

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE POLÍTICAS  
PÚBLICAS E SEGURANÇA SOCIAL  
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL**

**GESTÃO DA DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS  
URBANAS NO MUNICÍPIO DE CRUZ DAS ALMAS-BA: UMA  
AVALIAÇÃO A PARTIR DO ORDENAMENTO LEGAL,  
INSTITUCIONAL E TÉCNICO-OPERACIONAL.**

**Valmir Conceição Lordelo**

**CRUZ DAS ALMAS - BA**

**2019**

**GESTÃO DA DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS  
URBANAS NO MUNICÍPIO DE CRUZ DAS ALMAS-BA: UMA  
AVALIAÇÃO A PARTIR DO ORDENAMENTO LEGAL,  
INSTITUCIONAL E TÉCNICO-OPERACIONAL.**

**Valmir Conceição Lordelo**

Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Gestão de Políticas Públicas e Segurança Social da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Gestão de Políticas Públicas e Segurança Social.

**Orientador:** Professor Doutor Paulo Romero Guimarães Serrano de Andrade.

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA  
2019**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS E  
SEGURANÇA SOCIAL**

**GESTÃO DA DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS  
URBANAS NO MUNICÍPIO DE CRUZ DAS ALMAS-BA: UMA  
AVALIAÇÃO A PARTIR DO ORDENAMENTO LEGAL,  
INSTITUCIONAL E TÉCNICO-OPERACIONAL.**

Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de Mestrado  
Valmir Conceição Lordelo

Aprovada em 04 de outubro de 2019

Prof. Dr. Paulo Romero Guimarães Serrano de Andrade  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB  
Orientador

Prof. Dr. Jaildo Santos Pereira  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Examinador Interno

Profª. Drª. Alessandra Cristina Silva Valentim  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Examinador Externo

## **DEDICATÓRIA**

Essa Dissertação faz jus a minha família que é a base que sustenta a vida de um ser humano.

A minha esposa, Nathalia, minha companheira, por estar presente em todos os momentos importantes da minha vida. Sua dedicação, carinho e incentivos foram determinantes para eu chegar até aqui.

A minha mãe Vanderlina pelo apoio, confiança, paciência e credibilidade durante todo esse tempo.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me conceder mais uma vitória nessa etapa, Ele que sempre e será o meu incentivo para superar os obstáculos da vida.

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB por possibilitar cursar um Mestrado Profissional em uma universidade pública no Recôncavo da Bahia.

Ao orientador Prof. Dr. Paulo Romero Guimarães Serrano de Andrade, pela confiança, orientação e contribuições durante a realização desse trabalho.

À Secretaria de Infraestrutura da Prefeitura Municipal de Cruz das Almas, pelas informações concedidas.

Aos Professores do Curso de Mestrado em Gestão de Políticas Públicas e Segurança Social da UFRB, pelo aprendizado.

Aos colegas do curso de Mestrado pelo companheirismo e convivência durante os dois anos de curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia–FAPESB pela concessão de bolsa de estudo no período de 01/05/2017 a 28/02/2019.

## **GESTÃO DA DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS NO MUNICÍPIO DE CRUZ DAS ALMAS-BA: UMA AVALIAÇÃO A PARTIR DO ORDENAMENTO LEGAL, INSTITUCIONAL E TÉCNICO-OPERACIONAL.**

**RESUMO:** De forma geral, os municípios brasileiros apresentam deficiências de gestão da infraestrutura de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, geralmente considerada uma atividade secundária. A prestação dos serviços públicos de drenagem de águas pluviais não se organiza em torno de entidades independentes, com autonomia gerencial e financeira, observando-se forte dependência do orçamento municipal, além de frágeis estruturas institucionais e técnicas para a gestão da drenagem urbana. O presente estudo identifica e analisa informações sobre a gestão dos serviços de manejo e drenagem de águas pluviais urbanas no município de Cruz das Almas, no estado da Bahia, com ênfase no ordenamento legal, institucional e técnico-operacional. Como preconiza a Lei Federal nº 11.445/2007, no Artigo 19, parágrafo I, a realização do diagnóstico da situação da gestão e da prestação dos serviços de drenagem teve por base o uso de metodologia específica e de alguns de indicadores aplicáveis exigidos pelo Ministério das Cidades, uma vez adaptados à realidade local. Foi possível observar a necessidade de se fortalecer a gestão da drenagem na Administração Pública Municipal de Cruz das Almas, que se expressa atualmente frágil, tanto do ponto de vista institucional como também do técnico-operacional. Ao final, estão propostos recomendações para elaboração de um “Plano Diretor de Drenagem Urbana” para o município, assim como, a institucionalização de um setor específico que vise planejar e fazer a gestão da drenagem urbana de forma integrada com os outros serviços públicos, desde que venha a ter autonomia técnica e financeira, que visará prover diretrizes que auxiliem na melhoria da gestão dos serviços públicos e da infraestrutura voltada ao controle do escoamento das águas pluviais, de forma a mitigar os efeitos de frequentes alagamentos e inundações que causam diversos transtornos, prejuízos sociais e econômicos para os habitantes do município, principalmente aqueles residentes na sua zona urbana.

**Palavras-Chave:** Saneamento Básico; Drenagem Urbana; Indicadores.

## **DRAINAGE MANAGEMENT AND URBAN WATER MANAGEMENT IN THE CRUDE CITY OF ALMAS-BA: AN EVALUATION FROM LEGAL, INSTITUTIONAL AND TECHNICAL-OPERATIONAL ORDINATION.**

**ABSTRACT:** In general, Brazilian municipalities have deficiencies in the management of drainage infrastructure and urban stormwater management, generally considered a secondary activity. The provision of public rainwater drainage services is not organized around independent entities with managerial and financial autonomy, with strong dependence on the municipal budget, as well as fragile institutional and technical structures for urban drainage management. This study identifies and analyzes information on the management of urban stormwater management and drainage services in the municipality of Cruz das Almas, in the state of Bahia, with emphasis on legal, institutional and technical-operational planning. As required by Federal Law No. 11,445 / 2007, in Article 19, paragraph I, the diagnosis of the management and provision of drainage services was based on the use of specific methodology and some applicable indicators required by the Ministry of Cities once adapted to local reality. It was possible to observe the need to strengthen the drainage management in the Cruz das Almas Municipal Public Administration, which is currently fragile, both institutionally and technically-operationally. In the end, recommendations are proposed for the elaboration of an "Urban Drainage Master Plan" for the municipality, as well as the institutionalization of a specific sector that aims to plan and manage urban drainage in an integrated manner with other public services, since that will have technical and financial autonomy, which will aim to provide guidelines that help improve the management of public services and infrastructure aimed at controlling storm water runoff, in order to mitigate the effects of frequent flooding and flooding that cause various disturbances, social and economic damage to the inhabitants of the municipality, especially those living in its urban area.

Key-words: Basic sanitation; Urban drainage; Indicators.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A.C: Antes de Cristo  
ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ADI: Ação Direta de Inconstitucionalidade  
AE: Água e Esgoto  
AM: Amazonas  
EMBRAPA: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
AP: Águas Pluviais  
APP: Área de Preservação Permanente  
BA: Bahia  
EMBASA: da Empresa Baiana de Águas e Saneamento  
PMRH: Plano Municipal de Recursos Hídricos  
BL: Boca de Lobo  
CDS: Comissão para o Desenvolvimento Sustentável  
CETESB: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental  
DAEE: Departamento de Águas e Energia Elétrica  
DMAPU: Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas  
FCTH: Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica  
IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
PNRH: Política Nacional de Recursos Hídricos  
PNSB: Pesquisa Nacional sobre Saneamento Básico  
INEMA: Instituto Do Meio Ambiente E Recursos Hídricos  
LID: Desenvolvimento de Baixo Impacto  
MCidades: Ministério das Cidades  
PDDrU: Plano Diretor de Drenagem Urbana  
PDDU: Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano  
PLANSAB: Plano Nacional de Saneamento Básico  
PMSB: Plano Municipal de Saneamento Básico  
PNAD: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio  
TAC: Termo de Ajuste de Conduta  
DRH: Departamento de Recursos Hídricos  
PMCA: Prefeitura Municipal de Cruz das Almas  
PUCPR: Pontifícia Universidade Católica do Paraná  
INTEC: Inovação e Tecnologia  
PV: Poço de Visita  
PMSBP: Plano Municipal de Saneamento Básico Participativo  
UPB: União dos Municípios da Bahia  
SEI: Sistema Eletrônico de Informações  
RPGA: Regiões de Planejamento e Gestão das Águas  
SMDU: Secretaria Municipal de Meio Ambiente  
SNIS: Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento  
ZEC: Zona Especial do Centro  
ZEIS: Zona Especiais de Interesse Social  
ZEIT: Zona de Especial de Intensificação do Terciário  
ZES: Zona de Expansão Secundária  
ZOCON: Zona de Ocupação Consolidada  
ZPI: Zona de Proteção Integral  
ZTUR: Zona de Transição Urbano-Rural  
ZUPI: Zona de Usos com Potencial de Incômodo  
ZEP: Zona de Expansão Prioritária



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Concepção estratégica da gestão integrada das águas urbanas .....	27
Figura 2 - Pavimento permeável (área de estacionamento) .....	30
Figura 3 - Passeios com faixas gramadas.....	30
Figura 4 - Planos de infiltração (área gramada e grelhas para drenagem) .....	31
Figura 5 - Microdrenagem (esquema com componentes do sistema) .....	32
Figura 6 – Disposição dos elementos da Microdrenagem. ....	33
Figura 7 – Elementos de uma rede de Microdrenagem .....	33
Figura 8 – Microdrenagem (tipos de bocas-de-lobo) .....	34
Figura 9 – Macrodrenagem (Galerias de grande porte).....	35
Figura 10 – Macrodrenagem (canal natural na macrodrenagem urbana) .....	35
Figura 11 – Macrodrenagem (tipos de canais de macrodrenagem urbana).....	36
Figura 12 – Macrodrenagem (rio artificial, canalizado e revestido) .....	36
Figura 13 - Metodologia convencional para projetos de drenagem.....	37
Figura 14 - Ciclo hidrológico da água .....	39
Figura 15 - Principais componentes de uma bacia hidrográfica.....	41
Figura 16 - Diferença entre inundação, enchente e alagamento .....	42
Figura 17 - Urbanização com ocupação de áreas ribeirinhas .....	43
Figura 18 - Impactos da urbanização nas componentes do ciclo hidrológico .....	45
Figura 19 - Relação área urbanizada e área com condutos .....	45
Figura 20 - Efeitos da urbanização .....	46
Figura 21 - Ciclo da água ou da sua contaminação no ambiente urbano .....	48
Figura 22 - Representação do fluxo dos esgotos e resíduos sólidos não coletados. ....	52
Figura 23 - Esquema do envolvimento do ciclo da água das cidades.....	58
Figura 24 - Etapas de um Plano Diretor de Drenagem Urbana. ....	61
Figura 25 - Média mensal de precipitação em Cruz das Almas (1971 a 2010). .....	75
Figura 26 - Vinculação administrativa da gestão da drenagem em Cruz das Almas - BA. ....	83

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Conjunto de indicadores de desempenho da drenagem na cidade de São Paulo.....	65
Tabela 2 - Indicadores de desempenho para sistemas de drenagem.....	66

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Valores médios de parâmetros de qualidade de águas pluviais (mg/l) ...	53
Quadro 2 - Índices de participação no SNIS.....	67
Quadro 3 - Esquema do diagnóstico municipal sobre drenagem.....	73
Quadro 4 - Resultados adquiridos mediante aplicação do questionário .....	92
Quadro 5 - Fases de elaboração do PDDrU .....	100

## SUMÁRIO

1. <b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
2. <b>OBJETIVO GERAL</b> .....	20
2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	20
3. <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	21
3.1. ASPECTOS HISTÓRICOS DA DRENAGEM URBANA .....	21
3.2. DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL (UM NOVO CONCEITO) .....	23
3.3. DRENAGEM URBANA NO BRASIL .....	24
3.4. GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS URBANAS .....	26
3.4.1. Conceitos e finalidades da drenagem urbana .....	27
3.4.2. Normas para projetos de drenagem urbana .....	36
3.5. CICLO HIDROLÓGICO, URBANIZAÇÃO E A DRENAGEM URBANA .....	38
3.5.1. Bacia hidrográfica .....	40
3.5.2. Urbanização e o desequilíbrio do ciclo hidrológico .....	41
3.5.3. Urbanização e impactos no ciclo hidrológico .....	44
3.6. INTERFACES DA DRENAGEM NO AMBIENTE URBANO .....	47
3.6.1. Coleta e tratamento de esgotos cloacais .....	48
3.6.2. Resíduos sólidos na drenagem pluvial urbana .....	49
3.7. ASPECTOS DA QUALIDADE DA ÁGUA PLUVIAL .....	52
3.8. POLÍTICAS PÚBLICAS VINCULADAS À DRENAGEM URBANA .....	54
3.8.1. Legislação vinculada à drenagem urbana .....	55
3.9. Interfaces entre PDDU, PMSB, PDDrU .....	58
3.10. INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE NA DRENAGEM URBANA .....	61
3.10.1. Indicadores na gestão da drenagem urbana .....	63
4. <b>METODOLOGIA</b> .....	71
4.1. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO .....	74
4.2. PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE CRUZ DAS ALMAS .....	77
4.3. LEGISLAÇÃO VINCULADA AO SANEAMENTO EM CRUZ DAS ALMAS .....	79
5. <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	82
5.1. O QUADRO INSTITUCIONAL DE GESTÃO DA DRENAGEM URBANA EM CRUZ DAS ALMAS .....	82
5.1.1. Registros de problemas de drenagem em Cruz das Almas. ....	84
5.2. DIAGNÓSTICO DA DRENAGEM EM CRUZ DAS ALMAS (Questionário) .....	92
6. <b>CONCLUSÃO</b> .....	97
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	101

## 1.INTRODUÇÃO

A crescente e descontrolada urbanização de muitas cidades brasileiras tem provocado impactos significativos, como a diminuição da parcela da água da chuva que pode infiltrar no solo, promovendo alterações no ciclo hidrológico no meio urbano, trazendo aumento das vazões e volumes do escoamento superficial, ampliando o risco de inundações e alagamentos. Problemas como estes afetam diretamente a qualidade de vida dos habitantes, tornando-se importante a elaboração de instrumentos que auxiliem o planejamento do desenvolvimento das cidades, sendo um destes instrumentos o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU).

Para melhor gerir a ocupação urbana, no ano de 2001, foi criado o Estatuto das Cidades através da Lei Federal Nº 10.257, que constitui um importante marco legal para a promoção do desenvolvimento das cidades através de instrumentos de gestão como o PDDU, exigido para cidades com mais de vinte mil habitantes, ou aqueles integrantes de regiões metropolitanas e aglomerações urbanas (BRASIL, 2001). O PDDU é um instrumento de grande relevância para a organização e o planejamento do espaço urbano, favorecendo o ordenamento e a oferta dos serviços de saneamento básico.

A Lei Nº 10.257/2001 ainda estabelece as diretrizes gerais da política urbana que deve ser executada por todos os municípios. A política urbana é o conjunto de ações que devem ser promovidas pelo Poder Público, no sentido de garantir que todos os cidadãos tenham acesso à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte, aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer. O PDDU visa, segundo o Estatuto da Cidade, “ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana”. É um instrumento básico do processo de planejamento municipal para a implantação da política de desenvolvimento urbano, norteando a ação dos agentes públicos e privados”. (ABNT, 1992).

O PDDU 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, apresentaria 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, para a cidade e

para o município, propostas estas definidas para curto, médio e longo prazos, e aprovadas por lei municipal” (VILLAÇA, 1999). Devendo ser elaborado com a participação de toda a sociedade, para organizar o crescimento e o funcionamento do município, o PDDU tem que ser aprovado na Câmara Municipal e, após sancionada pelo Prefeito, tornar-se-á uma Lei Municipal.

De acordo com o Art. 2º da Lei Nº 11.445 (BRASIL, 2007), que estabeleceu as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico, os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base, entre outros, nos seguintes princípios fundamentais: (I) Universalização do acesso; (III) **Abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos** realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente; (IV) **disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais** adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado. (VI) **articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional**, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante.

Ainda segundo preconiza a Lei nº 11.445/2007, é de competência das prefeituras, como titulares dos serviços públicos de saneamento básico, a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico. Segundo o Decreto nº 8.629 de 30 de dezembro de 2015 (BRASIL, 2015), cada município brasileiro teve prazo até o dia 31 de dezembro de 2017 para apresentar o seu Plano Municipal de Saneamento Básico, e a prefeitura que não o fizesse seria penalizada com a perda de acesso a incentivos fiscais e verbas destinadas a serviços de saneamento básico. No entanto, o Governo Federal, em 29/12/2017, publicou o Decreto de Nº 9.254/2017 estabelecendo o prazo de 31 de dezembro de 2019, para a existência de plano de saneamento básico, o qual deve ser elaborado pelo titular dos serviços, o que será *“condição para o acesso aos recursos orçamentários da União ou aos recursos de financiamentos geridos ou administrados por órgão ou entidade da administração pública federal, quando destinados a serviços de saneamento básico”*.

Com o atual modelo de desenvolvimento, com a urbanização descontrolada, observa-se uma crescente demanda por recursos naturais e espaço físico, onde as

áreas que deveriam servir como suporte à preservação ambiental como as margens de córregos e rios (Áreas de Preservação Permanente – APP) passam a serem ocupadas de forma desordenada e sem planejamento, o que acarreta em diversos problemas ambientais urbanos como inundações, proliferação de doenças veiculadas a água, despejo de efluentes sanitários nos corpos hídricos, deslizamentos de terra, enchentes, aumento do escoamento superficial, dentre outros (SILVA; SANTOS; GALDINO, 2016).

Diante disso, Almeida *et al* (2010) expõem:

Os impactos ambientais decorrentes das ações antrópicas podem determinar o desequilíbrio no sistema, desestabilizando o meio ambiente. A amplitude dessa desestabilização depende do grau de interferência que o meio sofre. Em se tratando de bacia hidrográfica, seja de grande ou pequeno porte não é diferente, pois, os cursos da água natural e toda a unidade fisiográfica da área de sua abrangência têm representatividade essencial para a vida silvestre.

Em razão da relação existente entre o uso e ocupação do solo e a drenagem de águas pluviais, as cidades devem promover uma integração entre o que se planeja para o desenvolvimento urbano e a drenagem, a partir da elaboração de um plano de manejo de águas pluviais que deve ser pensado em conjunto com os planos e sistemas que compõem a infraestrutura urbana, como o próprio PDDU, as leis de zoneamento, planos de esgotos sanitários, de resíduos sólidos, plano viário, plano de transportes e outras normativas correlacionadas. Em outras palavras, um plano de águas pluviais - como uma ferramenta de planejamento - deveria ser um elemento do PDDU, possibilitaria implantar soluções efetivas para o projeto, execução, controle e manutenção das redes de drenagem.

Esse plano de águas pluviais, também comumente chamado de *Plano Diretor de Drenagem Urbana – PDDrU*, na visão de Parkinson et al. (2003), passaria a ser um “conjunto de diretrizes que determinariam a gestão do sistema de drenagem, minimizando o impacto ambiental devido ao escoamento das águas pluviais. Na elaboração desse PDDrU deve-se manter a sua coerência com as outras normas urbanísticas do município, com os instrumentos da política urbana e das políticas de recursos hídricos.”

Segundo Righetto et al. (2009), o PDDrU é um documento normativo que estabelece mecanismos de gestão da infraestrutura urbana relacionada com o escoamento da água pluvial na área urbana. Tem o objetivo de compatibilizar a ocupação e a infraestrutura, buscando conviver harmoniosamente com os eventos críticos de chuva. Procura definir princípios para um programa de gestão baseado nas seguintes premissas:

- Planejamento integrado com as outras infraestruturas;
- O escoamento não pode ser ampliado pela ocupação;
- Os impactos da ocupação sobre a drenagem não podem ser transferidos para outros locais;
- Prever ações de controle de redução da carga poluidora na água pluvial;
- Prever o planejamento dos diferentes espaços urbanos com critérios de ocupação e uso do solo;
- Estabelecer uma política de controle de cheias por meio de medidas estruturais e não estruturais, considerando a bacia como um todo;
- Valorizar os mecanismos naturais de escoamento com políticas de preservação;
- Prever meios de implantação de controle;
- Incentivar a participação da comunidade na sua elaboração e alocar recursos destinados a ações na área de educação ambiental.

Para haver o controle destes impactos são necessárias medidas ordenadas a fim de equilibrar o desenvolvimento atrelado à condição ambiental da cidade. O PDDrU é uma das peças fundamentais para a gestão das águas pluviais urbanas. Tem como meta o planejamento da distribuição dos deflúvios superficiais no espaço urbano em função da ocupação e da evolução da infraestrutura de drenagem, com vistas a minimizar ou mesmo eliminar prejuízos econômicos e ambientais (RIGHETTO; MOREIRA; SALES, 2009).

O desenvolvimento do PDDrU é realizado segundo duas estratégias básicas: o estabelecimento de legislação, regulamentação e medidas não estruturais para o espaço urbano ocupado e não ocupado; e o plano de controle de impactos na drenagem das áreas ocupadas. Acrescenta-se ao Plano, o manual de drenagem urbana, que tem a finalidade de orientar urbanistas e projetistas quanto as questões relacionadas com o uso e ocupação do espaço urbano e as medidas estruturais e



não estruturais necessárias para harmonizar tal desenvolvimento com o sistema de drenagem da área ou bacia urbana (TUCCI; ORSINI, 2005).

Objetivando auxiliar no planejamento e na operação de sistemas de drenagem urbana, existem algumas metodologias com aplicação de indicadores que contribua para o diagnóstico e a sua avaliação. Os indicadores, de forma geral, funcionam como um alerta sobre a situação do sistema avaliado (SICHE et al, 2007), fornecendo informações concisas para orientar decisões, além de agregar informações que podem ser apresentadas ao público (MALHEIROS E ASSUNÇÃO, 2000).

Visando fazer cumprir o que o Artigo 19 da Lei Federal de Saneamento nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, o diagnóstico da situação dos serviços públicos de saneamento básico, que inclui os serviços de drenagem, e seus impactos nas condições de vida, deverão ser avaliados por meio de um sistema de indicadores sanitários, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos.

A busca por ferramentas que traduzam o comportamento do ambiente urbano é um fator essencial para o planejamento e execução de ações, monitoramento das condições urbanas e sociais, assim como avaliação de programas e projetos. Neste contexto, os indicadores representam uma forma de avaliar a quantidade e qualidade dos serviços de saneamento prestados à população, dentre os quais se encontram os serviços de drenagem urbana. Atualmente, existem algumas metodologias de indicadores de drenagem que foram desenvolvidos e aplicados em diversos contextos, como forma de gestão, pelos quais se descreve a realidade da área para a qual foram desenvolvidos e por isso, não devem ser aplicados indiscriminadamente e precisam ser analisados e adaptados à nova realidade em estudo.

Diante deste cenário, para realizar uma avaliação do ordenamento legal, institucional e técnico-operacional sobre a gestão e prestação dos serviços públicos de drenagem e manejo das águas pluviais do município de Cruz das Almas – BA, serão elencados e apresentados um conjunto de indicadores, que podem até considerar o desempenho operacional de sistemas de drenagem, visto que estes apresentam grande potencialidade para auxiliar no processo de gestão e manejo das águas pluviais urbanas.

Deste modo, na construção de um sistema de indicadores, haverá o cuidado de se observar critérios e métodos de forma coerente com os objetivos pretendidos, para que a escolha seja adequada.

O processo de ocupação desordenada tem trazido profundas modificações no uso do solo em cidades brasileiras, não sendo diferente em Cruz das Almas - BA, o que pode causar alterações permanentes nos processos de infiltração da água da chuva e na sua drenagem. Torna-se fundamental a existência de sistemas de drenagem de águas superficiais que funcionem de forma eficiente, garantindo o reequilíbrio do ciclo hidrológico, a segurança e o bem-estar da população (CORDEIRO; VAZ FILHO, 2000).

Dos estudos realizados, deduz-se que o planejamento, os projetos, as obras, a manutenção e a operação das instalações de drenagem urbana do município de Cruz das Almas - BA se caracterizam por ser pouco evoluídos tecnicamente, o que se evidencia também do processo de gestão institucional dos serviços onde, em regra geral, as ações estruturantes são realizadas de forma emergencial e sem planejamento, quando se trata de mitigar problemas de inundações e pontos de alagamentos na cidade.

Partindo-se dos pressupostos acima, quando se analisa a conjuntura da gestão dos serviços de manejo e drenagem pluvial, é possível questionar:

- De que forma a gestão da drenagem urbana e manejo de águas pluviais urbanas no município de Cruz das Almas - BA tem atendido o ordenamento legal?
- Como a gestão da drenagem urbana no município de Cruz das Almas - BA pode ser analisada a partir de alguns indicadores estabelecidos na literatura, observando o ordenamento legal?

A condição de higidez de uma sociedade é garantida por vários elementos que fazem parte da vida cotidiana das pessoas. Um dos principais elementos contributivos para a garantia da condição de viver em equilíbrio com o meio ambiente são: o abastecimento de água potável em quantidade e qualidade; o sistema de coleta, transporte e destinação adequado dos resíduos sólidos; o sistema de tratamento de esgoto sanitário eficiente, que não venha oferecer impactos ao meio ambiente e o sistema de drenagem urbana, que compõe o manejo adequado das águas pluviais. São esses constituintes que impõe um cenário de equilíbrio para a sociedade viver de forma segura, com baixa incidência de doenças de veiculação

hídrica, principalmente aquelas relacionadas às águas contaminadas das inundações.

A gestão das águas pluviais em áreas urbanas pode trazer vários benefícios para a sociedade e o meio ambiente como: controle de cheias; aproveitamento da água da chuva e melhoria da qualidade da água. Atualmente, as enchentes podem ser citadas como um dos principais problemas de recursos hídricos no Brasil (TUCCI, 2005).

O planejamento das águas urbanas é de extrema importância, e deve ser feito de forma integrada, considerando os outros melhoramentos urbanos e os planos de bacias, quando existirem (SÃO PAULO, 2012).

Diante de vários problemas que alguns municípios vêm apresentando pelo fato de não possuir um plano de gestão das águas pluviais, torna-se necessário e importante para a comunidade científica elaborarem soluções para os impactos deferidos pela falta de gestão no setor da drenagem urbana. Assim, o presente estudo tem como propósito analisar a gestão do serviço público de manejo e drenagem de águas pluviais urbanas em Cruz das Almas - BA, elencando alguns indicadores específicos como ferramenta para um diagnóstico desses serviços, no intuito de entender a situação atual e funcionar como um alerta sobre a situação dos seus sistemas de drenagem, agregando informações de valor para orientar decisões, que podem ser apresentadas à sociedade.

Entre os resultados alcançados, se estabelecem recomendações que podem orientar na elaboração de um “Plano Diretor de Drenagem Urbana” para o município de Cruz das Almas - BA, que pode permitir a criação de regulamentação técnica e de melhorias da gestão relacionada ao manejo e drenagem de águas pluviais que, ao final, são coletadas, transportadas e dispostas nos rios que compõem a rede de drenagem natural do município.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Analisar a gestão do manejo e drenagem de águas pluviais urbanas no município de Cruz das Almas - BA, com base em um conjunto mínimo de indicadores que permitam diagnosticar a prestação desses serviços públicos, considerados os aspectos do ordenamento legal, institucional e técnico operacional.

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Discorrer sobre sistemas de drenagem de águas pluviais urbanas;
- Verificar e caracterizar a legislação pertinente à drenagem urbana no Brasil;
- Analisar a legislação do município de Cruz das Almas – BA que trata ou tenha interface com a gestão da drenagem urbana;
- Identificar alguns indicadores que permitam subsidiar um diagnóstico sobre a gestão da drenagem urbana, aplicáveis ao objeto do estudo;
- Contribuir para a proposição de diretrizes para elaboração de um PDDrU, visando melhorar a gestão da drenagem urbana no município.

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 ASPECTOS HISTÓRICOS DA DRENAGEM URBANA

Ao longo dos tempos, e até a Idade Moderna, a drenagem urbana não era considerada essencial e aspecto preponderante ao desenvolvimento e ordenamento dos núcleos urbanos (MATOS, 2003). Existem registros de várias obras ou intervenções nesse domínio, a exemplo do sistema de drenagem superficial das vias do conglomerado de Mohengo-Doro, desenvolvido pela civilização Hindu no ano 3.000 a.C. Como uma primeira obra de dimensão relevante, o autor refere a *Cloaca Máxima*, na Roma antiga, construída no século VI a.C., por motivações de qualidade de vida urbana, que teve objetivo de reunir e conduzir tanto os esgotos domésticos, como as águas pluviais. A cloaca máxima de Roma é o mais conhecido canal subterrâneo para condução de esgotamento sanitário (TSUTIYA; BUENO, 2004)

Os maiores avanços na drenagem urbana são atribuídos à civilização romana. Eles arquitetaram estradas cuidadosamente planejadas com condutos que viabilizavam o escoamento superficial das águas pluviais, de maneira a drenar suas estradas (HILL, 1984 apud IMADA, 2014).

Ainda segundo Matos (2003), desde as épocas do Império Romano até ao Século XVII, as estratégias de drenagem e saneamento em meio urbano não sofreram no mundo praticamente nenhum avanço. Em termos sanitários, pode mesmo falar-se em “regressão” ao longo de pelo menos uma parte da Idade Média.

No começo a drenagem urbana era pensada somente como o conjunto de procedimentos que viabilizavam a prática da agricultura. Mas com o surgimento das civilizações ao longo da história humana, desenvolveram-se novas práticas e modelos de drenagem, compreendendo desde a regulação da umidade do solo, desvio de água em terrenos destinados a ocupação e coleta e transporte de águas pluviais e servidas. Com o domínio das técnicas de cultivo surgiram as primeiras práticas de drenagem urbana para a irrigação que, com a domesticação de animais, proporcionou a instalação de comunidades, promovendo a estruturação das primeiras cidades (FERNANDES, 2002 apud IMADA, 2014).

A era Medieval, foi compreendida como um período estacionário nos diversos campos do conhecimento humano, principalmente os que se referem à área do saneamento. Passada esta era, houve uma continuidade na evolução do pensamento humano, resultando em importantes descobertas na área do

saneamento, em especial a relação entre áreas alagáveis e veiculação de doenças (PD/JF ZN, 2011 apud ALMEIDA, 2014).

A conexão entre inundação e mortandade, tanto de pessoas como de animais favoreceu o aumento da preocupação com o gerenciamento das águas servidas e pluviais, resultando na ideia de fazer o transporte das mesmas por meio de tubulações subterrâneas evitando assim insalubridade e o desconforto nas casas e ruas. A partir desse momento o conceito sanitário veio sendo aplicado às políticas públicas na maioria das cidades (ALMEIDA, 2014).

A drenagem pluvial foi assim tratada como uma prática acessória até meados do século XIX, quando as capitais europeias já formavam grandes aglomerados humanos. As mudanças ocorridas no tratamento da drenagem pluvial na segunda metade do século XIX, tiveram, entretanto, seu germe no século XVIII, quando se constata na Itália que as águas de banhos e zonas alagadiças influenciavam na mortalidade pessoas e animais. Isto foi rapidamente levado em consideração na Inglaterra e na Alemanha e mais tarde na França, e desencadeou-se num processo de extinção de banhos como medida de saúde pública. Também se deu ordens para aterrar ou cobrir as fossas receptoras de esgoto cloacal, e substituí-las por redes enterradas (DESBORDES, 1987).

Diante da modernização de práticas de engenharia em busca do conforto a fim de prover um bem-estar social, Costa Franco (1992), diz que a drenagem pluvial como ação pública não evoluiu. Evidentemente coube aos engenheiros e urbanistas a tarefa de materializá-la em obras e integrá-las ao espaço urbano, mas infelizmente isto só teve um impulso maior com a ocorrência de epidemias de cólera em grandes cidades do mundo no século XIX, destacando-se na Europa as dos anos 1832 e 1849. O fluxo de pessoas nas viagens marítimas de então, praticamente globalizaram a epidemia de cólera e muitas cidades brasileiras sofreram com ela em 1855.

Entre 1850 e o fim do século XIX muitas cidades importantes do mundo, principalmente as capitais europeias, foram dotadas de grandes redes enterradas unitárias de esgotos (esgotos pluviais e cloacais conduzidos pelos mesmos condutos). Sob o comando de seu famoso prefeito Haussmann, Paris torna-se emblemática e referência mundial por construir uma imponente rede de esgotos, ajudando a cristalizar o conceito higienista que passa a ser resumido pela expressão "tout à l'égout" no meio técnico francês da época. Apesar de hoje ser uma atração turística de Paris, não foi a rede de esgotos que deu fama a Haussmann, mas sim a profunda reforma urbanística a qual ela estava associada dentro do conceito higienista. Haussmann buscava a higiene pública com a abertura de espaços abertos, como avenidas largas e parques, obras que facilitariam

ainda a instalação da infraestrutura urbana, entre as quais as redes de esgotos (SOUZA e DAMÁSIO, 1993).

Na Europa, ainda no século XIX, surge então o conceito sanitário-higienista, ainda bastante difundido no meio, como expressado por Silveira (1999): “toda a água circulante deve ir rapidamente para o esgoto, evitando insalubridades e desconfortos, nas casas e nas ruas das cidades”.

