgotos, a Companhia Águas de Joinville atende mais de 99% das residências do município. A rede coletora de esgoto de Joinville atende hoje um total de 163.353 ligações residenciais, sendo 29,06% a taxa de cobertura (IPPUJ, 2016).

3.1.2 Município de Porto Alegre, RS, Brasil

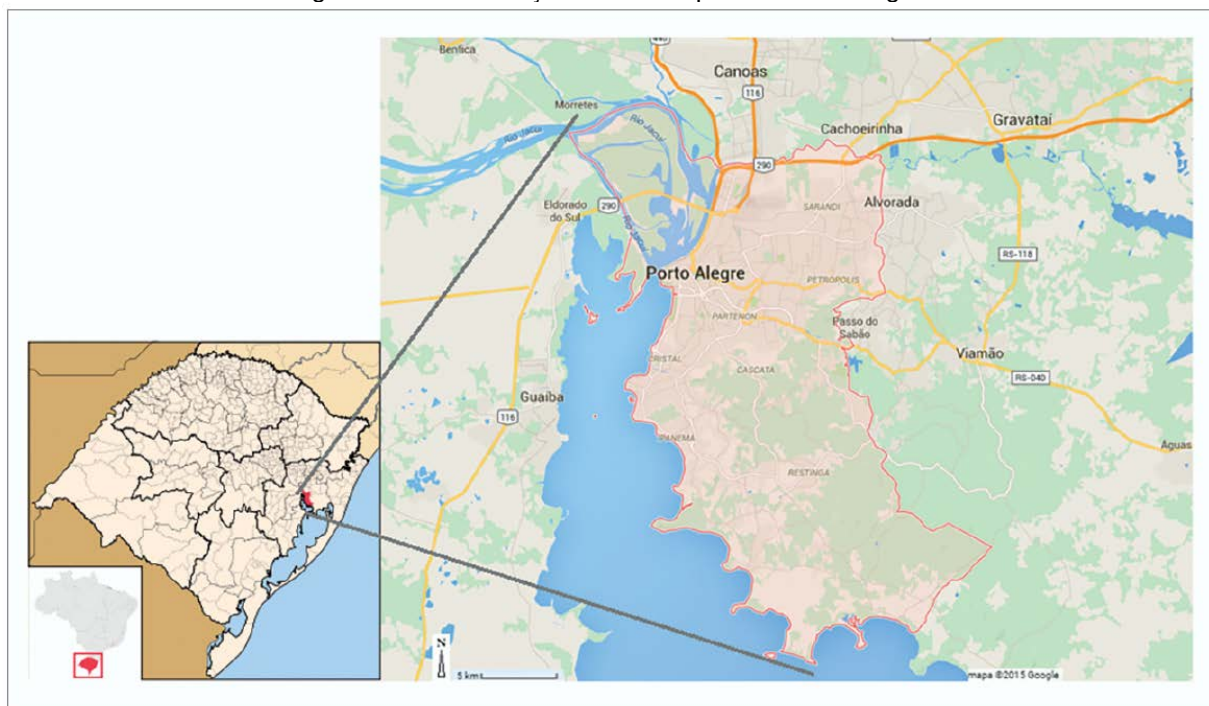
A cidade de Porto Alegre, capital do Estado do Rio Grande do Sul, tem aproximadamente 1.481.019 habitantes (IBGE, 2016), sendo a décima capital mais populosa do Brasil e está situada às margens do Lago Guaíba. Tem uma temperatura média de 19.5 °C e pluviosidade média anual de 1.397 mm (CLIMATE-DATA.ORG, 2017a).

O município de Porto Alegre ocupa uma área de 471,85 km² (Figura23), é a capital mais meridional do Brasil, situando-se em torno do paralelo 30° – entre 29°10'30" sul e 30°10'00" sul – e do meridiano 50° – entre 51°05'00" oeste e 51°16'15" oeste. Suas cidades limítrofes são Canoas, Cachoeirinha, Viamão, Alvorada e Eldorado do Sul. Ponto estratégico dentro do Mercosul e centro geográfico das principais rotas do Cone Sul, equidistante tanto de Buenos Aires (Argentina) e de Montevideu (Uruguai), quanto de São Paulo e do Rio de Janeiro, possui um geografia diversificada, com morros, baixadas e um grande lago, o Guaíba. Dista 2.027 km de Brasília, a capital nacional (PMPA, 2005).

O clima de Porto Alegre é classificado como subtropical úmido, tendo como característica marcante a grande variabilidade. A presença da grande massa de água do lago Guaíba contribui para elevar as taxas de umidade atmosférica e modificar as condições climáticas locais, com a formação de microclimas. O contínuo processo de cobertura da superfície do terreno por edificações e calçamento também gera microclimas específicos, observando-se até 4 °C de variação térmica nas diferentes regiões da cidade. As precipitações acontecem principalmente sob a forma de chuva,

que são bem distribuídas ao longo do ano. A ocorrência de neve é muito rara, mas as geadas ocorrem algumas vezes durante o ano (PENTER, 2008).

Figura 23 – Localização do Município de Porto Alegre



Fonte: PMPA, 2005

Na hidrografia local a formação mais importante é o lago Guaíba, que limita a cidade a oeste e cujas águas se acumulam no recesso de uma falha geológica que tem origem na cidade de Osório e termina na região de Guaíba, e que são contidas por uma barragem natural na altura da ponta de Itapuã. A zona urbana é drenada internamente por vários arroios (rios), destacando-se o arroio Dilúvio. Outros são os arroios Cascata, Teresópolis, Passo Fundo, Cavalhada, Mangueira e Águas Mortas. Na zona rural correm os arroios Feijó, Capivara, Salso e Lami. 82,6% da área municipal se encontram na bacia do lago Guaíba e o restante na bacia do rio Gravataí. Suas águas subterrâneas provêm de dois depósitos distintos, um os granitos fraturados e outro os solos aluviais porosos (FLORES, 2004).

A taxa de crescimento populacional está em 1,25% ao ano, mas a tendência desde os anos 1980 é a desaceleração desse ritmo, perdendo importância relativa na Região Metropolitana, recuando entre 1995 e 2004 de 37,84% para 35,30% na sua participação na população total da Região, refletindo uma tendência de todas as

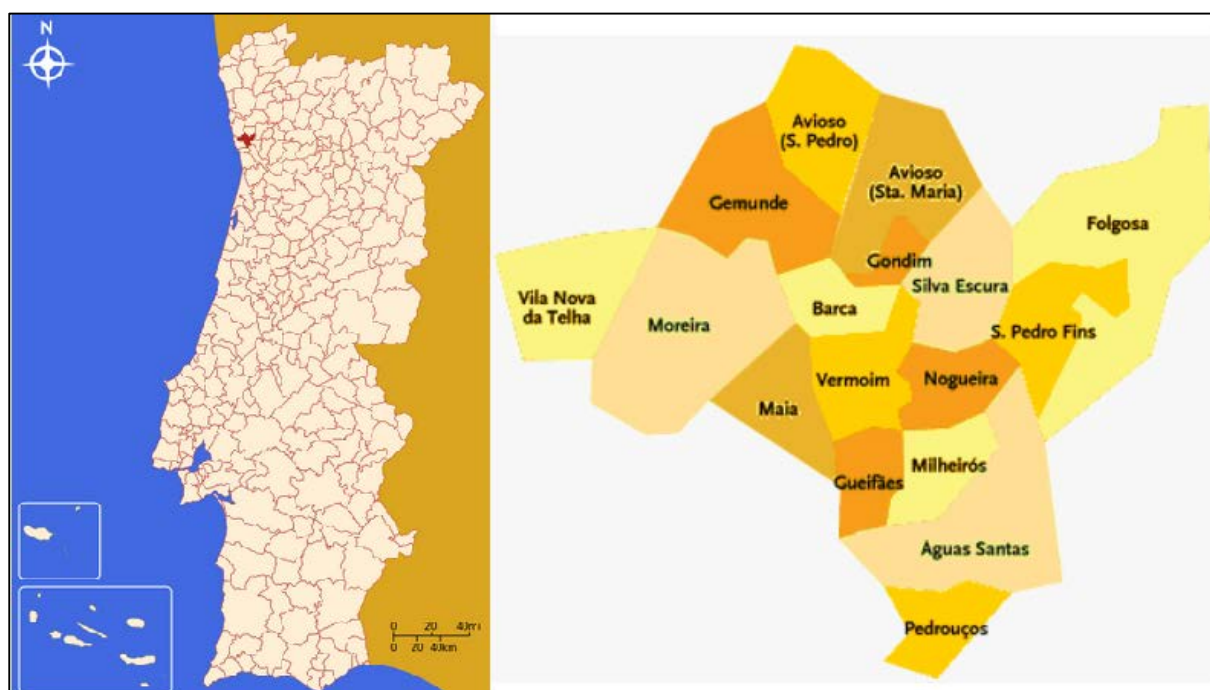
grandes metrópoles nacionais. Por outro lado, a cidade continua sendo um polo de atração para as migrações intermunicipais e interestaduais, e este movimento populacional parece estar associado à busca de trabalho e às maiores possibilidades de estudo e negócios (FEDOZZI, 2007).

3.1.3 Município da Maia, Distrito do Porto, Portugal

A Maia é um município português pertencente ao Distrito do Porto, Região Norte e sub-região da Área Metropolitana do Porto (Figura 24). O município é limitado a norte pelos municípios da Trofa e de Santo Tirso, a leste por Valongo, a sudeste por Gondomar, a sul pelo Porto, a sudoeste por Matosinhos e a noroeste por Vila do Conde (INE, 2016).

A Cidade da Maia apresenta um clima quente e temperado. Existe muito mais pluviosidade no inverno do que no verão. A temperatura média anual em Maia é 14.2 °C e 1.217 mm é a pluviosidade média anual (CLIMATE-DATA.ORG, 2017b).

Figura 24 – Localização do Município da Maia



Fonte: Adaptado de Visitar Portugal

O concelho da Maia é percorrido por uma rede hidrográfica considerável tendo em conta a sua área. O concelho é atravessado a sul pelo rio Leça e um dos seus

maiores afluentes é o Rio Almorode, com uma extensão de 11 km. Desde a década de 1960, o Rio Leça e o Almorode começaram a sofrer a influência da industrialização e da pressão urbana do Grande Porto com o aumento da poluição dos recursos hídricos da Maia. Atualmente, os níveis de poluição estão decrescendo graças a um esforço para evitar os despejos e a realização de várias ações de sensibilização e de recuperação do ecossistema. Apesar disso, o rio Leça continua a ser considerado um dos mais poluídos da Europa (RIOS.AMP, 2009).

3.2 Seleção dos planos para comparação

O plano de manejo de águas pluviais de Joinville é recente, o decreto é de abril de 2016. Buscou-se no sul do país, planos regionais recentes de municípios que estivessem sujeitos a inundações ribeirinhas. Optou-se pela cidade de Porto Alegre – RS, na qual as experiências estão focadas no uso de técnicas compensatórias, o plano é de 2005, mais recente que o de Curitiba, por exemplo de 2002. As cidades de Joinville e Porto Alegre serão as representantes dos países em desenvolvimento.

Além da comparação com um plano no território brasileiro, foi feita a comparação com um plano do exterior para verificar níveis de análise e de planejamento em relação aos problemas enfrentados pelas cidades e para representar os países desenvolvidos. Selecionou-se a cidade da Maia em Portugal, por fazer parte da comunidade europeia e pela disponibilidade do plano via internet.

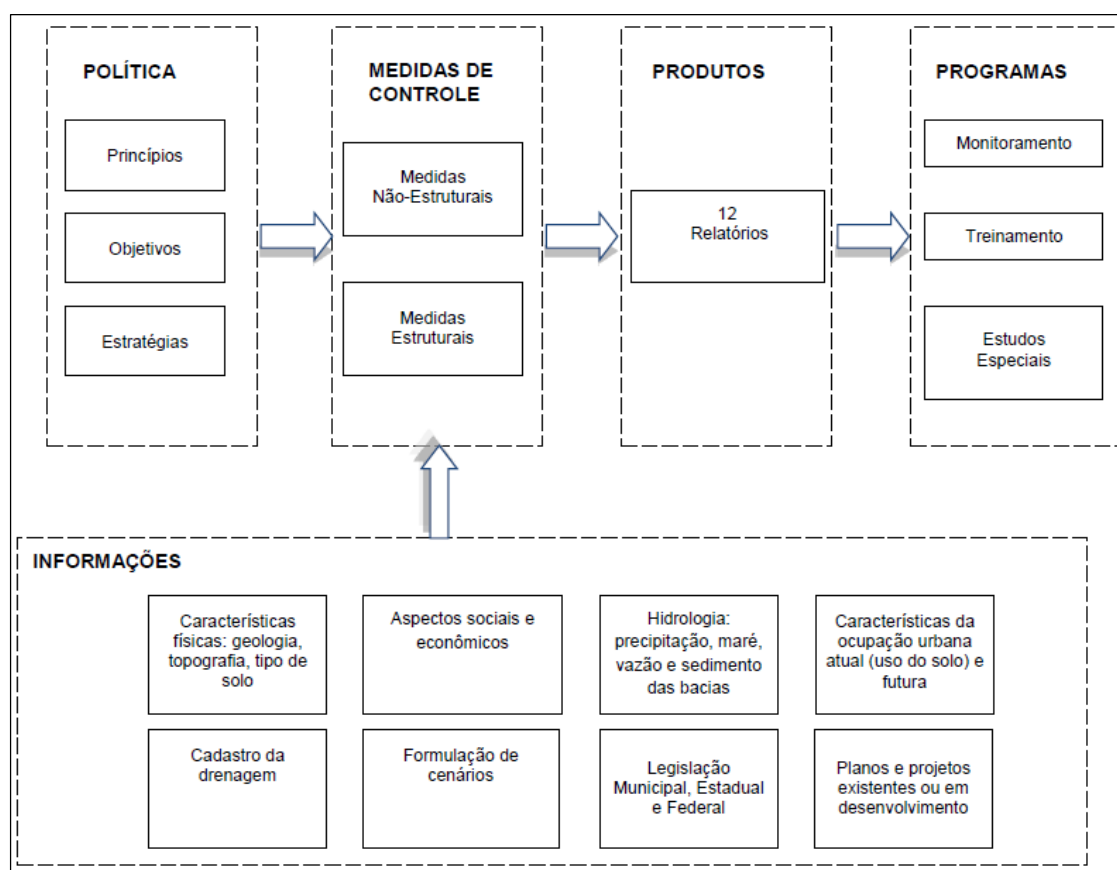
Outro fator importante no caso da seleção dos planos de Porto Alegre e da Cidade da Maia foi o fato de ambos estarem em língua portuguesa, facilitando a inserção dos dados no software. O plano da cidade de Joinville foi conseguido diretamente com a Prefeitura Municipal de Joinville.

3.2.1 O Plano de manejo de águas pluviais do município de Joinville

Conforme SEINFRA – Secretaria de Infraestrutura Urbana (2013), em Joinville, foi iniciada na década de 80, a estruturação de corpo técnico especializado para dar adequada atenção à drenagem do município; o objetivo era planejar adequadamente a ocupação do solo de maneira sustentável sob o ponto de vista do manejo de águas pluviais.

O objetivo do Plano de Drenagem de Joinville (PDJ) é dotar a Prefeitura Municipal de Joinville de subsídios técnicos e institucionais que permitam reduzir os impactos das inundações no município e criar as condições para uma gestão sustentável da drenagem urbana. O plano apresenta diretrizes que devem ser obedecidas nos futuros planos de manejo das bacias hidrográficas no município e devem obedecer a seguinte orientação: estudo das bacias hidrográficas em detalhes (modelagem hidrológica e hidráulica) com medidas de controle estruturais e não estruturais. A gestão da drenagem urbana será realizada através do Plano de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas, cuja estrutura é apresentada na Figura 25, nela se destacam os componentes básicos: Política de Drenagem Urbana, Medidas de controle; Produtos; Programas e Informações (SEINFRA, 2013).

Figura 25 - Componentes básicos do Plano de drenagem e manejo de águas pluviais



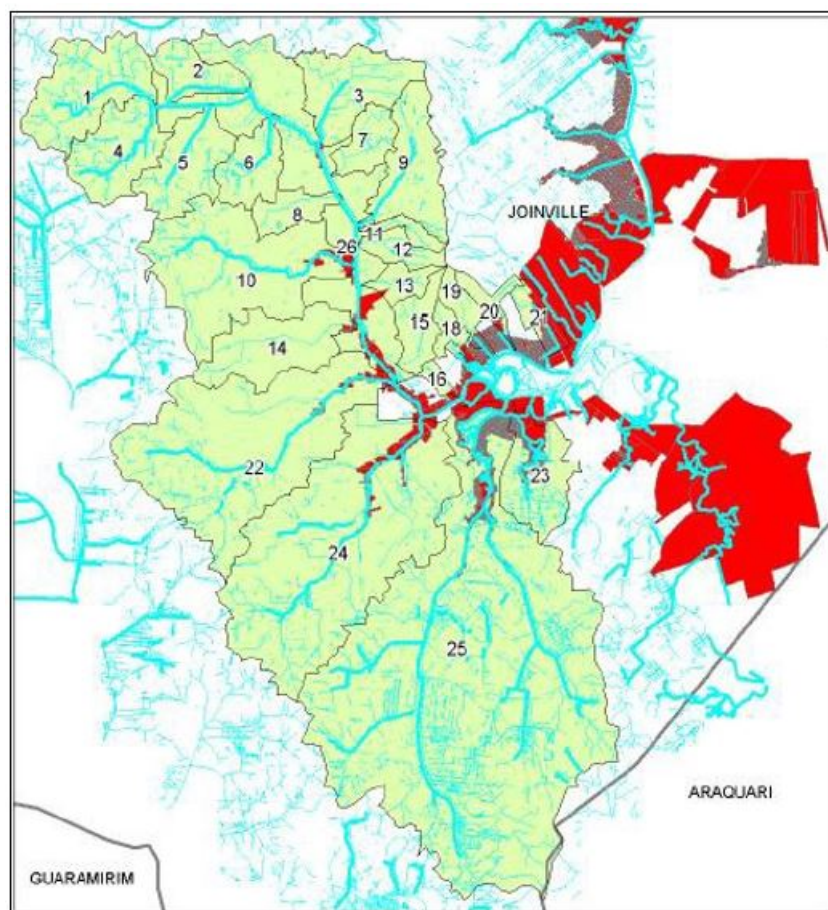
Fonte: SEINFRA (2013)

A política do Plano de Drenagem baseia-se nos seguintes itens, segundo SEINFRA (2013):

- Princípios e objetivos do controle da drenagem urbana;
- Estratégias de desenvolvimento do Plano de Drenagem e Manejo de águas pluviais urbanas com a compatibilidade entre os planos de abastecimento de água e esgotamento sanitário e de gestão integrada de resíduos sólidos preparados para a cidade.

Ainda conforme SEINFRA (2013), Joinville é particularmente sensível a inundações, até mesmo fora de ocasiões chuvosas, desde que haja conjunção de marés de sizígia com marés meteorológicas, pois está numa zona costeira. As zonas costeiras são áreas naturalmente inundáveis devido à geomorfologia e hidrologia. A Figura 26, apresenta as regiões que sofrem influência da maré.

Figura 26 - Lotes atingidos por marés destacados em vermelho



Fonte: SEINFRA (2013)

A Defesa Civil de Joinville e a Prefeitura Municipal mantêm registros das tábuas de marés astronômicas, que são fornecidas pela Marinha do Brasil. Têm-se ainda as

marés meteorológicas e as marés de tempestade resultantes de gradientes de pressão e vento provenientes dos sistemas meteorológicos atuantes sobre as águas na costa de Joinville, também componentes da chamada maré real, que não são calculáveis sem estudos contínuos que envolvam monitoramento e modelagem. As observações de campo mostraram que o município não dispõe de valores exatos das medições das marés, mas o trabalho disponibilizado anualmente pela Marinha do Brasil é um importante referencial para a população se preparar para os efeitos das enchentes (SEINFRA, 2013).

3.2.2 O Plano Diretor de Drenagem urbana do município de Porto Alegre

Segundo a Prefeitura Municipal de Porto Alegre - PMPA (2017a), a posição geográfica de Porto Alegre é uma aliada às enchentes e alagamentos. A cidade ocupa 496,682 km², cuja topografia é extremamente complexa.

Porto Alegre é formada por morros e áreas planas e baixas, com 27 arroios e seus braços, cercada pelo Rio Gravataí, Lago Guaíba e, ao sul, pela Lagoa dos Patos. As regiões baixas possuem aproximadamente 35% de sua área urbanizada abaixo da cota 3 (três metros acima do nível do mar), ou seja, praticamente no mesmo nível médio das águas dos rios. Boa parte destas áreas estão na Zona Norte da cidade. O crescimento urbano e a consequente impermeabilização do solo é outro problema frequente. A partir da década de 70, a capital teve um aumento de 46% na ocupação urbana, gerando grandes áreas impermeáveis, e obstrução das redes coletoras pluviais por lixo mal acondicionado (PMPA, 2017a).

O desenvolvimento desordenado da cidade causou o desmatamento intensivo e os inevitáveis problemas de drenagem. A vegetação que cobria a maior parte dos morros e margens de arroios em Porto Alegre foi sendo eliminada. Dessa forma o solo ficou mais exposto ao efeito das chuvas, que carregam a terra rapidamente para as partes mais baixas da cidade, causando assoreamento das redes pluviais. A bacia hidrográfica do Guaíba é o escoadouro das águas de uma região que abrange 30 % de toda área geográfica do Estado do Rio Grande do Sul. Num estreito de apenas 900 metros, entre a Usina do Gasômetro e a Ilha da Pintada, se encontram os rios Jacuí, Gravataí, Sinos e Caí. Por coincidência, o ponto de maior represamento das águas coincide com a maior densificação urbana, o próprio centro da capital, Figura 27. O

a recuperação da infiltração natural e a retenção ou detenção das águas pluviais e, por isso, a principal solução adotada foram os reservatórios de detenção, implantados em diversos pontos da cidade.

Ainda conforme PMPA (2005), o principal objetivo de um plano de drenagem urbana e manejo de águas pluviais é criar mecanismos de gestão para a bacia hidrográfica, o zoneamento urbano e as estruturas de macro e microdrenagem. Esta gestão deve estar baseada em um planejamento prévio, que vise evitar perdas econômicas, melhorar as condições de saneamento e melhorar a qualidade do meio ambiente da cidade. O PDDU de Porto Alegre teve como principais produtos:

- Regulamentação dos novos empreendimentos: que é feita através de um decreto municipal (Nº 15.371, de 17 de novembro de 2006) que estabelece critérios para o desenvolvimento da drenagem urbana para as novas obras na cidade. Esta regulamentação tem o objetivo de evitar impactos indesejáveis gerados por estes novos empreendimentos, como drenagem inadequada e impermeabilização excessiva dos lotes;

- Plano de controle estrutural e não-estrutural: que estabelece alternativas de controle estrutural (por exemplo obras de macro e microdrenagem) e não-estrutural (educação ambiental, coleta de lixo, varrição das ruas, etc.) para controlar os impactos em cada bacia, reduzindo assim, os risco de inundação na mesma;

- Manual de Drenagem Urbana: documento que orienta a implementação de projetos de drenagem na cidade.

O Plano Diretor de Drenagem Urbana de Porto Alegre é composto por quatro eixos principais, conforme PMPA (2005), a saber:

- Fundamentos do Plano: trata da regulamentação proposta e das diretrizes adotadas para o desenvolvimento do Plano;

- Manual de Drenagem Urbana: estabelece critérios de planejamento, controle e projeto;

- Revisão do Sistema de Proteção de Inundação de Porto Alegre: trata da revisão hidrológica do funcionamento do sistema de diques e estações de bombas da cidade;

- Planos de controle de drenagem de vinte e sete bacias hidrográficas: contempla principalmente, o levantamento de dados e informações sobre o uso do solo, legislação, rede de drenagem; o diagnóstico da situação atual, o Plano de Ações com a delimitação da área urbana futura, análise de medidas estruturais e não estruturais e o processo de divulgação e discussão com a comunidade.

