

PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO

PROGRAMA LAGOAS DO NORTE

ACORDO DE EMPRÉSTIMO Nº 7523-BR - BIRD

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DE TERESINA

Rev.01
Volume 25 – Tomo 12
Relatório Final

 **CONCREMAT**
E N G E N H A R I A
Julho/2012

PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO

PROGRAMA LAGOAS DO NORTE

ACORDO DE EMPRÉSTIMO Nº 7523-BR - BIRD

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DE TERESINA



Rev.01
Volume 25 – Tomo 12
Relatório Final

 **CONCREMAT**
E N G E N H A R I A
Julho/2012

Ficha Catalográfica

Município de Teresina, Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação, Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina – 2010.

Teresina: Concremat Engenharia, 2010

V.25, T.12/15

Conteúdo: 25 V

Relatório Final - Tomo 12.

1. Planejamento. 2. Plano Diretor de Drenagem Urbana. 3. Teresina.

I. Concremat Engenharia, II. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação, III. Programa Lagoas do Norte

CDU 556:711.4

SUMÁRIO

TOMO 12

LISTA DE FIGURAS	V
LISTA DE QUADROS	VI
18	GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS URBANAS.....1314
18.1	GESTÃO DA CIDADE1314
18.2	GESTÃO DAS ÁGUAS URBANAS.....1316
18.2.1	<i>Estrutura</i>1316
18.2.2	<i>Espaço de gestão</i>1316
18.2.3	<i>Gestão urbana</i>1319
18.2.4	<i>Serviços</i>1319
18.2.5	<i>Gestão integrada</i>1323
19	CARACTERIZAÇÃO INSTITUCIONAL.....1327
19.1	INTRODUÇÃO1327
19.2	ARCABOUÇO LEGAL1327
19.3	SOBRE A ORGANIZAÇÃO INSTITUCIONAL DE TERESINA.....1336
19.4	ANÁLISE DAS INSTITUIÇÕES ATUANTES NA DRENAGEM URBANA1344
19.4.1	<i>Superintendências de Desenvolvimento Urbano (SDUs)</i>1344
19.4.2	<i>Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação – SEMPLAN</i>1347
19.4.3	<i>Funcionamento das instituições relacionadas à drenagem urbana</i>1348
19.5	OUTRAS INSTITUIÇÕES RELACIONADAS À DRENAGEM URBANA1351
19.5.1	<i>Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Piauí - SEMAR.....</i> 1351
19.5.2	<i>Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis -</i>
IBAMA	1352

19.6	INSTITUIÇÕES RELACIONADAS AOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ESGOTAMENTO	
SANITÁRIO		1355
19.6.1	<i>Agespisa - Teresina</i>	1357
19.6.2	<i>Sistema de abastecimento de água potável</i>	1358
19.6.3	<i>Coleta e tratamento de esgotos sanitários</i>	1359
19.7	INSTITUIÇÕES RELACIONADAS AOS SERVIÇOS DE COLETA, RECICLAGEM E DISPOSIÇÃO FINAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS.....	1359
19.8	AGÊNCIA MUNICIPAL DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE TERESINA – ARSETE	1361
19.9	PRINCIPAIS PROBLEMAS DETECTADOS NA DRENAGEM URBANA PLUVIAL DE TERESINA.....	1365
19.10	DIAGNÓSTICO INSTITUCIONAL DO SISTEMA ATUAL DE GESTÃO DA DRENAGEM URBANA	1367
19.11	FUNCIONAMENTO ATUAL DO SISTEMA DE GESTÃO DAS ÁGUAS URBANAS	1368
19.11.1	<i>Tramitação dos projetos de drenagem pluvial urbana</i>	1369
19.11.2	<i>Avaliação dos serviços na drenagem urbana</i>	1371
19.11.3	<i>Resumo conclusivo</i>	1377
20	A GESTÃO DA DRENAGEM PLUVIAL URBANA	1378
20.1	CARACTERÍSTICAS DA ORGANIZAÇÃO INSTITUCIONAL.....	1379
20.2	EXPERIÊNCIAS DE GESTÃO EXTERNA (BACIA HIDROGRÁFICA) DA DRENAGEM URBANA.....	1380
20.2.1	<i>Estados Unidos</i>	1380
20.2.2	<i>França</i>	1381
20.2.3	<i>Brasil</i>	1381
20.3	CONTROLE INTERNO À CIDADE	1384
20.3.1	<i>Tendência da Regulação</i>	1386
20.3.2	<i>Medidas associadas à regulação</i>	1394
20.3.3	<i>Política dos países nas cidades</i>	1395
21	PROPOSTA DE MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS PARA A DRENAGEM PLUVIAL URBANA DE TERESINA	1400

21.1	INTRODUÇÃO	1400
21.2	MODELO DE GERENCIAMENTO DA DRENAGEM PLUVIAL URBANA.....	1400
21.2.1	<i>Atores.....</i>	1402
21.2.2	<i>Atividades</i>	1403
21.2.3	<i>Implementação do Plano Diretor de Drenagem Urbana</i>	1405
21.2.4	<i>Corpo técnico para implementação do Plano</i>	1406
21.3	MECANISMOS DE CONTROLE DOS IMPACTOS	1407
21.4	CONTROLE DAS INUNDAÇÕES RIBEIRINHAS	1408
21.5	PROPOSTA DE LEGISLAÇÃO PARA O CONTROLE DOS FUTUROS IMPACTOS E DE INUNDAÇÕES RIBEIRINHAS	1409
21.5.1	<i>Justificativa</i>	1409
21.5.2	<i>Elementos técnicos.....</i>	1410
21.5.3	<i>Proposta de regulamentação.....</i>	1418
21.6	PROGRAMAS	1424
21.6.1	<i>Capacitação</i>	1425
21.6.2	<i>Monitoramento.....</i>	1428
21.6.3	<i>Revisão e ampliação do Cadastro e da topografia relacionada ao sistema de drenagem</i>	1438
21.6.4	<i>Estudos complementares</i>	1440
21.6.5	<i>Redução da contaminação na drenagem pluvial</i>	1442
21.6.6	<i>Definição do marco regulatório de Saneamento Básico de Teresina</i>	1444
22	IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DE TERESINA	1447
22.1	INTRODUÇÃO	1447
22.1.1	<i>Medidas emergenciais</i>	1447
22.1.2	<i>Medidas de médio prazo.....</i>	1449
22.1.3	<i>Medidas de longo prazo.....</i>	1450

22.2	CRONOGRAMA	1450
23	EQUIPE TÉCNICA.....	1452
23.1	EQUIPE CHAVE	1452
23.2	EQUIPE DE APOIO TÉCNICO.....	1452
24	BIBLIOGRAFIA	1453

LISTA DE FIGURAS

TOMO 12

Figura 18.1. Estrutura da Gestão Integrada (Adaptado de Tucci, 2005).....	1315
Figura 18.2. Estrutura dos componentes da Gestão Integrada urbana (Adaptado de Tucci, 2005).....	1317
Figura 18.3. Relações entre os sistemas das águas urbanas.....	1321
Figura 18.4. Visão integrada (TUCCI, 2005).....	1324
Figura 18.5. Interface entre os Planos da cidade e o Plano Diretor de Drenagem Urbana.	1325
Figura 19.1. Organograma de uma SDU.....	1346
Figura 19.2. Organograma da SEMPLAN.....	1348
Figura 19.3. Organograma do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Fonte: www.ibama.gov.br).....	1354
Figura 19.4. Interação entre os componentes dos serviços da drenagem.	1368
Figura 19.5. Trâmite da análise de projeto.	1370
Figura 20.1. Impactos e Controles (TUCCI & MELLER, 2007).	1387
Figura 21.1. Atores da Gestão da Drenagem Urbana que atuam na política de drenagem urbana estabelecida pela legislação.	1401

LISTA DE QUADROS

TOMO 12

Quadro 18.1. Espaço de gestão das águas urbanas.	1319
Quadro 18.2. Características dos Planos na cidade.	1326
Quadro 19.1. Legislação Municipal de Teresina inventariada.	1327
Quadro 19.2. Legislação Estadual do Piauí inventariada.	1334
Quadro 19.3. Legislação Federal relacionada aos recursos hídricos e drenagem urbana. .	1335
Quadro 19.4. Legislação e as principais finalidades dos principais órgãos da Prefeitura Municipal de Teresina.	1336
Quadro 19.5. Conselhos existentes na organização institucional de Teresina.	1342
Quadro 19.6. Tarifas adotadas pela Agespisa com vigência a partir de 01/04/2009.	1358
Quadro 19.7. Cargos em comissão e funções gratificadas da Agência Municipal de Regulação de Serviços Públicos de Teresina (Arsete) segundo Lei Municipal 3.825/08.	1376
Quadro 20.1. Fases da Drenagem urbana em países desenvolvidos.	1384
Quadro 20.2. Processos de regulação na drenagem urbana.	1385
Quadro 20.3. Impactos e regulamentação sobre o escoamento pluvial (TUCCI & MELLER, 2007).	1387
Quadro 20.4. Exemplos de regulação para a vazão máxima da drenagem urbana em alguns países.	1394
Quadro 20.5. Critérios para o dimensionamento dos volumes das estruturas de tratamento do escoamento.	1395
Quadro 21.1. Valores do coeficiente de escoamento para áreas permeáveis (C_p).	1411
Quadro 21.2. Densidade mínima de estações pluviométricas (WMO, 1994).	1431
Quadro 21.3. Densidade mínima de estações pluviométricas (WMO, 1994).	1435

18 GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS URBANAS

18.1 Gestão da cidade

O desenvolvimento urbano acelerou-se com a concentração da população em espaço reduzido, na segunda metade do século XX, produzindo grande competição pelos mesmos recursos naturais (solo e água), destruindo parte da biodiversidade natural. As exigências atuais individuais do homem para seu conforto e segurança produzem alterações no ambiente natural. O meio formado pelo ambiente natural e a população (socioeconômico urbano) é um ser vivo e dinâmico que gera um conjunto de efeitos interligados, que, sem controle, pode levar a cidade ao caos.

O desenvolvimento sustentável urbano tem o objetivo de melhorar a qualidade da vida da população e a conservação ambiental. É também essencialmente integrador, na medida em que a qualidade de vida somente é possível com um ambiente conservado que atenda às necessidades da população, garantindo harmonia do homem e da natureza.

Os principais componentes da estrutura da gestão da cidade envolvem os seguintes elementos (Figura 18.1):

- *Planejamento e gestão do uso do solo:* Trata-se da definição, através do Plano Diretor Urbano, de como a cidade é prevista para ser ocupada e suas correções com relação ao cenário do passado e do presente. Este tópico não será abordado neste relatório, apenas os condicionantes do desenvolvimento urbano;
- *Infraestrutura viária, água, energia, comunicação e transporte:* Planejamento e gestão destes componentes de infraestrutura, que podem ser de atribuição de implantação pública ou privada, mas devem estar regulados pelo município. Parte deste conteúdo é apresentada nesta apostila com a denominação de “águas urbanas”;

- *Gestão Socioambiental*: A gestão do meio ambiente urbano é realizada por entidades municipais, estaduais ou federais de acordo com a estrutura institucional. A gestão envolve a avaliação e aprovação de projetos, monitoramento, fiscalização e pesquisa para que o desenvolvimento urbano seja sócio e ambientalmente sustentável;
- *Institucional*: os aspectos de gestão e legislação da cidade.

O desenvolvimento socioeconômico e ambiental urbano sustentável passa por um harmonioso equilíbrio da implementação dos componentes acima dentro de princípios, objetivos e metas bem definidas no horizonte de planejamento.

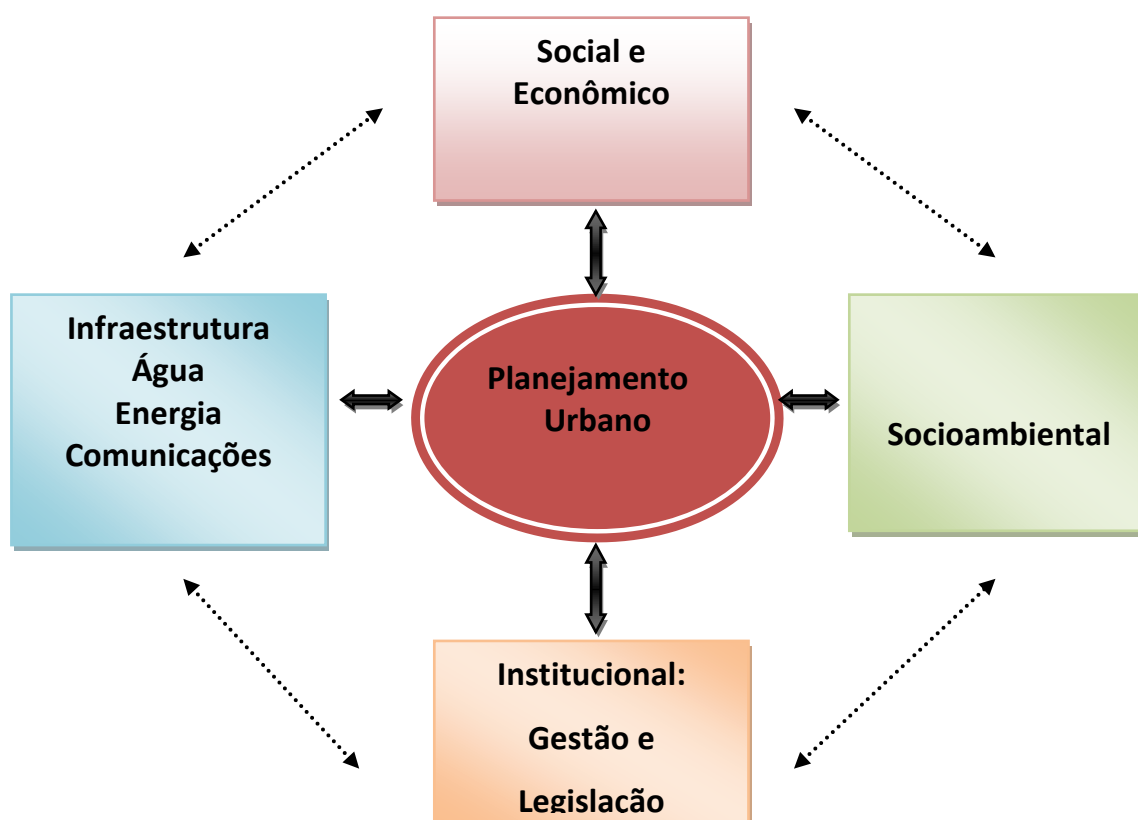


Figura 18.1. Estrutura da Gestão Integrada (Adaptado de Tucci, 2005).

18.2 Gestão das águas urbanas

18.2.1 Estrutura

A estrutura da Gestão de Águas Pluviais se baseia nos seguintes grupos de componentes (Figura 18.2):

- Planejamento urbano;
- Serviços de águas urbanas: 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: se baseia no gerenciamento dos serviços, legislação, capacitação e monitoramento de forma geral.

18.2.2 Espaço de gestão

O impacto dos efluentes de esgotamento sanitário e da drenagem urbana pode ser analisado dentro de dois contextos espaciais diferentes, discutidos a seguir (TUCCI, 2005):

Impactos que extrapolam as cidades como um todo (impactos externos): Este tipo de impacto é resultante das ações dentro da cidade, que são transferidas para o restante da bacia. Por exemplo, ampliando as enchentes e contaminando os corpos hídricos como rios, lagos e reservatórios, a jusante.

No caso de contaminação, esta contaminação é denominada *poluição pontual e difusa urbana*. Para o seu controle podem ser estabelecidos padrões a serem atingidos e geralmente são regulados por legislação ambiental e de recursos hídricos federal e estadual, como o enquadramento dos rios de acordo com as normas do CONAMA.

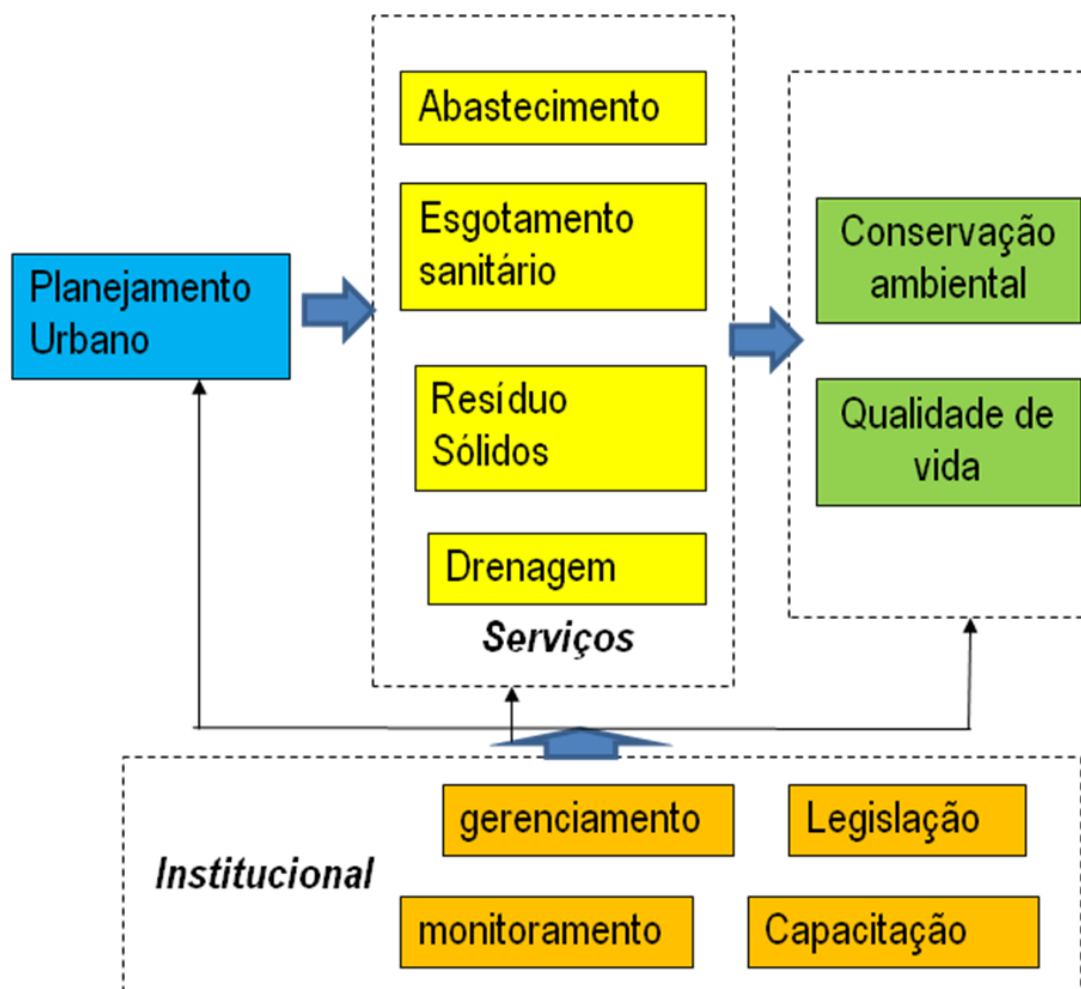


Figura 18.2. Estrutura dos componentes da Gestão Integrada urbana (Adaptado de Tucci, 2005).

Impacto dentro das cidades (interno): estes impactos são disseminados dentro do município e atingem a sua própria população. A gestão deste controle é estabelecida através de medidas desenvolvidas dentro do município através de legislação própria e ações estruturais específicas.

A gestão das ações dentro do ambiente urbano pode ser definida de acordo com a relação de dependência da água através da bacia hidrográfica ou da jurisdição administrativa da cidade, Estado ou Federação. A tendência da gestão dos recursos hídricos tem sido realizada através da bacia hidrográfica, no entanto, a gestão do uso do solo é realizada pelo município ou grupo de municípios numa região metropolitana. A gestão pode ser realizada de acordo com a definição do espaço geográfico externo ou interno à cidade.

O Plano da Bacia Hidrográfica tem sido desenvolvido para bacias grandes ($> 1.000 \text{ km}^2$). Neste cenário existem várias cidades que interferem umas nas outras transferindo impactos. O Plano da bacia dificilmente poderá envolver todas as medidas em cada cidade, mas devem estabelecer os condicionantes externos às cidades como a qualidade de seus efluentes, as alterações de sua quantidade, que visem à transferência de impactos. O mecanismo, já previsto na legislação, para gestão dos impactos da qualidade da água externa às cidades é o enquadramento do rio dentro dos padrões de qualidade estabelecidos pelo Conama em resolução. No entanto, esta resolução não estabelece padrões para controle do aumento da vazão devido à urbanização.

A gestão do ambiente interno da cidade trata de ações dentro da cidade para atender os condicionantes *externos* previstos no Plano de Bacia, para evitar os impactos que eventualmente a cidade possa transferir a jusante (impactos externos). Estes condicionantes geralmente buscam minimizar os impactos que as ações antrópicas possam gerar sobre a quantidade e melhorar a qualidade da água no conjunto da bacia como um todo onde a cidade se encontra.

Na implantação dos condicionantes, o organismo gestor procura ainda diminuir ou eliminar o efeito de impactos sobre a população da própria cidade (impactos internos).

Para estes dois espaços existem gestores, os instrumentos utilizados e as metas da gestão (Quadro 18.1). A construção global desta estrutura de gestão esbarra em algumas dificuldades:

- Limitada capacidade das cidades para desenvolverem a gestão, considerando a maioria destes impactos;
- O sistema de gestão das bacias ainda não é uma realidade consolidada na maioria dos países da América do Sul;
- Reduzida capacidade de financiamento das ações pelas cidades e o alto nível de endividamento.

Quadro 18.1. Espaço de gestão das águas urbanas.

Espaço	Domínio	Gestores	Instrumento	Característica
Bacia Hidrográfica ¹	Estado ou Governo Federal	Comitê e Agências	Plano de bacia	Gestão da quantidade e qualidade da água no sistema de rios que formam a bacia hidrográfica, evitando a transferência de impactos.
Município ²	Município ou Região Metropolitana	Município	Plano Diretor urbano e Plano integrado de Esgotamento, Drenagem Urbana e Resíduos Sólidos	Minimizar os impactos de quantidade e qualidade dentro da cidade, nas pequenas bacias urbanas e não transferir impactos para o sistema de rios.

1 – bacias de grande porte (> 1000 km²); 2 – área de abrangência de município e suas pequenas sub-bacias de macrodrenagem (< 50 km²). Os valores de áreas são indicativos e podem se alterar para cidades de grande porte.

18.2.3 Gestão urbana

A gestão da cidade está relacionada com a infraestrutura de água e envolve: (a) uso do solo (agente externo ao sistema de águas); (b) serviços da cidade: abastecimento, esgoto, drenagem e resíduos sólidos; (c) metas: meio ambiente urbano e saúde da população.

18.2.4 Serviços

Os serviços da cidade prevista na Política Nacional de Saneamento são os seguintes:

- Abastecimento de água: envolve a entrega de água segura para a população e conta com os seguintes componentes: conservação dos mananciais, regularização, adução, tratamento da água e distribuição;
- Esgoto sanitário: Coleta do esgoto, tratamento e disposição do esgoto no sistema hídrico;

- Drenagem urbana: sistema de coleta da água pluvial, transporte e disposição no sistema hídrico;
- Resíduos Sólidos: coleta de resíduos, limpeza das ruas e disposição dos resíduos.

Na Figura 18.3 são caracterizadas as principais relações entre os sistemas de infraestrutura no ambiente urbano relacionado com a água. O desenvolvimento urbano representado pela ocupação do uso do solo é o principal fator de impacto.

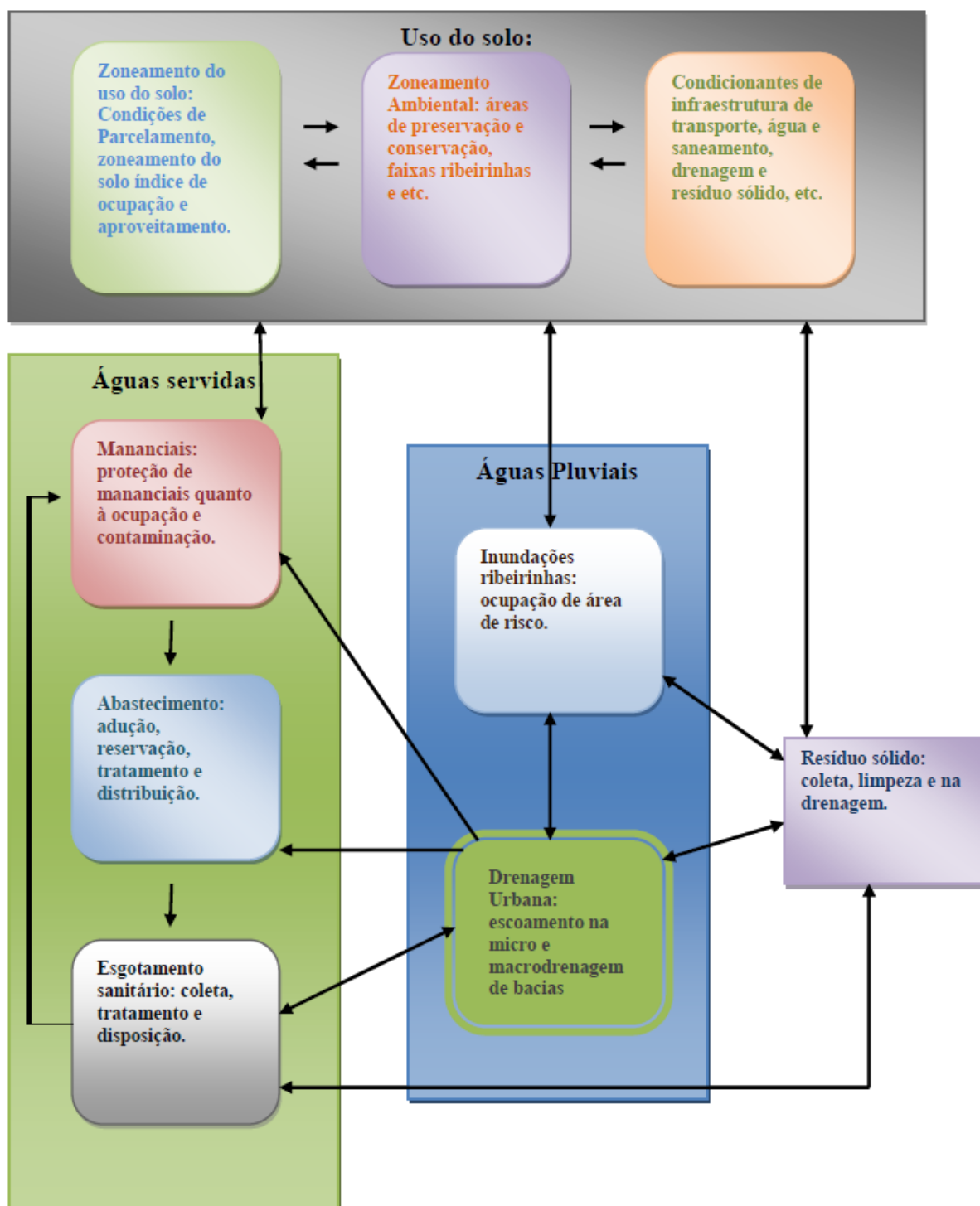


Figura 18.3. Relações entre os sistemas das águas urbanas.

A seguir são discutidas as interações geradas entre os sistemas hídricos nas áreas urbanas em função de uma gestão deficiente e desintegrada:

- **Abastecimento urbano:** As principais interfaces com os outros sistemas são: (a) os esgotos sanitário e pluvial contaminam os mananciais superficiais e subterrâneos; (b) depósito de resíduos sólidos como aterros que podem contaminar as áreas de mananciais; (c) inundações podem deixar sem funcionamento o sistema de abastecimento e destruir a infraestrutura das redes pluvial e sanitária, além da Estação de Tratamento de Esgoto;
- **Esgoto sanitário e drenagem urbana:** as principais inter-relações são: (a) quando o sistema é misto, o sistema de transporte é o mesmo, com comportamento diverso nos períodos sem e com chuva. A gestão deve ser integrada; (b) quando o sistema é separador existem interferências de gestão e construtivas devido à ligação de esgoto sanitário na rede de drenagem e águas pluviais no sistema de esgoto produzindo ineficiências de funcionamento;
- **Drenagem urbana, resíduo sólido e esgotamento sanitário:** (a) na medida em que o sistema de coleta e limpeza dos resíduos é ineficiente ocorre um grande prejuízo para o sistema de escoamento pluvial devido à obstrução dos condutos, canais e córregos urbanos; (b) erosão urbana modifica o sistema de drenagem e pode destruir o sistema de esgotamento sanitário.

Estes serviços têm como objetivo a qualidade de vida (saúde e segurança quanto a eventos de cheia) da população e a preservação do meio ambiente. Para atingir estes objetivos é necessário estabelecer uma capacidade institucional que garanta estes serviços, atingindo as metas esperadas. Esta capacidade depende de:

- **Gestão:** as instituições que desenvolvem os serviços e o controle dos mesmos;
- **Legislação:** mecanismos legais que garantam os serviços, atingindo as metas previstas;

- Programas de suporte: programas que apoiam a gestão e a implementação da legislação como o monitoramento, capacitação, e avaliação dos indicadores das metas.

18.2.5 Gestão integrada

A gestão integrada trata de desenvolver os diferentes componentes da gestão urbana, iniciando pelo planejamento do espaço urbano (Figura 18.4). A visão integrada inicia no planejamento do desmembramento e ocupação do espaço na fase do loteamento, quando o projeto deve procurar preservar o ravinamento natural existente. Ao contrário do que se projeta atualmente, baseando-se apenas na maximização da exploração do espaço, independente da rede de drenagem natural, o projeto sustentável preserva o sistema natural e distribui a ocupação em lotes menores, conserva mais área verde comum, retira o meio fio das ruas de menor movimento, integrando o asfalto a gramados ou outros sistemas naturais vegetais, para que toda a água infiltre.

No âmbito de esgotamento sanitário, deve-se desenvolver a ligação da rede de esgoto com padrão adequado e executado através da gestão da empresa de serviços de água e saneamento. Desta forma, evitam-se ligações inadequadas, tratamento de esgoto com padrões adequados e avaliação deste tratamento e dos sistemas hídricos que recebem este efluente. Nos resíduos sólidos deve-se buscar aprimorar a coleta domiciliar e limpeza das ruas, disposição automática de retenção de lixo e educação da população com sistemas de reciclagem economicamente eficientes.



Figura 18.4. Visão integrada (TUCCI, 2005).

Portanto, é necessário desenvolver estratégias dentro de duas plataformas principais:

- Controlar os impactos existentes através do cenário de ações corretivas estruturais, que tratam da gestão por sub-bacias urbanas;
- Medidas não estruturais que levem os novos empreendimentos a utilizarem um desenvolvimento, com menor impacto e sustentável.

Estes dois tipos de medidas são implementadas por meio do Plano Diretor de Águas Pluviais (ou Drenagem Urbana) ou por um Plano Diretor Urbano que inclua estes elementos junto com esgotamento sanitário, resíduos sólidos, transportes e uso do solo. Na Figura 18.5 pode-se observar como os diferentes sistemas das águas urbanas da cidade se integram. A Figura 18.5 procura ainda identificar a interconexão entre os diferentes sistemas visando à solução destes aspectos de forma integrada.

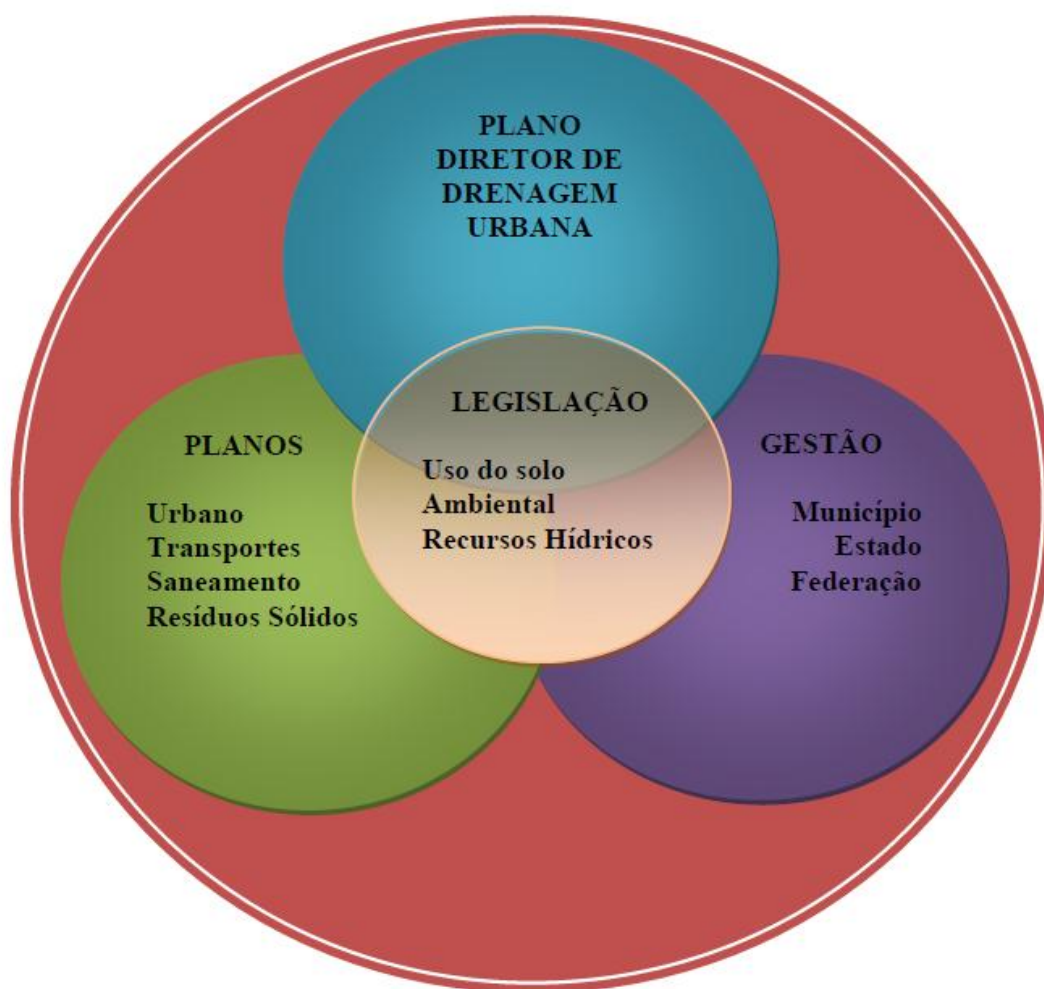


Figura 18.5. Interface entre os Planos da cidade e o Plano Diretor de Drenagem Urbana.

Estes Planos podem ser realizados de forma integrada como estabelece a proposta de lei de Saneamento, onde destaca o Plano de Saneamento Ambiental, ou Planos por Setor de Infraestrutura de Água (Quadro 18.2). Quando os planos forem desenvolvidos de forma independente, é necessário estabelecer uma integração nas suas interfaces, destacadas no item anterior (Figura 18.5).

A atuação preventiva no desenvolvimento urbano reduz o custo da solução dos problemas relacionados com a água. Planejando a cidade com áreas de ocupação e controle da fonte da drenagem, a distribuição do espaço de risco e o desenvolvimento dos sistemas de abastecimento e esgotamento, os custos serão muito menores do que quando ocorrem as crises, onde o remédio passa a ter custos inviáveis para a cidade.

Quadro 18.2. Características dos Planos na cidade.

SISTEMA	AÇÃO	FINALIDADE	ENTIDADE
Desenvolvimento Urbano	Plano Diretor de Uso do Solo	Regular a ocupação da cidade	Município
Abastecimento de Água	Plano de Abastecimento de Água	Ampliar o atendimento de água até a sua cobertura total	Município ou Estado
Esgoto Sanitário	Plano de Esgoto Sanitário	Construir redes de coleta de esgoto e estações de tratamento para melhoria da qualidade da água e redução das doenças	Município ou Estado
Drenagem Urbana e Erosão	Plano Diretor de Drenagem Urbana ou de Águas Pluviais	Regular o aumento da vazão das propriedades e erosão gerada; controlar o impacto das áreas degradadas e com inundação.	Município
Resíduos Sólidos	Plano de Resíduos Sólidos	Sistema de coleta domiciliar, limpeza de ruas e disposição final dos resíduos.	Município
Meio Ambiente	Plano Ambiental	Recuperação de áreas degradadas, conservação e planejamento dos espaços.	Município

19 CARACTERIZAÇÃO INSTITUCIONAL

19.1 Introdução

A gestão envolve dois componentes principais: gerenciamento das entidades e a legislação que dá suporte ao funcionamento das entidades e direciona as ações.

Neste capítulo é apresentada a caracterização institucional da Prefeitura Municipal de Teresina e demais órgãos municipais e estaduais, públicos ou privados, ligados aos serviços de saneamento básico na cidade, com foco naqueles que se relacionam à drenagem urbana.

A caracterização institucional foi realizada com base na análise das informações disponíveis, em particular da legislação municipal obtida do sítio da Prefeitura Municipal de Teresina, mas, principalmente, seguindo Silveira Soares (2001).

