

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC**

**CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**LISIANE DE CARVALHO DE OLIVEIRA**

**ANÁLISE INTEGRADA DOS PROBLEMAS DE DRENAGEM URBANA NO  
MUNICÍPIO DE TORRES-RS**

**CRICIÚMA**

**2014**

**LISIANE DE CARVALHO DE OLIVEIRA**

**ANÁLISE INTEGRADA DOS PROBLEMAS DE DRENAGEM URBANA NO  
MUNICÍPIO DE TORRES-RS**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Engenheira Ambiental no curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientador: Prof. Dr. Álvaro José Back

**CRICIÚMA**

**2014**

**LISIANE DE CARVALHO DE OLIVEIRA**

**ANÁLISE INTEGRADA DOS PROBLEMAS DE DRENAGEM URBANA NO  
MUNICÍPIO DE TORRES-RS**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Engenheira Ambiental, no Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental.

Criciúma, 26 de novembro de 2014.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Álvaro José Back – (UNESC) – Orientador

Prof. MSc. Hugo Schwalm – (UNESC)

Prof. Jori Ramos Pereira – Engenheiro Agrimensor – (UNESC)

**Dedico este trabalho à minha família, por acreditar e investir em mim. Mãe, suas palavras de conforto e luta foi que me deram confiança nos momentos mais difíceis. Pai, sua segurança e presença fizeram com que me sentisse sempre protegida.**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente à Deus, que está em todas as coisas em forma de amor.

Ao meu orientador, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube.

Aos meus pais, Ledijani e Juarez, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

Às minhas irmãs, Isadora e Natália, por estarem sempre presentes e me amparando nos momentos mais difíceis.

Ao meu amor, João, por acrescentar beleza aos meus dias e pelo carinho infinito.

À SMAURB (Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Urbanismo de Torres) e toda equipe do local, em especial a Fernanda, minha “chefe” querida, Beth e Rivaldo, pelas contribuições.

Às minhas amadas amigas pela amizade, carinho e diversão nas horas de descontração. Ajudaram-me a esquecer das dificuldades em muitos momentos.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigada.

**“Vejo a natureza como uma estrutura magnífica que podemos compreender apenas imperfeitamente e que deveria inspirar em qualquer pessoa com capacidade de reflexão um sentimento de humildade.”**

**Albert Einstein**

## RESUMO

Devido ao crescimento acelerado e desordenado das cidades, a drenagem urbana vem gerando prejuízos na qualidade de vida da população e, por isso, sendo foco de estudos na procura de soluções eficazes. A cidade de Torres têm sofrido transtornos com constantes alagamentos, alguns mais graves, levando famílias a deslocarem-se de suas casas, necessitando, assim, de ações para a melhoria da situação. Como objetivo deste trabalho elencou-se, além da caracterização do problema de drenagem existente, as relações com a legislação, a utilização de dados hidrológicos para futuros projetos e, por fim, contribuições para a solução do problema. A caracterização do problema de drenagem foi feito através do cruzamento de dados já levantados por estudos anteriores, onde se constatou a situação típica de ocupação de área de várzea, com solos maus drenados, pouca variação topográfica e lençol freático alto. Na análise de informações quanto à legislação federal, estadual, municipal e da Unidade de Conservação do Parque Estadual da Itapeva, verificou-se a falta de atendimento a alguma dessas, ou ainda, falha do corpo técnico nas tomadas de decisões e/ou não cumprimento de condicionantes por parte dos autorizados. Foram utilizados dados da estação meteorológica de Torres que pertence ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para obtenção das equações de chuvas intensas, onde tanto a distribuição de Gumbel como as equações de IDF ajustadas, mostraram-se atuar de forma positiva na previsão de chuvas intensas para a cidade de Torres. Foram indicadas algumas medidas estruturais e não estruturais visando a resolução do problema. No entanto, comenta-se ainda que medidas estruturais exigem maiores estudos quanto a sua necessidade versus custos, e as medidas não estruturais de apoio da sociedade e do poder público. Concluiu-se, por fim, que o problema de drenagem é um problema de todos, onde a conscientização da população e ações incisivas do governo são necessárias, formando um conjunto de medidas estruturais e não estruturais, de resultado em longo prazo.

**Palavras-chave:** drenagem urbana, várzea, Torres, medidas não estruturais, medidas estruturais.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Localização do município de Torres, no estado de Rio Grande do Sul, Brasil. ....	30
Figura 02 – Área central urbanizada do município de Torres, com definição dos bairros. ....	31
Figura 03 – Aderência das séries de máx. anuais à distribuição de Gumbel. ....	35
Figura 04 – Divisão das bacias hidrográficas do Rio Mampituba e Tramandaí. ....	40
Figura 05 – Imagens de satélite temporal da área alagadiça e da Sanga D'Água Boa no município de Torres, 2004. ....	42
Figura 06 – Imagens de satélite temporal da área alagadiça e da Sanga D'Água Boa no município de Torres, 2007. ....	42
Figura 07 – Imagens de satélite temporal da área alagadiça e da Sanga D'Água Boa no município de Torres, 2009. ....	43
Figura 08 – Imagens de satélite temporal da área alagadiça e da Sanga D'Água Boa no município de Torres, 2012. ....	43
Figura 09 – Unidades de Conservação do município de Torres. A – APA da Lagoa Itapeva; B – PEVA; C – Parque Estadual da Guarita; D – RPPN Recanto do Robalo; e E – REVIS Ilha dos Lobos. ....	44
Figura 10 – Principais redes de macrodrenagem da área central do município de Torres, de acordo com estudo da Incorp Consultoria e Assessoria. ....	45
Figura 11 – Rede de macrodrenagem da área central do Município de Torres. ....	46
Figura 12 – Micro-bacias da região central do município de Torres. ....	47
Figura 13 – Direção do escoamento das águas conforme topografia do município de Torres. ....	48
Figura 14 – Curvas de nível e pontos cotados dos bairros Guarita, São Francisco e Praia da Cal. ....	49
Figura 15 – Curvas de nível e pontos cotados da área do Parque Estadual da Itapeva. ....	50
Figura 16 – Registro fotográfico do ponto final da Sanga D'água Boa. ....	51
Figura 17 – Registro fotográfico da área aterrada para acesso ao lote sem canalização do canal. ....	52

Figura 18 – Planta de Zoneamento de acordo com o Plano Diretor atual do Município de Torres.....	53
Figura 19 – Poligonal definida pela gestão do PEVA.....	58