3.2.3 O Plano da Cidade da Maia em Portugal

Segundo Instituto de Hidráulica e Recursos Hídricos - IHRH (2007), o Concelho da Maia localiza-se na área metropolitana do Porto e veio a constituir-se como uma área preferencial de expansão da cidade do Porto devido às suas características fisiográficas, de boas exposições e relevo pouco acidentado, clima ameno e boa acessibilidade.

No enquadramento territorial, o Concelho da Maia, faz fronteira com os concelhos de Vila do Conde, Trofa, Santo Tirso, Valongo, Gondomar, Porto e Matosinhos, Figura 28. A sua atual estrutura resultou da ocupação que, no decorrer dos séculos foi sendo processado a partir do núcleo primitivo da cidade do Porto. Atualmente o Concelho da Maia tem como limites administrativos 17 freguesias denominadas de S. Pedro de Avioso, Santa Maria de Avioso, Gemude, Gondim, Folgosa, Vila Nova da Telha, Moreira, Barca, Silva Escura, S. Pedro Fins, Maia, Vermoim, Nogueira, Gueifães, Milheirós, Águas Santas e Pedrouços (IHRH, 2007).

A finalidade do Plano diretor de águas Pluviais é dotar a Câmara Municipal da Maia com um instrumento para consulta e apoio ao planeamento que permita definir, em tempo útil e de forma consistente e integrada, as ações e os investimentos necessários à progressiva mitigação dos atuais problemas relacionados à drenagem de águas pluviais nas bacias hidrográficas do Concelho e à prevenção contra as disfunções futuras, procurando equilibrar o desenvolvimento urbano com a melhoria das condições ambientais. A execução do plano envolveu o levantamento e diagnóstico dos sistemas de águas pluviais, a definição de propostas de intervenção corretiva em zonas críticas prioritárias, a definição de linhas estratégicas de atuação e de propostas preventivas de concepção e dimensionamento de sistemas de drenagem de águas pluviais (IHRH, 2007).

Assim, o Plano Diretor de Águas Pluviais do Concelho da Maia tem os seguintes objetivos, conforme IHRH (2007):

- Levantamento e cartografia dos sistemas de drenagem da rede primária de águas pluviais existentes e projetadas;
- Definição de propostas corretivas – propostas de intervenção em zonas críticas prioritárias;
- Definição de propostas preventivas – linhas estratégicas de atuação, metodologias de dimensionamento e remodelação da regulamentação existente.

Figura 28 - Limites do Concelho da Maia e as freguesias.



Fonte: IHRH (2007)

Ainda segundo IHRH(2007), o Plano diretor de Águas Pluviais do Concelho da Maia constitui um documento estratégico de gestão municipal e um instrumento essencial para a planificação da detecção e da resolução de problemas relacionados com drenagem das águas pluviais nas bacias hidrográficas do concelho, pelo que, deve constituir uma componente do Plano Diretor Municipal e estar inserido e articulado com o mesmo. Deverá ainda, ser objeto de contínua evolução.

Portugal faz parte da Diretiva Quadra da Água (DQA) onde se preza o alcance do “bom estado ecológico” das águas, ou seja, muito mais do que prevenção de inundações e saneamento básico, essa diretiva, segundo Alovisei Júnior e Berezuk (2012), tem o objetivo de enquadrar globalmente as suas ações de forma que todos os países membros cumpram-na de forma eficiente, com a coordenação integrada das ações. Pretende-se, a longo prazo, o desenvolvimento dos princípios e das estruturas globais necessárias para a proteção e a utilização sustentável da água na Comunidade Europeia.

Segundo Sobral *et al.* (2008), a Diretiva estabelece a definição de programas de medidas para atingir os objetivos de qualidade da água referidos, de forma integrada dos recursos hídricos no âmbito das bacias hidrográficas, independentemente dos limites territoriais. Caso essa meta não seja atingida, sanções financeiras (multas) serão aplicadas.

3.3 Seleção do programa a ser utilizado

Na presente pesquisa optou-se pela utilização do software NVivo 11 versão Starter. Segundo Alves, Figueiredo Filho e Henrique (2015), o NVivo é um programa para análise de informação qualitativa que integra as principais ferramentas para o trabalho com documentos textuais, multimétodo e dados bibliográficos. Ele facilita a organização de entrevistas, imagens, áudios, discussões em grupo, leis, categorização dos dados e análises. Na parte de dados qualitativos é possível realizar transcrição de vídeos e áudios, codificar texto, análises de redes sociais e/ou páginas da web, entre outros. Já na parte quantitativa tem-se estatística descritiva, inferencial e até mesmo meta-análise. O programa tem sua interface baseada nas diretrizes da Microsoft, o que facilita o uso devido à familiaridade. No processo de organização dos dados o pesquisador inicia reunindo os textos/áudio/imagens/vídeo em “nós/nodes”, que são organizados em pastas estabelecendo uma hierarquização do projeto. Os “nós” funcionam como variáveis que reúnem informações descritivas do texto, possibilitando a identificação de tendências. Apesar das inúmeras vantagens e facilidades oferecidas pelo programa, o software NVivo apresenta algumas limitações. Em primeiro lugar, o processo de introdução e codificação dos dados é demorado. Segundo, mesmo utilizando o software, a maior parte do trabalho é desenvolvida pelo

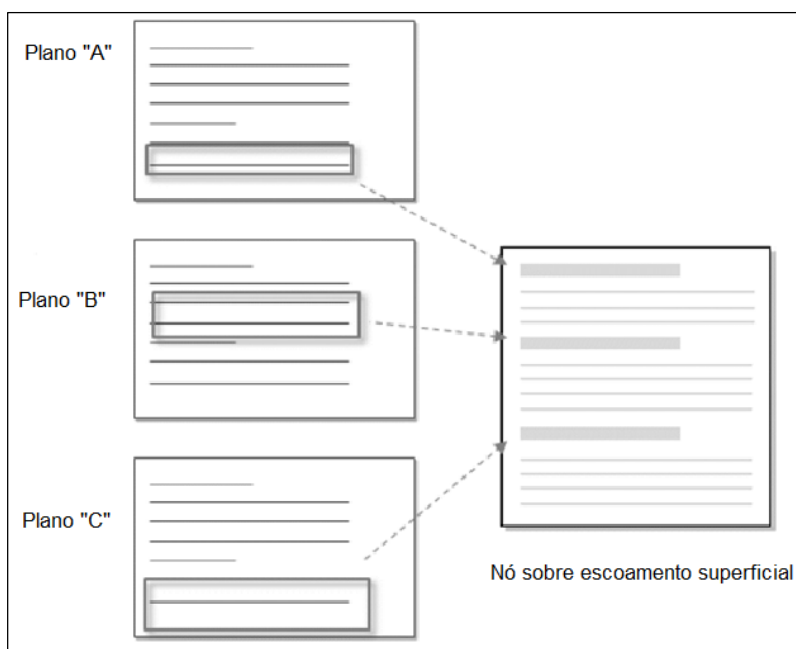
próprio pesquisador e não pelo programa. É importante entender que o software NVivo é uma ferramenta que auxilia nas pesquisas, mas não vai resolver todos os problemas. O desenho de pesquisa deve estar bem estruturado antes de iniciar o processo de análise.

O software NVivo foi utilizado por Cezar *et. al.* (2016) que, através da metodologia da análise de conteúdo, pesquisaram sobre a participação dos gestores municipais na política nacional de resíduos sólidos. Fu e Zhang (2017) também utilizaram o software NVivo para analisar as diferenças entre planos diretores convencional e sustentável.

3.4 Inserções de dados no programa

Para inserção dos dados no programa, após seleção dos arquivos necessários, utilizou-se a codificação dos documentos através de “nós”. Os nós são utilizados para reunir material sobre um tópico específico, ou seja, organizar e exibir os dados de várias fontes em apenas um local, por exemplo Figura 29.

Figura 29 – Como organizar os documentos em nós.



Fonte: adaptado de NVivo (2017)

Os “nós” são definidos por Mozzato *et. al.* (2016) como categorias, temas ou conceitos do projeto. De acordo com Oliveira *et. al.* (2016), os nós, que devem ser

criados em conformidade com as questões teóricas e de pesquisa, são utilizados para codificação do material coletado.

Neste trabalho foram selecionados 16 nós para debate e discussão dos resultados. Esses nós foram escolhidos porque depois de feita a leitura flutuante, apresentaram maior semelhança ou disparidade entre os planos. Foram nós em que se considerou a importância na discussão e interpretação dos mesmos, conforme Tucci (2007).

De acordo com Tucci (2007), a estrutura do Plano Diretor de Drenagem Urbana é representada pelos seguintes grandes grupos:

- Política de águas pluviais: define o conjunto de objetivos, princípios, metas e estratégias.
- Medidas: estruturais e não estruturais.
- Produtos: a legislação, gestão da cidade e planos de ação das bacias, incluindo o manual de drenagem que orienta planejadores e projetistas da cidade.
- Programas: ações de longo prazo associados às águas pluviais que visam complementar as medidas dentro do plano.
- Informações: base do conhecimento que permite o desenvolvimento das atividades anteriores, ou seja, dados hidrológicos, dados físicos e institucional.

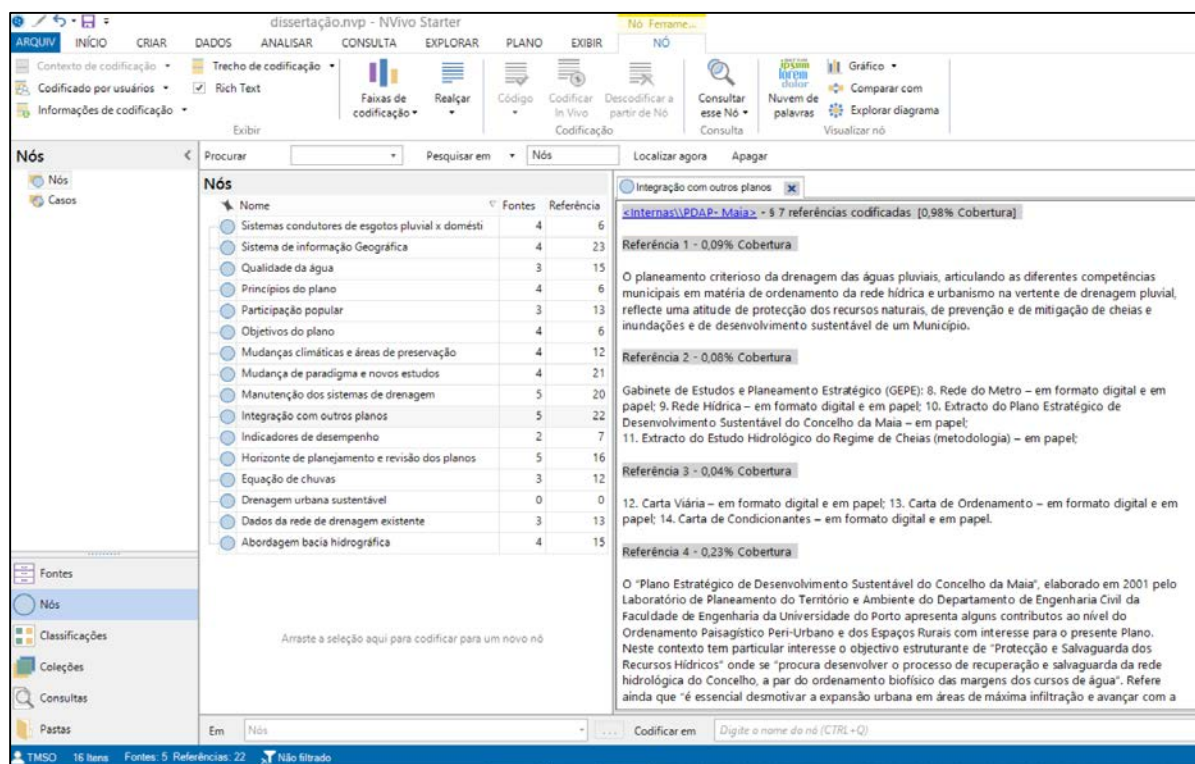
Definiu-se nesse estudo avaliar os nós referentes à estrutura dos planos com relação à política e às informações e não todos os grandes grupos propostos por Tucci (2007). Os nós selecionados foram:

1. Princípios na elaboração dos planos
2. Objetivos dos planos
3. Integração do plano com os demais planos da cidade
4. Abordagem na elaboração do plano
5. Sistema de informação Geográfica
6. Falta de dados referentes à rede de drenagem existente
7. Equação de chuvas
8. Sistemas de coletores pluvial e doméstico
9. Qualidade da água
10. Horizonte de planejamento e revisão dos planos
11. Mudanças climáticas e áreas de preservação

12. Indicadores de desempenho;
13. Participação popular
14. Manutenção nos sistemas de drenagem
15. Mudança de paradigma e novos estudos
16. Drenagem urbana sustentável

A Figura 30 mostra a interface do programa Nvivo com todos os nós selecionados para análise e ainda mostra os textos recortados em um dos nós, no caso, integração com outros planos.

Figura 30 – Nós selecionados para análise



Fonte: a autora

Outra ferramenta utilizada do programa NVivo é a nuvem de palavras que está representada na Figura 31. A nuvem de palavras é uma lista hierarquizada das palavras que mais aparecem nos textos selecionados, no caso os planos. As nuvens dão mais proeminência a palavras que aparecem mais frequentemente no texto fonte.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base nos nós codificados no programa, fez-se inicialmente uma análise dos municípios em relação às suas bacias hidrográficas e aos dados referentes aos municípios, para fins de comparação, se encontram na tabela 1.

Tabela 1 – Comparação entre municípios

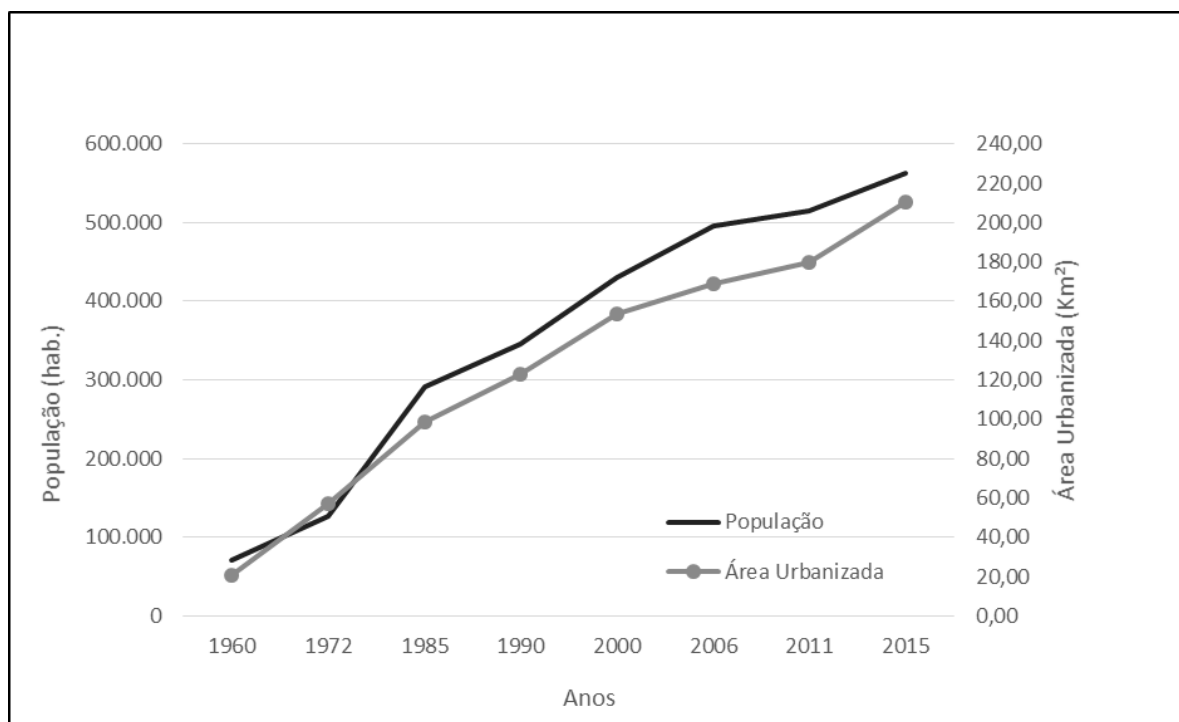
	Joinville (IBGE, 2016)	Porto Alegre (IBGE, 2016)	Cidade da Maia (MUNICÍPIO da MAIA, 2016)
Área do município (Km²)	1.124,46	496,68	82,99
População (habitantes)	546.981	1.481.019	135.678
Pluviosidade média anual	2.130,1 mm	1.397 mm	1.217 mm
Número de bacias e/ou sub-bacias inseridas nos limites do município	7	27	6
Número de bacias e/ou sub-bacias analisadas	1	27	6

Fonte: a autora (2017)

Observam-se inicialmente as diferenças entre as áreas dos municípios envolvidos nesta pesquisa. Enquanto em Portugal a cidade toda ocupa uma área de aproximadamente 83 Km², em Joinville apenas a bacia do Rio Cachoeira ocupa 81,6 Km² inserida totalmente no ambiente urbano, esta bacia comporta cerca de 50% da população do município e sua área representa apenas 7,4% do perímetro municipal (IPPUJ, 2014). As dimensões na Cidade da Maia são menores o que facilita o gerenciamento.

Com relação ao crescimento populacional e área urbana do município de Joinville, percebe-se o aumento vertiginoso da população a partir da década de 70 e o crescimento da área urbanizada conforme a Figura 32.

Figura 32 – Evolução da população e da área urbanizada de Joinville 1960 – 2015.



Fonte: a autora (2017)

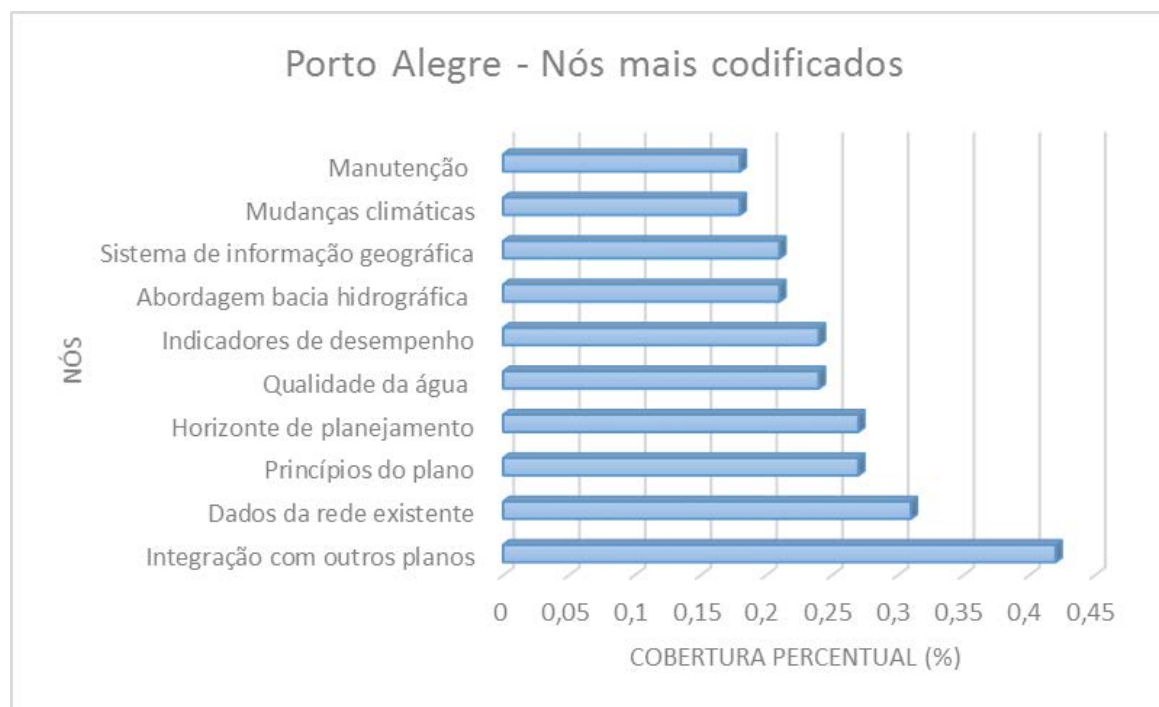
4.1 Percentual hierarquizado dos nós

Em relação ao material codificado, o software Nvivo 11 versão Starter apresenta através de gráficos o percentual dos dez nós mais codificados para cada plano.

Para o plano de Porto Alegre, a Figura 33 exibe como nó mais codificado a interação com outros planos. Isso significa que foi o assunto mais abordado durante a codificação, a preocupação dos responsáveis pela confecção do plano em interagir com outros planos existentes na cidade, ou a falta de integração existente e citada no plano.

Nos demais itens mais codificados para o plano de Porto Alegre, não se percebe tanta diferença em valor percentual, variam de 0,18% a 0,31%. Há uma certa constância na abordagem dos assuntos, levando a porcentagens de codificação similares.

Figura 33 – Plano de Porto Alegre

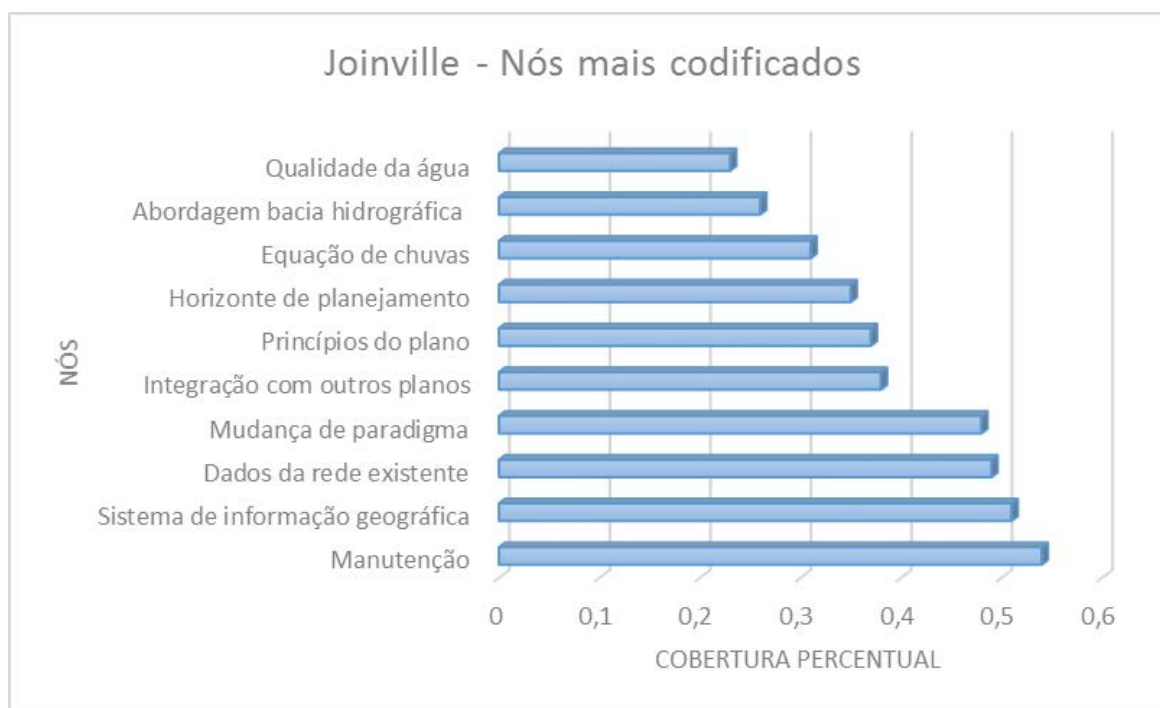


Fonte: a autora (2018)

No plano de Joinville o nó mais codificado é a manutenção dos sistemas de drenagem (Figura 32). O plano expõe várias vezes a questão da necessidade eminente de manutenção nos sistemas de drenagem e a falta de um plano de manutenção preventiva. Nas sarjetas a manutenção deverá ser feita diariamente e de forma contínua; nas bocas de lobo, bueiros, galerias e canais a cada 60 dias e nos reservatórios, após o período de chuva (SEINFRA, 2013).