O conceito higienista predominou no século XX no mundo inteiro, mas o fim da sua história foi decretado nos anos 60, nos países desenvolvidos, quando a consciência ecológica expôs suas limitações para levar em conta os conflitos ambientais entre as cidades e o ciclo hidrológico. Havia necessidade de reflexões mais profundas sobre as ações antrópicas densas (urbanização) sobre o meio-ambiente, particularmente sobre a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos.

### **3.2 DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL (UM NOVO CONCEITO)**

De acordo com Tucci e Genz (1995) nos países desenvolvidos, o conceito sobre higiene começou a enfraquecer e os pensamentos ecológicos expôs suas limitações para levar em conta os conflitos ambientais entre as cidades e o ciclo hidrológico, promovendo reflexões na interface entre a qualidade e quantidade dos recursos hídricos e as ações antrópicas. Nascia assim, o conceito ambiental aplicado à drenagem urbana, que fez com que os ícones das soluções higienistas deixassem de reinar sozinhos, ou seja, o rol de obras tradicionais como condutos, sarjetas, bocas-de-lobo, arroios retificados, entre outras, teria de ser ampliado para admitir soluções alternativas e complementares à evacuação rápida dos excessos pluviais, dentro de um contexto de preservação ambiental.

De fato, segundo Pompêu (2000), o termo *drenagem urbano sustentável* tem origem recente, notadamente a partir das últimas quatro décadas, quando a percepção da degradação ambiental generalizada e a crítica aos estilos de desenvolvimento apoiados em uma exploração irracional da natureza motivaram numerosas discussões e novas propostas para permitir a sobrevivência do ser humano. Aqueles muito otimistas não reconheciam a dimensão destas questões e preferiam esquecer os problemas, acreditando que alguma solução tecnológica poderia advir no futuro.

Ainda segundo Pompêu (2000), a partir dos anos 60, diversos países começaram a questionar a forma tradicional de como era realizada a drenagem

urbana, por meio de obras destinadas a remover rapidamente as águas acumuladas em áreas urbanas, transferindo assim o problema para a jusante. Soluções alternativas e complementares à evacuação dos excessos pluviais nas cidades, como, obras de retenção e amortecimentos de escoamentos, superfícies e valas de infiltração, reservatórios e lagos de retenção e a preservação de arroios, passaram a ser aplicadas em apoio ou substituição de obras tradicionais, como as de microdrenagem e macrodrenagem, estas ainda projetadas dentro da conjuntura de controle do escoamento superficial direto, com enfoque no aumento da capacidade dos sistemas de drenagem.

Diferente do conceito inicial, de levar toda água circulante nas cidades rapidamente para os esgotos, a *drenagem urbana sustentável* passou a discutir esse novo conceito (SILVEIRA, 2002). Parkinson et al. (2003), defendem que as estratégias da *drenagem urbana sustentável* devem envolver tanto as medidas estruturais, que se constituem de elementos físicos (obras) integrantes da infraestrutura, quanto as ações não estruturais, que incluem as práticas de gerenciamento, educação ambiental e mudanças de comportamento da sociedade. Este novo paradigma introduz técnicas inovadoras da engenharia como a construção de estacionamentos permeáveis e de canais abertos com vegetação a fim de minimizar a velocidade de fluxo, vazões de pico e volumes do escoamento superficial direto. Obras de retenção e amortecimento de escoamentos, como pavimentos permeáveis, superfícies e valas de infiltração, reservatórios e lagos de detenção e a preservação dos arroios naturais passaram a fazer parte do vocabulário da drenagem urbana moderna.

Atualmente tendências modernas do controle das águas pluviais urbanas já estão sendo aplicadas e dão ênfase para o armazenamento da água através de estruturas de detenção e retenção (FCTH, 1999 apud MENDONÇA, 2009).

### **3.3 DRENAGEM URBANA NO BRASIL**

No fim do século XIX, em decorrência da atuação do engenheiro fluminense Francisco Saturnino Rodrigues de Brito (Campos, 1864; Pelotas, 1929), formado pela Escola Politécnica do Rio de Janeiro, o Brasil vê surgir nas cidades brasileiras, no lugar de sistemas unitários, pelo qual se definia o conceito higienista, as redes de drenagem pluvial separadas dos esgotos domésticos. No seu livro, Saneamento de Santos (1898), Saturnino de Brito apresenta argumentos sólidos em favor do



sistema separador absoluto (redes de condutos separados para esgotos pluviais e cloacais) contra o sistema dominante da época que era o unitário.

Em 2000, já se registrava cerca de 82% dos municípios brasileiros com redes subterrâneas tinham sistemas separadores (Pesquisa, 2000). A intensidade das chuvas tropicais não favorecia os sistemas unitários. Entretanto, muitas cidades ou muitos bairros de cidades acabaram adotando um arremedo de sistema unitário, destinando efluentes de fossas sépticas para a rede pluvial.

Tucci (1997) afirma que as ações públicas atuais em drenagem urbana, em muitas cidades brasileiras, ainda estão indevidamente direcionadas para medidas estruturais (obras de engenharia) de maneira pontual, e que os elementos e canalizações dos sistemas de drenagem têm sido extensamente usados, transferindo, regra geral, a enchente de um ponto a outro da bacia, sem a análise dos efeitos ocasionados a jusante ou mesmo dos reais benefícios trazidos pelas obras. Como destaca Botelho (1998), os sistemas de drenagem pluvial ainda são dimensionados com base na máxima “pegar e largar depressa”, ou seja, recolher as águas da chuva e conduzi-las rapidamente para jusante. Em uma visão simplista, o problema seria apenas de calcular vazões e dimensionar os condutos e galerias para transportá-las.

Os sistemas de drenagem urbana no Brasil, segundo Souza (2013), sempre se basearam na busca do sistema hidraulicamente mais eficiente. Focado em uma visão higienista, a noção do saneamento (no sentido de tornar o ambiente são) representa a necessidade de “sempre drenar”, criando estruturas de micro e macrodrenagem para conduzir a água para fora das cidades. Esta abordagem resulta no próprio *conceito* de sistema de drenagem urbana adotado no Brasil, presente na maioria dos manuais de drenagem urbana, como o que diz: *conjunto de elementos destinados a recolher as águas pluviais precipitadas sobre uma determinada região e que escorrem sobre sua superfície, conduzindo-as a um destino final.*

Ainda segundo Souza (2013), o resultado dessa abordagem foi um descolamento entre o planejamento das cidades brasileiras e o desenvolvimento (sustentável) dos sistemas de drenagem. Salvo raras exceções, as cidades ignoraram os cursos d'água na ocupação do espaço urbano, ocupando áreas de várzeas naturalmente alagadiças, deixando para a técnica de drenagem

convencional resolver (hidraulicamente) os problemas de alagamentos e inundações urbanas.

A nova perspectiva da sustentabilidade associada à drenagem urbana introduziu uma nova forma de direcionamento das ações, baseada no reconhecimento da complexidade das relações entre os ecossistemas naturais, o sistema urbano artificial e a sociedade. Esta postura exigiu que a drenagem e controle de cheias em áreas urbanas venham a ser reconceitualizadas em termos técnicos e gerenciais.

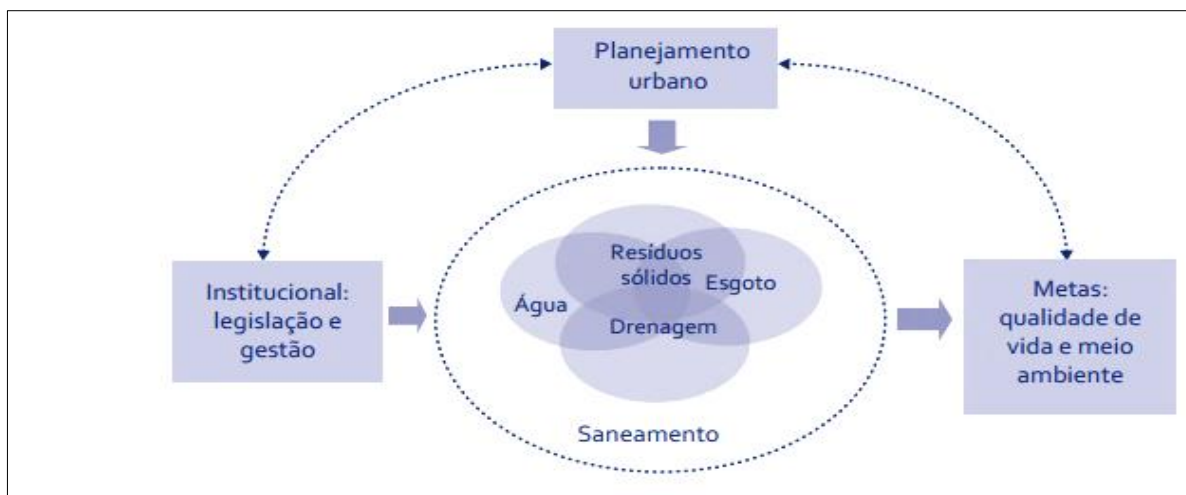
Conforme destaca Silveira (2002), só mais recentemente o Brasil parece querer redirecionar a história da drenagem urbana que já se encontra em andamento nos países desenvolvidos. O principal, neste momento, é a gestão adequada dos impactos do meio urbano sobre o ciclo hidrológico, e isto vai além das obras padrão, envolvendo uma abordagem multidisciplinar, incluindo aspectos técnicos de engenharia, sanitários, ecológicos, legais e econômicos.

### **3.4 GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS URBANAS**

Segundo Tucci (2012), a estrutura da gestão das águas urbanas baseia-se nos seguintes grupos de componentes (Figura 1):

- 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.

**Figura 1 - Concepção estratégica da gestão integrada das águas urbanas**



Fonte: adaptado de Tucci (2009).

O planejamento urbano define os espaços e a densidade de ocupação que se reflete na demanda de água, na produção de esgoto, na geração de resíduos sólidos e impermeabilização do solo que afeta a gestão da drenagem urbana. Portanto, o uso do solo é o agente potencial que pode afetar os serviços se não tiver uma integração com os outros componentes. A gestão institucional envolve legislações e entidades que permitam fornecerem os serviços adequados e atingir as metas. Todos os componentes da estrutura de gestão (Figura 1), que considera inclusive a prestação dos serviços públicos de drenagem urbana, 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, a gestão institucional é essencial para que os serviços busquem as metas finais (TUCCI, 2012).

A gestão da drenagem urbana envolve o manejo do escoamento no tempo e no espaço, visando a minimizar danos à sociedade e ao ambiente. A visão moderna da gestão desenvolve a integração dos recursos hídricos na bacia hidrográfica e das águas urbanas (incluída a drenagem urbana).

### 3.4.1 CONCEITOS E FINALIDADES DA DRENAGEM URBANA

Segundo a Lei Federal 11.445/2007, a drenagem urbana é um serviço público que deve considerar os princípios da universalização do acesso e a integração com os demais serviços do saneamento básico que são o abastecimento de água potável, o esgotamento sanitário e o manejo dos resíduos sólidos (BRASIL, 2007).

Cada um desses sistemas tem característica própria e deve ser tratado dentro de tecnologias atualizadas compatíveis com o grau de desenvolvimento do município. Independentemente do estágio socioeconômico. O zelo e cuidados pela boa funcionalidade desses sistemas indicam o estágio cultural, organizacional e de desenvolvimento de seus habitantes (RIGHETTO, 2009).

No contexto deste estudo, vale destacar alguns conceitos de drenagem urbana, como o que preconiza a Lei Federal Nº. 11445/07, no seu Art. 3º, I que considera drenagem e manejo das águas pluviais urbanas como: um “conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas”(BRASIL, 2007).

O sistema de drenagem urbana, segundo Ramos et al. (1999), faz parte do conjunto de melhoramentos públicos existentes em uma área urbana, assim como as redes de água, de esgotos sanitários, de cabos elétricos e telefônicos, além da iluminação pública, pavimentação de ruas, guias e passeios, parques, áreas de lazer, e outros.

Ramos et al. (1999) ressaltam, contudo, que este sistema apresenta suas particularidades e, dentre elas, pode-se destacar que o escoamento das águas pluviais sempre ocorrerá, existindo ou não sistema de drenagem adequado, mas a qualidade desse sistema é que determinará se as consequências para a população serão benéficas ou de grandes prejuízos.

A drenagem urbana não se restringe apenas a aspectos técnicos, compreende todas as medidas que visem a redução do risco e prejuízos provenientes de inundações. As finalidades dos sistemas de drenagem urbana já foram destacadas na obra *Drenagem Urbana: Manual de Projeto* (DAEE/CETESB, 1980), como a seguir:

- Promover a coleta, o escoamento e a disposição de águas de chuva nas cidades;
- Atuar de forma preventiva nas inundações, principalmente nas áreas mais baixas das comunidades sujeitas a alagamentos, ou marginais de cursos naturais de água;
- Reduzir a exposição da população e das propriedades ao risco de inundações;
- Reduzir sistematicamente o nível de danos causados pelas inundações;

- Proteger a qualidade ambiental e o bem-estar social.

Segundo o DAEE/CETESB (1980), entre os benefícios proporcionados pelos sistemas de drenagem, pode-se destacar:

- Desenvolvimento do sistema viário;
- Redução de gastos com manutenção das vias públicas;
- Valorização das propriedades existentes na área beneficiada;
- Escoamento rápido das águas superficiais, facilitando o tráfego por ocasião das precipitações;
- Eliminação da presença de águas estagnadas e lamaçais;
- Recuperação de áreas alagadas ou alagáveis;
- Segurança e conforto para a população habitante ou transeunte pela área de projeto.

Na maioria dos municípios brasileiros a drenagem urbana ainda não é vista com a devida importância dada a falta de planejamento próprio para o setor. A drenagem urbana é de responsabilidade do município e seu gerenciamento se realiza por diferentes secretarias e encontra-se no cenário atual desligado dos outros setores do saneamento, que são o abastecimento de água, esgotos e manejo de resíduos sólidos (CRUZ, 2007).

#### **3.4.1.1 Tipos de sistemas de Drenagem**

Os sistemas de drenagem urbana são compostos de mecanismos que visam promover a coleta, transporte e a disposição das águas pluviais nos centros urbanos. Os sistemas de drenagem podem ser divididos em subsistemas como: na fonte (ou disposição local), microdrenagem e macrodrenagem.

##### **Drenagem na fonte**

A drenagem na fonte (ou de disposição local) conhecido como *Low Impact Development (LID)*, surgiu como uma alternativa para solução dos problemas tendo como principal função o aumento das áreas permeáveis seja para infiltração, percolação e armazenamento temporário das águas pluviais em reservatórios, residenciais ou públicos, com intervenções diretamente no lote, estacionamentos, parques e passeios (TUCCI, 1997), sendo classificados em dois tipos: dispositivos de armazenamento e dispositivos de infiltração.

Silveira (2002) ressalta que a drenagem na fonte, como ilustram as Figuras 2, 3 e 4, fazem parte de uma das medidas de controle, que foi concebida com o intuito de retardar ou reduzir o escoamento pluvial das zonas urbanas. Segundo o autor, essa prática ainda provoca benefícios ambientais, como promover a infiltração da água no solo, gerando recarga do lençol freático, desprovida de contaminantes que ficam retidos no solo através do processo de infiltração.

**Figura 2 - Pavimento permeável (área de estacionamento)**



Fonte: adaptado de Tucci (2004).

**Figura 3 - Passeios com faixas gramadas**



Fonte: adaptado de Tucci (2004)

Figura 4 - Planos de infiltração (área gramada e grelhas para drenagem)



Fonte: adaptado de Tucci, (2004)

### Microdrenagem

A microdrenagem é definida pelo sistema de condutos pluviais ou canais em um loteamento ou de rede primária urbana. Este tipo de sistema de drenagem é projetado para atender a drenagem de precipitações com risco moderado. O seu objetivo é coletar as águas precipitadas e posteriormente transporta-la por meio de galerias até um desaguadouro natural, como galerias, córregos e rios, ou qualquer outro corpo hídrico que seja conveniente.

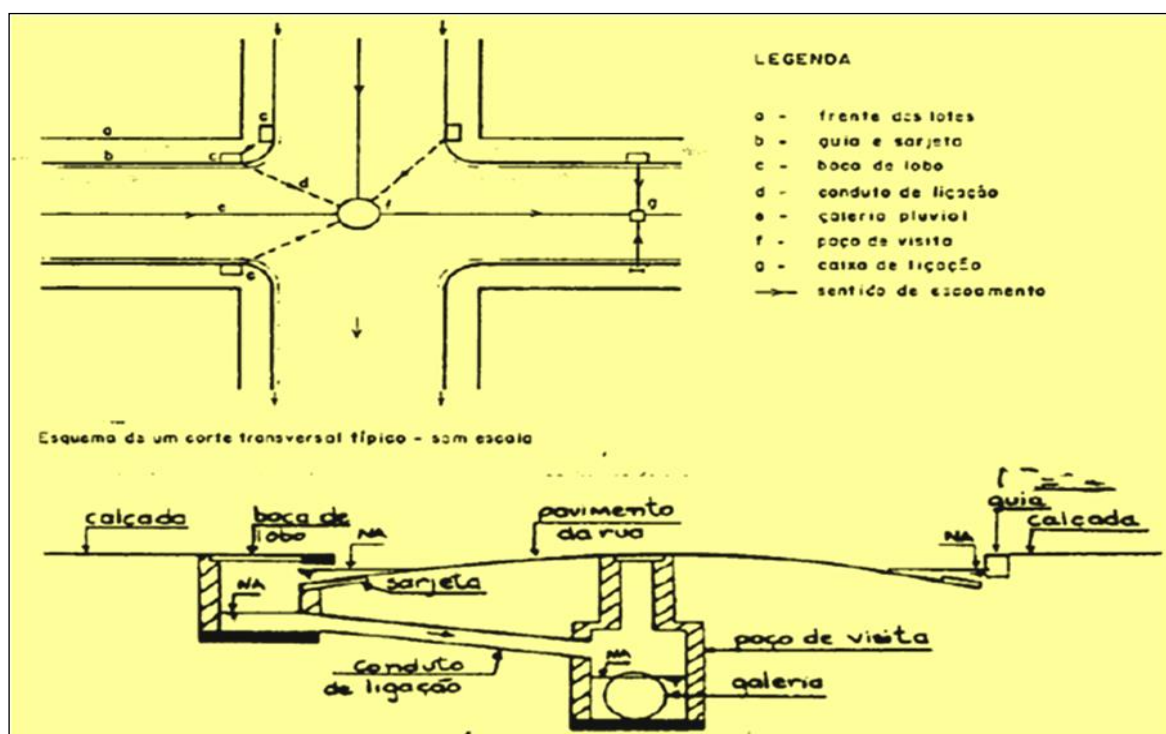
Geralmente, os sistemas de microdrenagem são dimensionados para frequências de descargas de 2, 5 ou 10 anos de Período de Retorno, de acordo com as características da ocupação da área que se quer beneficiar com o projeto (BIDONE e TUCCI, 1995). Estes mesmos autores definem os principais elementos utilizados no dimensionamento da microdrenagem urbana:

- **Sarjeta:** é dada pelo encontro da via pública com o meio-fio, muitas vezes metade da via pública é considerada, para fins de dimensionamento, como parte da sarjeta. Sua principal função é conduzir as águas até uma boca coletora.
- **Condutos (tubo) de ligação:** são canalizações destinadas a conduzir as águas pluviais captadas nas bocas coletoras para os poços de visita ou galerias.

- **Boca coletora (BC):** também conhecida como boca de lobo (BL) é um dispositivo que capta as águas provenientes das sarjetas quando conveniente e conduzem elas para as galerias por meio tubos de ligação.
- **Galeria:** são condutos da rede pública destinados a conduzir as águas pluviais provenientes das bocas de bolo e de ligações privadas, onde sua localização recomendada é sob os passeios.
- **Poço de Visita (PV):** são dispositivos que são utilizados quando é necessário promover uma mudança de direção no traçado das galerias, de diâmetro ou declividade, além de funcionar como acesso às galerias, com a finalidade de promover inspeção e limpeza.

As Figura 55, 6, 7 e 8, apresentam os principais elementos componentes que fazem parte de um sistema convencional de microdrenagem e os principais tipos de bocas de lobos respectivamente.

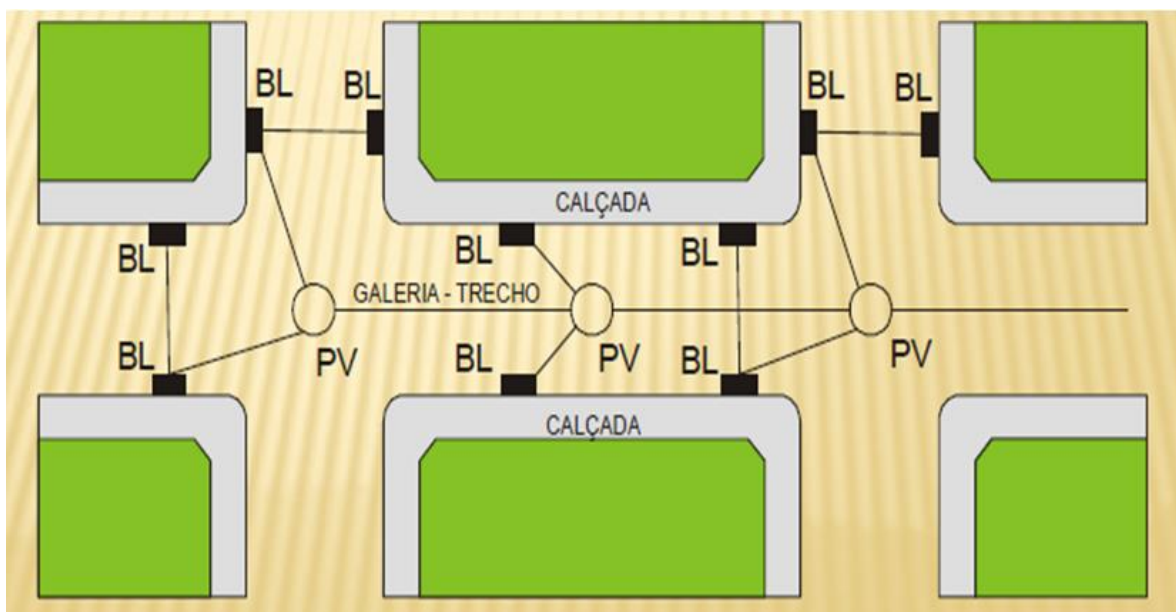
Figura 5 - Microdrenagem (esquema com componentes do sistema)



Fonte: adaptado de Filho, K. Z. et al. (2014)



Figura 6 – Disposição dos elementos da Microdrenagem.



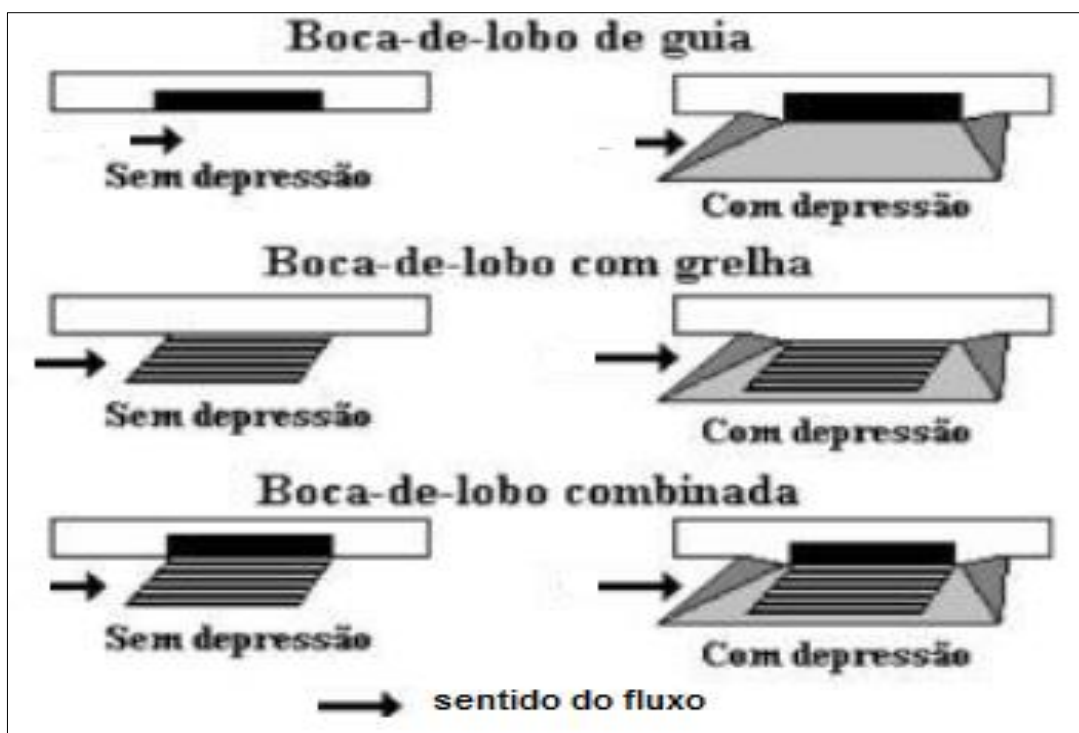
Fonte: adaptado de Filho, K. Z. et al. (2014), BL: Boca de lobo; PV: Poço de visita.

Figura 7 – Elementos de uma rede de Microdrenagem



Fonte: adaptado de Watanabe, R. M. Disponível em <http://www.ebanataw.com.br/drenagem/drenagem.htm>

Figura 8 – Microdrenagem (tipos de bocas-de-lobo)



Fonte: adaptado de CETESB (1986)

### Macro drenagem

Bidone e Tucci (1995) definem macrodrenagem urbana como sistema de escoamento de águas em grande porte, como canais e galerias de grande porte, córregos e rios, e pode ser considerada como um sistema que coleta a contribuição da microdrenagem. Tem por objetivo minimizar riscos e prejuízos decorrentes de frequências de descargas para (Períodos de Retorno) relativamente grandes, como de 25 a 100 anos. A macrodrenagem é fundamental para o bom funcionamento de um plano de desenvolvimento urbano. Regra geral são obras de fundo de vale destinadas a controlar inundações de parcelas significativas da contribuição da bacia hidrográfica e podem ser formados por:

- Galerias de grandes dimensões;
- Canais naturais (córregos, riachos, rios da zona urbana);
- Canais artificiais: são obras destinadas a conduzir a água com superfície livre, abertos ou fechados;
- Estruturas auxiliares para proteção de erosão e assoreamento.

Segundo a SMDU (2012), nas áreas já urbanizadas o mau funcionamento desse sistema é o que traz maiores prejuízos, colocando em risco propriedades e

vidas humanas. Quando o planejamento da macrodrenagem não é eficaz, o escoamento dos picos de vazão se faz por depressões topográficas e pelos canais naturais, favorecendo as inundações.

As Figura 99, 10, 11 e 12, ilustram alguns elementos que fazem parte do sistema de macrodrenagem.

**Figura 9 – Macrodrenagem (Galerias de grande porte)**



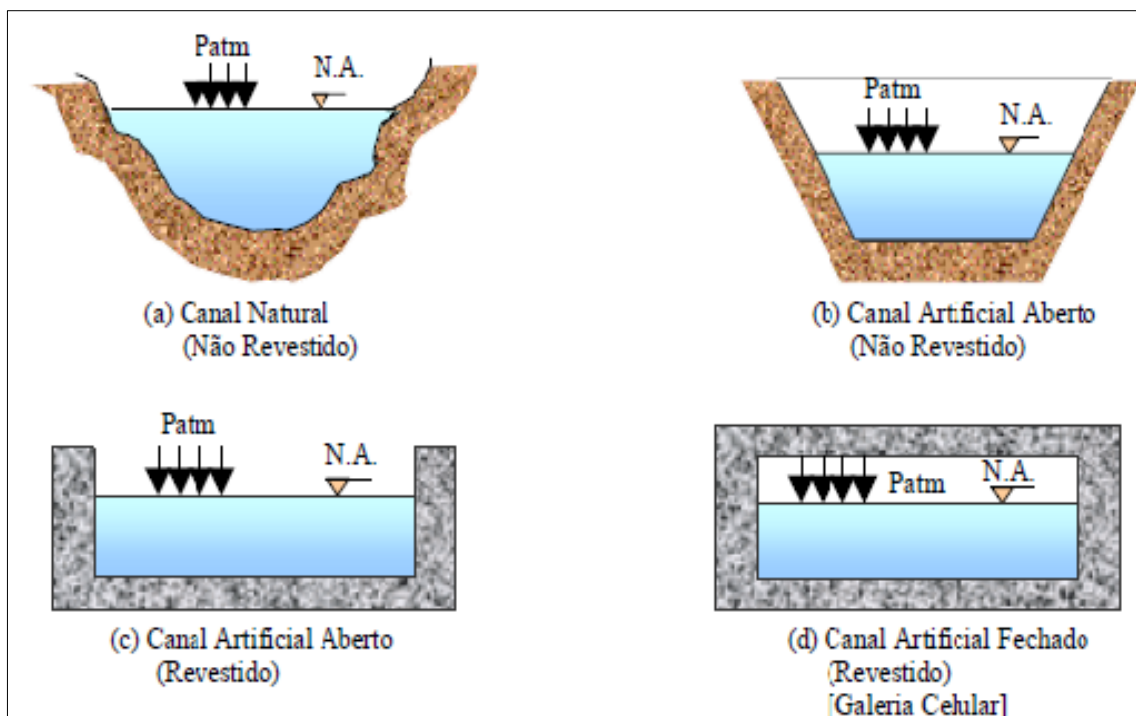
Fonte: adaptado de SMDU (2012)

**Figura 10 – Macrodrenagem (canal natural na macrodrenagem urbana)**



Fonte: <http://noticias.r7.com/rio-de-janeiro/fotos/rios-poluidos-desaguam-na-baia-de-guanabara-semtratamento-20951007-2.html>,. (2016).

Figura 11 – Macro drenagem (tipos de canais de macro drenagem urbana)



Fonte: adaptado de Fendrich, R.; Caron, Malucelli, C. F. Macro drenagem urbana: canais abertos versus canais fechados. INTEC/PUCPR.

Figura 12 – Macro drenagem (rio artificial, canalizado e revestido)



Fonte: <http://oglobo.globo.com/rio/bairros/rios-da-tijuca-terao-monitoramento-contra-enchentes-11427424>. (2016).

### 3.4.2 Normas para projetos de drenagem urbana

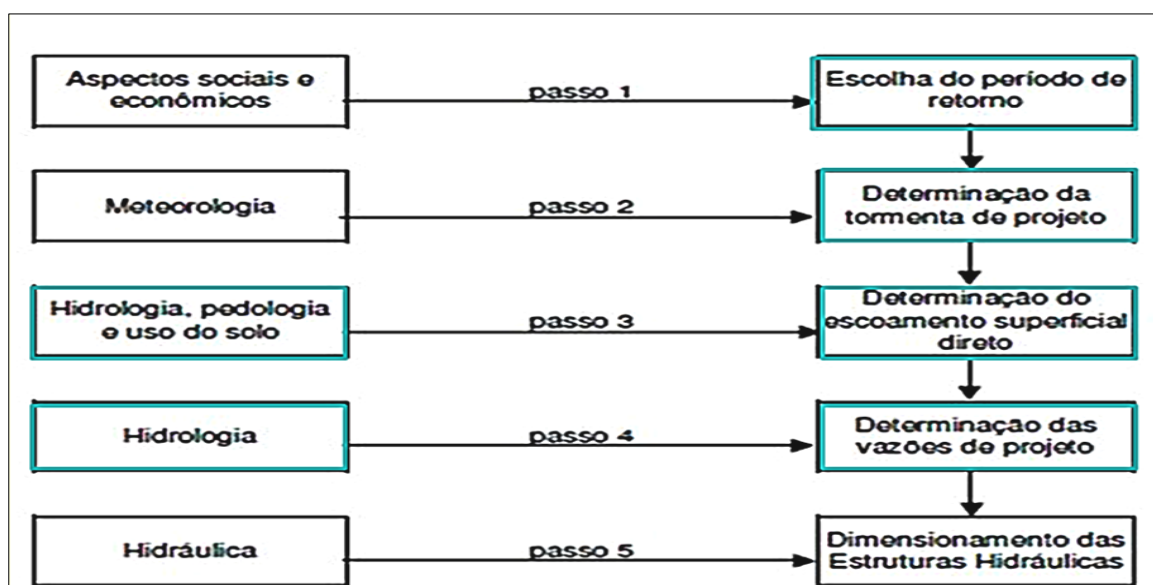
Embora não seja do escopo deste trabalho discorrer sobre métodos e critérios adotados para cálculo de vazões de projeto, volumes do escoamento superficial e outros fatores, todos do domínio consagrado da ciência hidrologia, como discorrer

sobre métodos e critérios para o dimensionamento hidráulico dos diversos elementos que compõem as redes de microdrenagem e macrodrenagem, já do amplo domínio da hidráulica, vale referenciar que uma das grandes dificuldades de se escrever sobre drenagem no Brasil é que, até o momento, não se tem editadas normas técnicas pela ABNT para elaboração de projetos de drenagem.

Em 1986 foi lançado pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) e Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), em São Paulo, o livro ***Drenagem Urbana - Manual de Projeto***, elaborado pela equipe técnica do DAEE. Não é por acaso que este livro, vem sendo usado até hoje, tornou-se um padrão brasileiro para projetos de drenagem.

Porto (1995) indica, no entanto, que as interfaces metodológicas dos estudos e concepção de um projeto de drenagem urbana podem ser representadas na Figura 13. Nesta figura se apresenta os principais passos da metodologia convencional, onde o **passo 1** assume um contexto socioeconômico, com determinações de riscos e grau de proteção que se quer favorecer a partir das obras de drenagem; os passos de 2 a 4 representam, respectivamente, a determinação da chuva de projeto, a determinação da chuva excedente e a determinação do hidrograma de projeto, todos pertencentes ao grupo da Hidrologia Urbana; já o passo 5, na mesma Figura 133 , refere-se à fase de projeto hidráulico das instalações e dispositivos que serão implantados nas redes de drenagem.