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Medidas estruturais extensivas e intensivas e suas aplicações. ....	18
Tabela 02 – Precipitações mensais no município de Torres, em milímetros, Jan 1983 – Jul 2014.....	33
Tabela 03 – Precipitações mensais no município de Torres, em milímetros, Jan 1983 – Jul 2014.....	34
Tabela 04 – Série de máxima anual de precipitação de Torres, RS. ....	35
Tabela 05 – Altura de chuva (mm) obtida pela desagregação da chuva máxima diária. ....	36
Tabela 06 – Intensidade da chuva (mm/h) obtida pela desagregação da chuva máxima diária. ....	36
Tabela 07 – Intensidade da chuva (mm/h) obtida pela equação de Chuvas intensas ajustada para Torres, RS. ....	37
Tabela 08 – Intensidade da chuva (mm/h) obtida pelas equações de chuvas intensas ajustadas para Torres, RS.....	37

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APA	Áreas de Proteção Ambiental
APS	Áreas de Interesse Público e Social
APT	Áreas de Interesse Paisagístico, Histórico-Cultural e Turístico
ATU	Áreas de Revitalização Urbana
AUP	Áreas de Urbanização Preferencial
CETESB	Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONSEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul
FEPAM	Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler do Rio Grande do Sul
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPH	Instituto de Pesquisas Hidráulicas
PEVA	Parque Estadual da Itapeva
PlanSaB	Plano Nacional de Saneamento Básico
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PMT	Prefeitura Municipal de Torres
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
REVIS	Refúgio de Vida Silvestre
RPPN	Reserva Particular de Patrimônio Natural
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação
UC	Unidade de Conservação

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	13
2.1 DRENAGEM URBANA.....	13
2.1.1 Impactos da urbanização .....	13
2.1.2 Sistema de drenagem e suas condicionantes .....	15
2.1.3 Controle das águas de escoamento superficial.....	16
2.2 ASPECTOS LEGAIS .....	20
2.2.1 Recursos hídricos e uso do solo .....	20
2.2.2 Licenciamento ambiental.....	21
5 METODOLOGIA.....	23
5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO .....	23
5.2 ASPECTOS CLIMÁTICOS e HIDROLÓGICOS .....	23
5.3 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS .....	25
5.4 ASPECTOS ECOSSITEMICOS .....	26
5.5 ASPECTOS HIDROGRÁFICOS.....	26
5.6 ASPECTOS TOPOGRÁFICOS .....	26
5.7 OCUPAÇÃO E USO DO SOLO .....	27
5.8 SISTEMA DE DRENAGEM URBANA EXISTENTE .....	27
5.9 ASPECTOS LEGAIS .....	28
5.10 UNIDADES CONSERVAÇÃO .....	28
5.11 ANÁLISE INTEGRADA DOS PROBLEMAS DE DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO .....	29
5.12 CONTRIBUIÇÕES PARA SOLUÇÃO DO PROBLEMA DE DRENAGEM NO MUNICÍPIO .....	29
6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS .....	30
6.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	30
6.1.1 Aspectos climáticos e hidrológicos .....	32
6.1.2 Aspectos geomorfológicos .....	38
6.1.3 Aspectos ecossistêmicos .....	39
6.1.4 Aspectos hidrográficos .....	39
6.1.5 Aspectos topográficos .....	41

6.1.6 Ocupação e uso do solo.....	41
6.1.7 Sistema de drenagem urbana existente .....	45
6.2 ASPECTOS LEGAIS E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO .....	53
6.2.1 Plano diretor atual .....	53
6.2.2 Drenagem urbana na legislação.....	54
6.2.3 Unidades de conservação .....	55
6.3 ANÁLISE INTEGRADA DOS PROBLEMAS DE DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO .....	58
6.4 CONTRIBUIÇÕES PARA A SOLUÇÃO DO PROBLEMA DE DRENAGEM NO MUNICÍPIO .....	60
7 CONCLUSÃO.....	65
REFERÊNCIAS.....	67

## 1 INTRODUÇÃO

Drenagem urbana vem sendo foco de muitos estudos em todo o Brasil. Devido ao crescimento acelerado e desordenado das áreas urbanas nos últimos anos, praticamente todas as cidades Brasileiras sofrem danos e perdas, não só de bens materiais como também de vidas humanas e qualidade de vida, em decorrência da má drenagem. O saneamento básico encontra-se em situação caótica em todo o país, principalmente nas grandes cidades, as quais os órgãos públicos têm dificuldade em agir com eficiência no planejamento, controle e execução de medidas eficazes (TUCCI et al., 2002; CANHOLI, 2005).

A falta de visão holística e de planejamento de modo multidisciplinar e participativo também tem gerado grandes fracassos no saneamento das grandes cidades. As cidades ainda em fase de crescimento, onde ações preventivas juntamente com a urbanização responsável podem evitar o caos presenciado nas megalópoles, devem receber a devida atenção, de acordo com Canholi (2005). A cidade de Torres pode ser considerada, em parte, como uma destas cidades, apesar de já apresentar problemas com o saneamento.

Com uma população de 36.595 habitantes e 160.565 quilômetros quadrados de extensão, Torres faz divisa com o estado de Santa Catarina através do Rio Mampituba, fazendo parte do litoral norte do gaúcho (IBGE, 2010). Como em grande parte do Rio Grande do Sul, entre suas atividades econômicas estão a agricultura e agropecuária, destacando-se o turismo litorâneo (RIO GRANDE..., 2006).

Conforme Mendonça e Danni-Oliveira (2007) a cidade possui clima subtropical úmido, ou seja, elevados índices pluviométricos e de acordo com o IBGE (2010), concentra 96% da densidade populacional em área urbana, o que pode acarretar, devido ao crescimento desordenado, transtornos como alagamentos, erosão, deslizamentos, carreamento de sedimentos, resíduos e substâncias poluentes, degradação da qualidade da água, transmissão de doenças através dos vetores e inúmeros outros impactos ambientais significativos (PORTO; BARROS, 1995).

A cidade tem histórico de alagamentos pontuais e má drenagem pluvial,

no entanto, nos últimos anos, notou-se um grande aumento na ocorrência e intensidade destes. No verão de 2013/2014, houveram dois alagamentos graves com chuvas temporais elevando rapidamente o nível de água nas ruas, causando transtornos. A chuva intensa ocorrida no dia 14 de fevereiro e no dia 19 de março, a qual atingiram 150 milímetros em duas horas e 205 milímetros em três horas, respectivamente, provocaram alagamentos nos bairros Centro, Getúlio Vargas, Stan, São Jorge, Zona Nova e Igra, obrigando famílias a saírem de suas casas e preocupando o poder público municipal (TORRES, 2014). De acordo com dados da estação automática do INMET localizada no Parque da Guarita, em Torres, no dia 14 de fevereiro a chuva atingiu 257,3 mm em 24 horas e no dia 19 de março, 213 mm.

As causas destes repentinos alagamentos podem ser de diversas naturezas, desde a forma como é tratada a legislação ambiental e urbanística, até problemas de origem natural, como a topografia, o nível do solo e a intensidade das chuvas. É neste sentido que correrá este estudo, com o objetivo de avaliar os problemas de drenagem urbana do município levando em consideração, ainda, as limitações impostas pelas questões ambientais.