Nota-se na Figura 34 que os quatro primeiros itens (manutenção, sistema de informação geográfica, dados da rede existente e mudança de paradigma) não apresentam expressiva diferença entre eles. A deficiência desses pontos foi evidenciada no plano de Joinville, justamente pela ausência de um sistema de informação, falta de dados da rede de drenagem existente e inexistência de profissionais qualificados adequadamente. Os nós que mais aparecem no plano de Joinville são pela ausência (relatada no plano) deste sistema no plano.

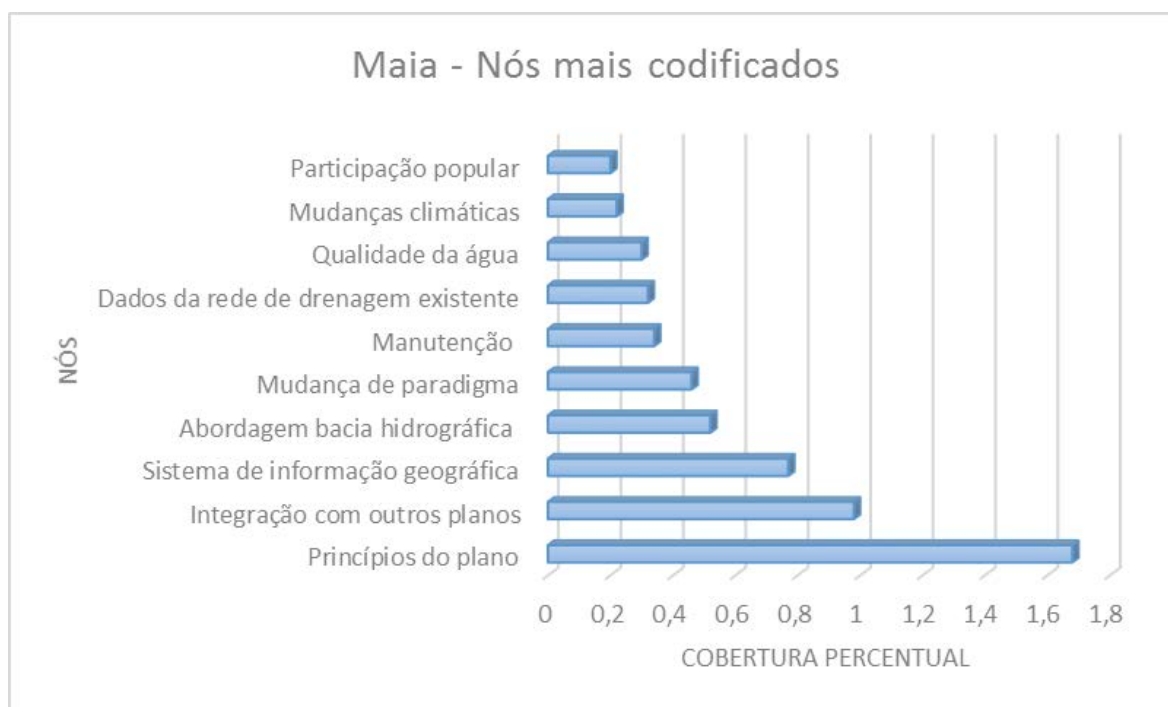
Figura 34 – Plano de Joinville



Fonte: a autora (2018)

No plano da cidade da Maia, o nó mais codificado são os princípios do plano e percebe-se que a porcentagem de codificação é expressiva (Figura 35), concordando com o que é encontrado no plano, pois os princípios são evidentes e bem definidos.

Figura 35 – Plano da Maia



Fonte: a autora (2018)

A seguir são apresentados os resultados e discussões para cada nó analisado.

4.2 Princípios na elaboração dos Planos

Os três planos apresentam diferenças em relação aos princípios de concepção que são a seguir apresentados.

4.2.1 Cidade de Joinville

Os princípios do plano de Joinville baseiam-se principalmente no diagnóstico e solução dos problemas de inundações, considerando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento. Soluções integradas com a paisagem e economicamente viáveis, transferindo o custo da implantação de medidas estruturais e da operação e manutenção da drenagem urbana para os proprietários dos lotes, proporcionalmente à sua área impermeável. Elaboração de um cadastro topográfico com utilização de sistema de georreferenciamento do sistema de drenagem. Restrição da ocupação de áreas de recarga, várzeas e áreas frágeis e implantação de dispositivos de infiltração ou reservatórios de amortecimento ao invés de obras de aceleração e afastamento

das águas pluviais (canalização). Enfatiza a necessidade da incorporação desses princípios na cultura da administração e na legislação municipal.

4.2.2 Cidade de Porto Alegre

Os princípios do plano da cidade de Porto Alegre, baseiam-se na aplicação de medidas não estruturais e, quando necessário, medidas estruturais de amortecimento (detenção e retenção) e infiltração. Leva em consideração a definição de diferentes cenários de ocupação do solo: cenário atual, na data de elaboração de cada plano (diagnóstico), e cenário futuro (prognóstico), com base nas previsões de máxima ocupação do solo permitidas por lei, com proposta de soluções para o período de retorno de 10 anos e verificação do comportamento dos sistemas para períodos de retorno superiores (25, 50 e 100 anos).

4.2.3 Cidade da Maia

No plano da cidade da Maia, são definidos 11 princípios e visam principalmente à preservação da qualidade da água e das linhas de águas naturais. Toda a área impermeabilizada associada ao processo de urbanização deve ser compensada com medidas de retenção/infiltração. Não permite edificação nos leitos de cheia e prevê a demolição de edificações existentes. Os sistemas de drenagem devem ser separadores absolutos e a sua concepção e dimensionamento deve ser feita conforme descrito no plano. Nos separadores absolutos, duas redes paralelas escoam diferentes tipos de águas residuais (LISBOA, 2016). As intervenções corretivas devem ser o ponto de partida para a reabilitação geral do sistema e todo o funcionamento deverá ser monitorado e realizadas manutenções periódicas. Também prevê a sensibilização, a educação da população no sentido de preservar a linha de água e evitar o seu uso como despejo de lixo.

No plano da Cidade da Maia, questões que vão além do controle de inundações estão evidentes. A qualidade e a escassez de água, a preservação das características locais e a sensibilização da população são apresentados, concordando com Che *et al.* (2014) que afirma que entre outros princípios, o Plano Diretor de Gerenciamento de Águas Pluviais (PDGAP) deve seguir alguns princípios importantes:

(1) Recuperar processos hidrológicos locais apropriados para as características da condição local;

(2) coordenar com a disposição existente de edifícios, elementos paisagísticos, drenagens, e projetos de sistemas de esgoto;

(3) fornecer uma solução integral para poluição da água, inundações, escassez de água e outras questões;

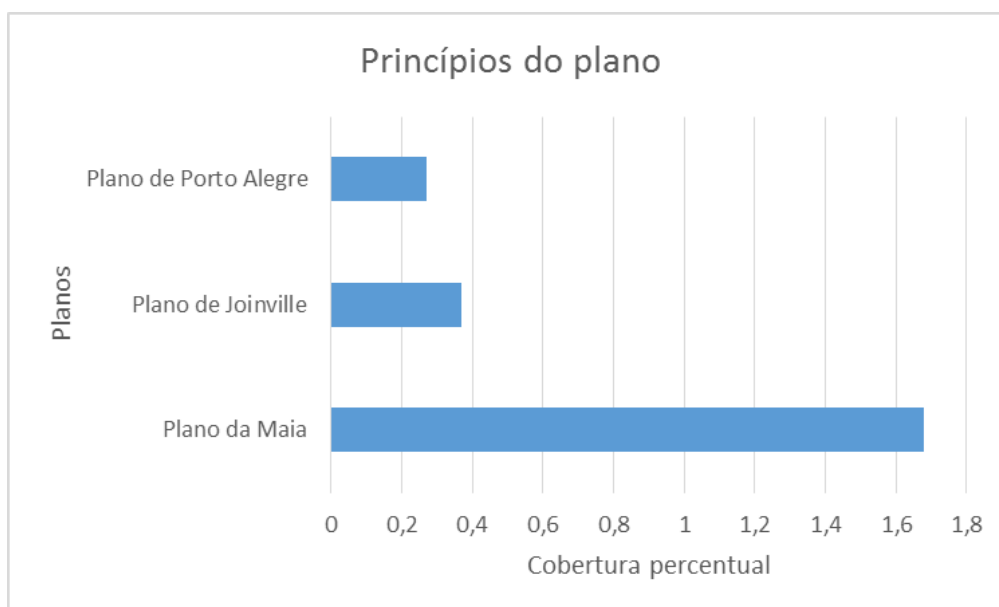
(4) racionalidades econômicas, ambientais e sociais devem ser consideradas; e

(5) facilidade de construção e manutenção.

A cidade de Porto Alegre considera a questão das bacias de detenção e retenção para evitar problemas de enchente e a integração do plano de drenagem com outros planos de saneamento básico do município. No plano da cidade de Joinville, o foco principal é a solução dos problemas de inundações, devendo ainda ser feito o cadastro do sistema de drenagem existente.

Em relação aos princípios, a Figura 36 mostra que o plano da cidade da Maia apresentou maior percentual de codificação e mais itens codificados nos princípios do plano. Percebe-se que os princípios estão bem definidos, são claros e objetivos.

Figura 36 – Cobertura percentual dos itens codificados no nó Princípios dos planos



Fonte: a autora (2018)

4.3 Objetivos dos Planos

Em relação aos objetivos dos planos, os três analisados convergem para um objetivo comum: a prevenção de cheias nas cidades.

4.3.1 Cidade de Joinville

O objetivo do plano de drenagem de Joinville é dotar a prefeitura municipal de subsídios técnicos e institucionais que permitam reduzir os impactos das inundações no município e criar as condições para uma gestão sustentável da drenagem urbana.

O Plano de Drenagem e Manejo e Águas Pluviais (PDMAP) tem como meta buscar (SEINFRA, 2013):

- Planejar a distribuição da água pluvial no tempo e no espaço, com base na tendência de ocupação urbana compatibilizando esse desenvolvimento e a infraestrutura para evitar prejuízos econômicos e ambientais;
- Controlar a ocupação de áreas de risco de inundação através de regulamentação.

4.3.2 Cidade de Porto Alegre

O plano de Porto Alegre visa obter diretrizes técnicas e ambientais para a abordagem dos problemas de drenagem da cidade e o estudo teve como princípio básico a não transferência dos efeitos da urbanização para outros pontos da bacia hidrográfica, através do uso de dispositivos de controle do escoamento, ou seja, soluções baseadas no conceito de amortecimento das vazões de pico através de reservatórios de retenção.

4.3.3 Cidade da Maia

O Plano Diretor de Águas Pluviais do Concelho da Maia tem os seguintes objetivos, IHRH (2007):

- Levantamento e cartografia dos sistemas de drenagem da rede primária de águas pluviais existentes e projetados;

- Definição de ações corretivas com propostas de intervenção em zonas críticas prioritárias;
- Definição de propostas preventivas com linhas estratégicas de atuação, metodologias de dimensionamento e remodelação da regulamentação existente.

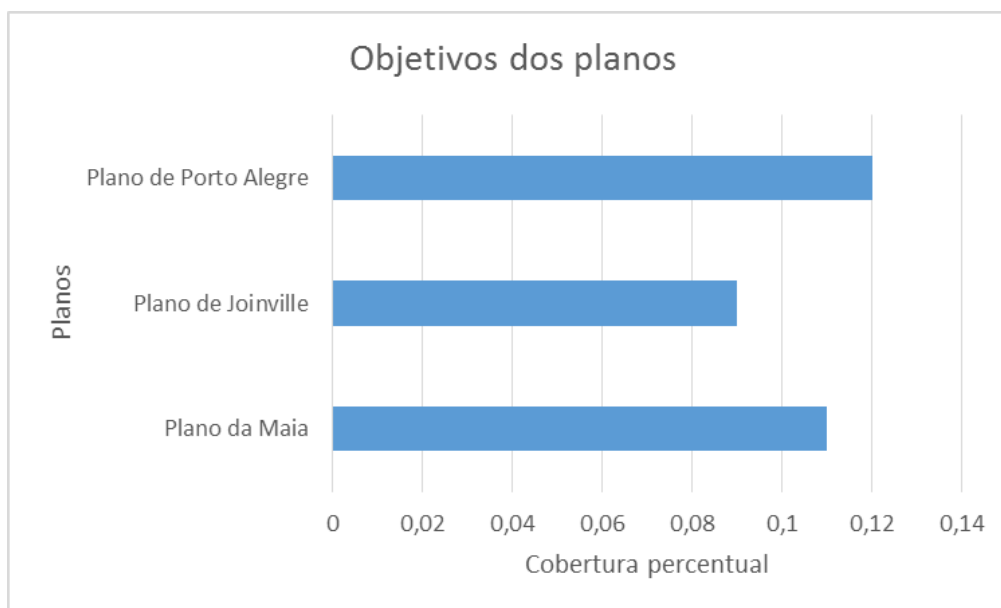
O Plano Diretor de Águas Pluviais do Concelho da Maia concorda com Abiko e Moraes (2009) que afirmam que o plano deve tanto apresentar medidas para remediar os problemas já existentes em decorrência da urbanização, como também deve apresentar medidas para prevenção da ocorrência de enchentes e inundações em áreas que futuramente venham a ser urbanizadas.

Os principais itens de um Plano Diretor de Drenagem Urbana são o planejamento das obras e medidas não estruturais (legislação, zoneamento etc), a definição dos instrumentos de financiamento para sua implementação, a proposta da gestão da drenagem urbana dentro da estrutura municipal de administração, com definição de requisitos, atribuições e responsabilidades institucionais e o Manual de Drenagem, destinado a orientar o projeto de obras futuras (ABIKO e MORAES, 2009).

Para Tucci (2007), o plano diretor de drenagem urbana tem o objetivo de criar os mecanismos de gestão da infraestrutura urbana relacionado com o escoamento das águas pluviais e dos rios na área urbana. Esse planejamento visa evitar perdas econômicas e melhorar as condições de saúde e meio ambiente da cidade, dentro de princípios econômicos, sociais e ambientais. Sendo assim, percebe-se que em relação aos objetivos, todos os planos analisados estão de acordo com Tucci (2007), pois objetivam a prevenção das cheias das cidades, ou seja, relacionam o escoamento das águas pluviais com os rios da área urbana. Comparando com Abiko e Moraes (2009) os planos não citam instrumentos de financiamento para sua implementação e o plano de Joinville não possui manual de drenagem para orientação e definição de critérios sobre dimensionamento, variáveis hidrológicas, elementos hidráulicos, entre outros.

A Figura 37 apresenta como nó mais codificado no plano de Porto Alegre o nó “objetivos do plano”. Observa-se que, em relação aos objetivos, os três planos estão bem definidos, com relativa homogeneidade numérica no percentual de cobertura.

Figura 37 - Cobertura percentual dos itens codificados no nó Objetivos dos planos



Fonte: a autora (2018)

4.4 Integração com os demais planos da cidade

4.4.1 Cidade de Joinville

O plano de Joinville reforça a necessidade de integração com outros planos municipais, ou seja, compatibilizar os diversos planos diretores e regionais de urbanização, drenagem e saneamento. Neste enfoque, é necessária a articulação entre o planejamento da drenagem urbana e outros planos estratégicos e setoriais. Prevê que se deve levantar os planos e projetos existentes e em desenvolvimento, que tenham alguma interface com o sistema de drenagem, tais como: planos viários, projetos de drenagem, plano diretores de drenagem de outras bacias do município de Joinville, plano estadual de gerenciamento costeiro, grandes empreendimentos aprovados ou em aprovação, planos de ampliação do sistema de abastecimento de água e rede de esgotamento sanitário, plano de resíduos sólidos e o Plano Diretor de Desenvolvimento Sustentável (PDDS).

De acordo com Furlong *et. al.* (2016), a implementação da gestão integrada da água urbana exige a inclusão de um maior número de atores na tomada de decisões, a integração com o planejamento urbano, a compreensão dos conflitos entre vários objetivos concorrentes e a coordenação de múltiplas fontes de água, incluindo os

esquemas de reuso descentralizado. Desta forma, embora haja o discurso de integração, observa-se que o plano de Joinville não incluiu todos os atores necessários, pois em relação aos autores do plano de Joinville, pode-se verificar que a equipe envolvida na sua confecção contou apenas com funcionários da Unidade de Drenagem da Secretaria de Infraestrutura Urbana (SEINFRA), e não evidencia a participação de outras unidades ou setores na sua elaboração.

4.4.2 Cidade de Porto Alegre

Na cidade de Porto Alegre, é feito um estudo de saneamento básico para o município, no qual o plano de drenagem está inserido. Ou seja, o estudo é completo, incluindo abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo de águas pluviais e resíduos sólidos, gerando o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). O PMSB, apresenta todos os planos utilizados para a sua elaboração, entre eles, planos antigos de abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana, resíduos sólidos, plano municipal de saúde, programa de implantação e manutenção de Áreas Verdes Urbanas, programa de Gestão Ambiental, programa de Prevenção e Controle da Poluição, programa de Sistemas de Informações e o programa de Comunicação e Educação Ambiental. Os próprios autores do PMSB refletem participações de vários segmentos, entre eles: DMAE – Departamento Municipal de Água e Esgotos, DEP – Departamento Esgotos Pluviais, DMLU – Departamento Municipal de Limpeza Urbana, SMS – Secretaria Municipal da Saúde, SMURB – Secretaria Municipal de Urbanismo, SMGL – Secretaria Municipal de Governança Local, com a colaboração da SMAM – Secretaria Municipal do Meio Ambiente.

4.4.3 Cidade da Maia

O Plano da cidade da Maia indica que o projeto do sistema de drenagem (concepção e dimensionamento) deverá interagir com o projeto de intervenção urbanística desde as fases iniciais. O plano determina um estudo hidromorfológico nas intervenções urbanísticas. Várias vezes no plano são mencionadas as intervenções com a malha viária (principal e secundária) e linhas de metrô. Esse estudo hidromorfológico deverá levar em consideração o histórico, a situação atual e os cenários futuros (intervenção prevista e outras evoluções da bacia hidrográfica ou de

sub-bacias). Quanto maior for a intensidade deste impacto maior será a necessidade de aprofundar esta análise ao longo do tempo nos diferentes horizontes de projeto (IHRH, 2007).

Para Silva e Porto (2003), a visão integradora traz como desafios subjacentes à organização institucional dos sistemas de planejamento e gestão por um lado a articulação territorial, envolvendo jurisdições distintas, e por outro a funcional, envolvendo setores que funcionam com base em processos específicos de planejamento, regulação, financiamento e operação. Sendo assim, nenhum dos planos analisados consegue a articulação territorial e a funcional.

Assim, percebe-se que os dois planos brasileiros ainda sofrem com a falta de integração relacionada com os planos de saneamento, plano de resíduos sólidos e outros planos propostos para o município. No plano da cidade da Maia nota-se uma maior integração com outros elementos urbanos, convergindo com Silva e Porto (2003) no que diz respeito a:

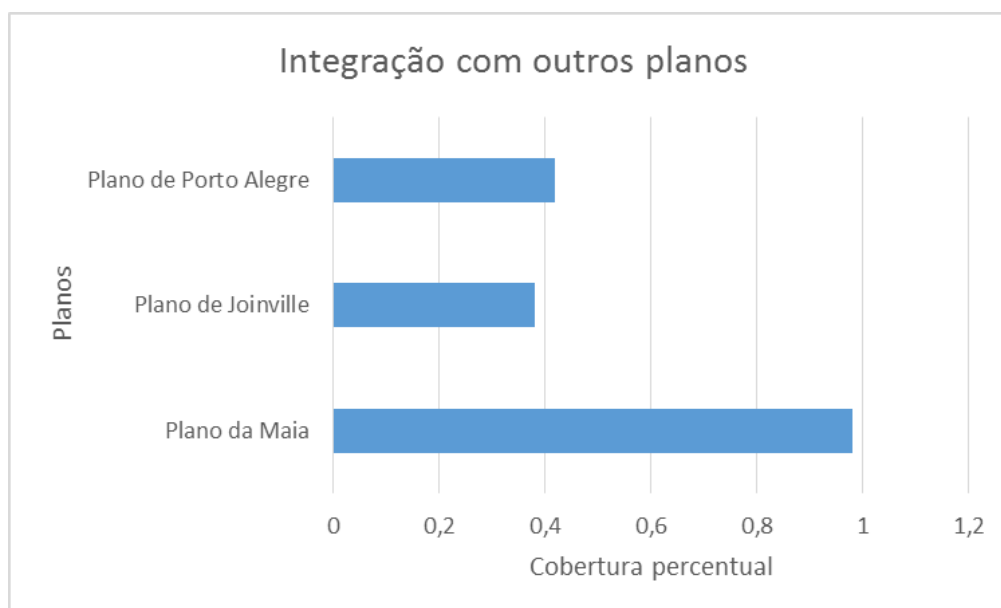
- Integração entre sistemas/atividades diretamente relacionadas ao uso da água na área da bacia hidrográfica;
- Integração territorial/jurisdicional com instâncias de planejamento e gestão urbana - os municípios e o sistema de planejamento metropolitano - tendo em vista a aplicação de medidas preventivas em relação ao processo de urbanização;
- Articulação reguladora com sistemas setoriais não diretamente usuários dos recursos hídricos - como habitação e transporte urbano - tendo em vista a criação de alternativas reais ao processo de ocupação das áreas de proteção a mananciais e das várzeas, assim como a viabilização de padrões de desenvolvimento urbano;
- Articulação com as bacias vizinhas, tendo em vista a celebração de acordos estáveis sobre as condições atuais e futuras de importação de vazões e de exportação de águas utilizadas na Bacia.

Para Warnken e Mosadeghi (2018), após uma revisão de 25 anos de implementação da gestão integrada da zona costeira (ICZM) e adaptação às mudanças climáticas no planejamento regulatório e na tomada de decisões em Queensland, Austrália, um dos principais instrumentos para a gestão das áreas

costeiras incluiu a integração definitiva do principal estatuto de gestão costeira com outra legislação, justificando as recomendações internacionais e a falta de outra legislação de planejamento integrador. Essa necessidade estatutariamente reconhecida de incorporar os aspectos da gestão costeira em outra legislação certamente provou ser valiosa para ampliar outros quadros legislativos e políticos, a fim de mudar as práticas de uso do solo em áreas do interior muito além da zona costeira (WARNKEN e MOSADEGHI, 2018).

A Figura 38 expõe através da porcentagem de codificação o que realmente observou-se após a análise dos planos. No plano da cidade da Maia há maior preocupação com a integração, muito mais vezes são citados outros planos municipais no plano de drenagem em relação aos planos de Porto Alegre e Joinville.

Figura 38 - Cobertura percentual dos itens codificados no nó Integração com outros planos



Fonte: a autora (2018)

4.5 Abordagem na elaboração do Plano

4.5.1 Cidade de Joinville

Para a elaboração dos planos, observa-se que os dois planos brasileiros evidenciam a necessidade de que os planos sejam elaborados tomando a bacia hidrográfica como unidade de referência no planejamento. Em Joinville observa-se que as bacias e/ou sub-bacias analisadas encontram-se inseridas dentro dos limites do município e não contém indicações sobre como fazer esta análise integrada com a área total da bacia hidrográfica.

4.5.2 Cidade de Porto Alegre

No plano de Porto Alegre, três bacias hidrográficas são compartilhadas com outros municípios e o plano indica que o controle institucional da drenagem que envolve mais de um município pode ser realizado ou por meio de legislação municipal adequada para cada município; ou por meio de legislação estadual que estabeleça os padrões a serem mantidos nos municípios, de tal forma a não transferir impactos; ou pelo uso dos dois procedimentos anteriores. Ainda afirma que a curto prazo é mais viável a legislação municipal, até que os Comitês de Bacia e o Plano Estadual desenvolvam regulamentação setorial.