Figura 13 - Metodologia convencional para projetos de drenagem



Fonte: Adaptado de Porto (1995)

Concordando com o que já foi anteriormente comentado, vale referir que num recente trabalho feito pelo Ministério das Cidades (MCidades), que tem por título *Diagnóstico do Manejo das Águas Pluviais Urbanas* (2018), ali se afirma que no Brasil não existem normas técnicas de âmbito nacional para projetos de sistemas de drenagem. Como consequência, os critérios variam de município para município. Municípios onde o sistema de gestão é mais avançado possuem manuais técnicos próprios, os quais estabelecem normas a serem seguidas no planejamento, projeto, execução de obras, operação e manutenção da infraestrutura dos sistemas de drenagem de águas pluviais urbanas.

Não existe também no País, segundo o MCidades (2018) uma terminologia padronizada. Um mesmo termo pode ter significados diferentes em regiões diferentes, como por exemplo:

- **Micro e macrodrenagem:** “não existe no meio técnico um consenso sobre onde termina o sistema de microdrenagem e onde começa o sistema de macrodrenagem de uma bacia hidrográfica. Algumas fontes bibliográficas chegam também a incluir nessa classificação os sistemas de "mesodrenagem", intermediários entre a micro e a macrodrenagem”.
- **Córrego, ribeirão, valo, igarapé, arroio, riacho:** são denominações diferentes para pequenos cursos de água utilizados em diferentes regiões do País.
- **Galeria:** em algumas regiões essa palavra se refere aos canais fechados, independentemente da forma da seção transversal, em outras, "galeria" significa canais fechados de seção retangular.
- **Canal:** a rigor, todo conduto que conduz água sob pressão atmosférica (conduto livre) é um canal, seja ele aberto ou fechado. Em algumas regiões a palavra "canal" é utilizada somente para condutos abertos de grandes dimensões.

### 3.5 CICLO HIDROLÓGICO, URBANIZAÇÃO E A DRENAGEM URBANA

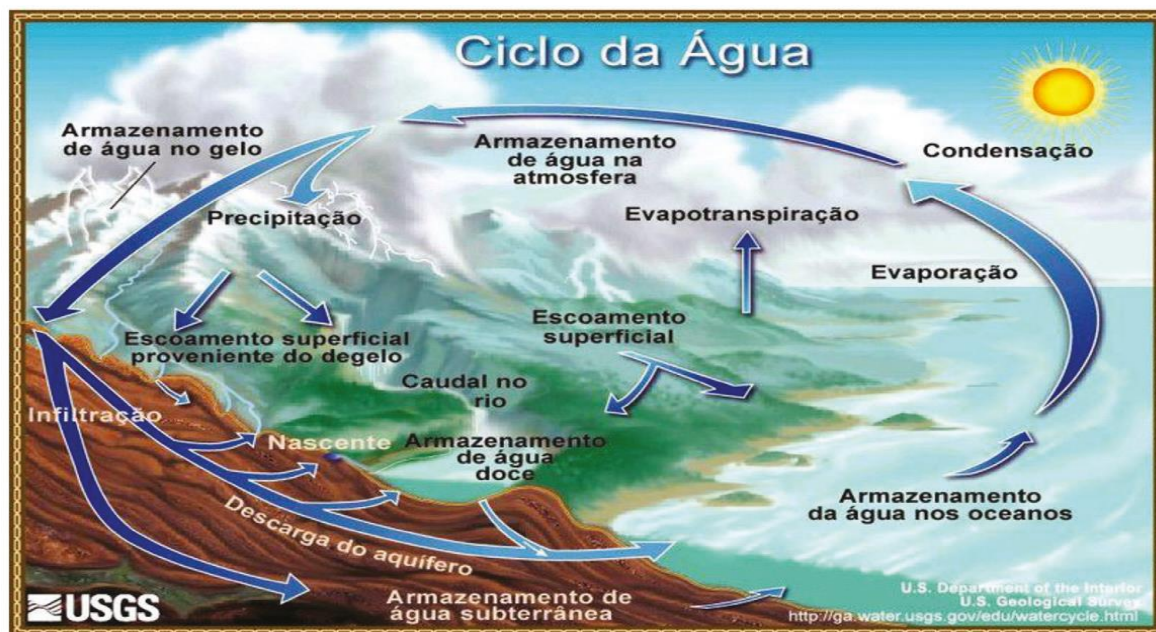
O ciclo hidrológico nas cidades é o componente principal que passou a requerer um novo pensar do saneamento básico que, além do abastecimento de água potável, da coleta, tratamento e disposição dos esgotos e dos resíduos sólidos, envolve também o manejo e a drenagem de águas pluviais no meio urbano.

De acordo com Silveira (2002), o ciclo hidrológico pode ser sintetizado através de cinco processos básicos: precipitação, evapotranspiração, evaporação, escoamento superficial e subterrâneo. A partir dessa visão, pode-se sintetizar que o

ciclo hidrológico é um fenômeno global de circulação de massas de água que podem ser encontradas no estado líquido, sólido ou gasoso.

Segundo Sztibe e Sena (2004) apud Almeida et al. (2017), o ciclo hidrológico é um fenômeno natural que não apresenta um “começo” nem “fim”, sendo o início da descrição do ciclo realizado a partir da evaporação dos oceanos. A Figura 14 ilustra o ciclo hidrológico.

Figura 14 - Ciclo hidrológico da água



Fonte: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Ciclo\\_hidrol%C3%B3gico#/media/File:Ciclo\\_da\\_%C3%A1gua.jpg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Ciclo_hidrol%C3%B3gico#/media/File:Ciclo_da_%C3%A1gua.jpg)> (2016).

A maneira como ocorre o tal fenômeno terrestre é da seguinte forma: caindo sobre um solo com cobertura vegetal, parte do volume precipitado sofre interceptação em folhas e caules, de onde, por ação dos ventos, uma parcela pode ainda atingir o solo. A evaporação depende de fatores climáticos, de características da superfície evaporante e da disponibilidade de água para evaporar.

Já na queda, a chuva sofre evaporação. Ocorre também evaporação de uma parcela da água interceptada. Grande parte da evaporação advém, entretanto, da água presente sobre o solo e dentro dele. Fatores climáticos, como a radiação solar, o período de insolação, a temperatura do ar, a umidade relativa, o perfil de velocidades do vento e a pressão atmosférica, influenciam bastante a evaporação.

A transpiração, que junto com a evaporação compõe a evapotranspiração, depende dos mesmos fatores climáticos da evaporação. A infiltração promove a recarga da umidade do solo, permitindo que parte da precipitação que atinge a

superfície penetre a zona não saturada do solo. A percolação acontece na zona não saturada quando sua umidade, excluídas as parcelas aproveitadas pelos vegetais e as evaporadas pela superfície do solo, se desloca no interior do meio poroso. O escoamento superficial é o excesso não infiltrado da precipitação que surge sobre o solo pela ação da gravidade, na direção das cotas mais baixas, vencendo principalmente o atrito com a superfície do solo.

### **3.5.1 Bacia hidrográfica**

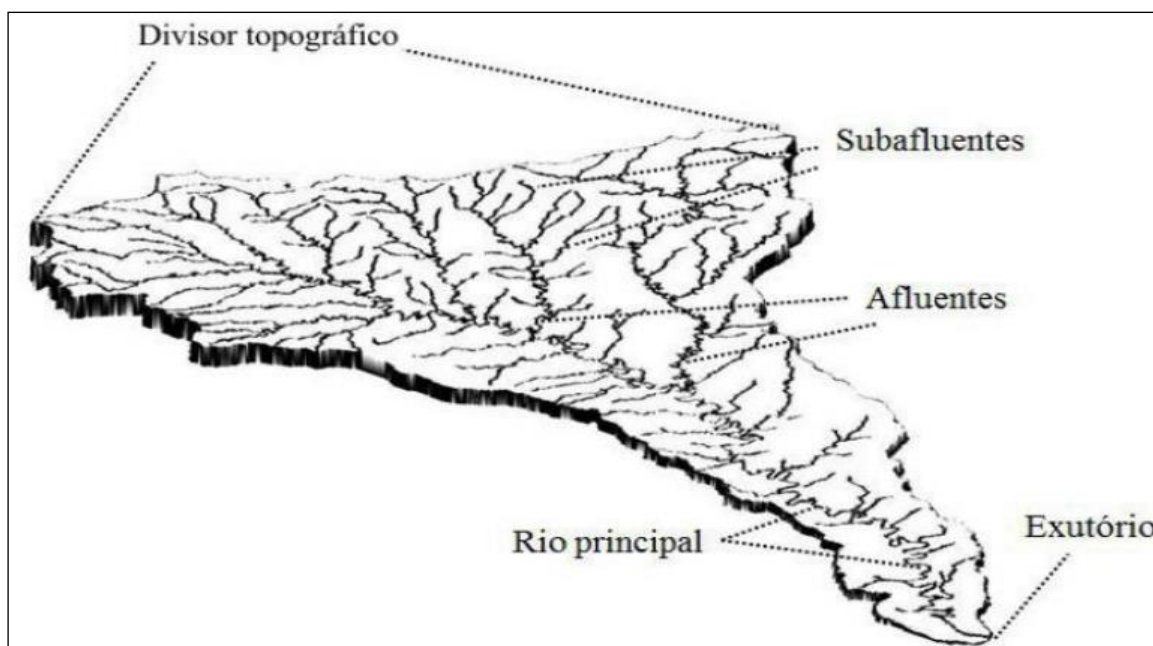
Segundo Sampaio (1972), “a bacia contribuinte de um curso de água ou bacia de drenagem é a área receptora da precipitação que alimenta parte ou todo o escoamento do curso de água e de seus efluentes”. De acordo com Martins (1975) a “bacia hidrográfica ou bacia de contribuição de uma seção de um curso d’água é a área geográfica coletora de água de chuva que, escoando pela superfície do solo atinge a seção considerada”, como demonstra a Figura 15.

A Lei Federal No. 9433, de 08/01/1997, conhecida como a Lei das Águas do Brasil, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), apresenta a bacia hidrográfica com a unidade territorial de implementação da PNRH (BRASIL, 1997). Uma bacia de drenagem pode ser definida como uma extensão de terra na qual a água superficial converge para um único ponto, localizado no nível mais baixo, conhecido como exutório e limitado por uma barreira geográfica, como montanhas que funcionam como divisores de águas (TUCCI, 2013; BARRELLA, 2000).

Segundo Porto e Porto (2008), 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. Segundo Vittala et al., (2008) a abordagem integrada desempenha um papel importante para o desenvolvimento sustentável e gestão de bacias hidrográficas.



Figura 15 - Principais componentes de uma bacia hidrográfica



Fonte: Adaptado de Bernardi et al (2012)

### 3.5.2 Urbanização e o desequilíbrio do ciclo hidrológico

A ocupação das bacias hidrográficas (rurais ou urbanas), seja ela ordenada ou desordenada, causa desequilíbrios no seu espaço através da impermeabilização do solo, alteração do fluxo e do balanço hídrico das águas, alterando assim o ambiente natural, podendo originar extravasamentos da calha, originando enchentes e inundações ribeirinhas. De acordo com Tucci (2012), cada vez mais, a concentração da sociedade urbana, em espaços reduzidos, vem ocorrendo de forma intensificada gerando assim, um aumento da competição pelos recursos naturais.

Conforme Almeida et al. (2017), vale diferenciar: (i) a **inundação** representa o transbordamento das águas de um curso d'água, atingindo a planície de inundação ou área de várzea; (ii) as **enchentes** (ou **cheias**), são definidas pela elevação do nível d'água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem extravasar; (iii) o **alagamento**, por sua vez, é um acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem (microdrenagem), (iv) enquanto a **enxurrada** é o escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associada a áreas de domínio dos processos fluviais, como ilustrado na **Erro! Fonte d e referência não encontrada.6**.

Figura 16 - Diferença entre inundação, enchente e alagamento

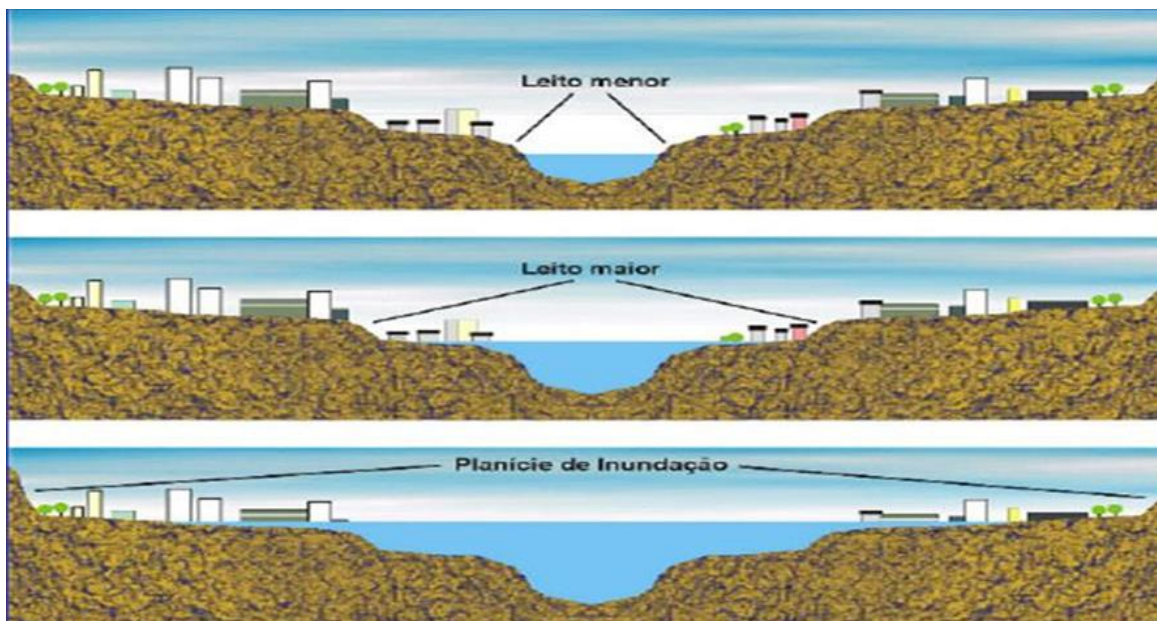


Fonte: adaptado de Almeida, et al. (2017)

Tucci (1993) define que as enchentes intramuros são geradas dentro da própria cidade e podem causar alagamentos. Em Tucci (2002) encontramos as seguintes definições:

- **Inundações de áreas ribeirinhas:** os rios geralmente possuem dois leitos, o leito menor onde a água escoar na maioria do tempo e o leito maior, que é inundado com risco geralmente entre 1,5 e 2 anos, como mostra a Figura 177. O impacto devido a inundação ocorre quando a população ocupa o leito maior do rio, ficando sujeita a inundações;
- **Inundações devido à urbanização:** as enchentes aumentam a sua frequência e magnitude devido a impermeabilização ocupação do solo e a construção da rede de condutos pluviais. O desenvolvimento urbano pode também produzir obstruções ao escoamento, como aterros e pontes, drenagens inadequadas e obstruções ao escoamento junto a condutos e assoreamento.

**Figura 17 - Urbanização com ocupação de áreas ribeirinhas**



Fonte: adaptado de Tucci (2002).

Com respeito às inundações ribeirinhas, baseado em Tucci (2002), pode-se apontar o seguinte:

- Na quase totalidade das cidades brasileiras, mesmo as com Plano Diretor, não existe nenhuma restrição quanto ao loteamento de áreas de risco de inundação, e uma sequência de anos sem enchentes é razão suficiente para que empresários loteiem áreas inadequadas;
- A população de baixa renda invade com facilidade áreas ribeirinhas que pertencem ao poder público;
- Áreas de médio risco, que são atingidas com frequência menor, sofrem prejuízos significativos quando as enchentes as atingem.

Desta forma, os principais impactos sobre a população são (Tucci, 2002):  
prejuízos de perdas materiais e humanas;

- ✓ Interrupção da atividade econômica das áreas inundadas;
- ✓ Contaminação por doenças de veiculação hídrica como leptospirose, cólera, entre outras;
- ✓ Contaminação da água pela inundação de depósitos de material tóxico, de estações de tratamentos entre outros.

### 3.5.3 Urbanização e impactos no ciclo hidrológico

De acordo com dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD (2015) a maior parte da população brasileira, 84,72%, vive em áreas urbanas, enquanto apenas 15,28% dos brasileiros vivem em áreas rurais. O crescimento da população urbana tem sido acelerado nas últimas décadas no Brasil (TUCCI, 2002). Muitas dessas aglomerações ocupam espaços que não possuem uma infraestrutura adequada e sustentável para manter um ambiente habitável de forma segura e que garanta a sadia qualidade de vida da população.

No processo de urbanização de uma cidade podem ocorrer diversos estágios de adequação do meio ambiente, embora muitas vezes impactantes.

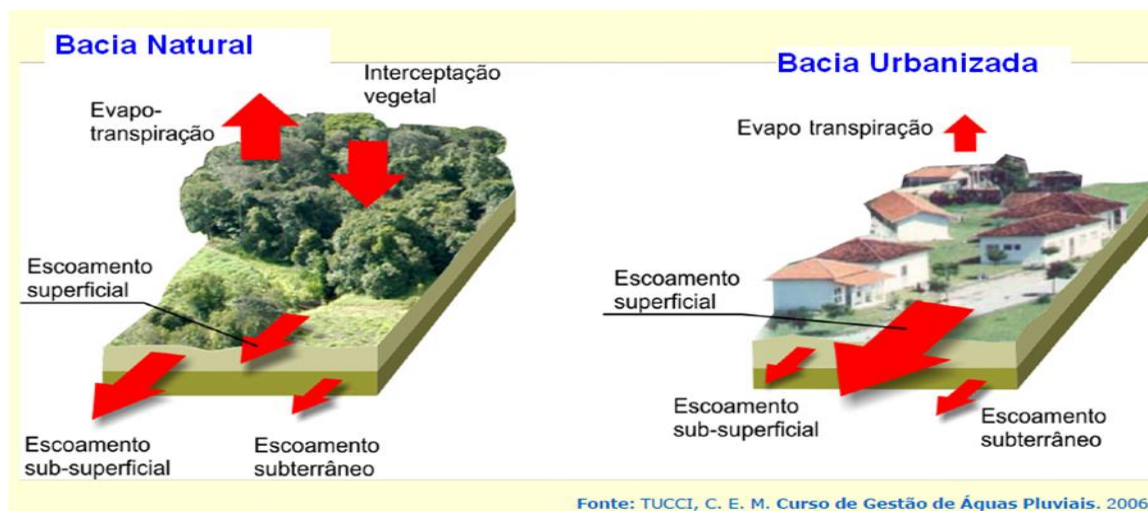
Segundo Villanueva et al. (2011), o processo de urbanização altera significativamente os processos de escoamento natural da bacia hidrográfica, com o aumento do volume das águas pluviais escoadas superficialmente, incremento das vazões de pico dos corpos d'água, degradação da qualidade da água, geração de sedimentos, entre outros, acabando por alterar os padrões de uso e ocupação do solo, modificando a qualidade do ambiente.

De acordo com Silveira (2002), a atividade que mais gera impactos ambientais, principalmente para o solo, é a urbanização. a urbanização ocupa um espaço natural provocando impermeabilização do solo, alteração do fluxo e balanço hídrico das águas urbanas, perturbando também o funcionamento das zonas ribeirinhas.

Embora seja geralmente um sinônimo de prosperidade, o crescimento e desenvolvimento de áreas urbanas, conforme citado por Villanueva et al. (2011), são seguidos por inevitáveis impactos ao meio ambiente no qual se inserem. Entre os impactos resultantes do desenvolvimento urbano, os problemas associados com o escoamento das águas pluviais podem ser encontrados na lista dos mais preocupantes.

Figura 188, ilustra a diferença nas componentes do ciclo hidrológico, quando se compara uma bacia natural em relação à uma bacia urbanizada.

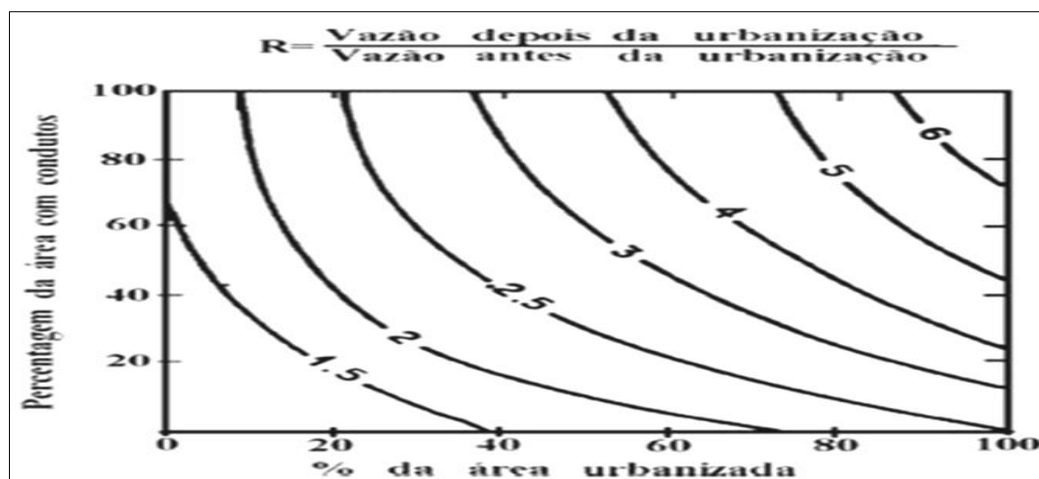
Figura 18 - Impactos da urbanização nas componentes do ciclo hidrológico



Fonte: adaptado de Tucci (2006).

Conforme Tucci (1977, 2007), podem ser observados com o aumento da urbanização o aumento das vazões máximas (vazões de pico) em até 6 a 7 vezes, como mostra a Figura 198, quando comparadas com as vazões antes da urbanização.

Figura 19 - Relação área urbanizada e área com condutos



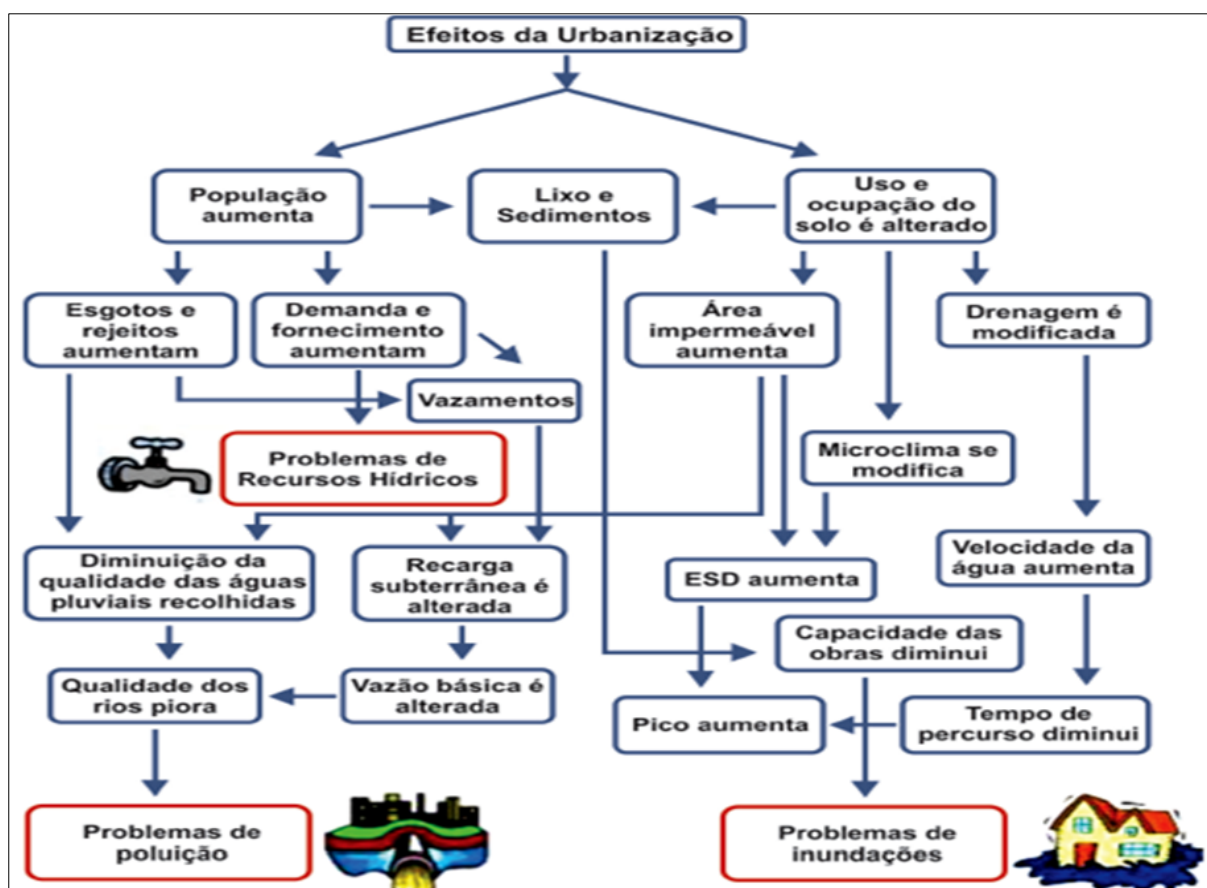
Fonte: Leopold, 1968 apud Tucci (1997).

Como já se disse, a urbanização altera significativamente os processos de escoamento natural da bacia hidrográfica. Segundo Silveira (2002), um dos grandes problemas das águas urbanas ocorridos em países em desenvolvimento é a deficiência de coleta de esgoto cloacal e o seu baixo índice de tratamento. As características do processo de urbanização experimentado no Brasil a partir da década de 1960, com uma expansão não planejada e muito acelerada, sem o

crescimento proporcional dos serviços de infraestrutura urbana, entre os quais os sistemas de drenagem, ocasionaram situações críticas em praticamente todas as regiões do Brasil.

Segundo Braga (1997), os principais problemas de drenagem urbana associada a países em desenvolvimento são: rápida expansão da população que vive em áreas urbanas; nível de conscientização baixo da população a respeito do problema; planos diretores e planos de longo prazo ineficientes; precária utilização de medidas não estruturais; e inadequada utilização dos sistemas de controle de cheias. A Figura 20 resume os principais efeitos da urbanização, como até aqui discutidos.

Figura 20 - Efeitos da urbanização



Fonte: Adaptado do Manual de Drenagem e Manejo da Águas Pluviais. SMDU (2012.)

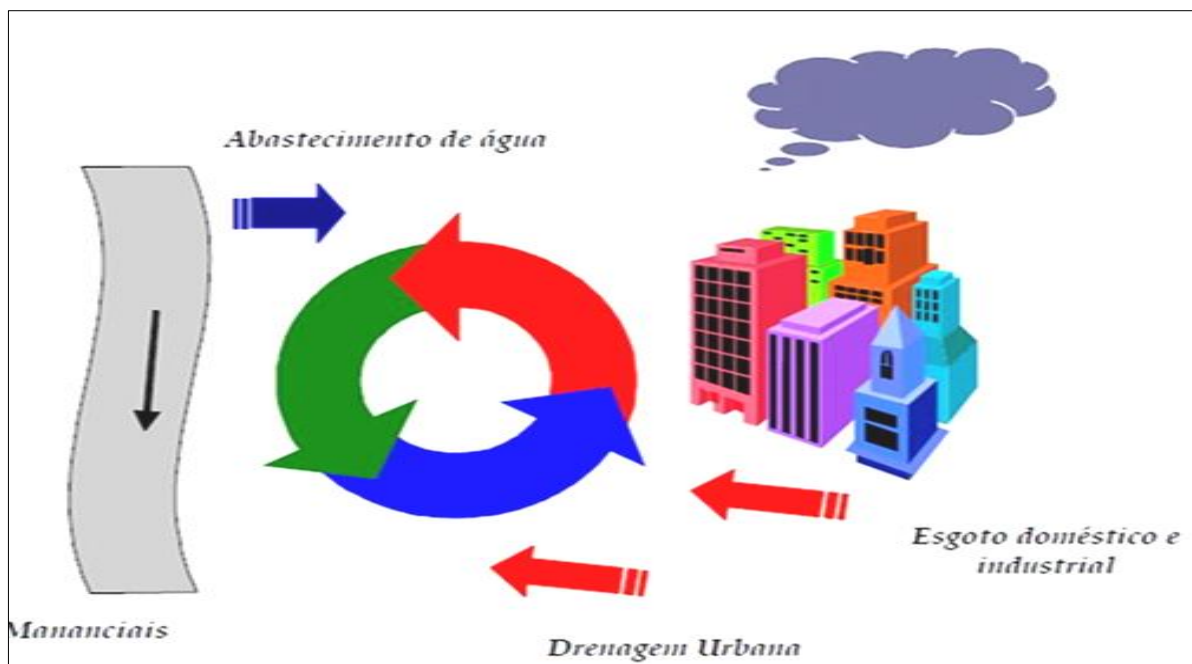
### 3.6 INTERFACES DA DRENAGEM NO AMBIENTE URBANO

No processo de assentamento das populações, o sistema de drenagem urbana se destaca como um dos mais sensíveis dos problemas causados pela urbanização, em razão das dificuldades de esgotamento das águas pluviais ou devido à interferência com outros sistemas de infraestrutura urbana. A falta de um sistema de drenagem urbana apropriada pode trazer transtornos à população, afora as inundações e alagamentos, vez que as águas a serem drenadas podem se misturar a esgotos sanitários e/ou fezes, a resíduos sólidos, podendo contaminar mananciais de abastecimento e favorecer o aparecimento de doenças de veiculação hídrica, como a leptospirose, diarreias, febre tifoide, etc..

Graves são os problemas decorrentes das interfaces da drenagem urbana com os processos de ocupação urbana. O desenvolvimento urbano, segundo Tucci (2006) sempre produz um ciclo de contaminação gerado pelos efluentes da população urbana, como destaca a Figura 21.

Esses processos podem ocorrer em virtude de: **despejo sem tratamento dos esgotos cloacais** nos rios, contaminando os rios que possuem capacidade limitada de diluição; **despejo dos esgotos pluviais, que transportam grande quantidade de poluição orgânica e de metais, que atinge os rios nos períodos chuvosos** (essa é uma das mais importantes fontes de poluições difusa; **contaminação das águas subterrâneas** por despejos industriais e domésticos, através das fossas sépticas, do vazamento dos sistemas de esgoto sanitário e pluvial, e **depósitos de resíduos sólidos urbanos**, que contaminam as águas superficiais e as subterrâneas, funcionando como fonte permanente de contaminação; (v) **ocupação do solo urbano** sem controle do seu impacto sobre o sistema hídrico.

Figura 21 - Ciclo da água ou da sua contaminação no ambiente urbano



Fonte: adaptado de Tucci (2006)

Havendo contaminação das águas de drenagem pluvial ou lançamento de esgotos não tratados nas redes de drenagem e mananciais de abastecimento, com o tempo cidades e comunidades antes bem abastecidas podem ter reduzida a qualidade da sua água, exigindo maior tratamento químico antes de ser fornecida à população. Portanto, mesmo existindo uma boa cobertura do abastecimento de água ela pode ficar comprometida no futuro se medidas de controle do ciclo de contaminação não forem tomadas.

### 3.6.1 Coleta e tratamento de esgotos cloacais

É sabido que o esgoto quando lançado no meio ambiente sem qualquer tipo de tratamento, ou o uso de fossas sépticas, sem a devida manutenção, se torna um agravante para as águas urbanas, quando essas grandes cargas poluidoras são lançadas *in natura* nos mananciais. Sendo que só é possível reverter essa situação quando ocorre a coleta e o tratamento adequado desse esgoto. Diante desse contexto, as redes pluviais acabam sendo os únicos meios de condução desses esgotos contribuindo assim para a deterioração da qualidade de córregos e rios da macrodrenagem.

A gestão dos serviços de esgotamento sanitário urbano afeta, diretamente, o gerenciamento da drenagem urbana, na medida em que, em várias cidades



brasileiras, grande parte do esgoto sanitário é transportada, diretamente ou de forma clandestina, pelo sistema de drenagem urbana.

No Brasil é adotado o sistema separador de esgotamento (esgotos sanitários e águas pluviais em condutos diferentes), mas se observa na prática que são inúmeros os sistemas unitários, além de ser generalizada no País a ocorrência das denominadas ligações clandestinas de esgotos lançados nos sistemas de drenagem urbana, ou por vezes águas pluviais lançadas nas redes coletoras de esgoto.

Tucci (2002) diagnostica que o desenvolvimento das cidades tem sido realizado com baixa cobertura de redes de coleta de esgoto, além da quase total falta de tratamento de esgoto. Inicialmente, quando a cidade tem pequena densidade, é geralmente utilizada a fossa séptica para disposição do esgoto.

À medida que a cidade cresce e o poder público não investe no sistema, a saída do esgoto das propriedades são ligadas à rede de esgotamento pluvial sem nenhum tratamento. Este escoamento converge para os rios urbanos e o sistema fluvial de jusante, gerando os conhecidos impactos na qualidade da água. Nos últimos anos, as empresas de saneamento têm investido em redes de coleta de esgoto e estações de tratamento, mas a parcela do volume gerado pelas cidades que efetivamente é tratado antes de chegar ao rio é ainda muito pequena.