Tomando como partido os recursos hídricos e o saneamento ambiental das linhas de pesquisa do curso de Engenharia Ambiental, pretende-se caracterizar o problema de drenagem urbana e as bacias e microbacias de drenagem no município de Torres, além de levantar as questões legais relacionadas à drenagem e as unidades de conservação existentes do entorno. Dados hidrológicos, os quais poderão ser utilizados em futuro projeto de drenagem do município também será alvo de pesquisa. E, por fim, pretende-se propor contribuições para melhoria da drenagem no município.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 DRENAGEM URBANA

Durante um longo período, e ainda hoje, a drenagem urbana apresenta um papel importante na organização de uma cidade, no entanto, é trabalhada apenas no sentido de minimizar o excesso da circulação de água, especialmente pluviais, no meio urbano. Abordagens pontuais e de soluções paliativas conduzem a situações indesejáveis, as quais podem resultar em danos irreparáveis devido a inundações, cheias e alagamentos (SILVEIRA, 2002; TUCCI *et al.*, 2002).

Há dois tipos de condições, ressaltadas por Tucci (2002) que podem levar a inundações de um local, as naturais e as artificiais. As naturais são aquelas geradas pela bacia em seu estado natural, com ou sem a presença do homem, como: cobertura vegetal, relevo, tipo de precipitação, capacidade de drenagem. Já as condições artificiais são aquelas originadas pela ação do homem, como: urbanização, desmatamento, obras hidráulicas e o uso agrícola.

Considerando o modelo de desenvolvimento adotado nos últimos 100 anos, é possível visualizar que grandes cidades estão sofrendo com as condições artificiais estabelecidas, por exemplo, pelo desenvolvimento urbano desordenado. Para estas, a reorganização da drenagem urbana tem custos caros e são de difícil implantação. Cidades em fase de expansão podem evitar o caos presenciado nas cidades já muito urbanizadas através da possibilidade de implantação de ações preventivas visando à urbanização responsável (SILVEIRA, 2002; TUCCI *et al.*, 2002).

#### 2.1.1 Impactos da urbanização

De acordo com a CETESB (1986), quando a urbanização não é desenvolvida de forma coerente, são grandes os riscos de prejuízos materiais e até de perdas de vidas humanas devido a inundações pela má drenagem urbana. Quanto mais cedo forem examinadas, estudadas e realizadas as questões de drenagem, melhores resultados serão alcançados, caso contrário, sendo estudadas

tardiamente ou com ações de curto prazo, consequências negativas a comunidade certamente ocorrerão.

Vicentini (2000) introduz que a impermeabilização da área da bacia pela pavimentação de ruas e calçadas, telhados e concreto diminui significativamente o volume de água infiltrada, aumentando assim o escoamento superficial e, conseqüentemente, promovendo alagamentos com maior vazão, e de forma prematura. Parkinson *et al.* (2003) apresentam que o crescimento da densidade populacional aumenta de forma proporcional tanto a quantidade de área impermeabilizada, quanto o número de cheias. Tucci (2002, p. 806) relaciona o crescimento das vazões de cheia entre a área urbanizada e não urbanizada de uma bacia e verifica que, em casos extremos, “o pico de cheia numa bacia urbanizada pode chegar a ser seis vezes maior do que o pico desta mesma bacia em condições naturais”.

Nos casos de ocupação ribeirinha, comenta Parkinson *et al.* (2003), a situação se agrava, pois a ocupação normalmente é feita de forma desordenada e irregular, por população de baixa renda. O Código Florestal Brasileiro, por sua vez, exige a preservação da área, o que deveria acarretar na desocupação desta, no entanto, os proprietários não desocupam e o poder público além de continuar cobrando os impostos, oferece – quando oferece – um valor muito abaixo do mercado pela desapropriação.

A disposição inadequada de resíduos nas ruas, os resíduos orgânicos de origem animal, juntamente com a má qualidade das redes de esgotos cloacais, com ligações incorretas ou até clandestinas à rede de drenagem são fortes fontes de poluição e até de obstrução dos canais de escoamento. O uso de agrotóxicos em plantações também é impactante na qualidade da água e conseqüentemente, na drenagem (NASCIMENTO; QUELHAS; FONSECA, 2007)

Apesar de tanto, Silveira (2002) comenta que a drenagem urbana no Brasil parece estar em uma transição entre a abordagem higienista e ambiental, deixando de ser apenas um mero problema de engenharia. Argumenta ainda, que cidades como Rio de Janeiro e Porto Alegre estão tomando ações de forma a interagir a drenagem urbana com o planejamento ambiental das cidades, seguindo conceitos ambientais de conscientização e gestão dos impactos.

### 2.1.2 Sistema de drenagem e suas condicionantes

De acordo com Pinto e Pinheiro (2006) os sistemas de drenagem são o conjunto de infraestrutura de uma cidade responsável pela coleta, transporte e lançamento final das águas de escoamento. É formado por uma série de medidas com o objetivo de diminuir os riscos a população quanto as inundações.

O IPH (2005) organiza o sistema de drenagem em três tipos: na fonte, microdrenagem e macrodrenagem. A drenagem na fonte é aquela que ocorre no local da geração do escoamento, no lote, condomínio, área comercial, ruas e parques onde ocorreu a precipitação. Pode ser definido como o início do sistema.

A microdrenagem é formada pelos canais em um loteamento ou a rede pluvial de drenagem em uma cidade, como as bocas-de-lobo, sarjetas e meios-fios. Este tipo de sistema, responsável por carrear a água da fonte até a macrodrenagem, normalmente é limitado e tem capacidade para atender precipitações de intensidade moderada. A macrodrenagem é o sistema coletor da microdrenagem, responsável pelo escoamento final das águas pluviais, constituído pelos principais cursos d'água e galerias e normalmente conhecido como escoadouro natural das águas pluviais (PINTO; PINHEIRO, 2006; IPH, 2005).

Além do sistema de drenagem, as condicionantes do escoamento dos rios e canais também são fatores essenciais na drenagem das águas. Dois conjuntos de fatores foram elencados pelo IPH (2005): condicionantes a jusante e condicionantes locais. As condicionantes a jusante atuam no sistema de drenagem modificando o escoamento a montante, reduzem a vazão de um rio, independente da capacidade local de escoamento. Podem ocorrer, por exemplo, com o estrangulamento de um rio devido a pontes, aterros, mudança de seção.

As condicionantes locais definem a capacidade de um rio de transportar água e dependem da seção, largura, perímetro e rugosidade das paredes deste rio. O sistema, neste caso, está limitado pela capacidade local de transporte de água. Já nas condicionantes a jusantes, a vazão de montante é prejudicada pelo represamento a jusante e não pela sua capacidade local (IPH, 2005).