19.2 Arcabouço Legal

A legislação municipal inventariada encontra-se no Quadro 19.1 enquanto que a legislação estadual pode ser observada no Quadro 19.2. Além disso, os principais instrumentos legais em Recursos Hídricos são destacados Quadro 19.3, no entanto, sem incluir as várias resoluções do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

Quadro 19.1. Legislação Municipal de Teresina inventariada.

INSTRUMENTO	No.	DATA	EMENTA
DECRETO	594	07.08.84	Regulamento do Código Tributário do Município de Teresina.
LEI			<i>LEI ORGÂNICA DO MUNICÍPIO DE TERESINA</i>
LEI	1.761	26.12.83	“Dispõe sobre o Código Tributário do Município de Teresina.” (CÓDIGO TRIBUTÁRIO DO MUNICÍPIO)

INSTRUMENTO	No.	DATA	EMENTA
LEI COMPLEMENTAR	1.940	16.08.88	“Institui o Código Municipal de Posturas e dá outras providências”. (CÓDIGO DE POSTURA)
LEI	1.942	16.08.88	“Dispõe sobre o tombamento e preservação do patrimônio cultural, histórico, artístico e paisagístico, localizado no território do município de Teresina.”
LEI	2.023	31.08.90	“Institui o Regime Jurídico Único do Município de Teresina e dá outras providências.”
LEI	2.705	24.09.91	“Dispõe sobre a concessão, mediante concorrência, a Empresa ou empresas especializadas, para coleta e tratamento dos Resíduos Sólidos Urbanos e do Direito Real de uso de área municipal”.
LEI	2.052	06.06.91	“Dispõe sobre a Política Municipal dos Direitos da Criança e do Adolescente, cria o Conselho Municipal da Criança e do Adolescente e dá outras providências”.
LEI	2.133	01.07.92	“Dispõe sobre a prestação dos serviços de transportes coletivos por ônibus no Município de Teresina e dá outras providências”.
LEI COMPLEMENTAR	2.138	21.07.92	“Dispõe sobre o Estatuto dos Servidores Públicos do Município de Teresina”. (ESTATUTO DOS SERVIDORES PÚBLICOS)
LEI	2.140	04.09.92	“Dispõe sobre o regulamento do serviço de transporte coletivo no Município de Teresina”.
LEI	2.209	03.06.93	“Disciplina o estacionamento rotativo de veículos na cidade de Teresina e dá outras providências”.
LEI	2.220	18.06.93	“Dispõe sobre a implantação de abatedouros municipais”.
LEI	2.226	11.08.93	“Dispõe sobre a política municipal dos Direitos da Mulher, reorganiza o Conselho Municipal dos Direitos da Mulher, e dá outras providências”.
LEI	2.328	18.08.94	“Dispõe sobre o regime de incentivos tributários para a Microempresa e dá outras providências.”

INSTRUMENTO	No.	DATA	EMENTA
LEI	2.343	26.10.94	“Cria e faculta nas escolas públicas do Município, a cadeira de Ecologia do Meio Ambiente.”
LEI	2.389	17.05.95	“Reconhece o dia 8 de março como Dia Municipal da Mulher e dá outras providências”.
LEI	2.391	17.05.95	“Dispõe sobre a obrigatoriedade de construção de rampas para o acesso de portadores de deficiência física nas vias e dependências públicas, e dá outras providências”.
LEI	2.428	11.10.95	“Dispõe sobre a criação de incinerador público municipal para animais e lixo hospitalar, na forma que prescreve”.
LEI	2.465	15.05.96	“Dispõe sobre a criação de uma área externa para o comércio de aves nos mercados públicos e/ou feiras livres e dá outras providências”.
LEI	2.475	04.07.96	“Dispõe sobre a política de proteção, conservação, recuperação e desenvolvimento do meio ambiente, e dá outras providências”. (POLÍTICA DE MEIO AMBIENTE)
LEI	2.510	26.03.97	“Dispõe sobre a criação do Conselho Municipal de Habitação e o Fundo Municipal a ele vinculado e dá outras providências”. (REVOGADA pelo art. 13, da Lei nº 3.075, de 28.12.2001, DOM nº 858, de 31.12.2001)
LEI	2.514	17.04.97	“Dispõe sobre a constituição do Conselho Municipal de Revitalização do Centro Comercial de Teresina e Criação do Fundo Municipal a ele vinculado e dá outras providências”. (REVOGADA pelo art. 9º, da Lei nº 3.074, de 28.12.2001, DOM nº 858, de 31.12.2001)
LEI	2.515	18.04.97	“Delimita o perímetro urbano de Teresina e cria o Pólo Empresarial Sul do Município.”
LEI	2.528	23.05.97	“Dispõe sobre a política de benefícios e incentivos fiscais do Município de Teresina e dá outras providências”.

INSTRUMENTO	No.	DATA	EMENTA
LEI	2.536	11.06.97	“Dispõe sobre o plantio de árvores frutíferas nas vias e logradouros públicos do Município de Teresina”.
LEI	2.539	30.06.97	“Dispõe sobre a obrigatoriedade de implantação de quadras esportivas nas escolas públicas municipais”.
LEI	2.557	18.07.97	“Dispõe sobre o rebaixamento de guias e melhoria de locomoção para as pessoas portadoras de deficiências, residentes em Teresina, de acordo com o art. 233, inciso II, da Lei Orgânica de Teresina”.
LEI	2.587	01.12.97	“Expande a zona urbana de Teresina a sudeste do bairro Santo Antonio e prescreve as zonas de uso da área acrescida e dá outras providências.”
LEI	2.596	01.12.97	“Expande a zona urbana de Teresina ao norte do pólo empresarial sul e prescreve as zonas de uso da área acrescida, e dá outras providências.”
LEI	2.608	10.12.97	“Dá nova redação ao artigo 28 da Lei que define as diretrizes para o uso do solo urbano e dá outras providências”.
LEI	2.613	10.12.97	“Dá nova redação ao artigo 22 da Lei nº 2.266, de 16.12.93, embora tenha a seguinte ementa: “Dá nova redação ao Código de Obras e Edificações de Teresina.”
LEI	2.618	26.12.97	“Modifica o uso do solo urbano correspondente às áreas das zonas ZE6/02, ZP6/07 e ZP8/13 , prescritas pela Lei nº 2.265, de 16.12.1993”.
LEI	2.620	26.12.97	“Cria a Superintendência Municipal de Transportes e trânsito (STRANS) e dá outras providências”.
LEI	2.621	26.12.97	“Institui o Selo fiscal de Autenticidade para Nota Fiscal de Serviço e o Selo Fiscal de Autenticidade para Certidão Negativa de Débito”.

INSTRUMENTO	No.	DATA	EMENTA
LEI	2.622	30.12.97	“Dispõe sobre a concessão de licença para implantação, relocação e funcionamento de postos revendedores de combustíveis automotivos e derivados de petróleo do município de Teresina, e dá outras providências”. (Republicada por conter incorreções)
LEI	2.623	30.12.97	“Institui a Taxa de Combate a Incêndio no Município de Teresina, e dá outras providências”
LEI	2.624	30.12.97	“Institui a Taxa Anual de Vistoria de Segurança contra Incêndio (prevenção).”
LEI COMPLEMENTAR	2.626	30.12.97	“Dispõe sobre a estrutura organizacional e a competência da Procuradoria-Geral do Município de Teresina, estabelece o regime jurídico da carreira de Procurador do Município e dá outras providências”. (<i>PROCURADORIA-GERAL DO MUNICÍPIO</i>)
LEI	2.677	12.06.98	“Dispõe sobre a remuneração dos servidores públicos ativos e inativos da administração direta, autarquias e fundações da Prefeitura Municipal de Teresina e dá outras providências”.
LEI	2.681	24.06.98	“Torna obrigatório o uso de utensílios descartáveis (copos, pratos e talheres) em estabelecimentos, nos quais por sua própria natureza, não se faça possível a instalação de pias com água corrente”.
LEI	2.684	26.06.98	“Dispõe sobre a obrigatoriedade aos estabelecimentos comerciais a limpeza das calçadas defronte aos mesmos”.
LEI	2.777	12.05.99	“Dispõe sobre a definição do destino das pilhas usadas em aparelhos de controle remoto, rádios, etc., baterias de telefones celulares e dá outras providências”.

INSTRUMENTO	No.	DATA	EMENTA
LEI	2.778	13.05.99	“Institui incentivo fiscal para empresas, estabelecimentos comerciais, indústrias e prestadores de serviços que promoveram patrocínio ou investimentos nos esporte de Teresina”.
LEI	2.818	24.08.99	“Autoriza o Poder Executivo a terceirizar o sistema de cobrança e recebimento, no âmbito administrativo de créditos tributários não inscritos na dívida ativa do município”.
LEI	2.821	08.09.99	“Proíbe a construção de calçadas com utilização de cerâmicas, azulejos ou quaisquer outros materiais de natureza lisa, e dá outras providências”.
LEI	2.887	17.03.2000	Dispensa de créditos tributários para associações recreativas, etc.
LEI	2.928	07.08.2000	“Institui o controle sobre a venda de anabolizantes esteróides e produtos similares”.
LEI	2.936	06.09.2000	“Dispõe sobre a criação de áreas de interesse social para urbanização específica e dá outras providências”.
LEI	2.940	10.10.2000	“Dispõe sobre a criação da Agência de Cadastramento dos Desempregados de Teresina-PI, e dá outras providências”.
LEI	2.959	26.12.2000	“Dispõe sobre a Organização Administrativa do Poder Executivo Municipal, e dá outras providências.” (<i>ORGANIZAÇÃO ADMINISTRATIVA DO PODER EXECUTIVO</i>).
LEI	2.960	26.12.2000	“Cria as Superintendências de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente Centro-Norte, Leste-Sudeste e Sul – SDUs e dá outras providências.”
LEI	2.965	26.12.2000	“Transforma o Departamento Municipal de Estradas e Rodagem – DMER em Superintendência de Desenvolvimento Rural – SDR e dá outras providências.”
LEI	2.967	26.12.2000	“Institui a Declaração Mensal de Serviços – DMS e dá outras providências.”

INSTRUMENTO	No.	DATA	EMENTA
LEI	2.970	12.01.2001	“Institui o Plano de Custeio do Regime Próprio de Previdência Social dos Servidores Municipais de Teresina e dá outras providências”.
LEI	2.972	17.01.2001	“Dispõe sobre o Estatuto e o Plano de Cargos e Salários do Magistério Público da Rede de Ensino do Município de Teresina”. (<i>ESTATUTO DO MAGISTÉRIO</i>)
LEI	2.983	27.04.2001	“Dispõe sobre a instituição de estacionamentos rotativos de veículos automotores de passageiros e de carga nas vias e logradouros públicos de Teresina.”
LEI	3.003	25.06.2001	“Institui, no Município de Teresina, a Base Cartográfica Municipal e dá outras providências”.
LEI	3.029	04.09.2001	“Expande a zona urbana do município, ao norte da Santa Maria da Codipi, e dá outras providências”
LEI	3.031	17.09.2001	“Dispõe sobre a obrigatoriedade de implantação do Sistema de Medição individualizada de água em edificações com duas ou mais unidades residenciais autônomas”.
LEI	3.034	28.09.2001	“Institui o Programa Municipal de Combate à Pichação”.
LEI	3.039	11.10.2001	“Cria no âmbito do Município de Teresina, Capital do Estado do Piauí, o Sistema de Mototáxi e dá outras providências”.
LEI	3.042	23.10.2001	“Institui a Campanha pela Saúde do Idoso e dá outras providências”.
LEI	3.050	14.11.2001	“Dispõe sobre a criação do Manual de Orientação aos Pedestres”.
LEI	3.074	28.12.2001	“Reinstitui o Conselho Municipal de Revitalização do Centro Comercial de Teresina e dá outras providências”.
RESOLUÇÃO	05	18.10.1989	“Dispõe sobre o Regimento interno para os trabalhos de elaboração da Lei Orgânica do Município de Teresina”.

INSTRUMENTO	No.	DATA	EMENTA
LEI	3.286	15.03.2004	Prestação de Serviço de Abastecimento de Água
LEI	3.287	15.03.2004	Tarifas de Serv. Abastecimento de Água e Esgotos
LEI	3.558	20.10.2006	Plano Diretor
LEI	3.559	20.10.2006	Perímetro Urbano
LEI	3.560	20.10.2006	Uso do Solo
LEI	3.561	20.10.2006	Parcelamento do Solo
LEI	3.562	20.10.2006	Ocupação do Solo
LEI	3.563	20.10.2006	Preservação Ambiental
LEI	3.565	20.10.2006	Determinada a obrigatoriedade da apresentação do Estudo Prévio de Impacto de Vizinhança (EPIV)
LEI	3.600	22.12.2006	Cria a Agência Municipal de Regulação dos Serviços Públicos de Teresina - Arsete
LEI	3.602	27.12.2006	Preservação e tombamento
LEI	3.603	27.12.2006	Pólo gerador de tráfego
LEI	3.608	04.01.2007	Código de obras e edificações
LEI	3.646	14.06.2007	Código sanitário
LEI	3.789	18.07.2008	Altera o perímetro urbano
LEI	3.790	18.07.2008	Cria a ZEIS Árvores Verdes
LEI COMPLEMENTAR	3.606	29.12.2006	Código Tributário do Município de Teresina
DECRETO	7.232	2007	Dispõe sobre o Código Tributário do Município de Teresina.

Quadro 19.2. Legislação Estadual do Piauí inventariada.

INSTRUMENTO	No.	DATA	EMENTA
CONSTITUIÇÃO		05.10.1989	Constituição do Estado do Piauí
LEI	4.854	10.07.1996	Dispõe sobre a Política de Meio Ambiente do Estado do Piauí, e dá outras providências.
DECRETO	7.393	22.08.1998	Aprova o Regulamento do Fundo Estadual do Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia e Desenvolvimento Urbano, criado pela Lei Estadual nº 4.115, de 22 de junho de 1987.

INSTRUMENTO	No.	DATA	EMENTA
DECRETO	8.925	04.06.1993	Aprova o regulamento do Conselho Estadual do Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano.
DECRETO	9.532	04.07.1996	Altera o Regulamento do Fundo Estadual do Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia e Desenvolvimento urbano, de que trata o Decreto nº 7.393, de 22 de agosto de 1988 e dá outras providências.
DECRETO	9.533	24.07.1996	Altera o Decreto Nº 8.925, de 04 de junho de 1993.

Quadro 19.3. Legislação Federal relacionada aos recursos hídricos e drenagem urbana.

INSTRUMENTO	No.	DATA	EMENTA
DECRETO	24.643	10.07.1934	Código de água: classificação, usos e gerenciamento dos recursos hídricos.
		5.10.1988 (Texto consolidado até a Emenda nº 66 de 13/07/2010)	Constituição Federal. Domínio público da água; Gestão de inundações e secas pelo governo federal; Institui o domínio das águas entre Estados e Federação; Estabelece que os serviços de água e saneamento são de atribuição do município; Domínio estadual para as águas subterrâneas
LEI	9.433	9.01.1997	Política Nacional de recursos hídricos; Objetivos; Sistemas de gestão; Instrumentos de planejamento
LEI	9.984	17.07.2000	Cria a ANA Agência Nacional de Recursos Hídricos, que implementa a Política Nacional de Recursos Hídricos
LEI	11.445	5.01.2007	Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico
DECRETO	7.217	21.06.2010	Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências.
LEI	12.305	2.08.2010	Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

19.3 Sobre a Organização Institucional de Teresina

Uma das questões importantes quanto à organização institucional de Teresina diz respeito a sua Estrutura Administrativa. No Quadro 19.4 são indicadas as finalidades dos principais órgãos da PMT e a respectiva legislação que os definem, com base na Lei Nº 2.959 que dispõe sobre a *Organização Administrativa do Poder Executivo*, modificada pelas Leis Complementares Nº 3.525, de 26 de maio de 2006; Nº 3.551, de 31 de agosto de 2006; Nº 3.574, de 10 de novembro de 2006; Nº 3.618, de 23 de março de 2007; e Nº 3.640, de 25 de maio de 2007, e outras disposições descritas em Prefeitura Municipal de Teresina (2008) e na legislação supracitada.

Quadro 19.4. Legislação e as principais finalidades dos principais órgãos da Prefeitura Municipal de Teresina.

CÂMARA MUNICIPAL	
LEGISLAÇÃO	FINALIDADES
Lei Orgânica do Município de Teresina, de 05 de abril de 1991.	- Votar o Orçamento Anual e o Plano Plurianual, bem como autorizar abertura de créditos adicionais; - Legislar sobre os tributos e estabelecer critérios para fixação dos preços de serviços municipais; - Autorizar operações de créditos, bem como, a forma dos meios de pagamento; - Autorizar alienação, doação ou cessão de bens; - Aprovar o plano de desenvolvimento local; - Criar e extinguir cargos públicos e fixar os respectivos pagamentos; - Legislar sobre todas as matérias de interesse do município.
SECRETARIA MUNICIPAL DE GOVERNO	
LEGISLAÇÃO	FINALIDADES

- Lei nº 2.959, de 26 de dezembro de 2000.	- Prestar assistência direta e indiretamente ao Prefeito em cumprimento à agenda, tendo sob sua responsabilidade a disciplina de audiências, cerimonial e representação social, como também o desempenho de missões específicas, formal e expressamente atribuídas pelo prefeito, através de atos próprios, despachos e ordens verbais, articulação parlamentar e representação institucional, controle interno e segurança.
GABINETE DO VICE-PREFEITO	
LEGISLAÇÃO	FINALIDADES
- Lei nº 2.959 de 26 de dezembro de 2000	- Assessorar o Prefeito; - Substituir o Prefeito em seus impedimentos; - Cumprir atribuições delegadas pelo Prefeito.
PROCURADORIA GERAL DO MUNICÍPIO	
LEGISLAÇÃO	FINALIDADES
- Lei complementar nº 2.626 de 30 de dezembro de 1997. - Regimento Interno Dec. Nº 3.671, de 23 de janeiro de 1998. - Lei nº 2.959, de 06 de dezembro de 2000. - Lei nº 3.596, de 21 de dezembro de 2006.	- Promover a representação judicial e extrajudicial do município; - Executar as atividades de consultoria e assessoramento jurídicos da administração municipal.
SECRETARIA MUNICIPAL DE COMUNICAÇÃO SOCIAL	
LEGISLAÇÃO	FINALIDADES
- Lei nº 2.959, de 06 de dezembro de 2000.	- Planejar, organizar, coordenar e executar atividades na área de imprensa e comunicação social na esfera da administração pública municipal.
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO	
LEGISLAÇÃO	FINALIDADES
- Lei nº 2.264, de 16 de dezembro de 1993; - Lei nº 2.265, de 16 de dezembro de 1993; - Decreto nº 3.658, de janeiro de 1998; - Decreto nº 3.773, de março de 1998; - Lei nº 2.959, de 06 de dezembro de 2000.	- Formular e coordenar o planejamento econômico-social, orçamentário, físico e territorial do município; bem como executar o plano de desenvolvimento da cidade e captar recursos financeiros.
SECRETARIA MUNICIPAL DE ADMINISTRAÇÃO E RECURSOS HUMANOS	
LEGISLAÇÃO	FINALIDADES

- Decreto nº 3.673, de 23 de janeiro de 1998; - Lei nº 2.959, de 06 de dezembro de 2000.	- Formalizar diretrizes e metas pertinentes à administração municipal; - Desenvolver ações que estimulem a modernização administrativa e a elevação da capacidade operacional dos órgãos municipais; - Planejar, coordenar e controlar a execução das atividades de pessoal, patrimônio, material e serviços auxiliares; - Verificar a execução e cumprimento de contrato de locação de bens móveis e imóveis e de prestação de serviços especializados e assistência técnica celebrados pelos órgãos da administração direta do município; - Administrar serviços de imprensa oficial e de acompanhamento de documentação.
SECRETARIA MUNICIPAL DE FINANÇAS	
LEGISLAÇÃO	FINALIDADES
- Lei nº 2.959, de 06 de dezembro de 2000.	- Executar a política fazendária municipal; - Planejar, coordenar e acompanhar as atividades do sistema tributário municipal; acompanhar e aplicar a legislação fiscal, propondo medidas que visem aumentar a eficiência da administração tributária; - Acompanhar e controlar a execução orçamentária da administração municipal.
SECRETARIA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO E CULTURA	
LEGISLAÇÃO	FINALIDADES
- Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996; - Lei nº 9.424, de 24 de dezembro de 1996; - Emenda Constitucional nº 14, de 12 de setembro de 1996; - Decreto nº 2.264, de 27 de junho de 1997; - Decreto nº 3.669, de 23 de janeiro de 1998; - Lei nº 2.959, de 06 de dezembro de 2000.	- Administrar, supervisionar e formular planos, programas e metas visando à melhoria da qualidade do ensino da rede pública municipal.
SECRETARIA MUNICIPAL DE ESPORTES E LAZER	
LEGISLAÇÃO	FINALIDADES
- Lei nº 2.959, de 06 de dezembro de 2000.	- Planejar, executar e supervisionar as atividades esportivas, recreativas e de lazer; - Fomentar os desportos no município.
SECRETARIA MUNICIPAL DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO	
LEGISLAÇÃO	FINALIDADES

- Lei nº 2.959, de 26 de dezembro de 2000.	- Apoiar a produção e a comercialização de produtos e serviços locais; - Planejar, executar e coordenar políticas de geração de emprego e renda, defesa do consumidor, promoção empresarial e apoiar as ações de turismo.
SECRETARIA MUNICIPAL DO TRABALHO, CIDADANIA E DE ASSISTÊNCIA SOCIAL	
LEGISLAÇÃO	FINALIDADES
- Lei nº 2.184, de 14 de janeiro de 1993; - Lei nº 2.226, de 11 de agosto de 1993; - Decreto nº 2.245, de 18 de fevereiro de 1993; - Lei nº 2.456, de 18 de janeiro de 1996; - Decreto nº 2.686, de 21 de julho de 1998; - Lei nº 2.959, de 06 de dezembro de 2000.	- Planejamento, execução e avaliação da política municipal de assistência social; - Coordenação da execução da política nacional de assistência ao idoso, à pessoa portadora de deficiência, à criança e ao adolescente no município; - Promoção do trabalho; - Proteção e defesa dos direitos da mulher, idoso, deficiente e famílias.
SECRETARIA MUNICIPAL DA JUVENTUDE	
LEGISLAÇÃO	FINALIDADES
- Lei nº 3.617, de 23 de março de 2007.	- Estruturar políticas públicas de juventude; - Contribuir para a inclusão e afirmação social do jovem teresinense.
SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS	
LEGISLAÇÃO	FINALIDADES
- Lei nº 3.616, de 23 de março de 2007.	- Promover a educação ambiental, a preservação e a proteção do meio ambiente; - Promover o uso sustentável dos recursos hídricos.
SUPERINTENDÊNCIAS DE DESENVOLVIMENTO URBANO – (CENTRO/NORTE, SUL, LESTE, SUDESTE)	
LEGISLAÇÃO	FINALIDADES
- Lei nº 2.959, de 26 de dezembro de 2000; - Lei nº 2.960, de 26 de dezembro de 2000; - Lei nº 3.228, de 22 de setembro de 2003; - Lei nº 3.618, de 23 de março de 2007.	- Vinculadas diretamente à Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação – SEMPLAN. - Executar de forma descentralizada as políticas públicas referentes aos serviços urbanos básicos, fiscalização e controle, obras e serviços de engenharia, habitação e urbanismo, observando o planejamento municipal.
SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO RURAL	
LEGISLAÇÃO	FINALIDADES
- Lei nº 2.959, de 26 de dezembro de 2000; - Lei nº 2.965, de 26 de dezembro de 2000;	- Atuar na implementação de infraestrutura básica para o desenvolvimento da zona rural com o objetivo de fixar o homem no campo.

SUPERINTENDÊNCIA MUNICIPAL DE TRANSPORTES E TRÂNSITO	
LEGISLAÇÃO	FINALIDADES
- Lei Federal nº 9.503, de 23 de setembro de 1997; - Lei Municipal nº 2.620, de 26 de dezembro de 1997; - Lei nº 2.959, de 26 de dezembro de 2000.	- Elaborar estudos, planos, pesquisas e programas de transportes públicos, trânsito e sistema viário; - Executar as atividades referentes a permissões, concessões e registros dos serviços delegados; - Executar as ações de fiscalização de trânsito no âmbito municipal; - Coordenar e fiscalizar a operação dos serviços de transportes públicos de passageiros; - Disciplinar os estacionamentos rotativos, públicos e privados.
EMPRESA TERESINENSE DE DESENVOLVIMENTO URBANO	
LEGISLAÇÃO	FINALIDADES
- Lei nº 1.485, de 15 de agosto de 1975; - Lei nº 2.572, de 20 de outubro de 1997; - Lei nº 2.959, de 26 de dezembro de 2000.	- Programar e executar obras em áreas urbanas.
EMPRESA TERESINENSE DE PROCESSAMENTO DE DADOS	
LEGISLAÇÃO	FINALIDADES
- Lei nº 2.135, de 02 de julho de 1992.	- Planejar, organizar, dirigir, coordenar, executar, delegar e controlar a prestação de serviços de informática de administração do município.
FUNDAÇÃO MUNICIPAL DE SAÚDE	
LEGISLAÇÃO	FINALIDADES
- Lei nº 9.954, de 26 de dezembro de 2000.	- Prestar serviços de assistência médica ambulatorial, hospitalar, odontológica e sanitária à população, através de rede própria de assistência à saúde sendo complementada pela rede privada e pública estadual e federal, através de convênios e contratos; - Elaborar e executar programas, projetos e atividades visando ao controle epidemiológico.
FUNDAÇÃO CULTURAL MONSENHOR CHAVES	
LEGISLAÇÃO	FINALIDADES

- Lei nº 1.842, de 26 de fevereiro de 1986; - Decreto nº 1.323, de 06 de setembro de 1989; - Lei nº 2.184, de 14 de janeiro de 1993.	- Assessorar a administração na formulação das diretrizes da política cultural do município; - Compatibilizar as ações culturais de âmbito municipal com os planos, programas e projetos dos governos federal e estadual; - Preservar o patrimônio histórico e cultural do município.
FUNDAÇÃO WALL FERRAZ	
LEGISLAÇÃO	FINALIDADES
- Lei Municipal nº 2.586, de 01 de dezembro de 1997; - Decreto nº 3.847, de 29 de junho de 1998; - Decreto nº 4.349, de 31 de março de 2000; - Decreto nº 4.399, de 05 de junho de 2000; - Lei Municipal nº 2.959, de 26 de dezembro de 2000.	- Planejar, coordenar e executar projetos de ações que objetivam a geração de emprego e renda; - Capacitar, treinar e apoiar gerencial e financeiramente atividades produtivas beneficiando trabalhadores autônomos, microempresas e grupos de produção.
INSTITUTO DE PREVIDÊNCIA DOS SERVIDORES DO MUNICÍPIO DE TERESINA	
LEGISLAÇÃO	FINALIDADES
- Lei nº 2.184, de 14 de janeiro de 1993; - Resolução nº 01, de 05 de fevereiro de 1993; - Lei nº 2.480, de 23 de julho de 1996; - Lei nº 2.959, de 26 de dezembro de 2000; - Lei nº 2.969, de 11 de janeiro de 2001; - Lei nº 2.970, de 12 de janeiro de 2001.	- Concessão de benefícios de aposentadorias e pensões a servidores e dependentes; - Garantir aos segurados e dependentes a assistência médica e odontológica através de clínicas, laboratórios e consultórios conveniados ao IPMT; - Administrar os recursos destinados a promover a assistência geral aos servidores públicos do município de Teresina.
AGÊNCIA MUNICIPAL DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE TERESINA	
LEGISLAÇÃO	FINALIDADES
- Lei nº 3.600, de 22 de dezembro de 2006.	- Normatizar, planejar, acompanhar, controlar e fiscalizar as concessões, permissões e autorizações submetidas à sua competência.

Importante ressaltar que a Lei nº 2.959, de 26 de dezembro de 2000, em seu Art. 5º indica que as atividades-meio da administração direta, tais como: pessoal, material, patrimônio, transportes internos, serviços gerais e modernização administrativa; administração financeira e contabilidade; planejamento, orçamento, informática, comunicação e controle interno, serão organizadas sob a forma de sistemas integrados por todas as unidades que, na administração do Município, exerçam a mesma atividade. Além disso, indica que as unidades integrantes de um sistema, qualquer que seja a sua

subordinação, ficam submetidas à orientação normativa, à supervisão técnica e ao controle específico do órgão central do sistema, na forma seguinte:

I – Sistema de Administração Geral – Secretaria Municipal de Administração e Recursos Humanos;

II – Sistema de Administração Financeira e Contabilidade – Secretaria Municipal de Finanças;

III – Sistema de Planejamento e Coordenação – Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação;

IV – Sistema de Comunicação – Secretaria Municipal de Comunicação Social;

V – Sistema de Controle Interno – Secretaria Municipal de Governo.

A organização institucional de Teresina se complementa com os Conselhos, que são instâncias colegiadas de gestão, com funções deliberativas, normativas, fiscalizadoras e consultivas, no âmbito do município, com o objetivo básico de formulação de estratégias, controle e avaliação da Política Municipal de Saúde, inclusive nos aspectos econômicos e financeiros (Quadro 19.5).

Quadro 19.5. Conselhos existentes na organização institucional de Teresina.

CONSELHO*	DOCUMENTO	DATA
Conselho Municipal de Assistência Social	Lei 2456	18/01/96
Conselho Municipal de Alimentação Escolar	Lei 2986	14/05/01
Conselho Municipal de Contribuintes	Lei 1761	26/12/83
Conselho Municipal de Cultura	Lei 2558	23/07/97
Conselho Municipal de Defesa do Consumidor	Dec. 2184	14/01/83
Conselho Municipal dos Direitos da Criança e do Adolescente	Lei 2052	06/06/91
	Lei 2261	01/12/93
	Lei 3191	14/05/03
Conselho Municipal de Desportos	Lei 2588	01/12/97

CONSELHO*	DOCUMENTO	DATA
Conselho Municipal de Desenvolvimento Econômico	Lei 2528	23/05/97
Conselho Municipal de Desenvolvimento Rural	Lei 2583	13/11/97
Conselho Municipal de Defesa dos Direitos da Mulher	Dec. 815	08/05/86
Conselho Municipal de Desenvolvimento Urbano	Dec. 1271	16/06/89
	Dec. 4854	01/06/01
Conselho Municipal de Entorpecentes	Lei 2553	14/07/97
Conselho Municipal de Educação	Lei 3058	19/12/01
Conselho Municipal de Habitação	Lei 2510	26/03/97
Conselho Municipal de Desenvolvimento do Meio Ambiente	Lei 2184	14/01/93
Conselho Municipal de Revitalização do Centro Comercial de Teresina	Lei 2514	17/04/97
Conselho Municipal de Saúde	Lei 2046	25/04/91
Conselho Municipal de Transportes Públicos	Lei 2252	18/10/93
	Lei 2441	07/12/95
Conselho Municipal de Turismo	Lei 2715	12/11/98
Conselho Municipal de Acompanhamento e Controle Social do Fundo de Manutenção e Desenvolvimento do Ensino Fundamental e de Valorização do Magistério	Lei 2641	30/03/93
Conselho Municipal dos Direitos do Idoso	Lei 2750	31/12/98
Conselho Municipal de Defesa dos Direitos da Pessoa Portadora de Deficiência	Lei 2893	22/05/00
Conselho Municipal da Juventude	Lei 3337	20/08/04

FONTE: SEMGOV/SEMPPLAN - (*) Conselhos criados até o ano de 2004.

As características mudam para cada conselho, mas cita-se o exemplo do Conselho Municipal de Saúde. Esse Conselho foi Criado pela Lei Nº 2.046 de 25 de abril de 1991, compõe-se de trinta representantes, com respectivos suplentes, sendo oito representantes das Instituições Públicas, sete representantes dos Prestadores de Serviços de Saúde e quinze representantes dos Usuários. Os representantes das instituições públicas são indicados pelas instituições, e os dos demais segmentos eleitos em Plenárias das entidades, para mandato com duração de dois anos, sendo permitida apenas uma reeleição consecutiva.

As atividades realizadas pelos membros do Conselho vão desde a formulação de estratégias de controle do SUS, na proposição de diretrizes para elaboração de Plano de

Saúde, na fiscalização das aplicações dos recursos financeiros do SUS, na proposição de metas na assistência da saúde da população.

As reuniões ordinárias são realizadas uma vez a cada mês, na terceira terça-feira, das oito da manhã ao meio dia, no Auditório do Centro Integrado de Saúde Lineu Araújo.

19.4 Análise das Instituições Atuantes na Drenagem Urbana

19.4.1 Superintendências de Desenvolvimento Urbano (SDUs)

As Superintendências de Desenvolvimento Urbano (SDUs) – (Centro/Norte, Sul, Leste, Sudeste) têm como objetivo executar de forma descentralizada as políticas públicas referentes aos serviços urbanos básicos, fiscalização e controle, obras e serviços de engenharia, meio ambiente, habitação e urbanismo, observado o planejamento urbano Municipal, em sua área de atuação. Assim, compete às SDUs:

- Executar as atividades referentes aos serviços urbanos básicos de coleta e destinação final de resíduos sólidos; capina e varrição de ruas e logradouros públicos; manutenção de praças, parques e jardins; administração de viveiros de mudas; manutenção de serviços de iluminação pública; administração de feiras e mercados públicos; numeração de imóveis e emplacamento com designação de ruas, avenidas, alamedas e logradouros; administração de cemitérios e controle de serviços funerários;
- Executar as atividades referentes à fiscalização e controle do uso e ocupação do solo urbano; das atividades econômicas informais no meio urbano; do meio ambiente;
- Executar obras e serviços de engenharia no meio urbano;
- Executar as atividades referentes à habitação mediante programas habitacionais, topografia e regularização fundiária; ao uso e ocupação do solo urbano, mediante análise de projetos, cadastro e licenciamento; a educação e monitoramento ambiental.

O organograma típico de uma SDU é apresentado na Figura 19.1.

Da análise do exposto acima, verifica-se que a SDU é a unidade mais básica no atendimento das demandas da população. Em função da sua própria estrutura e pessoal, observa-se que os serviços relacionados à drenagem urbana são todos terceirizados, excetuando-se as atividades de fiscalização e de gerenciamento, as quais são realizadas pelos próprios funcionários públicos municipais.

As SDUs operam com dotação orçamentária da Prefeitura Municipal de Teresina. Não são cobradas taxas específicas de serviços como drenagem pluvial e coleta do lixo. Os serviços estão incluídos no Imposto Predial e Territorial Urbano – IPTU. No município de Teresina, há isenção do IPTU para imóveis com valor venal abaixo de R\$20.000,00, de acordo com a planta genérica de valores do município.

Legalmente, as SDUs estão vinculadas à Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação. Sua estrutura organizacional é descrita a seguir.

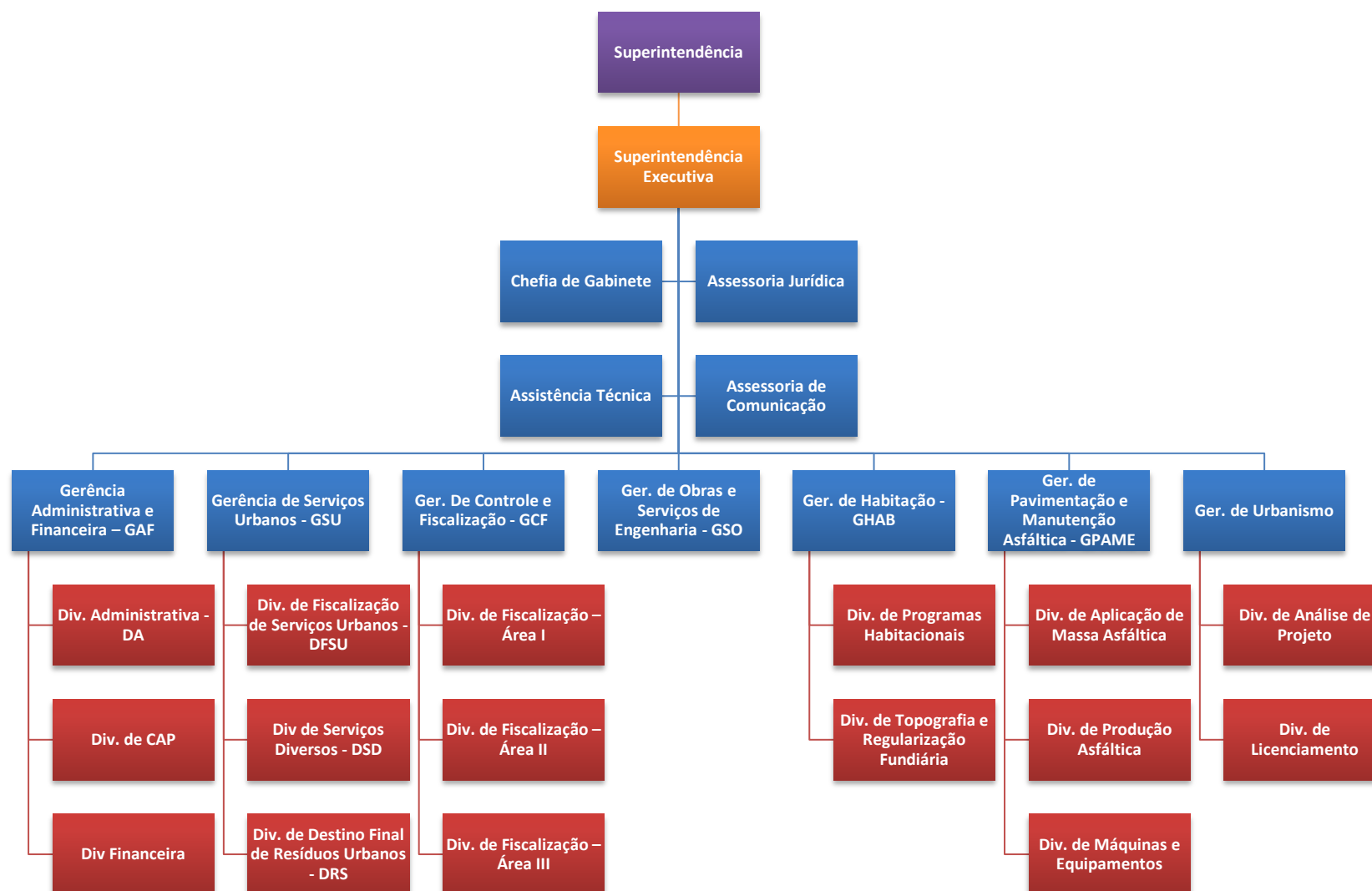


Figura 19.1. Organograma de uma SDU.