### **3.6.2 Resíduos sólidos na drenagem pluvial urbana**

Os dois tipos principais de resíduos são os sedimentos gerados pela erosão do solo em decorrência do efeito da precipitação e do sistema de escoamento; e os resíduos produzidos pela população. A soma desses dois componentes é chamada de “sólidos totais” ou “resíduos sólidos” (TUCCI, 2006).

Segundo Righeto (2009), os sistemas de drenagem podem transportar resíduos para cursos d'água durante chuvas intensas ou em períodos de estiagem. Tipicamente, quanto maior a vazão superficial e a frequência das chuvas intensas, mais significativo será o transporte de lixo pelo sistema de drenagem das bacias urbanas. Esses resíduos podem ser originados por fontes diversas, sendo as mais comuns:

➤ **Pedestres:** pedestres são considerados fontes crônicas de resíduos em bacias urbanas. Por não terem boa vontade para dispor adequadamente o lixo ou por ausência de lixeiras, eles são a fonte mais significativa dos resíduos aportados aos

cursos d'água. Os pontos mais significativos de resíduos gerados por pedestres são: locais de circulação intensa dos mesmos (praças), pontos de transição (paradas de ônibus, estações de trem, entradas de prédios públicos etc.) e espaços de eventos especiais (concertos, eventos esportivos e feiras);

➤ **Veículos:** Motoristas e passageiros também descartam resíduos dos veículos nas ruas, estradas e estacionamentos. Assim, de maneira análoga aos pedestres, os veículos são considerados uma fonte crônica de resíduos.

➤ **Uso inadequado de contêineres e de lixeiras:** Recipientes coletores de resíduos podem constituir-se em fontes de resíduos se não forem operados adequadamente. Recipientes demasiadamente cheios ou não cobertos podem liberar resíduos ao ambiente, com conseqüente transporte para sistemas de drenagem pluvial, córregos e outros corpos de água. Também o armazenamento, a operação, a coleta e o transporte de resíduos orgânicos ou de coleta seletiva, se realizados de forma inadequada, podem permitir uma indesejável liberação de resíduos.

➤ **Despejos clandestinos:** O despejo ilegal de resíduos pode ocorrer em terra ou diretamente em cursos d'água. Geralmente, os depósitos ilegais atraem mais despejos. Este tipo de fonte inclui lixo jogado ou descartado por acampamentos ilegais em áreas ribeirinhas ou mesmo dentro de cursos d'água. O despejo clandestino geralmente é esporádico, consistindo, usualmente, de grandes itens, tais como móveis, aparelhos, utensílios domésticos e pneus.

O aumento significativo do aporte de lixo nos mananciais, geralmente, se origina de locais onde existe uma carência de infraestrutura de coleta e tratamento adequado desses resíduos. Isso se deve, pela falta de abrangência desses serviços culminando assim no descarte desses resíduos em terrenos baldios ou em vias públicas. Conseqüentemente os sistemas de bocas de lobo, condutos pluviais e corpos hídricos são obstruídos, causando alagamentos, e retenções de lixo de forma indesejada.

Ainda segundo Tucci (2006), a produção de lixo no desenvolvimento urbano passa a ser significativa em estágios intermediários e finais. No estágio final praticamente todas as superfícies urbanas estão consolidadas e apenas resulta a produção de lixo urbano, como parcela significativa de resíduo sólido, com a parcela de sedimentos reduzida a áreas de construção ou sem cobertura consolidada.

Assim, neste estágio final, os sólidos totais que chegam à drenagem são devido à frequência e cobertura da coleta de lixo, frequência da limpeza das ruas, forma de disposição do lixo pela população e frequência da precipitação. A produção de lixo coletada no Brasil é da ordem de 0,5 a 0,8 kg/pessoa/dia, mas não existem informações sobre a quantidade de lixo que fica retida na drenagem. Mesmo a nível internacional as informações são reduzidas. Em San José, Califórnia o lixo que chega na drenagem foi estimado em 2 kg/pessoa/ano. Após a limpeza das ruas resultam quase 1 kg/pessoa/ano na rede.

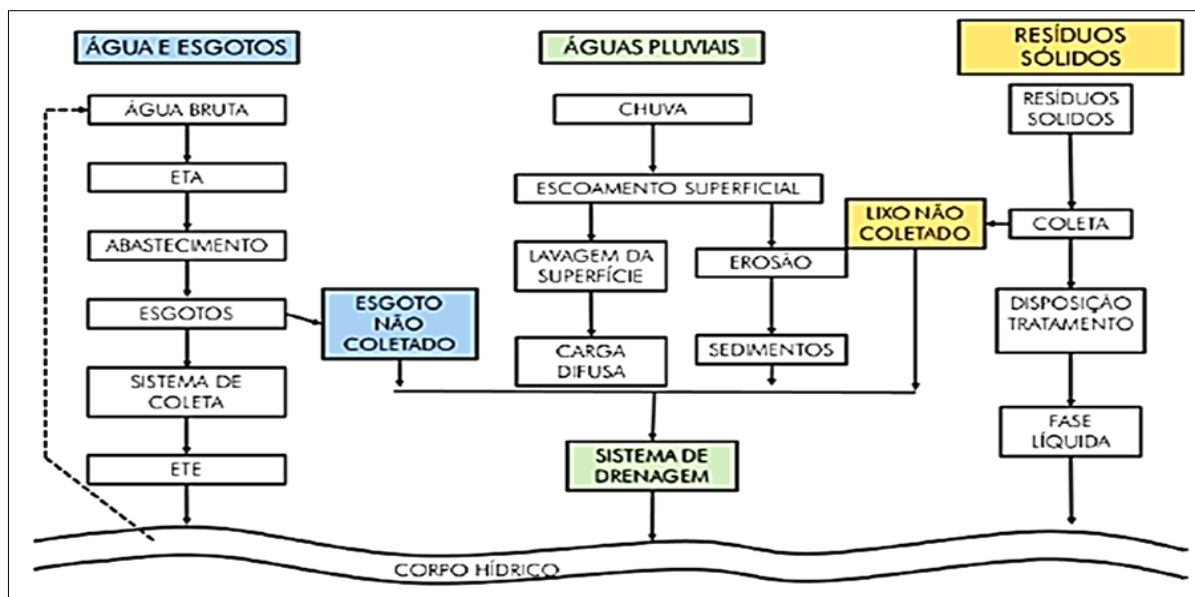
### **3.6.2.1 Limpeza das ruas**

A limpeza das ruas, varrição, lavagem e remoção de entulhos, têm reflexo direto na eficiência da drenagem urbana. A presença de lixo e sedimentos em áreas públicas por deficiências de limpeza urbana afetam quali-quantitativamente a drenagem urbana. Pode provocar obstrução e entupimento de condutos e sarjetas, assoreamento de reservatórios de detenção, canais, galerias e arroios. O prejuízo principal esperado é a ineficiência das obras de drenagem e o aparecimento de alagamentos pontuais.

Ao final, como consequências da falta ou ineficiência na limpeza das ruas, seja na varrição, coleta do lixo, lavagem e remoção de entulhos, vem por exemplo a obstrução e/ou o assoreamento dos sistemas de drenagem pluvial, sejam artificiais (sarjetas, bocas de lobo, galerias e canais) e /ou naturais (riachos e rios urbanos) que recebem o lançamento do escoamento superficial coletado e transportado pelas redes de drenagem, além da contaminação desses corpos hídricos.

Resumindo o que se abordou nos itens 3.6.2. e 3.6.2.1, a Figura 22 representa o fluxo dos esgotos e resíduos sólidos não coletados para um sistema de drenagem urbana.

Figura 22 - Representação do fluxo dos esgotos e resíduos sólidos não coletados.



Fonte: adaptado de Brasil – Ministério das Cidades / SNIS. Diagnóstico do Manejo das Águas Pluviais Urbanas. (2018)

### 3.7 ASPECTOS DA QUALIDADE DA ÁGUA PLUVIAL

Em termos de qualidade da água, a deficiência de limpeza urbana favorece a distribuição difusa de poluentes agregados a finos e sedimentos, incluindo poluentes químicos e orgânicos da vida urbana (tráfego, por exemplo). Também a falta de limpeza favorece a poluição orgânica de dejetos domésticos e esgotos cloacais sem coleta, assim como de dejetos animais. Qualquer acúmulo de lixo, sedimentos e matéria orgânica nas ruas propicia a proliferação de muitos vetores de doenças. Os primeiros 25 mm de escoamento superficial geralmente transportam grande parte da carga poluente de origem pluvial (SCHUELLER, 1987).

A quantidade de material suspenso na drenagem pluvial apresenta uma carga muito alta em virtude das vazões envolvidas. Esse volume é mais significativo no início das enchentes. Uma das formas de avaliar a qualidade da água urbana é através de parâmetros que caracterizam a poluição orgânica e a quantidade de metais.

Há algum tempo já se observa que a urbanização concorre para poluição dos corpos d'água, devido aos esgotos domésticos não tratados e despejos industriais. Ligações clandestinas de esgotos, efluentes de fossas sépticas, vazamentos de tanques enterrados de combustível, restos de óleo lubrificante, tintas, solventes e outros produtos tóxicos despejados em sarjetas, bocas de lobo, galerias e canais

também contribuem para o aumento das cargas poluidoras transportadas pelas redes de drenagem urbana.

No Quadro 1, são apresentados alguns valores de concentração encontrados na da literatura, onde se observa que a concentração média dos eventos não se altera em decorrência do volume do evento, sendo característico de cada área drenada (Schueller, 1987, apud Tucci, 2006).

**Quadro 1 - Valores médios de parâmetros de qualidade de águas pluviais (mg/l)**

Parâmetro	Durham <sup>1</sup>	Cincinnati <sup>2</sup>	Tulsa <sup>3</sup>	P. Alegre <sup>4</sup>	APWA <sup>5</sup>	
					Mín.	Máx.
DBO		19	11,8	31,8	1	700
Sólidos totais	1.440		545	1.523	450	14.600
PH		7,5	7,4	7,2		
Coliformes (NMP/100 ml)	23.000		18.000	1,5x10 <sup>7</sup>	55	11,2x10 <sup>7</sup>
Ferro	12			30,3		
Chumbo	0,46			0,19		
Amônia		0,4		1,0		

**Fonte: adaptado de Tucci (2006).**

Mais recentemente, percebeu-se que parte dessa poluição gerada em áreas urbanas tem origem no escoamento superficial sobre áreas impermeáveis, áreas em fase de construção, depósitos de lixo ou de resíduos industriais e outros. O escoamento superficial da água nesses locais carrega o material solto ou solúvel que encontra até os corpos d'água levando, portanto, cargas poluidoras bastante significativas. A poluição gerada pelo escoamento superficial da água em zonas urbanas é dita de origem difusa, uma vez que provém de atividades que depositam poluentes de forma esparsa sobre a área de contribuição da bacia hidrográfica.

A origem da poluição difusa é bastante diversificada e contribui com a abrasão e o desgaste dos pavimentos pelos veículos, lixo acumulado nas ruas e calçadas, resíduos orgânicos de pássaros e animais domésticos, atividades de construção, resíduos de combustível, óleos e graxas deixados por veículos, poluentes do ar etc. Os principais poluentes que são assim carregados são sedimentos, matéria orgânica, bactérias, metais como cobre, zinco, manganês, ferro e chumbo, hidrocarbonetos provenientes do petróleo, tóxicos, como os pesticidas, e os poluentes do ar que se depositam sobre as superfícies.

Por estas maneiras, as redes de drenagem urbana passam a ser responsáveis pela veiculação dessas cargas e sabe-se hoje que se constituem em importantes fontes de degradação de rios, lagos e estuários. Eventos de precipitação podem elevar as concentrações de metais tóxicos no corpo receptor, até níveis agudos (ELLIS, 1986, citado no *Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais: aspectos tecnológicos; fundamentos*. Vol. II, pag. 135, São Paulo: SMDU, 2012).

### 3.8 POLÍTICAS PÚBLICAS VINCULADAS À DRENAGEM URBANA

As políticas públicas no Brasil ganharam maior visibilidade com a adoção de vertentes econômicas e sociais, a partir da inserção de políticas restritivas de gastos, com novas visões de restrições da intervenção do Estado na economia e nas políticas socioambientais (SOUZA, 2006).

Este mesmo autor apresenta um breve relato de definições de políticas públicas, as quais apresentam sem direcionar para a melhor, ou a mais possível, e sim como de diferentes perspectivas. São elas,

Mead (1995) a define como “um campo dentro do estudo da política que analisa o governo à luz de grandes questões públicas e Lynn (1980), como “um conjunto de ações do governo que irão produzir efeitos específicos”. Peters (1986) segue o mesmo veio: “política pública é a soma das atividades dos governos, que agem diretamente ou através de delegação, e que influenciam a vida dos cidadãos”. Dye (1984) sintetiza a definição de política pública como “o que o governo escolhe fazer ou não fazer”. A definição mais conhecida continua sendo a de Laswell, ou seja, “decisões e análises sobre política pública implicam responder às seguintes questões: quem ganha o quê, por quê e que diferença faz”.

Ainda sobre o conceito de políticas públicas vale referir que elas podem ser entendidas como o “Estado em ação” (Gobert, Muller, 1987 apud HÖFLING, 2001); é o “*Estado implantando um projeto de governo, através de programas, de ações voltadas para setores específicos da sociedade*”. As políticas públicas podem ser compreendidas como de responsabilidade do Estado quanto à implementação e manutenção a partir de um processo de tomada de decisões, envolvendo órgãos públicos e diferentes organismos e agentes da sociedade relacionados à política implementada. Neste sentido, políticas públicas não podem ser reduzidas a políticas estatais.

Segundo Farah (2001), um aspecto importante vigente no Brasil, até o final dos anos 1980, de cunho social, foi o modelo de provisão estatal, como ele destaca,

“Ainda que contingentes expressivos da população tenham ficado à margem dos programas sociais estatais no Brasil, buscando soluções “autônomas”

para seus problemas na área social ou ficando simplesmente excluídos do acesso a serviços públicos, o paradigma que inspirou a construção do sistema de proteção social no país foi o do Estado do Bem-Estar, implantado nos países centrais no pós-guerra, em que cabe ao Estado a responsabilidade pela provisão de bens e serviços públicos, dada a insuficiência das respostas oferecidas pelo mercado e diante da fragilidade da sociedade civil perante os enormes desafios na área da reprodução social. Este modelo, hegemônico nos países capitalistas ocidentais no pós-guerra, teria sido responsável, inclusive, pelo refluxo de iniciativas da sociedade civil e do mercado, sendo vista a proteção social, no limite, como responsabilidade exclusiva do Estado” (FARAH, 2001).

No fim da década de 1980, sobretudo com a Constituição de 1988, inicia-se no Brasil um processo de redefinição de ação do Estado. As iniciativas dos governos (federal, estadual e municipal) intensificaram-se ampliando as ações no campo das políticas sociais, devido a uma transferência de atribuições e competências do governo central e da esfera estadual de governo, gerando programas voltados ao desenvolvimento local, em base municipal.

Sobre a autonomia municipal, José Afonso da Silva (2005) relata,

“A autonomia municipal é assegurada pelos arts. 18 e 29, garantida contra os Estados no art. 34, VII, c, da Constituição. Autonomia significa capacidade ou poder de gerir os próprios negócios, dentro de um círculo pré-fixado por entidade superior. E é a Constituição Federal que se apresenta como poder distribuidor de competências exclusivas entre as três esferas de governo. As constituições até agora outorgavam aos Municípios só governo próprio e competência exclusiva, que correspondem ao mínimo para que uma entidade territorial tenha autonomia constitucional. Agora foi-lhes reconhecido o poder de auto-organização, ao lado do governo próprio e de competências exclusivas, e ainda com ampliação destas, de sorte que a Constituição criou verdadeiramente uma nova instituição municipal no Brasil. Por outro lado, não há mais qualquer hipótese de prefeitos nomeados. Tornou-se plena, pois, a capacidade de autogoverno municipal entre nós”. (SILVA, 2005).

### **3.8.1 Legislação vinculada à drenagem urbana**

As normas constitucionais que instituíram a autonomia dirigem-se diretamente aos Municípios a partir da Constituição Federal de 1988, que lhes dá o poder de auto-organização e o conteúdo básico de suas leis orgânicas e de suas competências exclusivas, comuns e suplementares (arts. 23, 29, 30 e 182). Isso significa que a ingerência dos Estados nos assuntos municipais ficou limitada aos aspectos estritamente indicados na Constituição Federal, como, por exemplo, os referentes à criação, incorporação, fusão e ao desmembramento de Municípios (art.18, § 4º) e à intervenção (arts. 35 e 36).

Com a promulgação da Lei Nº 10.257/2001, de 10/07/2001, que passou a ser denominada como o *Estatuto das Cidades*, foram estabelecidas as diretrizes gerais

da política urbana que deve ser executada por todos os municípios. Essa política urbana é o conjunto de ações que devem ser promovidas pelo Poder Público municipal, no sentido de garantir que “todos os cidadãos tenham acesso à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte, aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações”, ordenando o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana.”

No Brasil, a legislação mais atual que trata da drenagem urbana é a Lei nº 11.445, editada em 05 de janeiro de 2007, a qual estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico. Ali estão definidas as funções da gestão que deverão envolver o planejamento, regulação, prestação dos serviços e fiscalização, além da participação e o controle social (BRASIL, 2007).

A Lei 11.445/97 define saneamento básico como o “conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (grifo nosso), bem como a elaboração de planos municipais de saneamento, que englobem esses quatro serviços”, que são essenciais para a sustentabilidade do meio ambiente e qualidade de vida das populações.

No Artigo 9º da Lei 11.445/97 estão definidas as atribuições do titular dos serviços, destacando-se:

- I - Elaborar os planos de saneamento básico, nos termos desta Lei;
- II - Prestar diretamente ou autorizar a delegação dos serviços e definir o ente responsável pela sua regulação e fiscalização, bem como os procedimentos de sua atuação.

Pela Lei 11.445/97, pode-se deduzir que ela não definiu o mérito sobre a titularidade dos serviços de saneamento. Assim, em 2013 o Supremo Tribunal Federal – STF decidiu que a titularidade sobre os serviços de saneamento em regiões metropolitanas ou aglomerações de municípios, deve ocorrer de forma compartilhada entre Estados e municípios.

Ao município ficou atribuída a responsabilidade pela elaboração do Plano Municipal de Saneamento, devendo englobar os quatro componentes do saneamento básico, que deve ser objeto de regulação e planejamento (BRASIL, 2007).



Especificamente no Estado da Bahia, através da Ação Direta de Inconstitucionalidade (ADI) Nº. 2.077, o STF julgou inconstitucional dispositivos da Constituição baiana, que transferem dos municípios ao Estado da Bahia a competência exclusiva.

No que diz respeito aos aspectos econômicos e sociais, a Lei 11.445/97 em seu Artigo 29º descreve que os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança dos serviços, para a drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (grifo nosso), a cobrança pode acontecer na forma de tributos, por meio de taxas, em conformidade com o regime de prestação dos serviços ou de suas atividades.

Já o Artigo 36º da Lei 11.445/97 traz outras especificações referentes à drenagem urbana e disserta que: “a cobrança pela prestação do serviço público de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas deve considerar, em cada lote urbano, os percentuais de impermeabilização e a existência de dispositivos de amortecimento ou de retenção de água de chuva, bem como poderá considerar o nível de renda da população da área atendida e as características dos lotes urbanos e as áreas que podem ser neles edificadas”.

Afirma Tucci (2006) que os mecanismos institucionais são a base para o gerenciamento dos recursos hídricos urbanos e da sua política de controle. Porém a definição institucional depende dos espaços de atribuição da organização do país, sua inter-relação tanto legal como de gestão quanto a água, uso do solo e meio ambiente. Para estabelecer o mecanismo de gerenciamento destes elementos é preciso definir os espaços geográficos relacionados com o problema.

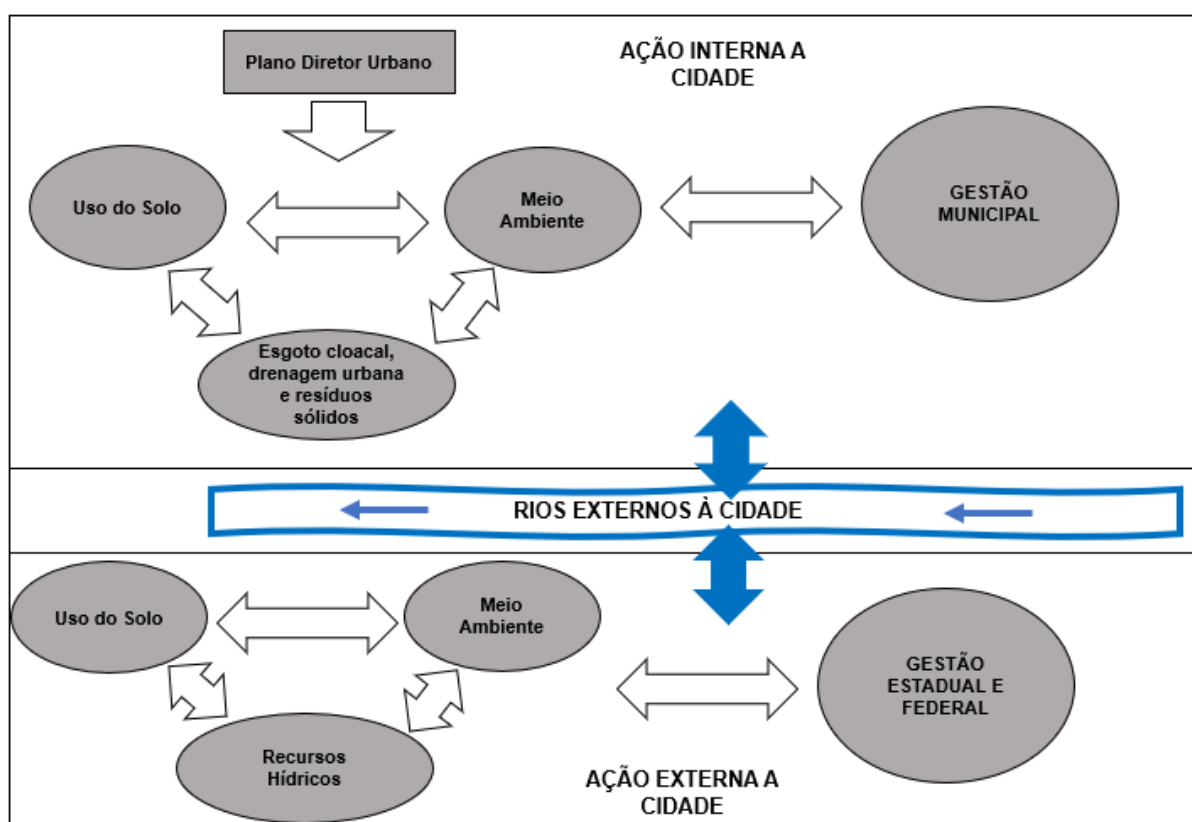
Ainda segundo Tucci (2006), é preciso ser entendido que a política de controle da drenagem urbana deve contemplar dois ambientes: o ambiente interno a cidade e o externo a cidade, como mostrado na Figura 23, que esquematiza aspectos institucionais dos elementos que podem permitir o gerenciamento dos controles da drenagem urbana.

Pela Figura 23 é importante entender que as ações e obras de drenagem municipais devem ser relacionar com outras legislações que estão em vigor no Brasil e nos Estados da Federação, as quais mantêm interfaces com a gestão das águas urbanas. Tucci (2002) destaca que as legislações que envolvem a questão da

drenagem pluvial urbana e as inundações ribeirinhas relacionam-se com os recursos hídricos, uso do solo e o licenciamento ambiental.

Não é demais observar que há instrumentos legais a nível municipal em municípios do Brasil que possibilitam a atuação dos seus gestores no planejamento e desenvolvimento da drenagem urbana, a exemplo dos Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano (PDDU), Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), Planos Urbanísticos, Leis de Uso e Ocupação do Solo e até mesmo, em alguns poucos, os Planos Diretores de Drenagem Urbana (PDDrU).

Figura 23 - Esquema do envolvimento do ciclo da água das cidades



Fonte: adaptado de Tucci (2006).

### 3.9 INTERFACES ENTRE PDDU, PMSB, PDDRU

Coelho (2010) ressalta que os impactos decorrentes da urbanização podem ser minimizados com o planejamento urbano juntamente com a vontade política dos governantes. A ferramenta mais aceita para planejamento das cidades é o **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU)**, o qual tem como objetivo principal direcionar as formas de uso e ocupação das terras tendo em vista a melhoria da qualidade de vida e a conservação e a preservação dos recursos naturais.

A política de desenvolvimento urbano, que deve ser executada pelo Poder Público Municipal tem que seguir diretrizes gerais dos Planos Diretores de Desenvolvimento Urbano (PDDU), os quais tem o objetivo de ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais das cidades e garantir o bem-estar de seus habitantes. Com efeito, a Lei Federal Nº 10.257 (Estatuto das Cidades), de 10/07/2001, regulamentou os Artigos. 182 e 183 da Constituição Federal estabelecendo diretrizes gerais da política urbana no Brasil. O PDDU é o instrumento básico do processo de planejamento municipal para a implantação da sua política de desenvolvimento urbano, norteador a ação dos agentes públicos e privados (ABNT, 1991).

Segundo Villaça (1999), o PDDU 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, apresenta 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, para a cidade e para o município, propostas estas definidas para curto, médio e longo prazos, e aprovadas por lei municipal”*.

Já o **Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB)**, segundo Villaça (1999), devem conter, no mínimo, conteúdos como:

- Diagnóstico da situação do saneamento e seus impactos nas condições de vida. Leva-se em consideração indicadores sanitários, epidemiológicos, ambientais e socioeconômicos;
- Objetivos e metas de curto, médio e longo prazo para a propagação do sistema. Deve ser compatível com outros planos do município e do estado;
- Ações emergenciais e de contingência;
- Mecanismos e procedimentos de avaliação da eficiência e eficácia das ações planejadas.

O então Ministério das Cidades, desde 2003, já considerava que o desenvolvimento com uma visão moderna a ser adotada para um planejamento preventivo e condutor de mudanças, deve também se fundamentar no planejamento integrado da água no meio urbano e na elaboração do **Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDrU)**. Esse PDDrU deve fazer parte de uma estratégia de desenvolvimento urbano, contemplar as ações integradas da drenagem urbana,

considerando as interfaces com o abastecimento de água, esgotamento sanitário e a gestão dos resíduos sólidos.

O principal objetivo do PDDrU é instituir mecanismos de gestão da infraestrutura urbana, relacionados com o escoamento das águas pluviais, dos rios e córregos em áreas urbanas, utilizando-se de uma série de medidas estruturais (obras) e/ou não estruturais (zoneamento de áreas de risco, sistemas de alerta, seguros contra cheias e inundações, educação ambiental, etc.), de forma a mitigar os efeitos dos alagamentos e inundações. Este planejamento visa impedir prejuízos econômicos, além de melhorar as condições de saneamento e qualidade do meio ambiente da cidade, dentro de princípios econômicos, sociais e ambientais em comum acordo com as deliberações do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental (TUCCI, 2005).

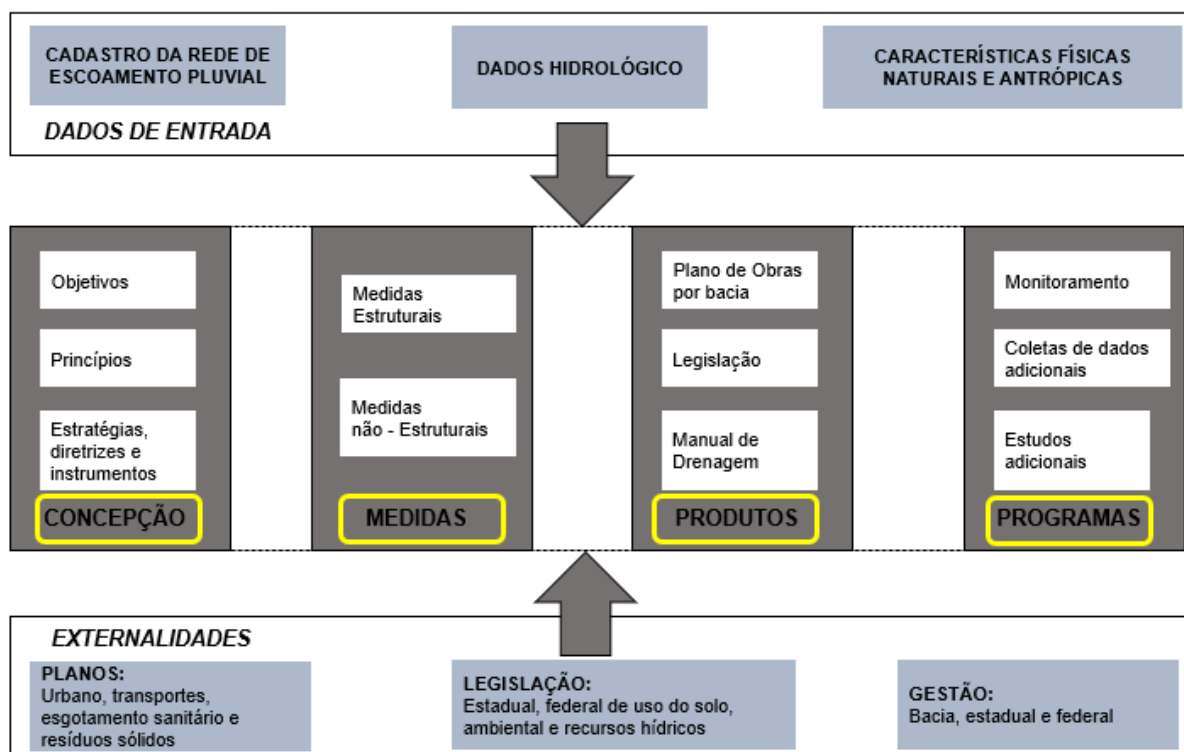
O PDDrU objetiva criar os mecanismos de gestão da infraestrutura urbana voltada ao escoamento das águas pluviais e dos rios na área urbana e sua estrutura básica é baseada em informações, em concepções (fundamentos); diagnóstico da situação atual, medidas e obras; desenvolvimento; produtos que serão gerados, e nos programas a curto e médio prazo, conforme ilustra a Figura 24. Um PDDrU então pode expor como principais produtos:

- Regulamentação dos novos empreendimentos;
- Planos de controle estrutural e não estrutural para os impactos existentes nas bacias urbanas da cidade;
- Manual de drenagem urbana.

Segundo Tucci (2005), a Regulamentação é um decreto municipal, o qual deve estabelecer os critérios básicos para o desenvolvimento da drenagem urbana para novos empreendimentos na cidade. Esta regulamentação tem como objetivo evitar que os impactos indesejáveis, devidos à implantação da edificação e parcelamento do solo com drenagem inadequada, sejam gerados nas cidades. O Plano de controle põe as alternativas de controle de cada bacia da cidade, reduzindo o risco de ocorrência de inundação. Por fim, o Manual de Drenagem representa o documento que guia a implementação dos projetos de drenagem na cidade (TUCCI, 2005).

A Figura 24, segundo Tucci (2005) mostra as etapas básicas que devem ser contempladas na elaboração de um PDDrU.

Figura 24 - Etapas de um Plano Diretor de Drenagem Urbana.



Fonte: adaptado de Tucci, 2001, In.: Saneamento para Todos: Gestão de águas pluviais urbanas. Tucci, 2005

### 3.10 INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE NA DRENAGEM URBANA

Dentro do contexto da associada à drenagem urbana, é necessário introduzir uma nova forma de direcionamento das ações, baseada no reconhecimento da complexidade das relações entre os ecossistemas naturais, o sistema urbano artificial e a sociedade (POMPEO, 2000).

Esta postura exige que drenagem e controle de cheias em áreas urbanas sejam conceitualizadas em termos técnicos e gerenciais (BENZERRA et al, 2012).

Conforme Scussel e Sattler (2004) é possível a partir da temática da sustentabilidade, evidenciar a necessidade da utilização de instrumentos adequados ao tratamento das inúmeras abordagens feitas com este intuito - desde a análise da realidade à proposição de projetos e ações. Dentro desse contexto, destaca -se a construção de ferramentas que utilizam indicadores como meio de monitoramento.

Os indicadores devem possuir as seguintes características: ser aplicáveis em um grande número de sistemas ecológicos, sociais e econômicos; mensuráveis e de fácil medição; de fácil obtenção e baixo custo; concebidos de tal forma que a população local possa participar de suas medições, ao menos ao nível de propriedade; ser sensíveis às mudanças do sistema e indicar tendências;

representar os padrões ecológicos, sociais e econômicos de sustentabilidade, e permitir o cruzamento com outros indicadores (EMBRAPA, 2010).

Segundo Kayano e Cortez (2002) mais importante que a definição, é destacar algumas ideias-chave que estão nela presentes, dentre as quais:

- Indicadores são um instrumento, ou seja, o indicador não é um fim em si, mas um meio;
- Indicadores são uma medida, uma forma de mensuração, um parâmetro, quer dizer, o indicador é um instrumento que sintetiza um conjunto de informações em um "número" e, portanto, permite medir determinados fenômenos entre si, ou ao longo de determinado tempo;
- Indicadores podem ser utilizados para verificação, observação, demonstração, avaliação, ou seja, o indicador permite observar e mensurar determinados aspectos da realidade social: eles medem, observam e analisam a realidade de acordo com um determinado ponto de vista.