### 2.1.3 Controle das águas de escoamento superficial

Tratando-se das condições artificiais, Tucci *et al.* (2002) citam dois tipos de consequências não hidrológicas que interferem de forma significativa na drenagem urbana: as consequências de ocupação do solo e o comportamento político e administrativo. Na primeira, as questões são a instalação de loteamentos sem as condições técnicas adequadas, a ocupação de áreas impróprias, de forma desordenada, extensa e adensada. Na segunda, a tendência, por parte dos setores públicos, de atuar corretivamente e em pontos isolados em decorrência da disputa acirrada por recursos, a regulação da ocupação do solo dificultada por conflitos de interesse e as medidas de médio e longo prazo deixadas sempre como segundo plano.

Neste sentido, algumas dúvidas são geradas, como, se será possível impedir a ocupação de áreas ainda vazias, se haverá recursos para a implantação de medidas corretivas e ainda, se estas medidas serão de curto, médio ou longo prazo. Tucci *et al.* (2002) comentam que a resposta técnica para o processo de regulação da drenagem urbana é o disciplinamento da ocupação urbana, fazendo com que esta seja compatível com os riscos de inundação. Neste sentido, é necessária a análise dos impactos, referente ao escoamento, das diferentes condições de urbanização de cada local, e assim planejar o espaço com medidas coerentes. Quando da ocupação prévia do local, tais medidas tornam-se mais caras e de difícil implantação.

Há dois tipos de medidas que podem ser adotadas, antes ou depois da ocupação de áreas vazias, para ajudar no controle de inundações: as estruturais e não estruturais. As medidas estruturais são obras de engenharia projetadas para reduzir o risco de enchentes, já as não estruturais são compostas por ações visando melhorar a convivência da população com as enchentes. É no planejamento em que são feitas pesquisas para identificar a combinação ótima destas ações (TUCCI, 2002).

As medidas estruturais agem como resolução de problemas pontuais e específicos e envolvem grande quantidade de recursos, explica IPH (2005). Tucci (1993) citado por Silveira (2002) comenta que estas medidas modificam o sistema

urbano através da implantação de obras para reter ou melhorar o escoamento das águas, com o objetivo de reduzir os riscos de enchentes.

As medidas estruturais podem, ainda, ser divididas em dois tipos, as extensivas, que agem na área da bacia e as intensivas, que agem diretamente no recurso hídrico. As medidas extensivas trabalham na tentativa de modificar as relações entre a precipitação e a vazão para reduzir o escoamento superficial, evitando assim, o risco de erosão e enchentes. As medidas intensivas são obras de engenharia feitas diretamente do corpo hídrico com o objetivo de alterar o escoamento natural do rio, buscando diminuir o efeito das cheias (TUCCI, 2003 e MACEDO, 2004 apud ZAHED FILHO *et al.*, 2012).

De forma a esclarecer as ações das medidas extensivas e intensivas, e seus objetivos, a tabela 01 apresenta algumas ações e suas especificações.

Tabela 01 – Medidas estruturais extensivas e intensivas e suas aplicações.

Medida	Forma de Aplicação	Objetivo
<b>Medidas Extensivas</b>		
Pavimentos permeáveis	Asfalto, concreto poroso ou blocos de concreto vazado, utilizados para pavimentação.	Aumentar a capacidade de infiltração e percolação na bacia, ampliando a recarga do aquífero, reduzindo as vazões máximas a jusante e a produção de escoamento superficial, e diminuindo a poluição difusa.
Valas de infiltração	Depressões lineares gramadas ou com solo nu, geralmente paralelas a ruas, estradas e estacionamentos.	
Bacias de percolação	Valetas preenchidas com brita ou cascalho e posteriormente reaterrada.	
Poço de infiltração	Estrutura pontual e vertical, com ou sem preenchimento.	
Telhado reservatório	Sistema de calhas e condutores com capacidade de armazenamento da água, que a libera gradativamente a rede pluvial.	
Reservatório de retenção de águas pluviais	Plantio de gramíneas e arbustos nas encostas.	Retardamento do acesso de deflúvio a rede de drenagem com controle local de escoamento.
Controle da cobertura vegetal	Muros de arrimo e/ou terraceamento em cortes de encosta	Controlar a erosão ocasionada pelo escoamento, evitando a produção de sedimentos no fundo do corpo hídrico.
Muros de arrimo e/ou terraceamento em cortes de encosta	Blocos estruturais e/ou rampas niveladas dando estabilidade ao corte.	
<b>Medidas Intensivas</b>		
Diques ou polders	Muros de terra ou concreto a certa distância da margem.	Protegem as áreas ribeirinhas contra o extravasamento de água em cheias.
Reservatórios de retenção	Reservatório para armazenamento da água em curto prazo.	Reduz a vazão d'água no canal principal.
Reservatórios de retenção	Reservatório para armazenamento da água não descarregado para o sistema de drenagem.	
Canais de desvio	Em anexo ao rio, adição de canais.	
Dragagem	Retirada de sedimentos do fundo do rio	Aumento do volume suportado pelo recurso hídrico

FONTE: ZAHED, 2012; SILVA, 2011; TUCCI *et al.*, 2002.

A construção de galerias, bocas de lobo, sarjetas e meio fio também podem ser consideradas como medidas estruturais, contudo, devem ser implantadas antes da urbanização e com os cálculos de vazões devidamente estudados para que os efeitos sejam de máxima potencialidade. A falha em incorporar projetos de drenagem durante o desenvolvimento pode resultar em projetos dispendiosos e/ou até na inviabilidade técnico-econômica (CANHOLI, 2005).

De acordo com Tucci *et al.* (2002), as medidas estruturais não oferecem proteção total para a população, sendo fisicamente e economicamente inviável. Podem inclusive, criar uma falsa sensação de segurança fazendo com que áreas alagáveis sejam ocupadas, podendo gerar danos significativos. Neste sentido atuam as medidas não estruturais, com custos consideravelmente mais baixos e atuação em longo prazo.

Conforme o IPH (2005), as medidas não estruturais atuam como medidas preventivas, de forma racional e integrada. Silveira (2002) acrescenta que a maioria das soluções sustentáveis passam por medidas não estruturais. No entanto, são vistas pela sociedade como um empecilho e pelo poder público como uma dificuldade pelo fato de apresentarem limitações, ordenamentos e disciplina para ocupação territorial.

Estas medidas podem ser agrupadas, para Tucci *et al.* (2002) e para Cacholi (2005) em regulamentação do uso do solo, seguro de enchente e previsão de alerta e inundações. Canholi (2005) cita ainda a educação ambiental voltada ao controle da poluição difusa, controle da erosão e da geração e disposição inadequada de lixo como medidas não estruturais de resultado previsto e positivo.

A regulamentação do uso do solo deve ser feita em função do risco de inundação de determinadas áreas, delimitando onde pode ser construído e que tipo de uso deve-se destinar a área. Por exemplo, áreas de menor risco podem ser utilizadas para habitação, porém, com as devidas precauções (medidas estruturais adequadas), já as áreas de maior risco devem ser deixadas para uso público, como parques e campos de esportes (TUCCI *et al.*, 2002; CANHOLI, 2005).