19.4.2 Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação – SEMPLAN

A Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação é o órgão da Administração Direta, subordinado ao chefe do Poder Executivo Municipal, responsável pela:

- Elaboração, acompanhamento e avaliação de planos, programas, projetos e orçamento;
- Planejamento urbano e ambiental;
- Manutenção e atualização cartográfica e do imobiliário;
- Atividade de pesquisa e informação;
- Captação de recursos externos, acompanhamento da Dívida;
- Coordenação, supervisão e avaliação das atividades das Superintendências de Desenvolvimento Urbano e Rural;
- Coordenação geral das ações do Governo Municipal;
- Coordenação, organização, controle e acompanhamento das atividades afetadas às Comissões e Conselhos subordinados a esta Secretaria:
 - Conselho Municipal de Desenvolvimento Urbano;
 - Conselho Municipal de Desenvolvimento do Meio Ambiente;
 - Comissão Técnica e Comissão de Avaliação de Bens Imóveis.

O organograma da SEMPLAN é apresentado na Figura 19.2.

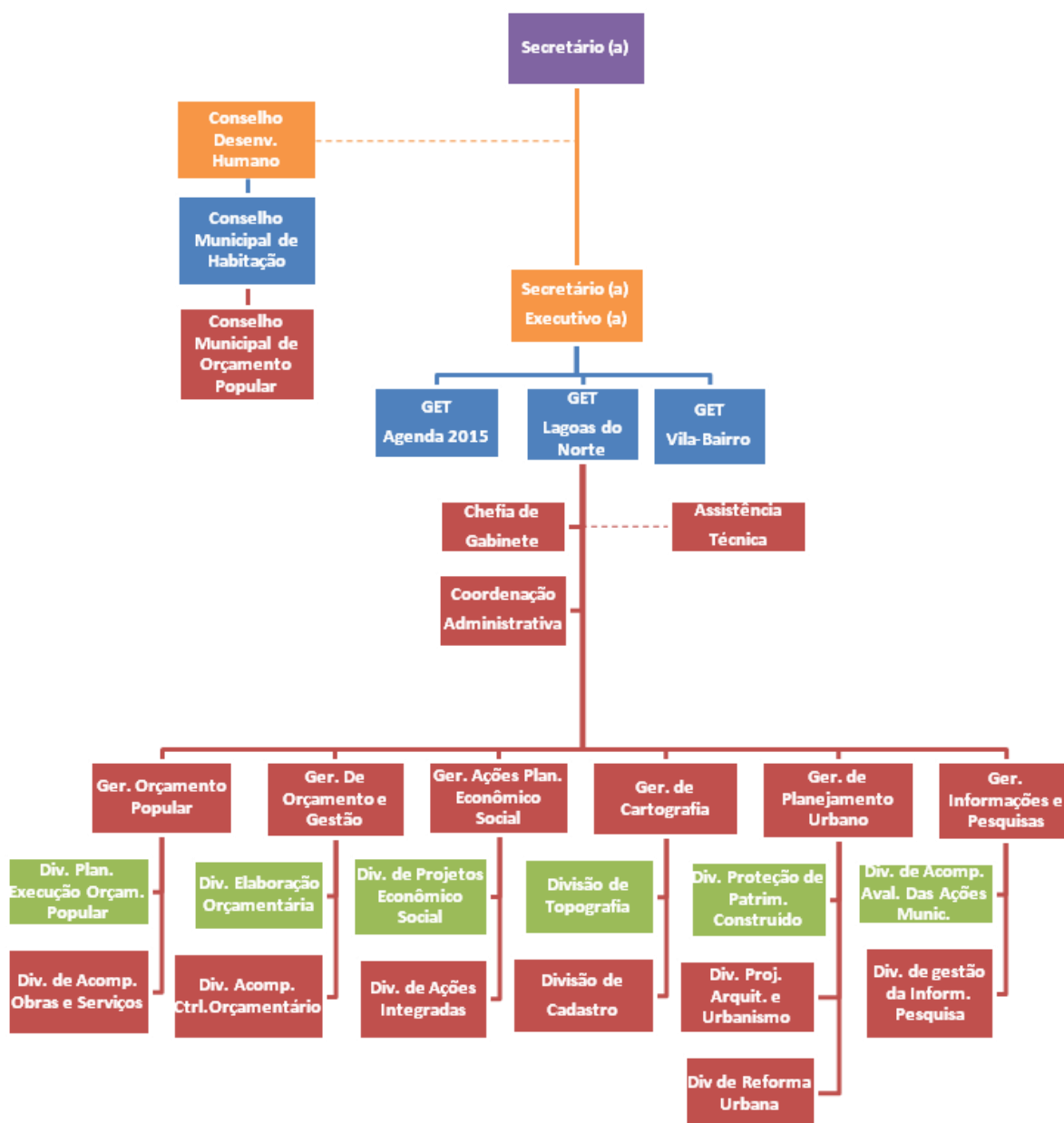


Figura 19.2. Organograma da SEMPLAN.

19.4.3 Funcionamento das instituições relacionadas à drenagem urbana

Um caso típico para ilustrar o funcionamento das instituições diz respeito à solicitação que um organismo privado à obtenção da aprovação de um empreendimento (p. ex., loteamento). No caso de Teresina, o pedido de aprovação deve ser protocolado na SDU. Cada SDU é responsável por atender uma área específica da cidade (p. ex., SDU Sul atende a

região Sul) e se constitui em uma “porta de entrada” de tudo que diz respeito a licenças, aprovações, solicitações, reclamações, sugestões, etc.

Os projetos de infraestrutura (incluindo loteamentos) são primeiramente analisados pela Gerência de Urbanismo da SDU. Aprovadas as particularidades do novo empreendimento com base nos Planos Diretores, nas leis de uso e ocupação do solo e do parcelamento urbano, o processo segue para parecer da Gerência de Meio Ambiente, ainda na SDU. Aprovado o parecer ambiental, o processo segue à SEMPLAN, para ser apreciado pelo Conselho de Desenvolvimento Urbano para anuência e aprovação. (veja localização do Conselho no organograma da SEMPLAN). Se tramitar por todas as instâncias citadas acima e não houver ressalvas nem impedimentos, o empreendimento recebe as licenças ambientais (prévia, instalação e operação), o alvará de construção e, por fim, quando pronto, o “habite-se” ou alvará de funcionamento.

Considerando o caso de um projeto público, por exemplo, para a pavimentação de uma rua. Visto que não há estrutura dentro das próprias SDUs para elaboração de projetos, esses são contratados junto a projetistas e consultores por licitação. O caminho começa com as demandas de projeto geradas nas SDUs, Secretarias Municipais diversas, STRANS, etc. que, de posse dos seus orçamentos (e desde que previstos os gastos), montam a licitação juntamente com a Secretaria de Administração. Esses órgãos se utilizam de uma única comissão de licitação comum a todos. Somente a SEMPLAN, e dentro do Programa Lagoas do Norte, é que possui autonomia para preparar documentos e licitar por conta própria contratações dentro do interesse do programa (como p. ex., os serviços para elaboração deste PDDrU).

Uma vez que o projeto esteja pronto e seja entregue pelo projetista, mesmo sendo uma decisão de governo, também passa pelos mesmos procedimentos de um projeto privado para obtenção de regularidade e aprovação. Após a aprovação, a execução de obras de empreendimentos públicos é feita pela iniciativa privada contratada por processo licitatório.

A manutenção das redes também é feita pelas SDUs que possuem equipe contratada para manutenção e serviços gerais. A atenção ao sistema de drenagem não é um serviço contínuo. Segundo informações dos técnicos da SEMPLAN, em período prévio ao início da estação chuvosa é dada atenção especial à limpeza de algumas redes, bocas de lobo, canais abertos, mas não necessariamente de todos os dispositivos e redes de drenagem.

Assim, observa-se que, na prática, as tarefas das SDUs se resumem a fiscalizar e gerenciar a drenagem urbana através de suas Gerências de Obras e subcontratação dos demais serviços relacionados à drenagem urbana. Não foi possível determinar o grau de detalhamento exigido dos empreendimentos na questão relativa à drenagem urbana.

Outra questão diz quanto aos chamados da população com relação à ocorrência de alagamentos/problemas na rede de drenagem. Em função das informações coletadas foi possível detectar que há na população quem recorra à SDU (horário comercial), outros ligam direto ao Corpo de Bombeiros (maioria dos casos) e também para a Defesa Civil.

Observa-se ainda, falta de integração entre as atividades das diferentes SDUs e SEMPLAN, uma vez que, por exemplo, a cartografia do município é responsabilidade da SEMPLAN, enquanto que informações e levantamentos realizados por SDUs acerca de redes de drenagem não constam em um cadastro geral.

Não foi possível obter qual a composição da equipe atuante em cada SDU por atividade da drenagem urbana (fiscalização, gerenciamento, etc.) nem o orçamento anual. Mesmo assim, pode-se concluir que a gestão da drenagem urbana em Teresina precisa de investimentos maciços em infraestrutura, pessoal e capacitação, entre outros aspectos relacionados com os serviços de saneamento básico.

Uma vez que a drenagem urbana é um dos serviços de saneamento básico, segundo definição constante na Lei Federal Nº 11.445/2007, nos próximos itens serão analisadas as instituições relacionadas aos demais componentes do saneamento: abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

19.5 Outras Instituições Relacionadas à Drenagem Urbana

Visto que os destinos finais das águas pluviais são os corpos hídricos de maior porte na área urbana de Teresina, a saber, os rios Poti e Parnaíba, a qualidade destas águas pluviais pode impactar ambientalmente esses corpos receptores.

Em vista disso, esse item aborda características das principais instituições responsáveis pela gestão ambiental envolvendo rios desse porte (rios federais).

19.5.1 Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Piauí - SEMAR

A Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do estado do Piauí – SEMAR – foi criada mediante a Lei Estadual Nº 4.797, de 24 de outubro de 1995, porém sua implantação só se efetuou em meados de 1996, de forma bastante precária, não somente quanto à sua disponibilidade de infraestrutura física, mas, sobretudo, em relação ao seu corpo técnico (ANJOS *et al.*, 2000).

O Decreto nº. 9.729, de 06 de junho de 1997, definiu a estrutura inicial da SEMAR (FREITAS & FREITAS, 2004). Através da reforma do Estado (Lei Complementar Nº 028 de 09 de junho de 2003), sofreu modificação na sua estrutura, e teve o seu nome modificado para Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais, mediante a Lei Complementar Nº 042 de 02 de agosto de 2004.

Posteriormente, mediante a Lei Complementar Nº 83 de 12 de abril de 2007, que alterou os dispositivos da Lei Complementar Nº 28 de 09/06/2003, passou a se chamar de Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos, mantendo a sigla SEMAR.

A SEMAR é o órgão executivo central, gestor e coordenador do sistema estadual de recursos hídricos. A ela compete a formulação e a execução da política de gestão dos recursos hídricos e do meio ambiente, cabendo-lhe desenvolver:

I – o planejamento, coordenação, supervisão, fiscalização e controle das ações relativas ao meio ambiente e recursos hídricos;

II – a preservação, conservação e uso racional dos recursos naturais renováveis;

III – as pesquisas, experimentações e fomento, informações técnicas e científicas nas áreas de meio ambiente e recursos hídricos;

IV – a educação ambiental, em articulação com outros órgãos da administração pública;

V – a administração das unidades de conservação estaduais.

A estrutura da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos é composta por:

I – gabinete do Secretário;

II – unidades de diretorias: a) diretoria de parques e florestas; b) diretoria administrativo-financeira; c) diretoria de recursos hídricos; d) diretoria do meio ambiente; e) diretoria de fiscalização e licenciamento;

III – assistência de serviços;

IV – assessoria técnica;

V – gerências;

VI – coordenações;

VII - supervisões.

Além destes, integram a estrutura básica da Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos, o Conselho Estadual do Meio Ambiente e o Conselho Estadual dos Recursos Hídricos.

19.5.2 Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) é uma autarquia federal dotada de personalidade jurídica de direito público, autonomia administrativa e financeira, vinculada ao Ministério do Meio Ambiente, conforme art. 2º da Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989. Este órgão tem como finalidade:

I - exercer o poder de polícia ambiental;

II - executar ações das políticas nacionais de meio ambiente, referentes às atribuições federais, relativas ao licenciamento ambiental, ao controle da qualidade ambiental, à autorização de uso dos recursos naturais e à fiscalização, monitoramento e controle ambiental, observadas as diretrizes emanadas do Ministério do Meio Ambiente; e,

III - executar as ações supletivas de competência da União, de conformidade com a legislação ambiental vigente (Redação dada pela Lei nº 11.516, de 28 de agosto de 2007).

O Ibama, com sede em Brasília e jurisdição em todo o território nacional, é administrado por um presidente e por cinco diretores.

Sua estrutura organizacional compõe-se de: Presidência; Diretoria de Planejamento, Administração e Logística; Diretoria de Qualidade Ambiental; Diretoria de Licenciamento Ambiental; Diretoria de Proteção Ambiental; Diretoria de Uso Sustentável da Biodiversidade e Florestas; Auditoria; Corregedoria; Procuradoria Federal Especializada; Superintendências; Gerências Executivas; Escritórios Regionais; e Centros Especializados. O organograma desta instituição é apresentado na Figura 19.3.

No estado do Piauí, o Ibama possui superintendência em Teresina, além de escritórios regionais instalados nos municípios de Corrente, Floriano, Parnaíba, Picos e São Raimundo Nonato.

Cabe ao Ibama as seguintes atribuições:

- propor e editar normas e padrões de qualidade ambiental;
- o zoneamento e a avaliação de impactos ambientais;
- o licenciamento ambiental, nas atribuições federais;
- a implementação do Cadastro Técnico Federal;
- a fiscalização ambiental e a aplicação de penalidades administrativas;
- a geração e disseminação de informações relativas ao meio ambiente;

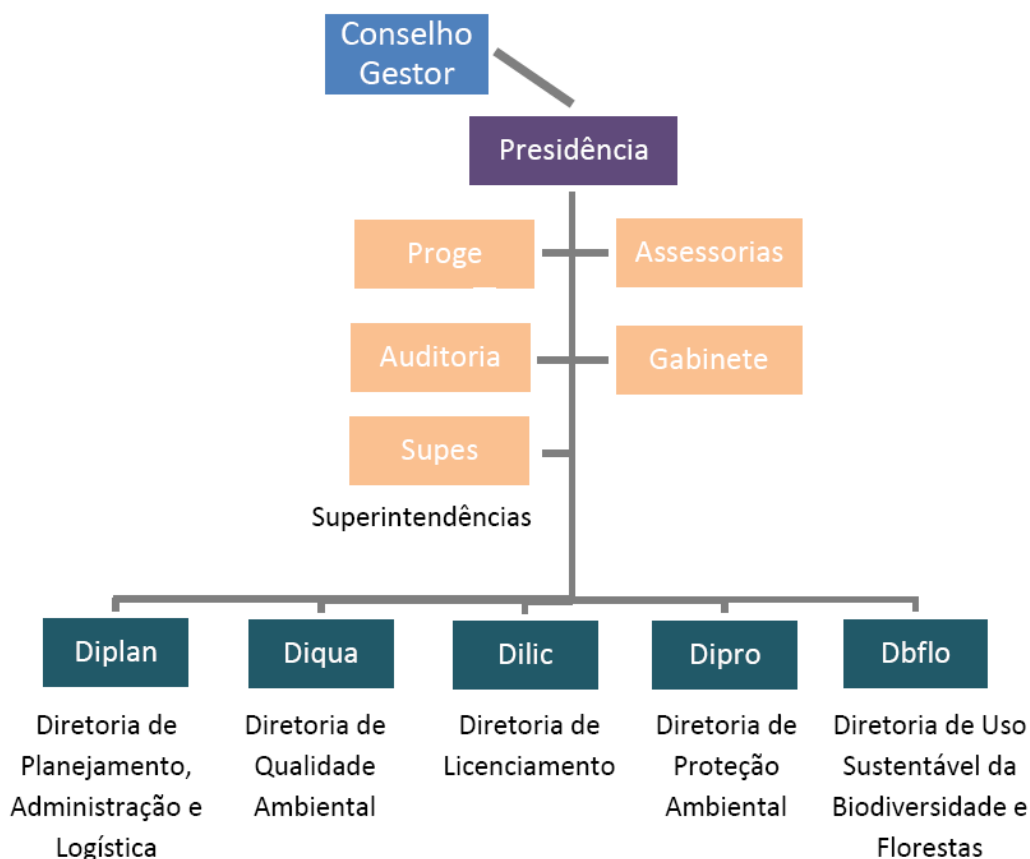


Figura 19.3. Organograma do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Fonte: www.ibama.gov.br).

- o monitoramento ambiental, principalmente no que diz respeito à prevenção e controle de desmatamentos, queimadas e incêndios florestais;
- o apoio às emergências ambientais;
- a execução de programas de educação ambiental;
- a elaboração do sistema de informação e o estabelecimento de critérios para a gestão do uso dos recursos faunísticos, pesqueiros e florestais; dentre outros.

Para o desempenho de suas funções, o Ibama em diversas situações atua em articulação com os órgãos e entidades da administração pública federal, direta e indireta,

dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios integrantes do Sisnama e com a sociedade civil organizada, para a consecução de seus objetivos, em consonância com as diretrizes da política nacional de meio ambiente.

19.6 Instituições Relacionadas aos Serviços de Abastecimento de Água e Esgotamento Sanitário

Como foi observado no item que abordou a organização institucional de Teresina, na Prefeitura não há atribuições voltadas para os sistemas de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário. A empresa responsável por esses serviços é a Agespisa, embora as SDUs tenham alguém que possa intermediar o contato com a gerência de operação da Agespisa.

Através das Leis Estaduais Nº 2.281 e Nº 2.387, de 27/07/62 e 12/12/62, respectivamente, foi criada a Sociedade de Economia Mista Águas e Esgotos do Piauí S/A. – AGESPISA, sucessora do Instituto de Águas e Energia Elétrica – IAEE, com a finalidade de planejar, executar, ampliar, remodelar e explorar, diretamente, ou em convênio com entidades públicas ou privadas, serviços urbanos de abastecimento de água potável e esgotamento sanitário nos municípios situados no território do Estado do Piauí.

A constituição, propriamente dita, da nova empresa estadual, ocorreu em Assembléia Geral realizada em 20/01/64, registrada na Junta Comercial em 28/01/64 e publicada no Diário Oficial datado de 06/07/64. A partir desta data a Agespisa passou a coordenar e dirigir as aplicações dos recursos oriundos do Dnocs e Sudene, e também aqueles provenientes de empréstimos do BID, para conclusão da segunda etapa do projeto do sistema de abastecimento de água de Teresina, que foi iniciado no ano de 1961.

Até o ano de 1970, a Agespisa operava somente o sistema de Teresina, o qual, nessa época, já se ressentia da necessidade de ampliação, em face do alto índice de crescimento demográfico verificado nos últimos anos naquela cidade. Desde 1969, a AGESPISA planejava

e almejava a construção de obras de saneamento nas cidades interioranas, porém não havia suporte financeiro para tal.

Esse quadro foi profundamente alterado com o ingresso do Banco Nacional de Habitação – BNH nesse ramo de infraestrutura, através da criação do Plano Nacional de Saneamento – Planasa, segundo o qual cada Estado da Federação deveria, através de uma única concessionária, operar e manter os sistemas de águas e esgotos, bem como realizar as ampliações imprescindíveis ao atendimento permanente da demanda em expansão.

Dessa maneira, em 01/10/71, o Governo do Piauí assinava convênio com o BNH, segundo o qual o Estado passava a fazer parte do Planasa, sendo, na ocasião, o quinto Estado da Federação a aderir ao plano. A partir desse evento foram criadas as condições necessárias à expansão da Empresa, que começou vigorosamente a atuar pelo interior do Estado, culminando com a operação de sistemas em 153 localidades, entre elas a capital do Estado, Teresina.

Em 25 de julho de 2003, a Diretoria da Agespisa aprovou através de uma Resolução do Conselho Administrativo o *Manual de Organização da Agespisa*, que estabelece a nova reestruturação do organograma geral da empresa e que, em 2010, apresenta a seguinte estrutura (AGESPISA, 2010):

- Setor Presidência
- Setor Diretoria de Gestão Comercial - DIGEC
- Setor Diretoria de Operação do Interior - DOINT
- Setor Diretoria Técnica
- Setor Diretoria Administrativa - DIRAD
- Setor Diretoria Financeira - DIFIN
- Setor Diretoria de Expansão e Operação da Capital - DOCAP

Conforme se depreende do organograma geral, a operação dos serviços da capital Teresina é completamente independente das operações dos serviços do interior.

Assim, numa mesma linha hierárquica encontramos a Diretoria de Expansão e Operação da Capital e a Diretoria de Expansão e Operação do Interior, ambas ligadas diretamente à Presidência da Agespisa.

19.6.1 Agespisa - Teresina

A partir de sua criação, a Agespisa, sucessora do Instituto de Águas e Energia Elétrica – IAEE, vem gerindo o Sistema Público de Abastecimento de Água e, posteriormente, de Esgotamento Sanitário da cidade de Teresina, sem que nenhum tipo de concessão tenha sido outorgada pela Prefeitura Municipal daquela cidade. Existem no momento, negociações entre o Governo do Estado e a Prefeitura Municipal, no sentido de ordenar essa parceria, já havendo inclusive um documento assinado entre essas entidades (Protocolo de Intenções).

Os serviços de expansão, operação, manutenção, atendimento ao usuário e cobrança dos serviços fica a cargo da Diretoria de Expansão e Operação da Capital. Como se depreende das exposições anteriores, os serviços da infraestrutura sanitária que vierem a ser implantados no município de Teresina, a princípio, ficarão sob a responsabilidade da Agespisa, sua administração, operação e exploração, aplicando-se nesses casos, por força dos instrumentos jurídicos já citados, o plano de tarifação dessa Companhia como forma de ressarcimento das despesas operacionais e de manutenção.

As tarifas adotadas pela AGESPISA com vigência desde 01/04/2009 são as seguintes (Quadro 19.6):

Quadro 19.6. Tarifas adotadas pela Agespisa com vigência a partir de 01/04/2009.

CATEGORIAS	FAIXA DE CONSUMO (m ³)	FAIXA (R\$)	ESGOTO (%)
Item 1 - Residencial Social	Até 10	7,60	50
Item 2 - Residencial não Social	Até 10	17,25	50
	11 a 25	(17,25 + 3,22/m ³ excedente a 10m ³)	50
	Acima de 25	65,55(+5,56/m ³ Excedente a 25m ³)	50
Item 3 - Comercial/ Industrial/ Pública	Até 10	35,55	80
	11 a 25	35,55(+5,28/m ³ excedente a 10m ³)	80
	Acima de 25	114,75(+6,30/m ³ excedente a 25m ³)	80
Item 4 - Pequeno Comércio	Até 10	17,25	80

O consumo Residencial Social é aplicado apenas para edificações de taipa com área construída de até 50m² e, ainda, com a condição de que o mesmo esteja cadastrado em algum programa do Governo Federal.

Para o caso do esgotamento sanitário, a tarifa corresponde a 50% do valor faturado para abastecimento de água.

19.6.2 Sistema de abastecimento de água potável

O complexo de Estações de Tratamento de Água da Agespisa fica localizado às margens do rio Parnaíba, no Distrito Industrial, zona sul de Teresina. A área abriga três

estações de tratamento de água que produzem um volume médio mensal de 6 (seis) bilhões de litros de água tratada.

A água do rio Parnaíba segue por um canal de aproximadamente 65 metros de largura por 90 metros de comprimento e é captada por duas bombas elevatórias com vazão de 1300 litros por segundo cada. No tratamento da água, são empregados os seguintes processos: coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção, fluoretação e ajuste de pH.

Para garantir que a água possa ser consumida pelos seus usuários sem qualquer risco, a Agespisa mantém atualmente um laboratório de controle de qualidade que funciona 24 horas todos os dias da semana. A cada duas horas são feitas coletas para averiguar a qualidade da água captada e da que sai da Estação de Tratamento para os reservatórios. São feitas ainda, diariamente, análises físico-químicas e bacteriológicas para o monitoramento das unidades de tratamento e da água distribuída à população.

19.6.3 Coleta e tratamento de esgotos sanitários

Em Teresina, o tratamento de esgotos é feito de forma parcial e descentralizada nas zonas Sul, Leste e Norte. Para efetuar o tratamento dos esgotos de Teresina, a Agespisa utiliza as Lagoas de Estabilização do tipo areada, facultativa e de maturação. Segundo informação da própria Agespisa, nos últimos anos, houve um avanço significativo no processo de tratamento das águas servidas em Teresina. Em 1990, existiam aproximadamente 90 km de rede coletora de esgoto e, atualmente, esse número chega a aproximadamente 389 km.

19.7 Instituições relacionadas aos serviços de coleta, reciclagem e disposição final de resíduos sólidos

Os contratos com a empresa Qualix - Serviços Ambientais Ltda. que dizem respeito ao lixo (varrição, coleta, destinação e tratamento) foram fechados pela SDU Sul em 26/08/2010, por um período de 5 anos, visto que é nessa regional onde se encontra o aterro controlado

existente em Teresina. A Qualix venceu a licitação com o valor de R\$ 105 milhões, abaixo do valor estimado pela PMT, de R\$ 118 milhões.

No Estado do Piauí, não há aterro sanitário e de acordo com um levantamento feito pelo vereador Odali Medeiros (PT) citado pelo Portal AZ (2008), em 2008 existiam 200 lixões espalhados por Teresina, principal fator responsável pela proliferação da dengue.

Assim a coleta de lixo domiciliar é efetuada de forma terceirizada pela Qualix através de equipamentos considerados insuficientes (caminhão compactador) dispondo a empresa em Teresina de 21 unidades que contarão até o final do ano de 2010 com aparelhos de GPS. Desta forma, por meio desse sistema, a população poderá acompanhar através da Internet o local e o horário por onde os carros coletores de lixo passarão. Nos bairros a coleta é realizada em dias intercalados. No bairro Olaria se processa essas coletas nos seguintes dias da semana: terças, quintas e sábado, no período noturno. A Qualix executa também a coleta de penas e vísceras de animais dos abatedouros.

O novo contrato celebrado com a empresa Qualix prometeu a melhoria na prestação de serviços como reciclagem de entulho, coleta seletiva, tratamento de resíduos hospitalares e um aumento do número de veículos e da capacidade de coleta, passando de 38 para 44 circuitos.

Uma questão mais relacionada com a drenagem urbana é a coleta de resíduos de capina, varrição e limpezas das galerias, lagoas e canais: Essa tarefa é efetuada pela Prefeitura Municipal. Existe uma equipe alocada para esse objetivo, composta de 20 homens, que trabalham de segunda a sábado no período de 7h as 13h. Neste caso, a coleta é levada a efeito através de caminhões comuns com carrocerias. Anteriormente essa coleta era efetuada através de carroças com tração animal, uma vez que a fiação de distribuição de energia elétrica, em alguns pontos, não permitia a passagem dos caminhões compactadores. Recentemente, a Cepisa dispôs a fiação nas alturas regulamentares, sendo consequentemente abolida a utilização desse tipo de veículo rústico.

A tarefa de coletar resíduos hospitalares é realizada diretamente pela Prefeitura Municipal, com a utilização de um caminhão compactador próprio para resíduos

hospitalares (RSS - Resíduos de Serviços de Saúde), embora, como indicado nos itens acima, será de responsabilidade da Qualix num futuro próximo.

19.8 Agência Municipal de Regulação de Serviços Públicos de Teresina – Arsete

Com a Lei Nº 3.600, de 22 de dezembro de 2006 foi criada, sob a forma de autarquia de regime especial, a *Agência Municipal de Regulação de Serviços Públicos de Teresina - Arsete*, vinculada ao Gabinete do Prefeito, com a função de entidade reguladora, normatizadora, de controle e fiscalização dos serviços públicos do município de Teresina, dotada de autonomia orçamentária, financeira, técnica, funcional e administrativa, com sede e foro na Cidade de Teresina, capital do Estado do Piauí, com prazo de duração indeterminado.

A Lei estabeleceu que, inicialmente, a regulação, normatização, controle e fiscalização dos serviços de saneamento básico do município de Teresina, seria realizada pela Arsete nos termos preconizados pela Lei Municipal Nº 3.286, de 15 de março de 2004, sendo que os demais serviços públicos serão tratados em leis posteriores. Em função de sua data de criação o órgão é anterior à Lei Federal Nº 11.445, que regulamenta os serviços de saneamento básico no país, a lei de criação da Arsete não se ajusta exatamente aos requerimentos regulatórios da legislação federal, o que será abordado em detalhe em itens posteriores deste relatório.

Conforme foi estabelecido na lei de criação, as funções atribuídas a Arsete serão exercidas com a finalidade última de atender o interesse público, mediante normatização, planejamento, acompanhamento, controle e fiscalização das concessões, permissões e autorizações submetidas à sua competência. Assim, a Arsete atuará como entidade administrativa independente, sendo-lhe asseguradas, as prerrogativas necessárias ao exercício adequado de suas atribuições nos quais obedecerá aos seguintes princípios e objetivos:

I - justiça e responsabilidade no exercício do poder regulatório;

II - honestidade e equidade no tratamento dispensado aos usuários, às diversas entidades reguladas e às demais instituições envolvidas na prestação ou regulação dos serviços públicos delegados;

III - imparcialidade, evidenciada pela independência de influências políticas de setores públicos ou privados que possam macular a credibilidade dos procedimentos decisórios atinentes ao exercício do poder regulatório;

IV - proteção ao meio ambiente;

V- proteger os usuários do abuso de poder econômico que vise à dominação dos mercados, à eliminação da concorrência e ao aumento arbitrário dos lucros;

VI - fixar regras procedimentais claras, inclusive em relação ao estabelecimento, revisão, ajuste e aprovação de tarifas, que permitam a manutenção do equilíbrio econômico-financeiros dos eventuais contratos de concessão firmados e dos termos de permissão dos serviços públicos postos sob a sua competência, de acordo com as normas legais pertinentes e as disposições constantes nos instrumentos de delegação;

VII - promover e zelar pela eficiência econômica e técnica dos serviços de saneamento básico, permitidos ou concedidos, submetidos à sua competência regulatória;

VIII - promover e zelar pela eficiência econômica e técnica dos serviços públicos delegados afetos à suas atribuições institucionais, propiciando condições de regularidade, continuidade, segurança, atualidade, universalidade e modicidade das tarifas;

IX - atender, por intermédio das entidades reguladas, as solicitações razoáveis de serviços essenciais à satisfação das necessidades dos usuários;

X - promover a estabilidade nas relações entre poder concedente, entidades reguladas e usuários;

XI - estimular a expansão e a modernização dos serviços de saneamento básico, de modo a buscar a sua universalização e a melhoria dos padrões de qualidade, ressalvada a competência do poder concedente quanto à das políticas de investimento;

XII - coibir o exercício ilegal dos serviços concedidos ou permitidos;

XIII - promover a capacitação e o desenvolvimento técnico dos serviços de saneamento básico, conforme as necessidades do mercado e as políticas estabelecidas pelo poder concedente. Parágrafo único.

Atribui-se à Arsete competência para regulação, normatização, controle e fiscalização dos serviços de saneamento básico executados no âmbito do Município de Teresina. No Art. 5º diz que, sem prejuízo de outros poderes de direção, regulação, controle e fiscalização que venham a ser outorgados à Arsete, serão de sua competência as seguintes atribuições básicas:

I - regulação econômica dos serviços públicos de abastecimento de água e esgotamento sanitário, mediante o estabelecimento de tarifas ou parâmetros tarifários que reflitam o mercado e os custos reais de produção, de modo a, concomitantemente, incentivar os investimentos privados e propiciar a razoabilidade e modicidade das tarifas, conforme a capacidade econômica dos usuários, de acordo com as normas legais e as regras contratualmente pactuadas;

II - regulação técnica e controle dos padrões de qualidade, fazendo cumprir os critérios tecnológicos e normas qualitativas, conforme estabelecidos em contrato de concessão, termo de permissão ou de autorização, lei ou pelos órgãos competentes, de forma a garantir a continuidade, segurança e confiabilidade da prestação de serviço público;

III - atendimento ao usuário, compreendendo o recebimento, processamento e provimento de reclamações relacionadas com a prestação de serviço de saneamento básico.

Observa-se assim nos parágrafos anteriores a falta de menção direta aos serviços de coleta, reciclagem e destinação final de resíduos sólidos e da drenagem urbana, incluídos na Lei Nº 11.445 como serviços de Saneamento Básico.

Ainda conforme o estabelecido na Lei, a administração da Arsete será exercida por 1 (um) Diretor-Presidente, a quem compete a representação do órgão e a coordenação dos trabalhos, sendo auxiliado, no desempenho de suas atribuições, por 1 (um) Diretor Técnico,

1 (um) Diretor Administrativo-Financeiro, 1 (um) Coordenador de Relações com o Usuário e 1 (um) Assessor Jurídico, com atribuições definidas em ato próprio a ser expedido pela Arsete. Os titulares das Coordenadorias elencadas no caput deste artigo, assim como o Diretor- Presidente da Arsete, serão nomeados pelo Prefeito de Teresina, e cumprirão mandato de 3 (três) anos, sendo-lhes permitida a recondução para um único mandato subsequente. Após a investidura no cargo, o dirigente não poderá ser afastado, salvo se praticar ato lesivo ao interesse público ou que comprometa a independência e integridade da Arsete, apurado em processo administrativo, sendo-lhe assegurados a ampla defesa e o contraditório.

Os dirigentes especificados acima desta Lei, excetuando-se o Coordenador de Relações com o Usuário, deverão reunir-se na forma de Diretoria Colegiada para apreciar, em grau de recurso, as decisões que cada um, isoladamente, tenham tomado, decidindo por maioria simples, cabendo ao Diretor-Presidente o voto qualificado.

A administração da Arsete contará com o apoio de um Conselho Consultivo de Saneamento, de caráter consultivo, responsável pela participação social e controle das ações desenvolvidas pela autarquia, que deverá ser ouvido, necessariamente, quando do estabelecimento dos planos de metas, das alterações dos parâmetros de aferição da qualidade dos serviços, das mudanças e ajustes tarifários, dentre outros temas de relevância para a coletividade.

O Conselho Consultivo de Saneamento da Arsete será integrado de 6 (seis) membros, da seguinte forma: I - 3 (três) representantes do Poder Executivo Municipal, sendo 1 (um), necessariamente, o Diretor-Presidente da Arsete, e 1 (um) do Serviço Municipal de Águas e Esgotos de Teresina – SEMAE; II - 3 (três) representantes, sendo: a) 1 (um) representante dos usuários residenciais (associações de moradores); b) 1 (um) representante das categorias de usuários industriais e comerciais (associações de classe); c) 1 (um) representante dos prestadores dos serviços.

A presidência do referido Conselho será necessariamente exercida pelo Diretor-Presidente da Arsete. Os membros do Conselho deverão ter conhecimento técnico nas áreas

jurídica, econômica, administrativa, ambiental ou de engenharia, atinentes ao exercício de regulação. Os membros do Conselho serão nomeados pelo Prefeito Municipal, em regime de mandato por 2 (dois) anos, em sistema de rodízio e, após a nomeação, terão os seus mandatos assegurados, não podendo ser afastados, salvo se praticar ato lesivo ao interesse público ou que comprometa a independência e integridade da Arsete, apurado em processo administrativo, assegurados o contraditório e o amplo direito de defesa.

Os representantes dos usuários dos serviços deverão ser escolhidos em processo público, que permita postulação e seleção por sufrágio, segundo normas baixadas pela Arsete.

É importante notar, que embora a Arsete tenha sido criada como entidade independente de fiscalização e controle das concessionárias, a mesma fica subordinada ao Prefeito, sendo seus diretores (encarregados da tomada de decisão) nomeados pelo próprio Prefeito. No caso da drenagem urbana, hoje atribuição da Prefeitura, seria a própria Prefeitura fiscalizando a si mesma.