Para Tunstall (2019), indicadores são informações estatísticas que nos dizem se estamos progredindo no sentido dos objetivos e metas estabelecidas. O autor ainda declara que estabelecimento de metas e desenvolvimento de indicadores é um processo interativo que requer revisão e negociação, metas em andamento são estabelecidas, objetivos mensuráveis são identificados, os bancos de dados são examinados para ver o que tem informações disponíveis e sua qualidade; os indicadores são escolhidos, os objetivos podem ser ligeiramente modificados com base nos indicadores disponíveis, e assim por diante.

Para Nahas et. al. (2019), os indicadores são um meio de prover planos e políticas com informações para demonstrar seu desempenho ao longo do tempo e uma tentativa de realizar previsões, podendo ser utilizados para monitoramento de variações espaciais e temporais das ações. Além de ser um instrumento de cidadania, na medida em que informe aos cidadãos e a participação destes é fundamental para as ações. Ações e impactos devem ser avaliados constantemente, para isso, os indicadores podem atuar para executar essa função e auxiliar nas tomadas de decisão e implantação de políticas e possíveis alterações em seus rumos.

### 3.10.1 Indicadores na gestão da drenagem urbana

No Brasil, a construção de Indicadores de Desenvolvimento Sustentável tem como base o movimento internacional liderado pela Comissão para o Desenvolvimento Sustentável (CDS) das Nações Unidas. Este movimento, desencadeado a partir de 1992, colocou em andamento um programa de trabalho constituído por diversos estudos e intercâmbios de informações para realizar as disposições encontradas nos capítulos 8 e 40 da Agenda 21, que se referem à relação entre o meio ambiente, o desenvolvimento sustentável e informações para a tomada de decisões (IBGE, 2012).

Neste contexto, os indicadores também representam uma forma de avaliar a quantidade e qualidade dos serviços de saneamento prestados à população, dentre os quais se encontram os serviços de drenagem urbana.

Em 2000, pela primeira vez, o IBGE tratou de inserir a componente drenagem urbana no universo da Pesquisa Nacional de Saneamento Básico levando em conta dados das diversas prestadoras desse serviço. Neste particular foram coletados dados sobre quatro grupos de informações:

- Situação do serviço de drenagem urbana no município;
- Sistema de drenagem urbana;
- Sistema de drenagem especial,
- Pessoal ocupado.

O documento gerado a partir dessa pesquisa (PNSB-IBGE, 2000), informa apenas a existência ou não da drenagem nos municípios, não fazendo referência nenhuma à qualidade, ou capacidade dos sistemas.

Já no documento de diagnóstico do saneamento básico no Brasil, o *Panorama de Saneamento Básico no Brasil* (BRASIL, 2011) fica entendido que o componente de drenagem deve ter uma abordagem diferente dos outros por suas particularidades e destaca que a natureza do serviço não permite indicadores.

O PLANSAB, documento que estabelece as metas para o saneamento básico no Brasil (BRASIL, 2014), adotou um conceito que considera, além da disponibilidade de infraestrutura, aspectos referentes ao uso e qualidade do mesmo.

Ali se estabelece que o índice de saneamento brasileiro deve ser baseado em quatro componentes:

- Abastecimento de água;

- Esgotamento sanitário;
- Manejo de resíduos sólidos.
- Drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

O PLANSAB estabelece apenas um componente para o indicador de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, de forma a ser calculado pela Equação 1.

$$D1 = \frac{\text{Número de municípios com inundações e/ou alagamentos nos últimos 5 anos}}{\text{Total de municípios}} \quad (1)$$

Onde D1 é o indicador para a componente de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.

A cidade de São Paulo, no seu *Manual de Drenagem de Águas Pluviais* (São Paulo, 2012), apresenta um conjunto de 31 indicadores agrupados em oito campos de análise para avaliar o desempenho do sistema de drenagem urbana, conforme a Tabela 1.



**Tabela 1 - Conjunto de indicadores de desempenho da drenagem na cidade de São Paulo**

<b>Campo de análise</b>	<b>Indicador</b>	<b>Unidade de medida</b>
Estratégico	Autossuficiência financeira com a coleta de águas pluviais	%
	Índice de produtividade da força de trabalho com atuação no sistema de drenagem e manejo de águas pluviais	empregados/hab
Operacional	Índice de atendimento urbano de águas pluviais	%
Grau de permeabilidade do solo	Taxa de crescimento da população	%
	Nível de urbanização	%
	Nível de áreas verdes urbanas	m <sup>2</sup> /habitante
	Proporção de área construída ou impermeabilizada	%
	Taxa de incremento de vazões máximas	%
Gestão da drenagem urbana	Percepção do usuário sobre a qualidade dos serviços de drenagem	ocorrências/ano
	Existência de instrumentos para o planejamento governamental (planos e programas de drenagem)	S/N
	Participação da população em consultas e audiências públicas, encontros técnicos e oficinas de trabalho sobre o plano de drenagem	Participantes /segmento
	Cadastro de rede existente	S/N ou %
Abrangência do sistema de drenagem	Cobertura do sistema de drenagem superficial	%
	Cobertura do sistema de drenagem subterrânea	%
	Investimento per capita em drenagem urbana	R\$/habitante
	Implantação dos programas de drenagem	Valor investido (R\$) ou %
Avaliação do serviço de drenagem pluvial	Limpeza e desobstrução de galerias	m <sup>3</sup> /ano ou km de galerias limpas e inspecionadas
	Limpeza e desobstrução de canais	m <sup>3</sup> /ano ou km de canais limpos / km total de canais
	Limpeza e desobstrução de bocas de lobo	m <sup>3</sup> /ano ou nº de bocas de lobo limpas / no total de bocas de lobo
	Limpeza de reservatórios	m <sup>3</sup> /ano ou nº de reservatórios limpos / no total de reservatórios
Gestão de eventos hidrológicos extremos	Incidência de alagamentos no Município	eventos/ano
	Estações de monitoramento quantitativo e qualitativo	nº estações/km
Interferências à eficácia do sistema de drenagem	Cobertura de serviços de coleta de resíduos sólidos	%
	Proporção de vias atendidas por varrição ao menos 2 vezes por semana	%
	Existência de canais e galerias com interferências de outros sistemas da infraestrutura urbana	obstruções/km
Aplicação de novas tecnologias	Implantação de medidas estruturais sustentáveis	R\$
	Cursos de especialização, treinamento e capacitação de técnicos	nº de cursos/ano
Salubridade ambiental	Proporção da população exposta a roedores e animais nocivos	%
	Proporção de ruas sujeitas a inundações provocadas por drenagem inadequada	%
	Incidência de pessoas em contato com esgoto e resíduo sólido	%
	Incidência de leptospirose e outras moléstias de veiculação hídrica	%

**Fonte: Prefeitura de São Paulo (2012)**

Referindo-se a Tabela 1, (São Paulo, 2012), os indicadores serão úteis para auxiliar o processo de gestão da drenagem urbana do Município de São Paulo, através de sua aplicabilidade na avaliação e acompanhamento dos planos, programas, projetos e outras medidas de controle da drenagem. Ressalta-se que a utilização de indicadores está vinculada à obtenção de dados e ao monitoramento dos parâmetros a eles intrínsecos, assim sendo, a representatividade do indicador estará relacionada à confiabilidade dos dados utilizados.

No trabalho de Filho (2017) se faz consistente revisão bibliográfica sobre o uso de indicadores em drenagem e refere que Silva (2003, apud Filho 2017) listou mais de 100 indicadores de drenagem urbana da literatura e aplicou filtros baseados na redundância, relevância e disponibilidade de dados, escolhendo 11 indicadores como sendo o mais importantes para a drenagem urbana, com se apresenta na Tabela 2.

**Tabela 2 - Indicadores de desempenho para sistemas de drenagem**

<b>Indicadores de drenagem urbana</b>
Indicador de modificações nos cursos d'água;
Indicador de frequência de alagamentos;
Indicador de monitoramento hidrometeorológico;
Indicador de quadro profissional permanente em relação ao total;
Indicador de cadastro de rede existente;
Indicador de planejamento a longo prazo;
Indicador de uso de técnicas compensatórias;
Indicador de abastecimento de água;
Indicador de esgotamento sanitário;
Indicador de cobertura de coleta de resíduos sólidos;
Indicador de incidência de doenças de veiculação hídrica.

**Fonte: Silva, 2013, apud Filho, 2017**

Para avaliação da drenagem urbana, Filho (2017) também apresenta um conjunto de Indicadores para representação do sistema de drenagem, concluindo que esses se mostram como importantes ferramentas para avaliação e controle da evolução do desempenho de sistemas de drenagem urbana. Afirma ainda que os indicadores devem ser componentes indispensáveis nos diagnósticos dos Planos Diretores de Saneamento, indicadores estes que no serviço de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais não apresentam padronização sequer das ideias abordadas, mas mesmo assim devem ser uma ferramenta de direcionamento das

políticas públicas para os sistemas urbanos, visando estratégias de desenvolvimento sustentável inclusive nos sistemas de drenagem de urbana.

Recentemente, o então Ministério da Cidade realizou o *Diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas* (2018), que teve por base as informações e indicadores do módulo **Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas (DMAPU)**, do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS-AP), que foi concebido, estruturado e vem sendo implementado pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades, desde 2015.

Esse *Diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas* traz em seu conteúdo, entre tantas informações e dados, uma relação, definição e quantificação de 23 (vinte e três) indicadores no intuito de se obter uma real situação dos serviços de drenagem urbana de uma cidade, os quais se distribuem nas categorias: Gerais (3), Econômico-Financeiros e Administrativos (8), Infraestrutura (8) e Gestão de Riscos (4). No **Anexo I** está apresentada uma planilha com esses indicadores (AP 2015), com suas definições matemáticas.

No *Diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas* (2018), as análises foram feitas com base nos dados informados pelos municípios brasileiros em pesquisa realizada em 2016, com ano de referência 2015. Dos 5.570 municípios existentes no País, 2.541, que corresponde a 45,6% dos municípios, responderam ao SNIS-AP, representando aproximadamente 66,8% da população urbana (115,4 milhões de habitantes), surpreendendo positivamente por se tratar da primeira vez que se realizou uma coleta de dados deste tipo no Brasil.

Além disso, das 27 capitais de estado, incluindo o Distrito Federal, apenas Macapá-AP, Manaus-AM e Goiânia-GO não responderam à pesquisa, indicando um índice de participação elevado para as capitais, de 88,9%. Os índices globais de participação na coleta de dados podem ser verificados no Quadro 2 .

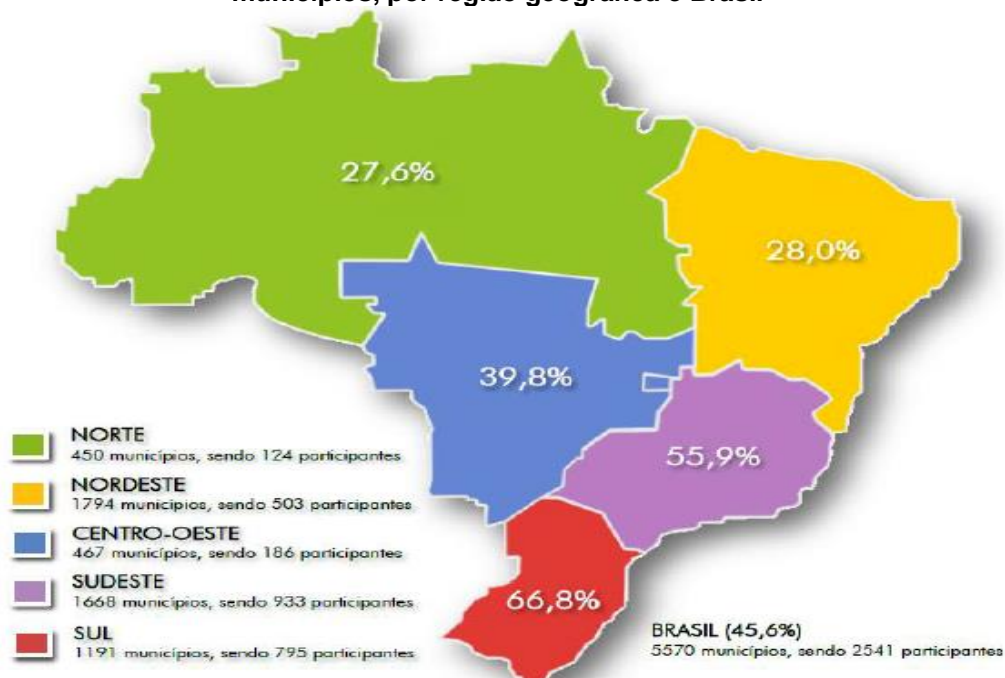
**Quadro 2 - Índices de participação no SNIS-AP 2015, segundo quantidade de municípios e população no total do país.**

	Total para o Brasil	Municípios participantes	Percentual
Quantidade de municípios	5.570	2.541	45,6%
População Total em 2015	204.482.459	128.134.396	62,7%
População Urbana em 2015	172.776.703	115.361.375	66,8%

Fonte: Brasil – Ministério das Cidades/SNIS (2018)

Quanto aos índices de participação, as regiões Sudeste e Sul se destacaram chegando a percentuais acima de 50% de municípios participantes em relação à quantidade total de municípios da região. Por outro lado, as regiões Norte e Nordeste foram as que apresentaram a menor adesão ao SNIS-AP 2015, como mostrado no Mapa 1.

**Mapa 1 - Mapa dos índices de participação no SNIS-AP 2015, segundo percentual de municípios, por região geográfica e Brasil**



**Fonte: adaptado de Brasil – Ministério das Cidades/SNIS (2018)**

Considerando a amostra de 2.541 municípios brasileiros que participaram da primeira coleta de dados de DMAPU, alguns dos resultados relevantes são os que seguem:

- 30,9% dos municípios operam sistemas unitários (mistos com esgotamento sanitário) **(IE016)**;
- A taxa de cobertura de vias públicas com pavimentação e meio-fio na área urbana **(IN020)** no Brasil é de 29,1%;
- A taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana **(IN021)** no Brasil é de 10,0%;
- 13,2% dos municípios têm sistemas de alerta **(RI005)**;
- A parcela de domicílios em situação de risco de inundação **(IN040)** no Brasil é de 4,2%;

- No Brasil, 263.942 pessoas ficaram desabrigadas ou desalojadas na área urbana do município devido a eventos hidrológicos impactantes em 2015 **(RI029 e RI067)**;
- 19,5% dispõem de cadastro técnico parcial ou total do sistema de DMAPU **(IE012)**;
- 20,2 % dos municípios declararam possuir Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais **(IE001)**;
- 66,7% não têm nenhum tipo de mapeamento de áreas de risco **(RI009)**;
- A taxa média praticada na cobrança pelos serviços de DMAPU é de R\$ 53,24 por unidade edificada existente na área urbana ao mês **(CB004)**;
- O investimento per capita nos serviços **(IN049)** é R\$ 42,07/hab. no ano;
- A despesa per capita com os serviços **(IN048)** no Brasil é de R\$ 32,58/hab. ano.

Segundo o próprio *Diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas* (2018), está dito que o caráter pioneiro da iniciativa impõe uma leitura dos seus resultados que considere algumas das peculiaridades dos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas no Brasil.

“A primeira delas é a dificuldade de obtenção de dados e informações pelos próprios prestadores de serviço. A imensa maioria dos prestadores de serviço não dispõe de sistemas de informações, bancos de dados ou cadastro técnico, ou levantamento de dados sistemático. Isto redundando em informações coletadas eventualmente, sujeitas à grandes inconsistências”.

“A segunda é a fragilidade da formação e composição dos quadros técnicos municipais; nem sempre os responsáveis pelo fornecimento das informações têm formação na área e a ruptura na constituição das equipes locais é recorrente. Isto impacta as rotinas de sistematização de dados e informações, ao nível local”.

“A terceira é a heterogeneidade da terminologia e a diversidade de cultura técnica, ao longo do território nacional. As variações dos termos e conceitos de região para região, implicam, muitas vezes, na incompreensão ou compreensão equivocada dos conceitos técnicos da área de drenagem”.

Observa-se, no geral, que a utilização de indicadores está vinculada à obtenção de dados e ao monitoramento dos parâmetros a eles correspondentes, assim sendo, a representatividade do indicador estará relacionada à disponibilidade e confiabilidade dos dados utilizados.

Do pouco que se comentou sobre as análises do *Diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas* (2018), elas devem ser vistas com cautela, por se tratar da primeira coleta de dados deste tipo no SNIS e por terem sido encontradas fragilidades em algumas informações. De forma geral, elas sugerem que os serviços de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais, no Brasil, precisam ser mais bem estruturados e organizados.

#### 4 METODOLOGIA

O trabalho, que se caracteriza como uma pesquisa aplicada, de caráter exploratório, que visa desenvolver uma compreensão ampla a respeito dos problemas que envolvem a questão da gestão dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais no município de Cruz das Almas-BA, teve seu desenvolvimento estabelecido em etapas como:

(i) Revisão bibliográfica nos bancos de dados do *Google Acadêmico*, *Repositório da Capes*, *Revista Scientific American*, *Scielo*, etc., levando em consideração: a) Aspectos históricos da drenagem urbana: origem da drenagem urbana, o conceito higienista sanitaria, histórico do desenvolvimento da drenagem urbana no Brasil, a Lei nº 5.318/1967, a Lei nº 11.445/2005, a Pesquisa Nacional de Saneamento básico, b) Resíduos Sólidos: interfaces dos resíduos sólidos com a drenagem urbana; c) Uso e ocupação do solo: impactos causados pela urbanização, zoneamento de uso do solo, d) o ciclo hidrológico e bacias urbanas, impactos da urbanização.

(ii) Caracterização geral da área de estudo através de levantamento de dados abrangendo: a) dados de bacia hidrográfica onde o município se localiza, dados físicos e socioeconômicos do município (área territorial, população, densidade demográfica, etc.); b) Verificar e caracterizar a legislação existente sobre a drenagem urbana no Brasil; c) Verificar a existência de Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e de legislação sobre drenagem urbana em Cruz das Almas; d) Identificar o nível de atuação e atribuições municipal em drenagem urbana;

(iii) identificar os principais tipos de problemas em drenagem observados na área urbana por meio de fotografias;

iv) Elaboração de proposições de um novo modelo de gestão da drenagem urbana, apontando diretrizes para elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDrU) visando o manejo ambientalmente adequado das águas pluviais e do escoamento superficial gerado no ambiente urbano.

A avaliação dos mecanismos institucionais se dará através de pesquisa *in loco*, através de aplicação de questionário com os responsáveis pelo setor que cuida da drenagem urbana. O questionário constituiu-se de perguntas simples visando à facilidade na obtenção das respostas, sem haver a necessidade do entrevistado se

basear através de documentos específicos para formular a sua resposta evitando a inviabilização da resposta e o adiamento das mesmas. Os dados obtidos deram embasamento para que seja feita a análise da situação atual do manejo das águas pluviais urbanas no município.

Para se realizar o *Diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas* (2018), o MCidades diz que na fase preparatória da coleta de dados foram revistas e checadas as bases de e-mails e contatos para o envio de convite aos municípios do Brasil. Tais quais procedimentos adotados pelo SNIS-AE e SNIS-RS, desde 2016, optou-se no SNIS-AP por enviar o convite aos municípios para participarem da coleta de dados apenas por meio eletrônico. Foi então enviado aos Prefeitos dos 5.570 municípios brasileiros o convite para participação na primeira coleta. Durante o envio de e-mails foi solicitado pelo órgão a indicação do contato de pessoa da prefeitura responsável pelas informações de DMAPU.

Por informação anterior ao desenvolvimento e finalização do presente estudo, pôde-se saber que o Município de Cruz das Almas, embora convidado pelo MCidades, não retornou com as informações e dados solicitados para o *Diagnóstico de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas*, como realizado pelo Ministério das Cidades (MCidades), sendo constatado ali a sua não inclusão nesse levantamento.

Dentro deste contexto e na certeza prévia de que seria impossível aplicar os Indicadores trabalhados pelo Ministério das Cidades, razão da inexistência e dificuldade da disponibilidade de dados e das informações necessários, decidiu-se para o objetivo do presente estudo adotar um questionário (**Anexo II - Questionário Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas**) embasado em recomendações contidas no “Guia para a Elaboração de Planos Municipais de Saneamento” (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006), cujas Informações necessárias para o diagnóstico do sistema de drenagem urbana estão apresentadas no Quadro 3.



**Quadro 3 - Esquema do diagnóstico municipal sobre drenagem**

<b>ASSUNTOS</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>FONTE</b>
Planejamento urbano	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verificar a existência de Plano Diretor Municipal;</li> <li>➤ Verificar o conhecimento da legislação existente sobre parcelamento e uso do solo urbano;</li> <li>➤ Verificar a existência de fiscalização do cumprimento da legislação vigente.</li> </ul>	Prefeitura Municipal
Administração municipal	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Identificar o nível de atuação em drenagem urbana;</li> <li>➤ Identificar os órgãos municipal com alguma provável ação em controle de enchentes e drenagem urbana e identificar suas contribuições.</li> </ul>	Prefeitura Municipal
Sistema de drenagem	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verificar a obrigatoriedade da microdrenagem para implantação de loteamentos ou abertura de ruas;</li> <li>➤ Verificar a diferenciação entre sistema de drenagem e esgotamento sanitário;</li> <li>➤ Verificar a existência de ligações clandestinas de esgotos sanitários ao sistema de drenagem.</li> </ul>	Prefeitura Municipal
Projeto	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Verificar se as redes de drenagem no município são implantadas a partir de projetos;</li> <li>➤ Verificar os pontos de disposição das águas pluviais.</li> </ul>	Prefeitura Municipal
Integração	Verificar se há integração entre os diversos setores que gerenciam os sistemas de infraestrutura, tais como: planejamento conjunto, planos para a minimização das interferências existentes entre os diversos sistemas; análise conjunta da situação do município; contato prévio entre os diversos setores, quando da execução de projetos ou obras, para se tornar conhecimento de possíveis interferências, etc.	Prefeitura Municipal
Cadastro	Verificar se o município possui cadastro, qual a extensão da rede e o número de estruturas de captação existentes.	Prefeitura Municipal
Interligação	Verificar se há no município a interligação entre a micro e a macrodrenagem e como é realizado o controle da mesma.	Prefeitura Municipal
Manutenção	Verificar se existe manutenção e limpeza dos dispositivos de drenagem, qual o órgão responsável, a composição das equipes de manutenção, a periodicidade com a qual o serviço é executado, as atividades envolvidas e os equipamentos e ferramentas utilizadas.	Prefeitura Municipal
Varição pública	Verificar se o município executa a varrição pública, qual o órgão responsável, se o serviço atinge todas as ruas que possuem redes de microdrenagem e a frequência com o qual o serviço é executado.	Prefeitura Municipal
Problemas de inundações e enchentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Identificar os principais tipos de problemas (alagamentos, capacidade das tubulações insuficientes, etc) observados na área urbana;</li> <li>➤ Verificar a frequência de ocorrência destes problemas.</li> </ul>	Prefeitura Municipal

Fonte: Adaptado de Vaz filho e Cordeiro, 2000 e Guia do Ministério das Cidades (2006).

A finalidade da drenagem urbana é coletar e afastar as águas pluviais urbanas, combater inundações de água, e também prevenir doenças. O objetivo do diagnóstico da drenagem urbana é detectar, entre outros:

- Os pontos mais sujeitos à inundações e sua causa, se por excessiva impermeabilização do solo ou devido às interferências, como travessias e estrangulamentos.

- O mapeamento da infraestrutura em drenagem deverá mostrar as bacias e os principais corpos hídricos que atravessam o meio urbano
- Análise crítica do plano diretor de drenagem urbana e/ou recursos hídricos, caso existam, quanto à implantação, atualidade e demandas futuras;
- Identificação da infraestrutura atual e análise crítica dos sistemas de drenagem e manejo das águas pluviais e das técnicas e tecnologias adotadas;
- Identificação de lacunas no atendimento pelo Poderem Público, incluindo demandas de ações estruturais e não estruturais para o manejo das águas pluviais;
- Identificação das deficiências no sistema natural de drenagem, a partir de estudos hidrológicos;
- Verificação da separação entre os sistemas de drenagem e de esgotamento sanitário;

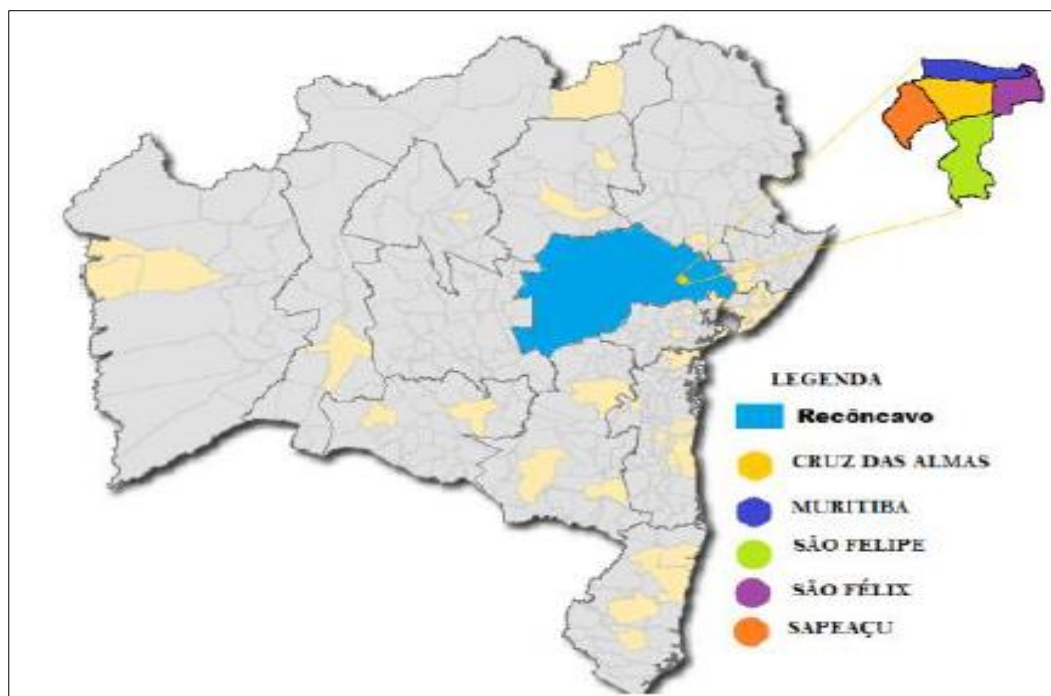
Para a obtenção dos elementos essenciais, na tentativa de se fazer um diagnóstico sobre a prestação dos serviços de drenagem urbana em Cruz das Almas, fez-se o levantamento da legislação municipal que envolve a drenagem urbana e outros dados pertinentes junto aos seguintes órgãos:

- Prefeitura Municipal de Cruz das Almas (PMCA), SEI, IBGE; UPB;
- Planos de bacia do Rio Capivari e do Rio Paraguaçu, DRH, SEMA, e demais órgãos relacionados ao tema do saneamento básico;
- Ministério Público (ação civil em andamento, Termo de Ajuste de Conduta - TAC, inquérito, etc.);
- Defesa civil e imprensa.

#### **4.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO**

O município de Cruz das Almas, ilustrado no Mapa 2 está inserido no Território de identidade do Recôncavo, a Leste do Estado da Bahia. Possui área total de 145,742 km<sup>2</sup>, estando a uma altitude média de 212 metros. O município encontra-se a uma distância de 147 Km da capital do Estado, Salvador, à qual se liga pela conexão das rodovias BR's 101 e 324. (PMSBP, 2014), e conta com uma população de aproximadamente 64.542 habitantes (IBGE, 2016).

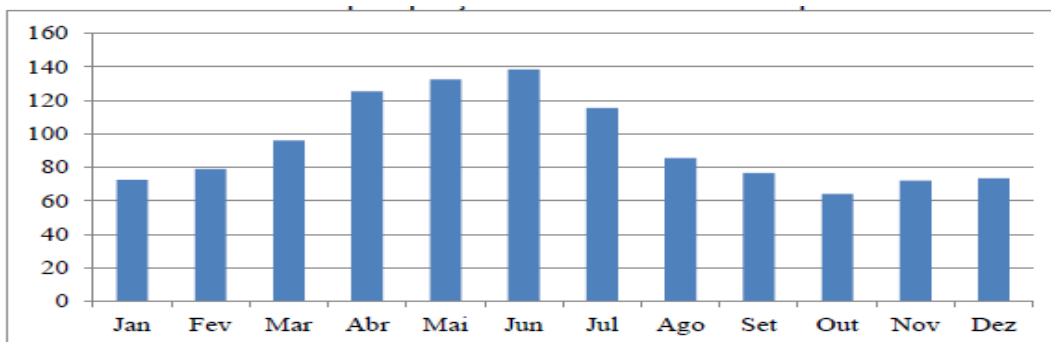
**Mapa 2 - Mapa de localização do município de Cruz das Almas/BA**



Fonte: Adaptado do PMSBP (2014)

O clima da região de Cruz das Almas - BA pode ser caracterizado como um clima tropical quente e úmido, segundo a classificação climática proposta por Köppen, (D'ANGIOLELLA et al.,1998), com estação chuvosa bem definida, precipitações médias mensais de 95,2 mm e anuais de 1.133 mm, A umidade relativa do ar é de aproximadamente 80 % e a temperatura média anual é de 24,5°C. A O período mais chuvoso se situa entre os meses de abril a julho como mostra a Figura 25.

**Figura 25 - Média mensal de precipitação em Cruz das Almas (1971 a 2010).**

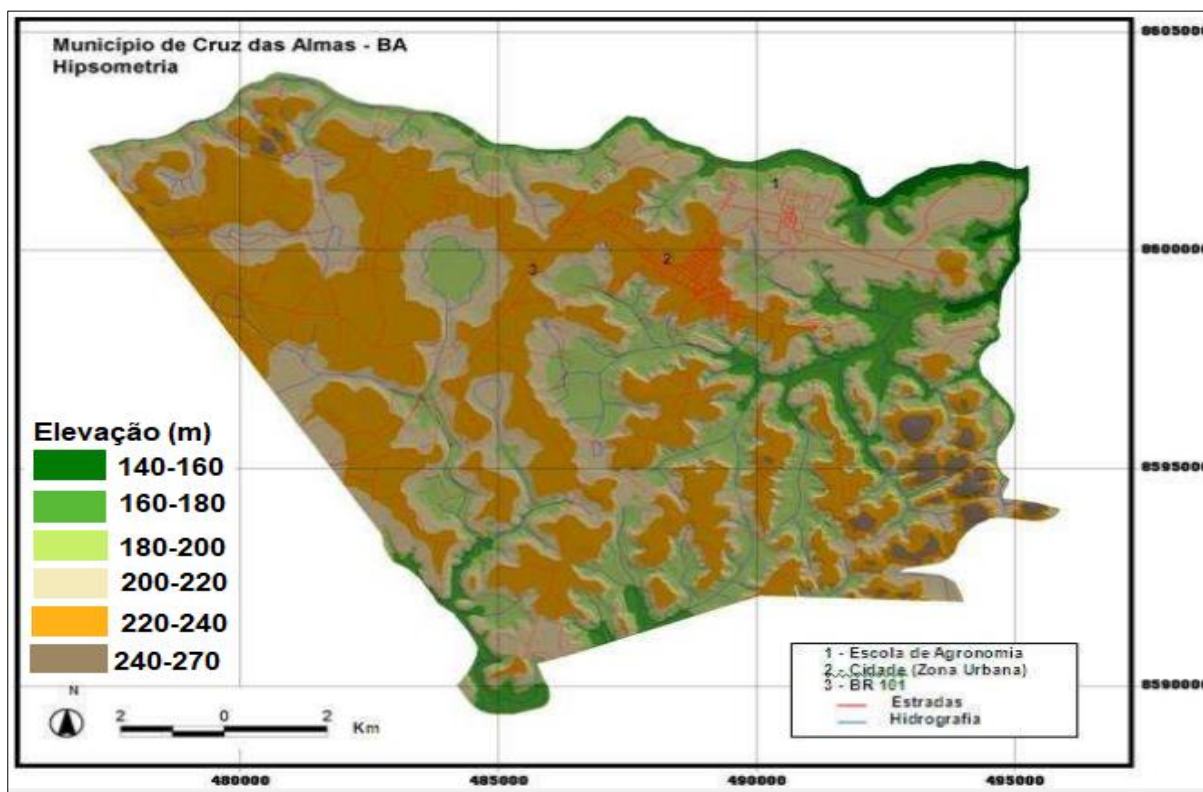


Fonte: Adaptado de SILVA (2016)

Quanto ao relevo, um dos fatores preponderantes em estudos de drenagem urbana, o município de Cruz das Almas - BA é constituído por um Planalto (ou "Tabuleiro") em fase de dissecação, caracterizado por topos concordantes pouco

elevados, vertentes longas, convexo-côncavos e com vales encaixados. (RODRIGUES et al., 2009), como se observa pelo Mapa 3.

**Mapa 3 - Mapa de elevação do município de Cruz das Almas– BA.**



Fonte: Rodrigues (2009)

Predomina no município uma vegetação nativa (Floresta Estacional Semidecidual) bastante devastada e relacionada a um tipo climático com duas estações distintas (uma seca e outra chuvosa). Nas áreas desflorestadas, é possível encontrar espécies características da caatinga. (RODRIGUES et al., 2009).

De acordo com o PERB (2012), o município de Cruz das Almas está inserido nas Regiões de Planejamento e Gestão das Águas (RPGA) rio Paraguaçu (RPGA X) e do Recôncavo Sul (RPGA IX), sendo que a hidrografia municipal é composta pelo rio Capivari e vários riachos como do Chapadinha, Pumba, Caminho e Tapera.