O seguro enchente visa apenas à obtenção de uma proteção econômica para eventuais perdas em enchentes e alagamentos. Atua como medida preventiva de ação pós-ocorrência. A previsão de alerta é utilizado no sentido de redução de perdas por enchentes. É composto por um sistema de dados em tempo real,

contemplado pelo Plano de Defesa Civil, o qual comunica as regiões que devem ser afetadas pelas inundações (TUCCI *et al.*, 2002).

## 2.2 ASPECTOS LEGAIS

As legislações que tratam de drenagem urbana no Brasil estão relacionadas com recursos hídricos, uso do solo e licenciamento ambiental, conforme comenta Pinto e Pinheiro (2006).

### 2.2.1 Recursos hídricos e uso do solo

Em relação aos recursos hídricos, historicamente, o primeiro código a tratar de águas no Brasil foi o código das águas, com o decreto nº 24.643 de 10 de julho de 1934, o qual dispõe sobre a utilização das águas no Brasil. Em 1988, a Constituição Federal trata que compete a União instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, incluindo saneamento básico e, juntamente com Estados, Distrito e Municípios, promover programas para a melhoria das condições de saneamento. Dispõe também que a União instituirá o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (BRASIL, 1934, 1988)

Em 30 de dezembro de 1995, a lei nº 10.350 do estado do Rio Grande do Sul institui o Sistema Estadual de Recursos Hídricos e cria a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH). Em seu art. 4º, inciso V estabelece como diretriz da PERH a articulação do Sistema Estadual com o Sistema Nacional destes recursos, tais como de planejamento territorial, meio ambiente, saneamento básico, agricultura e energia. Neste instante a gestão dos recursos hídricos e o uso do solo começam a ser tratadas de forma integrada (RIO GRANDE...,1995).

A Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), instituída em 08 de janeiro 1997 pela Lei nº 9.433 cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Em seu art. 31º, trata que na implementação da PNRH, o Distrito Federal e os municípios devem promover a integração das políticas locais de saneamento básico, de uso, ocupação e conservação do solo e de meio ambiente com as políticas federal e estaduais de recursos hídricos (BRASIL, 1997).

A Lei Federal nº 10.257 de 10 de julho de 2001, conhecida como Estatuto das Cidades, dispõe que o plano diretor deverá conter, além de medidas de drenagem urbana necessárias, parâmetros para o parcelamento, uso e ocupação do solo e o mapeamento das áreas de risco. Estas diretrizes permitem que o município atue no gerenciamento da drenagem urbana de forma a garantir o direito de cidade sustentável. Neste mesmo sentido atua a Lei Federal nº 9.784 de parcelamento do solo, a qual concede ao poder municipal intervir nas questões sanitárias e de proteção ambiental, sempre que necessário (BRASIL, 2001, 1999).

A Lei Estadual nº 12.037, de 19 de dezembro de 2003 que trata da Política Estadual de Saneamento visa, entre outras coisas, assegurar os benefícios de saneamento à totalidade da população através de mecanismos institucionais e financeiros. Faz caber aos municípios a coordenação das ações tipicamente locais, entre elas a drenagem pluvial (RIO GRANDE..., 2003).

Na Lei do Saneamento Básico, nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007 é abordado o conjunto de serviços básicos necessários à população, entre eles o abastecimento de água, a drenagem pluvial, o esgotamento sanitário, limpeza urbana e o manejo dos resíduos sólidos. É elencado como responsabilidade da União, sob a coordenação do Ministério das Cidades a elaboração do Plano Nacional de Saneamento Básico (PlanSaB) com objetivos e metas nacionais e regionais, e horizonte de 20 anos, com revisão a cada quatro anos (BRASIL, 2007).

## **2.2.2 Licenciamento ambiental**

Relacionado ao licenciamento ambiental, considerando-o um método de controle para as ações estruturais na melhoria da drenagem urbana, a resolução CONAMA 237, de 19 de dezembro de 1997, em seu art. 2º, menciona que

a localização, construção, instalação, ampliação, modificação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, bem como os empreendimentos capazes, sob qualquer forma de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento do órgão ambiental competente, sem prejuízo de outras licenças legalmente exigíveis.

Assim, acrescenta em seu anexo I os empreendimentos e atividades sujeitas ao licenciamento ambiental, assim como, em seu art. 2º, parágrafo 2º dispõe

que “caberá ao órgão ambiental competente definir os critérios de exigibilidade (...) levando em consideração as especificidades, os riscos ambientais, o porte e outras características do empreendimento ou atividade” (CONAMA, 1997).

A Lei Complementar Federal nº 140, de 8 de dezembro de 2011, estabelece que são de competência do município aquelas atividades que causem impacto local, as quais devem ser definidas pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA) e aquelas localizadas em Unidades de Conservação instituídas pelo município. Em seu artigo 8º, inciso XIV aponta que quaisquer atividades com potencial poluidor que possam causar degradação ambiental e que não sejam de âmbito federal ou municipal são competência do estado (BRASIL, 2011).

Para aplicação da legislação supracitada o CONSEMA e a Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler do Rio Grande do Sul (FEPAM), regularam, por meio da Resolução CONSEMA nº 38 de 2003 o licenciamento ambiental, e através da Resolução CONSEMA nº 288/2014 as atividades passíveis deste no âmbito municipal, considerando o porte – mínimo, pequeno, médio, grande e excepcional – e o potencial poluidor – pequeno, médio e alto – dos empreendimentos (CONSEMA 2003, 2014).

Para a aplicação de medidas estruturais visando melhorias na drenagem urbana, há a necessidade do prévio licenciamento destas atividades nos órgãos responsáveis, podendo ser de âmbito Municipal, Estadual ou Federal. Deve-se, ainda, levar em consideração as Unidades de Conservação existentes no entorno ou responsáveis pela gestão da área na qual são necessárias ações estruturais, principalmente aquelas de Proteção Integral.

## 5 METODOLOGIA

### 5.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Para a caracterização da área de estudo foram pesquisados dados quanto à localização, número de habitantes, área territorial e densidade populacional diretamente do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) do ano de 2010. Dados relacionados à economia e municípios limítrofes foram baseados em informações contidas no Plano de Manejo do Parque Estadual da Itapeva, elaborado em 2006.

A delimitação da poligonal de estudo foi definida com base no exposto por técnicos da área de biologia, geologia e engenharia, da Secretaria do Meio Ambiente e Urbanismo da Prefeitura Municipal de Torres (PMT), consideraram-se as principais áreas com alagamentos recorrentes nos últimos anos dentro da região densamente urbanizada. Para exibição desta poligonal, criou-se um mapa com a disposição dos bairros da região, baseado em mapas disponibilizados pela PMT.