19.9 Principais problemas detectados na drenagem urbana pluvial de Teresina.

Após a análise das informações disponibilizadas pela PMT e em pesquisa junto aos diferentes órgãos de Teresina, observaram-se os seguintes problemas principais:

- Aumento das áreas impermeáveis e da velocidade do escoamento tendo como resultado o aumento da vazão e enchentes a jusante dos empreendimentos;
- Atualmente, quando um novo projeto de ocupação de área é implantado nenhum destes impactos é controlado na regulação. Portanto, claramente está sendo transferido um ônus resultante os impactos do empreendedor para o poder público. Assim, o primeiro aspecto limitante da gestão atual é: *falta de regulação preventiva para que novos empreendimentos não produzam impactos sobre a área urbana existente;*

- Aumento da produção de resíduos sólidos pela população que em época de chuvas degrada a qualidade de água e reduz a capacidade de escoamento da rede de drenagem pluvial;
- Presença de águas servidas provenientes de pias e tanques residenciais. Em locais onde não há rede de esgoto, e para não encher rapidamente as fossas sépticas, alguns munícipes fazem derivações de sua rede domiciliar, conduzindo essas águas à sarjeta. A reunião de vários despejos como esses fazem a insalubridade de certos locais. Eles ocorrem indistintamente, seja no centro da cidade, ou em bairros mais antigos, como na periferia;
- Alguns canais abertos, também submetidos a lançamentos de esgotos clandestinos, transformam-se em verdadeiros lamaçais mal cheirosos a céu aberto e, no caso dos condutos fechados, diminuem a sua vida útil;
- Aumento da poluição difusa devido à lavagem das ruas. Esta poluição compromete os mananciais, como o rio Poti, onde é lançado o esgoto coletado (embora tratado), mas a carga do pluvial limita o uso deste e outros mananciais para abastecimento pela contaminação de orgânicos e metais;
- Ocupação de áreas sujeitas a enchentes ribeirinhas na beira dos rios Parnaíba e Poti. Assim há maiores prejuízos e perdas patrimoniais bem como custos para realocação e reparação dos locais;
- Falta de infraestrutura adequada para suprir a demanda da rede pluvial. Assim, bocas de lobo e poços de visita estão em constantes afogamentos ou entupimentos, seja pela falta de reforma, de redimensionamento ou pela adução indesejada de águas pluviais à rede de esgoto. As conexões cruzadas entre esgoto e água pluvial, tão comum em cidades brasileiras, ocorrem em Teresina constantemente, bastando chover para que esses poços passem a vazar esgoto rua afora, gerando o espalhamento de contaminantes e exalando o mau cheiro que perdura por alguns dias mesmo após o encerramento das chuvas;

- A drenagem pluvial não é adequadamente equacionada na estrutura de gestão municipal, estando relegada a um segundo plano e sendo esta a verdadeira causa dos problemas acima mencionados. A gestão da drenagem pluvial urbana dista muito do exigido pela legislação (Ex. Lei Nº 11.445) e, assim, será analisada mais detalhadamente a seguir.

19.10 Diagnóstico institucional do sistema atual de gestão da drenagem urbana

Os serviços de drenagem urbana de uma cidade devem possuir como mínimo as seguintes funções (Figura 19.4):

1. *Avaliação dos projetos de novos empreendimentos:* Os novos empreendimentos devem atender as normas vigentes em Teresina quanto à drenagem urbana, excetuando a parte ambiental que é de atribuição do órgão ambiental;
2. *Fiscalização da implantação dos projetos:* verificação se os projetos aprovados atenderam o que foi estabelecido no licenciamento do mesmo;
3. *Operação e manutenção:* trata da manutenção da rede de drenagem, incluídos todos os dispositivos hidráulicos da rede, como as detenções, retenções e outros dispositivos. Esta manutenção envolve: limpeza e retirada de resíduos sólidos e sedimentos, recuperação de dispositivos danificados, garantindo que os dispositivos funcionem de acordo com o seu projeto;
4. *Avaliação e Revisão de normas e implementação do Plano Diretor de Drenagem:* estas atividades tratam do seguinte: (a) avaliação permanente da efetividade das normas estabelecidas para cidade quanto à prevenção de inundações na drenagem, custos de manutenção e medidas preventivas, efetividade da obediência de normas, entre outros; (b) proposta de revisão das normas que venham a corrigir os problemas identificados; (c) implementação das diferentes etapas do Plano Diretor de Drenagem.

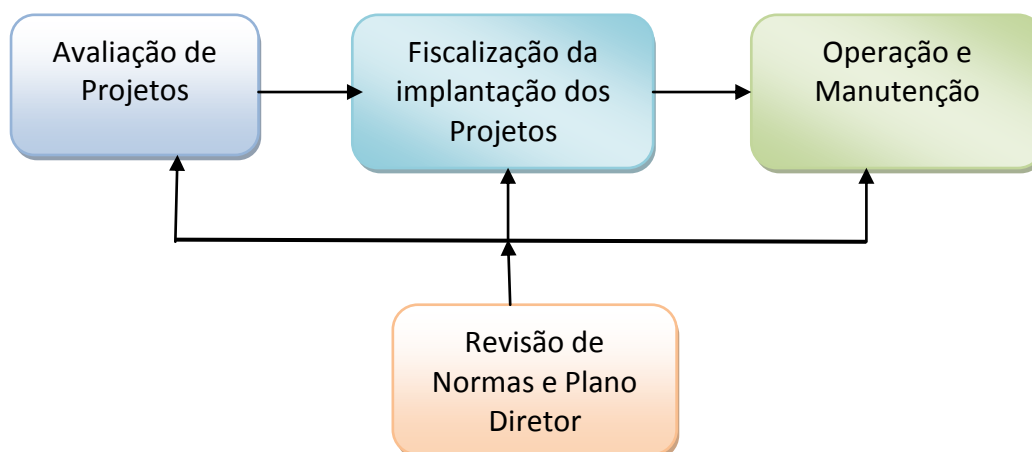


Figura 19.4. Interação entre os componentes dos serviços da drenagem.

Com base nas informações levantadas sobre o sistema atual de gestão da drenagem, relativos aos agentes responsáveis, instrumentos legais e atribuições, e dos principais problemas detectados, foi realizado um diagnóstico da gestão do sistema de drenagem urbana de Teresina.

19.11 Funcionamento atual do sistema de Gestão das Águas Urbanas

O funcionamento do sistema de Gestão dos Recursos Hídricos, Meio Ambiente e das Águas Urbanas é complexo em Teresina. A seguir, analisam-se primeiramente os atores principais da área de Saneamento Ambiental. Considerando o desenvolvimento da drenagem urbana na cidade e os aspectos que, de alguma forma, influenciam ou possuem interface com a drenagem urbana, são apresentados abaixo os componentes da gestão e as entidades que atuam sobre estes aspectos.

A regulação do sistema deveria ser realizada pela ARSETE, que, no entanto não possui ainda legislação que autorize sua atuação nas áreas de drenagem pluvial e resíduos sólidos. Assim na prática, a regulação do setor de Saneamento Básico atinge ao tratamento de esgotos sanitários e abastecimento de água.

Os serviços de saneamento básico são prestados pela:

- Agespisa, para atender o abastecimento de água e o esgotamento sanitário;
- Qualix, que atende a coleta dos resíduos sólidos e limpeza urbana, subordinada à SDU Sul, e;
- A drenagem urbana é responsabilidade das SDUs. As SDUs são as entidades que têm o planejamento nas suas regiões no tocante à drenagem urbana. No entanto, quando o problema é de enchentes ribeirinhas, por serem os rios Parnaíba e Poti de domínio federal, qualquer obra de drenagem urbana ribeirinha, necessariamente, precisa envolver a respectiva SDU, a SEMPLAN, Governo Estadual e, pelo menos, a Agência Nacional de Águas, no Governo Federal.

A fiscalização e licenciamento dos serviços e projetos de recursos hídricos e meio ambiente são de responsabilidade das SDUs, faltando ainda ajustes do funcionamento à luz da Lei N° 11.445.

19.11.1 *Tramitação dos projetos de drenagem pluvial urbana*

Quando um particular ou o próprio Estado deseja implementar um projeto urbanístico em Teresina, o trâmite segue o procedimento indicado no fluxograma da Figura 19.5.

O pedido de aprovação é protocolado na SDU, e funciona como porta de entrada de tudo que diz respeito às licenças, solicitações, reclamações, sugestões, etc.

Todos os projetos de infraestrutura (aqui se inclui loteamentos) são primeiramente analisados pela Gerência de Urbanismo da SDU. Aprovadas as particularidades do novo empreendimento com base nos Planos Diretores, nas leis de uso e ocupação do solo e do parcelamento urbano, o processo segue para parecer da Gerência de Meio Ambiente, ainda na mesma SDU. Aprovado esse parecer ambiental, o processo segue à SEMPLAN para o Conselho de Desenvolvimento Urbano para anuência e aprovação. (vide Conselho no organograma da SEMPLAN). Se perpassar por tudo isso e não tiver ressalvas nem

impedimentos, o empreendimento recebe as licenças ambientais (prévia, instalação e operação), o alvará de construção e por fim, quando pronto, o habite-se ou alvará de funcionamento. Não foram observadas exigências específicas relacionadas à drenagem urbana no processo.

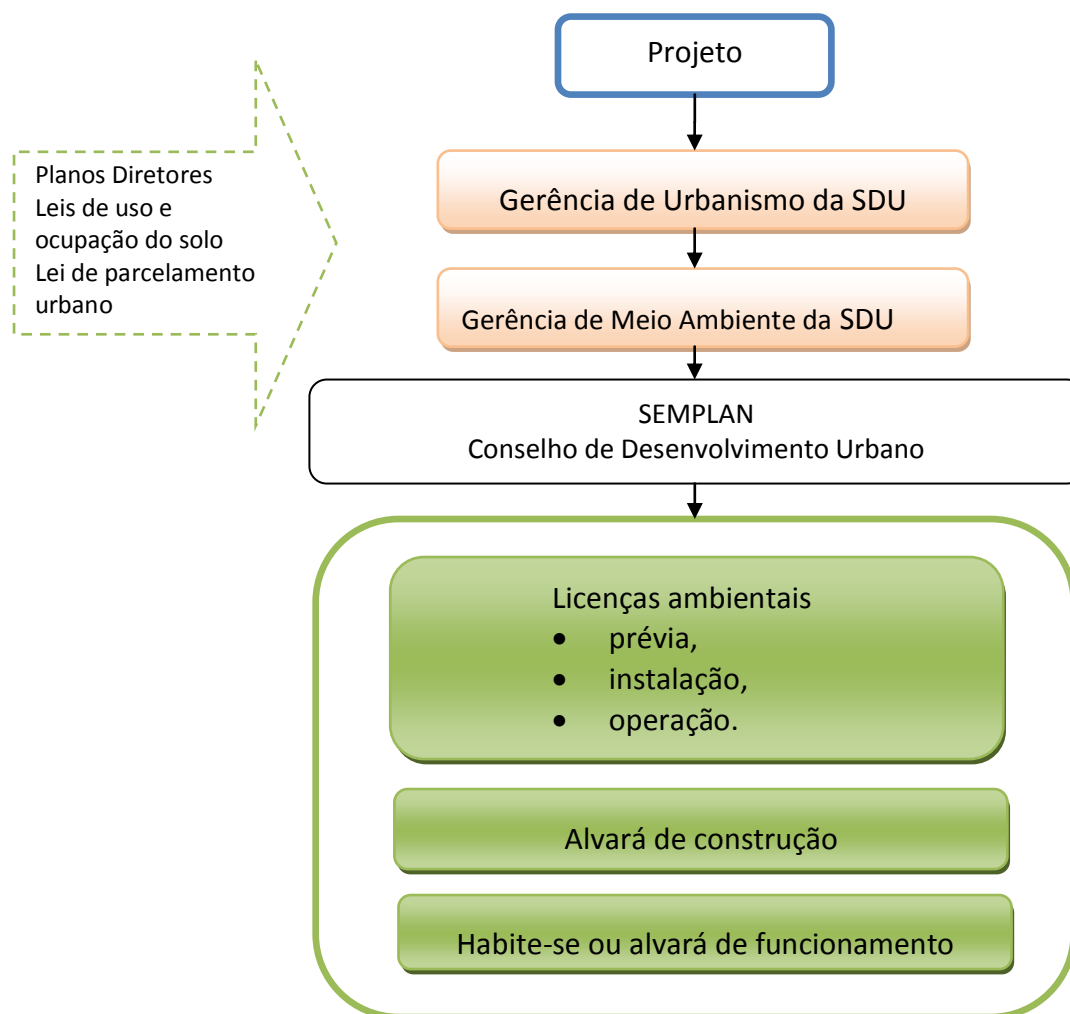


Figura 19.5. Trâmite da análise de projeto.

Está em fase de implementação, atualmente, o sistema Construa Fácil da Prefeitura de Teresina. O sistema pretende modernizar a abertura de processos, de forma que a entrada dos projetos, hoje nas SDUs seja através de uma página na *internet*. O sistema *online* visa facilitar a liberação de licenças, alvarás de construção, habite-se e todos os trâmites necessários para construção de um imóvel.

O Construa Fácil foi desenvolvido através de convênio entre a Prefeitura de Teresina e a *International Finance Corporation* – IFC, ligada ao Banco Mundial. Através do Construa Fácil, as pessoas poderão conhecer a documentação necessária, solicitar e obter pelo portal www.teresina-pi-gov.com.br/construa-facil/ a legalização de toda construção, reforma, ampliação, habite-se, além da regularização de construções já existentes. Assim, o processo de licenciamento será feito de forma mais fácil e via internet, permitindo o acompanhamento do processo.

19.11.2 Avaliação dos serviços na drenagem urbana

A gestão atual é realizada pelas SDUs. Os principais aspectos da gestão atual são comentados a seguir.

19.11.2.1 Organização e prestação de serviços

Os serviços identificados no item anterior estão dispersos dentro da estrutura organizacional da entidade. A manutenção é desenvolvida pela Gerencia de Serviços Urbanos (GSU), enquanto que a fiscalização é responsabilidade da Gerencia de Controle e Fiscalização, a análise de projetos é responsabilidade da Gerencia de Urbanismo.

Um aspecto importante, tal como o cadastro da rede de drenagem existente, não se encontra individualizada dentro da estrutura observada.

É importante ressaltar que existe toda uma gerência dedicada à Pavimentação e Manutenção, no entanto, não existe individualização de tarefas relacionadas à drenagem urbana.

Um dos entraves identificados para a melhora do serviço é a falta de mão de obra qualificada. O quadro de pessoal existente é em número muito reduzido para atender todos os serviços previstos. O aumento da equipe é essencial para que a prestação satisfatória dos serviços seja viável.

A pequena equipe atual é experiente e qualificada para os problemas de drenagem, mas é necessário que recebam atualizações de conteúdo com relação a técnicas modernas de modelagem, gestão, obtenção de informações e normas de controle preventivo dos

impactos da drenagem. Sem uma equipe qualificada e com número adequado de profissionais, o Plano de Drenagem Urbana dificilmente terá sucesso e os problemas continuarão a se somar. Observou-se, no entanto, que algumas SDUs não participaram ativamente dos treinamentos previstos neste Plano, de forma tal que deve-se procurar opções para conscientizar esta questão.

O conteúdo do treinamento será detalhado no capítulo do programa de treinamento, da mesma forma que o número esperado de profissionais e nível de formação que seria desejável para os serviços identificados.

Observa-se que o processo de análise dos projetos de drenagem passa por muitas divisões dentro da instituição. Além disso, não existe uma integração entre o licenciamento ambiental e as exigências típicas de projeto hidrológico-hidráulico, uma vez que, quando o projeto de drenagem é desenvolvido, já houve o estudo ambiental e o projeto de urbanização já se encontra pronto. Nesta situação, os impactos negativos da drenagem urbana não são levados em conta na análise dos estudos ambientais, nem são realizadas reservas técnicas de espaço para estruturas de controle de impactos derivados da drenagem urbana.

A avaliação de um projeto de drenagem deve contemplar uma visão integrada dos componentes urbanísticos, hidrológicos, hidráulicos e ambientais. Na medida em que a avaliação é desintegrada, perde-se a capacidade de melhorar a análise e o próprio projeto para que atenda as funções definidas acima. Para isto, é necessário desenvolver novos procedimentos de análise nos quais a prestadora de serviços e a reguladora do sistema de drenagem urbana (ainda inexistente) possam indicar condicionantes a serem avaliados no respectivo EIA/RIMA. Isto não indica que a entidade ambiental perderá sua independência de avaliação, mas pode permitir uma integração na avaliação dos componentes do projeto.

Deve-se evitar o processo impessoal e burocrático, criando um grupo de análise que se reúne semanalmente, onde os projetos são relatados e discutidos quanto aos diferentes aspectos e obtida uma avaliação conjunta ou mesmo em separado, mas com uma análise integradora. Uma forma lógica da integração com rodízio de técnicos permitiria tornar o

serviço mais integrado e eficiente com melhor utilização da equipe e aprimoramento do seu conhecimento por capacitação.

A manutenção da rede de drenagem é realizada dentro da capacidade existente, que é limitada em recursos e pessoal. Observa-se que as detenções construídas apresentam pouca limpeza e manutenção e em muitos casos foram colocadas onde seu uso já não é fundamental para a função de amortecimento de picos. Como o conjunto de medidas de menor custo e mais sustentáveis utilizam maior número de detenções é de se esperar que tenda a aumentar o custo de manutenção, para que se tenha uma redução do custo das obras.

A falta de manutenção das detenções pode levar a população à rejeição deste tipo de medida, pois a mesma tende a se tornar uma área degradada. Isto dificultará uma solução sustentável para a cidade, pois a poluição difusa acabará em reservatórios como o Lago Paranoá.

A gestão da cidade quanto às águas urbanas foi descrita acima e observa-se que é realizada por diferentes entidades, quando na realidade estes serviços se complementam. Assim, seguindo a Tucci (2009), todos possuem interfaces óbvias como:

- Áreas degradadas e poluição pluvial contaminam mananciais de abastecimento de água;
- Conexões entre redes de esgoto e drenagem tornam os dois serviços ineficientes;
- Os resíduos sólidos que não coletados acabam reduzindo a capacidade de drenagem da rede.

Estes evidentes problemas podem ser minimizados por atividades conjuntas das entidades no sentido de identificar e reduzir. Isto implica numa integração dos serviços das águas urbanas.

No processo da gestão dos serviços de drenagem são utilizados indicadores relacionados com os serviços (p. ex., eventos de enchentes, qualidade de vida da população, etc.). A consolidação dos indicadores permite melhor avaliar os serviços e sua eficiência. Observa-se que na gestão atual existem informações, mas se encontram dispersas e necessitam de uma consolidação e definição destes indicadores para permanente avaliação dos serviços e atendimento dos objetivos dos mesmos.

19.11.2.2 Regulação dos serviços

A regulamentação e o controle do serviço público são instrumentos que protegem ao usuário do serviço público. Cabe sempre ao Poder Público, o qual tem a possibilidade de modificação unilateral das cláusulas da concessão, permissão ou autorização. Há um poder discricionário de revogar a delegação, respondendo, conforme o caso, por indenização de forma tal que o usuário do serviço tenha atendidas as cláusulas indicadas na Lei nº 8.987/95, a saber:

Art. 6º Toda concessão ou permissão pressupõe a prestação de serviço adequado ao pleno atendimento dos usuários, conforme estabelecido nesta lei, nas normas pertinentes e no respectivo contrato.

§ 1º Serviço adequado é o que satisfaz as condições de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia na sua prestação e modicidade das tarifas.

§ 2º A atualidade compreende a modernidade das técnicas, do equipamento e das instalações e a sua conservação, bem como a melhoria e expansão do serviço.

§ 3º Não se caracteriza como descontinuidade do serviço a sua interrupção em situação de emergência ou após prévio aviso, quando:

I - motivada por razões de ordem técnica ou de segurança das instalações; e,

II - por inadimplemento do usuário, considerado o interesse da coletividade. (Lei nº 8.987/95)

Conforme Azevedo (2005) vale aqui uma breve digressão exemplificativa. Embora há anos o Código de Defesa do Consumidor estabelecesse que o usuário de serviço público devia ser caracterizado como “consumidor”, a incidência do direito do consumidor sobre as relações de prestação e fruição de serviços públicos era precária, pequeníssima, sendo raras as manifestações de defesa do consumidor pela não prestação, má prestação ou serôdia prestação de serviços públicos. Assim é importante a atuação de uma agência reguladora que permita que o serviço seja prestado com a qualidade devida.

Em Teresina a Agência Reguladora Municipal é a ARSETE, que foi criada em dez/06 pela lei 3600, mas somente começou a atuar em jul/07, por exigência da Lei 11.445/07 para controle oficial da concessão dos serviços públicos de saneamento. Através das Leis 3.286 e 3.287/04, a Prefeitura regulamentou a prestação de água e esgoto e também fixou o modo de tarifação para esses serviços, respectivamente, no entanto, pela falta de uma lei específica do Prefeito que lhe dê poderes para adentrar no assunto da drenagem pluvial e dos resíduos sólidos, atualmente trabalha unicamente como reguladora do setor de esgotos sanitários e abastecimento de água. Assim por enquanto, só lida com a Agespisa (concessionária de água e esgoto) e não com as SDUs.

Justamente a Prefeitura estuda melhoras no sistema de esgoto e abastecimento de água e, assim, atualmente através do Programa Lagoas do Norte, há uma consultoria especializada trabalhando no diagnóstico da situação dos convênios ao longo dos últimos 10 anos, balanços contábeis da Agespisa e outros mais para auxiliar a Prefeitura na confecção de um novo "contrato de programa" entre ambas as entidades. A Prefeitura já tentou municipalizar o serviço com a criação da SEMAE pela Lei 3.620 de 28/03/2007 (quase quatro anos atrás), mas ainda não existe de fato e de acordo com análises da ARSETE não haveria possibilidades reais para municipalizar o serviço logo.

Outro problema que impede a ARSETE de atuar na regulação das áreas de drenagem urbana e esgoto são as carências de estrutura. Atualmente, na estrutura organizacional aprovada trabalham apenas outros dois diretores além dela Presidente (Diretoria Técnica e Administrativa-Financeira), 01 técnico de nível superior (engenheiro com especialização em

saneamento), uma pessoa de apoio administrativo e três estagiários. No momento, deste relatório ainda não funcionam a assessoria jurídica, a ouvidoria e o Conselho Consultivo (vide Lei Nº 3.600, artigo 6) que são elementos importantíssimos em uma estrutura de regulação.

O orçamento da ARSETE é composto de repasses da Agespisa (0,80% da receita mensal na cidade) e pagamento de pessoal que é feito pela Secretaria de Administração da Prefeitura e este valor mal cobre as despesas operacionais da estrutura atual (RIBEIRO, 2011).

A sede onde funciona a Agência é da Prefeitura. Tem aproximadamente 100 m² divididos em cinco salas. Em 2008, a estrutura organizacional da ARSETE foi mudada pela Lei 3.825/08 para a estrutura indicada na Quadro 19.7.

Quadro 19.7. Cargos em comissão e funções gratificadas da Agência Municipal de Regulação de Serviços Públicos de Teresina (Arsete) segundo Lei Municipal 3.825/08.

QUANT.	DENOMINAÇÃO	SÍMBOLO
01	Diretor Presidente	Especial
01	Diretor Técnico	Especial
01	Diretor Administrativo-Financeiro	Especial
01	Coordenador de Relações com o Usuário	Especial
01	Assessor Jurídico	Especial
02	Gerente Executivo	Especial
01	Chefe de Gabinete	Especial
03	Chefe de Divisão	DAM- 2
02	Assistente de Apoio ao Gabinete	DAM -3
02	Secretária de Gabinete	DAM -3
03	Recepcionista	DAM -4

19.11.3 *Resumo conclusivo*

Na análise realizada os principais aspectos limitantes identificados são os seguintes:

1. A falta de regulação da drenagem urbana como um todo, com particular:
 - i. Falta de regulação dos impactos gerados pelas novas construções na drenagem urbana existente;
 - ii. Falta de estrutura nas SDUs para atendimento da drenagem urbana, que não é adequadamente equacionada dentro da estrutura da cidade.
2. A falta de acompanhamento da estrutura de drenagem urbana (redes, estruturas especiais) as necessidades da cidade.
3. Análise fragmentada dos projetos, limitando a capacidade de avaliação e fiscalização que levam a sustentabilidade dos projetos urbanísticos;
4. Número reduzido de pessoal para atuar na drenagem urbana;
5. Necessidade de complementação da formação técnica dos profissionais existentes e dos novos que poderão integrar a empresa;
6. Os serviços de drenagem estão distribuídos por várias divisões, o que não permite uma gestão integradora da drenagem urbana e a dispersa a capacidade de atendimentos dos serviços
7. Não há orçamento específico para drenagem urbana (construção e/ou manutenção).
8. A manutenção dos novos dispositivos e mesmo existentes necessita de indicadores eficientes para evitar que soluções como a detenção se torne áreas degradadas;
9. Os serviços de águas urbanas na cidade não mostram grande integração na redução dos problemas de interfaces entre os mesmos;
10. A falta de indicadores de avaliação dos serviços quanto à eficiência.

20 A GESTÃO DA DRENAGEM PLUVIAL URBANA

Dos quatro componentes do setor de saneamento, os serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas são os que apresentam maior carência de políticas e organização institucional (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2011). A urbanização acelerada e caótica, com a falta de disciplinamento do uso e ocupação do solo, inclusive das áreas de inundação natural dos rios urbanos, e, ainda, a falta de investimentos em drenagem das águas pluviais, resultou no aumento das inundações nos centros urbanos de maneira dramática. Também o uso do sistema de drenagem para esgotamento sanitário doméstico e industrial, a não existência de medidas preventivas nas áreas sujeitas à inundação e a predominância de uma concepção obsoleta nos projetos de drenagem têm contribuído para a ampliação dessa problemática.

O financiamento das ações é dificultado pela ausência de taxas ou de formas de arrecadação de recursos específicas para o setor. No conjunto do País, dados da PNSB 2008 indicam que 70,5% dos municípios possuíam serviços de drenagem urbana, sendo que esse índice era maior nas Regiões Sul e Sudeste.

A existência de um sistema de drenagem é fortemente associada ao porte da cidade. Todos os 66 municípios brasileiros com mais de 300.000 habitantes, no ano 2000, independentemente da região em que se encontram, dispunham de um sistema de drenagem urbana, enquanto que, para municípios com até 20 mil habitantes, o índice de municípios com sistema de drenagem se encontrava abaixo da média nacional.

Em 2008, 99,6% dos municípios tinham seus sistemas de drenagem administrados diretamente pelas prefeituras, sendo predominantemente vinculados às secretarias de obras e serviços públicos. Apenas 22,5% dos municípios do País declararam possuir plano diretor de drenagem urbana.

Nesse panorama, se faz necessário analisar mais detalhadamente a organização institucional e, para isso, será seguido o trabalho de Tucci (2009).

20.1 Características da organização institucional

As medidas institucionais identificadas no Plano Diretor de Drenagem Urbana têm a finalidade de controlar os impactos futuros na drenagem urbana e gerenciar a implementação do Plano Diretor de Drenagem Urbana.

Estas medidas, denominadas medidas não estruturais, são principalmente:

- Legislação para controle dos impactos devido ao desenvolvimento sobre o sistema de rios urbanos;
- Gerenciamento municipal para drenagem urbana e controle dos impactos.

A legislação introduz o mecanismo legal de controle e incentivos para a sustentabilidade da drenagem urbana da cidade existente e planejada para o futuro, assim como o arranjo institucional necessário.

A gestão introduz os procedimentos a serem adotados para viabilizar a implementação da legislação preventiva de controle das águas pluviais na cidade.

Nos capítulos anteriores, foi identificada a legislação relacionada com águas urbanas e pluviais a nível federal e municipal, e a gestão atual relacionada.

Para a gestão da drenagem urbana é necessário definir o seguinte:

- *Controle dos impactos*: Medidas legais para controlar os impactos existentes e futuros na drenagem urbana. Isto implica em restrições para as novas construções e reformas, além de incentivos para as existentes;
- *Modelos de Gestão e Financiamento*: Mecanismo de sustentabilidade financeira para o gerenciamento dos serviços e viabilizar o funcionamento do sistema de gestão.

Estes dois componentes podem ser combinados para se obter o resultado do conjunto, que evita o aumento dos impactos na drenagem urbana e viabiliza o financiamento da gestão sustentável.

Nos próximos dois itens será apresentado o controle de impactos futuros por meio de legislação (mecanismo de comando e controle), identificando o controle externo da cidade e o controle interno na cidade. Nestes itens são apresentadas as experiências internacionais e nacionais sobre legislação e gerenciamento. O controle do escoamento possui dois processos: em nível da bacia, impulsionado pelo Estado ou Federação (externo), em nível local, impulsionado pelo Município de Teresina. O primeiro trata de controlar os impactos que a cidade exporta para a bacia hidrográfica no qual está inserida e, o segundo, os impactos internos que impactam a própria cidade.

20.2 Experiências de Gestão Externa (bacia hidrográfica) da Drenagem Urbana

20.2.1 Estados Unidos

O *Clean Water Act* (CWA) de 1972 (lei federal) estabeleceu um marco, iniciando uma mudança na visão do controle da poluição dos recursos hídricos no país. O enfoque inicial era controlar a poluição de fontes pontuais provenientes de indústrias e redes de esgoto sanitário municipal (fontes pontuais de poluição), de modo que as águas do país pudessem ser utilizadas para pesca, recreação da população além da conservação da vida selvagem.

Na década de 90 a *Environmental Protection Agency* (EPA) começou a aplicar os objetivos do CWA para a drenagem urbana através da regulação da disposição de efluentes nos corpos receptores por meio de um programa de licenciamento conhecido como *National Pollutant Discharge Elimination System* (NPDES). A fase I do NPDES, publicada em 1990, focou fontes de poluição originada em sistemas de drenagem tipo separador absoluto de porte médio e grande, e em cidades ou condados com mais de 100.000 habitantes, além de 11 categorias de atividades industriais, que incluíram atividades de construção com áreas maiores que 2 ha.

A fase II do NPDES, publicada em 1999, foi além, e exigiu o licenciamento para sistemas de drenagem tipo separador absoluto de pequenas cidades e atividades de construção com áreas entre 0,4 e 2 ha (EPA, 1993a).

Para alcançar os objetivos da fase II do NPDES e de outros programas, os Estados, através dos departamentos estaduais de proteção ambiental, tem desenvolvido guias técnicos de orientação, não regulatórios, para apoiar as jurisdições locais no estabelecimento da regulação do serviço de drenagem urbana e auxiliar empreendedores e a comunidade a cumpri-las (STATE OF MINNESOTA, 2005, STATE OF GEORGIA, 2001 e STATE OF CONNECTICUT, 2004). A implantação e administração do NPDES nos Estados que não possuem departamentos de proteção ambiental é feita pela EPA.

20.2.2 França

A experiência francesa quanto ao controle externo à cidade é realizada através do comitê de bacia, através da definição de padrões. As metas as quais os municípios e poluidores devem atingir são decididas no comitê da bacia. Os controles internos as cidades variam, mas são estabelecidas regras que busquem minimizar os impactos para jusante através de um planejamento sustentável quanto à qualidade e quantidade. Muitos países europeus desenvolveram regulamentação específica para a drenagem quanto a: (a) não permitir a drenagem direta de áreas impermeáveis para o pluvial público, sem passar por um plano ou área de infiltração; e, (b) controlar a quantidade e a qualidade do excedente.

20.2.3 Brasil

A lei de recursos hídricos Nº 9.433, na seção de outorga, art.12 estabelece que fica sujeito a outorga: “III - lançamento em corpo d’água de esgotos e demais resíduos ...” e “V - outros usos que alterem a quantidade e qualidade da água em corpos de água.”

A regulamentação da lei de outorga compete ao Conselho Nacional de Recursos Hídricos conferidas pelo artigo 13, Lei Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e pelo artigo 1º do Decreto Nº 2612, de 3 de junho de 1998. Em resolução Nº 16 de 8 de maio de 2001, o referido Conselho definiu as bases da outorga. No artigo 12 estabelece que a outorga deva observar os Planos de Recursos Hídricos. No artigo 15 estabelece que a outorga “para lançamento de efluentes será dada em quantidade de água necessária para a diluição de carga poluente, que pode variar ao longo do prazo de outorga, com base nos padrões de qualidade da água correspondente à classe de enquadramento do corpo receptor e/ou

critérios específicos definidos no correspondente Plano de Recursos Hídricos ou pelos órgãos competentes.”

No artigo 12, inciso V da Lei 9.433 e na resolução do Conselho artigo 4º, inciso V, é explicitado que a outorga é necessária para “outros usos e/ou interferências, que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade de água existente em um corpo de água.”

Desta forma, observa-se que a legislação de recursos hídricos permite a introdução da regulação do controle dos efluentes de áreas urbana através da outorga, na medida em que o escoamento destas áreas comprovadamente altera a quantidade e a qualidade. Esta regulação pode ser realizada através de uma resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos.

Adicionalmente, a recente legislação de Saneamento (Lei Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007) prevê que os serviços prestados pelas cidades devem atender a legislação de recursos hídricos (art. 4º, parágrafo único) “a utilização de recursos hídricos na prestação de serviços públicos de saneamento básico, inclusive para disposição e diluição de esgotos e outros resíduos é sujeita a outorga de direito de uso, nos termos da Lei Nº 9433, de 8 de janeiro de 1997, de seus regulamentos e das legislações estaduais.”

Os objetivos do controle externo à cidade referente são:

- De garantir a disponibilidade hídrica com qualidade;
- De manter a qualidade da água dos rios a jusante dentro da classe do rio;
- Evitar impactos devido à inundação da drenagem urbana e das áreas ribeirinhas.

Os dois primeiros objetivos estão claramente definidos dentro dos condicionantes de outorga na medida em que as áreas urbanas produzem alterações na qualidade da água e, portanto o conjunto da cidade que contribui para o(s) rio(s) a jusante necessita de outorga. Quanto aos impactos quantitativos, devido à urbanização (alteração do pico e volume), também estão dentro das atribuições da outorga na medida em que as áreas urbanas “alteram a quantidade e qualidade da água”. No entanto, não ficaria claro o uso do mecanismo de outorga como indução ao processo de controle das inundações urbanas ribeirinhas.

Considerando que a Constituição prevê que o governo federal deve atuar na prevenção de cheias e secas, como também estabelece como atribuição na Lei Nº 9.984, de 17 de julho de 2000, art. 3º, inciso X:

“planejar e promover ações destinadas a prevenir ou minimizar os efeitos de secas e inundações, no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, em articulação com o órgão central do Sistema Nacional de Defesa Civil, em apoio aos Estados e Municípios.”

É possível estabelecer a normatização da outorga através do Conselho Nacional de Recursos Hídricos, como mecanismo de controle externo a cidade para induzir aos municípios ao desenvolvimento das ações dentro do seu território de competência.

Alguns dos elementos fundamentais para definição desta regulamentação são:

- A proposta de *resolução* deve conter os parâmetros básicos necessários a outorga dos efluentes urbanos como um todo e não somente da drenagem urbana, já que os impactos devido ao esgotamento sanitário, drenagem urbana e resíduos sólidos, não são separáveis;
- Não é possível exigir a outorga de todas as cidades do país no curto prazo, pois inviabilizaria todas as ações efetivas e não existiriam recursos para financiamento para desenvolvimento do planejamento e controle simultâneo;
- As regras da outorga devem estabelecer procedimentos e metas de resultado no planejamento das ações, de acordo com a classe do rio.

Para resolver o primeiro item acima, a resolução deve solicitar um Plano Saneamento Ambiental Municipal: Abastecimento de Água, Esgotamento Sanitário, Drenagem Urbana e Resíduos Sólidos, e definir as normas as quais os municípios devem atender para ter sua outorga obtida. Estas normas devem ser desenvolvidas e serão as bases para o desenvolvimento dos Planos de Saneamento Ambiental. Para resolver o segundo item é proposto o uso de prazos de acordo com o tamanho das cidades. São dadas outorgas provisórias e renováveis de acordo com os prazos e cumprimento dos mesmos. O terceiro item acima é resolvido, estabelecendo-se metas associadas à outorga dos efluentes de acordo com metas do Programa.

20.3 Controle Interno à Cidade

O controle interno nas cidades tem sido realizado por medidas legais para as áreas de expansão ou novas construções através da manutenção da vazão pré-existente, definida na legislação de cada cidade e o Plano de controle de cada sub-bacia urbana com medidas de controle estruturais e preventivas (ver item seguinte).

A regulação é entendida aqui como os mecanismos para indução de práticas sustentáveis pelo poder público municipal. Este processo pode ser realizado através de legislação específica do tipo “*command and control*” que exige condições mínimas de implantação, denominada aqui “legislação para drenagem” e guias de práticas recomendáveis através de incentivos econômicos ou não de desenvolver práticas sustentáveis.

Observou-se que as medidas de regulação para atender as fases citadas no Quadro 20.1 ocorreram como apresentado no Quadro 20.2. Inicialmente o principal problema eram as frequentes inundações devido ao evidente efeito da impermeabilização e canalização. Para evitar que as inundações continuassem a ocorrerem, as cidades passaram a exigir (através de legislação) que a vazão máxima de cada novo empreendimento fosse menor ou igual à de pré-desenvolvimento.

Quadro 20.1. Fases da Drenagem urbana em países desenvolvidos.