Destaca-se que a maior parte do território do município está inserida na RPGA X, correspondendo a mais de 60% (INEMA, 2014).

Mapa 4 - Inserção do município de Cruz das Almas nas RPGAs IX e X.

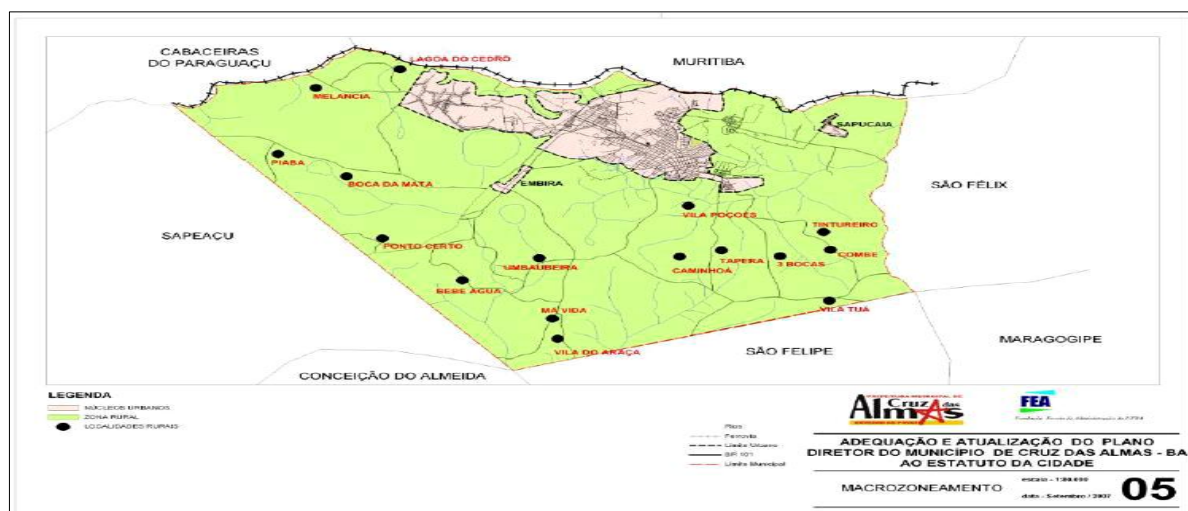


Fonte: Adaptada INEMA (2014)

#### 4.2 PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE CRUZ DAS ALMAS

De acordo com o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano do Município de Cruz das Almas - BA – PDDU - Lei Complementar Nº 012/08 (2008), que estabelece a política de desenvolvimento do município e a ordenação do território, este é dividido em duas Macrozonas (Urbana e Rural), como já visto anteriormente. (Cruz das Almas, 2008), a cidade é dividida em duas zonas: a Macrozona Urbana e a Macrozona Rural, como mostra o Mapa 5.

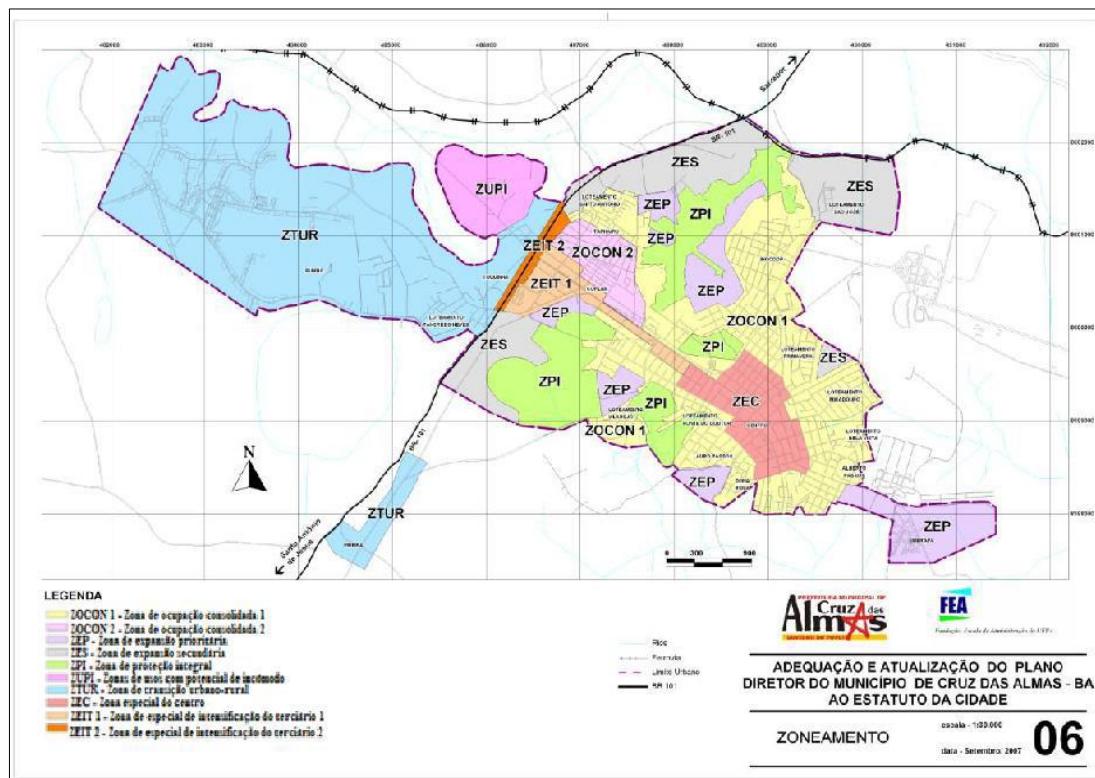
Mapa 5 - Macrozona Urbana e Macrozona Rural de Cruz das Almas



Fonte: PDDU de Cruz das Almas (2008)

Dentro da Macrozona Urbana existem outras zonas, que são: Zona de Ocupação Consolidada (ZOCON 1 e 2), Zona de Expansão Prioritária (ZEP), Zona de Expansão Secundária (ZES), Zona de Proteção Integral (ZPI), Zona de Usos com Potencial de Incômodo (ZUPI), Zona de Transição Urbano-Rural (ZTUR), Zona Especial do Centro (ZEC), Zona de Especial de Intensificação do Terciário (ZEIT 1 e 2) e Zona Especiais de Interesse Social (ZEIS 1 e 2), como se indica no Mapa 6.

**Mapa 6 - Zonas que compõem a Macrozona Urbana de Cruz das Almas**



Fonte: PDDU de Cruz das Almas (2008)

Para as diversas Zonas que integram a Macrozona Urbana estão estabelecidos diretrizes e restrições de uso e ocupação do solo, como por exemplo para a ZOCON, que compreende regiões onde a malha viária e os serviços de infraestrutura são considerados consolidados. Esta ZOCON compreende a maioria dos bairros da cidade, onde as diretrizes básicas do PDDU recomendam que haja:

- Identificação e cadastramento dos vazios urbanos com finalidade de promover locais de lazer, espaço cultural ou social;
- Estimulo ao adensamento dos vazios existentes;
- Recuperação do paisagismo local e conservar os marcos existentes;
- Requalificação de praças e outros locais de lazer ou de serviço social;

- Implementação de um padrão de urbanização de ruas, calçadas e passeios que contemple a acessibilidade universal, com uso de materiais que promovam a qualidade ambiental, prevendo uma largura mínima para as calçadas de 1,50 m de pavimentação e 0,50 de faixa de grama posicionada entre o meio-fio e a área de circulação da calçada. Em caso de arborização, as espécies devem ser plantadas nessa faixa de grama, a qual deve ter largura mínima de 1,00m;
- Licenciamento de empreendimentos residenciais, comerciais e de serviço, e coibir os industriais;
- Exigir para novos empreendimentos estudos de impactos na infraestrutura do local, como o sistema de drenagem;
- Os terrenos e edificações vazios ou subutilizáveis deverão responder a aplicação do parcelamento, edificação ou utilização compulsória.

#### 4.3 LEGISLAÇÃO VINCULADA AO SANEAMENTO EM CRUZ DAS ALMAS

Na estrutura de organização do município de Cruz das Almas, entre outras normas legais, inclusive aquelas que tratam do meio ambiente e do saneamento básico, vale observar algo que diga respeito à drenagem urbana, destacando-se:

- ✓ **Lei Orgânica do Município de Cruz das Almas**, promulgada em 05 de abril de 1990, reformada, ampliada e atualizada em 12 de novembro de 2002:
  - Art. 201 - Os lançamentos finais dos sistemas públicos e particulares de coleta de esgotos sanitários deverão ser precedidos, no mínimo, de tratamento primário completo, na forma da lei; § 1º - Fica vedada a implantação de sistemas de coleta conjunta, de águas pluviais e esgotos domésticos ou industriais.
- ✓ **O Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) de Cruz das Almas - Lei Complementar Nº 012/08:**
  - Art. 10. São diretrizes gerais de desenvolvimento econômico e social - IV – a melhoria das condições de saúde da população por meio da oferta de infraestrutura urbana, notadamente saneamento básico e dos serviços de saúde;
  - Art. 19. São diretrizes específicas da qualificação e proteção ambiental, entre outras: Inciso V - b - implantação de sistema de esgotamento sanitário e melhoria do sistema de drenagem das águas pluviais;

**Obs.:** No PDDU/2008 de Cruz das Almas não se faz qualquer referência à necessidade de elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDrU).

✓ **Lei Complementar Nº 005/01 - Código Municipal do Meio Ambiente** de Cruz das Almas (2001).

- Art., 95. O lançamento de efluentes, direta e indiretamente, bem como a drenagem de águas pluviais e servidas da sede municipal para os cursos d'água, deverão obedecer a padrões estabelecidos pelo CMMA. Parágrafo único – é proibido o lançamento de efluentes poluidores em vias públicas, galerias de águas pluviais ou valas precárias.

**Obs.:** O Código Municipal do Meio Ambiente de Cruz das Almas não faz qualquer referência à elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDrU).

✓ Lei Nº 2512/2016, de 01/08/16, que estabelece a **Política e as Diretrizes Municipais para os Serviços Públicos de Saneamento Básico (PMSB)**.

- Art. 2º - Os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes princípios fundamentais: III - Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas, Limpeza Urbana e Manejo dos Resíduos Sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente; IV - disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;
- Art. 3º - Para os efeitos desta Lei, considera-se: .....(d): drenagem e manejo das águas pluviais urbanas - conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento.
- Art. 24 - Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança dos serviços: (III) – de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas: na forma de tributos, inclusive taxas, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades.
- Art. 28 - A cobrança pela prestação do serviço público de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas deve levar em conta, em cada lote urbano, os percentuais de impermeabilização e a existência de dispositivos de amortecimento ou de retenção de água de chuva.
- Art. 44 - O Município elaborará, sob a coordenação da Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento Econômico: ...§ 1º - O PMSB deve abranger o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, e limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos e outras ações de saneamento básico de interesse para a melhoria da salubridade ambiental, incluindo o provimento de banheiros e unidades hidrossanitárias para populações de baixa renda;



**Obs.:** O PMSB de Cruz das Almas não faz qualquer referência à elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDrU).

✓ Lei Nº 2511/2016, de 01/08/16, que institui a **Política Municipal de Recursos Hídricos (PMRH)** de Cruz das Almas.

- Art. 13 - A gestão dos recursos hídricos tomará por base as seguintes questões: (III) - controle do escoamento superficial das águas pluviais.
- Art. 18 - O empreendedor de loteamentos e desmembramentos fica obrigado a projetar, aprovar e executar sistemas estruturais de retardamento do fluxo das águas pluviais, atendendo aos princípios do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e legislação municipal correlata.

**Obs.:** A PMRH de Cruz das Almas não faz qualquer referência à elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDrU).

No geral, observa-se que a prestação dos serviços públicos de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário está sob a responsabilidade da Empresa Baiana de Águas e Saneamento - EMBASA, concessionária estadual.

A limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos constam no Código Municipal do Meio Ambiente de Cruz das Almas, onde estão definidos procedimentos para atender os resíduos sólidos gerados no território municipal, bem como a drenagem de águas pluviais. O atual prestador dos serviços de coleta e disposição de resíduos sólidos está na Administração Municipal a cargo da Secretaria de Serviços Públicos.

Quanto à drenagem urbana em Cruz das Almas, com definido pela Lei Nº 2009/2009, de 21/01/2009 (que modificou a estrutura administrativa do Município), consta do seu Art. 32 que cabe à Secretaria Municipal de Infra - Estrutura, além de promover o planejamento, a coordenação, a supervisão, a fiscalização e a execução por administração direta ou por meio de terceiros, das obras, edificações, reformas e reparos, também executar obras públicas de drenagem, além de outras referentes ao sistema viário, abertura e conservação de vias públicas, estradas de rodagem.

Nesta Secretaria, cabe ao seu Departamento de Engenharia planejar, elaborar estudos e projetos, coordenar, executar, acompanhar e fiscalizar a construção e a conservação de obras pública, em geral.

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A estrutura administrativa de gestão da drenagem pluvial assume características diferenciadas para cada município do Brasil, em função do seu porte e de outras características específicas, como a natureza local dos problemas referidos à drenagem, o nível de desenvolvimento técnico e institucional da gestão municipal, influenciando desde o Organograma do Poder Executivo Municipal, quer em recursos financeiros alocados, meios materiais e em recursos humanos (BAPTISTA; NASCIMENTO, 2002).

Segundo Tucci (2002), no caso específico da drenagem de águas pluviais urbanas, na maioria dos municípios brasileiros a gestão ainda não recebe a devida importância dos gestores públicos, não existindo, regra geral, um planejamento específico para o setor. As questões da drenagem são tratadas, quase sempre, por meio de uma estrutura administrativa e técnica vinculada diretamente ao poder municipal, frequentemente Secretarias de Obras ou de Planejamento, expondo uma fragilidade institucional nos municípios.

A má gestão da drenagem urbana pode causar prejuízos irreversíveis se não ocorrem mudanças substanciais no gerenciamento das cidades. “A irracionalidade dos projetos leva a custos insustentáveis” (TUCCI, 2003). Nesse caso faz-se necessário uma coordenação entre poderes públicos municipais, estaduais e federais objetivando encontrar uma solução viável, legal e econômica, que minimize os problemas gerados e que não tragam ônus à sociedade.

### **5.1 O QUADRO INSTITUCIONAL DE GESTÃO DA DRENAGEM URBANA EM CRUZ DAS ALMAS**

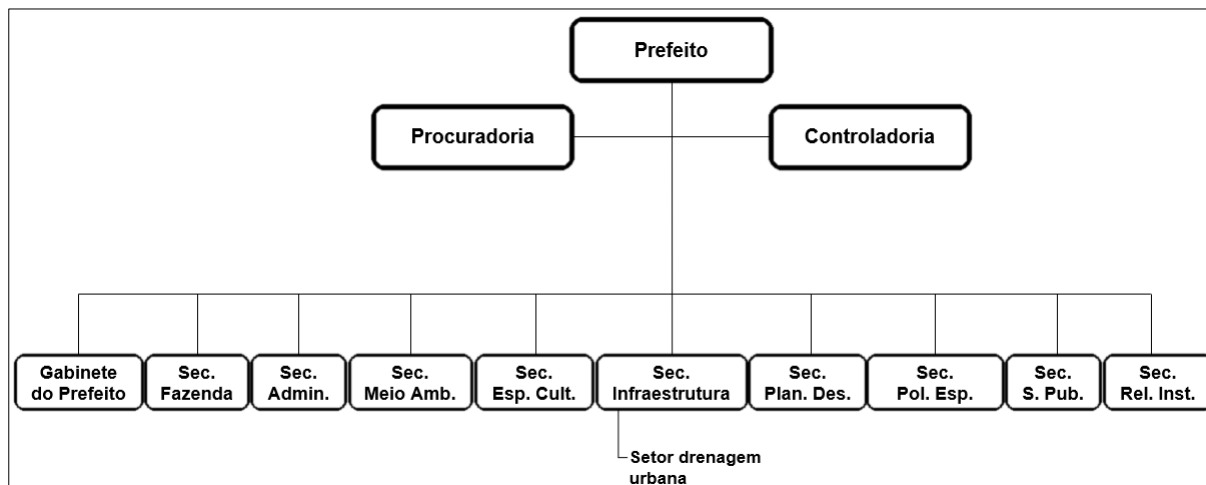
Na maioria dos municípios do Brasil, a gestão dos serviços de DMAPU é realizada pela administração direta municipal, isto é, pela própria Prefeitura. De maneira geral, não existe uma entidade específica responsável pelo planejamento e prestação dos serviços, como ocorre, por exemplo, com os serviços de água e esgotos, com as companhias de saneamento regionais e locais. Além disso, algumas obras, sobretudo de macrodrenagem.

A vertente institucional de gestão da drenagem urbana materializa-se pela estrutura organizacional, operacionalizada a partir dos órgãos que a compõem. No caso da Prefeitura de Cruz das Almas, pela Lei Nº 2009/2009, de 21/012009, cabe à Secretaria Municipal de Infraestrutura executar obras públicas de drenagem, além

da promoção do planejamento, coordenação, supervisão, fiscalização e a execução (por administração direta ou por terceiros), das obras, edificações, reformas e reparos, referentes ao sistema viário, abertura e conservação de vias públicas, estradas de rodagem.

A estrutura organizacional da gestão da drenagem em Cruz das Almas pode ser entendida como se apresenta na Figura 26.

**Figura 26 - Vinculação administrativa da gestão da drenagem em Cruz das Almas - BA.**



**Fonte: Adaptado PMCA**

A realidade dos serviços de saneamento básico, no que tange ao manejo e drenagem de águas pluviais urbanas na Cidade de Cruz das Almas é deficiente, o que demonstra certa falta de preocupação do poder público com o desenvolvimento urbano. Mesmo que conste da estrutura administrativa do município, na Secretaria Municipal de Infraestrutura não existe setor independente (por exemplo: uma divisão, um núcleo, ou algo parecido) com boa estrutura técnica, autonomia financeira e gerencial voltada a planejamento e gerenciamento da drenagem urbana.

Outro aspecto grave é a falta de cadastro da rede pluvial, das sub-bacias hidrográficas, do uso e tipo dos solos, entre outros dados físicos de interesse do planejamento. Os sistemas de microdrenagem da cidade de Cruz das Almas, de um modo geral, possui redes antigas e dispositivos como bocas-de-lobo, sarjetas, caixas coletoras e galerias mal projetadas, construídas a mais de 20 anos.

A falta disso tudo resulta na ocorrência de problemas diversos, a exemplo de inundações e alagamentos na área urbana, causados pela ineficiência dos sistemas de drenagem, associado à sua precária manutenção.

A percepção da ineficiência do sistema de águas pluviais da cidade só é percebida pela sua população no período de inverno, quando ocorrem chuvas intensas, provocando alagamentos, o que ao contrário dos demais componentes do saneamento básico, cujas qualidades, falhas e deficiências são evidenciadas no dia a dia do cidadão.

Como não foi do escopo do presente trabalho estabelecer avaliações hidrológico-hidráulicas para diagnosticar desacertos de projetos e ineficiências nas redes de drenagem existentes em Cruz das Almas, vale referir que no trabalho de MENDES E ANDRADE (2017), esses autores demonstram que o sistema de microdrenagem existente nas ruas Ângelo José Vieira e Permínio Bispo Anunciação, no bairro Alberto Passos, está subdimensionado. Além disso, a falta de manutenção dos elementos daquela rede de drenagem e o lançamento desordenado de lixo nas bocas coletoras concorrem para agravar o problema das inundações.

Da mesma forma, no trabalho de SILVA e ANDRADE (2017), esses autores, ao avaliar um sistema de microdrenagem na rua Dr. Lauro Passo, no Bairro Alberto Passos, concluem que o atual sistema de microdrenagem está subdimensionado, com falhas de projeto, havendo também o lançamento clandestino de esgotos domésticos na rede drenagem. Afirmam ainda que a junção de todas essas problemáticas gera inundações e alagamentos, principalmente em períodos chuvosos, trazendo perdas materiais à população, além dos riscos de proliferação de doenças de veiculação hídrica. Afirmam também que nenhum dos trechos de galerias daquela importante via não estão dimensionados adequadamente e que as bocas-de-lobo são insuficientes, em relação a quantidade e capacidade hidráulica, com algumas mal posicionados.

A seguir apresenta-se uma sequência de registros fotográficos que ilustram situações-problema típicas observadas na cidade de Cruz das Almas, que motivaram o desenvolvimento deste trabalho e ajudaram a tentar identificar a razão dos problemas na etapa diagnóstico, o que foi feito pelo uso do Questionário que se apresenta no item 5.2, adiante comentado.

### **5.1.1 Registros de problemas de drenagem em Cruz das Almas.**

O objetivo da apresentação de algumas fotos, como a seguir, é favorecer uma melhor compreensão de que, de fato, há sérios problemas na cidade que fica,

frequentemente, submetida na época de chuvas à ocorrência de alagamentos e inundações, que causam prejuízos e desconfortos à sua população.

A Foto 1, mostra como ficou a Rua Dr. Lauro Passo, no bairro Alberto Passos, em período de chuva, mostrando à ineficiência dos sistemas de microdrenagem, causando diversos transtornos à população que mora nesse trecho.

**Foto 1 - Rua Dr. Lauro Passos em período de chuva**

(ainda com revestimento em paralelepípedo, atualmente com revestimento asfáltico)



Fonte: Paulo Santa Rosa (2016)

**Foto 2 - Rua do bairro Alberto Passo em período de chuva**



Fonte: Adaptado de Blanco, C. (2014)

**Foto 3a - Residências com muretas contra inundação na rua Dr. Lauro Passos**



Fonte: Paulo Serrano (2015).

**Foto 3b - Residências com muretas contra inundação na rua Dr. Lauro Passos**



Fonte: Paulo Serrano (2017).

Em várias ruas do mesmo bairro Alberto Passos, como se mostra nas Fotos 3a e 3b, observa-se que a população constrói “muretas” para barrar a invasão da água de chuva nas casas, a fim de evitar danos e perdas materiais,

**Foto 4 - Alagamento na rua J. B. da Fonseca (Centro de Cruz das Almas)**



Fonte: Paulo Serrano (2016).

**Foto 5 - Alagamento na rua J. B. da Fonseca (Centro de Cruz das Almas)**



Fonte: Paulo Serrano (2016).

Nesta rua J. B. da Fonseca, no ano de 2018, a Prefeitura implantou uma nova galeria no trecho, visando diminuir a presença de água pluvial e os frequentes alagamentos na via.

**Foto 6 - Alagamentos na Av. Alberto Passos (Centro de Cruz das Almas)**



Fonte: Tiago O. Conceição (2013) / Prefeitura de Cruz das Almas (2011).

**Foto 7 - Alagamentos na Rua Possidônio Costa Souza (Cruz das Almas)**



Fonte: Tiago O. Conceição (2013).

**Foto 8 - Alagamentos recentes na Rua Manoel Vilaboim**



Fonte: Forte na Notícia (2017).



**Foto 9 - Alagamento na Rua Professor Mata Pereira**



**Fonte: Paulo Serrano (2016).**

O alagamento ilustrado na Foto 9, na rua Prof. Mata Pereira, está referido ao tempo em que nessa via o revestimento do pavimento era em paralelepípedos, o que contribuía, na dependência da intensidade da precipitação, para um escoamento superficial de menor volume.

**Foto 10 - Alagamento recente na rua Lauro Passos (Baixinha da Vitória)**



**Fonte: Priscila Velame (2019).**

**Foto 11 - Alagamento na Avenida Juscelino Kubitschek (Coplan)**



Fonte: Priscila Velame (2019).

**Foto 12 - Alagamento na rua Professor Mata Pereira em 07/09/19, trecho da Santa Casa de Misericórdia (já com revestimento asfáltico).**



Fonte: Recôncavo Online (2019).

O alagamento na rua Prof. Mata Pereira ilustrado na Foto 12, para um evento de chuva ocorrida no dia 07/09/19, reflete uma resposta mais forte para o escoamento superficial, diante de que atualmente se tem revestimento asfáltico sobre o pavimento dessa importante via da cidade.

Regra geral, na maioria das ruas da cidade, as sarjetas são formadas pela junção do pavimento (calçamento em paralelepípedos) com a guia (meio fio) do passeio (calçada), assumindo uma geometria quase triangular. Pode-se notar, por vezes, que esses dispositivos de drenagem não recebem manutenção adequada,

acumulando lixo e sedimentos, algumas com vegetação rasteira, como mostra a Foto 13, o que reduz a capacidade hidráulica desses elementos.

**Foto 13 - Sarjetas sem manutenção**



Fonte: Paulo Serrano (2016).

Regra geral, o mesmo se observa quanto as bocas-de-lobo, que não recebem manutenção adequada, acumulando lixo e sedimentos, algumas com vegetação rasteira, como mostra a Foto 14, o que reduz a capacidade hidráulica desses dispositivos.

**Foto 14 - Bocas de lobo sem manutenção (rua Aderbal S. Oliveira)**



Fonte: acervo do Prof. Paulo Serrano (2014).

Em várias situações, regra geral, se observa que não há padronização dimensional e de localização de bocas-de-lobo, que sempre são obstruídas por resíduos sólidos, estão quebradas total ou parcialmente, algumas até tamponados pelos moradores e, para piorar a situação, muitas ainda recebem lançamentos indevidos de águas residuárias (esgoto doméstico), em alguns pontos da cidade.

Embora o Código Municipal do Meio Ambiente do município de Cruz das Almas (2001) defina que “se assegurará a toda área do município o escoamento das águas pluviais de modo a propiciar segurança e conforto a todos os habitantes”, fica evidente que em boa parte da cidade a gestão do manejo e drenagem de águas pluviais não recebe os cuidados devidos, o que se demonstra pelos poucos registros fotográficos até aqui apresentados, sendo recorrente a ocorrência de alagamentos em diversos pontos da área urbana.

A drenagem urbana, devido à falta de planejamento, falha e erros de execução dos projetos, falta de manutenção e controle, representa uma fonte de impactos significativos na população e no meio ambiente, decorrentes de inundações e alagamentos, o que acaba por reduzir a qualidade de vida da população em virtude das interrupções do tráfego, prejuízos materiais e da deterioração ambiental.

## 5.2 DIAGNÓSTICO DA DRENAGEM EM CRUZ DAS ALMAS (QUESTIONÁRIO)

De acordo o questionário aplicado (**Anexo I**), respondido por representante da Secretaria de Infraestrutura do Município de Cruz das Almas, foi possível observar o grau e imprecisão das informações dadas pelo órgão e, o que é mais grave, a falta de conhecimento da real situação dos serviços de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Diante dos questionamentos e evidências coletadas no presente estudo, a Secretaria de Infraestrutura, mesmo assim, ainda considera que o município faz, de algum modo, uma gestão nos serviços de drenagem. O Quadro 4, demonstra os resultados adquiridos.

**Quadro 4 - Resultados adquiridos mediante aplicação do questionário**

Perguntas	Respostas
Q 1: Existe serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas?	Sim
Q 2: Qual a natureza jurídica do principal responsável pelo serviço de drenagem no município?	Administração direta da prefeitura
Q 3: Qual o nome do principal prestador do serviço (exemplo: prefeitura)?	Prefeitura municipal/secretaria de infraestrutura
Q 4: Caso a prestadora do serviço de drenagem seja a prefeitura, em qual (ais) órgão(s) o serviço está alocado?	Secretaria/departamento de obras
Q 5: Desde que ano existe contrato de prestação de serviço de drenagem e manejo de águas pluviais no município?	A mais de vinte anos

<b>Perguntas</b>	<b>Respostas</b>
Q 6: Foram realizadas obras para instalação ou ampliação da rede de drenagem pluvial no município, no período de referência (2017)?	Sim
Q 7: A rede de drenagem é mapeada em plantas descritivas (desenhos técnicos)?	Sim, em papel
Q 8: Qual o tipo de rede de drenagem na maior parte do município?	Rede separadora (projetada para transportar apenas água de chuva)
Q 9: Qual a extensão TOTAL da rede de microdrenagem no município? (unidade em quilômetros)	Não respondeu/ Não sabe
Q 10: Qual a extensão TOTAL da rede de macrodrenagem no município? (unidade em quilômetros)	Não respondeu/ Não sabe
Q 11: Qual a extensão da rede SUBTERRÂNEA de drenagem? (unidade em quilômetros)	Não respondeu/ Não sabe
Q 12: Qual a extensão Total do SISTEMA VIÁRIO (rodovias + estradas) na zona urbana? (unidade em quilômetros)	Não respondeu/ Não sabe
Q 13: Qual a extensão do SISTEMA VIÁRIO (rodovias + estradas) PAVIMENTADO na zona urbana? (unidade em quilômetros)	Não respondeu/ Não sabe
Q 14: Quais os elementos de coleta de águas pluviais presentes no município? (águas de chuva)	Boca de lobo
Q 15: Existem cursos d'água passando na zona URBANA?	Sim
Q 16: Qual a EXTENSÃO total (somatório) dos trechos dos cursos d'água na zona URBANA? (unidade em quilômetros)	Não respondeu/ Não sabe
Q 17: Qual o NOME do curso d'água com maior extensão na zona URBANA?	Não se aplica
Q 18: Qual a CONDIÇÃO que predomina no curso d'água com maior extensão na zona URBANA?	Não se aplica
Q 19: Foi detectada proliferação de insetos, ratos ou outros animais associados à presença de cursos d'água na zona URBANA?	Sim
Q 20: Quais os tipos de lançamento feitos nos cursos d'água na zona URBANA?	Esgoto doméstico
Q 21: Qual o tipo de corpo d'água recebe maior parte das águas pluviais urbanas coletadas?	outros
Q 22: Foi feito o monitoramento de nível d'água ou de vazão na REDE DE DRENAGEM de águas pluviais em 2017?	Sim
Q 23: Com que FREQUÊNCIA foi feito o monitoramento de nível d'água ou de vazão na rede de drenagem?	Anual
Q 24: Foi feito o monitoramento de nível d'água ou de vazão do corpo d'água RECEPTOR PRINCIPAL em 2017?	Não
Q 25: Com que FREQUÊNCIA foi feito o monitoramento de nível d'água ou de vazão do corpo receptor principal?	Não se aplica
Q26: Foram feitas CONSULTAS a informações pluviométricas e meteorológicas em 2017?	Não

<b>Perguntas</b>	<b>Respostas</b>
Q 27: Com que FREQUÊNCIA foram feitas consultas a informações pluviométricas e meteorológicas em 2017?	Não se aplica
Q 28: Foram realizadas VISTORIAS no sistema de drenagem em 2017?	Sim
Q 29: Com que FREQUÊNCIA foram realizadas vistorias no sistema de drenagem em 2017?	Semestral
Q 30: Quais os principais PROBLEMAS encontrados NA REDE de drenagem em 2017?	Entupimento devido ao acúmulo de lixo em Bocas-de-Lobo, bueiros, tubulações, galerias subterrâneas ou canais abertos
Q 31: Quais as principais medidas de MANUTENÇÃO do sistema de drenagem aplicadas em 2017?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpeza e desobstrução de Bocas-de-Lobo e bueiros;</li> <li>• Varrição e limpeza de vias (estradas, rodovias);</li> <li>• Substituição de elementos de drenagem (grades, tubos, manilhas, placas)</li> </ul>
Q 32: Quais os principais PROBLEMAS relacionados à drenagem no município em 2017?	Outros
Q 33: Há fiscalização sobre o lançamento de efluentes e resíduos sólidos nos cursos d'água no município?	Não respondeu/ Não sabe
Q 34: Existem locais passíveis de INUNDAÇÃO no município?	Sim
Q 35: Ocorreram eventos de INUNDAÇÃO em 2017 neste município?	Não
Q 36: Quantos domicílios foram afetados por INUNDAÇÕES em 2017 neste município?	Não se aplica
Q 37: Existem locais passíveis de DESLIZAMENTOS na zona urbana?	Não
Q 38: Ocorreram eventos de DESLIZAMENTO de terra em 2017 neste município?	Não
Q 39: Quantos domicílios foram afetados por DESLIZAMENTOS de terra em 2017 neste município?	Não se aplica
Q 40: Houve problemas de EROSÃO que afetaram vias públicas ou domicílios, no período de referência 2017?	Outros
Q 41: Quantas vezes foi decretado estado de ALERTA razão eventos chuvosos no município?	Nenhuma
Q 42: Quantas vezes foi decretado estado de EMERGÊNCIA devido a eventos chuvosos no município?	Nenhuma
Q 43: Quantas vezes foi decretado estado de CALAMIDADE PÚBLICA devido a eventos chuvosos no município?	Nenhuma
Q 44: O sistema de drenagem do município é supervisionado por um engenheiro civil, sanitarista ou ambiental com conhecimento/experiência em hidrologia?	Sim, com experiência em hidrologia
Q 45: De que forma é feita a COBRANÇA pelo serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas no município?	Taxa junto com a conta de água
Q 46: Como estão organizadas as informações econômicas e financeiras do serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas? (questões Q47 a Q51)	Não respondeu/ Não sabe

Perguntas	Respostas
Q 47: Qual a arrecadação no ano de 2017 com o serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas? (unidade em reais)	Não se aplica
Q 48: Qual o valor total das despesas com a prestação de serviços em drenagem e manejo de águas pluviais no ano 2017? (unidade em reais)	Não respondeu/ Não sabe
Q 49: Qual o valor total dos investimentos no serviço de drenagem e manejo de águas pluviais no ano 2017? (unidade em reais)	Não respondeu/ Não sabe
Q 50: Quais as vias de atendimento a solicitações, reclamações ou sugestões da população?	Telefone ou Pessoalmente
Q 51: Quais as principais reclamações ou solicitações relacionadas à drenagem e manejo de águas pluviais urbanas em 2017?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Solicitação de limpeza e desobstrução de Bocas-de-Lobo, bueiros, galerias subterrâneas e canais abertos;</li> <li>• Solicitação de instalação de rede de drenagem;</li> <li>• Reclamação sobre inundação de vias e praças.</li> </ul>
Q 52: Quais os tipos de ações relacionadas à educação ambiental desenvolvidas pelo prestador?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realização de palestras, cursos, visitas técnicas;</li> <li>• Realização de mutirões.</li> </ul>

Do que se levantou através do **Questionário para diagnóstico da drenagem urbana em Cruz das Almas**, verifica-se que a inexistência de um setor de Drenagem Urbana na prefeitura resulta em desacertos de projetos e obras, em ineficiências, com conseqüente ocorrência de alagamentos e inundações em diversas ruas e bairros da cidade, como se documentou em fotografias, de forma mínima, no item 5.1.1.