### 5.2 ASPECTOS CLIMÁTICOS E HIDROLÓGICOS

Para a caracterização climática foram utilizadas informações dos autores Mendonça e Danni-Oliveira (2007) e Nilmer (1989), e da PMT (2007), onde foi efetuado levantamento do tipo de clima da região e da cidade, enquadrando em categoria e qualificando os tipos de influências.

Foram utilizados também dados das precipitações mensais colhidas num período de 25 anos da estação pluviométrica de Torres, que pertence ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) órgão do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, localizada no Parque Municipal da Guarita, a 4,66 metros de altitude, com coordenadas  $-29.35^\circ$  de latitude e  $-49.73^\circ$  de longitude.

Com estes dados, foram efetuadas as médias aritméticas dos meses de dezembro a fevereiro, março a maio, junho a agosto e setembro a novembro, para, respectivamente, as estações do verão, outono, inverno e primavera de cada ano. Analisando-se as médias, foi possível avaliar, de forma genérica, as estações do ano com maior pluviosidade no município.

De forma simplificada, outros fatores relacionados ao clima do município foram pesquisados pelo INMET, como dados de evaporação, insolação, umidade e temperatura do município.

Para a obtenção da equação de chuvas intensas foi utilizada a metodologia descrita em Back (2013). Foram utilizados os dados diários de precipitação do período de 1964 a 2013, da estação supracitada. Foi determinada a série de precipitações máximas anuais com duração de um dia. Com os valores da média, desvio padrão e número de dados foram estimados os parâmetros da distribuição de Gumbel-Chow, como:

$$\alpha = \frac{Sn}{S}$$

$$\beta = \bar{x} - \frac{Yn}{\alpha}$$

Em que:  $\bar{x}$  é a média dos valores observados de X;

S é o desvio padrão dos valores observados de X;

Yn e Sn são, respectivamente, a média e o desvio padrão da variável reduzida Y, tabelados em função do número de valores da série de dados (BACK, 2013).

A chuva máxima com período de retorno de T anos foi estimada por:

$$X_T = \beta + \frac{Y}{\alpha}$$

A variável reduzida Y é estimada por:

$$Y = -\ln \left\{ -\ln \left( 1 - \frac{1}{T} \right) \right\}$$

Para avaliar a aderência das séries de máximas anuais à distribuição de probabilidade ajustada, foi aplicado o teste de Kolmogorov-Smirnov, de acordo com Kite (1978), que consiste em determinar os valores de diferença máxima (Dmax) observada entre a frequência (F(x)) empírica e a frequência teórica.

A partir da chuva máxima diária foram estimadas as chuvas com duração de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 120, 180, 240, 360, 480, 720 e 1440 minutos utilizando as relações entre precipitações de diferentes durações estabelecidas pela Cetesb (1986).

Com base nas intensidades obtidas da desagregação de chuvas intensas foram ajustadas as equações IDF do tipo:

$$i = \frac{KT^m}{(t+b)^n}$$

Em que:  $i$  é a intensidade média máxima da chuva (mm/h);

$T$  é o período de retorno (anos);

$t$  é a duração da chuva (minutos);

$K$ ,  $m$ ,  $b$ ,  $n$  são parâmetros da equação determinados para cada local.

Para ajuste desses parâmetros foi utilizada a metodologia descrita em Back (2013), minimizando a soma dos quadrados dos desvios ( $S$ ) para todas as durações e períodos de retorno considerado, segundo a expressão:

$$S = \sum_{d=1}^n \sum_{T=1}^n (f_{i,d,T} - f_{o,d,T})^2$$

onde:  $f_{i,d,T}$  é a intensidade estimada para a duração  $d$ , e período de retorno  $T$ ;

$f_{o,d,T}$  é a intensidade observada para a duração  $d$ , e período de retorno  $T$ .

O erro padrão de estimativa é dado por:

$$Ep = \sqrt{\frac{\sum (f_{i,d,T} - f_{o,d,T})^2}{n}}$$

Sendo:  $Ep$  o erro padrão de estimativa;

$n$  o número de valores.

Foram ajustadas duas equações, uma para durações de 5 a 120 minutos e outra para durações de 120 a 1440 minutos.

### 5.3 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Através de informações do IBGE (2009) e dos autores Absalonsen e Toldo Jr. (2007) foi possível identificar as formas de relevo atuantes na região. As unidades de solo características da região foram descritas com base em Rocha (2010).

#### 5.4 ASPECTOS ECOSSITOMICOS

Para a caracterização do ecossistema do município foram utilizadas informações de Guadagnin (1999), descrevendo-se o tipo de ecossistema anterior à urbanização e quanto à presença de ambientes naturais ainda existentes. Com base em informações fornecidas por técnicos da PMT foi possível elencar quais os tipos de pressão sofridos por estes ambientes no contexto atual.

#### 5.5 ASPECTOS HIDROGRÁFICOS

Com informações de Reginato (2006), e Becker, Lisbôa e Kanarzeski (1983), levantaram-se os cursos fluviais e os corpos lagunares que compõem as características hídricas do município, informando a área drenada de cada um. Avaliaram-se quais recursos hídricos daqueles mencionados acima eram os mais importantes na realização do estudo, levando em consideração a poligonal de estudo e os sistemas hídricos pertencentes.

Estudaram-se quais bacias hidrográficas fazem parte do município e suas proporções, com base em dados da Secretaria Estadual do Meio Ambiente do Rio Grande do Sul – Plano de Manejo do Parque Estadual da Itapeva (2006). Com base no mapa disponibilizado pelo Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Mampituba, foi possível identificar a qual bacia hidrográfica a área de estudo faz parte.

#### 5.6 ASPECTOS TOPOGRÁFICOS

Através de estudos planialtimétricos do município realizados pela Incorp Consultoria e Assessoria (2005), estudaram-se, pela análise dos pontos de cotas, as diferenças de níveis e suas influências no escoamento das águas dentro da poligonal de estudo. Com base ainda neste estudo foi possível observar a influência do nível do lençol freático no tipo de escoamento da região.

## 5.7 OCUPAÇÃO E USO DO SOLO

Para a definição do tipo de ocupação atual, verificou-se a evolução temporal da área virgem, de várzea, recentemente ocupada no município, com base em imagens do Google<sup>®</sup> dos anos de 2004, 2007, 2009 e 2012. O tipo de uso do solo vigente foi caracterizado em saída a campo, e os usos antigos, conforme informações contidas no Plano de Manejo do Parque Estadual da Itapeva (2006).

O levantamento das unidades de conservação e áreas de preservação existentes no município foi baseado em informações fornecidas pela Secretaria do Meio Ambiente e Urbanismo do município. Para melhor visualização, criou-se um mapa em imagem do Google<sup>®</sup> com a delimitação das UC's e área de preservação, conforme dados do ICMBio e do Plano Diretor do município de Torres.