Rocha e Vianna (2008) afirmam que a bacia hidrográfica deveria ser tradicionalmente considerada como a unidade fisiográfica mais conveniente para o planejamento dos recursos hídricos, por constituir-se em sistema aberto de fluxo hídrico a montante do ponto onde a vazão do curso principal é medida. Portanto, o comportamento hidrológico da bacia hidrográfica pode ser avaliado através dos atributos fisiográficos inerentes à sua área e aferido através dos registros fluviométricos (ROCHA e VIANNA, 2008).

4.5.3 Cidade da Maia

Já no plano da cidade da Maia, os limites do município são considerados, ou seja, a análise é feita dentro dos limites do município. O plano descreve que se procedeu à definição das sub-bacias e à delimitação das bacias hidrográficas nos limites do Concelho, ou seja, o Plano Diretor incide sobre toda a área do Concelho da Maia, tendo como unidades básicas os cursos de água e o seu comportamento no que diz respeito aos fatores que intervêm na formação e modificação das vazões das

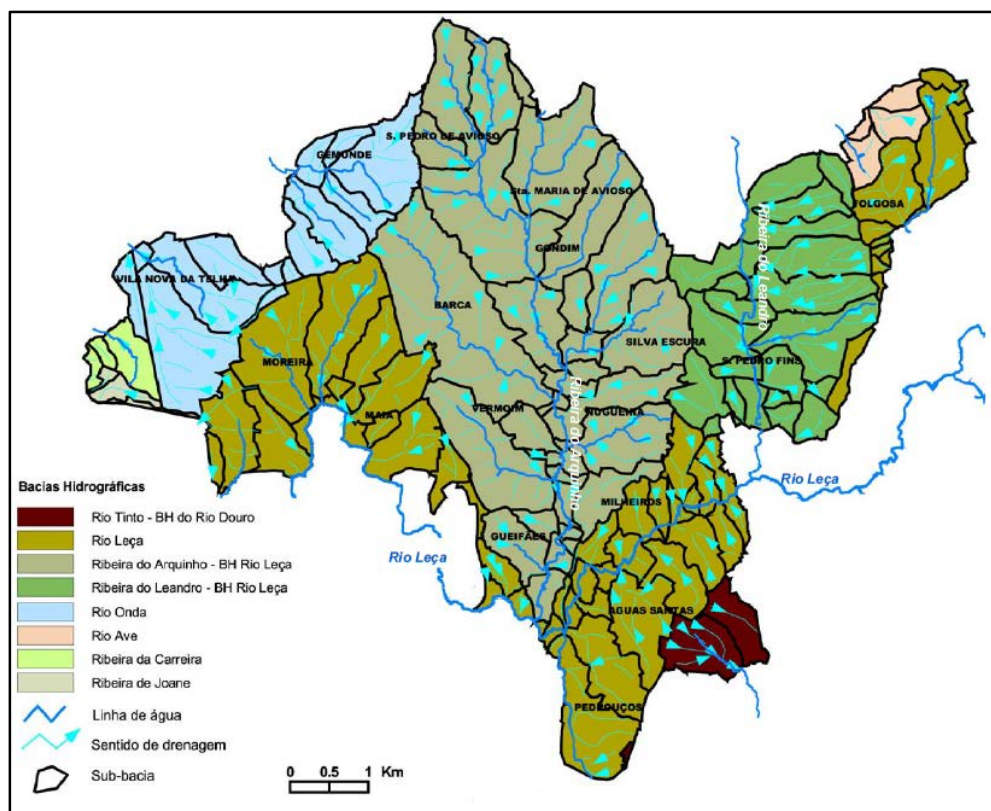
cheias (IHRH, 2007).

Por outro lado, o plano descreve que a metodologia de concepção e dimensionamento de projetos de drenagem de águas pluviais proposta estabelece orientações de concepção de sistemas de drenagem que devem ser aplicadas em toda a bacia hidrográfica, de forma a evitar situações particularizadas. O estudo hidromorfológico e suas intervenções poderão ter pequeno, médio ou grande impacto no sistema de drenagem em relação a bacia ou sub-bacia em análise. O estudo hidromorfológico deverá dar indicações para a concepção e dimensionamento do sistema de drenagem da intervenção (IHRH, 2007).

A delimitação das áreas drenantes do Concelho se deu através do software Hydro – The Watershed Delineator que, além de permitir obter as linhas de separação das águas e os talwegues, permite definir os caminhos preferenciais do escoamento através da análise dos declives (IHRH, 2007). A delimitação das sub-bacias e indicação do sentido da drenagem estão na Figura 35.

Pela Figura 39, observa-se que os limites do município são considerados, ou seja, o estudo hidromorfológico é feito para a bacia toda, mas os critérios de dimensionamento, a regulamentação, as áreas drenantes foram estabelecidas nos limites do Concelho da Maia.

Figura 39 – Delimitação das sub-bacias e indicação do sentido de drenagem



Fonte: IHRH (2007)

Do ponto de vista de integração, os planos de drenagem das bacias e sub-bacias que extrapolam os limites administrativos do município deveriam ser realizadas junto aos comitês de bacia, uma vez que o comitê possui em sua assembleia representantes de todos os municípios que compõe a bacia, concordando com Braga *et. al.* (2008) que afirmam que o motivo pelo qual a bacia hidrográfica deva ser a base de trabalho para a gestão de recursos hídricos se deva à interconexão existente entre o sistema de drenagem e ao escoamento da água que ocorre sempre de montante para jusante, relacionando fisicamente os usuários da bacia, sendo que sempre o usuário de jusante vai sofrer impacto (quantitativo e/ou qualitativo) das ações que ocorrem a montante.

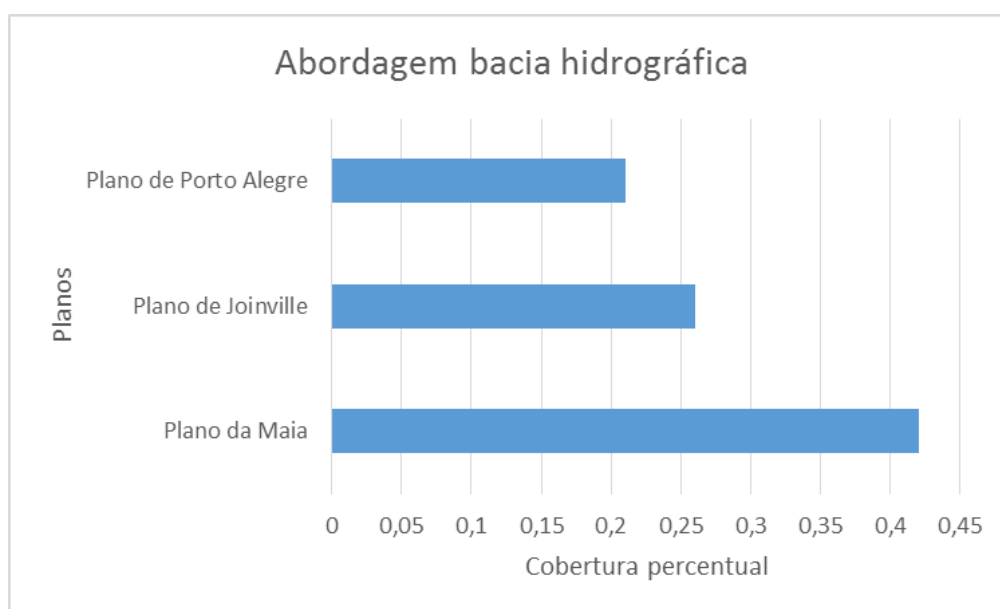
Outro fator importante é que a gestão por bacia possibilita uma melhor visão do todo, uma vez que mapeados os recursos hídricos, todos se tornam “visíveis”, com a mesma intensidade, exigindo um planejamento verdadeiramente global e equânime para a região (BRAGA, *et.al.*, 2008).

Van den Brandeler, *et. al.* (2018) verificaram que embora haja pesquisas consideráveis sobre a gestão da bacia hidrográfica e gestão da água urbana,

difficilmente há pesquisas sobre o gerenciamento de água metropolitana. Normalmente a gestão da água urbana ainda ocorre frequentemente independente dos problemas da bacia hidrográfica e a gestão sustentável / integrada das águas urbanas é ainda mais difícil nas metrópoles e megacidades, porque este último consiste em múltiplas unidades político-administrativas (VAN DEN BRANDELER, *et al.*, 2018).

O plano da cidade da Maia possui uma maior cobertura percentual de codificação em relação à abordagem bacia hidrográfica, Figura 40. A bacia hidrográfica foi codificada mais vezes nesse plano, pois foi mencionada mais vezes no plano.

Figura 40 - Cobertura percentual dos itens codificados no nó Abordagem bacia Hidrográfica



Fonte: a autora (2018)

4.6 Sistema de informação Geográfica (SIG)

Um dos pontos em comum encontrados nos três planos, foi a falta de dados existentes para a confecção do plano de drenagem.

4.6.1 Cidade de Joinville

Atualmente a Unidade de Drenagem de Joinville está elaborando um cadastro da rede de drenagem baseado nos projetos desenvolvidos disponíveis para consulta. A partir do momento que os dados estiverem cadastrados, o sistema de drenagem

poderá ser utilizado para a implementação de ferramentas que possam orientar a gestão do sistema de drenagem. Segundo Seinfra (2013), a principal dificuldade encontrada para a implementação do sistema é a necessidade de uma equipe para criar um sistema propriamente dito de Drenagem Urbana, além da própria disponibilidade para consulta, que é limitada devido ao número reduzido de licenças do software alocadas para a Unidade de Drenagem. O sistema deverá ser desenvolvido de forma que se permita integrar os setores de controle, limpeza, manutenção, projetos, análise de processos e demais atividades para disponibilizar a consulta às informações e alimentar um banco de dados que permita a geração de relatórios e análise das informações (SEINFRA, 2013).

4.6.2 Cidade de Porto Alegre

O plano de Porto Alegre, apresenta que entre as definições estratégicas de planejamento da cidade, destaca-se o Programa de Sistemas de Informações. Em 2009, foi contratado pelo Departamento de Esgotos Pluviais o serviço de atualização e complementação do cadastro da rede de drenagem existente, com montagem de um banco de dados SIG a partir das informações atualizadas. Segundo PMPA (2015), a respeito das informações citadas, todas tem em comum o fato de estarem inseridas num mesmo espaço geográfico. Tecnologias disponíveis possibilitam o georreferenciamento dos dados, que aliados a imagens de satélite, podem ser utilizados para responder de forma rápida e eficiente às questões pertinentes ao Plano Municipal de Drenagem, ampliando de forma significativa as possibilidades de aplicação do sistema.

4.6.3 Cidade da Maia

No Conselho da Maia, primeiro foi feito um levantamento específico e criterioso do que já existia implantado na cidade e criou-se um sistema de informação geográfica (SIG) para inserir esses dados. Ou seja, uma vez feito o plano, uma vez inseridos os dados existentes esse sistema deverá ser realimentado. O levantamento foi feito comparando projetos existentes com os dados em campo, esta fase levou a maior parte do tempo na confecção do plano. Esse sistema foi criado para armazenamento, estruturação, manipulação e análise da informação geográfica relevante para o entendimento e compreensão dos elementos de base do Plano de Drenagem. Levou-

se em consideração um elevado grau de precisão, havendo necessidade de que a informação geográfica fosse confiável, concordando com Felizardo (2016), que explica que o SIG consiste em um sistema computacional que reúne um poderoso conjunto de ferramentas para a entrada, armazenamento, recuperação, transformação, análise e representação de dados do mundo real para um conjunto particular de propósitos.

Felizardo (2016) afirma que a aplicação de técnicas de geoprocessamento é extremamente útil para o planejamento municipal, pois reúne aplicativos que permitem inferir, representar visualmente dados espaciais, estatísticos e textuais a eles relacionados, a partir de uma base de dados georreferenciada.

Todos os planos seguem a diretriz de Fonseca e Nascimento (2006) que afirma que a utilização do SIG como ferramenta na tomada de decisões em recursos hídricos vem sendo cada vez mais difundida como tecnologia transdisciplinar, na medida em que propicia e dá suporte à visão espacial de bacias hidrográficas no que se refere à investigação de situações ambientais visando o controle e gerenciamento de enchentes urbanas.

De acordo com a Figura 41, o plano que teve o Sistema de Informação Geográfica mais codificado foi o da cidade da Maia, o que condiz com a realidade encontrada nos planos. O plano de Joinville enfatiza a necessidade da criação do Sistema, o de Porto Alegre afirma que o sistema existe e o plano da cidade da Maia mostra que foi feita a criação do sistema.

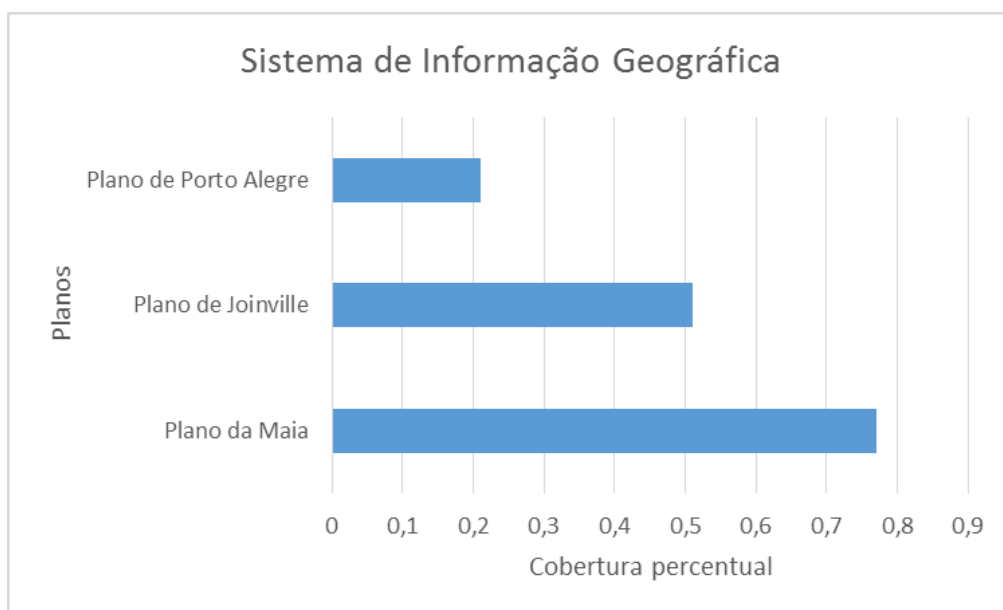
4.7 Falta de dados referentes à rede de drenagem existente

4.7.1 Cidade de Joinville

Em Joinville, o plano cita que a criação de um banco de dados georreferenciado será um instrumento que facilitará a gestão da drenagem urbana no município, constituindo-se em ferramenta fundamental de planejamento a ser utilizada pelos agentes tomadores de decisão. Observa-se que a cidade de Joinville, não possui em seu banco de dados nem documentação cadastral atualizada e confiável sobre o sistema de drenagem. A Prefeitura Municipal de Joinville possui apenas projetos fragmentados, não formando uma base única. Não há um banco de informações de

fácil acesso para obtenção de informações da rede de drenagem existente ou da projetada.

Figura 41 - Cobertura percentual dos itens codificados no nó Sistema de Informação Geográfica



Fonte: a autora (2018)

4.7.2 Cidade de Porto Alegre

Assim como Joinville, Porto Alegre também refere a falta de dados em relação à rede de drenagem existente, cadastramento da rede, contendo seções e declividades dos principais elementos da rede de drenagem (condutos, canais, cursos de água naturais). Nas redes de drenagem, quando cadastradas, muitas vezes são necessários levantamentos complementares e verificações em campo, pois frequentemente os cadastros não são uniformizados, encontram-se desatualizados e sem padronização.

4.7.3 Cidade da Maia

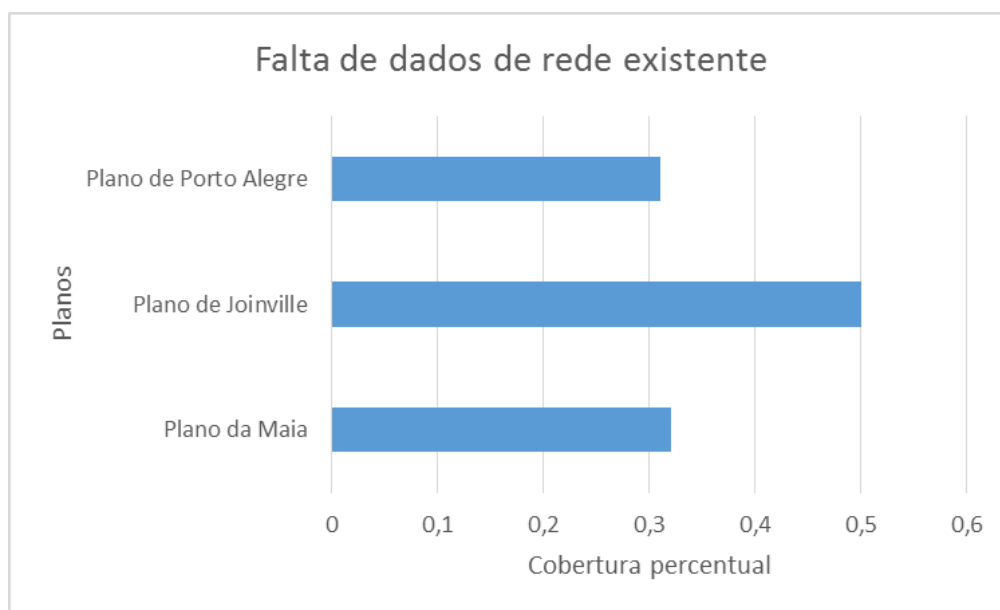
No Conselho da Maia, antes da elaboração do plano foi feito o levantamento e conferência em campo da tubulação existente, conforme apresentado anteriormente no item 4.6.3, esse levantamento em campo foi a parte mais demorada na elaboração do plano. Esse trabalho teve como objetivo principal o armazenamento, estruturação, manipulação e análise da informação geográfica relevante para o entendimento e compreensão dos elementos de base do Plano.

Porto Alegre conta com banco de dados que mesmo sendo deficiente contribui positivamente na tomada de decisões. Na cidade da Maia o levantamento e conferencia *in loco* foi efetuada antes do início do plano concordando com Cunha *et.al.* (2009) que afirmam que o levantamento dos dados constitui uma fase essencial para o desenvolvimento do diagnóstico das condições de drenagem urbana.

Cunha, *et.al.* (2009) também afirmam que tal levantamento deve ser detalhado, necessitando-se de várias incursões a campo. A análise dos dados coletados permite inferir a causa dos principais impactos identificados que podem ser enchentes, assoreamentos, erosões, poluição, entre outros. É muito importante obter um conjunto consistente de dados sobre a drenagem urbana que possibilite traçar diretrizes para futuras ações mitigadoras dos problemas identificados.

A Figura 42 mostra em destaque o plano de Joinville em relação a codificação da inexistência, relatada no plano, de dados de redes existente.

Figura 42 - Cobertura percentual dos itens codificados no nó falta de dados da rede de drenagem existente.



Fonte: a autora (2018)

4.8 Equação de chuvas

4.8.1 Cidade de Joinville

No plano de Joinville está explícita a necessidade eminente de estudos técnicos para tratamento de dados de avaliação e elaboração da equação de chuvas das bacias hidrográficas da cidade. Joinville tem uma diversidade geográfica singular, com a presença de serras, manguezais, litoral e várzeas de inundação. Sendo assim, essas diferenças fazem com que a chuva não seja distribuída homogeneamente no município, o que ocasionam diferenças pluviométricas significativas entre as bacias hidrográficas e relevos (MELLO, 2015).

Segundo Seinfra (2013), deve-se elaborar a equação de chuvas intensas específica para a bacia hidrográfica em análise em um horizonte de 5-10 anos, mesmo que seja necessária a elaboração de mais de uma equação para uma mesma bacia, de acordo com suas particularidades físicas. Verifica-se que este horizonte de planejamento de 5-10 anos não atende a macrodrenagem que segundo Tomaz (2015), o período de retorno para obras de macrodrenagem deve ser 50 a 100 anos. Esta atividade é prioritária para o município de Joinville, devendo preceder a elaboração dos planos de drenagem e manejo de águas pluviais específicos de cada bacia.

4.8.2 Cidade de Porto Alegre

No caso das equações de chuva, não existem séries históricas de pluviógrafos que permitam analisar chuvas com menos de uma hora de duração. Mesmo quando esses dados existem, são raras as cidades que, a exemplo de Porto Alegre, possuem quatro curvas IDF (intensidade-duração-frequência), que evidenciam a grande variabilidade espacial das chuvas. No caso da ausência de IDF local, o estudo é conduzido com a adoção de chuvas desagregadas, obtidas a partir da aplicação de coeficientes aos dados medidos em pluviômetros, ou então, com a utilização de equações IDF desenvolvidas para cidades vizinhas. Os dados de vazão são praticamente inexistentes, ainda mais para condutos fechados (VILLANUEVA, 2011).

4.8.3 Cidade da Maia

O plano do Concelho da Maia não refere qualquer dificuldade em relação à equação de chuvas. Para a obtenção das vazões de cálculo são necessárias a adoção de curvas IDF (Intensidade, Duração, Frequência), adequadas para a bacia ou sub-bacia em análise. As curvas que constam no regulamento do Conselho (Regulamento Municipal de Drenagem de Águas Pluviais de novembro de 1990) deverão ser consideradas se outras mais específicas não forem obtidas.

Todos os planos estudados concordam na importância da definição das equações de chuvas locais conforme Moruzzi e Oliveira (2009) que afirmam que a obtenção das vazões de projeto para diferentes durações e períodos de retorno é de grande importância em projetos de engenharia.

Nos projetos de canalização, o parâmetro mais importante a considerar é a vazão de projeto, ou seja, o pico dos deflúvios associado a uma precipitação crítica e a um determinado risco assumido. Assim, outras precipitações que levem a picos de vazão menores serão sempre conduzidas com segurança pelo sistema existente ou projetado. Na ausência de informações, a equação de chuvas pode auxiliar no planejamento de novas ocupações urbanas por meio da análise do incremento de vazão gerado pelas mudanças das superfícies (MORUZZI e OLIVEIRA, 2009).

A Figura 43 demonstra que o plano de Joinville apresenta maior codificação no nó Equações de Chuva. O plano evidencia a carência que existe no município em maiores estudos sobre as equações de chuva, ou seja, tem o maior percentual de codificação pela falta das equações no município.

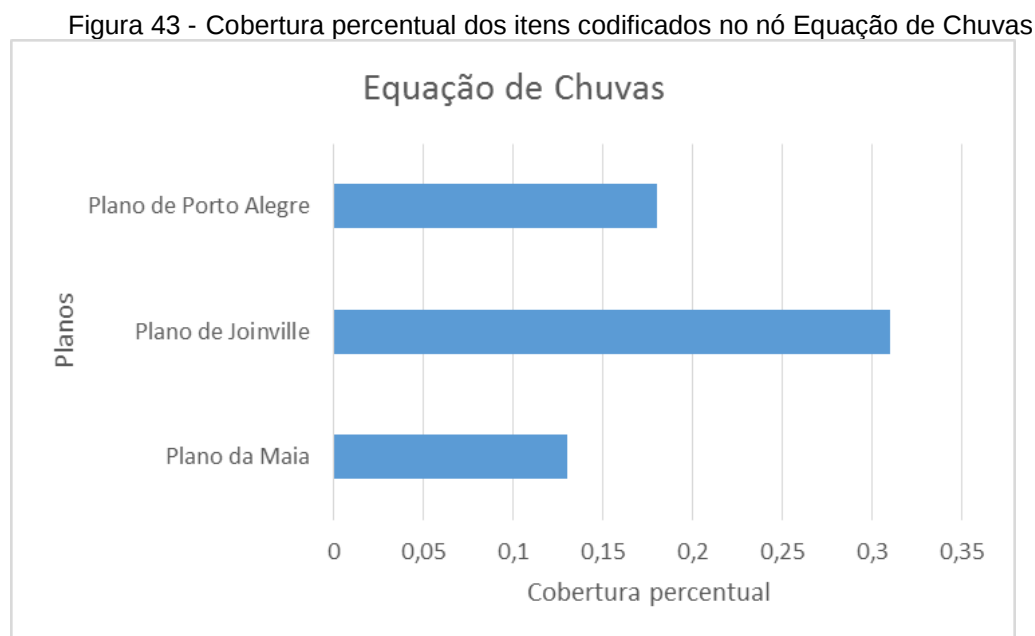
4.9 Sistemas condutores de esgotos pluvial x doméstico

4.9.1 Cidade de Joinville

Embora no Brasil seja adotado o sistema tipo separador absoluto, o código de posturas de Joinville (Lei complementar nº 84 de 12 de janeiro de 2000, artigo 77), proíbe lançar na rede de drenagem, águas servidas e/ou esgotos, sem que tenham passado por sistema primário de tratamento de efluentes domésticos. Nos locais onde

não há rede de coleta de esgotos domésticos, após o tratamento primário, o esgoto poderá ser lançado na rede pluvial.