Como na maioria dos municípios brasileiros, conforme se anota no *Diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas* (2018), em Cruz das Almas também não se efetua coleta sistemática de dados sobre a drenagem urbana. Os dados disponíveis são insuficientes, sendo verificado, por exemplo, a falta de mapeamento cartográfico detalhado (georreferenciado, com altimetria e resolução adequada), a falta generalizada de cadastro dos sistemas de micro e macrodrenagem de águas pluviais (o que dificulta o conhecimento da sua estrutura física), a inexistência de mapeamento de áreas de risco e, ainda, uma carência total de registros precisos sobre falhas no sistema de drenagem (população afetada, valoração dos prejuízos). Essas carências (de pesquisa e estudos) agravam ainda mais os problemas da cidade, pois sem a coleta de dados de drenagem são grandes as dificuldades para a gestão desses serviços (o que passa pelo bom conhecimento de hidrologia e hidráulica), além da formação e da composição do quadro técnico, se

constituem em fragilidades para uma atuação eficaz da Secretaria de Infraestrutura da Prefeitura de Cruz das Almas.

Além de aspectos que se referem aos projetos, construção e manutenção dos sistemas de drenagem urbana, foi observado também, que na administração há um relativo desconhecimento da existência da infraestrutura de monitoramento de dados hidrológicos, presente no seu território e administrada por órgãos estaduais e federais. Este é o caso das redes de equipamentos e instrumentos de monitoramento de variáveis hidrológicas (intensidade de chuvas, vazões) e de qualidade da água da ANA, Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), etc.

Merece destaque que não se pôde observar no ambiente da administração municipal a existência de ações efetivas para um planejamento integrado entre os setores relacionados com a água no meio urbano. O bom funcionamento dos sistemas de drenagem depende do perfeito relacionamento do mesmo com os outros sistemas ligados à água no meio urbano.

Como a parte institucional não é eficiente, o mesmo acontece na parte técnica e por isso são frequentes os transtornos causados à população, como os alagamentos, interferindo no fluxo de pessoas e veículos, com invasão da água em residências, por vezes. Já que a prestação dos serviços relacionados com a drenagem urbana acontece de forma descontrolada, isso acarreta em prejuízos, tanto para os cofres públicos quanto para a sociedade, principalmente quando da ocorrência de inundações, o que deixa a população da cidade de Cruz das Almas vulnerável às doenças de veiculação hídrica, principalmente em épocas de chuva.

No entanto, a presente pesquisa sobre o sistema de gestão da drenagem urbana de Cruz das Almas pode fornecer subsídios para direcionar um plano de manejo de águas pluviais, bem como fortalecer uma base de informações para se melhorar a gestão pública desses serviços e o desenvolvimento do município.



## 6 CONCLUSÃO

O presente trabalho objetivou fazer um diagnóstico sobre o manejo de águas pluviais da drenagem urbana, com ênfase na gestão, entendendo a situação atual, na intenção de contribuir para a proposição de um novo modelo institucional para esses serviços na administração municipal de Cruz das Almas.

O escoamento das águas pluviais acontece, existindo ou não um sistema de drenagem, e ocupa os espaços disponíveis, sejam estes adequados ou não. O sistema de drenagem, portanto, deve ser planejado, projetado, construído e mantido com o objetivo de prover espaços apropriados para a coleta, o armazenamento e a condução das águas pluviais. A percepção da eficiência, ou ineficiência, do sistema de águas pluviais só é percebida pela população quando ocorrem chuvas intensas na cidade.

Um adequado processo de planejamento e gestão dos serviços de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas é um dos elementos essenciais para minimizar os impactos sofridos pelas populações, em decorrência de eventos como alagamentos e inundações. Tucci (1997) já dizia que só um Plano Diretor de Drenagem será um instrumento que, dentre outras funções, buscará planejar a distribuição da água no tempo e no espaço para evitar prejuízos econômicos e financeiros, além de controlar a ocupação de áreas de risco de inundação. Além de obrigatório por lei [(BRASIL, 2007 e 2010)], como parte do Plano de Saneamento Básico, o Plano Diretor de Drenagem é o instrumento de planejamento que orienta as ações do município destinadas à redução de riscos, como também o planejamento financeiro dessas ações.

O trabalho conclui que, para ocorrer uma melhoria significativa na promoção dos serviços de manejo e drenagem de águas pluviais urbanas em Cruz das Almas, algumas ações podem ser recomendadas:

- É necessário que o poder público municipal institucionalize um setor específico para planejar e fazer a gestão da drenagem urbana de forma integrada com os outros serviços públicos, desde que venha a ter autonomia técnica e financeira;
- É preciso que este setor possa realizar, por exemplo: i) croquis georreferenciados das bacias contribuintes; ii) identificar problemas (alagamentos, transbordamento de córregos, etc.) na área urbana; iii) definir relações entre a evolução populacional e as ocorrências de inundações; iv)

conscientizar a população para colaborar com o bom funcionamento dos sistemas de drenagem; v) combater ligações clandestinas de esgoto na rede de pluviais; vi) melhorar informações sobre componentes existentes (galerias, bocas-de-lobo, órgãos acessórios) da rede de drenagem, visando adequar o sistema a padrões de dimensionamento hidrológico e hidráulicos,.

- É preciso que o município reúna condições institucionais e técnicas para, no curto prazo, poder responder a uma próxima pesquisa sobre *Diagnóstico de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas*, o que certamente será conduzida em breve pelo Governo Federal;
- Sendo uma diretriz para a drenagem urbana e manejo de águas pluviais, recomenda-se a elaboração do cadastro físico das redes de micro e macrodrenagem, a fim de servir como mais uma ferramenta de auxílio à gestão, ou seja, é preciso melhorar as informações (cadastramento) sobre os componentes existentes na rede de drenagem (como bocas-de-lobo, galerias e órgãos acessórios), visando adequar o sistema aos padrões de dimensionamento hidrológico e hidráulico compatíveis;
- Deve-se definir relações entre o crescimento populacional e a impermeabilização do solo, com vistas no planejamento e promoção da manutenção para os atuais e novos sistemas de drenagem, estudando a relação entre os resíduos sólidos, a drenagem urbana e o saneamento;
- É preciso priorizar, por exemplo, a execução da drenagem em novos loteamentos, verificando a influência deste novo para os sistemas atuais de drenagem a jusante;
- Por fim, é necessário que o poder público municipal priorize a elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDrU) para o município, o qual deve possuir como principal objetivo a instituição de mecanismos de gestão da infraestrutura urbana, relacionados com o escoamento das águas pluviais, dos córregos e rios na área urbana, visando melhorias nas condições de saneamento e qualidade do meio ambiente da cidade.

No processo de planejamento de uma cidade, o Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDrU) é fundamental para auxiliar o município a promover melhorias estruturais e não estruturais, visando reduzir os impactos negativos da ocorrência de chuvas intensas ou prolongadas e os consequentes alagamentos e inundações.

Neste sentido, como foi um dos objetivos do estudo, estão apresentadas no Quadro 5 algumas diretrizes para auxiliar na elaboração de PDDrU para Cruz das Almas-BA.

Quadro 5 - Fases de elaboração do PDDrU

<b>Cadastro físico:</b>	Cadastro da rede pluvial, bacias hidrográficas, uso e tipo de solo das bacias, entre outros dados físicos.
<b>Planos:</b>	Plano de Desenvolvimento urbano da cidade, Plano de Saneamento ou esgotamento sanitário, Plano de Controle dos Resíduos Sólidos e Plano Viário. São Planos que apresentam interface importante com a Drenagem Urbana. Quando os planos de Água e Saneamento e Resíduos sólidos são desenvolvidos de forma integradas as interfaces entre estes elementos devem ser destacadas;
<b>Aspectos Institucionais:</b>	Legislação municipal relacionada com o Plano Diretor Urbano e meio ambiente; Legislação estadual de recursos hídricos e Legislação federal; Gestão da drenagem dentro do município;
<b>Dados hidrológicos:</b>	Precipitação, vazão, sedimentos e qualidade da água do sistema de drenagem.
<b>Plano de trabalho</b>	Tem como objetivo orientar a elaboração do Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDrU). Deve ser desenvolvido com base no Termo de Referência (TR). Este contempla as etapas dos trabalhos, produtos e conteúdo de elaboração do PDDrU.
<b>Diagnóstico da Drenagem Urbana</b>	Deve tratar principalmente da descrição dos trabalhos iniciais, os quais deve envolver a obtenção e tratamento dos dados secundários para o desenvolvimento do PDDrU. Esta etapa deverá conter com: a delimitação das bacias hidrográficas do município; descrição fisiográficas e cálculo de vazões para as bacias; análise dos cenários de ocupação e sua expansão (temporal e espacial); e análise histórica e tendencial de vazões de cheias nas bacias.
<b>Análise da Drenagem Urbana</b>	Deverá apresentar a análise das obras hidráulicas existentes para cada sub-bacias. Assim como, realizar visitas nos principais pontos de interesse para a proposição de medidas de controle estruturais e não estruturais. Nesse documento deve constar cálculo das possíveis vazões de projeto para os diferentes cenários, verificar se as estruturas atuais e projetadas atendem a demanda. Além disso, devem ser apresentados os anteprojetos das estruturas necessárias como medidas de controle (as quais deverão ser incluídas nas medidas não-estruturais como de uso público prioritário). Também realizar orçamentos estimativos que servirão de referência para o planejamento da implantação dessas medidas.
<b>Prognóstico da Drenagem Urbana</b>	Tem como intuito abordar os produtos anteriores para a elaboração do Programa Municipal de Drenagem. Este documento deve ser um instrumento de planejamento para a implantação das medidas propostas no PDDrU, parte fundamental para a implantação do Plano e obtenção de recursos. Este produto deve apresentar o cenário normativo utilizado para as medidas propostas; criado com base nas demandas de medidas estruturais, medidas não-estruturais e escoamento superficial. Ainda, devem ser estabelecidas metas e indicadores, propostas de regulamentações, e programas e ações para as ações corretivas e preventivas para a drenagem urbana do município.
<b>Manual de Drenagem e Plano de Ações</b>	Tem como objetivo principal auxiliar nas áreas de: planejamento e projetos de drenagem urbana, planejamento e controle do uso do solo, além de projetos, análise e aprovação de novos empreendimentos. Este estabelecerá critérios de planejamento, controle e projeto, abordando: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Variáveis hidrológicas regionalizadas para projetos de drenagem urbana;</li> <li>• Elementos hidráulicos para o projeto de estruturas de controle;</li> <li>• Critérios para a avaliação e controle dos impactos do desenvolvimento urbano sobre o sistema de drenagem;</li> <li>• Controle da qualidade da água pluvial; • Legislação e regulamentação associada; e</li> <li>• Síntese dos planos elaborados para cada sub-bacias.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de IRATI (2019, p. 9-10)

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 12267: Normas para elaboração de Plano Diretor. 1992.

ALMEIDA, G. D. Diagnóstico preliminar para o plano diretor de drenagem urbana no município de Matias Barbosa–MG, =2014. Disponível em:

<http://www.ufjf.br/engsanitariaeambiental/files/2014/02/DIAGN%C3%93STICO-PRELIMI'NARPARA-O-PLANO-DIRETOR-DE-DRENAGEM-URBANA-NO-MUNIC%C3%8DPIO-DEMATIAS-BARBOSA-%E2%80%93MG.pdf>.

ALMEIDA, G. H. T. D.; MASINI, L. S.; MALTA, L. R. S. Hidrologia e drenagem. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2017. 200 p.

ALMEIDA, J. W. L (et.al). Geotecnologias aplicadas ao uso do solo: Estudo de Caso da bacia do Vieira no município de Montes Claros-MG. Anais XVI Encontro Nacional de Geógrafos. Porto Alegre, 2010.

BIDONE, F. R., TUCCI, C.E.M., Microdrenagem, in: Tucci, C.E.M., Porto, R.L., Barros, M.T., 1995, org, Drenagem Urbana, Porto Alegre, Editora da Universidade, 428p, pag. 77-105. 1995.

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

BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In: GUERRA, A. J. T. (Org.). Geomorfologia urbana. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2011. p. 71-115.

BRAGA, Benedito et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRAGA, Benedito et al. **Introdução à Engenharia Ambiental**. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL – Ministério das Cidades / SNIS. Diagnóstico do Manejo das Águas Pluviais Urbanas. 2018.

BRASIL. Lei nº 10. 257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Brasília, 2001.

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

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. Panorama Nacional do Saneamento Básico no Brasil: elementos conceituais para o saneamento básico. Brasília. 2015.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS CIDADES. PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO BÁSICO: Mais Saúde com Qualidade de Vida e Cidadania. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasília. 2014. 215p.

CETESB. Drenagem Urbana: manual de projeto. 3.ed. São Paulo: CETESB, 1986.

COELHO, G. A. Utilização de bacias de retenção de águas pluviais em planos diretores de macrodrenagem. TCC - Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

Disponível em:

<<http://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/124486/199.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: jun. 2017.

CORDEIRO, J. S.; VAZ FILHO, P. Gerenciamento de sistemas de drenagem urbana: uma necessidade cada dia mais intensa. Revista Engenharia, São Paulo, n. 541, p. 5-10, set. 2000.

COSTA FRANCO, S., 1992, Porto Alegre: guia histórico. Porto Alegre: Ed. da Universidade, 448 p.

CRUZ, Marcus A. S.; SOUZA, Christopher Freire; TUCCI, Carlos E.m. CONTROLE DA DRENAGEM URBANA NO BRASIL: AVANÇOS E MECANISMOS PARA SUA SUSTENTABILIDADE. Disponível em:

<[http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/931f07c4c229bbc1b9c1603fa24b7e12\\_6826f37881689d99197aef832b946486.pdf](http://www.abrh.org.br/sgcv3/UserFiles/Sumarios/931f07c4c229bbc1b9c1603fa24b7e12_6826f37881689d99197aef832b946486.pdf)>. Acesso em: 05 out. 2014.

DESBORDES, M., 1987, Contribution à l'analyse et à la modélisation des mécanismes hydrologiques en milieu urbain, Montpellier: Académie de Montpellier. 242 p. Thèse.

EMBRAPA. Meio Ambiente, Construção Participativa de Indicadores de Sustentabilidade disponível em:

<[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Ferraz\\_Young\\_Marques\\_Skorupa\\_construcaoID-8TiTIAx3nY.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Ferraz_Young_Marques_Skorupa_construcaoID-8TiTIAx3nY.pdf)>. Acesso: abril/2010.

FARAH, M. F. S. Parcerias, novos arranjos institucionais e políticas públicas no nível local de governo. RAP – Revista de Administração Pública, v.35, n. 1, p. 119-145, jan./fev. 2001.

FILHO, M. J. L. C. Desenvolvimento e Avaliação de um Conjunto de Indicadores para Representação do Sistema de Drenagem. UFAL – Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento. Dissertação de Mestrado. Maceió, 2017.146f. Disponível em <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/1769>.

HÖFLING, Eloisa de Mattos. Estado e políticas (públicas) sociais. In: Cadernos CEDES - Cad. CEDES vol. 21- no. 55. Campinas. 2001.

[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-32622001000300003&script=sci\\_arttext&tlng=PT](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-32622001000300003&script=sci_arttext&tlng=PT).

IBGE. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – 2012. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos\\_naturais/indicadores\\_desenvolvimento\\_sustentavel/2012/ids2012.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/indicadores_desenvolvimento_sustentavel/2012/ids2012.pdf)>. 2013.

IBGE. Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – 2012. Disponível em: <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos\\_naturais/indicadores\\_desenvolvimento\\_sustentavel/2012/ids2012.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/indicadores_desenvolvimento_sustentavel/2012/ids2012.pdf)>. 2000.

IMADA, R. G. Práticas de microdrenagem sustentáveis para a redução do escoamento superficial urbano, 2014.

IRATI. PREFEITURA MUNICIPAL DE IRATI. **Plano Diretor de Drenagem Urbana**. 2019. Disponível em: <<http://irati.pr.gov.br/uploads/pagina/arquivos/FermaPPDUP05PlanoDiretorDrenagemUrbanavf.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2019.

Malheiros TF, Assunção JV. Indicadores de desenvolvimento sustentável. In: 23o Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y ambiental [CD ROM]; 2000 dez 3 – 8, Porto Alegre.

MATOS, J. S. Aspectos Históricos a Actuais da Evolução da Drenagem de Águas Residuais em Meio Urbano. Departamento de Engenharia Civil e Arquitetura do Instituto Superior Técnico. Lisboa, Volume 16. 2003. Disponível em <<http://www.civil.uminho.pt/revista/artigos/Num16/Pag%2013-23.pdf>>. Acesso em jun. 2018.

MENDES, A. C.; ANDRADE, P. R. G. S. de. Modelagem e análise de uma rede de microdrenagem na zona urbana de Cruz das Almas - BA. In.; Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. <https://www.abrh.org.br/xxiisbrh/>. Florianópolis. 2017.

MENDONÇA, E. C. Metodologia para avaliação de desempenho de sistema de drenagem urbana. 2009. 176f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília/Faculdade de Tecnologia. Brasília. 2009.

NAHAS, Maria Inês Pedrosa et al. Metodologia de construção do Índice de Qualidade urbana dos municípios brasileiros. In: Anais do XV Encontro Nacional de Estudos Populacionais, Caxambu, set. 2006. Disponível em: <[http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2006/docspdf/ABEP2006\\_420.pdf](http://www.abep.nepo.unicamp.br/encontro2006/docspdf/ABEP2006_420.pdf)>. Acesso em: 13 ago. 2019

PARKINSON, J. MILOGRANA, J.; CAMPOS, L.C.; CAMPOS, R. Relatório do Workshop em Goiânia-GO, maio de 2003.

PESQUISA Nacional de Saneamento Básico, 2002, IBGE, SEDU/PR, CEF, FUNASA, primeiro semestre de 2000.

POMPÊO, C. A. Drenagem urbana sustentável. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH). Porto Alegre, v. 5, n. 1, p.15-23, 2000.

PORTO, R. L. L. et al. Drenagem Urbana. In: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA de RECURSOS HÍDRICOS. Hidrologia: ciência e aplicação/por/ Carlos E.M. TUCCI et al./ Porto Alegre, ABRH/EDUSP. 1993.

RAMOS, C. L., BARROS, M. T. L., PALOS, J. C. F. Diretrizes básicas para projetos de drenagem urbana no município de São Paulo. Prefeitura do Município de São Paulo, Fundação Centro Tecnológica de Hidráulica. Reedição eletrônica realizada em abril/1999. Disponível em:

[http://www.fau.usp.br/docentes/deptecnologia/r\\_toledo/3textos/07drenag/dren-sp.pdf](http://www.fau.usp.br/docentes/deptecnologia/r_toledo/3textos/07drenag/dren-sp.pdf).

RIGHETTO, Antônio Marozzi; MOREIRA, Lúcio Flávio Ferreira; SALES, Thaise Emmanuele Andrade de. **Manejo de Águas Pluviais Urbanas**. Rio de Janeiro: Abes, 2009.

SÃO PAULO. Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: gerenciamento do sistema de drenagem urbana. São Paulo: Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano, 2012. 168p

SCUSSEL, Maria Conceição Barletta; SATTler, Miguel Aloysio, (Des) Construindo Índices de Qualidade de Vida: Uma Abordagem Crítico-Analítica a Formulação de Indicadores de Sustentabilidade para Porto Alegre. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo, 2004.

SICHE, RAÚL; AGOSTINHO, FENI; ORTEGA, ENRIQUE; ROMEIRO, ADEMAR; Índices versus indicadores: Precisões conceituais na discussão da sustentabilidade de países. Ambiente & Sociedade. Campinas, v. X n. 2, p. 137–148. Jul-dez. 2007

SILVA, J. A. da. Curso de Direito Constitucional Positivo. 24<sup>a</sup> Ed. rev. atual. São Paulo: Malheiros, 2005.

SILVA, P. V. S. R.; ANDRADE, P. R. G. S. de. Avaliação de um sistema de microdrenagem na zona urbana de Cruz das Almas–BA, com base em modelagem computacional. In.: Anais do XI Encontro Nacional de Águas Urbanas. Belo Horizonte. <http://www.abrh.org.br/xienau/>. 2017.

SILVA, R. F. da; SANTOS, V. A.; GALDINO, S. M. G. Análise dos impactos ambientais da Urbanização sobre os recursos hídricos na sub-bacias do Córrego Vargem Grande em Montes Claros-MG. 2016. Disponível em: <file:///C:/Users/Lenovo/Documents/MEGA/Mestrado2017/OrientaçãoMestrado/10695-46268-1-PB.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2018.

SILVEIRA, A. L. L. A história da drenagem urbana. Revista Rio-águas, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 9-13, 1999.



SILVEIRA, A. L. L. Drenagem Urbana: Aspecto de Gestão. Apostila do curso gestores regionais de recursos hídricos. IPH, UFRGS, 2002.

SILVEIRA, André Luiz Lopes da. **DRENAGEM URBANA Aspectos de Gestão**. 2002. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/9309683-Drenagem-urbana-aspectos-de-gestao-gestores-regionais-de-recursos-hidricos-curso-preparado-por.html>>. Acesso em: 20 jan. 2019.

SMDU / SÃO PAULO. Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: gerenciamento do sistema de drenagem urbana. São Paulo. 2012.

SOUZA, C. F., DAMASIO, C. P. 1993, Os primórdios do urbanismo moderno: Porto Alegre na administração Otávio Rocha. In: Panizzi, W. M., Rovatti, J. F., ed., Estudos urbanos: Porto Alegre e seu planejamento. Porto Alegre: Editora da Universidade: Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 374 p. p 133-145.

SOUZA, C. Políticas Públicas: uma revisão da literatura. Sociologias, Porto Alegre, ano 8, nº 16, jul./dez 2006, p. 20-45.

SOUZA, V. C. B., Gestão da drenagem urbana no Brasil: desafios para a sustentabilidade. Gesta, v. 1, n. 1 – Souza, p. 052-066, 2013.

TSUTIYA, M. T.; BUENO, R. C. R. Contribuição de águas pluviais em sistemas de esgotos sanitários no Brasil. Água Latino América, Arizona, v. 4, n. 4, p. 20-25, jul.-ago. 2004. Disponível em: <<http://www.agualatinoamerica.com/TOC.cfm?ISN=19>>. Acesso em: jun. 2018.

TUCCI, C. E. M. & GENZ, F. Controle do Impacto da Urbanização. In: Tucci, C. E. M., Porto, R. L.; Barros, M. T. – organizadores; Drenagem Urbana, Coleção ABRH de Recursos Hídricos, volume 5, Editora da Universidade, Porto Alegre. 1995.

TUCCI, C. E. M. Gestão de Águas Pluviais. Brasília: Ministério das Cidades - Saneamento para Todos; 4º volume. 2005. 194p.

TUCCI, C. E. M.; MARQUES, D. M. L. M. Avaliação e controle da drenagem urbana. Porto Alegre: ABRH, 558 p., 2002.

TUCCI, C.E.M.; ORSINI, L.F. Águas urbanas no Brasil: cenário atual e desenvolvimento sustentável. In: BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Gestão do território e manejo integrado das águas urbanas. Brasília. Ministério das Cidades, 2005. 270p.

TUCCI, Carlos E. M. Drenagem Urbana: Gestão das Águas. Ciência e Cultura, São Paulo, out-dez, 2003, p. 36-37.

TUNSTALL, D. B. Developing Indicators for Sustainable Cities. In: Seminar on Environmental and Economic Policies Towards Sustainable Cities in APEC, 1997, Beijing. Resumos... Beijing: National Environmental Protection Agency, 1997.

Disponível em: [http://pdf.usaid.gov/pdf\\_docs/PNACC358.pdf](http://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PNACC358.pdf). Acesso em: 30 jan. 2019.

VILLAÇA, F. Dilemas do Plano Diretor. In: CEPAM. O município no século XXI: cenários e perspectivas. São Paulo: Fundação Prefeito Faria Lima – Cepam, 1999. p. 237 –247.

VILLANUEVA, A. O. N.; TASSI, R.; ALLASIA, D. G.; BEMFICA, D.; TUCCI, C. Gestão da drenagem urbana, da formulação à implementação. REGA - Revista de Gestão de Água da América Latina, Vol. 8, no. 1, p. 5-18, jan./jun. 2011.

## ANEXO I

## INDICADORES DE DRENAGEM URBANA

MINISTÉRIO DAS CIDADES / SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL			
SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO - SNIS			
Diagnóstico dos Serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais 2015			
Planilha de Indicadores			
Data de geração: 25/04/2018			

## GERAIS

Código do IBGE	Nome	UF	Região	Parcela de área urbana em relação à área total	Densidade demográfica na área urbana	Densidade de domicílios na área urbana
				$\frac{GE002}{GE001} \cdot 100$	$\frac{GE006}{100 \cdot GE002}$	$\frac{GE008}{100 \cdot GE002}$
.	.	.	.	%	hab/ha	dom/ha

**GE001** - Área territorial total do município (Fonte: IBGE);

**GE002** - Área urbana total, incluindo áreas urbanas isoladas;

**GE006** - População urbana residente no município (estimada conforme taxa de urbanização do último Censo);

**GE008** - Quantidade total de domicílios urbanos existentes no município;

## FINANCEIROS

ECONÔMICO-FINANCEIROS E ADMINISTRATIVOS							
Participação do pessoal próprio sobre o total de pessoal alocado nos serviços	Taxa média praticada para os serviços	Receita operacional média dos serviços por unidade tributada	Despesa média praticada para os serviços por unidade edificada	Participação da despesa total dos serviços na despesa total do município	Despesa <i>per capita</i> com os serviços	Investimento <i>per capita</i> nos serviços	Diferença relativa entre despesas e receitas dos serviços de DMAPU
$\frac{AD001}{AD003} \cdot 100$	$\frac{FN005}{GE007}$	$\frac{FN005}{CB003}$	$\frac{FN016}{GE007}$	$\frac{FN016}{FN012} \cdot 100$	$\frac{FN016}{GE006}$	$\frac{FN022}{GE006}$	$\frac{(FN009 - FN016)}{FN009} \cdot 100$
%	R\$/un.ano	R\$/un.ano	R\$/un.ano	%	R\$/hab.ano	R\$/hab.ano	%
IN001	IN005	IN006	IN009	IN010	IN048	IN049	IN050

**AD001** - Quantidade de pessoal próprio alocado nos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas;

**AD003** - Quantidade total de pessoal alocado nos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas;

**FN005** - Receita operacional total dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas;

**GE007** - Quantidade total de unidades edificadas existentes na área urbana do município;

**CB003** - Quantidade total de unidades edificadas urbanas tributadas com taxa específica dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas;

**FN016** - Despesa total com serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas;

**FN012** - Despesa total do município;

**FN022** - Investimento total em Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas contratado pelo município no ano de referência;

**FN009** - Receita total dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas;

Continua

## INFRAESTRUTURA

INFRAESTRUTURA							
Taxa de cobertura de vias públicas com pavimentação e meio-fio na área urbana	Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana	Parcela de cursos d'água naturais perenes em área urbana com parques lineares	Parcela de cursos d'água naturais perenes canalizados abertos	Parcela de cursos d'água naturais perenes canalizados fechados	Parcela de cursos d'água naturais perenes com diques	Volume de reservação de águas pluviais por unidade de área urbana	Densidade de captações de águas pluviais na área urbana
$\frac{IE019}{IE017} \cdot 100$	$\frac{IE024}{IE017} \cdot 100$	$\frac{IE044}{IE032} \cdot 100$	$\frac{IE034}{IE032} \cdot 100$	$\frac{IE035}{IE032} \cdot 100$	$\frac{IE033}{IE032} \cdot 100$	$\frac{\Sigma IE058}{GE002}$	$\frac{IE021 + IE022}{GE002}$
%	%	%	%	%	%	$m^3/km^2$	$un/km^2$
IN020	IN021	IN025	IN026	IN027	IN029	IN035	IN051

**IE017** - Extensão total de vias públicas urbanas do município:

**IE019** - Extensão total de vias públicas urbanas com pavimento e meio-fio (ou semelhante):

**IE024** - Extensão total de redes ou canais de águas pluviais subterrâneos implantados nas vias públicas urbanas:

**IE032** - Extensão total dos cursos d'água naturais perenes em áreas urbanas:

**IE044** - Extensão total de parques lineares ao longo de cursos d'água naturais perenes em áreas urbanas:

**IE034** - Extensão total dos cursos d'água naturais perenes canalizados abertos em áreas urbanas:

**IE035** - Extensão total dos cursos d'água naturais perenes canalizados fechados em áreas urbanas:

**IE033** - Extensão total dos cursos d'água naturais perenes com diques em áreas urbanas:

**IE058** - Capacidade de reservação:

**IE021** - Quantidade de bocas de lobo existentes no município:

**IE022** - Quantidade de bocas de leão ou bocas de lobo múltiplas (duas ou mais bocas de lobo conjugadas) existentes no município:

**Continua**

Q

## RISCOS

GESTÃO DE RISCOS			
Parcela de domicílios em situação de risco de inundação	Parcela da população impactada por eventos hidrológicos	Índice de óbitos em decorrência de eventos hidrológicos	Índice de habitantes realocados em decorrência de eventos hidrológicos
$\frac{RI013}{GE008} \cdot 100$	$\frac{RI029 + RI067}{GE006} \cdot 100$	$\frac{(RI031 + RI068) \cdot 10^6}{GE006}$	$\frac{RI043 + RI044}{GE005} \cdot 10^5$
%	%	óbitos/100.000hab	peças/100.000 hab
IN040	IN041	IN046	IN047

**RI013** - Quantidade de domicílios sujeitos a risco de inundação

**RI029** - Número de pessoas desabrigadas ou desalojadas na área urbana do município devido a eventos hidrológicos impactantes no ano de referência, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):

**RI067** - Número de pessoas desabrigadas ou desalojadas na área urbana do município devido a eventos hidrológicos impactantes no ano de referência, que não foi registrado no sistema eletrônico (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil:

**RI031** - Número de óbitos na área urbana do município decorrentes de eventos hidrológicos impactantes no ano de referência, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID):

**RI068** - Número de óbitos na área urbana do município decorrentes de eventos hidrológicos impactantes no ano de referência, que não foi registrado no sistema eletrônico (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil:

**RI043** - Quantidade de pessoas transferidas para habitações provisórias durante ou após os eventos hidrológicos impactantes ocorridos no ano de referência:

**RI044** - Quantidade de pessoas realocadas para habitações permanentes durante ou após os eventos hidrológicos impactantes ocorridos no ano de referência:

## ANEXO II

## QUESTIONÁRIO DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS (Adaptado)

## 7 INFORMAÇÕES DO QUESTIONÁRIO

Id \_\_\_\_\_ 1) \_\_\_\_\_ Município: \_\_\_\_\_

Id 2) Código do município: |\_\_||\_\_||\_\_||\_\_||\_\_||\_\_||\_\_||

Id \_\_\_\_\_ 3) \_\_\_\_\_ Entrevistador: \_\_\_\_\_

Id \_\_\_\_\_ 4) \_\_\_\_\_ Supervisor: \_\_\_\_\_

Id 5) Data: |\_\_||\_\_|| / |\_\_||\_\_|| / |\_\_||\_\_||\_\_||\_\_||

## Informações do responsável pelo serviço

Id \_\_\_\_\_ 6) \_\_\_\_\_ Nome \_\_\_\_\_ do \_\_\_\_\_ respondente: \_\_\_\_\_

Id 7) Cargo: \_\_\_\_\_

Id \_\_\_\_\_ 8) \_\_\_\_\_ Órgão/entidade: \_\_\_\_\_

Id 9) Endereço \_\_\_\_\_

Id 10) Número: |\_\_||\_\_|| |\_\_||\_\_||\_\_||

Id 11) Complemento: |\_\_||\_\_||\_\_||\_\_||\_\_||

Id 12) Bairro: \_\_\_\_\_

Id 13) CEP: |\_\_||\_\_|| . |\_\_||\_\_||\_\_|| - |\_\_||\_\_||\_\_||

Id 14) Telefone 1 (incluir DDD): (|\_\_||\_\_||) |\_\_||\_\_||\_\_||\_\_||

|\_\_||\_\_||\_\_||\_\_||

Id 15) Telefone 2 (incluir DDD): (|\_\_||\_\_||) |\_\_||\_\_||\_\_||\_\_||

|\_\_||\_\_||\_\_||\_\_||

Id \_\_\_\_\_ 16) \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_

## 8 INFORMAÇÕES GERAIS

Q 1: Existe serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas?

Selecione apenas uma opção.

|\_\_||\_\_||\_\_||

001 - Sim

002 – Não (**desabilitar Q2 até Q11; Q14; Q21 até Q25; Q28 até Q31; Q44 até Q52**)

999 - Não respondeu/ Não sabe

**Drenagem e manejo de águas pluviais:** conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas (Fonte: Lei 11.445/2007).