## 5.8 SISTEMA DE DRENAGEM URBANA EXISTENTE

Para levantamento e caracterização do sistema de drenagem vigente, analisou-se a macrodrenagem de acordo com mapas da Incorp Consultoria e Assessoria e da Prefeitura Municipal de Torres. Complementou-se o estudo com informações colhidas em campo e inseridas no mapa disponibilizado pela PMT. Neste mapa foram adicionadas informações quanto a outros canais de macrodrenagem do município não existentes no estudo feito pela Incorp Consultoria e Assessoria, além dos nomes dos bairros, para facilitar seu entendimento.

Para compreensão do percurso feito pelas águas de escoamento da cidade, foram analisadas as microbacias através de informações e mapas construídos pela Incorp Consultoria e Assessoria e interpretado o mapa topográfico disponibilizado pela PMT. No mapa das microbacias foram avaliadas as extremidades de cada microbacia no sentido de entender o sentido da drenagem. No mapa topográfico, foram interpretados os perfis com pontos de cota e definido a direção do escoamento.

Para as áreas que ainda não possuem os estudos de escoamento, utilizou-se o mapa de curvas de nível fornecido pela PMT, ao qual foram acompanhados os valores dos pontos de cotas, as curvas de níveis e os canais

existentes, definindo-se a direção do escoamento. Foram acrescentados a este mapa os bairros e área do PEVA, para melhor compreensão da figura.

Para análise da Sanga D'água Boa, foram utilizados, inicialmente, dados de Pareceres feitos por Técnicos da PMT, além de informações colhidas em saída a campo. Com máquina fotográfica e um mapa da sanga, foi registrada a situação atual e em seguida, feita a análise dos dados.

Para caracterização da microdrenagem foram utilizados informações e mapas obsoletos cedidos pela prefeitura municipal.

## 5.9 ASPECTOS LEGAIS

Para avaliar os aspectos legais relacionados à drenagem, inicialmente, estudou-se o Plano Diretor atual do município através da Lei n.º 2.902 de 12 de julho de 1995. Primeiro, foram verificadas quais áreas estavam dentro da poligonal de estudo, após, avaliaram-se quais destas áreas eram relevantes para o estudo e dessas, estudaram-se as características, usos e proibições.

Dando seguimento ao escudo, tratou-se do Plano Municipal de Saneamento Básico desenvolvido no ano de 2013 pela PMT e do Código Ambiental do Município, instituído pela Lei Municipal n.º 30, de 19 de novembro de 2010, onde foram avaliadas as questões relacionadas à drenagem. Em seguida, complementou-se expondo sobre o licenciamento ambiental e seus níveis de exigência, além das anuências exigidas pelas Unidades de Conservação.

## 5.10 UNIDADES CONSERVAÇÃO

Através do Plano de Manejo do Parque Estadual da Itapeva e da Lei n.º 9.985 de 18 de julho de 2000, que institui o SNUC, expôs-se a situação atual referente a alguns aspectos do parque, como a vigência do Plano de Manejo, o tipo de unidade de conservação e suas exigências. Avaliou-se, ainda, a posição do parque quanto aos valos de drenagem retificados em sua área interna, e à área de várzea recentemente ocupada, com análise do ofício nº 082/2009 da gestão do PEVA para a Secretaria do Meio Ambiente e Urbanismo.

### 5.11 ANÁLISE INTEGRADA DOS PROBLEMAS DE DRENAGEM URBANA NO MUNICÍPIO

Caracterizou-se o problema de drenagem do município relacionando todos os itens tratados anteriormente, de modo a definir qualitativamente a situação da drenagem pluvial atual.

### 5.12 CONTRIBUIÇÕES PARA SOLUÇÃO DO PROBLEMA DE DRENAGEM NO MUNICÍPIO

Neste item, inicialmente, foram elencados os tipos de problemas mencionados no tópico anterior, de forma a caracterizados por sua condição, natural ou artificial. Em seguida, com auxílio do referencial teórico foram sugeridas ações estruturais e não estruturais, com possibilidade de resolução do problema.

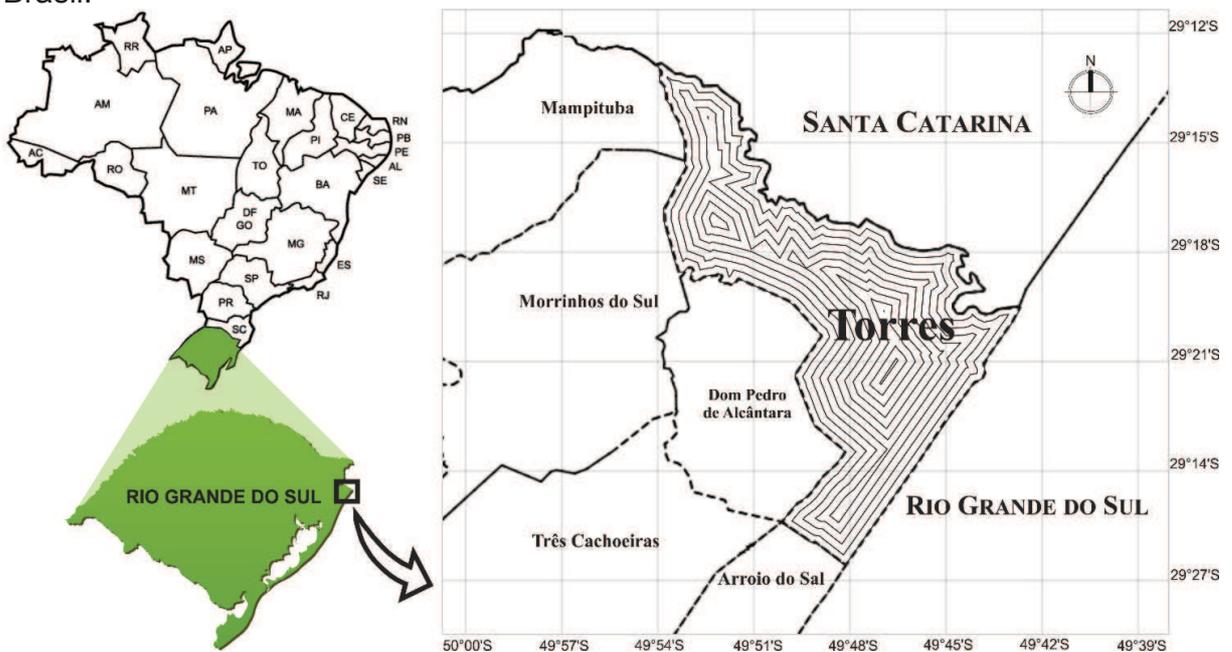
## 6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

### 6.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Torres, cidade situada no litoral norte do Rio Grande do Sul com, aproximadamente, 36.595 habitantes em 2013 abrange 160.565 quilômetros quadrados de área territorial e tem densidade demográfica de 215,84 habitantes por quilômetro quadrado. No entanto, mais de 96% da população encontra-se em zona urbana, demonstrando alta densidade populacional nesta região (IBGE, 2010).