Em Joinville, o índice de coleta e tratamento de esgoto é de 22,96%, são 171.062 habitantes atendidos pela coleta de esgotos sanitários (SNIS, 2016).



Fonte: a autora (2018)

4.9.2 Cidade de Porto Alegre

Porto Alegre conta hoje com capacidade instalada para tratar 80% do esgoto da população, porém apenas 66,27% da população é atendida com coleta de esgoto com separador absoluto (DMAE, 2016). O plano de Porto Alegre mostra que os números indicam claramente a necessidade de ampliação dos serviços de esgotamento sanitário no município, tendo em vista que a capacidade de tratamento de esgotos instalada é expressiva, mas a parcela da população que conta com rede do tipo separador absoluto é inferior. Sendo assim, os efluentes líquidos oriundos de soluções individuais – tanques sépticos, filtros anaeróbios ou outro tratamento de eficiência, no mínimo, equivalente – são lançados nas redes de drenagem pluviais ou sanitárias mais próximas do ponto de lançamento (PMPA, 2015).

4.9.3 Cidade da Maia

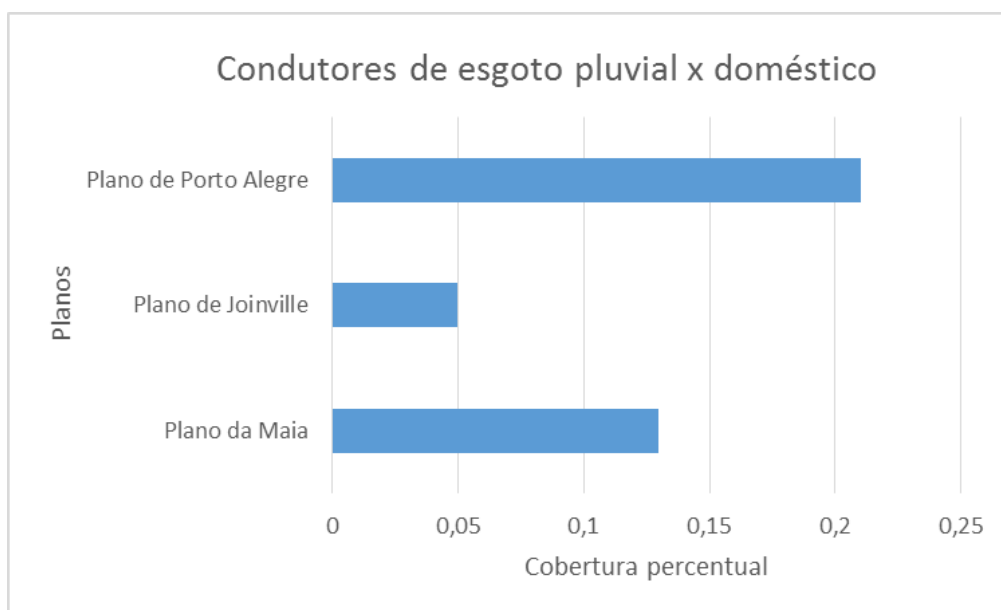
Joinville e Porto Alegre não possuem tratamento total para os esgotos domésticos. Na cidade da Maia, em 2009, 86% da população já era servida por estações de tratamento de águas residuais (PORDATA, 2017).

O plano da Cidade da Maia mostra que os sistemas de drenagem devem ser “separativos”, ou seja, independentes. Por razões ambientais, técnicas e econômicas, a drenagem de águas pluviais deverá ser independente da drenagem de águas residuais. Assim, é possível verificar a preocupação com a despoluição das águas, em manter as linhas de água a céu aberto, manter o traçado natural e manter os valores naturais. Através da implementação de uma política de ordenamento territorial que privilegie os sistemas fluviais em áreas urbanas como elemento de valorização, procura-se inverter o processo de artificialização das linhas de água e efetuar esforços no sentido da sua renaturalização (IHRH, 2007).

Todos os planos convergem com Tucci (2007) que afirma que a tendência no Brasil e na América do Sul é do uso do sistema separador. Este sistema tem maior custo, já que utiliza duas redes, mas é mais eficiente no tratamento do esgoto. O sistema unitário apresenta problemas como: o odor durante as inundações, proliferação de vetores de doenças em climas quentes e quando ocorre extravasamento, existe maior potencial de proliferação de doenças. Este cenário é mais grave quando os extravasamentos forem frequentes (TUCCI, 2007).

A Figura 44 expõe a expressiva preocupação do plano de Porto Alegre em ampliar a rede de tratamento dos esgotos, pois foi o plano que obteve maior porcentagem de codificação para esse item.

Figura 44 – Cobertura percentual das codificações no nó Sistemas condutores de esgotos



Fonte: a autora (2018)

4.10 Qualidade da água

4.10.1 Cidade de Joinville

Em Joinville, o plano menciona a preocupação com a qualidade da água dos cursos d'água, principalmente na época de preparo do solo e plantio do arroz que ocorre entre os meses de julho a outubro. A ocupação urbana também vem comprometendo a qualidade da água pelos lançamentos de efluentes domésticos. Os efluentes dos estabelecimentos industriais do maior parque industrial do Estado também contribuem para a poluição das águas. O plano afirma que após a criação da Lei de Crimes Ambientais (Lei 9.605/1998) houve uma melhoria da qualidade das águas e que atualmente a maior carga poluidora refere-se ao despejo de efluentes domésticos.

4.10.2 Cidade de Porto Alegre

Segundo o PDDU de Porto Alegre, pode-se dizer que a qualidade da água da chuva que escoar superficialmente em áreas urbanizadas depende de (PMPA, 2005):

- Sistema de coleta e tratamento de esgotos cloacais;
- Frequência de limpeza das ruas;
- Estágio de desenvolvimento em que se encontra a bacia;
- Características da urbanização (uso do solo urbano).

Uma das formas de avaliar a qualidade das águas pluviais urbanas é por meio de parâmetros que caracterizam a poluição orgânica e a quantidade de metais. Em Porto Alegre, por simples inspeção visual das águas do sistema de drenagem pluvial, pode-se verificar que suas características são bastante similares às do esgoto sanitário, com alguma diluição (PMPA, 2005). Esta situação deve-se não apenas à poluição difusa, proveniente da lavagem de ruas e telhados, mas, principalmente, da utilização, prevista em lei, das redes pluviais para coleta de esgoto cloacal (após tratamento primário). Isto ocorre não apenas nas regiões da cidade ainda desprovidas de rede separadora absoluta, mas também em áreas onde esse sistema já foi implantado, onde ainda persistem ligações irregulares (PMPA, 2005).

Percebe-se que no plano de Porto Alegre existe a preocupação com a qualidade da água pluvial. Nas bacias analisadas, para quantificação das cargas poluidoras, realizou-se um levantamento de informações sobre o sistema de coleta e tratamento de efluentes líquidos, bem como o de coleta de resíduos sólidos. Além disso, vários parâmetros são medidos (diagnóstico) e estimados (prognóstico), entre eles: Fósforo Total, Ortofosfato, Fósforo Solúvel, Fósforo Orgânico, Nitrogênio Total, Nitrato, Amônia, Nitrogênio Orgânico, Nitrogênio Kjeldahl (NTK), Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Zinco, Chumbo e Cobre. O tratamento dessas informações, através de metodologia adequada, possibilita estimar a qualidade da água conduzida pela rede de drenagem (PMPA, 2005).

O plano de Porto Alegre converge com Tucci (2007), que afirma que a quantidade da água na drenagem pluvial possui uma carga poluente alta devido às vazões envolvidas. As vazões são mais significativas no início das enchentes, os primeiros 25 mm de escoamento superficial transportam a maior carga poluente de origem pluvial (TUCCI, 2007).

4.10.3 Cidade da Maia

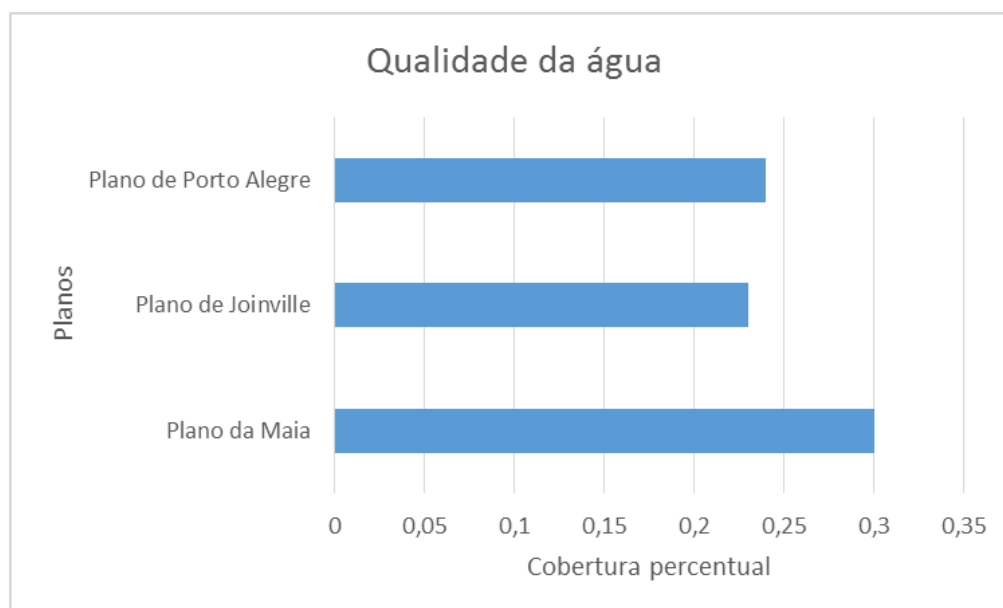
No plano do Concelho da Maia verifica-se a preocupação com tratamento das águas de “escorrência” pluvial em vias de grande tráfego como uma das intervenções de saneamento para evitar contaminação matéria-prima dos pavimentos, óleos, combustíveis e outros produtos com composição química agressiva ao ambiente. Além disso, observa-se a indicação para detecção, interceptação e tratamento dos

efluentes e de resíduos domésticos e industriais ainda lançados nas linhas de água. No plano da Maia destaca-se ainda a existência de descargas de águas residuais não tratadas no meio hídrico e em coletores de águas pluviais e a existência de poluição difusa proveniente essencialmente do uso de fosfatos e fitofármacos na agricultura. O estado ambiental das linhas de água deverá ser acompanhado por um programa de monitorização (IHRH, 2007).

A precipitação, na sua origem, contém poucas impurezas. Porém, ao atingir a superfície terrestre, há inúmeras oportunidades para que minerais, bactérias, substâncias orgânicas e outras formas de contaminação atinjam a água. A poeira, a fuligem que se acumula em telhados, a matéria orgânica proveniente de resíduos vegetais e animais trazem poluentes para as águas da chuva. Além disso, o uso altamente difundido de pesticidas, fertilizantes, inseticidas e produtos químicos de origem médica ou industrial também têm reduzido a qualidade da água (GOLDENFUM, 2006).

A Figura 45 apresenta maior cobertura percentual de itens codificados no nó qualidade da água, no plano da cidade da Maia. Esse plano realmente apresenta expressiva preocupação com esse assunto seguido do plano de Porto Alegre. A despoluição das linhas de água é uma das linhas estratégicas do plano.

Figura 45 - Cobertura percentual dos itens codificados no nó Qualidade da Água



Fonte: a autora (2018)

4.11 Horizonte de planejamento e revisão dos planos

Em relação ao horizonte de planejamento, os três planos diferem-se entre si.

4.11.1 Cidade de Joinville

Segundo o plano de Joinville, o horizonte de planejamento é de 25 anos. Algumas bacias hidrográficas possuem influência da maré na drenagem, e esse efeito deve ser considerado na elaboração do plano de drenagem das bacias que possuem essa influência. Devem-se considerar também, dentro de um horizonte de planejamento, as condições futuras de uso e ocupação do solo. Para tal, a análise da eficácia do sistema de drenagem deverá ser avaliada, segundo diferentes cenários de ocupação e uso do solo da bacia (SEINFRA, 2013):

- Cenário Atual, no qual será estudado o impacto da urbanização atual sobre o sistema de drenagem existente.
- Cenário Tendencial, no qual será estudado o impacto da urbanização futura sobre o sistema de drenagem existente.
- Cenários Alternativos de Planejamento, que representarão os efeitos das diversas alternativas de controle estudadas no Plano.
- Cenário Proposto, que, dentre os Cenários Alternativos de Planejamento, será o que apresentar maior eficiência considerando-se os critérios de melhor relação benefício/custo e de menor impacto ambiental;

Os estudos dos cenários futuros deverão ser precedidos de estudos demográficos, que estimarão as populações de Joinville, para uma projeção de 25 anos. O plano menciona a necessidade de revisão do mesmo, mas não determina a periodicidade.

A falta de definição no plano de Joinville sobre o tempo de revisão do mesmo e como será feita a gestão deste serviço diverge de Tucci (2007) que afirma que o horizonte de planejamento do Plano Diretor de Drenagem Urbana deve ser integrado ao Plano Diretor da cidade.

O plano deve ainda apresentar uma proposta para manter atualizado o acervo, a fiscalização, manutenção e atualização dos serviços de águas pluviais. Deve

estabelecer ações gerenciais para propor e definir as funções de um grupo de trabalho tecnicamente representativo para acompanhamento e revisão do plano (TUCCI, 2007).

4.11.2 Cidade de Porto Alegre

O plano de Porto Alegre elaborou um diagnóstico de cada uma das 27 bacias hidrográficas do município, considerando as condições atuais de ocupação do solo. Foi simulado um cenário de prognóstico, considerando as condições máximas de ocupação do solo admitidas pelo Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental - PDDUA para cada região. Nas simulações, foram consideradas precipitações de 2, 5 e 10 anos de período de retorno (PMPA, 2005). Foram feitas propostas de soluções para o período de retorno de 10 anos, com verificação do comportamento dos sistemas para período de retorno superiores (25, 50 e 100 anos). Em relação ao planejamento dos investimentos, foram previstas ações de curto, médio e longo prazo. Considerando que o departamento de esgoto pluvial de Porto Alegre não dispõe de autonomia administrativo-financeira para a definição de seus investimentos futuros, a previsão de ações de médio e longo prazo levaram em consideração apenas o critério da gravidade dos problemas constatados nas diferentes bacias hidrográficas, sem considerar a garantia da fonte dos recursos necessários (PMPA, 2015). Os planos foram elaborados com horizonte de 20 (vinte) anos e recebem avaliação anual e revisão a cada 4 (quatro) anos.

O plano de Porto Alegre converge com Gomes (2006) que afirma que a revisão periódica, em regra, estabelece que a partir de determinado momento necessariamente sejam repensadas as premissas gerais do desenvolvimento urbano local, isto é, fixa um tempo-limite para tal prática, dando-lhe ares de compromisso jurídico. O tratamento não deixa de ser consentâneo com a lógica da modernidade, de progredir por etapas e de refletir sobre a experiência acumulada (GOMES, 2006).

4.11.3 Cidade da Maia

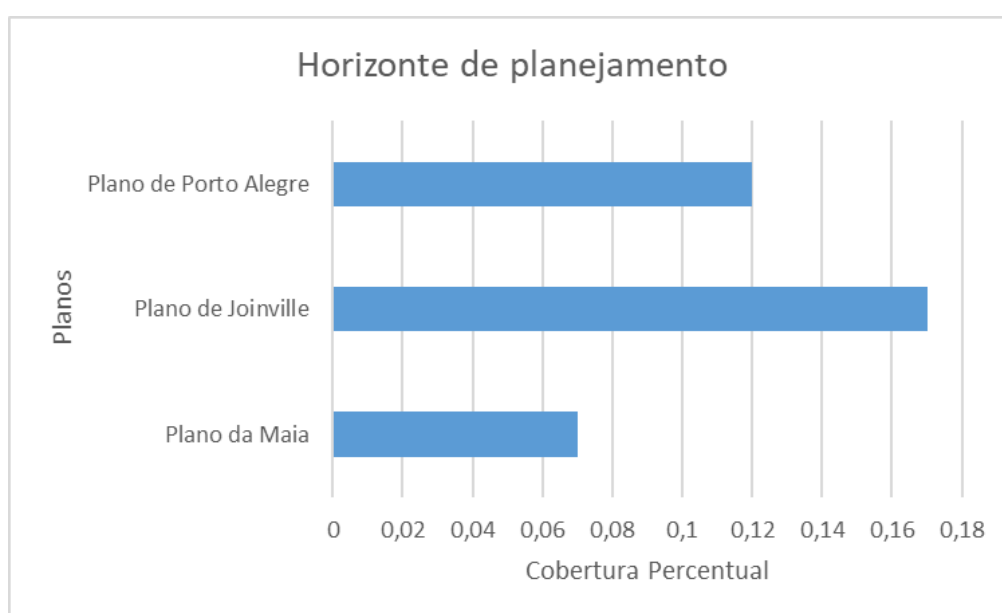
No plano da cidade da Maia, o horizonte de projeto é baseado na legislação em vigor ou no estudo da intervenção urbanística. As projeções dos usos do solo e as

vazões de dimensionamento devem ser realizadas para esse horizonte de projeto (que não é fixo). Em relação ao uso do solo e à drenagem, a montante e a jusante, o estudo hidromorfológico deverá ter em consideração o histórico, a situação atual e os cenários futuros (intervenção prevista e outras evoluções da bacia hidrográfica ou de sub-bacias). Quanto maior for a intensidade deste impacto (maior área a impermeabilizar, maiores movimentações de solos, por exemplo) maior será a necessidade de aprofundar esta análise ao longo do tempo em diferentes horizontes de projeto (IHRH, 2007). Percebe-se então que na cidade da Maia o horizonte de planejamento não é fixo, uma vez que pode seguir a legislação em vigor, ou poderá ser diferente da legislação dependendo da intervenção urbanística e do estudo hidromorfológico.

Em relação ao nó tempo de revisão dos planos, na da cidade da Maia percebe-se que um dos trabalhos realizados pelo PDDU é a análise da proposta de revisão do Plano Diretor Municipal (PDM) e a proposta para atualização do Regulamento Municipal de Drenagem de Águas Pluviais, ou seja, o próprio PDDU serve de base para revisão de outros planos e regulamentos do município. O plano não define uma periodicidade de revisão.

A Figura 46 revela que em relação ao horizonte de planejamento, o plano da cidade de Joinville obteve maior porcentagem de codificação para esse nó.

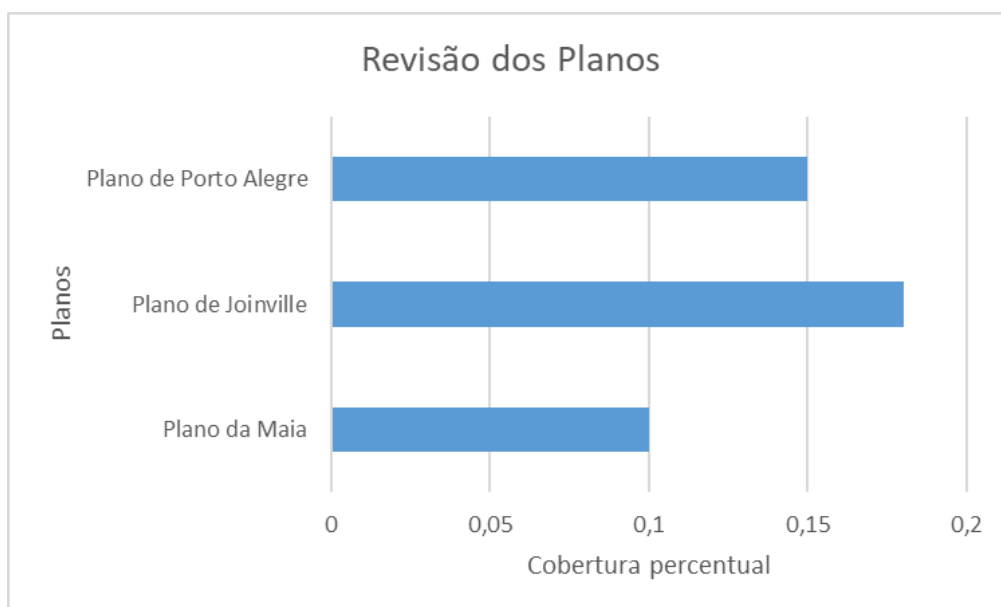
Figura 46 - Cobertura percentual das codificações do nó Horizonte de planejamento



Fonte: a autora (2018)

Na Figura 47, em relação a periodicidade de revisão dos planos, o plano da cidade de Joinville obteve maior porcentagem de codificação para esse nó justamente pela falta de definição concreta do tempo de revisão.

Figura 47 - Cobertura percentual das codificações do nó revisão dos planos



Fonte: a autora (2018)

4.12 Mudanças climáticas e áreas de preservação

4.12.1 Cidade de Joinville

O plano de Joinville aborda as alterações climáticas superficialmente nos estudos da formulação dos cenários para avaliação da eficiência das medidas de controle propostas. Esta abordagem se observa no cenário Tendencial, que avalia o impacto da urbanização futura sobre o sistema de drenagem existente. No documento

existe a orientação para que seja também avaliado o aumento do nível do mar causado por possíveis mudanças climáticas.

Em relação às áreas de preservação, Joinville possui 9 unidades de conservação. Delas, sete são de gestão municipal, uma é de gestão estadual e uma é de gestão privada. A área de proteção ambiental da serra Dona Francisca é a maior unidade de conservação do município, abrangendo cerca de 35% da área total de Joinville. Engloba a região de encostas da Serra do Mar e Planalto Ocidental, além dos mananciais dos rios Cubatão e Piraí, que provém 100% do abastecimento público de água do município (PMJ, 2017).

4.12.2 Cidade de Porto Alegre

No Plano de Porto Alegre, há preocupação em relação aos aspectos relacionados à proteção ambiental e à manutenção das faixas marginais dos arroios urbanos. Segundo PMPA (2005), no desenvolvimento da cidade não se observa que o limite estabelecido pelo Código Florestal (Lei Federal nº 12.727/2012) tenha sido atendido, o que dificulta o controle da infraestrutura da drenagem urbana. Neste sentido, observa-se a necessidade de medidas para atuar sobre a cidade já desenvolvida e/ou com projeto de parcelamento aprovado e a cobrança sobre os futuros parcelamentos da cidade (PMPA, 2005).

As Unidades de Conservação administradas pelo município de Porto Alegre são: o Parque Natural Municipal Saint´Hilaire, o Parque Natural Morro do Osso, a Reserva Biológica do Lami e o Refúgio de Vida Silvestre São Pedro. O que difere os Parques Naturais dos Refúgios de Vida Silvestre é a possibilidade deste último ser constituído por áreas particulares, desde que seja possível compatibilizar os objetivos da Unidade de Conservação com a utilização da terra e dos recursos naturais do local pelos proprietários. Já os Parques Naturais devem ser constituídos por áreas públicas (PMPA, 2017b).