Fases	Principal medida	Conceito
Até 1970	Canalização	Transferência de impacto
1970 -1990	Amortecimento para Redução da Vazão de Pico	Corretiva da urbanização
1990 >	Infiltração, Redução e tratamento do Volume	Sustentável nos novos empreendimentos

Esta ênfase variou com a magnitude do empreendimento e os mecanismos legais adotados. Na Austrália, a ênfase ocorreu em nível de lote, enquanto nos Estados Unidos a ênfase foi na regulação de empreendimentos como loteamentos.

Quadro 20.2. Processos de regulação na drenagem urbana.

Parâmetro regulação	Metas
Controle de pico (Qp)	Manter a vazão máxima de pré-desenvolvimento
Controle do pico, da qualidade da água (QA) e erosão (E)	Anterior + redução da carga da água pluvial (~80%) + controle da erosão pluvial
Anterior + Desenvolvimento de baixo Impacto	Anterior + mecanismos de incentivo para o desenvolvimento sustentável

Na avaliação das medidas propostas, observou-se que os outros impactos devidos à urbanização não eram controlados (qualidade da água pluvial e erosão), pois o controle do pico não garantia o controle da qualidade da água e a redução da erosão. Observou-se também que estes impactos ocorrem devido às chuvas frequentes e não necessariamente às extremas. As legislações mais recentes impõem critérios para este controle (veja nos itens seguintes).

As regulamentações mais atuais buscam uma solução ambientalmente sustentável para os novos empreendimentos, seja em nível de lote ou loteamento. Para atingir este objetivo é necessário o gerenciamento integrado da infraestrutura urbana, iniciando-se pela definição da ocupação do espaço com preservação das funções naturais como a infiltração, evapotranspiração e a rede natural de escoamento.

Este tipo de desenvolvimento tem recebido a denominação de *Better Site Design* (BSD, melhor projeto local) /*Conservation Design* (CD)/*Low Impact development* (LID, desenvolvimento de baixo impacto) nos Estados Unidos e Nova Zelândia, *Water Sensitive*

Urban Design (WSUD, Projeto urbano de água adequado) na Austrália e *Sustainable Urban Drainage Systems* (SUDS, Sistemas de drenagem urbana sustentável) no Reino Unido.

Neste caso, a implantação dessas práticas tem sido recomendada, com base na redução de custo da implantação e não necessariamente através de legislação específica. Para isso foram elaborados alguns manuais para orientar o seu uso. Nos Estados Unidos estes tipos de desenvolvimento são utilizados de modo a complementar os outros tipos de controle, como por exemplo, reservatórios de retenção/retenção.

20.3.1 Tendência da Regulação

Cinco grandes grupos de metas têm sido selecionados, relacionadas com as fontes dos impactos. O objetivo principal é reproduzir a hidrologia de pré-ocupação da bacia através do controle de todo espectro de frequência dos eventos de chuva. O espectro de frequência é dividido em cinco zonas, baseadas em suas frequências de ocorrência, que são:

- Recarga do aquífero;
- Qualidade da Água;
- Proteção dos rios (erosão e assoreamento);
- Controle das Inundações da Drenagem Urbana (frequentes);
- Controle das Inundações Extremas.

Na Figura 20.1 são apresentadas as relações entre os impactos e controles, melhor detalhados no Quadro 20.3.

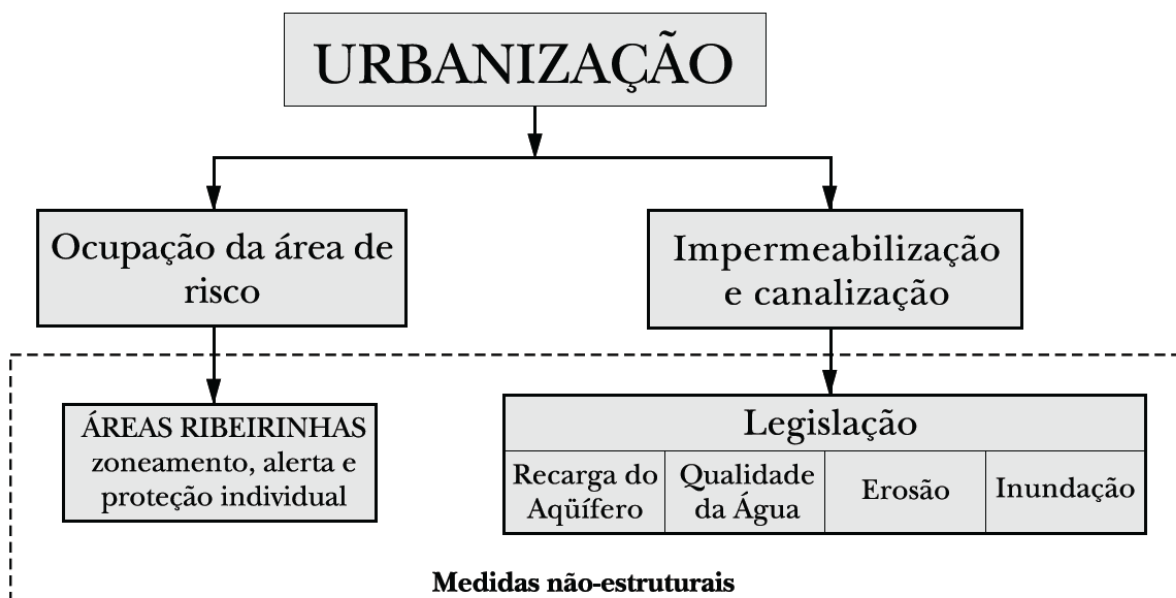


Figura 20.1. Impactos e Controles (TUCCI & MELLER, 2007).

Quadro 20.3. Impactos e regulamentação sobre o escoamento pluvial (TUCCI & MELLER, 2007).

Efeito	Impactos	Objetivo	Ação	Regulamentação
Recarga do Aquífero	Diminuição do lençol freático e da vazão de base	Manter os níveis anuais médios de recarga e a vazão de base.	Infiltração na área desenvolvida	Garantir a recarga média anual de acordo com os tipos de solo da região
Qualidade da água	Aumento da carga de poluentes na água pela lavagem das superfícies urbanizadas	Reduzir a 80% da carga da qualidade da água devido a eventos pluviais	Tratar o volume dos sólidos suspensos das superfícies urbanas ¹	O controle é realizado para o volume da chuva de 1 a 2 anos e 24 horas ou um volume correspondente a 90% dos eventos anuais.

Efeito	Impactos	Objetivo	Ação	Regulamentação
Erosão e assoreamento	Erosão do leito dos canais devido ao aumento da vazão e velocidade	Reduzir a energia do escoamento	Restringir a vazão pré-desenvolvimento e dissipar a energia através de reservatórios ou dissipadores	O controle é realizado armazenando a chuva de 1 a 2 anos de 24 horas.
Inundação da Drenagem Urbana	Inundação na drenagem urbana (redes de condutos e canais naturais e/ou artificiais) devido ao aumento da vazão.	Manter a vazão de pico menor ou igual à de pré-desenvolvimento	Com infiltração ou amortecimento na área desenvolvida	Evento de cheia com tempo de retorno de 10 a 25 anos e 24 horas.
Áreas ribeirinhas e eventos extremos	Impactos devido a eventos extremos nas áreas ribeirinhas e segurança dos dispositivos hidráulicos	Mitigar os impactos extremos, não ampliação dos limites da planície de inundação e dimensionamento de estruturas de emergência nos reservatórios.	Controle com reservatórios e/ou zoneamento.	Zoneamento de áreas de inundação para a cheia de 100 anos.

1 – a redução de sólidos implica na redução das cargas de outros poluentes.

Recarga do Aquífero: Essa regulação visa manter o volume anual de recarga do aquífero da bacia na situação de pré-desenvolvimento, através da captura e infiltração do escoamento.

O objetivo principal é manter os níveis do aquífero, a vazão de base nos córregos e os níveis de umidade nas áreas úmidas.

Para definição do volume de recarga (infiltração) os métodos se baseiam no tipo de solo, volume anual de precipitação e na porcentagem de área impermeável do local. Utilizando o grupo hidrológico do solo, o volume de recarga por unidade de área ($m^3 \cdot ha^{-1}$)

pode ser estimado como (STATE OF MASSACHUSETTS, 1997; STATE OF VERMONT, 2002; STATE OF CONNECTICUT, 2004; STATE OF MARYLAND, 2000):

$$V_{ra} = 10.R.(I/100) \quad (\text{Eq. 20.1})$$

Onde: R (mm) é a recarga do aquífero e I (%) é a área impermeável no caso de novos empreendimentos urbanos e o aumento da área impermeável para locais que estejam sendo novamente ocupados. O valor de R pode ser definido em função da recarga natural na região com base no tipo de solo (SCS).

O volume também pode ser estabelecido como uma porcentagem do volume total de uma chuva de projeto. No estado de *Wisconsin* (STATE OF WISCONSIN, 2000), por exemplo, 10 a 25% do volume da chuva de 2 anos de tempo de retorno e 24 horas de duração deve ser infiltrada, dependendo do tipo e uso (porcentagem de áreas impermeáveis) do solo. Para alcançar a meta de recarga podem ser utilizadas medidas de controle como trincheiras de infiltração, valos gramados, pavimentos permeáveis e também de técnicas de planejamento do local (LID/BSD/CD).

Os reservatórios não são os dispositivos mais apropriados para a recarga do aquífero, pois, normalmente, são projetados com fundos impermeáveis ou tem sua capacidade de infiltração no solo significativamente reduzida devido à acumulação do sedimento fino (STATE OF CONNECTICUT, 2004).

Qualidade da Água: A regulação visa o tratamento da qualidade da água pluvial para evitar a poluição dos sistemas aquáticos. O objetivo é o tratamento da qualidade considerando os diferentes tipos de poluentes observados na qualidade da água pluvial.

Algumas metas devem ser traçadas para caracterizar este objetivo. A prática americana através da EPA identificou que tratando uma parcela dos sólidos suspensos totais (SST) do escoamento pluvial o objetivo de reduzir a carga anual do escoamento em 80% é atingido (USEPA, 1993a). Os SST foram escolhidos como parâmetro indicador da eficiência do tratamento devido à (STATE OF GEORGIA, 2001):

- Grandes partes dos poluentes são removidas com os SST e suas taxas de

remoção são proporcionais aos dos SST;

- Os sedimentos e boa parte dos poluentes do escoamento pluvial se encontram aderidos aos SST;
- O nível de remoção de 80% dos SST é geralmente atingido com o uso de dispositivos bem dimensionados e que possuem manutenção adequada.

A definição do volume a ser tratado para alcançar a meta de tratamento pode ser estabelecida com base em um valor limite de precipitação ou um tempo de retorno para essa precipitação. Três metodologias têm sido usadas:

(a) USEPA: A regulação adotada pela EPA estabelece que tratando o escoamento pluvial correspondente à chuva de 2 anos de tempo de retorno e duração de 24 horas a meta de redução dos poluentes é atingida (USEPA, 1993a);

(b) Fenômeno *“first flush”*: essa metodologia se baseia na suposição que a maior parte da carga dos poluentes do escoamento pluvial (80% segundo Gupta e Saul, 1996) está contido nos 20% (DELETIC, 1998) a 30% (GUPTA & SAUL, 1996) iniciais do volume total escoado. Nas regulações americanas esse valor corresponde em média ao escoamento gerado pelos primeiros 12,7 ou 25,4mm do evento de chuva (STATE OF CONNECTICUT, 2004), que deve ser tratado para alcançar a meta de remoção de poluentes;

(c) “Regra dos 90%”: Admite que capturando e tratando o escoamento associado a 90% dos eventos de chuva que ocorrem anualmente (que transportam cerca de 90% da carga anual de poluentes) a meta de remoção de poluentes é alcançada (STATE OF NEW YORK, 2003; STATE OF MARYLAND, 2000; STATE OF VERMONT, 2002 e STATE OF MINNESOTA, 2005). Na maioria dos estados americanos, esse valor é correspondente a aproximadamente 25,4 mm de chuva, em concordância com a metodologia anterior.

Os métodos anteriores foram estabelecidos porque se verificou que a carga poluente é resultado de eventos pequenos e frequentes ao longo do ano (SCHUELER, 1987; USEPA,

1993b). Portanto, tratando e infiltrando a maioria dos eventos frequentes a carga sobre o sistema fluvial diminui.

O volume a ser tratado para alcançar a meta de tratamento de qualidade da água por unidade de área V_{qa} ($m^3 \cdot ha^{-1}$) pode ser estimado com base no seguinte:

$$V_{qa} = 10.P.C \quad (\text{Eq. 20.2})$$

Onde: P é a precipitação em $mm \cdot dia^{-1}$ (determinado pelos métodos (a), (b) ou (c)) e C é o coeficiente de escoamento que pode ser estimado por $C = 0,047 + 0,9 A_i$, sendo A_i a parcela da bacia com áreas impermeáveis (valor entre 0 e 1). Esta equação do coeficiente de escoamento foi determinada por Tucci (2002) para bacias brasileiras. Um estudo americano com 44 bacias obteve coeficiente de 0,05 para o primeiro termo e o mesmo para o segundo. Estes coeficientes são válidos para eventos como um todo.

No cálculo do volume total da qualidade de água (V_{qa}), V_{ra} (volume infiltrado) pode ser considerado como uma parcela e consequentemente ser subtraído do primeiro, contanto que as medidas propostas para infiltração sejam realmente capazes de infiltrar o volume estabelecido para recarga.

Proteção dos rios quanto à erosão: A regulação de proteção da calha dos cursos d'água tem o objetivo de evitar a erosão e a sedimentação dos rios naturais à jusante dos empreendimentos, devido à aceleração do escoamento das áreas impermeáveis e dos condutos. Para reduzir a erosão sobre os leitos de escoamentos pode-se utilizar: redução do volume de escoamento ou da velocidade pela reservação e infiltração; dissipação da energia através do aumento da rugosidade; amortecimento do escoamento com volume de água para redução da velocidade e restrição da vazão máxima de saída do empreendimento.

Normalmente, o controle nas regulações é obtido através do armazenamento e restrição da vazão máxima de saída do lote ou loteamento. Vários critérios para o estabelecimento de uma vazão máxima admissível têm sido propostos. O critério mais comum para proteção do córrego consiste no controle da vazão de pós-desenvolvimento de 2 anos de período de retorno e 24 h de duração ao nível de pré-desenvolvimento. Esse

critério baseia-se na consideração que a vazão de pico à calha cheia tem de 1 a 2 anos de tempo de retorno (LEOPOLD, 1994). Pesquisas recentes indicam que essa metodologia não protege adequadamente os córregos a jusante e pode, ao contrário, contribuir para o aumento da erosão pela exposição das margens a vazões de grande potencial erosivo por uma longa duração (McRAE, 1993; BROWN & CARACO, 2001).

A prática atualmente recomendada nas regulações é:

- (a) controle da vazão de pós-ocupação de 2 anos de tempo de retorno e 24h de duração à: 50% da vazão de pré-desenvolvimento de 2 anos e 24h; vazão de 1 ano e 24h;
- (b) armazenamento e liberação gradual do volume gerado pelo evento de 1 ano e 24h, em um período de 24 horas ou mais, para que sejam controladas as velocidades erosivas no canal durante a passagem da cheia;
- (c) avaliação detalhada em campo e modelagem hidrológica e hidráulica do curso d'água para determinar o potencial erosivo das cheias e vulnerabilidade do material das margens à erosão. É o método adotado em Ontário no Canadá (BROWN & CARACO, 2001).

Embora as alternativas anteriores possam ser efetivas na proteção da calha, do ponto de vista operacional existem sérias limitações na aplicação da regulação. Para locais com área impermeável menor que 2 ha, por exemplo, o tamanho dos orifícios da tomada de água necessários para cumprir a regulação tornam-se muito pequenos, e ficam sujeitos ao entupimento (STATE OF CONNECTICUT, 2005). Para contornar esse problema esta regulação de proteção da calha não é exigida nos seguintes casos: (a) o volume total relacionado à proteção da calha é recarregado para o aquífero; (b) Locais com área menor ou igual a 2 ha de área impermeável; e, (c) locais que descarregam em rios de quarta ordem, lagos, estuários e que tenham área menor que 5% da área da bacia a montante do desenvolvimento.

Controle das Inundações da Drenagem Urbana: O objetivo principal é prevenir os danos das inundações no sistema de drenagem (incluindo a rede de condutos e os cursos d'água urbanos, naturais ou não) e na infraestrutura urbana a jusante, do aumento da velocidade de escoamento, vazão de pico e volumes pelo desenvolvimento a montante.

Este controle exige a manutenção da vazão de pico de pré-desenvolvimento num evento de projeto com risco (10 a 25 anos de tempo de duração e duração de 24 horas) semelhante ao usado para projetar pontes, sistemas de drenagem urbana e canais abertos de macrodrenagem nas cidades.

A vazão de pré-desenvolvimento é a vazão máxima que ocorreria na área no risco escolhido durante uma chuva de 24 horas. É utilizado um hidrograma resultante do hietograma de projeto com a distribuição temporal de 24 horas. Para pequenas áreas (<200 ha) é possível utilizar o Método Racional. A vazão por unidade de área q_n ($\text{l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$) fica:

$$q_n = 2,78.C.I \quad (\text{Eq. 20.3})$$

Sendo C o coeficiente de escoamento e I a intensidade da precipitação em mm.h^{-1} . A escolha do valor de I depende da duração de chuva escolhida, que varia com o tempo de concentração da área. No caso de utilizar-se 24 horas, este valor seria muito baixo e irreal, pois não se procura a vazão máxima diária para o risco, mas a vazão máxima durante a parte intensa da chuva dentro do dia.

A definição da duração depende do controle estabelecido: (a) quando o controle é somente quantitativo a duração deve ser pequena para evitar volumes e custos altos; (b) Quando os controles envolvem qualidade da água e erosão, a duração deve ser alta para manter a água por mais tempo no reservatório evitando estes impactos. Em Porto Alegre (controle quantitativo, item *a* acima) a duração adotada foi de 1 h e o coeficiente de escoamento igual a 0,15, resultando em uma vazão de pré-dimensionamento de $20,8 \text{ l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}$. O Quadro 20.4 apresenta exemplos de regulações em termos de vazão por unidade de área para alguns locais nos EUA, França e Canadá.

Quadro 20.4. Exemplos de regulação para a vazão máxima da drenagem urbana em alguns países.

Local	Regulação ¹
Condado de Wayne – EUA (WAYNE, 2005)	- A > 2,02 ha – q=10,5 para TR=100 - A < 2,02 ha – q=10,5 para TR=10
Oak Creek – EUA (OAK CREEK, 2005)	- q=10,5 para TR=2 e td=24 - q=28 para TR=100 e td=24
Seattle EUA (SEATTLE, 2002)	- A < 465 m ² : q=14 para TR=25 e q=10,5 para TR=2 - A > 465 m ² : q=35 para TR=100, q=14 para TR=25 e q=10,5 para TR=2
Condado de Adams – EUA (ADAMS, 2005)	Dependente do grupo de solo dominante (A,B ou C,D) - q= 4,9, 9,1 e 11,9 para TR=5 - q=35, 59,5 e 70 para TR=100
Condado de Gratiot – EUA (GRATIOT, 2005)	A vazão de pré-desenvolvimento deve ser a menor das três opções: a) q=10,5; b) vazão calculada pelo método racional com TR=10; c) porcentagem da área do local em relação à área total do distrito, multiplicado pela capacidade da rede ou córrego.
Lille Metropole França (LILLE, 2004)	- A < 2 ha= 4 - A > 2ha = 2
Poissy França (POISSY, 2005)	- q= 4 a 5, dependendo da região da cidade
Ville de Ruaudin França (SARTHE, 2003)	- q=5 para TR=20
Metchosin - Canadá (METCHOSIN, 2003)	De acordo com o tipo de solo do local para TR=2: - Rocha < 500mm de solo – q=15; - Solos > 500mm de silte e argila – q=12; - Solos > 500mm de areia, cascalho e silte – q=6; - Solos > 500mm de areia e cascalho – q=1.
Sechelt – Canadá (SECHELT, 2004)	- A < 2 ha – q=5 - Para áreas maiores o distrito exige o cálculo da vazão por um método detalhado

¹ A=área do empreendimento, q=vazão por unidade de área l.s⁻¹.ha⁻¹; TR=tempo de retorno (anos), td=tempo de duração da chuva de projeto(horas).

20.3.2 Medidas associadas à regulação

As medidas associadas ao controle podem ser classificadas em dois tipos principais: (a) armazenamento; (b) infiltração. As primeiras são utilizadas tanto em áreas de lotes como em loteamentos e as segundas são mais utilizadas a nível local. Quando as estruturas de

armazenamentos são utilizadas em nível local (lote ou pequeno loteamento) são denominadas de OSD (*On-Site Detention*).

A principal medida associada à manutenção da vazão às condições prévias tem sido o armazenamento através de reservatórios (detenções e retenções).

Em regulamentações mais atuais é incentivado o uso de infiltração através dos manuais das cidades como: (a) desconexão de áreas impermeáveis com os pluviais, fazendo a água transitarem por planos de infiltração; (b) incentivos para uso de trincheiras, valos e pavimentos permeáveis. No entanto, deve-se considerar que áreas que possuem importante contaminação superficial não devem ser infiltradas antes do tratamento da água.

20.3.3 Política dos países nas cidades

EUA: A USEPA em conjunto com os Estados (através dos manuais) sugere os volumes para recarga, qualidade da água, erosão, drenagem urbana e para eventos extremos. Isto foi destacado acima e no Quadro 20.5.

Reino Unido: De acordo com Faulkner (1999) não há nenhuma política formal publicada no Reino Unido com relação às estruturas de amortecimento. Várias metodologias são utilizadas para determinação da máxima vazão permitida à rede (chamada de *greenfield runoff*), adotada como a vazão de pré-ocupação da área. Algumas regiões prepararam notas de orientação regionais de padrões e métodos a serem adotados. Apenas a região do Tamisa possui uma política de dimensionamento de estruturas de armazenamento publicada pela Agência Ambiental. Os critérios são semelhantes aos americanos.

Quadro 20.5. Critérios para o dimensionamento dos volumes das estruturas de tratamento do escoamento.

Estado	Qualidade	Erosão TR ¹	Inundação TR ¹
New York (STATE OF NEW YORK, 2003)	90% dos eventos ou de 20 a 30mm	1 ano	10 anos
Maryland (STATE OF MARYLAND, 2000)	90% dos eventos Região Oeste=23mm e Leste=25mm	1 ano	10 anos

Estado	Qualidade	Erosão TR ¹	Inundação TR ¹
Georgia (STATE OF GEORGIA, 2001)	85% dos eventos ou 30mm	1 ano	25 anos
Vermont (STATE OF VERMONT, 2002)	90% dos eventos ou 23mm	1 ano	10 anos
Wisconsin (STATE OF WISCONSIN, 2000)	2 anos e 24h, 32 a 38mm	2 anos	10 anos
Virginia (STATE OF VIRGINIA, 1999)	13mm	1 ano	10 anos
Connecticut (STATE OF CONNECTICUT, 2004)	25mm ou 90% dos eventos	50% de 2 anos ou 1 ano	10, 25 e 100 anos
Maine (STATE OF MAINE, 2006)	25mm das áreas impermeáveis e 10mm das áreas permeáveis	2 anos	10 e 25 anos
Massachusetts (STATE OF MASSACHUSETTS, 1997)	25mm para áreas críticas e 13mm para as demais	2 anos	10 anos
Minnesota (STATE OF MINNESOTA, 2005)	25mm ou 90% dos eventos	1 ano	10 anos

¹ Para uma chuva de projeto com tempo de duração de 24 horas.

Austrália: A Austrália tem usado reservatórios de detenção especialmente nas cidades mais populosas do leste, como Sydney, Melbourne, Brisbane, Newcastle, Wollongong e Canberra (SCOTT *et. al.*, 1999; O'LOUGHLIN *et. al.*, 1998). Devido à limitação de espaço nas áreas próximas ao centro da cidade, surgiram como alternativa aos grandes reservatórios os OSDs (*On-Site Stormwater Detention*), inicialmente na forma de tanques de detenção em residências, áreas comerciais ou industriais (O'LOUGHLIN, 1995).

Segundo O'Loughlin *et al.* (1995) a resposta inicial à aplicação dos OSDs (*On site Detention*, detenção local) foi negativa, pelo custo adicional da estrutura, complexidade e falta de eficiência da manutenção. Em regiões densamente urbanizadas ou com solos pouco permeáveis, os OSDs aparecem como a melhor alternativa. Nos últimos anos, com o aparecimento do conceito de WSUD (*Water Sensitive Urban Design*) têm sido usadas técnicas híbridas OSD/WSUD, que promovem a utilização conjunta dos OSDs com dispositivos que permitem o reuso da água da chuva (COOMBES, 2004) e/ou infiltração do escoamento no solo (BEECHAM, 2004).

Os problemas encontrados com os OSD na prática foram: (a) falta de conhecimento técnico por parte dos engenheiros; e (b) manutenção. Still e Bewsher (1995) *apud* O'Loughlin *et al.* (1998) citam: problemas de projeto como volumes inadequados, material orgânico e limpeza, dificuldade de acesso, entre outros.

A utilização das OSDs para controle do escoamento são reguladas na Austrália em termos de “descargas permissíveis” (*Permissible Site Discharge* - PSDs) e do “armazenamento necessário” (*Site Storage Requirements* - SSRs). A limitação da vazão na estrutura é feita através do orifício de saída.

De modo geral o valor das PSDs e SSRs nas municipalidades australianas variam entre 80 a 300 l.s⁻¹.ha e 200 a 550 m³.ha⁻¹ (NICHOLAS, 1995), respectivamente. O tempo de retorno geralmente adotado é de 100 anos. O diâmetro mínimo do orifício de saída dos OSD é limitado em 25 mm, para evitar entupimentos das estruturas. Deve ainda existir uma proteção interna de grade. A profundidade máxima admissível para os tanques enterrados é 60 cm.

Brasil: No Brasil, a abordagem tradicional para a solução/prevenção dos problemas de drenagem urbana nas cidades tem sido baseada no princípio higienista do início do século passado. Somente a partir da década de 90 o uso de técnicas alternativas conhecidas como BMPs (*“Best Management Practices”*, Práticas da melhor gestão) começaram a ser introduzidas. Entre essas técnicas, o armazenamento através de bacias ou reservatórios de retenção tem sido a mais utilizada.

Belo Horizonte: No Plano Diretor Urbano de Belo Horizonte, de 1996, foram previstas áreas permeáveis de acordo com a zona da cidade (como na maioria das cidades). Foi previsto um artigo que permite ao proprietário substituir a área permeável por um reservatório na relação de 30 l para cada 1 m² impermeabilizado. Foi prevista uma exceção, em que a viabilidade da construção do reservatório dependia de um parecer de um engenheiro. Na prática observou-se que o proprietário construía a área impermeável e depois obtinha um parecer do engenheiro inviabilizando o reservatório. Desta forma, nenhum reservatório foi construído. Mesmo que o reservatório fosse construído não

resolveria o problema, pois o restante da superfície continuaria impermeável e o aumento da vazão ocorreria.

Guarulhos: A legislação de Guarulhos se baseia na construção de reservatório para controle da drenagem urbana para área maiores ou iguais a 1 hectare. A regulamentação estabelece critérios de construção de retenção/detenção, mas não estabelece os critérios quanto à manutenção de vazão pré-existente.

São Paulo: A legislação de São Paulo estabelece a construção de reservatório para lotes acima de 500 m², mas também não estabelece uma vazão limite para entrada na rede pública.

Porto Alegre: O PDDUA prevê, na legislação, alguns instrumentos importantes para a drenagem urbana de acordo com o enquadramento das áreas: (a) Área de ocupação rarefeita (art. 65) onde estão previstas medidas que controlem a contaminação das águas, não altere a absorção do solo e não tenham risco de inundação; (b) Áreas de contenção de crescimento urbano (art. 80) são áreas que podem ser definidas em função da densificação atual e seu futuro agravamento de restrições pelo aumento das inundações ou dos condicionantes de drenagem. A cidade de Porto Alegre possui uma extensa área ribeirinha onde os custos de drenagem são muitos altos. Com a impermeabilização excessiva destas áreas pode resultar em problemas significativos na drenagem, com frequentes alagamentos; (c) Áreas de Revitalização (art. 81): representam áreas de patrimônio ambiental ou relevante para a cidade que necessitam de tratamento especial.

O art. 97 estabelece uma das principais bases para a regulamentação da drenagem urbana, onde estabelece que nas zonas identificadas como problemáticas deverão ser construídos reservatórios de retenção pluvial. No seu parágrafo único define que será de atribuição do executivo a definição dos critérios através de decreto.

No parcelamento do solo, art. 135, no parágrafo 3º, estabelece os condicionantes do espaço para a drenagem urbana como faixa “não edificável”, e, no parágrafo 6º, define que os novos empreendimentos devem manter as condições hidrológicas originais da bacia, através de amortecimento da vazão pluvial.

O artigo 136 restringe o parcelamento do solo (I) em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas e proteção contra as cheias e inundações e (IV) em terrenos onde as condições geológicas e hidrológicas não aconselham edificações. No parágrafo 1º são definidas as áreas alagadiças nas margens do Guaíba e no parágrafo 5º é transferido para o DEP, Departamento de Esgotos Pluviais a sua definição. O art. 137 reserva área para os equipamentos urbanos, entre os quais a drenagem urbana. O artigo 163, inciso X, das disposições transitórias destaca a necessidade de decreto do legislativo para a definição e dimensionamento dos reservatórios de águas pluviais.

Foi proposto um decreto de controle da drenagem urbana baseado no princípio de controle na vazão de saída e não no uso obrigatório de reservatório. O uso do controle da vazão de saída permite ao usuário maior grau de liberdade para a escolha do controle.

21 PROPOSTA DE MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS PARA A DRENAGEM PLUVIAL URBANA DE TERESINA

21.1 Introdução

Neste capítulo é realizada a proposta de medidas não estruturais para a gestão da Drenagem Urbana de Teresina. As medidas abrangem o seguinte:

- (a) **CONTROLE DOS IMPACTOS FUTUROS:** Proposta de legislação para controle da drenagem urbana em Teresina, considerando os impactos devido ao aumento da vazão, qualidade da água e sedimentos;
- (b) **CONTROLE DOS EFEITOS DAS INUNDAÇÕES RIBEIRINHAS:** Medidas para diminuir o efeito das cheias dos rios Parnaíba e Poti;
- (c) **GERENCIAMENTO:** Modelo de Gerenciamento da drenagem pluvial urbana para Teresina com base na Lei 11.445. O sistema prevê uma entidade reguladora, uma entidade concessionária e os usuários como atores principais que atuam pela sua vez na análise, fiscalização, manutenção, revisão das normas e implementação do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina;

21.2 Modelo de Gerenciamento da drenagem pluvial urbana

A estrutura da gestão das águas pluviais sugerida é indicada na Figura 21.1. Existe uma agência reguladora, que no caso de Teresina é a Arsete, embora ainda não esteja realmente funcionando, várias empresas concessionárias são as SDUs (embora somente uma empresa atenda cada usuário particular), e existem os usuários, que são os proprietários privados e públicos de Teresina.

A legislação a ser sugerida neste Plano estabelece a política de drenagem pluvial urbana, que deverá ser implementada pelo órgão regulador e seu concessionário.

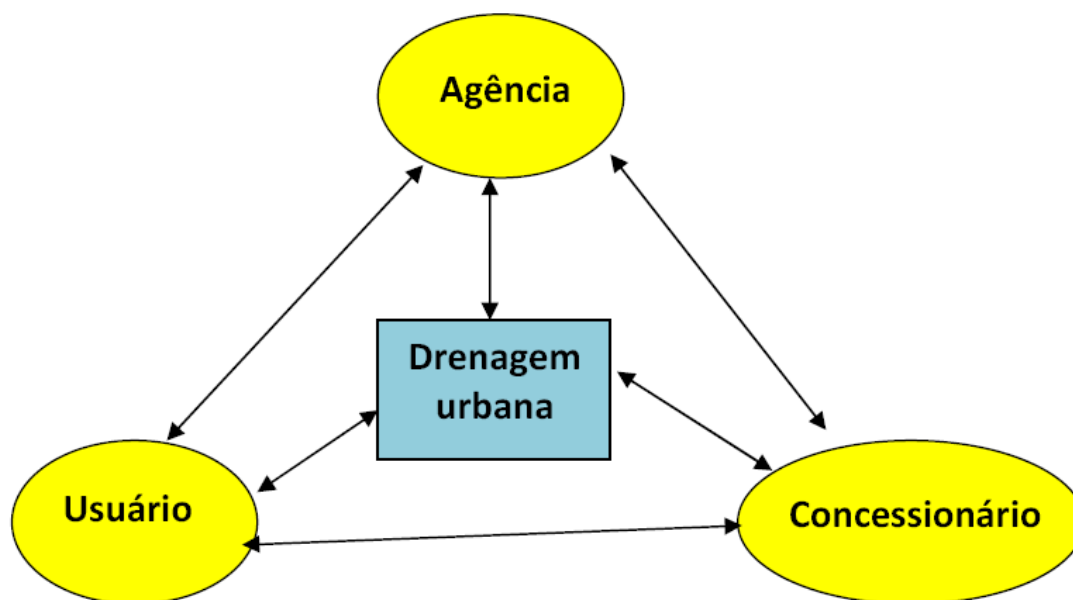


Figura 21.1. Atores da Gestão da Drenagem Urbana que atuam na política de drenagem urbana estabelecida pela legislação.

Sendo os serviços mencionados de responsabilidade, em última análise, do Estado, pois se traduzem em serviços essenciais ao bem comum, foram criadas, para sua segurança e controle, Agências Reguladoras cuja função é ditar as normas de condução entre os agentes envolvidos, ou seja, o Poder Público, o prestador dos serviços, e os usuários.

De forma indireta, o Estado como um todo é um ator da drenagem urbana. Por exemplo, as Agências são criadas unicamente por Lei e por iniciativa exclusiva do Poder Executivo. Ainda, para a consagração da legitimidade da diretoria das agências, seus membros devem ser indicados pelo Chefe do Poder Executivo, devendo ser aprovados pelo Poder Legislativo, oportunidade em que serão nomeados com mandato fixo. Da mesma forma, sofrem fiscalização tanto do tribunal de contas competente como do Poder Judiciário.

A estrutura do sistema de Gestão se baseia nos seguintes elementos fundamentais:

- *Atores e Atividades* necessárias para a gestão da drenagem urbana por parte dos atores;

- *Fluxograma de funcionamento para atendimento das demandas:* trata no processo de funcionamento da estrutura para o atendimento das atividades previstas;
- *Estrutura funcional:* envolve as instituições e a equipe proposta para desenvolvimento das atividades previstas para a drenagem urbana da cidade;
- *Estimativa de Custo* das atividades previstas no modelo de gestão.

Atualmente, a gestão municipal não avalia os projetos de drenagem urbana e não possui uma política de gestão da drenagem. No âmbito de licenciamento ambiental existe uma prática de avaliação ambiental e licenciamento dos projetos.

Nesta proposta são apresentados os elementos da gestão da drenagem urbana da cidade, descritos em itens na sequência.

21.2.1 Atores

O modelo institucional para gerenciamento da Drenagem não está claro na estrutura da PMT. Assim a proposta, que deverá ser detalhada na definição específica do marco legal da drenagem pluvial urbana é a seguinte:

Agência: ARSETE, a ser designada por legislação específica.

Concessionário: SDUs, podendo ser ainda privatizados em todo ou em parte.

Clientes: os usuários de Teresina.

As principais definições se relacionam com os componentes que fazem parte das entidades que atuarão na gestão da Drenagem. As atividades dos agentes dentro da gestão são as seguintes:

- *ARSETE* é de regulação dos serviços prestados, gestão de informação e revisão e controle dos preços dos serviços e ouvidoria;
- *SDU* é o executor dos serviços de drenagem urbana sugeridos;

- **Proprietários:** participação pública no processo de gestão e fiscalização dos serviços que atendem a população.

A participação pública é essencial para desenvolver uma base importante de apoio as funções de fiscalização. Esta participação pode ser realizada por meio de: (a) de workshops educativos sobre as funções da drenagem e suas responsabilidades na sustentabilidade ambiental; (b) audiências públicas para discussão das mudanças e ações; e, (c) desenvolvimento de mecanismos eficientes de ouvidoria e de troca de informações com o público.

21.2.2 Atividades

As atividades previstas para cada um dos atores são as seguintes:

Regulação dos serviços da prestadora de serviços: Deverá ser elaborado um contrato de concessão de serviços de drenagem urbana entre as SDUs e a ARSETE como prevê a lei N° 11335/2007 e na norma municipal que define a Arsete como reguladora da drenagem pluvial urbana. Neste contrato de prestação de serviço deverão estar previstos indicadores dos serviços e metas específicas de atendimento dos mesmos. Cabe, portanto, à ARSETE a definição dos elementos do contrato e posteriormente sua fiscalização ao longo do tempo.

Revisão e aprimoramento das normas municipais: Esta atividade envolve a revisão periódica das normas, propostas de alteração de legislação e aprimoramento dos manuais. Por exemplo, este Manual deve ser revisto a cada quatro anos como máximo, com base na prática do dia a dia e a experiência adquirida nos projetos e na fiscalização, a sistemática deve estar preparada para que cada projeto ou fiscalização realizado contribua para o aprimoramento das normativas. Esta atividade deve prever o monitoramento amostral dos resultados das normativas existentes.