**Q 2: Qual a natureza jurídica do principal responsável pelo serviço de drenagem no município?**

Selecione apenas uma opção.

|\_|\_|\_|\_|

001 - **Administração direta da prefeitura (desabilitar Q3 e Q5)**

002 - **Autarquia ou serviço autônomo (desabilitar Q4)**

003 - **Empresa pública regional (desabilitar Q4)**

004 - **Empresa privada (desabilitar Q4)**

005 - Outras

999 - Não respondeu/ Não sabe

777 – Não se aplica

**Natureza jurídica:** forma jurídica como está constituído o prestador de serviços de saneamento (Fonte: Ministério das Cidades, SNIS).

**Administração direta da prefeitura:** conjunto dos serviços integrados na estrutura administrativa das Secretarias Municipais (Fonte: IBGE, PNSB, 2008).

**Autarquia:** entidade autônoma, auxiliar e descentralizada da administração pública, sujeita à fiscalização e tutela do Estado, nos níveis federal, estadual ou municipal, com patrimônio constituído de recursos próprios e cujo fim é executar serviços típicos da administração pública (Fonte: IBGE, PNSB, 2008).

**Empresa pública:** Entidade paraestatal, criada por lei, com personalidade jurídica de direito privado, com capital exclusivamente público, de uma só ou de várias entidades, mas sempre capital público (Ministério das Cidades, SNIS).

**Empresa privada:** entidade organizada por particular, que produz e/ou oferece bens ou serviços, com vistas à obtenção de lucros (Fonte: IBGE, PNSB, 2008).

**Q 3: Qual o nome do principal prestador do serviço (exemplo: prefeitura)?**

---



---



---

Se necessário, selecione a alternativa abaixo.

|\_|\_|\_|\_| 999 - Não respondeu/ Não sabe

|\_|\_|\_|\_| 777 – Não se aplica

**Q 4: Caso a prestadora do serviço de drenagem seja a prefeitura, em qual (si) órgão(s) o serviço está alocado?**

Selecione até 7 opções.

|\_|\_|\_|\_| 001 - Secretaria/departamento de obras

|\_|\_|\_|\_| 002 - Secretaria/departamento de saneamento

|\_|\_|\_|\_| 003 - Secretaria/departamento de vias e transporte

|\_|\_|\_|\_| 004 - Secretaria/departamento do meio ambiente

|\_|\_|\_|\_| 005 - Secretaria/departamento de saúde

|\_|\_|\_|\_| 006 - Gabinete do prefeito

|\_|\_|\_|\_| 007 - Outros

|\_|\_|\_|\_| 999 - Não respondeu/ Não sabe

|\_|\_|\_|\_| 777 - Não se aplica (o serviço não é prestado pela prefeitura)

**Q 5: Desde que ano existe contrato de prestação de serviço de drenagem e manejo de águas pluviais no município?**

|\_|\_|\_|\_|

Se necessário, selecione a alternativa abaixo.

|\_|\_|\_|\_| 999 - Não respondeu/Não sabe

|\_|\_|\_|\_| 888 – Não possui contrato

|\_|\_|\_|\_| 777 – Não se aplica

**Q 6: Foram realizadas obras para instalação ou ampliação da rede de drenagem pluvial no município, no período de referência (2017)?**

Selecione apenas uma opção.

|\_|\_|\_|\_|

001 - Sim

002 - Não

999 - Não respondeu/ Não sabe

**9 CARACTERÍSTICAS DO SERVIÇO DE DRENAGEM**

**Q 7: A rede de drenagem é mapeada em plantas descritivas (desenhos técnicos)?**

Selecione até 4 opções.

|\_|\_|\_|\_| 001 - Não possui registro

|\_|\_|\_|\_| 002 - Sim, em papel

|\_|\_|\_|\_| 003 - Sim, em imagem/foto digitais

|\_|\_|\_|\_| 004 - Sim, em meio digital para uso com programa específico (ex. AutoCAD, SWMM, DRENAR)

|\_|\_|\_|\_| 005 - Sim, em outro meio



|\_|\_|\_| 999 - Não respondeu/  
 Não sabe |\_|\_|\_|\_| 777 – Não  
 se aplica

**Q 8: Qual o tipo de rede de drenagem na maior parte do município?**

Selecione apenas uma opção.

|\_|\_|\_|

001 - Rede unitária ou mista (projetada para transportar esgotos e água de chuva)

002 - Rede separadora (projetada para transportar apenas água de chuva)

999 - Não respondeu/ Não sabe

777 – Não se aplica

**Q 9: Qual a extensão TOTAL da rede de microdrenagem no município?  
 (unidade em quilômetros)**

|\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_| (Alerta!) A medida está quilômetros? Não use casas  
 decimais.

Se necessário, selecione uma das alternativas.

|\_|\_|\_|

999 - Não respondeu/ Não sabe

777 – Não se aplica

Conversão: 1.000m = 1

km

**Microdrenagem:** sistema de drenagem de condutos pluviais a nível de loteamento ou de rede primária urbana, que constitui o elo entre os dispositivos de drenagem superficial e os dispositivos de macro e mesodrenagem, coletando e conduzindo as contribuições provenientes das bocas de lobo ou caixas coletoras. Considera-se como microdrenagem galerias tubulares com dimensões iguais ou superiores a 0,30m e inferiores a 1,20m de diâmetro, e galerias celulares cuja área da seção transversal é inferior a 1m<sup>2</sup> (Fonte: IBGE, PNSB, 2008).

**Q 10: Qual a extensão TOTAL da rede de macrodrenagem no município?  
 (unidade em quilômetros)**

|\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_| (Alerta!) A medida está quilômetros? Não use casas  
 decimais.

Se necessário, selecione a alternativa.

|\_|\_|\_| 999 - Não respondeu/ Não sabe

|\_|\_|\_| 777 – Não se aplica

Conversão: 1.000m =

1 km

**Macro drenagem:** sistema de drenagem que compreende, basicamente, os principais canais de veiculação das vazões, recebendo, ao longo de seu percurso, as contribuições laterais e a rede primária urbana proveniente da microdrenagem. Considera-se como macro e mesodrenagem os cursos d'água, galerias tubulares com dimensões iguais ou superiores a 1,20m de diâmetro, e galerias celulares

cuja área da seção transversal é igual ou superior a 1m<sup>2</sup> (Fonte: IBGE, PNSB, 2008).

**Q 11: Qual a extensão da rede SUBTERRÂNEA de drenagem? (unidade em quilômetros)**

||||| (Alerta!) A medida está quilômetros? Não use casas decimais.

Se necessário, selecione a alternativa.

||| 999 - Não respondeu/ Não sabe Conversão: 1.000 m = 1 km

**Q 12: Qual a extensão Total do SISTEMA VIÁRIO (rodovias + estradas) na zona urbana? (unidade em quilômetros)**

||||| (Alerta!) A medida está quilômetros? Não use casas decimais.

Se necessário, selecione a alternativa.

||| 999 - Não respondeu/ Não sabe Conversão: 1.000 m = 1 km

**Q 13: Qual a extensão do SISTEMA VIÁRIO (rodovias + estradas) PAVIMENTADO na zona urbana? (unidade em quilômetros)**

||||| (Alerta!) A medida está quilômetros? Não use casas decimais.

Se necessário, selecione a alternativa.

||| 999 - Não respondeu/ Não sabe Conversão: 1.000 m = 1 km

**Q 14: Quais os elementos de coleta de águas pluviais presentes no município? (águas de chuva)**

Selecione até 11 opções.

||| 001 - Pavimentos permeáveis (que permitem a infiltração da água da chuva)

||| 002 - Faixas gramadas

||| 003 - Meio fio

||| 004 - **Sarjeta**

||| 005 - Boca de lobo

||| 006 - Poço de visita

||| 007 - Galeria subterrânea

||| 008 - Canais abertos

||| 009 - **Estação de bombeamento (elevatórias)**

||| 010 - **Reservatório de retenção**

||| 011 - Poços, trincheiras ou bacias de infiltração

||| 012 - Não possui nenhum

||| 999 - Não respondeu/ Não sabe

||| 777 - Não se aplica

**Estação de bombeamento:** estrutura construída para transportar as águas pluviais para uma cota topográfica mais elevada, por meio de utilização de conjuntos motor-bomba (Fonte: IBGE, PNSB, 2008).

**Sarjetas:** faixas de via pública, paralelas e vizinhas ao meio-fio. A calha formada é a receptora das águas pluviais que incidem sobre as vias públicas e que para elas escoam (Fonte: <http://www.rhama.net/glossario.asp#V>)

**Reservatório de acumulação e detenção:** barragem de regularização de vazão construída em curso d'água para acumulação de água ou para amortecimento de vazões de picos (Fonte: IBGE, PNSB, 2008).

**Q 15: Existem cursos d'água passando na zona URBANA?**

Selecione apenas uma opção.

|\_|\_|\_|\_|

001 - Sim

002 - Não (vá para a Q21, desabilitar Q16 a Q20)

999 - Não respondeu/ Não sabe

**Q 16: Qual a EXTENSÃO total (somatório) dos trechos dos cursos d'água na zona URBANA? (unidade em quilômetros)**

|\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_| (Alerta!) A medida está em quilômetros? Não use casas decimais.

Se necessário, selecione a alternativa.

|\_|\_|\_|\_| 999 - Não respondeu/ Não sabe

|\_|\_|\_|\_| 777 – Não se aplica

Conversão: 1.000

m = 1 km

**Q 17: Qual o NOME do curso d'água com maior extensão na zona URBANA?**

Se necessário, selecione a alternativa.

|\_|\_|\_|\_| 999 - Não respondeu/

Não sabe |\_|\_|\_|\_| 777 – Não

se aplica

**Q 18: Qual a CONDIÇÃO que predomina no curso d'água com maior extensão na zona URBANA?**

Selecione apenas uma

opção. |\_|\_|\_|\_|

001 - O curso d'água é canalizado

002 - As margens são totalmente ocupadas por residências e ruas, mas sem canalização

003 - As margens são parcialmente ocupadas por residências e ruas, mas sem canalização

004 - As margens são ocupadas por parques e praças

005 - O curso d'água é mantido em estado natural

999 - Não respondeu/ Não sabe

777 – Não se aplica

**Q 19: Foi detectada proliferação de insetos, ratos ou outros animais associados à presença de cursos d'água na zona URBANA?**

Selecione apenas uma opção.

|\_|\_|\_|\_|

001 - Sim

002 - Não

999 - Não respondeu/ Não sabe

777 – Não se aplica

**Q 20: Quais os tipos de lançamento feitos nos cursos d'água na zona URBANA?**

Selecione até 7 opções.

|\_|\_|\_|\_| 001 - Esgoto doméstico

|\_|\_|\_|\_| 002 - Esgoto industrial

|\_|\_|\_|\_| 003 - **Resíduos sólidos urbanos**

|\_|\_|\_|\_| 004 - **Resíduos sólidos industriais**

|\_|\_|\_|\_| 005 - **Resíduos sólidos de serviços de saúde**

|\_|\_|\_|\_| 006 - Agrotóxicos

|\_|\_|\_|\_| 007 – Outros

|\_|\_|\_|\_| 008 - Não há lançamentos

|\_|\_|\_|\_| 999 - Não respondeu/ Não sabe

|\_|\_|\_|\_| 777 – Não se aplica

**Resíduos sólidos urbanos:** gerados em residências, em estabelecimentos comerciais e/ou de prestação de serviços, instituições públicas ou privadas, e similares (Fonte: IBGE, PNSB, 2008).

**Resíduos sólidos industriais:** gerados em instalações industriais classificados, quanto ao tipo, em: classe I – perigosos (inflamáveis, e/ou corrosivos, e/ou reativos, e/ou tóxicos e/ ou patogênicos); ou classe II – não inertes (combustíveis, e/ou biodegradáveis, e/ou solúveis em água) e que, por suas características intrínsecas e/ou potencial de poluição ambiental e de risco à saúde, não podem ser manejados, processados, tratados e/ou dispostos no solo da mesma forma que os resíduos sólidos urbanos convencionais (Fonte: IBGE, PNSB, 2008).

**Resíduos sólidos de serviços de saúde:** gerados em serviços de saúde classificados, quanto ao tipo, em: contaminantes ou suspeitos de contaminação e materiais biológicos (sangue, animais usados em experimentação, excreções, secreções, meios de cultura, órgãos, cateteres e curativos usados etc.); perfurocortantes (escalpos, agulhas e seringas descartados); restos de medicamentos de quaisquer naturezas, vencidos ou não; lixo recolhido em

sanitários de unidades de internação e enfermarias; ou demais resíduos análogos gerados em estabelecimentos de atenção à saúde humana e animal, tais como hospitais, clínicas, unidades de atendimento ambulatorial, postos de saúde, laboratórios de pesquisa clínica e/ou de análises clínicas, consultórios médicos e odontológicos, farmácias etc. (Fonte: IBGE, PNSB, 2008).

**Q 21: Qual o tipo de corpo d'água recebe maior parte das águas pluviais urbanas coletadas?**

Selecione até 3 opções.

|\_\_|\_\_|\_\_|

001 - Córrego, corredeira, riacho rio, ribeirão

002 - Lago, lagoa, barragem, represa

003 - Outros

999 - Não respondeu/ Não sabe

**Corpo d'água:** Denominação genérica para qualquer manancial hídrico (curso d'água, trecho de rio, reservatório artificial ou natural, lago, lagoa, represas, açudes ou aquífero subterrâneo) (Fonte: IBGE, PNSB, 2008).

**10 MONITORAMENTO E MANUTENÇÃO**

**Q 22: Foi feito o monitoramento de nível d'água ou de vazão na REDE DE DRENAGEM de águas pluviais em 2017?**

Selecione apenas uma opção.

|\_\_|\_\_|\_\_|

001 - Sim

002 - Não (**vá para a questão Q 24, desabilitar Q23**)

999 - Não respondeu/ Não sabe

**Q 23: Com que FREQUÊNCIA foi feito o monitoramento de nível d'água ou de vazão na rede de drenagem?**

Selecione apenas uma opção.

|\_\_|\_\_|\_\_|

001 - Diária

002 - Semanal

003 - Quinzenal

004 - Mensal

005 - Trimestral

006 - Semestral

007 - Anual

008 - Apenas quando há eventos chuvosos

009 - Outras

999 - Não respondeu/ Não sabe

777 – Não se aplica

**Q 24: Foi feito o monitoramento de nível d'água ou de vazão do corpo d'água RECEPTOR PRINCIPAL em 2017?**

Selecione apenas uma opção.

|\_\_|\_\_|\_\_|

001 - Sim

002 - Não (**vá para a questão Q 26, desabilitar Q25**)

999 - Não respondeu/ Não sabe

777 - Não se aplica (não há lançamento em cursos d'água e/ou não há sistemas de drenagem)

**Corpo receptor de águas pluviais urbanas:** corpo d'água destinado a receber as águas pluviais coletadas pelos sistemas de drenagem urbana classificado, quanto ao tipo, em: curso d'água permanente (curso d'água que circula sem interrupções, como lago, rio, córrego, riacho, igarapé etc.); curso d'água intermitente (curso d'água que circula em certos períodos do ano, como rio, lago etc. ou mesmo aquele que é alimentado por água de nascentes, por águas superficiais ou até pelo descongelamento da neve, como grotas, fundo de vale, depressão natural etc.); reservatório de acumulação e detenção (barragem de regularização de vazão construída em curso d'água para acumulação de água ou para amortecimento de vazões de picos); área livre pública ou particular (área constituída por logradouros e terrenos livres, de natureza pública ou privada ou outro tipo) (Fonte: IBGE, PNSB, 2008).

**Q 25: Com que FREQUÊNCIA foi feito o monitoramento de nível d'água ou de vazão do corpo receptor principal?**

Selecione apenas uma opção.

|\_\_|\_\_|\_\_|

001 - Diária

002 - Semanal

003 - Quinzenal

004 - Mensal

005 - Trimestral

006 - Semestral

007 - Anual

008 - Apenas quando há eventos chuvoso

009 - Outras

999 - Não respondeu/ Não sabe

777 – Não se aplica

**Monitoramento de nível ou vazão nos corpos receptores:** acompanhamento das vazões afluentes aos corpos receptores, por meio de medidores de vazões, régua de níveis etc., para avaliação das quantidades de águas, pluviais ou fluviais, que aportaram ao referido corpo receptor

(Fonte:

[http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096\\_glossario equipetec.pdf](http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv53096_glossario equipetec.pdf)).

**Q26: Foram feitas CONSULTAS a informações pluviométricas e meteorológicas em 2017?**

Selecione apenas uma opção.

|\_|\_|\_|\_|

001 - Sim

002 - Não (vá para a questão Q 28, desabilitar Q27)

999 - Não respondeu/ Não sabe

**Informações meteorológicas:** informações sobre as variações climáticas que ocorrem em determinado lugar em um dado período de tempo (Fonte: IBGE, PNSB, 2008).

**Informações pluviométricas:** informações sobre a intensidade das águas de chuva que ocorrem em determinado lugar em um dado período de tempo (Fonte: IBGE, PNSB, 2008).

**Q 27: Com que FREQUÊNCIA foram feitas consultas a informações pluviométricas e meteorológicas em 2017?**

Selecione apenas uma opção.

|\_|\_|\_|\_|

001 - Diária

002 - Semanal

003 - Quinzenal

004 - Mensal

005 - Trimestral

006 - Semestral

007 - Anual

008 - Apenas quando há eventos chuvosos

009 - Outras

999 - Não

respondeu/ Não

sabe 777 – Não

se aplica

**Q 28: Foram realizadas VISTORIAS no sistema de drenagem em 2017?**

Selecione apenas uma opção.

|\_|\_|\_|\_|

001 - Sim

002 - Não (vá para a questão Q 32, desabilitar Q29 a Q31)

999 - Não

respondeu/ Não sabe

**Q 29: Com que FREQUÊNCIA foram realizadas vistorias no sistema de drenagem em 2017?**

Selecione apenas uma opção.

|\_|\_|\_|\_|

001 - Diária

002 - Semanal

003 - Quinzenal

004 - Mensal

005 - Trimestral

006 - Semestral

007 - Anual

008 - Apenas quando há eventos chuvosos

009 - Outras

999 - Não respondeu/ Não sabe

777 – Não se aplica

**Q 30: Quais os principais PROBLEMAS encontrados NA REDE de drenagem em 2017?**

Selecione até 6 opções.

|\_|\_|\_|\_| 001 - Entupimento devido ao acúmulo de lixo em Bocas-de-Lobo, bueiros, tubulações, **galerias** subterrâneas ou canais abertos

|\_|\_|\_|\_| 002 - **Assoreamento** de tubulações, galerias subterrâneas ou canais abertos

|\_|\_|\_|\_| 003 - Corrosão de tubulações, galerias subterrâneas ou canais abertos

|\_|\_|\_|\_| 004 - Ruptura de tubulações, galerias subterrâneas ou canais abertos

|\_|\_|\_|\_| 005 - Tubulações, galerias subterrâneas ou canais abertos subdimensionados

|\_|\_|\_|\_| 006 - Outros

|\_|\_|\_|\_| 007 - Não foram encontrados problemas

|\_|\_|\_|\_| 999 - Não respondeu/ Não sabe

|\_|\_|\_|\_| 777 – Não se aplica

**Assoreamento:** processo de depósito de sedimentos carregados pelas águas de chuvas nas redes de drenagem pluviais que tem como principal consequência a redução da seção transversal das tubulações e, por conseguinte, da capacidade de transporte de vazão. Em alguns casos extremos, tem-se até mesmo a obstrução plena da tubulação (Fonte: IBGE, PNSB, 2008).

**Galerias:** canais fechados construídos para o escoamento das águas de chuva (Fonte: IBGE, PNSB, 2008).

**Q 31: Quais as principais medidas de MANUTENÇÃO do sistema de drenagem aplicadas em 2017?**

Selecione até 7 opções.

|\_|\_|\_|\_| 001 - Limpeza e desobstrução de Bocas-de-Lobo e bueiros

|\_|\_|\_|\_| 002 - Limpeza e desobstrução de galerias subterrâneas

|\_|\_|\_|\_| 003 - Limpeza e desobstrução de canais abertos



- 004 - Varrição e limpeza de vias (estradas, rodovias)
- 005 - Reforma de elementos de drenagem (tubulações, canais ou galerias)
- 006 - Substituição de elementos de drenagem (grades, tubos, manilhas, placas)
- 007 - Outros
- 008 - Nenhuma medida foi aplicada
- 999 - Não respondeu/ Não sabe
- 777 – Não se aplica

**Manutenção e conservação periódica dos sistemas de drenagem urbana:** limpeza e conservação periódica das unidades que compõem o sistema de drenagem urbana, tais como bocas de lobo, redes coletoras, emissários, dispositivos de amortecimento de vazão, bacias de dissipação de energia etc. Estas atividades estão classificadas em: limpeza e retirada de detritos que impeçam o bom funcionamento dos dispositivos de captação que estão localizados em pontos convenientes, em geral nas faixas de vias públicas, para captação de águas pluviais (bocas de lobo, caixas com grelhas, ralos etc.); limpeza e retirada de detritos que impeçam o bom funcionamento das galerias (canais fechados construídos para o escoamento das águas de chuva); dragagem e limpeza de canais através de uma draga, com a finalidade de limpar o fundo dos canais, retirando depósitos de areia, lama, objetos etc., de modo a permitir a recuperação das dimensões da seção de escoamento do canal; e varrição e limpeza de vias, ruas, avenidas, becos e praças localizados na área urbana; ou outra atividade (Fonte: IBGE, PNSB, 2008).

**Q 32: Quais os principais PROBLEMAS relacionados à drenagem no município em 2017?**

Selecione até 6 opções.

- 001 - **Enchente** em rios e lagoa
- 002 - **Inundações** de vias e praças (**desabilitar Q35**)
- 003 - **Deslizamentos de terra** (**desabilitar Q38**)
- 004 - **Enxurrada**
- 005 - **Erosão**
- 006 - Outros
- 007 - Não há problemas relacionados à drenagem
- 999 - Não respondeu/ Não sabe

**Enchente:** elevação do nível d'água no canal devido ao aumento da vazão, atingindo cota máxima sem extravasar (Fonte:

TOMINAGA, *et al.* - 2011)

**Inundação:** transbordamento de água da calha normal de rios, mares, lagos e açudes, provocado por precipitação pluviométrica intensa, intensificação de regime de chuvas sazonais ou saturação do lençol freático, ou ainda por assoreamento do leito dos rios, rompimento de barragens etc (Fonte: IBGE, PNSB, 2008).

**Deslizamento de terra:** é um movimento de descida de rocha, solo, ou ambos, em declive, que ocorre na ruptura de uma superfície — ruptura curva (escorregamento rotacional) ou ruptura plana (escorregamento translacional) — na qual a maior parte do material move-se como uma massa coerente ou semicoerente, com pequena deformação interna. (Fonte: [http://www.gfdr.org/sites/gfdr/files/publication/Deslizamentos\\_M5DS.pdf](http://www.gfdr.org/sites/gfdr/files/publication/Deslizamentos_M5DS.pdf)).

**Enxurrada:** tem como característica o escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode estar ou não associada a áreas de domínios dos processos fluviais (TOMINAGA, *et al.* - 2011).

**Erosão:** processo que se traduz na desagregação, transporte e deposição do solo e rocha em decomposição, pelas águas, ventos ou geleiras. Como consequência das erosões pode haver formação de ravinas, voçorocas etc. Na área urbana, as erosões se caracterizam pela formação de buracos nos leitos das vias, em geral em uma de suas laterais. Normalmente essas erosões causam problemas nos sistemas de drenagem em função do transporte de partículas sólidas que acabam por sedimentar nas redes coletoras de águas pluviais, bocas de lobo etc (Fonte: IBGE, PNSB, 2008).

**Q 33: Há fiscalização sobre o lançamento de efluentes e resíduos sólidos nos cursos d'água no município?**

Selecione apenas uma opção.

|\_|\_|\_|\_|

001 - Sim

002 - Não

003 – Não há cursos d'água no município

999 - Não respondeu/ Não sabe

**11 EVENTOS CRÍTICOS**

**Q 34: Existem locais passíveis de INUNDAÇÃO no município?**

Selecione apenas uma opção.

|\_|\_|\_|\_|

001 - Sim

002 - Não

999 - Não respondeu/ Não sabe

**Q 35: Ocorreram eventos de INUNDAÇÃO em 2017 neste município?**

Selecione apenas uma opção.

|\_|\_|\_|\_|

001 - Sim

002 - Não (**vá para questão Q37, desabilitar Q36**) 999 - Não respondeu/ Não sabe

**Q 36: Quantos domicílios foram afetados por INUNDAÇÕES em 2017 neste município?**

|\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_|

Se necessário, selecione uma das alternativas.

|\_|\_|\_|\_|

999 - Não respondeu/ Não sabe

777 – Não se aplica

**Q 37: Existem locais passíveis de DESLIZAMENTOS na zona urbana?**

Selecione apenas uma opção.

|\_|\_|\_|\_|

001 - Sim

002 - Não

999 - Não respondeu/ Não sabe

**Q 38: Ocorreram eventos de DESLIZAMENTO de terra em 2017 neste município?**

Selecione apenas uma opção.

|\_|\_|\_|\_|

001 - Sim

002 - Não (**vá para questão Q40, desabilitar Q39**) 999 - Não respondeu/ Não sabe

**Q 39: Quantos domicílios foram afetados por DESLIZAMENTOS de terra em 2017 neste município?**

|\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_|\_|

Se necessário, selecione uma das alternativas.

|\_|\_|\_|\_|

999 - Não

respondeu/ Não

sabe 777 – Não

se aplica

**Q 40: Houve problemas de EROSÃO que afetaram vias públicas ou domicílios, no período de referência 2017?**

Selecione até 5 opções.

|\_|\_|\_|\_| 001 - Sim, em áreas rurais

|\_|\_|\_| 002 - Sim, em áreas urbanas ocupadas regularmente e naturalmente inundáveis

|\_|\_|\_| 003 - Sim, em áreas urbanas ocupadas irregularmente e naturalmente inundáveis |\_|\_|\_| 004 - Sim, em áreas urbanas usualmente não inundáveis

|\_|\_|\_| 005 - Outros

|\_|\_|\_| 006 - Não

|\_|\_|\_| 999 - Não respondeu/ Não sabe

**Q 41: Quantas vezes foi decretado estado de ALERTA devido a eventos chuvosos no município?**

|\_|\_|\_|

Se necessário, selecione uma das alternativas.

|\_|\_|\_|

000 - Nenhuma

999 - Não respondeu/ Não sabe

**Alerta:** Dispositivo de vigilância. Situação em que o perigo ou risco é previsível a curto prazo. (Fonte: <http://www.defesacivil.mg.gov.br/conteudo/arquivos/manuais/Manuais-de-Defesa-Civil/GLOSSARIO-Dicionario-Defesa-Civil.pdf>).

**Q 42: Quantas vezes foi decretado estado de EMERGÊNCIA devido a eventos chuvosos no município?**

|\_|\_|\_|

Se necessário, selecione uma das alternativas.

|\_|\_|\_|

000 - Nenhuma

999 - Não respondeu/ Não sabe

**Situação de emergência:** é “o reconhecimento pelo poder público de situação anormal, provocada por desastres, causando danos superáveis pela comunidade afetada” (artigo 3º, III, Sindec). (Fonte: [http://www.integracao.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=1b7fc012-b6d8-4feb-be2ac0c9f589287f&groupId=10157](http://www.integracao.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=1b7fc012-b6d8-4feb-be2ac0c9f589287f&groupId=10157)).

**Q 43: Quantas vezes foi decretado estado de CALAMIDADE PÚBLICA devido a eventos chuvosos no município?**

|\_|\_|\_|

Se necessário, selecione uma das alternativas.

|\_|\_|\_|

000 - Nenhuma

999 - Não respondeu/ Não sabe

**Estado de calamidade pública:** é “o reconhecimento pelo poder público de situação anormal, provocada por desastres, causando sérios danos à comunidade afetada, inclusive à incolumidade ou à vida de seus integrantes” (artigo 3º, IV, Sindec).

(Fonte: [http://www.integracao.gov.br/c/document\\_library/get\\_file?uuid=1b7fc012-b6d8-4feb-be2ac0c9f589287f&groupId=10157](http://www.integracao.gov.br/c/document_library/get_file?uuid=1b7fc012-b6d8-4feb-be2ac0c9f589287f&groupId=10157)).

## 12 RECURSOS HUMANOS

**Q 44: O sistema de drenagem do município é supervisionado por um engenheiro civil, sanitarista ou ambiental com conhecimento/experiência em hidrologia?**

Selecione apenas uma opção.

|\_|\_|\_|

001 – Sim, com experiência em hidrologia

002 – Sim, mas sem experiência em hidrologia

003 - Não

999 - Não respondeu/ Não sabe

**Hidrologia:** ciência que trata das águas da terra, sua ocorrência, circulação e distribuição, suas propriedades químicas e físicas e a reação com o meio ambiente, incluindo sua relação com os seres vivos (Fonte:

<http://www.defesacivil.mg.gov.br/conteudo/arquivos/manuais/Manuais-de-Defesa-Civil/GLOSSARIO-Dicionario-Defesa-Civil.pdf>).

## 13 ARRECADAÇÃO E GASTOS

**Q 45: De que forma é feita a COBRANÇA pelo serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas no município?**

Selecione apenas uma opção.

|\_|\_|\_|

001 - Taxa específica

002 - Tarifa específica

003 - **Taxa** junto com a conta de água

004 - **Tarifa** junto com a conta de água

005 - Outras

006 - Não há cobrança (**desabilitar Q47**)

999 - Não respondeu/ Não sabe

**Tarifa:** preço público unitário pré-estabelecido, cobrado pela prestação de serviço de caráter individualizado e facultativo. A tarifa não tem natureza tributária, estando relacionada à quantidade do serviço efetivamente prestado e à possibilidade de rescisão (Fonte: IBGE, PNSB, 2008).

**Taxa:** modalidade de tributo que tem como fato gerador a utilização, efetiva ou potencial, de serviço público específico e divisível, prestado ao contribuinte ou posto à sua disposição e que, por exigência constitucional, somente pode ser estabelecida por intermédio de lei (Fonte: IBGE, PNSB, 2008).

**Q 46: Como estão organizadas as informações econômicas e financeiras do serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas? (questões Q47 a Q51)**

Selecione apenas uma opção.

\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_|

001 - Estão separadas por município

002 - Não estão separadas por município, existem apenas os totais do município  
 999 - Não respondeu/  
 Não sabe

**Q 47: Qual a arrecadação no ano de 2017 com o serviço de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas? (unidade em reais)**

\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_| (Alerta!) Não use casas decimais.

Se necessário, selecione a alternativa.

\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_| 999 - Não respondeu/Não sabe

\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_| 777 – Não se aplica

**Arrecadação:** valor anual efetivamente arrecadado de todas as receitas operacionais, diretamente nos caixas do prestador de serviços ou por meio de terceiros autorizados (bancos e outros) (Fonte: Ministério das Cidades, SNIS).

**Q 48: Qual o valor total das despesas com a prestação de serviços em drenagem e manejo de águas pluviais no ano 2017? (unidade em reais)**

\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_| (Alerta!) Não use casas decimais.

Se necessário, selecione a alternativa abaixo.

\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_| 999 - Não respondeu/ Não sabe

**Q 49: Qual o valor total dos investimentos no serviço de drenagem e manejo de águas pluviais no ano 2017? (unidade em reais)**

\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_| (Alerta!) Não use casas decimais.

Se necessário, selecione a alternativa abaixo.

\_\_\_|\_\_\_|\_\_\_| 999 - Não respondeu/ Não sabe

**Investimentos:** valor do investimento realizado no ano de referência, diretamente ou por meio de contratos celebrados pelo próprio prestador de serviços, em equipamentos e instalações incorporados ao(s) sistema(s) de drenagem, contabilizado em obras em andamento, no ativo imobilizado ou no ativo intangível (Fonte: Ministério das Cidades, SNIS).

## 14 RELACIONAMENTO COM A POPULAÇÃO

### Q 50: Quais as vias de atendimento a solicitações, reclamações ou sugestões da população?

Selecione até 6 opções.

- 001 - Telefone  
    002 - Pessoalmente  
    003 - Correio eletrônico (e-mail)  
    004 - Fax  
    005 - Correspondência  
    006 - Outros  
    888 - Não possui  
    999 - Não respondeu/ Não sabe

### Q 51: Quais as principais reclamações ou solicitações relacionadas à drenagem e manejo de águas pluviais urbanas em 2017?

Selecione até 6 opções.

- 001 - Solicitação de limpeza e desobstrução de Bocas-de-Lobo, bueiros, galerias subterrâneas e canais abertos  
    002 - Solicitação de instalação de rede de drenagem  
    003 - Reclamação sobre inundação de vias e praças  
    004 - Reclamação sobre deslizamento de terra e erosão  
    005 - Reclamação sobre enxurrada  
    006 - Não há reclamação  
    007 - Outras  
    999 - Não respondeu/ Não sabe

### Q 52: Quais os tipos de ações relacionadas à educação ambiental desenvolvidas pelo prestador?

Selecione até 6 opções.

- 001 - Apresentação de grupos artísticos  
    002 - Realização de palestras, cursos, visitas técnicas  
    003 - Veiculação de mensagens via rádio, TV, jornais  
    004 - Distribuição de cartazes, folhetos educativos  
    005 - Realização de mutirões  
    006 - Outros  
    888 - Não possui  
    999 - Não respondeu/ Não sabe