O plano de Porto Alegre também evidencia as alterações climáticas enfatizando que o aumento de temperatura cria condições de movimento de ar ascendente que pode gerar aumento de precipitação. A região central de Porto Alegre apresenta maior índice pluviométrico que a sua periferia e atribui-se essa tendência à urbanização.

Como na área urbana as precipitações críticas mais intensas são as de baixa duração, esta condição contribui para agravar as enchentes urbanas (PMPA, 2005).

4.12.3 Cidade da Maia

Em relação às mudanças climáticas o plano do concelho da Maia não registra nenhuma alteração de cálculo ou equação prevista. Sobre as áreas de preservação, o plano se preocupa muito e enfatiza a importância da preservação não sendo possível construir nessas áreas. No Plano da Maia distinguem-se as seguintes áreas de proteção (IHRH, 2007):

- Leitos de cursos de água – linha de água à superfície;
- Zonas ameaçadas pelas cheias;
- Cabeceiras de linhas de água,
- Áreas de infiltração máxima;
- Áreas com riscos de erosão;
- Escarpas;
- Linha de água oculta/ entubada;

Embora não seja abordado no plano, existe a preocupação portuguesa em relação às alterações climáticas. Vários autores evidenciam as alterações climáticas como Schmidt *et. al.* (2012) que demonstram que as alterações climáticas têm vindo a acentuar em Portugal o problema da erosão costeira, Fraga *et. al.* (2018) afirmam que as projeções de mudança climática para a Europa revelam tendências de aquecimento e secagem para as próximas décadas, trazendo desafios importantes para a viticultura portuguesa, Gamito *et. al.* (2016) nas pesquisas sobre a vulnerabilidade e adaptação das pescas portuguesas frente às mudanças climáticas afirmam como as mudanças climáticas afetam as condições oceânicas, entre outros.

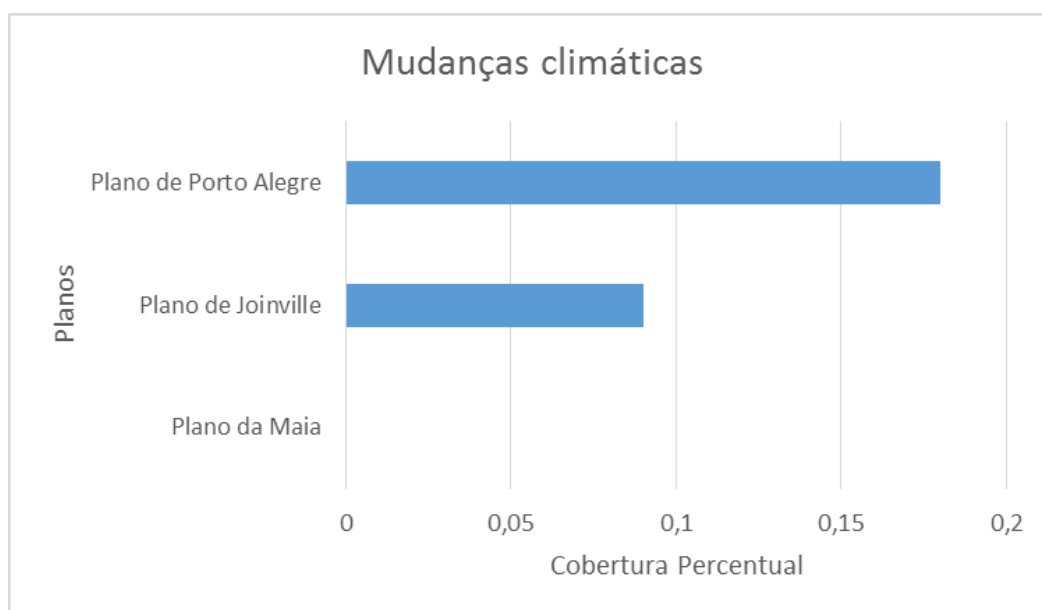
O fato das mudanças climáticas não estarem relacionadas no plano de drenagem do município da Maia concorda com Campos *et. al.* (2017) que realizou uma pesquisa por questionário com municípios portugueses sobre a importância atribuída às mudanças climáticas e as medidas de mitigação e adaptação previstas e implementadas, os resultados revelam que as mudanças climáticas nas agendas de

planejamento dos municípios estudados ainda são "pequenas" ou "não importantes", havendo um foco maior na mitigação do que na adaptação.

Os planos brasileiros ao mencionarem superficialmente as alterações climáticas divergem de Tucci (2007), que afirma que uma das principais incertezas no desafio da gestão de riscos em recursos hídricos reside na mudança da tendência climática que tem sido identificada num grande número de séries históricas (variáveis hidrológicas e climáticas) em todo o mundo.

A Figura 48 demonstra claramente o maior percentual de codificação no plano da Cidade de Porto Alegre em relação às alterações climáticas. Mesmo abordando superficialmente, foi o plano onde houve maior percentual de codificação.

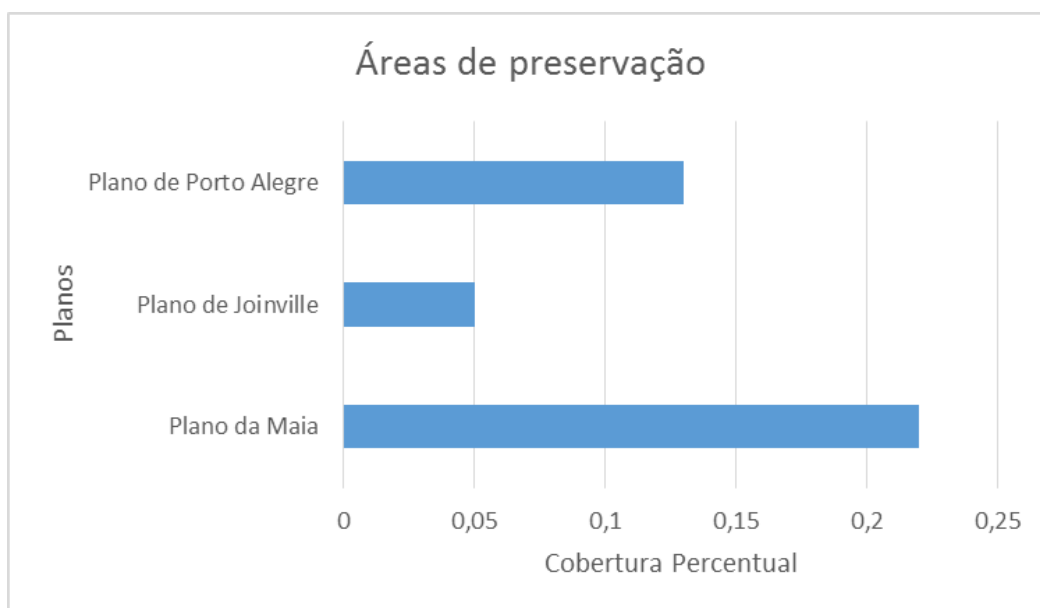
Figura 48 - Cobertura percentual das codificações do nó Mudanças climáticas



Fonte: a autora (2018)

A Figura 49 mostra que o maior percentual de codificação no nó áreas de preservação foi encontrado no plano da cidade da Maia seguido pela cidade de Porto Alegre. Isso realmente confere com o que é encontrado no plano da cidade da Maia nas questões de preservação ambiental.

Figura 49 - Cobertura percentual das codificações do nó Áreas de Preservação



Fonte: a autora (2018)

4.13 Indicadores de desempenho

4.13.1 Cidade de Joinville

O plano de Joinville enfatiza a importância dos indicadores de desempenho na potencialidade para auxiliar as entidades envolvidas no processo de gestão e manejo das águas pluviais urbanas. Deste modo, é essencial para a adequada gestão das águas pluviais do Município a definição de indicadores urbanos que identifiquem o comportamento do sistema de drenagem, possibilitando, desta forma, a avaliação e o acompanhamento dos programas de drenagem por bacia hidrográfica (SEINFRA, 2013). O plano sugere alguns indicadores como: autossuficiência financeira com a coleta de águas pluviais; índice de atendimento urbano de águas pluviais; percepção do usuário sobre a qualidade dos serviços de drenagem; cobertura do sistema de drenagem; implantação dos programas de drenagem x valor investido; incidência de alagamentos no Município; implantação de medidas estruturais sustentáveis, entre outros.

4.13.2 Cidade de Porto Alegre

Os indicadores de desempenho são definidos de forma que a cidade disponha de uma ferramenta eficiente não apenas para avaliação do funcionamento de seu

sistema de drenagem, mas também para o acompanhamento da elaboração e da eficácia dos programas e projetos de drenagem, bem como para definição das prioridades de investimentos no setor (PMPA, 2005). O plano de Porto Alegre traz os indicadores bem definidos. Os indicadores propostos para o acompanhamento da gestão da drenagem urbana e manejo das águas pluviais do Município foram divididos em sete campos de análise, classificados como (PMPA, 2005):

- Estratégicos;
- Operacionais;
- Relativos ao grau de urbanização;
- Relativos à gestão da drenagem urbana;
- Relativos à manutenção do sistema de drenagem urbana;
- Relativos à gestão de eventos hidrológicos extremos;
- Relativos à aplicação de novas tecnologias.

Para cada indicador proposto, deverão ser determinadas metas a serem periodicamente alcançadas. É importante destacar que a utilização de indicadores está vinculada à obtenção de dados e ao monitoramento dos parâmetros intrínsecos aos mesmos. Dessa forma, a representatividade de um dado indicador estará relacionada à confiabilidade dos dados utilizados para sua obtenção (PMPA, 2005).

4.13.3 Cidade da Maia

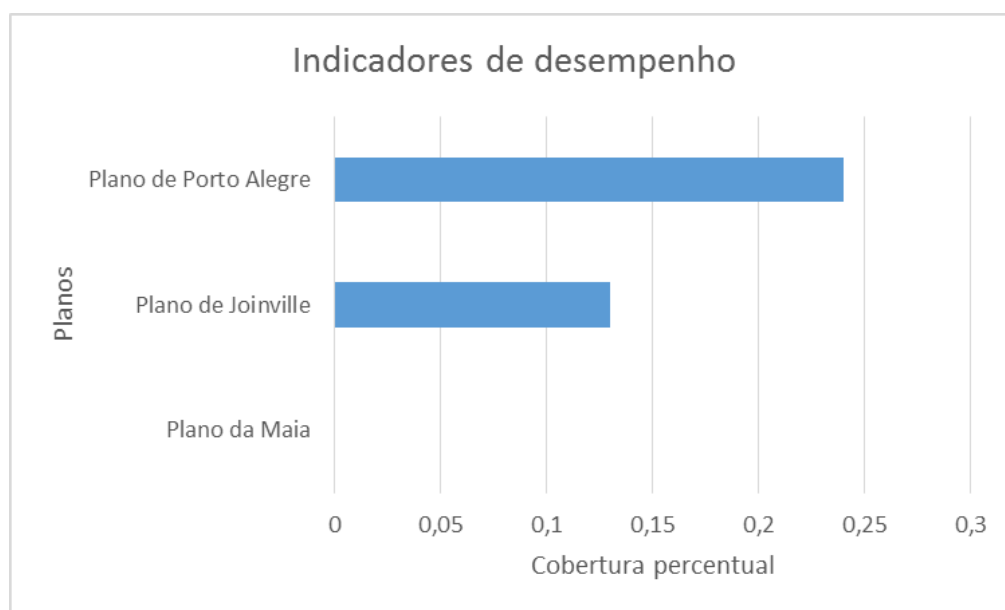
O plano da cidade na Maia não aborda nenhum tipo de indicador de desempenho do sistema. O plano descreve que o funcionamento dos sistemas de drenagem de águas pluviais deve ser monitorados e os órgãos de drenagem devem estar sujeitos a manutenções periódicas (IHRH, 2007), sem explicitar exatamente a periodicidade das manutenções.

Percebe-se então que os dois planos brasileiros estão preocupados com a medição do desempenho dos sistemas. Cardoso (2008) que afirma que o desenvolvimento de uma abordagem sistemática e normalizada de avaliação do desempenho dos sistemas de drenagem urbana, baseada em medidas objetivas e quantitativas, indicadores de desempenho técnico, afigura-se como inovadora e

fundamental. Esta abordagem permitirá avaliar o desempenho de sistemas, novos ou existentes, assim como de alternativas de projeto e beneficiamento, de acordo com normas e legislação em vigor, apoiando a tomada de decisão na seleção dessas alternativas e no estabelecimento das prioridades de reabilitação (CARDOSO, 2008).

A Figura 50 evidencia que o plano que teve maior percentual de codificação no nó Indicadores de desempenho foi o da cidade de Porto Alegre. No plano da cidade da Maia não houve percentual de codificação, pois não foi encontrado no plano algo sobre Indicadores de desempenho.

Figura 50 - Cobertura percentual dos itens codificados no nó Indicadores de Desempenho



Fonte: a autora (2018)

4.14 Participação popular

4.14.1 Cidade de Joinville

O plano de Joinville enfatiza que é importante que a comunidade tenha uma participação nos anseios, nos planos, na sua execução e na contínua obediência das medidas de controle de enchentes. A efetividade das ações do plano depende da participação da população e da fiscalização constante do crescimento da cidade e da ocupação ilegal de áreas. Deve-se manter um trabalho contínuo junto à população sobre os problemas relativos à disposição inadequada de poluentes e conscientizá-la para que auxilie na tarefa da manutenção/implantação de um meio ambiente ecologicamente equilibrado. Deve-se, também, incentivar as denúncias de ocupações irregulares em áreas de preservação permanente (SEINFRA, 2013). No plano não foi encontrado nenhum instrumento que efetive realmente a participação popular.

4.14.2 Cidade de Porto Alegre

No plano de saneamento básico de Porto Alegre, o tópico de Participação Social descreve os instrumentos que garantem a participação da sociedade, como o Orçamento Participativo e o Conselho de Saneamento e também detalha as diversas iniciativas já realizadas pelos órgãos de saneamento nas apresentações dos estudos e Planos Diretores, garantindo o conhecimento e a ampla participação das diversas comunidades e entidades representativas (PMPA, 2005). O plano considera que a ampla divulgação das ações necessárias e planejadas, possibilita o acompanhamento do plano pela sociedade em geral e permite aos gestores públicos um alinhamento das atividades de saneamento na busca da universalização dos serviços.

4.14.3 Cidade da Maia

Ao longo da execução do Plano da cidade da Maia, surgiram referências a várias situações críticas relacionadas com águas pluviais provenientes das seguintes fontes (IHRH, 2007):

- Relatório do grupo de trabalho constituído para a resolução dos problemas de águas pluviais do Departamento de obras municipais;
- Relatório de levantamento de situações críticas verificadas no temporal de outubro de 2004 proveniente do Gabinete de estudos e Planejamento Estratégico;
- Reclamações de munícipes durante os anos de 2005, 2006 e 2007;

- Contribuições dos técnicos dos departamentos de Obras Municipais, da Conservação e Manutenção e do Ambiente e Planeamento Territorial;

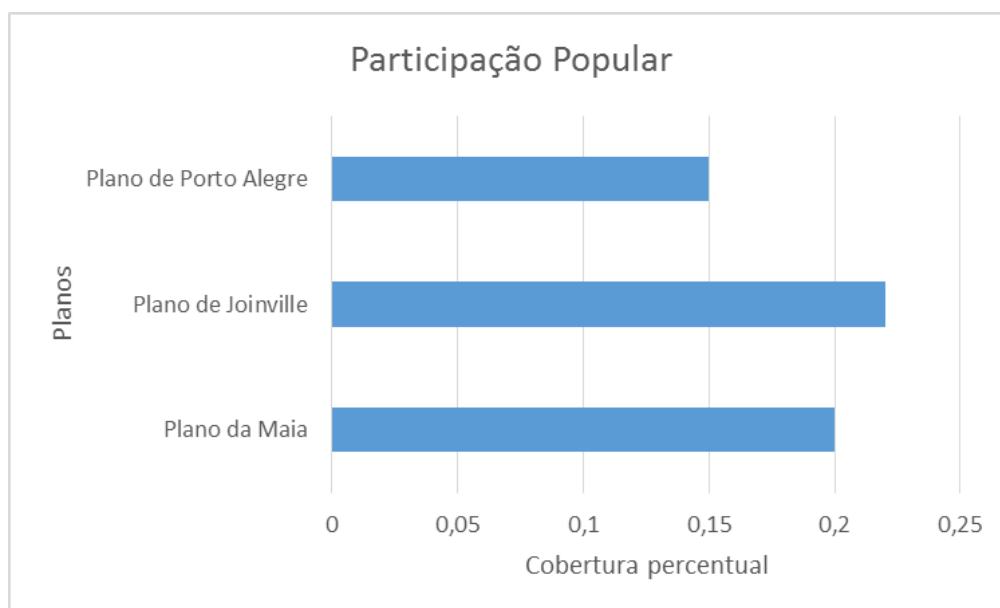
- Contribuições dos presidentes e técnicos das juntas de freguesias (freguesia é o nome da menor divisão administrativa em Portugal)

Ainda de acordo com o plano da Maia a participação da população em contribuições sobre a descrição da situação crítica, estado de resolução do problema (se persistia o problema, se agravou ou se já tinha sido solucionado), contribuições quanto à solução proposta e assim, estabeleceram a prioridade de intervenção na resolução dos problemas apresentados (IHRH, 2007).

Os planos convergem com Machado (2003), que afirma que a participação da população é muito importante porque visa construir junto à sociedade uma corresponsabilidade pela gestão dos recursos hídricos, buscando, por meio da conscientização dos cidadãos, construir o zelo pelos rios das cidades, e por consequência, a redução dos custos de manutenção do sistema pluvial.

A Figura 51 mostra a maior codificação do nó participação popular no plano da cidade de Joinville, mas nota-se que não há expressiva diferença entre os planos. Todos eles relatam a participação da população, embora não definam como se deu ou dará esta participação.

Figura 51 - Cobertura percentual dos itens codificados no nó Participação popular



Fonte: a autora (2018)

4.15 Manutenção dos sistemas de drenagem

Os três planos analisados apontam a necessidade de manutenção periódica nas redes de drenagem existentes.

4.15.1 Cidade de Joinville

Em Joinville, a Unidade de Drenagem é responsável pelo gerenciamento das limpezas de valas e rios. A estruturação do setor de manutenção, tanto no âmbito de contratação de pessoal como na disponibilidade de equipamentos e sistemas de informação para consulta e controle, é fator crucial para que se possa almejar um sistema eficiente atendendo a população com uma rede eficaz, que reduza as inundações e suas complicações, pois estes fatores são os parâmetros observados pela população para medir a eficiência de uma rede de drenagem (SEINFRA, 2013).

4.15.2 Cidade de Porto Alegre

A operação e manutenção do sistema de drenagem pluvial existente no município de Porto Alegre é uma responsabilidade do departamento de esgoto pluvial (DEP), por meio de sua Divisão de Conservação (DC/DEP). A atuação da DC/DEP é descentralizada, existindo quatro Seções de Conservação: Centro, Sul, Leste e Norte, sendo a maior parte dos serviços realizados por meio de contratos, cujos objetos são (PMPA, 2005):

- Reconstrução e implantação de redes e galerias;
- Manutenção e conservação corretiva do sistema;
- Operação das casas de bombas do Sistema de Proteção Contra Cheias;
- Manutenção das casas de bombas do Sistema de Proteção Contra Cheias;
- Limpeza de equipamentos de drenagem e bacias de retenção;
- Desassoreamento de galerias pluviais;
- Dragagem e desassoreamento de arroios;
- Hidrojateamento de redes de esgotos pluviais;
- Manutenção de equipamentos.

O controle de enchentes é um processo permanente, não basta que sejam estabelecidos regulamentos e que sejam construídas obras de proteção, é necessário estar atento às potenciais violações da legislação e na expansão da ocupação do solo de áreas de risco. É essencial uma gestão eficiente na manutenção de drenagem e na fiscalização da regulamentação (PMPA, 2005).

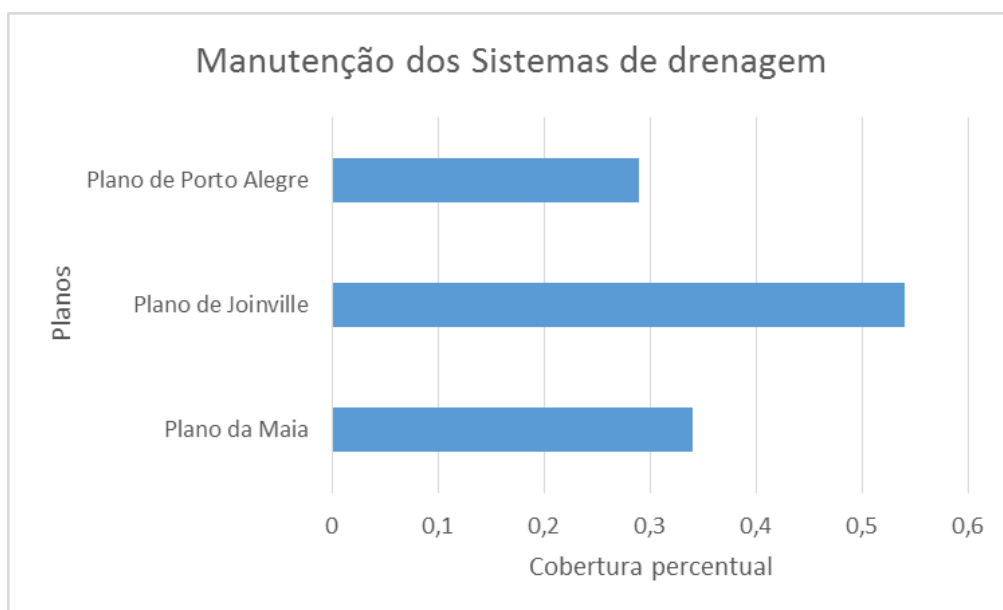
4.15.3 Cidade da Maia

De acordo com o plano da cidade da Maia, o funcionamento dos sistemas de drenagem de águas pluviais deve ser monitorado e os elementos de drenagem devem estar sujeitos a manutenções periódicas. O adequado monitoramento e manutenção dos sistemas de drenagem de águas pluviais pode proporcionar a detecção antecipada dos problemas e evitar a ruptura de elementos. A manutenção dos sistemas drenantes é necessária para a sua correta funcionalidade. Inclui vistorias periódicas para verificação do estado estrutural e hidráulico das linhas de drenagem, redes e elementos (IHRH, 2007).

Em todos os planos à manutenção preventiva e corretiva dos sistemas de drenagem fica evidente conforme Cardoso (2008) que afirma que a gestão de um sistema de drenagem urbana tem como principais objetivos: a operação regular do sistema, garantindo o seu bom funcionamento, assim como o dos equipamentos mecânicos, incluindo a manutenção e limpeza, de acordo com a boa prática; e o prolongamento da vida útil do sistema, durante o máximo período de tempo possível, funcionando nas devidas condições, através da sua conservação e reabilitação.

Na Figura 52 pode-se observar que a cidade de Joinville teve maior cobertura percentual nos itens codificados como manutenção e está de acordo com o que é encontrado no plano.