Plano Diretor de Drenagem urbana: O Plano Diretor de Drenagem Urbana prevê ao longo do tempo a implementação de várias medidas e programas para a gestão sustentável

da Drenagem. Cabe a Agência a fiscalização do cumprimento destas atividades e a previsão de sua revisão em face de novos condicionantes.

Análise e aprovação de projetos drenagem pluvial urbano: A análise dos projetos de drenagem tem o objetivo de verificar se os mesmos estão obedecendo às normas de Teresina. Neste aspecto estão as normas técnicas de infraestrutura de drenagem. Esta análise é realizada para projetos propostos segundo o seguinte:

(a) Projetos de empreendimentos propostos pela população: em cada lote, loteamento e desmembramento em geral. Esta atividade é contínua no tempo e deve se orientar pela legislação proposta e pelo manual de drenagem de projetos. Também projetos de grande porte, tais como edificações com mais de 20 unidades habitacionais ou 10 unidades comerciais ou unidades industriais de mais de 2500m² de terreno ou atividades potencialmente poluidoras. Incluem-se ainda estacionamentos de mais de 1000m².

(b) Projetos de empreendimentos propostos pela poder público: Nesta classe estão os projetos propostos pelo poder público tais como estradas ou estruturas previstas neste Plano.

O processo de avaliação de projetos deve procurar ter uma integração com a avaliação ambiental, já que existem exigências sobre o controle dos impactos quantitativos e qualitativos da drenagem, como do licenciamento e deve procurar-se evitar solicitações duplicadas que possam onerar o empreendedor. Este processo é apenas de consulta entre os mecanismos de avaliação. Não altera nenhum dispositivo legal, apenas facilita o entendimento dos projetos e dá coerência as avaliações. Cada grupo apresenta a sua avaliação independente. Este tipo de discussão sobre o projeto ajuda a TR melhores projetos e o atendimento melhor do público.

Fiscalização das licenças e implementação: A fiscalização dos projetos trata da verificação da implantação dos projetos relacionados com o item anterior de avaliação e licença, excluído o ambiental. Neste sentido a fiscalização envolve os mesmos itens acima.

Plano Diretor de Drenagem Urbana e outras obras públicas: Este grupo de atividades relacionado com Drenagem Urbana envolve a proposta e desenvolvimento de projetos na cidade pelo poder municipal. São as seguintes:

- (a) *Implementação e revisão do Plano de Drenagem de urbana:* O Plano Diretor de Drenagem apresenta um projeto no nível de gestão das sub-bacias. A contratação dos respectivos projetos executivos e obras, assim como o acompanhamento dos mesmos devem ser realizados dentro desta atividade no município. Da mesma forma, dentro deste componente deverão ser desenvolvidas as atividades necessárias para a atualização do Plano;
- (b) *Projetos específicos:* Projetos do governo municipal que não estão previstos no Plano de Drenagem Municipal, mas se tornem prioridades por decisão de governo;
- (c) *Projeto e implementação de projetos emergenciais:* É comum a ocorrência de emergências e atendimento da população a demandas de problemas específicos. Neste componente são analisadas as causas e as soluções para os problemas emergenciais.

Manutenção da rede de drenagem: O serviço de manutenção da drenagem urbana implica a limpeza de condutos e das futuras detenções de material sólido e lixo urbano. Este serviço deve estar integrado ao serviço de limpeza urbana da cidade, já que o volume de resíduos e lixo que chega à drenagem é resultado da limpeza urbana. Para este fim foi elaborado um manual específico dentro deste plano.

Estes serviços podem ser terceirizados e especificados os serviços para o contratado.

21.2.3 Implementação do Plano Diretor de Drenagem Urbana

Como sequência deste Plano, visando a sua efetiva implementação, as atividades esperadas envolvem:

- Anteprojetos das medidas estruturais das sub-bacias: deverão ser desenvolvidos em etapas posteriores do Plano de Drenagem Urbana, seguido do projeto executivo e implantação das obras;
- Implementação das atividades previstas no programa de drenagem municipal;
- Revisão do Plano de Drenagem Urbana a cada quatro anos.

21.2.4 Corpo técnico para implementação do Plano

Para que possa efetivar-se a implementação do Plano Diretor de Drenagem Urbana será necessário incrementar e treinar as equipes técnicas existentes nas SDUs e na ARSETE:

- Treinar e preparar uma equipe que atue sobre todos os aspectos da drenagem urbana. Evitar a fragmentação e elencar pessoal por subárea. Este processo permitirá dar mais dinâmica e economicidade à gestão interna das entidades;
- Na distribuição de trabalho, cada profissional deverá atuar um período em cada assunto, na forma de rodízio, fazendo com que todos ganhem experiência nos diferentes assuntos desenvolvidos sobre a drenagem urbana. Isto permitirá formar uma equipe coesa e de conhecimento de vários temas dentro das mesmas disciplinas;
- Manter treinamento permanente para a equipe de forma a manter o interesse e conhecimento atualizado (ver item de capacitação);
- Para manter a coesão deve-se adotar a prática mensal de workshop, onde são relatados os problemas e soluções adotados e discussões de ideias e projetos a serem implementados.
- Desenvolver na equipe um planejamento estruturado de metas e resultados com busca de eficiência.

Conforme Tucci (2009) é importante que o rodízio se estenda a agência reguladora. Recomenda-se que o pessoal em Saneamento também utilize o mesmo critério mencionado acima, de rodízio, nos diferentes aspectos de saneamento, evitando-se a especialização isolada. Para que a agência tenha uma perspectiva integradora é necessário que a equipe também tenha esta base conceitual e desenvolva isto na prática. Portanto, nas atividades previstas de fiscalização, normatização e implementação do Plano devem passar profissionais que atuem em drenagem e nos outros componentes de saneamento. Isto evitará a formação de “tribos” dentro da própria entidade, como resistência a qualquer inovação.

No caso das SDUs e em consonância com a Lei 11.445, como é uma entidade que atua em outros segmentos do desenvolvimento urbano, será necessário criar uma Diretoria de Drenagem Urbana, que integre os serviços a serem desenvolvidos, e que todas as questões relacionadas à drenagem pluvial urbana tenham contabilidade independente, de forma a permitir sua fiscalização.

21.3 Mecanismos de controle dos impactos

Os impactos futuros podem ser controlados por legislações ou regulamentações apropriadas para as novas construções e reformas que necessitem de aprovação do sistema público. No entanto, o controle sobre as construções existentes, somente pode ser realizado com base num mecanismo econômico.

A regulação sobre novos empreendimentos deve basear-se nas seguintes premissas:

- Manter a vazão e os outros condicionantes dentro das condições de pré-desenvolvimento;
- Manter-se dentro de vazões e condições ambientais que o sistema de drenagem atual suporte.

O primeiro critério é o mais utilizado apesar de ser mais restritivo. O segundo é de difícil aplicação e envolve um treinamento muito detalhado da capacidade da equipe além da necessidade de aumentar o seu pessoal.

21.4 Controle das inundações ribeirinhas

O controle das enchentes ribeirinhas através de medidas não estruturais pode ser realizado mediante técnicas econômicas, tais como aumento do IPTU em regiões inundáveis ou obrigatoriedade de um seguro contra enchentes, ou através de medidas do tipo comando e controle, que impõem ou limitam diretamente a utilização da área. Uma vez que as medidas econômicas requerem estudos aprimorados quanto à disposição a pagar, que estão fora do escopo deste Plano, será aqui proposta a metodologia de zoneamento, que tem como objetivo disciplinar a ocupação do solo no entorno de áreas inundáveis de Teresina, visando à minimização futura das perdas materiais e humanas face às grandes cheias, permitindo assim um desenvolvimento racional das áreas ribeirinhas.

Para a definição das zonas de inundação, foram utilizados os mapas com o zoneamento de áreas inundáveis, elaborado para o cenário de prognóstico. Estes mapas foram obtidos do cruzamento do Modelo Numérico do Terreno, ou seja, as cotas do terreno, com as cotas obtidas da modelagem dos grandes cursos d'água (Poti e Parnaíba). No Anexo 52 são apresentadas pranchas contendo a área inundada para cada tempo de retorno, as quais serviram de base para o zoneamento.

Os critérios de zoneamento foram discutidos em reuniões com a equipe de acompanhamento e são os apresentados abaixo:

- a) Faixa não edificável, correspondente a zona de passagem de cheia, sempre que possível. Nestes casos, a definição da zona de passagem de cheia foi realizada para uma cheia com período de recorrência de 10 anos. Esta delimitação seguiu as diretrizes da Agência Nacional de Águas quanto à proteção dos moradores e dos moradores a montante e jusante que podem ser afetados por um empreendimento.

A zona de passagem de cheia, além de manter a capacidade hidráulica, também tem interesse ambiental, já que contempla a zona de vegetação ripária.

Quanto aos rios e córregos dentro de Teresina, recomenda-se a exigência de uma zona não edificável de 30m de largura. Uma vez que esta área foi criada para a preservação ambiental, também pode ser utilizada para a salvaguarda da vida e propriedades. Deve-se considerar que as áreas urbanas consolidadas dentro desta faixa deverão ser preferencialmente realocadas e, caso não seja possível após esgotar todas as alternativas, conforme estudo específico, estruturas de proteção individual poderão ser utilizadas. Sob nenhuma hipótese novas construções (salvo recreacionais e conforme estudo hidrológico específico) poderão ser admitidas.

- b) Zona com restrição para ocupação, Esta zona encontra-se em áreas inundáveis para cheias com período de recorrência entre 10 e 100 anos. Nestas regiões, é possível a ocupação, desde que sejam executadas obras estruturais de proteção, a exemplo de aterros, elevação da edificação e com estudo hidrológico comprovando a não interferência na drenagem natural.

A prancha no Anexo 53 apresenta o zoneamento para a ocupação do solo no entorno dos rios em Teresina, seguindo os critérios previamente apresentados, e que se encontram incluídos na proposta de legislação sobre águas pluviais urbanas.

21.5 Proposta de legislação para o controle dos futuros impactos e de inundações ribeirinhas

21.5.1 Justificativa

Os principais impactos identificados em Teresina quanto à drenagem urbana são:

- *Aumento da vazão máxima* durante o período chuvoso: com a impermeabilização do solo e a construção de condutos e canais de drenagem a vazão máxima aumenta, gerando inundações em locais da rede de drenagem;

- *Inundações relacionadas a enchentes dos rios Poti e Parnaíba:* neste caso a população que invadiu as margens é quem sofre (e inclusive até *shoppings centers*);
- *Aumento da erosão:* devido às construções e o aumento da velocidade do escoamento pelas áreas impermeáveis, a energia do escoamento aumenta e a erosão do solo é observada em alguns pontos (já foi analisado no RT4);
- *Deterioração da qualidade da água dos rios e dos reservatórios urbanos em particular pela interconexão de esgoto.*

Estes impactos são produzidos a nível privado dentro dos novos empreendimentos e transferidos para toda a bacia a jusante na macrodrenagem. Portanto, observa-se que os impactos gerados a nível privado são transferidos para o poder público resolver em nível da macrodrenagem da bacia.

Como foi demonstrado no capítulo anterior o objetivo da legislação é de evitar que estes impactos continuem ocorrendo para novos empreendimentos. A legislação também pode atuar sobre as construções já existentes.

A seguir são apresentados os elementos técnicos que permitiram determinar para Teresina a vazão de pré-desenvolvimento, que garante a manutenção das condições prévias de vazão natural, o volume necessário para amortecer o excedente, se o controle utilizar esta opção e os elementos técnicos para definição da qualidade da água.

21.5.2 Elementos técnicos

21.5.2.1 Vazão de pré-desenvolvimento

Como já discutido no capítulo anterior, a vazão de pré-desenvolvimento é definida pela vazão máxima que ocorreria na área nos riscos citados durante uma chuva de 24 horas. Usualmente, seria utilizado um hidrograma resultante do hietograma com a distribuição temporal de 24 horas, no entanto, este valor seria muito baixo e irreal, pois não se procura a vazão máxima diária para o risco, mas a vazão máxima durante a parte intensa da chuva dentro do dia.

A definição da duração, sem que outros controles sejam estabelecidos, (qualidade da água e erosão) é importante, pois ao se escolher uma duração muito pequena, a vazão pré-existente pode ser alta para pequenas áreas, impactando a jusante. Caso fosse escolhida uma duração muito alta, a restrição seria muito alta, fazendo com que os volumes de controle sejam muito altos com custos desnecessariamente altos. O uso de 1 h procura identificar um tempo compatível com áreas de até 100 ha, onde o limite está no tempo de concentração da ordem da maior área. Este valor pode ser alterado e analisado para cada cidade.

Utilizando 1 h de duração e coeficiente de escoamento obtido por:

$$C = C_p + (C_i - C_p) A_i \quad (\text{Eq. 21.1})$$

Onde C_p é o coeficiente de escoamento para áreas permeáveis e C_i é o coeficiente de escoamento para área impermeável, geralmente adotado em 0,95 e A_i a área impermeável.

Os valores de C_p podem ser estimados com base nos valores do Quadro 21.1.

Quadro 21.1. Valores do coeficiente de escoamento para áreas permeáveis (C_p).
(Adaptado de Tucci, 2002).

Fonte	C_p
Grama (solo arenoso) ASCE, 1969	0,05 a 0,20
Grama (solo pesado) ASCE, 1969	0,13 a 0,35
Matas, parques e campos de esporte (WILKEN, 1978)	0,05 a 0,20
Equação Schueller (USA, 44 bacias)	0,05
Equação Urbonas <i>et al.</i> (1990)(USA, 60 bacias)	0,04
Equação Tucci (Brasil, 11 bacias)	0,047
Usando <i>Soil Conservation Service</i>	0,025 a 0,31

A precipitação total do evento para o método racional é:

$$P = I \cdot t \quad (\text{Eq. 21.2})$$

Onde I é a intensidade em mm.h^{-1} e t_c o tempo de concentração em horas.

A estimativa da vazão de pré-desenvolvimento é obtida com base na definição do valor de C_p , duração da chuva e do risco associado.

Para Teresina, a precipitação de 1 h de duração e 10 anos de tempo de retorno é obtida da IDF desenvolvida para a cidade (Eq. 8.3):

$$i = \frac{1194,273 \cdot T^{0,1738}}{(t + 10)^{0,7457}} \quad (\text{Eq. 21.3})$$

Sendo T o tempo de retorno em anos, t a duração em minutos e I a intensidade em mm.h^{-1} .

Neste caso, para 10 anos e duração de 1 h, resulta $I = 74,99 \text{ mm.h}^{-1}$ e adotando um coeficiente de escoamento de $0,15^1$ para áreas de pré-desenvolvimento a vazão específica de pré-desenvolvimento (calculada pela Eq. 7.3) fica:

$$q_p = 2,78 \times 0,15 \times 74,99 = \mathbf{31,3 \text{ l.s}^{-1}.\text{ha}^{-1}}$$

21.5.2.2 Volume para manter a vazão de pré-desenvolvimento

O volume de controle para pequenas áreas urbanas ($<2 \text{ km}^2$) pode ser estimado com base na seguinte equação (TUCCI, 2002):

$$V = (Q_u - Q_n)t.k \quad (\text{Eq. 21.4})$$

Sendo V o volume em m^3 ; Q_n a vazão de pré-desenvolvimento em $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$; Q_u é a vazão resultado do desenvolvimento urbano em $\text{m}^3.\text{s}^{-1}$; t é duração em minutos e $k = 60$ para conversão de unidades.

A vazão devido ao desenvolvimento urbano é estimada pela equação 7.3. A vazão de pré-desenvolvimento foi estimada no item anterior através da sua vazão específica. No

¹ O coeficiente de escoamento representa a parcela da chuva que gera escoamento. O valor adotado é o valor esperado de uma área natural, sem edificações, para as características pedológicas de Teresina. Para uniformizar e facilitar a sua determinação foi adotado o tipo de solo de Teresina que gera maior escoamento (solo tipo D do Grupo Hidrológico do SCS).

entanto, transformando a equação 8.4 em volume específico, ou seja, volume por unidade de área ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), resulta:

$$\frac{V}{A} = 0,06 \cdot (2,78 \cdot C \cdot I - q_n) \cdot t \quad (\text{Eq. 21.5})$$

Sendo t a duração em minutos, C o coeficiente de escoamento e I a intensidade da chuva em $\text{mm} \cdot \text{h}^{-1}$.

O coeficiente de escoamento pode ser estimado de acordo com as áreas impermeáveis pela equação 8.1.

A intensidade da precipitação pode ser representada pela equação:

$$I = \frac{a}{(t + b)^d} \quad (\text{Eq. 21.6})$$

Substituindo na equação do volume específico resulta:

$$v = 0,06 \cdot \left(\frac{2,78 \cdot C \cdot a}{(t + b)^d} - q_n \right) \cdot t \quad (\text{Eq. 21.7})$$

O volume máximo é obtido para duração obtida através da equação:

$$t = \left(\frac{t + s}{w} \right)^r - b \quad (\text{Eq. 21.8})$$

$$\text{Onde: } w = \frac{q_n}{2,78 \cdot a \cdot C(1-d)} ; s = \frac{b}{1-d} ; r = \frac{1}{d+1} .$$

O valor de t é obtido por iteração e substituído na equação 8.7 para obter o volume máximo que é necessário armazenar.

Utilizando os dados da IDF de Teresina e a equação do coeficiente de escoamento em função da área impermeável (equação 8.1) é possível obter os valores de volume por unidade de área em função da área impermeável para o tempo de retorno de 10 anos.

Foi ajustada uma reta a estes valores obtendo-se:

$$\frac{V}{A} = 410,3 * AI \quad (\text{Eq. 21.9})$$

Onde V/A é o volume dividido pela área de contribuição em $\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$; AI é a proporção de área impermeável (entre 0 e 1). Esta equação foi obtida com $R^2=0,97$.

21.5.2.3 *Qualidade da Água*

A contaminação da água pluvial ocorre pela lavagem das superfícies e o transporte de sólidos. Grande parte dos poluentes está agregada aos sedimentos. Reduzindo os sedimentos é possível reduzir os poluentes pluviais.

A regulação sobre qualidade da água visa o tratamento da qualidade da água pluvial para evitar a poluição e a vida dos sistemas aquáticos. O objetivo é o tratamento da qualidade considerando os diferentes tipos de poluentes observados na qualidade da água pluvial.

Grande parte da poluição que vem na água pluvial é recolhida na primeira parte da chuva. Esta parcela da chuva varia desde 12,5 mm a 40 mm dependendo das condições e frequência. Neste caso, o importante é o número de eventos por ano e a quantidade de volume retido em cada evento (parte inicial da chuva) para retenção. Retendo este volume no reservatório, os sedimentos e poluentes existentes no volume se depositam e reduzem para jusante a carga existente na água. Portanto, existem dois fatores relacionados com este problema. O volume de água retido, relacionado com a chuva inicial e o tempo que este volume deverá ficar na retenção.

Algumas metas devem ser traçadas para caracterizar o objetivo de retirada do poluente das águas pluviais. A prática americana, através da EPA, identificou que tratando uma parcela dos sólidos suspensos do escoamento pluvial, é atingido o objetivo de reduzir a carga em 80% do escoamento pluvial (USEPA, 1993). Esta meta pode ser atingida retendo uma parcela da chuva inicial do maior número de eventos do ano. Isto pode ser obtido retendo um valor específico de chuva (representativo do maior número de eventos) ou um valor relacionado com um determinado risco.

A regulação adotada pela EPA estabelece que tratando o escoamento pluvial gerado pela precipitação correspondente a 2 anos de tempo de retorno e duração de 24 horas esta meta é atingida. Outros autores mostraram que tempos de retorno menor que este a meta pode ser atingida (ROESNER, 1991; PITT, 1989).

Estas condições dependem da frequência e da intensidade da precipitação no local. WDNR (1997) encontrou que precipitações entre 31,8 e 36,8 mm por dia são adequadas para atingir a meta de reduzir a carga em 80%. Na regulação da Geórgia este valor fica em 30,8 mm, correspondendo a tratar 85% das cheias do ano. Nas localidades onde as precipitações são pouco intensas a tendência é dos valores diminuir, aumentando para totais altos e poucos frequentes.

Estes valores foram estabelecidos porque se verificou que a carga poluente é resultado de eventos pequenos e frequentes ao longo do ano. Portanto, tratando à maioria dos eventos frequentes, a carga sobre o sistema fluvial diminui. Infiltrando o escoamento de áreas não poluentes, reduzem de forma significativa a quantidade de volume necessária e a poluição para jusante.

Este volume por unidade de área ($\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) para este tipo de controle é estimado com base no seguinte (TUCCI & MELLER, 2007):

$$v_{qa} = 10 \cdot P \cdot C \quad (\text{Eq. 21.10})$$

Onde: P é a precipitação em $\text{mm} \cdot \text{dia}^{-1}$. Este é o valor adotado na regulação, segundo valores citados acima; e C é o coeficiente de escoamento que pode ser estimado $C = 0,15 + 0,80A_i$, sendo A_i a parcela da bacia de áreas impermeáveis (valor entre 0 e 1). Este é o cenário de pequenas áreas onde o método racional se aplica. Para áreas maiores pode-se utilizar o método do SCS.

No caso do método racional, a equação 8.10 pode ser transformada em:

$$v_{qa} = 10 \cdot P (0,15 + 0,80 A_i) \quad (\text{Eq. 21.11})$$

Analisando as chuvas do posto ANA-CHESF (Código ANA/ANEEL 00542012) com uma série histórica de dados de chuvas máximas diárias anuais, correspondente ao período de 1914 a 2009, ou seja, com 95 anos de dados, foram estimados os valores de probabilidade da precipitação dos dias chuvosos serem menores ou iguais aos valores apresentados.

Considerando que Teresina possui seis meses sem chuva, as probabilidades ficam tendenciosas, pois se sabe que em seis meses não chove. Sendo assim, se utilizou precipitações das cidades menores ou iguais em 95% dos casos, que resultou em uma chuva de 26,7mm para os valores anuais ou 80% considerando unicamente os dias com chuva.

A equação 8.11 resulta em:

$$v_{qa} = 40 + 213,6.A_i \quad (\text{Eq. 21.12})$$

Sendo v_{qa} ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$) e A_i a área impermeável entre 0 e 1. Esta equação mostra que mesmo com uma área impermeável nula é necessário um pequeno volume ($40 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$) para o escoamento superficial resultante do balanço da infiltração da área. Para uma área totalmente impermeável, o volume sobe para $253,6 \text{ m}^3.\text{ha}^{-1}$.

Para esvaziar este volume em 24 horas a vazão de saída dos dispositivos para este volume é estimada em:

$$Q = v_{qa}.A_d/86,4 \quad (\text{Eq. 21.13})$$

Onde Q é obtido em l.s^{-1} ; A_d é a área de drenagem em ha.

21.5.2.4 Sólidos

Os tipos de sólidos produzidos nas áreas urbanas são:

- Devido aos sedimentos gerados pela erosão do solo;
- Sólidos gerados pela população que não é coletado pelo sistema de limpeza urbana.

Erosão e sedimentos: Toda a bacia hidrográfica gera sedimentos devido ao efeito da energia da chuva sobre o solo, que produz os sedimentos e transporta pelo sistema de

drenagem. Outra parcela dos sedimentos pode ser gerada pela erosão das margens dos rios. Quando a velocidade do escoamento é inferior a capacidade de transporte os sedimentos se depositam nos condutos e canais obstruindo o escoamento.

Quando ocorre o desenvolvimento, a erosão do solo aumenta quando:

- Os novos loteamentos são abertos e é retirada a cobertura do solo permitindo maior erosão;
- Canteiros de obras tendem a aumentar a erosão falta de proteção das superfícies e transporte de material usado na construção;
- Aumento da velocidade de novos empreendimentos criando condições de erosão para jusante.

Parte dos sólidos é controlada pelo reservatório que controla a qualidade da água, como o terceiro item acima, na medida em que é construída a jusante dos empreendimentos, reduzindo o impacto para jusante. No caso dos dois primeiros itens acima, é necessário desenvolver um manual para construção civil e normas de construção para minimizar este impacto. Este manual faz parte dos produtos a serem desenvolvidos nos programas no plano.

Resíduos sólidos: A gestão dos resíduos sólidos gerenciados pelo município possui três componentes fundamentais:

- Resíduos coletados junto às residências, comércio e indústria;
- Resíduos que são coletados na limpeza urbana;
- Resíduos que são transportados para a drenagem urbana no período chuvoso.

Este último tende a reduzir a capacidade do escoamento dos condutos e canais, principalmente onde existe baixa declividade e velocidade. A gestão municipal deve procurar minimizar este volume. Estima-se que cerca de 30% do volume de resíduos sólidos que

escoa para a drenagem é retido na drenagem, sendo que a maior parcela deste volume (aproximadamente 80%) é composta de plásticos.

Para minimizar este tipo de problema é necessário aumentar a eficiência dos dois primeiros componentes, principalmente com o seguinte:

- Programação de limpeza antes dos dias chuvosos;
- Maior frequência de limpeza e áreas onde existe maior concentração urbana;
- Desenvolver um programa de redução de plásticos (principalmente sacolas plásticas) na cidade. Isto pode ser realizada por meio de política municipal para eliminar as embalagens plásticas.

21.5.3 Proposta de regulamentação

21.5.3.1 Justificativa

A implementação da drenagem urbana nos novos empreendimentos altera o escoamento pluvial produzindo os seguintes efeitos:

- Aumento do escoamento superficial e sua vazão máxima, resultado de chuvas intensas;
- Aumento da erosão e transporte de resíduos e sedimentos para a drenagem;
- Alteração da qualidade da água, resultado destas novas superfícies.

Estas alterações no escoamento pluviais são transferidas para a rede pública. O somatório destes projetos produz impactos na rede pública, ruas e habitações com evidentes prejuízos materiais e humanos para parte da população.

Além das transferências de impactos devido à inundação, resíduos e qualidade da água, também são transferidas as responsabilidades dos impactos gerados pelos novos empreendimentos, seja em nível de lote, seja em nível de loteamento para o poder público,

ou município. Desta forma, se configura uma transferência de responsabilidade do privado para público com os ônus econômicos e sociais relacionados.

Na medida em que o município aprova os projetos que produzem estes impactos na rede pública, criando inundações, prejuízos e até mesmo mortes, isto pode ser imputado a Prefeitura as penas de responsabilidade pelas ocorrências.

Portanto, compete ao poder público prevenir o aumento das inundações devido à impermeabilização do solo e canalização dos córregos naturais. O impacto resultante da impermeabilização produz o aumento de frequência da inundação, piora da qualidade da água e transporte de material sólido, degradando o ambiente urbano. Deve ser responsabilidade de cada empreendedor urbano a manutenção das condições prévias de inundação nos córregos da cidade, evitando transferir para o restante da população o ônus da adequada compatibilização da drenagem urbana. A preservação da capacidade de infiltração das bacias urbanas é prioridade para a conservação ambiental dos córregos e rios que compõem a macrodrenagem, além dos rios receptores do escoamento da cidade.

21.5.3.2 Proposta de Lei Municipal

O instrumento regulatório pode ser por lei, decreto ou resolução da ARSETE (assim que seja indicada como reguladora da drenagem). O texto a seguir deverá ser adaptado a cada um destes instrumentos, de acordo com a avaliação jurídica.

Regulação relativa a controle dos impactos da drenagem urbana dos novos empreendimentos e inundações ribeirinhas na drenagem pluvial pública.

Capítulo 1

Da Gestão

Art. 1º Sem prejuízo de outros poderes de direção, regulação, controle e fiscalização que venham a ser outorgados à ARSETE, se inclui na sua competência as seguintes atribuições

básicas:

I - regulação econômica dos serviços públicos de drenagem pluvial urbana.

Capítulo 2

Inundações ribeirinhas

Art. 2º A zona de Preservação Ambiental 5 (ZP5) compreende além das regiões atualmente incluídas:

II - as áreas marginais ao Rio Parnaíba, correspondentes à faixa inundável para o tempo de retorno de 10 anos quando esta superar a faixa com largura de 200 m (duzentos metros) previamente definida, salvo quando já estejam ocupadas, caso em que a faixa tem a largura da área ainda não ocupada;

III - as áreas marginais ao Rio Poti, correspondentes à faixa inundável para o tempo de retorno de 10 anos quando esta supere a faixa com largura de 100m (cem metros) previamente definidas, salvo quando já estejam ocupadas, caso em que a faixa tem a largura da área ainda não ocupada.

Art. 3º As propriedades localizadas em áreas inundáveis para tempos de retorno menores ou iguais a 10 anos deverão ser relocadas, ou adquirir um seguro contra enchentes, ou realizar obras contra enchentes que assegurem perdas mínimas a critério da Concessionária do Serviço de Drenagem Pluvial.

Art. 4º As propriedades localizadas em áreas inundáveis para tempos de retorno menores ou iguais a 100 anos e maiores que 10 anos deverão adquirir um seguro contra enchentes ou realizar obras contra enchentes que assegurem perdas mínimas, a critério da Concessionária do Serviço de Drenagem Pluvial.

Art. 5º As novas construções a serem localizadas em áreas inundáveis para tempos de retorno menores ou iguais a 100 anos e maiores que 10 anos deverão realizar obras contra enchentes (diques ou construção em sistemas de palafitas) que assegurem perdas mínimas a critério da Concessionária do Serviço de Drenagem Pluvial.

Capítulo 3

Quantidade de água

Art. 6º Toda ocupação que resulte em superfície impermeável, deverá possuir uma vazão máxima específica de saída para a rede pública de pluviais igual ou menor a 31,3 l.s⁻¹.ha⁻¹.

§ 1º A vazão máxima de saída é calculada multiplicando a vazão específica pela área total do terreno.

§ 2º A água precipitada sobre o terreno não pode ser drenada diretamente para ruas, sarjetas e/ou redes de drenagem excetuando o previsto no § 3º deste artigo.

§ 3º As áreas de recuo mantidas como áreas verdes poderão ser drenadas diretamente para o sistema de drenagem.

§ 4º. Para terrenos com área inferior a 600 m² e para habitação unifamiliar, a limitação de vazão referida no caput deste artigo poderá ser desconsiderada a critério da Concessionária do Serviço de Drenagem Pluvial.

Art. 7º Todo parcelamento do solo deverá prever na sua implantação o limite de vazão máxima específica disposto no Art. 6º deste decreto.

Art. 8º A manutenção das condições de pré-ocupação no lote ou no parcelamento do solo devem ser apresentados à Concessionária do Serviço de Drenagem Pluvial através de estudo hidrológico específico.

§1º Quando o controle adotado pelo empreendedor for reservatório e a área for inferior a 100 hectares e o volume necessário do reservatório pode ser determinado através de:

$$v = 4,10 AI$$

sendo v o volume por unidade de área de terreno em m³.ha⁻¹ e AI a área impermeável do terreno em %.

§ 2º A manutenção da vazão de pré-ocupação para áreas superiores a 100 hectares deve ser determinada através de estudo hidrológico específico, com precipitação de projeto com probabilidade de 1 (uma) em 10 (vezes) em qualquer ano (Tempo de retorno = 10 anos).

§ 3º Poderá ser reduzida a quantidade de área a ser computada no cálculo referido no §1º se for (em) aplicada(s) a(s) seguinte(s) ação(ões):

- Aplicação de pavimentos permeáveis (blocos vazados com preenchimento de areia ou grama, asfalto poroso, concreto poroso) – reduzir em 60% a área que utiliza estes pavimentos;
- Desconexão das calhas de telhado para superfícies permeáveis com drenagem – reduzir em 40% a área de telhado drenada;
- Desconexão das calhas de telhado para superfícies permeáveis sem drenagem – reduzir em 80% a área de telhado drenada;
- Aplicação de trincheiras de infiltração – reduzir em 80% as áreas drenadas para as trincheiras.

§ 4º A aplicação das estruturas listadas no § 3º estará sujeita a autorização da Concessionária do Serviço de Drenagem Pluvial, após a devida avaliação das condições mínimas de infiltração do solo no local de implantação do empreendimento, a serem declaradas e comprovadas pelo interessado.

§ 5º As regras de dimensionamento e construção para as estruturas listadas no § 3º bem como para os reservatórios deverão ser obtidas no Manual de Projeto de Obras do Plano Diretor de Drenagem Urbana

Art. 9º Após a aprovação do projeto de drenagem pluvial da edificação ou do parcelamento por parte da Concessionária do Serviço de Drenagem Pluvial, é vedada qualquer impermeabilização adicional de superfície.

§ Único: A impermeabilização poderá ser realizada se houver retenção do volume adicional gerado de acordo com a equação do Art. 3º §1º.

Art. 10 A falta de manutenção dos dispositivos de controle do escoamento superficial que produza o aumento do escoamento para jusante to empreendimento está sujeito a penalidade Concessionária do Serviço de Drenagem Pluvial correspondente a no

mínimo ao custo dos serviços de manutenção.

Art. 11 Toda construção ou projeto que cause impactos sobre a água pluvial urbana deverá requerer autorização junto à Concessionária do Serviço de Drenagem Pluvial, sendo esta aprovação incluída dentro dos requisitos de licenças do empreendimento (prévia, instalação e operação).

Capítulo 4

Qualidade da Água

Art. 12 O projeto de parcelamento ou loteamento de prever na sua drenagem a redução de 80% dos sólidos totais gerados na área desenvolvida.

§ Único A Concessionária do Serviço de Drenagem Pluvial poderá exigir um controle superior ao deste artigo para áreas específicas a seu critério.

Art. 13 Os projeto de controle dos sólidos totais deve se basear nos critérios técnicos descritos no manual de drenagem urbana aprovados pela Concessionária do Serviço de Drenagem Pluvial.

Capítulo 5

Erosão e sedimentação

Art. 14 A velocidade do escoamento a jusante de qualquer obra de drenagem executada em Teresina não poderá aumentar em relação à condição existente.

§ 1º O aumento de velocidade inevitável de um projeto hidráulico deverá ser reduzido por outro dispositivo compondo o mesmo projeto.

§ 2º O aumento de velocidade somente poderá ser admitido quando demonstrado tecnicamente e aprovado pela Concessionária do Serviço de Drenagem Pluvial que qualquer trecho de jusante tem condições de resistir ao aumento de velocidade.

Art. 15 Os projetos de drenagem e controle da erosão e sedimentação urbana devem se basear nos critérios técnicos descritos no manual de drenagem urbana e aprovados pela Concessionária do Serviço de Drenagem Pluvial.

Capítulo 6

Dispositivos finais

Art. 16 Os casos omissos no presente decreto deverão ser objeto de análise técnica da Concessionária do Serviço de Drenagem Pluvial e a ARSETE.

Art. 17 O manual de drenagem urbana que orientará os projetos deverá ser aprovado pela ARSETE e publicado pela Concessionária do Serviço de Drenagem Pluvial.

Art. 18 Esta legislação entrará em vigor na data de sua publicação, revogadas as disposições em contrário.

21.6 Programas

Os programas identificados no Plano Diretor de Drenagem Urbana são os seguintes:

Capacitação – Este programa complementa o treinamento incluído no próprio plano e busca a melhoria do conhecimento em todos os níveis da gestão das águas pluviais e de princípios sustentáveis.

Programa de monitoramento – Este programa tem a finalidade de aumentar a informação na cidade visando melhorar os projetos de drenagem trazendo maior segurança e menor custo dos investimentos.

Estudos Complementares – Estas são atividades complementares identificadas no Plano que necessitam ser revisadas e ampliadas com o objetivo de melhorar o planejamento e permitir na revisão futura do Plano Diretor de Drenagem, introduzindo maiores informações para a redução dos riscos dos projetos de

drenagem urbana. Estes estudos utilizam os dados obtidos no programa de monitoramento.

Redução da contaminação na drenagem urbana – Identificação das principais fontes de contaminação e desenvolvimento de ações para mitigação destes impactos.

Planos de obra para as bacias hidrográficas e sistema de proteção contra cheias – Plano de alternativas de controle das inundações existente em cada uma das bacias hidrográficas de Teresina com importante urbanização.

Marco regulatório de Saneamento Básico para Teresina – Implementação do previsto em lei de Saneamento Básico e, particularmente na concessão dos serviços de drenagem urbana de Teresina e o estabelecimento das normativas relacionadas ao seu funcionamento.

Os programas dentro deste Plano foram previstos como atividades de médio e longo prazo necessárias para a melhoria do planejamento da drenagem urbana de cada cidade. A programação destas atividades dependerá da definição do poder público em Teresina, mas os Programas de Capacitação e Gestão devem ser prioridade, seguido do Programa de Monitoramento, e dos demais. Os dois últimos programas devem apresentar uma longevidade maior e necessitar de mais recursos.

21.6.1 Capacitação

A falta de conhecimento quanto aos impactos da urbanização na drenagem é muito grande, tanto no ambiente técnico como na população. Isto dificulta o entendimento de decisões inovadoras por parte da população e de planejadores urbanos. De outro lado, muitas soluções sustentáveis em drenagem urbana dependem da implementação do espaço dos empreendimentos e dos próprios projetos. Como o conhecimento tem sido fragmentado, o arquiteto e os engenheiros que atuam em outras áreas de engenharia desconhecem os princípios de drenagem sustentáveis que devem ser incorporados desde o início na implantação urbana que dê sustentabilidade ao ciclo hidrológico urbano e a drenagem das águas pluviais.