Figura 52 - Cobertura percentual dos itens codificados no nó Manutenção dos Sistemas de Drenagem



Fonte: a autora (2018)

4.16 Mudança de paradigma e novos estudos

4.16.1 Cidade de Joinville

O plano de Joinville indica que há necessidade constante de evolução e melhoria do manejo de águas pluviais urbanas, o que demanda a constante atualização de ferramentas, a estruturação do setor de drenagem e a capacitação continuada dos funcionários. A Capacitação de Recursos Humanos em drenagem urbana deve capacitar profissionais e organizações para conceber, dimensionar e gerir sistemas de drenagem de águas pluviais e enfrentar os enormes desafios impostos pelo crescimento acelerado da ocupação no espaço urbano, com foco especial nas bacias hidrográficas. Este crescimento, isolado de instrumentos reguladores, tende a provocar insustentabilidade dos sistemas convencionais de micro e macrodrenagem perante eventos extremos, como inundações e suas consequências. Trata-se, portanto, de um programa de capacitação que traz conceitos inovadores já que os problemas que os profissionais e as organizações enfrentam vêm se multiplicando e tomando novas proporções (SEINFRA, 2013). Esse aspecto no plano converge com Souza, *et. al.* (2013) quando afirmam que as mudanças de paradigmas no tratamento das questões relacionadas à infraestrutura urbana esbarram em uma questão importante: o déficit técnico-institucional em relação às águas pluviais. Na maioria dos

municípios brasileiros, com poucas exceções, a drenagem das águas pluviais é de responsabilidade dos órgãos municipais de obras e/ou infraestrutura viária. Desta forma, o sistema de drenagem passa a ser visto como “um apêndice” do sistema viário e não como um elemento da infraestrutura que deve ser trabalhado com atenção especial. Outro aspecto que merece destaque é o fato de não haver atualização do corpo técnico permanente, já que parte significativa dos técnicos municipais não pertence ao quadro permanente das prefeituras, resultando em dificuldade de continuidade das políticas públicas urbanas (SOUZA, *et. al.*, 2013).

4.16.2 Cidade de Porto Alegre

Segundo o Plano de Porto Alegre, o planejamento urbano, embora envolva fundamentos interdisciplinares, na prática é realizado dentro de um âmbito mais restrito do conhecimento. O planejamento da ocupação do espaço urbano através do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (PDDUA) não tem considerado aspectos de drenagem urbana e qualidade da água, que trazem grandes transtornos e custos para a sociedade e para o ambiente. A educação, o conhecimento de engenheiros, arquitetos, agrônomos e geólogos, entre outros profissionais, da população e de administradores públicos é essencial para que as decisões públicas sejam tomadas conscientemente por todos (PMPA, 2005).

4.16.3 Cidade da Maia

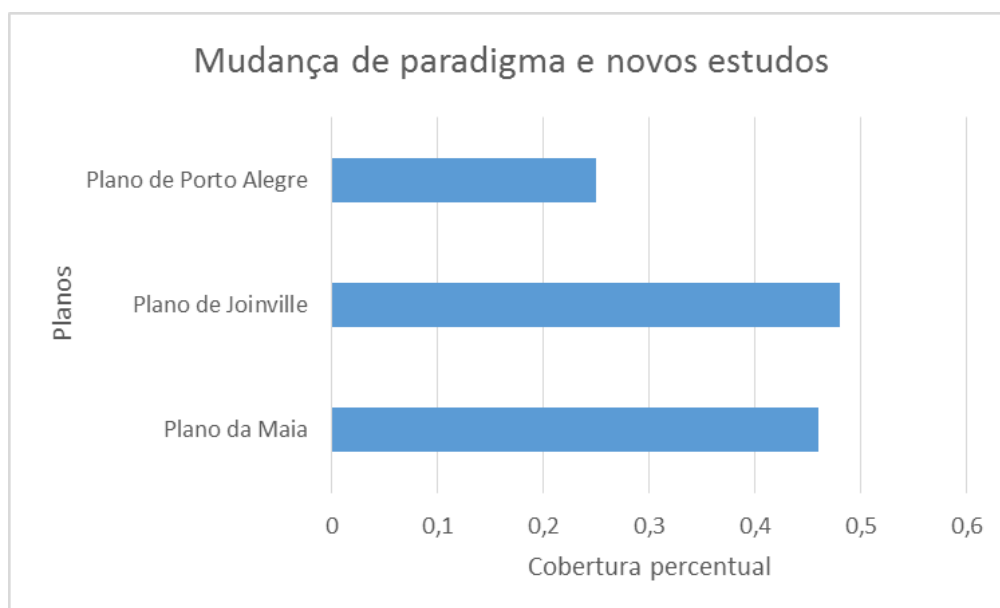
Nas últimas décadas, no Concelho da Maia, muitas linhas de água foram modificadas com o objetivo de acelerar o transporte das águas de cheias, drenar zonas húmidas para permitir as culturas agrícolas e fomentar a criação de áreas para a fixação das populações. Na maior parte das intervenções só são considerados os aspectos setoriais locais e são negligenciados os aspectos culturais, sanitários, hidromorfológicos, hidráulicos, ecológicos, urbanísticos e paisagísticos associáveis às linhas de água. Pretende-se que esta perspectiva seja alterada através do reconhecimento da grande importância das linhas de água, mesmo as de pequenas dimensões, na revitalização dos espaços de recreio e lazer e na melhoria da qualidade ambiental das áreas urbanas (IHRH, 2007).

Assim, percebe-se que de acordo com os PDs avaliados, nos planos brasileiros há falta de técnicos capacitados para conceber, dimensionar e gerir os sistemas de drenagem de águas pluviais com foco nas bacias hidrográficas, além da questão dos conceitos de sustentabilidade na drenagem urbana. Baptista e Nascimento (2002) descrevem que uma das limitações que demonstram os serviços municipais é a inadequação das equipes técnicas e gerenciais responsáveis pelos serviços de drenagem pluvial. Nas municipalidades, essa inadequação existe tanto em número de profissionais dedicados ao problema quanto em qualificação e atualização técnica para o exercício da função. A fragilidade das equipes técnicas municipais responsáveis pela drenagem urbana apresenta reflexos óbvios na eficiência da operação dos sistemas, na medida que conduzem a dificuldades para a introdução de inovações tecnológicas, em termos de planejamento, projeto e gestão integrada do sistema (BAPTISTA E NASCIMENTO, 2002).

Tasca, *et. al.* (2017), em análises sobre a bacia do rio Itajaí-Açú em Santa Catarina, verificaram que a maioria dos funcionários responsáveis pela drenagem urbana não possui qualificação específica, ou seja, não possuem formação técnica ou superior que englobe conhecimentos nesta área. Embora alguns dos 47 municípios estudados tenham citado a existência de técnicos como responsáveis pelo setor de drenagem urbana, a formação destes é específica em edificações e agrimensura. A formação adequada do técnico é determinante para o bom funcionamento do serviço. Na prática, a indicação para estes cargos é geralmente política, assim, não necessariamente tem-se, no comando destas atividades, uma pessoa com conhecimento técnico em drenagem urbana. Em muitas prefeituras perduram projetos executados de acordo com a “experiência” do executor da obra, o que pode resultar em projetos equivocados e mal dimensionados (TASCA, *et. al.*, 2017).

Na Figura 53 percebe-se que o plano de Joinville obteve maior percentual de itens codificados no nó mudança de paradigma, mas o valor é próximo àquele observado na cidade da Maia. Joinville obteve maior percentual justamente por mencionar no plano a escassez de pessoal qualificado para a confecção e manutenção do plano de drenagem da cidade.

Figura 53 - Cobertura percentual dos itens codificados no nó Mudança de paradigma



Fonte: a autora (2018)

4.17 Drenagem Urbana sustentável

4.17.1 Cidade de Joinville

No plano de Joinville, sobre as soluções de drenagem urbana sustentável a abordagem é feita superficialmente quando apresenta que as soluções devem ser integradas à paisagem e aos mecanismos de conservação do meio ambiente e que o excesso de escoamento superficial deve ser controlado na fonte evitando a transferência para jusante do aumento do escoamento e da poluição urbana.

4.17.2 Cidade de Porto Alegre

No plano de Porto Alegre as soluções previstas sobre a drenagem sustentável incidem no enquadramento de áreas edificáveis ou não, veta o parcelamento do solo em terrenos alagadiços e sujeitos a inundação (antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas e proteção contra cheias e inundações) e em terrenos onde as condições geológicas e hidrológicas não aconselham edificações. Estabelece os condicionantes de espaço para o sistema de drenagem urbana, como a incidência de faixas não edificáveis, e define que os novos empreendimentos devem manter as condições hidrológicas originais da bacia

hidrográfica, por meio da implantação de dispositivos de amortecimento da vazão pluvial (PMPA, 2005).

Após o diagnóstico, foram propostas soluções para as 27 bacias analisadas, para o cenário de prognóstico, considerando prioritariamente a aplicação de medidas não estruturais e, quando necessário, medidas estruturais de amortecimento (detenção e retenção) e infiltração (PMPA, 2005).

4.17.3 Cidade da Maia

No PDDU da cidade da Maia as propostas apresentadas procuraram enfatizar mais as que se relacionam com problemas da drenagem artificial de águas pluviais, pois a drenagem natural já havia sido objeto de outro estudo aprofundado na Regularização Fluvial e Valorização Paisagística e Ambiental do Rio Leça e da Ribeira do Arquinho, onde se propõem linhas de planejamento e propostas paisagísticas tendo em vista a recuperação, a manutenção e a valorização daquelas linhas de água.

As propostas de intervenção analisadas incluem execução de bacias de retenção ou modelação de terrenos de forma a constituir zonas alagáveis sem impactos sobre o edificado, substituição de pavimentos por outros mais permeáveis, trincheiras de percolação, poços e câmaras absorventes, criação de zonas de recreio e lazer para enquadrar paisagisticamente e dinamizar as áreas da bacia de retenção em tempo seco, e o incentivo da utilização das águas pluviais recolhidas nas edificações para uso doméstico não potável e regas (IHRH, 2007).

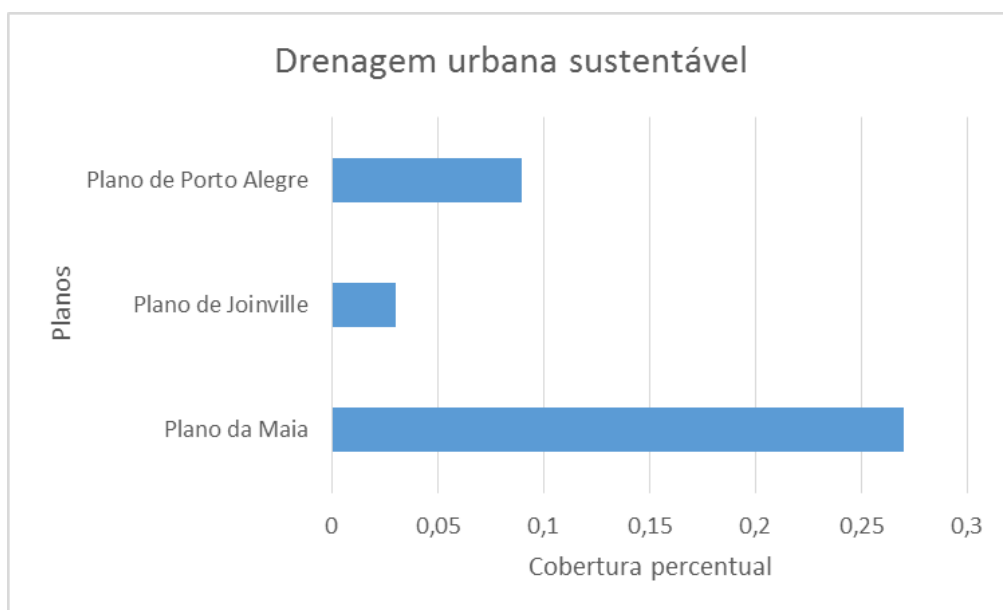
Na busca de soluções imediatas e transições de longo prazo para a sustentabilidade, as infra-estruturas verdes (IV) estão cada vez mais ligadas à gestão da água urbana (LI e BERGEN, 2018). Li e Bergen (2018), nas investigações de práticas de gerenciamento de água urbana baseadas em infra-estruturas verdes de cinco cidades famosas pela abordagem progressiva do gerenciamento de água, verificaram que todas as cinco cidades apontam para desafios semelhantes para a implementação de IV, incluindo restrições de espaço e custos, bem como barreiras para a colaboração intersetorial e de partes interessadas, que limitam a velocidade do aprimoramento das soluções IV em toda a cidade e a plena realização dos benefícios IV. O estudo indica a necessidade de uma mudança simultânea nas condições cognitivas, normativas e reguladoras do regime de gestão da água urbana para a

transição da sustentabilidade (LI e BERGEN, 2018), que vem a concordar com os planos brasileiros que ainda estão implantando as soluções sustentáveis em drenagem urbana.

Perales-Momparler, *et. al.* (2017), apresentaram dados detalhados sobre como as infra-estruturas de drenagem urbana sustentáveis reduzem o escoamento (picos de fluxo e volumes) e melhoram a qualidade da água, contribuindo para o objetivo de cidades mais saudáveis e habitáveis. Foram realizados projetos pilotos e os locais foram monitorados por um ano. Esses locais incluíam bacias de infiltração, valas de infiltração e um telhado verde. As atividades realizadas nos locais monitorados, mostram como eles foram impulsionadores da inovação e transição para um novo paradigma de águas pluviais na Espanha, servindo de referência a outras áreas urbanas do Mediterrâneo (PERALES-MOMPARLER, *et. al.*, 2017).

Assim, de acordo com os planos analisados, percebe-se nitidamente o quanto as intervenções previstas no plano da cidade da Maia estão mais ligadas aos conceitos de drenagem urbana sustentável e isso verifica-se através da Figura 54 que evidencia o maior percentual de codificação no nó drenagem urbana sustentável no plano da cidade da Maia.

Figura 54 - Cobertura percentual dos itens codificados no nó drenagem urbana sustentável



Fonte: a autora (2018)

5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa buscou avaliar o Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas de Joinville através da comparação com o PDDU de Porto Alegre e o da cidade da Maia em Portugal. Percebeu-se na análise que todos os planos apresentam algumas lacunas, abordagens diferenciadas, pontos positivos e pontos negativos.

Percebe-se que mesmo com a falta de investimento existente no setor, a cidade de Porto Alegre merece destaque ao elaborar um documento com informações importantes e necessárias para o avanço dos investimentos na cidade em prevenção de cheias. A cidade de Porto Alegre leva em consideração a questão das bacias de detenção e retenção para evitar problemas de enchente e a integração do plano de drenagem com outros planos de saneamento básico do município.

O plano da cidade da Maia, mesmo não evidenciando as alterações climáticas e os indicadores de desempenho, apresenta como pontos fortes a integração com outros elementos urbanos, os estudos hidromorfológicos e a reintegração da água no meio urbano. De modo geral, no plano da Cidade da Maia, percebe-se a preocupação com outras questões em relação à água e não apenas o problema de inundações. A qualidade da água, a escassez de água, a preservação das características locais e a sensibilização da população são focadas.

No plano de Joinville evidencia-se a falta de técnicos no setor, a falta da base necessária para se fazer um plano e os resultados apresentados indicam a necessidade de uma reformulação do mesmo. Para que o plano seja bem elaborado, é fundamental um diagnóstico claro e preciso contendo o conhecimento das características das bacias locais, o levantamento georreferenciado do sistema de drenagem existente, o estudo das equações de chuva, a criação de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) que possa ser atualizado frequentemente com informações e ocorrências.

Embora no plano de Joinville a drenagem urbana sustentável ainda esteja em fase de implementação, para solucionar os problemas de inundações da cidade é fundamental a mudança de paradigma dos projetistas e técnicos envolvidos no setor. A capacitação continuada das pessoas envolvidas inicia-se pelos projetistas, mas deverá ir muito além. A educação da comunidade em geral é fundamental para que

todos contribuam para a melhoria do meio urbano e a prevenção de cheias nas cidades.

No plano de Joinville, percebe-se através da análise de conteúdo que, embora alguns “nós” tenham sido codificados várias vezes no plano, a codificação refere-se a deficiência ou a falta de determinado nó. Uma elevada porcentagem de codificação nem sempre representa positivamente no plano.

Observa-se que todos os planos encontram dificuldades em relação a falta de dados referente à rede de drenagem existente, ao tratamento dos esgotos e de aceitação sobre novos conceitos em relação à drenagem. Percebe-se que nos dois planos brasileiros, muito do trabalho em drenagem urbana está visando solucionar problemas em áreas que já estão totalmente ou parcialmente urbanizadas, o que contribui por limitar as opções disponíveis para solucionar o problema. Em novos empreendimentos é mais fácil estabelecer medidas não-estruturais através de legislação municipal por exemplo.

Observa-se que no plano da cidade da Maia a prevenção está ligada tanto a questões estruturais quanto naturalistas, enquanto que nos planos brasileiros o foco se dá em obras para contenção, por meio de barragens, de reservatórios de retenção, entre outros. Na cidade da Maia, procurou-se identificar e delimitar, potenciais zonas de conflitos de drenagem de águas pluviais, de modo a contribuir para a prevenção de novas situações de cheias. Assim, o plano contribuiu para dotar a Câmara Municipal da Maia de um instrumento de planejamento de novas vias e loteamentos, pois algumas das zonas previstas como áreas a urbanizar confrontavam diretamente com o limite das zonas ameaçadas pelas cheias. Dessa maneira é possível ainda se pensar em prevenção de cheias e tomar medidas antes da ocupação humana.

Em relação a efetividade dos planos, percebe-se em destaque que o plano da cidade da Maia é um plano realmente exequível evidenciando diversas soluções em drenagem sustentável.

Um dos objetivos específicos era a verificação da aplicabilidade da análise de conteúdo e aqui utilizou-se o programa NVivo 11. A análise realizada através do programa foi essencial para a organização dos dados e hierarquização de pensamentos para organizar a escrita da presente pesquisa. O método da análise de conteúdo contribuiu para, de forma metódica, investigar cada plano, descrever e

interpretar o conteúdo dos documentos. O programa auxiliou na organização dos nós e na comparação destes em cada documento.

Como sugestão para trabalhos futuros percebe-se que há um amplo campo a ser explorado em relação à drenagem urbana no Brasil. Os planos de drenagem das duas cidades brasileiras, a qualidade da água e a influência das alterações climáticas têm muito a ser pesquisado e estudado. Quando se analisa especificamente Joinville, percebe-se que ainda há muitas ações a serem desenvolvidas nas bacias hidrográficas do município e região. Isto está evidente no plano de Joinville e pode ser encarado como um desafio para a gestão do setor. O PDDU deve ser encarado como um documento que vai além do mapeamento de necessidades técnicas, deve ser um elemento de gestão pública. Ele deve avaliar incorporar análises de risco e vulnerabilidade, avaliar a questão econômica e de critérios de medidas, transformar-se em um instrumento de planejamento participativo com vistas à adaptação, além de produzir uma avaliação baseada em necessidades de serviços públicos na área de prevenção de efeitos de eventos hidrológicos extremos e incrementar as vias políticas para obter resultados mais sustentáveis em longo prazo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIKO, A., MORAES, O. B. **Desenvolvimento Urbano Sustentável**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo: 2009. Disponível em: http://www.pcc.poli.usp.br/files/text/publications/TT_00029.pdf. Acesso em: 20 out. 2017.

ALOVISI JÚNIOR, V., BEREZUK, A. G. Análise Comparativa de Gestão de Recursos Hídricos em Portugal e no Brasil. **Revista Recursos Hídricos**, v. 33, n. 1, p. 75-84, 2012. Disponível em: http://www.aprh.pt/rh/pdf/rh33_n1-6.pdf. Acesso em: 19 abr. 2017.

ALVES, D., FIGUEIREDO FILHO, D., HENRIQUE, A. Poderoso NVivo: uma introdução a partir da análise de conteúdo. **Revista Política Hoje**, v.24, n.2, p. 119-134, 2015. Disponível em: http://www.academia.edu/20205426/O_Poderoso_NVivo_uma_introdu%C3%A7%C3%A3o_a_partir_da_an%C3%A1lise_de_conte%C3%BAdo. Acesso em 29 mar. 2017.

ARAÚJO, L. E., *et al.* Bacias hidrográficas e impactos ambientais. **Qualitas**. v.8, n.1, p. 1-18, 2009. Disponível em: <http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/view/399/366>. Acesso em: 16 fev. 2017.

ARAÚJO, P. R., TUCCI, C. E. M., GOLDENFUM, J. A. Avaliação da eficiência de pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v. 5, n. 3, p.21-29, 2000.

ASSUNÇÃO, V. R. A. **Proposta de Metodologia de cálculo para reservatórios de detenção em bacias hidrográficas urbanizadas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia hidráulica e saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. 2012.

BALDESSAR, S. M. N, TAVARES, S. F. Telhado verde e sua contribuição na redução da vazão da água pluvial escoada. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 14.. 2012, Juiz de Fora. **Anais eletrônicos...** Disponível em:<<http://www.infohab.org.br/entac2014/2012/docs/1203.pdf>> Acesso em: 28 nov. 2016.

BAPTISTA, M. B., NASCIMENTO, N. O. Aspectos Institucionais e de Financiamento dos Sistemas de Drenagem Urbana. **RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. v.7, n.1, p. 29-49, 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Nilo_Nascimento/publication/305304614_Aspect

os_Institucionais_e_de_Financiamento_dos_Sistemas_de_Drenagem_Urbana/links/5905464ea6fdccd580d23fa0/Aspectos-Institucionais-e-de-Financiamento-dos-Sistemas-de-Drenagem-Urbana.pdf. Acesso em: 16 nov. 2017.

BARBIRATO, G. M., SOUZA, L. C. L, TORRES, S. C. **Clima e Cidade**: a abordagem climática como subsídio para estudos urbanos. Maceió: Edufal, 2007.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2006.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011, 229p.

BERGGREN, K. Indicators for urban drainage system-assessment of climate change impacts. In: International Conference on Urban Drainage 11.. 2008. **Anais eletrônicos** ... Disponível em: https://web.sbe.hw.ac.uk/staffprofiles/bdgsa/11th_International_Conference_on_Urban_Drainage_CD/ICUD08/pdfs/394.pdf. Acesso em: 05 out. 2017.

BRAGA, B. P. F., *et. al.* Pacto Federativo e Gestão das Águas. **Estudos Avançados**, v.22, n. 63, p. 17-42, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a03.pdf>. Acesso em: 10 out. 2017.

CAMPOS, I., *et. al.* Understanding climate change policy and action in Portuguese municipalities: A survey. **Land Use Policy**, v. 62, p. 68–78, 2017. Disponível em: <https://ac.els-cdn.com/S0264837716306408/1-s2.0-S0264837716306408-main.pdf?_tid=7b3c6248-31a5-41e4-925d-0c9d8a306b2b&acdnat=1521147233_b796219fde4a5e781f9d39c411b1626e>. Acesso em: 15 mar. 2018.

CAMPRUBÍ, R., COROMINA, L. Content analysis in tourism research. **Tourism Management Perspectives**, v.18, p.134-140, 2016. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2211973616300150#>. Acesso em: 11 set. 2017.

CANHOLI, J. F. **Medidas de controle *in situ* do escoamento superficial em áreas urbanas: análise de aspectos técnicos e legais**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2013.

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

CARDOSO, M. A. **Avaliação do desempenho de sistemas de drenagem urbana**. Tese (Doutorado) Universidade técnica de Lisboa. 2008.

CCJ, **Comitê Cubatão Cachoeira Joinville**, 2008.

CETESB. **Drenagem urbana – manual de projetos**. 3 ed. São Paulo, 1986.

CEZAR, L. C., *et al.* Por uma esfera pública efetivamente publicizada: reflexões sobre a participação de gestores municipais na Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Pretexto**, v.17, n. 1, p.82-98, 2016. Disponível em: <http://www.fumec.br/revistas/pretexto/article/viewFile/2718/Artigo%205>. Acesso em: 01 mar. 2018.

CHE, W., *et al.*, Integral stormwater management master plan and design in an ecological community. **Journal of Environmental Sciences**, v. 26, n. 9, p. 1818-1823, 2014. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1001074214000746>. Acesso em: 04 out. 2017.

CLIMATE-DATA.ORG. **Clima: Porto Alegre**. 2017a. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/location/3845/>. Acesso em: 29 maio 2017.

CLIMATE-DATA.ORG. **Clima: Maia**. 2017b. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/location/7076/>. Acesso em: 29 maio 2017.

COSTA, L. **Espaços Verdes sobre Cobertura - Uma Abordagem Estética e Ética**. Dissertação (Mestrado). Universidade Técnica de Lisboa, 2010.