Atualmente, existe a conceituação de que a melhor drenagem é aquela que drena o escoamento o mais rápido possível. Este tipo de conceito tem levado aos impactos hoje existentes nas cidades brasileiras. Para mudar esta forma de pensar e de projetar torna-se necessário treinar estes profissionais.

No que se refere aos profissionais de drenagem observa-se que a maioria ainda desconhece os conceitos de um planejamento e projeto sustentável que armazena e infiltra o escoamento, recuperando as funções naturais do escoamento pluvial. Portanto, é necessário que os mesmos revisem suas práticas, atuando de forma adequada dentro dos princípios do Plano de Drenagem Urbana.

21.6.1.1 Justificativa e objetivo do Programa

Aviabilização deste Plano depende de aceitação por parte da população e dos técnicos, independentemente da regulamentação. Torna-se necessário que todos tenham as informações adequadas para que a gestão seja viável. O treinamento permitirá consolidar conhecimentos e disseminar práticas sustentáveis de drenagem urbana dentro de uma nova perspectiva sustentável da cidade.

Os objetivos do programa de capacitação são os seguintes:

- Transmitir conceitos sobre o impacto da urbanização na drenagem urbana para população de forma geral;
- Treinar engenheiros, arquitetos e outros profissionais que atuam de forma sistemática dentro do planejamento e projeto da infraestrutura da cidade e no seu meio ambiente;
- Treinar técnicos de governo e da iniciativa privada no projeto de técnicas de controle da drenagem urbana;
- Elaborar convênio com a UFPI para incluir cursos nesta ótica na formação de engenheiros e arquitetos na cidade.

21.6.1.2 Caracterização da capacidade quanto ao público alvo

O programa de capacitação deverá atuar para cobrir os seguintes grupos de profissionais que têm atribuições específicas dentro de Teresina:

Formar profissionais das concessionárias e ARSETE sobre temas e processos como:

- Análise e aprovação dos projetos propostos dos empreendimentos;
- Fiscalização da implementação destes projetos;
- Manutenção do sistema de drenagem pluvial; e
- Desenvolver as atividades previstas no Plano, inclusive a sua revisão.

Treinar profissionais para atuarem nas empresas que elaboram planejamento e desenvolvimento de projetos na cidade, além dos profissionais que atuam na implementação das obras;

Atualizar os tomadores de decisão como os vereadores, deputados e dirigentes de empresas de Teresina e empresários, da mesma forma atualizar todos os profissionais que projetam a cidade nos diferentes campos da infraestrutura urbana sobre as diferentes funções relacionadas com o saneamento ambiental e águas pluviais, principalmente os arquitetos que atuam em projetos de empreendimentos;

Preparar membros da sociedade para participar em comitês de bacia, órgãos e conselhos a nível federal, estadual e municipal, no âmbito de recursos hídricos. Destacam-se as Organizações Não Governamentais (ONG) atuantes dentro da cidade.

Para este processo a concessionária e agência reguladora deverão:

- Identificar, planejar e desenvolver o programa de capacitação;
- Em associação com empresas, profissionais ou através de centros universitários de pesquisa e desenvolvimento.

A certificação da atuação dos profissionais dentro do treinamento permitirá garantir que o mesmo recebeu as informações adequadas para continuar atuando dentro das suas funções dentro do sistema de gestão e os profissionais que atuam na mesma, possuam o conhecimento e a linguagem necessária para dar continuidade as suas atividades dentro da cidade no âmbito da drenagem pluvial sustentável.

21.6.1.3 Certificação

O governo municipal, juntamente com o CREA, poderá certificar os profissionais que acompanharem o curso com uma determinada frequência e com base numa avaliação mínima de conteúdo. Isto permitirá dar credibilidade ao processo e devem ser incentivados os profissionais das entidades que acompanharem o programa.

21.6.2 Monitoramento

O planejamento do controle quantitativo e qualitativo da drenagem urbana passa pelo conhecimento do comportamento dos processos relacionados com a drenagem pluvial.

A quantidade de dados hidrológicos e ambientais é reduzida e o planejamento nesta etapa foi realizado com base em informações secundárias, o que tende a apresentar maiores incertezas quanto à tomada de decisão na escolha de alternativas.

A precipitação mostra que existe variabilidade espacial importante na cidade em face da sua urbanização e áreas impermeáveis que podem produzir efeitos sobre as mesmas. A rede existente mostra que existem dados pluviométricos de quatro postos de pluviômetros, mas não existem dados de pluviógrafos, que melhor caracterizam a distribuição espacial da precipitação.

No tocante das informações de vazão, não existem dados e a estimativa dos parâmetros do modelo que transforma chuva em vazão, foi realizada, primeiro com dados de literatura e depois ajustado com a magnitude dos eventos, por meio das manchas de inundação. No entanto, isto mostra que existem incertezas no dimensionamento da drenagem urbana na cidade.

Quanto à qualidade da água pluvial, também não existem dados que permita estimar a sua caracterização, já que as medidas que existem, geralmente retratam o escoamento em período sem chuva, onde predomina a contaminação do esgoto sanitário da cidade que ainda não foi coletado ou que está na drenagem por conexões indevidas.

21.6.2.1 Justificativa e objetivos

A falta de dados, como mencionado acima, faz com que os projetos de drenagem urbana, dentro plano, apresentem incertezas maiores. O efeito das incertezas é de projetos superdimensionados ou subdimensionados com evidentes prejuízos para a sociedade como um todo.

O programa de Monitoramento deve buscar disponibilizar informações para a gestão do desenvolvimento urbano, estabelecendo critérios que garantam a qualidade das informações e dos projetos futuros.

O programa de monitoramento proposto no plano tem os seguintes subprogramas de monitoramento:

- Quantitativo quanto às variáveis climáticas como temperatura, umidade, precipitação e variáveis hidrológicas como a quantidade e qualidade da água da chuva e dos rios urbanos;
- Das áreas impermeáveis e sua relação com a ocupação urbana;
- De sedimentos e resíduos sólidos na drenagem;
- De melhoria do cadastro da rede de drenagem.

21.6.2.2 Monitoramento quantitativo

Esta atividade envolve a instalação de uma rede mínima com coleta das variáveis climáticas e hidrológicas, como citado acima. Conforme o Plano de Trabalho consolidado, este subprograma será detalhado melhor.

De acordo com WMO (1994), rede mínima de postos hidroclimáticos é uma rede que irá evitar sérias deficiências na planificação e gestão dos recursos hídricos em uma escala

compatível com o nível global de desenvolvimento econômico e ambiental do país. Em outras palavras, essa rede irá fornecer o quadro de expansão para atender às necessidades de informação para a gestão do uso da água.

O conceito de densidade de rede destina-se a servir como uma orientação geral e não uma específica. Como tal, a concepção de densidade deve ser ajustada para refletir as condições socioeconômicas, físicas e climáticas reais.

De acordo ainda com WMO (1994), se estiverem disponíveis dados hidroclimáticos de estações existentes, algumas técnicas computacionais e de geoestatísticas podem ser aplicadas para otimizar a rede, tal como a análise de mínimos quadrados generalizados (NAUGLS, sigla em inglês) desenvolvida pelo *Geological Survey* dos E.U.A para o caso de estações fluviométricas, embora não descarte o uso de critérios mais simples para o caso de pluviométricas, que é o de verificar se a rede proposta é suficientemente para representar as isoietas de forma confiável. No caso em que não existam informações prévias, a WMO (1994) não aconselha metodologias, e aí começa a valer uma série de critérios práticos, especialmente baseados na experiência de hidrólogos e técnicos locais.

Um dos critérios indica que a densidade populacional afeta a densidade da rede. É quase impossível instalar e operar, de forma satisfatória, uma série de estações cuja população é escassa. Por exemplo, a criação de mais de duas estações em uma bacia de 1 000 km², quando a população da área é de apenas 100 pessoas, é quase impossível, principalmente se esta população não é permanente. Além disso, é difícil até mesmo para encontrar observadores em zonas pouco povoadas, onde o acesso é complicado.

Assim, a densidade mínima de estações pluviométricas sugeridas pela Organização Meteorológica Mundial é apresentada no Quadro 21.2. Em geral, a precipitação deve se medida com postos uniformemente distribuídos, de acordo com as possibilidades práticas (especialmente a disponibilidade de observadores) e as necessidades de dados. Nas regiões montanhosas, a atenção deve ser dada ao zoneamento vertical.

Uma rede mínima deve conter pelo menos quatro tipos diferentes de estações:

- 1- Pluviométricas: estas estações devem medir com uma frequência mínima diária. No caso de Teresina a ANA mantém uma estação com boa série histórica e não se observa necessidade de dados adicionais.
- 2- Pluviográficos: Este tipo de estação procura determinar a chuva discretizada em intervalos pequenos. Isso é particularmente importante para o posterior dimensionamento de redes pluviais. Este tipo de estação é basicamente a que se sugere de ser instalada.
- 3- Climáticas/hidrometeorológicas: para determinação de variáveis climáticas tais como temperatura, umidade, pressão atmosférica, etc.
- 4- Linigráficas, para determinação do nível de rios e córregos principais.

Quadro 21.2. Densidade mínima de estações pluviométricas (WMO, 1994).

Região	Densidade Mínima de estações (em km ² por estação)	
	Pluviométricas	Pluviográficas
Costeira	900	9.000
Montanhosa	250	2.500
Planícies Interiores	575	5.750
Morros	575	5750
Pequenas ilhas	25	250
Áreas urbanas		10-20
Polar/Árida	10.000	100.000

O serviço de monitoramento pode ser realizado por empresas ou instituições especializadas, já que a cidade dificilmente pode assumir este tipo de gestão. Em associação com o monitoramento, é necessário planejar um banco de dados e a disponibilização dos dados de forma pública. Assim, sugere-se estabelecer parcerias com as instituições de ensino e pesquisa (tais como UFPI, Embrapa, INPE, ANA, etc.) que podem dar sustentação e

valor agregado às informações através de pesquisas na área, ao mesmo tempo em que adquirem o conhecimento sobre o funcionamento da rede.

Justificativa: Para determinação das vazões nas bacias urbanas são utilizados modelos hidrológicos que possuem parâmetros que são estimados com base em dados observados de precipitação e vazão ou estimados através de informações de literatura. Os estudos realizados utilizaram algumas das informações pré-existentes na cidade, no entanto, observou-se a necessidade de uma amostra mais representativa e com um período de observação mais prolongado. Nas cidades brasileiras não existem dados de qualidade da água dos pluviais. Estas informações são importantes para conhecer o nível de poluição resultante deste escoamento, as cargas dos diferentes componentes, visando estabelecer medidas de controle adequadas.

Objetivos: Os objetivos do programa são de aumentar a informação de precipitação, vazão, parâmetros de qualidade da água de algumas bacias representativas do desenvolvimento urbano e acompanhar qualquer alteração do seu comportamento frente ao planejamento previsto.

Metodologia: No Anexo 54 é apresentado um mapa contendo a localização aproximada das estações pluviográficas propostas. No mapa se indicaram círculos com 25 km² de área que representa a área máxima que um pluviógrafo deveria monitorar para estar de acordo com os padrões da OMM. No momento da instalação, deverão ser colocados o mais próximo possível do centro do círculo para assegurar uma correta cobertura espacial. O local exato não poderá ser indicado com maior precisão, uma vez que depende de arranjos com moradores, escolas, etc. de forma a assegurar que o aparelho esteja o mais protegido possível da ação de vândalos.

Resulta assim que o número mínimo de pluviógrafos para atender as recomendações da OMM é de 19 pluviógrafos. Ainda, devem-se considerar 2 sensores de níveis nos maiores rios e em torno de 5 postos linigráficos em sub-bacias representativas da cidade (pelo menos uma em cada SDU). Quanto aos linígrafos, no rio Poti e rio Parnaíba é sugerida a instalação

próximo aos postos linimétricos existentes (postos da ANA, já localizados anteriormente) de forma a utilizar a mesma curva chave.

Ainda, deve-se incluir, pelo menos, um linígrafo no rio Poti e outro no rio Parnaíba alguns quilômetros a montante de Teresina (aprox. 50-100km) para serem utilizados como parte do sistema de alerta contra enchentes, em forma complementar as informações de outras fontes. Com relação a outras fontes, sugere-se estabelecer convênios com a CHESF e outras companhias e instituições de forma de compartilhar oficialmente informações meteorológicas, que, mesmo não sendo colhidas em Teresina, representam fenômenos com potencial impacto na cidade.

A leitura de dados nos pluviógrafos e linígrafos deverá acontecer a cada 5 minutos utilizando o sistema automatizado, e a transmissão de dados via GPRS em forma telemétrica deverá acontecer com uma frequência mínima horária.

Descrição dos aparelhos propostos: Consiste em um pluviômetro com *datalogger* e transmissão via GPRS. Alguns aparelhos serão equipados também com linígrafos (ou seja, serão estações pluviográficas e linigráficas). Antes de sua implementação, sugere-se que se faça contato com o setor de meio ambiente, já que incluir sensores de umidade e temperatura implica em um custo marginal ínfimo. Ainda, modificando o aparelho, e com um custo baixo podem ser incorporados sensores tais como temperatura, umidade relativa, pressão barométrica, radiação solar e outros que enriquecerão a possibilidade de análises e informações.

Características do pluviômetro: Resolução mínima: 0,2 mm; - Área de coleta em aço ou alumínio: 200 mm;- Cone do Sensor em alumínio anodizado - Prata;- Cabo: Par trançado mínimo de 5 metros

Características do *datalogger*: incluindo bateria selada 12v/ mínimo 7ah, painel solar mínimo 5w, mínimo de 2 canais sendo, 1 canal analógico com entrada de 0 á 5v e 1 canal de entrada digitais (pulso) para sensor de precipitação. – caixa de proteção super-resistente a prova de intempéries e com material (*shield* contra radiação solar); coleta de dados e conexão: através de cabo usb/serial rs232; - intervalo de amostragem mínimo: de 40 seg. até

dias; capacidade mínima de memória: 31750 registros; software de configuração, conexão e download dos dados armazenados; - formatação dos dados: em arquivo texto compatível com Excel[®] e outras planilhas; Manual em português

Características do sensor de nível opcional (linígrafos): Princípio: Transdutor Piezo-Resistivo ou de bóia. Caso seja pelo princípio: Transdutor Piezo-Resistivo, corpo em aço inox, cabo Ventilado em poliuretano para compensação das variações da pressão atmosférica, - Exatidão mínima: combinando não linearidade, histerese e repetibilidade + ou – 0,3 final de escala, temperatura de operação: 0°C até 40°C, Range: Padrão 15 MCA, Comprimento padrão do cabo ventilado: 25m, Classificação do invólucro e cablagem: Nema 6(IP 68).

Para obter a vazão, esta será calculada a partir da estrutura de medida: calha Parshall, vertedor ou curva-chave.

Sistema de Telemetria via GPRS: inclui modem GPRS configurado com firmware interno; Pannel solar de 10W ; Coletor universal de dados para configuração de intervalo de - tempo, recepção e acúmulo de dados no PC; Fonte de energia; cartão de operadora de celular, sendo que o sistema deverá estar pré-pago para o funcionamento durante 5 anos.

Custos: A partir de orçamentos solicitados a fabricantes e dos custos de manutenção da rede hidrometeorológica da Agência Nacional de Águas foram estimados os custos de implantação e manutenção da rede a seguir.

- Custo do pluviógrafo + *data logger* + GPRS = R\$ 10.000
- Custo do pluviógrafo + *data logger* + GPRS = R\$ 15.000
- Custo de Instalação de pluviógrafo = R\$10.0000
- Custo adicional de instalação para o linígrafo = R\$10.000

No caso de redes de monitoramento, sugere-se seu planejamento para um horizonte de aproximadamente 20 anos, uma vez que prazos menores implicam em possibilidade que por problemas estritamente financeiros (ausência da rubrica em um determinado ano) ou políticos (mudança de secretário ou prefeito) o sistema deixe de funcionar.

Assim, considerando uma vida útil de sete anos (valores superiores dificilmente são alcançados uma vez que a ação dos vândalos acaba com os equipamentos), serão necessários um total de 63 aparelhos (19 a serem instalados na cidade, 2 a montante e mais duas substituições durante os 20 anos do projeto). No Quadro 21.3 se detalham os custos de aquisição de aparelhos para o monitoramento da rede. Os custos não incluem aparelhos de informática necessários (servidores de armazenamento e processamento e notebooks para coleta de dados), sendo seu custo na faixa de 5% do valor apurado, uma vez que estes custos podem ser ainda diluídos no acordo com as instituições de coleta de dados.

A análise dos custos mostra um investimento inicial de R\$ 525.000 que, considerando a aquisição de novos aparelhos, resulta em um valor de aproximadamente R\$ 1 milhão de reais, em 20 anos.

Quadro 21.3. Densidade mínima de estações pluviométricas (WMO, 1994).

Item	Quant.	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Pluviógrafos	21	10.000,00	210.000,00
Linígrafos (custo marginal)	7	5.000,00	35.000,00
Instalação pluviógrafos	21	10.000,00	210.000,00
Instalação linígrafos	7	10.000,00	70.000,00
Custo inicial			525.000,00
Reposição Pluviógrafos	42	10.000,00	420.000,00
Reposição Linígrafos	7	5.000,00	70.000,00
Custo em 20 anos			1.015.000,00

Quanto ao custo de manutenção, ele inclui a segurança do aparelho (geralmente é remunerado um morador local), manutenção da parte eletrônica, e manutenção do local (limpeza, capina, prumo, etc.). O valor foi estimado em R\$ 450 por estação, o que resulta em um valor próximo a R\$ 10.000/mês ou R\$ 120.000/ano.

Embora o valor de alguma forma possa parecer alto, considerando que o valor por metro de tubulação instalado para o diâmetro de 1,20m é de R\$ 1.810,12 e para 1,50m é de R\$ 2.489,28, ou seja, a diferença resulta em R\$ 679,17. Considerando ainda que, com os dados coletados ao longo de 20 anos, se torne possível refinar o dimensionamento e utilizar a tubulação de 1,20m no lugar da tubulação de diâmetro 1,50m, vemos que em somente 2 km (valor irrisório para a cidade como um todo, o valor é rapidamente superado em qualquer uma das sub-bacias urbanas), a diferença de custos chega a mais de um milhão de reais, o que pagaria o sistema. Fazendo o mesmo cálculo, só que ao invés disso considerando que uma rede subdimensionada fosse mais bem estimada, os custos evitados de inundações resultam algumas vezes superiores ao valor indicado. Estes cálculos simples demonstram, sem sombra de dúvidas, a pertinência e relevância do sistema proposto.

21.6.2.3 Avaliação de mudanças no uso do solo

O Plano Diretor de Drenagem Urbana baseia suas estimativas na densificação, e consequentemente na impermeabilização prevista no Plano Diretor da Cidade (Teresina 2015). Não há garantia de que a máxima urbanização prevista no Plano no horizonte de planificação seja alcançada, assim é necessário o monitoramento da urbanização e uso do solo, mas também da impermeabilização da cidade.

O desenvolvimento urbano da cidade é dinâmico e o monitoramento da densificação urbana visa à avaliação deste processo sobre o impacto na infraestrutura da cidade. Em estudos hidrológicos desenvolvidos nos últimos anos com dados de cidades brasileiras, incluindo Porto Alegre, Campana e Tucci (1994) apresentaram uma relação bem definida entre a densificação urbana

Objetivo: Acompanhar a variação das áreas impermeáveis das bacias hidrográficas na cidade, verificando alterações das condições de planejamento.

Metodologia: Este programa pode ser estabelecido com base no seguinte:

- Obter anualmente imagem de satélite da cidade;

- Para cada uma das bacias da cidade determinação sistemática das áreas impermeáveis;
- Atualizar o cadastro de propriedades quanto à alteração das áreas impermeáveis e cobrança pelos serviços de drenagem;
- Verificar se estão dentro dos cenários previstos no Plano Diretor Urbano;
- Sempre que houver novos levantamentos populacionais, atualizar a relação densidade x área impermeável. Ajustar esta relação para áreas comerciais e industriais.

21.6.2.4 *Monitoramento de resíduos sólidos na drenagem*

Existem grandes incertezas quanto à quantidade de material sólido que chega ao sistema de drenagem. A avaliação destas informações é muito limitada no Brasil. Geralmente, é conhecida a quantidade de material sólido coletado em cada área de coleta, mas não se conhece quanto efetivamente chega à drenagem. Os números podem chegar a diferenças de magnitude significativas.

Justificativa: Os estudos de drenagem urbana partem dos princípios de que um conduto tem capacidade de transportar a vazão que chega no seu trecho de montante e não é possível estimar quanto deste conduto estará entupido em função da produção de material sólido. Desta forma, muitos alagamentos que ocorrem são devidos, não à falta de capacidade projetada do conduto hidráulico, mas por causa de obstruções provocadas pelo material sólido. Para que seja possível atuar sobre este problema é necessário conhecer melhor como os componentes da produção e transporte deste material ocorrem em bacias urbanas.

Objetivos: Quantificar a quantidade de material sólido que chega à drenagem pluvial, como base para implantação de medidas mitigadoras.

Metodologia: Para quantificar os componentes que envolvem a produção e transporte do material sólido é necessário definir uma ou mais áreas de amostra. A metodologia prevista é a seguinte:

- Definir as metas de um programa de estimativa dos componentes do processo de geração e transporte de material sólido para a drenagem;
- Escolher uma ou mais áreas representativas para amostragem;
- Definir os componentes;
- Quantificar os componentes para as áreas amostradas por um período suficientemente representativo;
- Propor medidas mitigadoras para a redução dos entupimentos

21.6.3 Revisão e ampliação do Cadastro e da topografia relacionada ao sistema de drenagem

O sistema de drenagem atual na cidade de Teresina não possui cadastro. No Plano foram realizados levantamentos que permitiram identificar a macrodrenagem e relacioná-la com a topografia disponível na cidade. No entanto, observa-se que o levantamento topográfico tem uma resolução interpolada, o que pode levar a erros importantes na avaliação das áreas de inundação, e ainda foram encontrados erros na rede de pontos existentes.

Além disso, os seguintes aspectos podem comprometer a drenagem:

(a) praticamente não existem informações de importante parte da microdrenagem, onde o escoamento poderá estar produzindo inundações. É comum observar-se na cidade condutos insuficientes na microdrenagem;

(b) o estado de obstrução em que se encontram os condutos e os canais pode comprometer sua capacidade de escoamento.

Para melhorar este panorama, este Plano produziu um manual de cadastro da Rede, que, no entanto, sem uma ação efetiva tem poucas chances de triunfar.

Justificativa: As diferenças de informações e as condições de obstrução do sistema de drenagem podem produzir incertezas que alteram o risco de inundação na cidade. Quando o escoamento é simulado admite-se que os condutos possuem uma capacidade de escoamento que pode não existir, se as informações não estão corretas, além de ser possível corrigir os problemas existentes.

Objetivo: Revisar a topografia básica (pontos intervia) e o cadastro de condutos pluviais da cidade quanto às informações topográficas e ao estado de obstrução dos sistemas de drenagem.

Metodologia: As atividades propostas são:

1. Utilizando GPS geodésico (L1/L2) e precisão dinâmica na casa do centímetro realizar um levantamento de cotas a cada 20m aproximadamente em todas as vias de Teresina e pontos de Interesse incluindo a faixa de urbanização prevista na cidade de forma de melhor caracterizar o relevo da cidade.
2. Com base nas simulações existentes identificar as áreas de potencial inundação na cidade;
3. Avaliar as condições dos condutos;
4. Com base no levantamento realizado na cidade identificar os locais de micro-drenagem que necessitam de levantamento e avaliação das obstruções;
5. Revisar os estudos hidrológicos com base nos novos dados.

21.6.4 Estudos complementares

21.6.4.1 Revisão dos parâmetros hidrológicos

O planejamento e o projeto das áreas estudadas foram elaborados com a utilização do modelo SCS (*Soil Conservation Service*), que possui dois parâmetros básicos relacionados com a separação do escoamento e áreas impermeáveis, e com o deslocamento do escoamento na bacia. Estes parâmetros caracterizam a vazão máxima de um determinado local em função das características físicas do solo, cobertura e áreas impermeáveis.

Justificativa: A estimativa dos parâmetros foi realizada com base em dados existentes que são em número limitado. Com a coleta de dados hidrológicos das bacias previstos no programa de monitoramento e aqueles que estão sendo implementados em programas recentes, será possível verificar a relação entre os parâmetros e as características das bacias, reduzindo as incertezas das estimativas.

Objetivo: O objetivo deste estudo é o de atualizar a relação entre os parâmetros do modelo utilizado e os tipos de solo, cobertura, características da drenagem e área impermeável.

Metodologia: As etapas da metodologia previstas são:

- Seleção dos eventos das bacias com dados disponíveis na cidade e do programa de monitoramento previsto;
- Determinação para a mesma época das características físicas da bacia;
- Determinação dos parâmetros com base nos dados observados de precipitação e vazão;
- Verificação das relações existentes e sua adaptação, caso seja necessário.

21.6.4.2 Dispositivos de retenção de resíduos sólidos em detenções

O plano desenvolvido previu o uso de detenções para amortecimento do escoamento em áreas urbanas, visando conter a ampliação das inundações. As detenções serão locais onde poderão ficar retidos os volumes de material sólido das bacias drenadas. No projeto

destes dispositivos é necessário definir estratégias de retenção do lixo, sem obstruir o escoamento e produzir inundações na vizinhança.

Justificativa: Existem várias alternativas para o projeto de detenções, devido às condições de alta produção de material sólido e grande parte deverá ser coletada antes de obstruir o escoamento da macrodrenagem. Neste sentido, é importante utilizar as detenções como locais concentrados de retirada do lixo. Para tanto, é necessário projetar dispositivos que trabalhem com o máximo de eficiência neste sentido.

Objetivo: Estudar dispositivos de retenção de material sólido, associados aos projetos de retenção.

Metodologia: Os procedimentos propostos são os seguintes:

- Identificação e análise dos dispositivos existentes na cidade para retenção de material sólido;
- Revisão da literatura sobre a eficiência dos dispositivos de retenção de lixo;
- Seleção de um grupo de alternativas pré-existentes e propostas para estudo experimental;
- Desenvolver modelo reduzido para ensaiar a eficiência dos dispositivos selecionados;
- Preparar manual de apoio ao projeto com base na avaliação do funcionamento experimental dos dispositivos.

21.6.4.3 Verificação dos dispositivos de controle

Na literatura existem vários dispositivos de controle. A experiência de funcionamento destes dispositivos foi documentada em vários países. No entanto, no Brasil, e particularmente em Teresina, não existe experiência sobre o assunto. Estes elementos podem apresentar variações de comportamento de acordo com as características de uso, produção de material sólido, clima, entre outros fatores.

Justificativa: Os dispositivos de controle do escoamento na drenagem urbana necessitam de avaliação. Com base nesta avaliação podem ser propostas mudanças de funcionamento.

Objetivo: Avaliar o funcionamento dos dispositivos de controle implantados na cidade com o advento deste Plano.

Metodologia: As etapas da metodologia propostas são:

- Cadastrar todos os dispositivos de controle tais como: pavimentos permeáveis, detenções e retenções e áreas de infiltração. Para este cadastro devem ser definidas as informações básicas para um banco de dados;
- Por amostragem dos dispositivos existentes e pelo acompanhamento dos profissionais de fiscalização, realizar anualmente uma avaliação da eficiência dos dispositivos. Neste caso, serão definidos os critérios de avaliação e os elementos a serem obtidos dos dispositivos selecionados.
- Com base, em pelo menos uma amostra representativa e funcionamento de um período de 3 a 5 anos, serão revistas recomendações preparadas no Manual de Drenagem Urbana com relação a construção dos dispositivos. Estas avaliações devem ser mantidas por um período que o projeto identifique que foram esgotados os aprimoramentos.

21.6.5 Redução da contaminação na drenagem pluvial

21.6.5.1 Causas e impactos

Nas áreas urbanas a contaminação da água pode acontecer em forma pontual, através das interconexões clandestinas com redes de esgoto sanitário é em forma difusa devido a um grande número de fontes de impactos que dispõem seus efluentes e contaminantes no subsolo como, por exemplo, a lavagem de ruas e calçadas que carrega óleos e graxas dos carros ou resíduos orgânicos advindos de animais domésticos.

21.6.5.2 *Objetivos e metas*

O objetivo deste programa é reduzir a contaminação das águas pluviais em Teresina, visando a conservação ambiental.

As metas deste programa são as seguintes:

- Com a entrada do sistema e coleta de esgoto na cidade, eliminar todas as fossas sépticas na área de cobertura de esgoto da cidade;
- Minimizar a contaminação dos tanques de combustível na cidade por meio de um programa de monitoramento dos volumes dos tanques e da qualidade da água subterrânea de toda a cidade;
- Monitorar e controlar os efluentes dos aterros de resíduos: doméstico e industrial na cidade.
- Otimizar o sistema de limpeza urbana incluindo campanhas de conscientização de forma de eliminar resíduos que potencialmente poderiam chegar na drenagem.

21.6.5.3 *Metodologia*

A metodologia deste programa envolverá várias etapas, listadas a seguir:

1. *Avaliação*

- 1.1. Mapeamento das interconexões de esgoto
- 1.2. Mapeamento das áreas com maior potencial contaminador
- 1.3. Mapeamento das fontes de contaminação
- 1.4. Implementação do programa de monitoramento de qualidade da água (já descrito)
- 1.5. Estimativa das contaminações sobre o aquífero

2. *Medidas de Controle*

- 2.1 Programa de educação ambiental e de limpeza urbana
- 2.2. Desenvolvimento de medidas de incentivos econômicos
- 2.3. Programa de eliminação das fossas sépticas
- 2.4. Programa de eliminação da contaminação dos aterros e efluentes
- 2.5 Programa de eliminação das fontes de contaminação de depósito de combustíveis
- 2.6 Programa de intensificação da limpeza urbana, especialmente no período de chuvas.

3. Avaliação dos resultados do Programa

- 3.1. Monitoramento específico das áreas dos programas
- 3.2. Avaliação das condições anteriores e posteriores as medidas adotadas nos programas planejados.

21.6.6 Definição do marco regulatório de Saneamento Básico de Teresina

Segundo a Motta (2005) a existência de monopólios ou direitos de concessão cria mercados sem os estímulos da concorrência e, portanto, sem incentivos a práticas eficientes de gestão, à expansão do produto e à redução das tarifas. Tais mercados exigem um marco regulatório que gere esses incentivos por meio de uma política tarifária e metas que considerem não só o equilíbrio econômico- financeiro das operadoras, mas também incluam penalizações e prêmios para aumentos de produtividade e sua repartição com os usuários.

A regulação garante investimentos ao assegurar aos operadores dos serviços a estabilidade na aplicação e nos processos de mudança das regras de concessão e operação. Essa estabilidade requer uma governança regulatória exercida por agências com autonomia técnica e decisória em relação a seus ministérios que faça valer tanto as obrigações como os direitos dos operadores dos serviços concedidos. Isso não significa que as agências devam aplicar a legislação livres de pressões administrativas e políticas. Também não significa que

elas devam estar isentas de qualquer controle. A transparência das decisões e a prestação de contas à sociedade evitam que a autonomia seja exercida de forma discricionária.

Existe o desafio em Teresina: desenvolver o sistema de gestão do Saneamento Básico em conformidade com o Plano Nacional de Saneamento Básico. Ainda, deve prover uma análise dos aspectos econômicos e de financiamento do setor, avaliando o retorno dos investimentos e fixando metas de prestação de serviços.

21.6.6.1 Justificativa e objetivo do Programa

A viabilização do Plano Diretor de Drenagem urbana depende da existência de uma estrutura de gestão eficiente, que permita implementar o plano na sua totalidade. Esta estrutura depende da adequação do marco regulatório do Saneamento Básico na cidade de Teresina ao exigido pela Lei 11.445 que regula o setor no nível Federal, e da efetiva implementação do mesmo, levando em conta os aspectos da drenagem pluvial, como dos esgotos sanitários, abastecimento de água e resíduos sólidos.

A Lei 11.445/2007 possibilita planejamento ao setor e estabelece critérios aos municípios e estados para acessar recursos do governo federal ou geridos por ele, como a necessidade de constituir conselhos formados por representantes da sociedade civil. Ainda estabelece uma série de premissas, tais como:

Direitos do Consumidor

As prestadoras de serviços passam a ser obrigadas a seguir diretrizes e metas estabelecidas pelos planos de saneamento. As concessionárias também terão de comunicar aos usuários quais providências tomaram em resposta a reclamações sobre os serviços, bem como informar os usuários sobre seus direitos.

Controle Social

O projeto inclui mecanismos que estimulam tanto a participação da sociedade no planejamento do setor como no controle social dos serviços. Para receber recursos geridos (FGTS) ou providos pela União (Orçamento Geral da União), os municípios e estados terão de constituir conselhos com representantes da sociedade civil, usuários dos serviços e

entidades de defesa do consumidor. O texto privilegia a coleta seletiva por cooperativas de catadores de recicláveis. Entidades devidamente reconhecidas pelo Poder Público, como associações de trabalhadores de baixa renda terão condições especiais nas concorrências públicas para contratação do serviço de coleta seletiva.

Transparência

O marco regulatório vai permitir a estados e municípios criar fundos de universalização dos serviços públicos de saneamento. Os fundos deverão ser alimentados com recursos da União ou de parte da receita das tarifas. Uma vez integrados ao fundos, os recursos só poderão ser usados em melhorias nas redes de abastecimento de água e esgotamento sanitário. O funcionamento dos fundos deverá ser fiscalizado pelos mecanismos de controle social. Com a entrada em vigor do marco regulatório, as concessionárias passam a ser obrigadas a fornecer informações sobre o funcionamento e desempenho dos sistemas de saneamento, que serão disponibilizadas ao público no site do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SNIS).

21.6.6.2 Metodologia

1. Avaliação da legislação setorial existente em Teresina e das diretrizes contidas em todos os Planos Setoriais (Resíduos Sólidos, Drenagem Urbana, Abastecimento de Água e Esgotos Sanitários) e no seu integrador, ou seja, o Plano Diretor de Saneamento básico.
2. Determinação das lacunas na legislação e instituições para cumprimento do marco regulatório federal, incluindo a sugestão de pessoal e equipamentos necessários.
3. Estabelecimento de metas de saúde e bem estar a serem cumpridas através do setor.
4. Elaboração dos termos de referência e legislação necessários para regulação do setor e implementação das concessões.

22 IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA DE TERESINA

22.1 Introdução

Em Teresina foi elaborado um diagnóstico e o dimensionamento de medidas de controle por bacia urbana, identificando os locais de alagamentos para os cenários de planejamento. Neste item as medidas estruturais e não estruturais são escalonadas no tempo em função dos problemas detectados, da capacidade técnica atual e, principalmente, das possibilidades financeiras do município. Esta priorização poderá ser revista, principalmente em função da disponibilidade de maiores recursos. Destaca-se, dentro das medidas estruturais a realização dos planos de obras em todas as bacias estudadas.

22.1.1 Medidas emergenciais

As medidas estruturais emergenciais, aquelas destinadas à solução dos problemas existentes na drenagem urbana de Teresina e que devem ser implementados de forma imediata para evitar maiores prejuízos da população.

Envolvem medidas estruturais e não estruturais, sendo provavelmente a mais importante a criação de um Conselho de Implementação do Plano Diretor de Drenagem Urbana, cuja finalidade é dar seguimento ao processo iniciado no Plano até que o sistema de gerenciamento da drenagem urbana esteja operacional.

As medidas emergências podem ser resumidas em:

1. Criação do Conselho de Implementação do Plano Diretor de Drenagem Urbana que nutrirá o processo iniciado no Plano. Sugere-se a seguinte composição: 2 (dois) representantes da SEMPLAN (Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação), 1 (um) representante por cada SDU (Superintendência de Desenvolvimento Urbano); 1 (um) representante da ARSETE (Agência de Regulação de Serviços Públicos de Teresina); 1 (um) representante da Secretaria de Meio Ambiente de Teresina;

2. Aprovação na Câmara Municipal do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Teresina;
3. Aprovação na forma de normativa da ARSETE ou decreto municipal ou Lei Municipal da legislação prevista no Plano sobre Drenagem Pluvial Urbana;
4. Projeto de obras para as bacias prioritárias. Este projeto visa melhorar o detalhamento do anteprojeto apresentado neste Plano, com a incorporação de informações atualizadas, especialmente as de cadastro de redes de drenagem urbana. As bacias prioritárias são: PD02, PD06, PD07, PD14, P10, P11, P12, PE31 e ainda as sub-bacias de Lagoas do Norte e Mocambinho, cujas obras estão sendo implementadas no momento de elaboração deste plano (vide mapa em Anexo 55).

Para desenvolver estas atividades recomenda-se que no respectivo termo de referência sejam incluídos já os termos de referência da avaliação ambiental conforme indicações da Secretaria de Meio Ambiente de Teresina, de forma de evitar a etapa extra de licenciamento ambiental.

O plano de obras conterá as seguintes ações:

- a. *Elaboração de um levantamento topográfico e cadastral das sub-bacias;*
- b. *Avaliação dos locais de alagamento:* Identificar os locais que inundam na cidade para os cenários e riscos escolhidos. Neste caso seria uma revisão do estudo de diagnóstico entregue neste estudo;
- c. *Estudo de Alternativas* para controle dos alagamentos para o risco e cenário de desenvolvimento urbano. Com base nos locais de inundação devem-se estudar as alternativas para controle com base na simulação de toda a bacia. Não se deve estudar estas alternativas de forma isolada, pois a solução de um local pode acarretar a transferência para outro. Este estudo de alternativa envolve a minimização dos custos de intervenções dentro dos parâmetros sociais e políticos;
- d. *Avaliação econômica da alternativa escolhida:* Este estudo envolve a análise benefício x custo da alternativa escolhida;

- e. *Avaliação Ambiental da alternativa*: Este componente do estudo deve avaliar o efeito das soluções na mitigação também dos problemas erosivos e de qualidade da água;
 - f. *Verificação da solução*: Esta verificação trata de examinar os cenários acima do estabelecido para o projeto, identificação condições de emergências no qual deve a Defesa Civil estar preparada;
 - g. *Desenvolvimento de Anteprojeto*: Detalhamento das obras de controle que permita a licitação e o projeto executivo. Eventualmente e para as bacias prioritárias, poderá ser licitado diretamente o projeto executivo.
5. Revisão do sistema de proteção contra enchentes existente, e elaboração de um plano de complementação do mesmo para assegurar uma proteção uniforme ao longo do sistema, evitando pontos fracos na estrutura.
6. Procurar financiamento para a implementação das etapas iniciais do Plano, sendo sugeridas, *a priori*, as seguintes alternativas:
- Orçamento geral da União por meio de emendas;
 - Investimentos do setor de saneamento por meio do Fundo de Garantia e gerenciado do Ministério das Cidades e Caixa Econômica;
 - Bancos nacionais de fomento, como o BNDES;
 - Bancos internacionais, como BID e Banco Mundial.

Estas fontes de financiamentos podem ser abordadas dentro de um programa de conjunto para todas as bacias, caracterizando um projeto, onde fique definida a recuperação de custo e pagamento do financiamento.

22.1.2 Medidas de médio prazo

Estão englobadas nesta categoria aquelas ações que, sem ser emergenciais, precisam de uma solução dentro de um prazo de 1 a 2 anos. Entre as medidas se destacam:

1. Provisão de um sistema de previsão contra enchentes para as áreas atualmente não protegidas na margem do Parnaíba e Poti, seguido da implementação complementar de medidas não estruturais (zoneamento) e estruturais (Ex. dique, reservatórios).
2. Plano de obras para as sub-bacias de prioridade intermediária (PE9, PE11, PE13, PE14, PE15, PE16, PE18, PD08, PD10, PD11, PD12, P05, P06, P07, P09, P13, P14, P15) conforme mapa em Anexo 55.

22.1.3 Medidas de longo prazo

As medidas de longo prazo envolvem todas as outras medidas não enquadradas nas categorias acima, incluindo medidas estruturais como o plano de obras das outras sub-bacias, bem como medidas não estruturais, como a revisão deste Plano conforme diretrizes da Lei 11.445.

22.2 Cronograma

Em vista do exposto no item anterior, a seguir é apresentado o cronograma de implantação das medidas propostas no PDDrU de Teresina, extensamente apresentadas e detalhadas nos Capítulos 16, 17 e 21 deste Volume Final do PDDrU de Teresina.

Os prazos previstos são estimativos e certamente dependem da capacidade técnica e financeira da Prefeitura Municipal de Teresina e demais órgãos e instituições relacionados à drenagem urbana e gestão dos recursos hídricos.

MEDIDAS PROPOSTAS NO PDDrU DE TERESINA	ANO	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Medidas Não Estruturais										
Criação do Conselho de Implementação do PDDrU de Teresina										
Aprovação na Câmara Municipal do PDDrU de Teresina										
Aprovação da Legislação sobre Drenagem Pluvial Urbana prevista no PDDrU										
Obrigatoriedade de implementação de medidas não estruturais para novas edificações/lotamentos										
Elaboração dos Planos de Obras para as sub-bacias prioritárias										
Revisão do Sistema de Proteção contra Enchentes existente										
Buscar financiamento para implantação das etapas iniciais (medidas estruturais) do PDDrU										
Provisão de Sistema de Previsão de Enchentes para áreas não protegidas										
Implantação do Zoneamento proposto no PDDrU										
Elaboração dos Planos de Obras para as sub-bacias de prioridade intermediária										
Revisão do PDDrU de Teresina										
Elaboração dos Planos de Obras para as demais sub-bacias urbanas										
Implementação do Programa de Capacitação										
Implementação do Programa de Monitoramento										
Revisão e ampliação do cadastro do Sistema de Drenagem										
Realização dos Estudos Complementares										
Realização do Programa de Redução da Contaminação na Drenagem Pluvial										
Definição do marco regulatório de Saneamento Básico de Teresina										
Medidas Estruturais										
Implantação das medidas estruturais contra inundações ribeirinhas										
Implantação das obras previstas nos Planos de Obras por sub-bacia										

Legenda:

	Medidas emergenciais
	Medidas de médio prazo
	Medidas de longo prazo

23 EQUIPE TÉCNICA

23.1 Equipe Chave

Nome	Especialidade	Cargo
<i>Celso Queiroz</i>	Especialista em Drenagem Urbana	Diretor de Projeto
<i>Silvio de Oliveira</i>	Meteorologista	1º Consultor
<i>Luis A. Villaça de Garcia</i>	Especialista em Recursos Hídricos Superficiais	2º Consultor
<i>Alexandre Costa</i>	Especialista em Engenharia Hidráulica	3º Consultor
<i>Martinho Rottmann</i>	Especialista em Geologia	4º Consultor
<i>Fernando Bidegain</i>	Especialista em Planejamento Regional e Meio Ambiente	5º Consultor
<i>Alexandre Cabral</i>	Especialista em Direito Administrativo	6º Consultor
<i>Renato. B. L. Neto</i>	Especialista em Geoprocessamento e foto-interpretação	7º Consultor
<i>Rogério Drumond</i>	Especialista em Saneamento	Engenheiro Residente

23.2 Equipe de Apoio Técnico

Nome	Especialidade
<i>Daniel G. Allasia P.</i>	Especialista em Drenagem Urbana
<i>Rutinéia Tassi</i>	Especialista em Drenagem Urbana
<i>Juan Martin Bravo</i>	Especialista em Simulação Hidráulico-Hidrológica
<i>Lidiane Souza Gonçalves</i>	Especialista em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

24 BIBLIOGRAFIA

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.004: Resíduos sólidos – Classificação - Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.006: Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos - Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.007: Amostragem de Resíduos Sólidos - Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10.703: Degradação do Solo - Terminologia - Elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

AKTER, M.S.; MADANY, I.M. (1993). Heavy metals in street and house dust in Bahrain. Water Air and Soil Pollution, v. 66, p. 111 -119.

ALLASIA, D. G.; VILLANUEVA, A. O. N. (2007a). Custo da incerteza na macrodrenagem urbana I: Determinação dos parâmetros mais sensíveis na modelagem de macrodrenagem urbana. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, em impressão, v. 12, p. 1-11.

LLASIA, D. G.; VILLANUEVA, A. O. N. (2007b). Custo da incerteza na macrodrenagem urbana II: Influência do erro na estimativa do CN sobre o custo da rede. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, em impressão, v. 12, p. 12-22.

ALLISON, R.A., WALKER, T.A., CHIEW, F.H.S., O'NEILL, I.C. & MCMAHON, T.A. (1998a). FROM ROADS TO RIVERS - Gross pollutant removal from urban waterways, Research Report for the Co-operative Research Centre for Catchment Hydrology, Australia, 98 p.

ALLISON, R. A., CHIEW F. H. S. & MCMAHON, T. A. (1998b). A decision-suport-system for determining effective trapping strategies for gross pollutants. Report 98/3 Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology.

ALVA, Eduardo N. (1997). Metrópolis (In) Sustentáveis. Rio de Janeiro: Relume Dumará.

ANA. Agência Nacional de Águas. (2010). Série de dados Pluviométricos do posto CHESF de Teresina. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>> Acesso em: 29 jul. 2010.

ARAUJO, L. E. *et al.* (2008). Análise estatística de chuvas intensas na bacia hidrográfica do Rio Paraíba. Rev. Bras. Meteorol. [online]. V.23, n.2, p.162-169.

ARMITAGE, N.; ROOSEBOOM, A. (1998). The removal of litter from stormwater conduits in the developing world. In; BUTER,D.; MAKSIMOVIC, C. (1998). Developments in urban drainage modeling (UDM'98). Pre-prints of fourth international conference. London.

ARMITAGE, N.; ROOSEBOOM, A. (2000a). The removal of urban litter from stormwater conduits and streams: paper 1 – The quantities involved and catchment litter management options. Water AS, n.2, v.26. Disponível em: <www.wrc.org.za>

ARMITAGE, N.; ROOSEBOOM, A. (2000b). The removal of urban litter from stormwater conduits and streams: paper 2 – Model studies of potential trapping structures. Water AS, n.2, vol.26. Disponível em: <www.wrc.org.za>

ARMITAGE, N.; ROOSEBOOM, A. (2000c). The removal of urban litter from stormwater conduits and streams: paper 3 – Selecting the most suitable trap. Water SA, n.2, v.26. Disponível em: <www.wrc.org.za>

ARMITAGE, N.; ROOSEBOOM, A.; TOWNSHEND, P. (1998) The removal of urban litter from stormwater conduits and streams. Water Research Commission Report No. TT 95/98, Pretoria.

ARNOLD, G. e RYAN, P. (1999). Marine Litter originating from Cape Town's residential, commercial and industrial areas: the connection between street litter and storm-water debris. A co-operative community approach. Island Care New Zealand Trust, Department of Geography, The University of Auckland, New Zealand. Percy FitzPatrick Institute, University of Cape Town.

ASHKAR, F.; BOBÉE, B. (1989). A discussion of statistical distributions and fitting techniques used in flood frequency analysis. Ninth Canadian Hydrotechnical Conference, St. Johns, Newfoundland, 8-10 Junho, 1989.

AYRES & LOPES (1985). *Chuvas de pequena duração no Estado do Paraná* (Posto de Cianorte). Departamento de Estradas de Rodagem – DER. Curitiba, 32 p.

AZEVEDO MARQUES NETO, F. (2005). A Nova Regulamentação Dos Serviços Públicos. Revista Eletrônica do Direito Administrativo Econômico. N 1 – fevereiro/março/abril de 2005 – Salvador – Bahia – Brasil.

BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. O.; BARRAUD, S. (2005). Técnicas compensatórias em drenagem urbana. Porto Alegre/RS: ABRH. 266 p.

BINDER, W. (1998). Rios e Córregos, Preservar - Conservar – Renaturalizar. A Recuperação de Rios, Possibilidades e Limites da Engenharia Ambiental - Rio de Janeiro: SEMADS, 41 p.: il. ISBN 85-87206-04-4

BOLLER, M. (2003). Urban wastewater management in transition. In: Toward sustainable urban stormwater managment. EAWAG News, v.57, p.23-28.

BOLLER, M.; STEINER, M. (2002). Diffuse emission and control of copper in urban surface runoff. Wat.Sci.Technol, v.46, p.173-181.

BRASIL. (1973). Departamento Nacional de Produção Mineral. Projeto Radam. Folha SB.23 Teresina e parte da folha SB.24 Jaguaribe; Geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. v.02. Rio de Janeiro.

BRASIL. (1988). Constituição Federal. Câmara dos Deputados, Brasília: edição atualizada em agosto de 1998.

BRITES, A. P. Z.; GASTALDINI, M. C. C. (2005). Avaliação da carga difusa da drenagem pluvial urbana na bacia hidrográfica Cancela. In: XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005, Campo Grande/MS. Rio de Janeiro/RJ: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.

CABRAL, B. (1999). Legislação Brasileira de Resíduos Sólidos e Ambiental Correlata. Fundação Biblioteca Nacional, Brasília: 1999.

CALHEIROS, R. (2004). Preservação e Recuperação das Nascentes / Calheiros, R. de Oliveira et al. Piracicaba: Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios PCJ - CTRN. XII 40 p.: il.; 21 cm.

CAMPANA, A.N. (1994). Impacto da urbanização nas cheias urbanas. 213f. Tese de Doutorado. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

CAMPANA, N. A.; TUCCI, C. E. M. (1994) Estimativa da área impermeável de macrobacias urbanas. Revista Brasileira de Engenharia. V. 12, n.2, p. 79-94.

CARDOSO, C. O.; ULLMANN, M. N.; BERTOL, I. (1998). Análise de Chuvas Intensas a partir da Desagregação das Chuvas Diárias de Lages e de Campos Novos (SC). R. Bras. Ci. Solo, 22:131-140.

CECÍLIO, R. A.; PRUSKI, F. F. (2003). Interpolação dos parâmetros da equação de chuvas intensas com uso do inverso de potências da distância. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.7, n.3, p. 501-504.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. (1979). Drenagem urbana: manual de projeto. São Paulo, 1979. 479 p.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. (2008). Relatório de qualidade das águas interiores no estado de São Paulo, 2007. Série Relatórios. Secretaria do Meio Ambiente. São Paulo: CETESB, Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/publicacoes.asp>.

CHAVES, H. M. L. (1994). Estimativa da erosão atual e potencial no Vale do São Francisco. Relatório final de Consultoria. CODEVASF/FAO, Brasília.

CHAVES, M. (1998). Obra Completa, Teresina, Fundação Cultural Mons. Chaves, 1998.

CHAVES, S. V. V. (2009). A vulnerabilidade socioambiental em Teresina, Piauí. Dissertação de Mestrado. Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Piauí (PRODEMA/UFPI/TROPEN), Teresina, 177 p.

CHOE, J. S.; BANG, K. W.; LEE, J. H. (2002). Characterization of Surface Runoff in Urban Areas. *Water Science and Technology*, v.45, n. 9, p. 249-254.

CHOW, V. T. (1959). *Open channel hydraulics*. New York: McGraw-Hill.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (2002). Resolução nº 307, de 02 de julho de 2002. Ministério do Meio Ambiente.

CONAMA. Conselho Nacional Do Meio Ambiente (2005). Resolução nº 358, de 29 de abril de 2005. Ministério do Meio Ambiente.

CORNELIUS, M.; CLAYTON, T.; LEWIS, G. ARNOLD, G. e CRAIG, J. (1994). Litter associated with stormwater discharge in Auckland city New Zealand. Auckland: Island Care New Zealand Trust.

CRUZ, P.; REIS, L.; BARROS, A.; NEVES, J.; CÂMARA, F. (2007). Estudo Comparativo da Qualidade Físico-Química da Água no Período Chuvoso e Seco na Confluência dos Rios Poti e Parnaíba em Teresina/PI. In: II Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, João Pessoa – PB.

CUNGE, J.A.; HOLLY, F.M.; VERWEY, A. (1980) *Practical aspects of computational river hydraulics*. Pitman Advanced Publishing Program, 420 p.

CUNNANE, C. (1978). Unbiased plotting positions – a review. *Journal of Hydrology* 37.

DAMÉ, R. C. F. (2001). Desagregação de precipitação diária para estimativa de curvas Intensidade-Duração-Frequência. 131 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Porto Alegre.

DAMÉ, R. C. F.; PEDROTTI, C. B. M.; CARDOSO, M. A. G.; SILVEIRA, C. P.; DUARTE, L. A. D.; ÁVILA, M. S. V.; MOREIRA, A. C. (2006). Comparação entre curvas intensidade-duração-

frequência de ocorrência de precipitação obtidas a partir de dados pluviográficos com àquelas estimadas por técnicas de desagregação de chuva diária. Revista Brasileira de Agrociência, v.12, n.4, p. 505-509.

DAMÉ, R. C. F.; TEIXEIRA, C. F. A.; TERRA, V. S. S. (2008). Comparação de Diferentes Metodologias para Estimativa de Curvas Intensidade-Duração-Frequência para Pelotas – RS. Eng. Agríc., Jaboticabal, v.28, n.2, pp.245-255, abr./jun. 2008.

DAMÉ, R. C. F.; TEIXEIRA, C. F. A.; TERRA, V. S. S.; ROSSKOFF, J. L. C. (2010). Hidrograma de projeto em função da metodologia utilizada na obtenção da precipitação. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.14, n.1, pp. 46–54.

DAVIS, A. P.; McCUEN R. H. (2005). Stormwater Management for Smart Growth. New York/NY: Springer. 368 p.

DAVIS, A.P.; SHOKOUHIAN, M.; NI, S. (2001). Loading estimates of lead, copper, cadmium and zinc in urban runoff from specific sources. Chemosphere, v.44, p.997-1009. 2001.

DESMET, P. J. J.; GOVERS, G. (1996). A GIS procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. Journal of Soil and Water Conservation, v. 51, n. 5, p. 427–433.

DIÁRIOS DA ASSEMBLÉIA LEGISLATIVA DO ESTADO DO PIAUÍ. Teresina, Gráfica do TJE.

DIÁRIOS DA JUSTIÇA. Teresina, Gráfica do TJE.

DIÁRIOS OFICIAIS DA UNIÃO. Brasília, Imprensa Oficial.

DIÁRIOS OFICIAIS DO ESTADO DO PIAUÍ. Teresina, Gráfica da COMEPI.

DIÁRIOS OFICIAIS DO MUNICÍPIO DE TERESINA. Gráfica da COMEPI.

DIAZ, O. (1987) Precipitação de projeto e regionalização de hidrogramas unitários para bacias urbanas brasileiras. Dissertação de Mestrado, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 347 p.

DMAE. Departamento Municipal de Água e Esgotos. (2003). Avaliação da qualidade da água do Lago Guaíba – Subsídios para gestão da bacia hidrográfica. Revista Pesquisa Ecos, ano 4, n.7. Porto Alegre.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION. (2005). Bureau of Stormwater Management. Division of Waterways, Wetlands and Erosion Control Pennsylvania Stormwater Best Management Practices Manual - DRAFT – January/2005.

ENGEL, B.; MOHTAR, R. (2006). Estimating soil erosion using RUSLE and the ArcView GIS. Disponível: <<http://pasture.ecn.purdue.edu/~abe526/resources1/workshop/gisrusle2.doc>>

FAO. (1980). Metodologia provisional para evaluation de la degradacion de los suelos. Roma: FAO/PNUMA: UNEP: UNESCO. 86 p. il.

ESTADO DO PIAUÍ. (1989). Constituição do Estado do Piauí: Leis Básicas do Estado do Piauí. Nildomar da Silveira Soares. JOLENNE – Gráfica e Editora, edição 2000.

FARINASSO, M.; CARVALHO JÚNIOR, O. A.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T.; RAMOS, V. M. (2006). Avaliação qualitativa do potencial de erosão laminar em grandes áreas por meio da EUPS – Equação Universal de Perdas de Solos utilizando novas metodologias em SIG para os cálculos dos seus fatores na região do Alto Parnaíba – PI-MA. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.7, n.2.

FISRWG (1998). Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices - Federal Interagency Stream Restoration Working Group (15 Federal agencies of the USA gov't) ISBN-0-934213-59-3

FRAGOSO JR., C. R. (2004). Regionalização da Vazão Máxima Instantânea com base na Precipitação de Projeto. ReRH – Revista Eletrônica de Recursos Hídricos. V.1, n.1 Jul/Dez 2004, 5-13. Porto Alegre - RS: IPH. Semestral.

FREITAS, M. A. S. R; FREITAS, M. A. S. (2004). Subsídios à gestão hidroambiental no estado do Piauí. In: VII Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste. Anais. São Luiz, MA.

GODOY, S.; DIAZ, E. (2007). Aplicación del modelo digital de elevaciones de ASTER en geomorfología. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13, 2007, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE, 2007. p. 2405-2412.

GÓES, A. M. (1995). A Formação Poti (Carbonífero Inferior) da Bacia do Parnaíba. Programa de Pós Graduação em Geociências da Universidade de São Paulo. 230 f. Tese de Doutorado.

GÓES, A. M., FEIJÓ, F. J. (1994). Bacia do Parnaíba. Boletim de Geociências da PETROBRAS, Rio de Janeiro, 8(1):57-67.

GOMES, V. M.; CAMPANA, N. A.; BERNARDES, R. S. (2005). Aspectos relativos à Concentração Média do Evento-CME de poluentes encontrados em água de drenagem pluvial em área urbana. In: XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, João Pessoa/PB. Porto Alegre/RS : Associação Brasileira de Recursos Hídricos, v. 1. p. 1-10.

GRUBBS, F.; BECK, G. (1972). Extension of sample size and percentage points for significance tests of outlying observations. Technometrics, 14(4).

IBAM. INSTITUTO BRASILEIRO DE ADMINISTRAÇÃO MUNICIPAL. (2001). Gestão integrada de resíduos sólidos: Manual de gerenciamento integrado. Rio de Janeiro.

IWASA, O.Y. & FENDRICH, R. (1998). Controle de Erosão Urbana. In: Oliveira, A. M. S & Brito, S. N. A. Geologia de Engenharia, ABGE, Cap.16, São Paulo, SP, p.271- 281.

LEE, J. H.; BANG, K. W. (1999). Characterization of urban stormwater runoff. Wat. Res. V. 34, n.6, p. 1773-1780.

LEFF, E. (2001). Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Petrópolis - RJ: Vozes.

LIMA, A. J. (1996). Favela COHEBE: uma história de luta por habitação popular. Teresina: EDUFPI.

LIMA, E. A. M.; LEITE, J. F. (1978). Projeto estudo global dos recursos minerais da Bacia Sedimentar do Parnaíba - integração geológica-metalogenética. Recife, DNPM/CPRM, 2 v.

LIMA, I. M. M. F. Caracterização Geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Poti. Tese de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro - RJ, 1982.

LIMA, M. C. (2003). Degradação Físico-Química e Mineralógica de Maciços Juntos às Voçorocas. (Tese de Doutorado). Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 336 p.

LINE, D. E.; WHITE, N. M.; OSMOND, D. L.; JENNINGS, G. D.; MOJONNIER, C. B. (2002) Pollutant Export from Various Land Uses in the Upper Neuse River Basin. Water Environment Research, v. 74, n.1, p. 100-108.

LOUGH, G.C.; CHAUER, J.J.; PARK, J.S.; SHAFER, S.M.; DEMINTER, J.; WEINSTEIN, J. (2005) Emissions of metals associated with motor vehicle roadway. Environ. Chem. Technol. Vol.39, pp. 826-836.

MAKSIMOVIC, C. (2001). General overview of urban drainage principles in practice. In: TUCCI, Carlos E. M. Urban drainage specific climates: urban drainage in humid tropics. Paris: UNESCO. IHP-V. Technical Documents in Hydrology. N.40. vol.I. cap.0, pp. 1-23.

MARAIS, M., ARMITAGE, N. e WISE, C. (2004). The mensurament and reduction of urban litter entering stormwater drainage systems: paper 1 – Quantifying the problem using the city of Cape Town as case study. Water SA. Vol.30, n. 4.

MARAIS, M; ARMITAGE, N. (2004). The mensurament and reduction of urban litter entering stormwater drainage systems: paper 2 – Strategies for reducing the litter in the stormwater drainage systems. Water AS, vol. 30, n.4. Disponível em: www.wrc.org.za

MARENGO, J. A. (2008). Água e mudanças climáticas. Estudo. av. [online]. Vol. 22, n.63, pp. 83-96.

MELGAÇO, L.; SOUZA FILHO, C.; STEINMEYER, M. (2005). Comparação entre modelos digitais de elevação gerados por sensores ópticos e por radar. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12, 2005, Goiânia. Anais... São José dos Campos: INPE, 2005. p. 1215-1220.

MENEZES, R. S. (2005). Teresina vista do céu. Teresina: Halley.

MONTEIRO, C. A. B. (2004). Caracterização do Esgotamento Sanitário de Teresina: eficiência, restrições e aspectos condicionantes. Dissertação de mestrado, Teresina, Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Piauí, Teresina - PI, 233p.

MONTEIRO, J. H. P., *et al.* (2001). Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos. Rio de Janeiro: IBAM. 200p.

MOORE, I. D.; BURCH, G. (1986). Physical basis of the length-slope factor in the Universal Soil Loss Equation. Soil Science Society of America Journal, n.50, p.1294-1298.

MOTTA, R. S. (2005). PERSPECTIVAS 2006 - MARCOS REGULATORIOS. A regulação econômica perde o ritmo. In Revista Desafios do Desenvolvimento. Edição 19. Maio/2005. IPEA.

MOURA, M. G. B. (2006). Degradação ambiental urbana: uma análise de bairros da zona Norte de Teresina. 2006. 155 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). TROPEN/PRODEMA. Universidade Federal do Piauí, Teresina.

MOURA, M. G. B.; Lopes W. G. R. (2006). Lagoas da Zona Norte de Teresina e seu Entorno: Uma Análise Ambiental. In Anais do III ENCONTRO DA ANPPAS . Brasília – DF.

MUKAI, Toshio. (2004). Temas atuais de direito urbanístico e ambiental. Belo Horizonte: Fórum.

NEVES, M. G. F. P. (2006) Quantificação de resíduos sólidos na drenagem urbana. 227 f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

NEVES, M. G. F. P., TUCCI, C. E. M. (2003). Gerenciamento Integrado em Drenagem Urbana: Quantificação e Controle de Resíduos Sólidos. In: XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Curitiba. ABRH.

NEVES, M. G. F. P., TUCCI, C. E. M. (2008). Resíduos Sólidos na Drenagem Urbana: Estudo de Caso. RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos, V.13, n.4, Out/Dez 2008, p. 43-53.

NETER, J.; KUTNER, M.; NACHTSSHEIM, C.; WASSERMAN, W. (1996). Applied linear statistical models. 4th ed. Boston: WCB/McGraw-Hill. 791 p.

OLIVEIRA, C. (2005). Avaliação de modelos digitais de elevação gerados a partir de sensores remotos orbitais óptico (ASTER) e radar (RADARSAT-1, SRTM). 2005. 184p. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos.

OLIVEIRA, L. F. C.; CORTÊS, F. C.; WEHR, T. R.; BORGES, L. B.; SARMENTO, P. H. L.; GRIEBELER, N. P. (2005). Intensidade-duração-frequência de chuvas intensas para localidades no Estado de Goiás e Distrito Federal. Pesquisa Agropecuária Tropical, v.35, n.1, p.13-18.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA - ONS. (2008). Inventário das restrições operativas hidráulicas dos aproveitamentos hidrelétricos. RE 3/201/2008. Rio de Janeiro, RJ. 139p. II.

PARMA, G. (2007). Processamento de imagem ASTER para obtenção do MDE e da imagem ortorretificada do município de Palhoça, SC, Brasil. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13, 2007, Florianópolis. Anais... São José dos Campos: INPE.

PAZ, M. F.; GASTALDINI, M. C. C.; GELLER, R. A. (2003). Comparação da carga difusa em bacia urbana e rural. In: XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2003, Joinville/SC. Rio de Janeiro/RJ: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental.

PFAFSTETTER, O. (1957) Chuvas intensas no Brasil, Departamento Nacional de Obras e Saneamento, Rio de Janeiro, 419p.

PFAFSTETTER, O. (1982). Chuvas Intensas no Brasil: Relação entre Precipitação, Duração e Frequência de Chuvas Registradas com Pluviógrafos em 98 Postos Meteorológicos. 2. ed. Rio de Janeiro: Departamento Nacional de Obras de Saneamento, 1982. 426 p.

PIEROT, R. M. (2009). Investigação do Gerenciamento e Reciclagem dos Resíduos Sólidos Urbanos em Teresina. 95 f. Dissertação de Mestrado. Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, UFPI: Janeiro, 2009.

PINHEIRO, A.; BADIA, S. B. (2008). Efeitos da Curva-Chave sobre a Curva de Permanência dos Escoamentos em uma Bacia Agrícola. REA – Revista de Estudos Ambientais, v.10, n.2, p. 64-70, jul./dez. 2008.

PINTO, F. A.; FERREIRA, P. A.; PRUSKI, F. F.; ALVES, A. R.; CECOM, P. R. (1996). Estimativa de chuvas intensas no estado de Minas Gerais utilizando registros diários. Eng. Agr., 16:8-21.

PITT, R.; LALOR, M. (2000). *Models and Applications to Urban Water Systems*. In: The Role of Pollution Prevention in Stormwater Management. Disponível em: www.unix.eng.ua.edu/~rpitt/publications/stormwater/treatability/pollution/prevention/and/stormwater.pdf.

PMT. PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA. (2002). Plano de Desenvolvimento Sustentável de Teresina - Teresina Agenda 2015. Diagnósticos Setoriais: Saneamento. 33 p. Disponível: http://www.teresina.pi.gov.br/portalpmt/orgao/downloads.php?org_codigo=14&cat_codigo=71&doc_codigo=160. Acesso em: mai. /2010.

PMT. Prefeitura Municipal de Teresina. (2005). Estudo de Modelagem Hidráulica do Sistema de Drenagem para a Região do Programa Lagoas Norte - Relatório Final. PMT/SEMPPLAN/UGP Lagoas do Norte. 64 p.

PMT. PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA. (2010). Estrutura Administrativa – Legislação e Principais Finalidades. Consolidado. Exercício 2008. Disponível em: <http://www.teresina.pi.gov.br/portalpmt/orgao/SEMPPLAN/doc/20080919-138-271-D.doc> Acesso em: dia de ago. de 2010.

POMPÊO, (2000). Drenagem Urbana Sustentável. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. V.5, n.1. ABRH.

PORTO, M. F. A. (1995). Aspectos qualitativos do escoamento superficial em áreas urbanas. In: Tucci, C. E. M. (Org.), Porto, R. L. (Org.) & Barros, M. T. (Org.). Drenagem Urbana. Porto Alegre: Editora da Universidade (UFRGS) e ABRH Associação Brasileira de Recursos Hídricos. v. 1. Porto Alegre, 1995. p. 387-428.

PRESTES E.C; ANJOS, V.E.; SODRÉ, F.F.;GRASSI, M.T. (2006). Copper, lead and cadmium loads and behavior in urban stormwater runoff in Curitiba, *Brazil*. J. Braz. Chem. Soc. V.17, p. 53-60.

PUSCH, P. B.; GUIMARÃES, J. R.; GRASSI, M. T. (2007). Estimativa de cargas de metais a partir de fontes difusas de poluição urbana. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007, São Paulo/SP. Porto Alegre/RS: Associação Brasileira de Recursos Hídricos.

RAMALHO, D. (1999). Degradação ambiental urbana e pobreza: a percepção dos riscos. Raízes: revista de Ciências Sociais e Econômicas. Campina Grande: UFPB, ano XVIII, maio/99, p. 16-30.

RIBAS, O. (2002). A sustentabilidade das cidades: os instrumentos da gestão urbana e a construção da qualidade urbana. Tese de doutorado, CDS/UNB, Brasília, 2002.

RUESINK, LE. (1982). Holding the Stormwaters inTexas Water Resources . Texas Water Resources. Institute July/August Volume 8. No. 4.

SARTORI, A.; LOMBARDI NETO, F.; GENOVEZ, A. M. (2006). Classificação Hidrológica de Solos Brasileiros para a Estimativa da Chuva Excedente com o Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos Parte 1: Classificação. *In: Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. RBRH. V.10, n.4. 13 p.

SCHWAB, G.O., FREVERT, R.K., EDMINSTER, T.W., BARNES, K.K. (1966). Soil and water conservation engineering. 2.ed. New York, John Wiley & Sons, 1966. 683 p.

SCS (1964). *Estimation of direct runoff from storm rainfall*. In: National Engineering Handbook. Section 4 – Hydrology. Chapter 10. Hydraulic Engineer, 30 p.

SCS (1973). *A Method for Estimating Volume and Rate of Runoff in Small Watersheds*. Technical Paper: SCS-TP-149. Revisado em Abril de 1973.

SCS. Soil Conservation Service. (1975) Urban Hydrology for Small Watersheds. Washington: U.S. Dept. Agr. (Technical Release, 55).

SHARMA, K. D.; SINGH, S. (1992). *Runoff estimation using Landsat Thematic Mapper data and the SCS model*. Hydrological Sciences – Journal des Sciences Hydrologiques, 37, 1/2, 39-52.

SILVA JR, O. M. e FUCKNER, M. A. (2010). Avaliação da correlação entre modelo digital de elevação ASTER e carta topográfica para a região de Marabá – estado do Pará. Anais... III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife - PE, 27-30 de Julho de 2010.

SILVA, C.E.; ALMEIDA, K.S.; MONTEIRO, P. B. C. L. (2010). Índice de Qualidade da Água do Rio Poti – Teresina/PI. In: X Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – SIBESA. ABES: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Maceió, Alagoas.

SILVEIRA, A. L. L. (2005). Desempenho de Fórmulas de Tempo de Concentração em Bacias Urbanas e Rurais. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v.10, n.1, p. 5-23, Jan/Mar 2005.

SILVEIRA SOARES, N. (2001). Leis básicas do município de Teresina: coletânea. [compilação de] Nildomar da Silveira Soares. – 3.ed., rev. ampl. e atual. - Teresina: O Autor, 2001. 362p.

STEIN, D.P.; DONZELLI, P.L.; GIMENEZ, A. F> ; PONÇANO, W. L. ; LOMBARDI NETO, F. (1987). Potencial de erosão laminar, natural e antrópica, na Bacia do Peixe-Parapanema. 4º Simpósio Nacional de Controle de Erosão. IN : Anais...Marília. V.1.

SUDENE (Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste). Mapa de erosividade do Nordeste. Recife: SUDENE, 1985, 50 p.

TASSI, R. (2002). Efeitos dos microrreservatórios de lote sobre a macrodrenagem urbana. 2002. Tese de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Porto Alegre. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Disponível em: <http://www.abrh.org.br/>

TASSI, R.; ALLASIA, D.G; MELLER, A.; MIRANDA, T.C.; HOLZ, J.; SILVEIRA, A.L.L. (2006) Determinação do parâmetro CN para sub-bacias urbanas do Arroio Dilúvio - Porto Alegre/RS. In: I Simpósio de Recursos Hídricos do Sul-Sudeste, Curitiba. Anais do I Simpósio de Recursos Hídricos do Sul-Sudeste.

TERESINA. (1999). Programa Lagoas do Norte – Marco Referencial Prefeitura Municipal de Teresina – Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. Teresina.

_____. (2002). Teresina Agenda 2015: Plano de Desenvolvimento Sustentável. Teresina: PMT.

_____. (2003). Melhoria da qualidade ambiental de Teresina – Programa Lagoas do Norte – Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. Versão preliminar. Teresina.

_____. (2004). Secretaria de Finanças/PMT. Quantificação das atividades comerciais, industriais e serviços. Teresina: PMT.

_____. (2005). Superintendência de Desenvolvimento Urbano-Centro/Norte Relatório das habitações, na Gerência de meio ambiente, habitação e urbanismo. Teresina: SDU-Centro/Norte.

TUCCI, C. E. M. (1993). Hidrologia – Ciência e Aplicação. Editora da UFRGS. ABRH.

TUCCI, C. E. M. (2002). Gerenciamento da Drenagem Urbana. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. V.7, n.1. ABRH.

TUCCI, C.E.M.; GENZ, F. (1995). Controle do impacto da urbanização. In: TUCCI, C.E.M; TOZZI, M.; PORTO, R.L.L.; BARROS, M.T. Drenagem Urbana. Porto Alegre: ABRH, Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Capítulo 7.

UPJ NORDESTE. Unidade Padrão de Jornalismo Nordeste. Zona Norte de Teresina. 2004. Fotografia, color.

USACE. US Army Corps of Engineers. (2004). HEC-RAS - River Analysis System. User's manual, version 3.1.2, 602 p.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. (1999). Storm Water Technology Fact Sheet: Wet Detention Ponds (EPA 832-F-99-048).

VALENTE, A. L. S.; KOPPE, J. C. K.; RISSO, A.; BASTOS, C. A.; STRIEDLER, A. J.; DIAS, R. D. (2001). Estimativa da suscetibilidade potencial à erosão laminar devido a fatores naturais:

uma proposta metodológica e sua aplicação no município de Porto Alegre (RS). Teoria e Prática na Engenharia Civil, n.2, p. 85-92. Porto Alegre - RS.

VILLANUEVA, A. O. N. ; TUCCI, C. E. M. ; TASSI, R. ; ALLASIA, D. G. ; NEVES, M. F P. (2002) Bacias de detenção como instrumento de manejo e gerenciamento de drenagem urbana em Porto Alegre e Caxias do Sul. In: Reunião Final da Rede Cooperativa de Pesquisa em Engenharia e Gestão de Recursos Hídricos, 2002, Vitoria, ES. Caderno de resumos dos trabalhos técnicos. p. 1-16.

VILLELA, S., MATTOS, A. (1975). Hidrologia aplicada. São Paulo, McGraw-Hill do Brasil.

VON SPERLING, M. (2005). Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. Belo Horizonte: UFMG, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, 3ª edição.

WILKEN, P. S. (1978). Engenharia de Drenagem Superficial. São Paulo, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 478p.

WILLIAMS, J. R.; BERNDT, H. D. (1976). Determining the universal soil loss equation's lengthslope factor for watersheds. Proceedings of the National Soil Erosion Conference, West Lafayette.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. (1978) Predicting rainfall erosion losses: a guide planning. Agr. Handbook, n.537. USDA. Washington (DC).

YAZAKI, L. F. O.; HAUPT, J. P. O.; PORTO, M. F. A. (2007). Uso potencial de sistemas mistos de esgoto e águas pluviais para redução da poluição hídrica em bacias urbanas. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, São Paulo/SP. Porto Alegre - RS: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2007.