CRUZ, M. A. S., SOUZA, C. F., TUCCI, C. E. M., Controle da drenagem urbana no Brasil: avanços e mecanismos para sua sustentabilidade. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 17.. 2007, São Paulo. **Anais eletrônicos...** Disponível em: http://www.abrh.org.br/SGCv3/UserFiles/Sumarios/931f07c4c229bbc1b9c1603fa24b7e12_6826f37881689d99197aef832b946486.pdf. Acesso em: 17 jun. 2016.

CUNHA, C. M. L, *et al.* Diagnóstico dos elementos de Drenagem da área Urbana de Rio Claro – SP: Subsídios para o plano Diretor. **Revista de Estudos Ambientais**, v.11, n. 2, p. 88-100, 2009. Disponível em: <http://gorila.furb.br/ojs/index.php/rea/article/view/1551/1201>. Acesso em: 18 out. 2017.

FEDOZZI, L. **Observando o Orçamento Participativo de Porto Alegre** – análise histórica de dados: perfil social e associativo, avaliação e expectativas. Porto Alegre: Tomo Editorial, 2007.

FELIZARDO, L. M. **Aplicação do sistema de informações geográficas (SIG) para modelagem de eventos críticos de vazão em uma microbacia urbana**. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira. 2016.

FENDRICH, R. **Manual de Utilização das Águas Pluviais** (100 Maneiras Práticas). 2. ed. Curitiba: Roberto Fendrich, 2009. 190 p.

FENDRICH, R. **Coleta, armazenamento, utilização e infiltração das águas pluviais na Drenagem Urbana**. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental). Universidade Federal do Paraná. 2002.

FERNANDES, N. B. **Planejamento territorial e águas urbanas em Maceió: o Plano Diretor e a Bacia Hidrográfica Urbana do Riacho Reginaldo**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal de Alagoas. 2010.

FISRWG - FEDERAL INTERAGENCY STREAM RESTORATION WORKING GROUP. **Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices**. 2001. Disponível em: https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/stelprdb1044574.pdf. Acesso em: 21 fev. 2017.

FLORES, M. "Origem e Fundação de Porto Alegre". In: Dornelles, Beatriz. **Porto Alegre em destaque: história e cultura**. EDIPUCRS, 2004

FONSECA, P. L., NASCIMENTO, E. A. Sistema de Informação Geográfica aplicado a bacia hidrográfica do rio Guandu do Sena, bacia de Sepetiba, zona oeste da cidade do Rio de Janeiro –RJ. In: Simpósio Nordeste de Saneamento Ambiental, 1.. 2006, João Pessoa. **Anais eletrônicos...** Disponível em: http://www.hidrouff.uff.br/images/stories/arquivos/biblioteca/paulof/isnsa-sig_guandu_sena.pdf. Acesso em: 17 out. 2017.

FRAGA, H., et. al. Viticultural irrigation demands under climate change scenarios in Portugal. **Agricultural Water Management**, v.196, p. 66–74, 2018. Disponível em: <https://ac.els-cdn.com/S0378377417303499/1-s2.0-S0378377417303499-main.pdf?_tid=584929b3-7229-439a-8c3f-c12944f7c050&acdnat=1521147022_3e608a72cbcd46ebc49bbd48c3914994>. Acesso em 15 mar. 2018.

FU, Y., ZHANG, X. Planning for sustainable cities? A comparative content analysis of the master plans of eco, low-carbon and conventional new towns in China. **Habitat International**, v.63, p. 55-66, 2017. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0197397516310852>. Acesso em: 03 out. 2017.

FURLONG, C., *et. al.* Governance of Integrated Urban Water Management in Melbourne, Australia. **Utilities Policy**, v.43, p.48-58, 2016. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957178715300722>. Acesso em: 05 out. 2017.

GAMITO, R., *et. al.*, Trends in landings and vulnerability to climate change in different fleet components in the Portuguese coast. **Fisheries Research**, v.181, p. 93–101, 2016. Disponível em: <https://ac.els-cdn.com/S0165783616301126/1-s2.0-S0165783616301126-main.pdf?_tid=116cfada-3a15-47a5-9b39-ace30dc7711f&acdnat=1521147625_5254ce53be95be3dca46a2411099b4d6>. Acesso em: 15 mar. 2018.

GOLDENFUM, J. A. Reaproveitamento de águas Pluviais. In: Simpósio Nacional Sobre o Uso da Água na Agricultura, 2006, Passo Fundo. **Anais eletrônicos...** Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Joel_Goldenfum/publication/267196924_REAPROVEITAMENTO_DE_AGUAS_PLUVIAIS/links/559131fb08ae47a3490f0cae/REAPROVEITAMENTO-DE-AGUAS-PLUVIAIS.pdf. Acesso em: 23 out. 2017.

GOMES, M. C. A obrigatoriedade de elaboração (e de revisão) do plano diretor de desenvolvimento urbano até 10 de outubro de 2006. **Boletim de Direito Municipal**. São Paulo: NDJ Ltda, agosto, 2006.

HERRMANN, M. L. P. (org). **Atlas de Desastres Naturais do Estado de Santa Catarina: período de 1980 a 2010**. 2ª ed. Florianópolis: IHGSC/Cadernos Geográficos, 2014.

ICLEI BRASIL. Módulo 4: Manejo de Águas Pluviais – explorando opções. In: **Kit de Treinamento SWITCH: Gestão Integrada das Águas na cidade do futuro**. São Paulo, 2011. Disponível em: http://www.switchtraining.eu/fileadmin/template/projects/switch_training/files/Modules/Modules_Portuguese/Modulo_4.pdf. Acesso em: 29 set. 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de Geomorfologia**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2016. **Estimativas populacionais para os municípios e para as Unidades da Federação brasileiros em 01.07.2016**. Disponível em: ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2016/serie_2001_2016_TCU.pdf. Acesso em: 04 fev. 2017.

IHRH - Instituto de Hidráulica e Recursos Hídricos. 2007. **Plano director de águas pluviais do Concelho da Maia.** Disponível em: <http://www.ambiente.maiadigital.pt/ordenamento-do-territorio/pmots-on-line/outros-planos/plano-director-de-aguas-pluviais/>. Acesso em: 22 fev. 2017.

INE – Instituto Nacional de Estatística. **Anuário Estatístico da Região Norte 2015.** Lisboa, Portugal: Instituto Nacional de Estatística, 2016. Disponível em: https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_publicacoes&PUBLICACOESpub_boui=277107132&PUBLICACOESmodo=2. Acesso em: 26 abr. 2018.

IPPUJ – Fundação Instituto de Pesquisa e Planejamento para o Desenvolvimento Sustentável. **Joinville – Cidade em dados 2016.** Joinville, 2016. 158p.

IPPUJ – Fundação Instituto de Pesquisa e Planejamento para o Desenvolvimento Sustentável de Joinville. **Joinville - Cidade em dados 2014.** Joinville, 2014. 150p.

JOHN, V. M., PRADO, R. T. A. **Boas práticas para habitação mais sustentável.** São Paulo: Páginas & Letras - Editora e Gráfica, 2010.

JOINVILLE. **Decreto Municipal nº 26.680, de 25 de abril de 2016.** Aprova os planos setoriais integrantes do plano municipal de saneamento básico de Joinville: plano municipal de abastecimento de água e esgotamento sanitário; plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos e plano de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Prefeitura Municipal de Joinville, 2016.

JOINVILLE. **Decreto municipal número 28.385 de 02 de fevereiro de 2017.** Declara situação de emergência nas áreas do Município afetadas por Chuvas Intensas - 1.3.2.1.4, conforme IN nº 02/MI, de 20 de Dezembro 2016. Prefeitura Municipal de Joinville, 2017.

JOINVILLE. **Lei complementar nº 84 de 12 de janeiro de 2000.** Institui o código de posturas do município de Joinville e dá outras providências. Prefeitura Municipal de Joinville, 2015.

KOBIYAMA, M., *et. al.* **Prevenção de desastres naturais: Conceitos básicos.** Curitiba: Organic Trading, 2006. 109p.

LISBOA, L. A. **Sistemas Públicos de Drenagem de Águas Residuais:** Estudo comparativo entre o regulamento português e o brasileiro. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Instituto Superior de engenharia do Porto. 2016.

LI, I., BERGEN, J. M. Green infrastructure for sustainable urban water management: Practices of five forerunner cities. **Cities**, v. 74, p. 126-133, 2018. Disponível em: <https://ac.els-cdn.com/S0264275117301890/1-s2.0-S0264275117301890-main.pdf?_tid=231ac845-3b43-4b2c-bcc1-e132121670b0&acdnat=1521211000_89f5e0a09f22792280e5d597f5bf9b9d>. Acesso em 15 mar. 2018.

LOURENÇO, R. **Sistemas urbanos de drenagem Sustentáveis**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade de Coimbra. 2014.

MACHADO, C. J. S. Recursos Hídricos e Cidadania no Brasil: Limites, Alternativas e Desafios. **Ambiente & Sociedade**, v.6, n. 2, 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/%0D/asoc/v6n2/a08v06n2.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2017.

MELLO, Y. **Distribuição de precipitação no município de Joinville (SC) e sua relação com a incidência de leptospirose**. (Dissertação) Mestrado em Saúde e Meio Ambiente. Universidade da Região de Joinville. 2015.

MELLO, Y. R., OLIVEIRA, T. M. N. Análise Estatística e Geoestatística da Precipitação Média para o Município de Joinville (SC). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 2, p. 229-239, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v31n2/0102-7786-rbmet-31-02-0229.pdf>. Acesso em: 25 maio 2017.

MIGUEZ, M. G., VERÓL, A. P., REZENDE, O. M. **Drenagem Urbana**: do projeto tradicional à sustentabilidade. Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

MIGUEZ, M. G., VERÓL, A. P., CARNEIRO, P. R. F. Sustainable Drainage Systems: An Integrated Approach, Combining Hydraulic Engineering Design, Urban Land Control and River Revitalisation Aspects. In: JAVAID, Muhammad Salik. **Drainage Systems**. InTech, 2012. 21-54.

MIGUEZ, M. G., MAGALHÃES, L. P. C. Urban Flood Control, Simulation and Management - an Integrated Approach. In: PINA FILHO, Armando Carlos de, PINA, Aloísio Carlos de. **Methods and Techniques in Urban Engineering**. In Tech, 2010. 131-160.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v.22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MORALES, P. R. D. **Planejamento Urbano: enfoque operacional**. Rio de Janeiro: Fundação Ricardo Franco, 2007. 277p.

MORUZZI, R. B., OLIVEIRA, S. C. Relação entre intensidade, duração e frequência de chuvas em Rio Claro, SP: métodos e aplicação. **Teoria e Prática na Engenharia**

Civil, n.13, p.59-68, 2009. Disponível em: http://www.rc.unesp.br/igce/planejamento/download/rodrigo/relacao_entre_intensidade.pdf. Acesso em: 18 out. 2017.

MOZZATO, A. R., *et. al.* Análises qualitativas nos estudos organizacionais: as vantagens no uso do *software* NVivo. **Revista Alcance**, v.23, n.4, p.578–587, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/314161034_ANALISES_QUALITATIVAS_NOS_ESTUDOS_ORGANIZACIONAIS_AS_VANTAGENS_NO_USO_DO_SOFTWARE_NVIVOR. Acesso em: 10 mar. 2018.

MUNICÍPIO DA MAIA. 2016. **Plano Estratégico município da Maia** – Novembro 2016. Maia Câmara Municipal. Disponível em: http://www.cm-maia.pt/images/indice_trasnparencia/Infografia_plano_estrategico_municipio_maia.pdf. Acesso em: 20 maio 2017.

NVIVO. **Manual de utilização NVivo 11 Satarter for Windows**, QRS International, 2017. Disponível em: <http://download.qsrinternational.com/Document/NVivo11/11.4.0/pt-BR/NVivo11-Getting-Started-Guide-Starter-edition-Portuguese.pdf>. Acesso em: 26 maio 2017.

OLIVEIRA, L. H., *et. al.* **Levantamento do Estado da Arte: Água**. Projeto Tecnologia para Construção Habitacional Mais Sustentável. São Paulo, 2007. Disponível em: <http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/>. Acesso em: 11 nov. 2016.

OLIVEIRA, M., *et. al.* Thematic Content Analysis: Is There a Difference Between the Support Provided by the MAXQDA® and NVIVO® software packages? **Revista de Administração da UFSM**, v.9, n.1, p. 72–82, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/304805386_Thematic_Content_Analysis_Is_There_a_Difference_Between_the_Support_Provided_by_the_MAXQDAR_and_NVivoR_Software_Packages. Acesso em: 10 mar. 2018.

PARKINSON, J. *et. al.* Drenagem Urbana Sustentável no Brasil. **Relatório do workshop em Goiânia – GO**. 7 de Maio de 2003. Goiania: CREA, 2003.

PENTER, C., *et. al.* Inventário Rápido da Fauna de Mamíferos do Morro Santana, Porto Alegre, RS. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 6, n. 1, 2008.

PERALES-MOMPARLER, *et. al.* The role of monitoring sustainable drainage systems for promoting transition towards regenerative urban built environments: a case study in the Valencian region, Spain. **Journal of Cleaner Production**, v. 163, p. 113-124, 2017. Disponível em: https://ac.els-cdn.com/S0959652616306321/1-s2.0-S0959652616306321-main.pdf?_tid=4cd99cb7-9281-47fb-b9bf-e9b97bf6332c&acdnat=1521212237_71a9b80e552939f749ceac44ab5b9b51. Acesso em 15 mar. 2018.

PIRES, J. S. R., SANTOS, J. E., DEL PRETTE, M. E. A Utilização do Conceito de Bacia Hidrográfica para a Conservação dos Recursos Naturais. In: SCHIAVETTI, A., CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus, Ba: Editus, 2002. 293p.

PMJ – Prefeitura Municipal de Joinville. **Conhecer unidades de conservação da Natureza**, 2017. Disponível em: <https://www.joinville.sc.gov.br/servicos/conhecer-unidades-de-conservacao-da-natureza/>. Acesso em 01 mar. 2018.

PMPA – Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Departamento de esgotos pluviais (DEP). **Características topográficas e cheias na cidade**, 2017a. Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dep/default.php?p_secao=65>. Acesso em: 06 mar. 2017.

PMPA - Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. e da Sustentabilidade. **Unidades de Conservação**, 2017b. Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/smam/default.php?p_secao=350>. Acesso em: 01 mar. 2018.

PMPA – Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Departamento municipal de água e esgotos. **Plano Municipal de Saneamento básico** – Prognóstico, objetivos e metas. Porto Alegre: DMAE, 2015.

PMPA - Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Departamento de esgotos pluviais (DEP). Planejamento na Drenagem Urbana: o caso de Porto Alegre – RS. In: Encontro de Recursos Hídricos em Sergipe, 4.. 2011, Aracaju. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <http://docplayer.com.br/9298068-Planejamento-na-drenagem-urbana-o-caso-de-porto-alegre-rs.html>. Acesso em: 26 maio 2017.

PMPA – Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Departamento de esgotos pluviais (DEP). **Plano Diretor de Drenagem Urbana – Manual de Drenagem Urbana – Volume VI**. 2005. Disponível em: <http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dep/usu_doc/manual_de_drenagem_ultima-versao.pdf> Acesso em: 06 mar. 2017.

PORTO ALEGRE. **Decreto municipal N ° 15.371, de 17 de novembro de 2006**. Regulamenta o controle da drenagem urbana. Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 2006.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L., Gestão de Bacias Hidrográficas. **Estudos Avançados**. v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10292/11938>> Acesso em: 23 mar. 2016.

REZENDE, D. A., ULTRAMARI, C. Plano diretor e planejamento estratégico municipal: introdução teórico-conceitual. **RAP**. v. 41, n. 2, p. 255-271, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rap/v41n2/05.pdf>. Acesso em: 09 maio 2017.

RIGHETTO, A. M. **Manejo de Águas Pluviais Urbanas**. Rio de Janeiro: ABES, 2009. 396p.

RIOS.AMP. **Rede de Parques Metropolitanos na Grande Área Metropolitana do Porto (2009)**. Relatório Final. Fevereiro de 2009. Anexo A - Sistemas estruturantes/Leça. Disponível em: <http://rios.amp.pt/sitios-amp/static/public/rios/SistemasEstruturantes-LECA.pdf>. Acesso em: 26 abr. 2018.

ROCHA, C. I. O. **Plano diretor de drenagem urbana em cidades planejadas: premissa de zoneamento baseado no risco de contaminação da água subterrânea**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Recursos Hídricos). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2014.

ROCHA, A. A., VIANNA, P. C. G. A bacia hidrográfica como unidade de Gestão da Água. In: SEMILUSO - Seminário Luso-Brasileiro Agricultura Familiar e Desertificação, 2.., 2008, João Pessoa. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <http://www.geociencias.ufpb.br/leppan/gepat/files/gepat022.pdf>. Acesso em: 16 out. 2017.

ROS, D. A. **Análise de sistemas complexos de drenagem urbana**. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 2012.

SANTOS, F. M. Análise de conteúdo: a visão de Laurence Bardin. Resenha de: [BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011, 229p.] Revista Eletrônica de Educação. São Carlos, SP: UFSCar, v.6, no. 1, p.383-387, 2012.

SCHADECK, R. **Relatório dos danos materiais e prejuízos decorrentes de desastres naturais em Santa Catarina: 1995 – 2014**. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis: CEPED UFSC, 2016. 72p.

SCHMIDT, L., et. al. Alterações climáticas, sociais e políticas em Portugal: processos de governança num litoral em risco. **Ambiente e Sociedade**. v. 15, n. 1, 2012. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2012000100003&script=sci_arttext. Acesso em 13 mar. 2018.

SEPUD – Secretaria de Planejamento Urbano e Desenvolvimento Sustentável. **Joinville Cidade em Dados 2017**. Joinville: Prefeitura Municipal, 2017a. 73p.

SEINFRA - Secretaria de Infraestrutura Urbana. **Plano de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais do Município de Joinville/SC**. Joinville: Prefeitura Municipal, 2013. 245p.

SILVA, J. P. **Estudos preliminares para a implantação de trincheiras de infiltração**. Dissertação (Mestrado). Universidade de Brasília. 2007.

SILVA, M. K. **Modelo para pré-dimensionamento de bacias de retenção para controle da poluição difusa das águas pluviais no município de Porto Alegre**. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2009.

SILVA, A. H., FOSSÁ, M. I. T. Análise de Conteúdo: exemplo de aplicação da técnica para análise de dados qualitativos. **Revista eletrônica Qualitas**, v.16, n.1, 2015. Disponível em: <http://revista.uepb.edu.br/index.php/qualitas/article/view/2113>. Acesso em: 29 mar. 2017.

SILVA, R. T., PORTO, M. F. A. Gestão urbana e gestão das águas: caminhos da integração. **Estudos Avançados**, v. 17, n. 47, 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-40142003000100007&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 20 out. 2017.

SILVEIRA, W., N. **Análise histórica de inundação no município de Joinville – SC, com enfoque na bacia do rio Cubatão do Norte**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal de Santa Catarina. 2008.

SILVEIRA, W. N., *et al.* **História das Inundações em Joinville: 1851-2008**. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2009. 153p.

SILVEIRA, W., KOBAYAMA, M. Histórico de Inundação em Joinville/SC – Brasil, no período de 1851-2007. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 17 .. 2007, São Paulo. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <https://ippuj.joinville.sc.gov.br/arquivo/download/.../397-Artigo%2BCientífico.html>. Acesso em: 24 maio 2017.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Série Histórica 2016**. Disponível em <http://app3.cidades.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em 02 mar. 2018.

SOBRAL, M. C., *et al.* Classificação de Corpos d'Água segundo a Diretiva-Quadro da Água da União Europeia – 2000/60/CE. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**,

n.11, p. 30-39, 2008. Disponível em: http://abes-dn.org.br/publicacoes/rbciamb/PDFs/11-07_artigo_4_artigos136.pdf. Acesso em: 19 abr. 2017.

SOUZA, V. C. B., *et al.* Déficit na drenagem Urbana: buscando o entendimento e contribuindo para a definição. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**, v.1, n.2, p.162-175, 2013. Disponível em: <<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/gesta/article/view/7213/6416>> Acesso em: 09 abr. 2016.

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, 2012, p.9-18.

TASCA, F. A., *et. al.* O papel da drenagem urbana na prevenção de desastres hidrológicos na bacia hidrográfica do rio Itajaí-Açú. **Revista brasileira de cartografia**. n. 69/1, 2017, p. 129-142.

TOMAZ, P. **Cálculos hidrológicos e hidráulicos para obras municipais**. 2015. Disponível em: <http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_calculoshidrolicos/Capitulo%2003-Periodo%20de%20Retorno.pdf>. Acesso em 27 fev. 2018.

TUCCI, C. E. M.; MENDES, C. A. **Avaliação Ambiental Integrada de bacia Hidrográfica**. 2.ed. Brasília: MMA, 2006, 302p.

TUCCI, C. E. M. **Gestão da drenagem urbana**. Brasília: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012, 50p.

TUCCI, C. E. M. Águas Urbanas. **Estudos Avançados**. v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10295>> Acesso em: 15 fev. 2016.

TUCCI, C. E. M. **Inundações Urbanas**. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007, 393p.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de águas pluviais urbanas**. Brasília: Ministério das Cidades, 2006, 194p.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de Inundações urbanas**. Brasília: Ministério das cidades, 2005, 269p.

TUCCI, C. E. M. Drenagem Urbana. **Ciência e Cultura**. v.55, n.4, 2003. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400020> Acesso em: 17 fev. 2017.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Estudos Avançados**. v. 22, n. 63, p.7-16, 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v22n63/v22n63a02>>. Acesso em: 21 nov. 2017.

VAN DEN BRANDELER, F., et. al. Megacities and rivers: Scalar mismatches between urban water management and river basin management. **Journal of Hydrology**. 2018. Disponível em: <https://ac.els-cdn.com/S0022169418300015/1-s2.0-S0022169418300015-main.pdf?_tid=e39ab072-980e-4d07-a4c6-b384aa435dcb&acdnat=1521159550_6cd4e4f062c7bcb482b5f16ab7b26cfd>. Acesso em 15 mar. 2018.

VILLANUEVA, A. O. N. et al. Gestão da drenagem urbana, da formulação à implementação. **Revista de Gestão de Água da América Latina - Rega**. v. 8, n. 1, p. 5-18, 2011. Disponível em: <http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/04/gestadodrenagemrega.pdf>. Acesso em: 18 maio 2017.

VILLAÇA, F. **A ilusão do Plano Diretor**. São Paulo, Galeria de Artigos de Professores USP. 2005. Disponível em: http://www.flaviovillaca.arq.br/pdf/ilusao_pd.pdf. Acesso em: 05 maio 2017.

VIOLA, H. **Gestão de Águas Pluviais em áreas Urbanas – O estudo de caso da cidade do Samba**. Dissertação (Mestrado em Planejamento energético). Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2008.

VISITAR PORTUGAL, **Maia (Concelho)**. Disponível em: <<https://www.visitarportugal.pt/distritos/d-porto/c-maia>>. Acesso em: 26 mar. 2018.

WARNKEN, J, MOSADEGHI, R. Challenges of implementing integrated coastal zone management into local planning policies, a case study of Queensland, Australia. **Marine Policy**. v.91, p. 75-84, 2018. Disponível em: <https://ac.els-cdn.com/S0308597X17306358/1-s2.0-S0308597X17306358-main.pdf?_tid=185d620e-135c-4954-aed1-31b70974a1b9&acdnat=1521162341_f54bd44661b3eb2c757aa5d7bd9e9ca6>. Acesso em 15 mar. 2018.

ZAHED FILHO, K., MARTINS, J. R. S., PORTO, M.F.A. **Gestão dos recursos hídricos no Ambiente Urbano**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo: EPUSP, 2012. Disponível em: http://www.pha.poli.usp.br/default.aspx?id=5&link_uc=disciplina. Acesso em: 24 mar. 2017.

ZHOU, Q. A Review of Sustainable Urban Drainage Systems Considering the Climate Change and Urbanization Impacts. **Water**. v.6 , n.4 , p. 976-992, 2014. Disponível em: <http://www.mdpi.com/2073-4441/6/4/976>. Acesso em: 16 ago. 2017.