Mesmo com baixa densidade populacional da zona rural, a cidade de Torres tem como uma das principais atividades econômicas a agricultura e a agropecuária, ficando atrás apenas do turismo, atividade muito valorizada em ambas as regiões, urbana e rural. De lindeiros possui o município de Passo de Torres, estado de Santa Catarina – separados pelo Rio Mampituba – ao norte, ao sul Arroio do Sal, a oeste os municípios de Mampituba, Dom Pedro de Alcântara e Morrinhos do Sul e a leste o oceano Atlântico. Outra atividade desenvolvida, devido à vasta extensão de costa, é a pesca (RIO GRANDE..., 2006).

Figura 01 – Localização do município de Torres, no estado de Rio Grande do Sul, Brasil.



FONTE: do autor, 2014.

Para uma correta compreensão do sistema de drenagem do município são necessários estudos mais aprofundados em áreas intrinsecamente ligadas a gestão hídrica, como o clima, o ecossistema, a hidrografia, a ocupação e uso do solo, a topografia, as bacias contribuintes do município e o atual sistema de drenagem.

Estes estudos foram realizados com base em dados já existentes e saídas a campo, e possuem como foco, sempre que possível, a área central da cidade (figura 02) considerada crítica pelos técnicos da PMT, a qual ocorre alagamentos constantes. Seguem as coordenadas dos quatro pontos principais da poligonal de estudo: -29,32, -49,71; -29,32, 49,74; -29,33, -49,75; e -29,36, -49, 73.

Figura 02 – Área central urbanizada do município de Torres, com definição dos bairros.



FONTE: Adaptado de PMT, 2007.

### 6.1.1 Aspectos climáticos e hidrológicos

O clima da região, de acordo com Mendonça e Danni-Oliveira (2007), é controlado por massas de ar tropicais e polares, sendo predominante de clima subtropical úmido e tendo como grande diferença do clima do restante do país uma maior regularidade na distribuição anual pluviométrica. Na classificação de Nimer (1989), é considerada uma região de pouca diversificação climática, destacando-se o clima mesotérmico superúmido do tipo temperado.

Segundo a PMT (2007), o clima da cidade sofre diferentes influências como: o oceano a oeste e suas massas de ar marítimas, a serra geral a leste e a localização geográfica abaixo do trópico de capricórnio. Estes fatores propiciam um regime pluviométrico abundante, com chuvas intensas e fortes no verão e invernos regulados entre dias ensolarados e chuvosos.

Abaixo seguem tabelas informativas com as precipitações mensais colhidas num período de 25 anos na estação meteorológica de Torres e as médias pluviométricas das estações do ano. A estação meteorológica pertence ao INMET do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento e localiza-se no Parque Municipal da Guarita, a 4,66 metros de altitude, com coordenadas  $-29.35^\circ$  de latitude e  $-49.73^\circ$  de longitude.

Apesar da inexistência de alguns dados devido a problemas com a fonte, foi possível, a partir de análise da tabela 03, verificar que a estação do verão é realmente a mais chuvosa, cerca de 20 a 30 mm mensais a mais de precipitação que nos meses do outono, inverno e primavera, em média. No entanto, este valor demonstra que há certa distribuição pluviométrica se analisado que as médias pluviométricas de todas as estações variam entre 40 e 250 mm.

Com relação e evaporação e a insolação, dados do INMET, juntamente com informações da PMT (2007) afirmam que os picos mais altos para ambos os parâmetros são atingidos nos meses de dezembro a janeiro, na estação do verão. A umidade do ar é considerada alta durante todo o ano, mantendo uma média anual de 83%.

A variabilidade térmica anual da região mantém-se entre  $14^\circ\text{C}$  e  $22^\circ\text{C}$ , oscilando entre  $10^\circ\text{C}$  e  $15^\circ\text{C}$  no inverno e  $26^\circ\text{C}$  e  $30^\circ\text{C}$  no verão (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007). A variabilidade térmica da cidade de Torres costuma

enquadrar-se na média regional, com exceção do verão, onde apresenta temperaturas mais baixas, mantendo-se entre 20°C e 25°C (INMET, 2014).

Tabela 02 – Precipitações mensais no município de Torres, em milímetros, Jan 1983 – Jul 2014.

ANO	MÊS											
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
<b>1989</b>	132,0	52,4	166,0	205,8	74,2	44,9	50,9	101,2	206,1	52,2	36,0	35,7
<b>1990</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>1991</b>	149,8	16,9	49,5	53,0	20,4	126,5	50,5	105,8	41,7	124,4	-	-
<b>1992</b>	182,2	116,0	182,5	95,1	115,9	55,0	148,8	88,7	114,3	51,7	76,9	53,2
<b>1993</b>	319,4	256,7	79,4	101,2	57,4	60,5	173,4	28,2	164,2	123,6	91,9	123,6
<b>1994</b>	46,0	308,7	124,7	87,8	367,9	98,5	76,3	85,2	41,7	204,9	138,9	137,7
<b>1995</b>	181,8	278,6	354,8	82,5	46,8	135,1	138,5	138,5	112,6	118,2	66,2	101,6
<b>1996</b>	233,7	233,6	217,0	101,4	43,9	127,5	58,8	171,4	141,4	175,6	66,3	70,9
<b>1997</b>	253,9	112,7	51,4	41,1	50,5	94,8	131,5	308,6	116,5	224,2	197,0	172,1
<b>1998</b>	239,9	219,4	205,4	93,2	85,5	67,8	128,7	183,5	150,9	92,6	72,8	126,5
<b>1999</b>	70,4	94,1	106,4	212,6	59,1	34,4	143,4	60,6	45,5	115,4	117,2	111,0
<b>2000</b>	247,8	243,7	112,0	100,1	59,7	168,3	83,8	155,8	190,8	226,9	78,8	120,7
<b>2001</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	78,8	121,4	118,1	27,6
<b>2002</b>	181,5	67,8	161,2	109,4	103,1	259,6	138,2	155,0	124,0	245,1	227,6	152,6
<b>2003</b>	56,3	265,0	84,4	69,8	19,3	172,0	103,9	21,6	59,5	135,3	62,4	185,8
<b>2004</b>	86,9	91,8	237,3	45,3	418,8	47,7	97,7	27,1	157,5	102,6	95,4	152,8
<b>2005</b>	16,2	65,4	222,6	125,0	88,5	50,0	71,6	203,9	214,0	220,9	92,3	47,0
<b>2006</b>	156,8	159,7	89,6	39,1	139,7	62,1	111,5	79,0	44,1	53,7	189,2	77,6
<b>2007</b>	210,7	192,0	198,3	100,3	134,6	56,2	188,4	144,7	178,6	83,2	185,3	154,1
<b>2008</b>	81,1	257,1	87,1	136,0	160,0	104,0	51,0	99,5	197,0	172,9	145,8	25,0
<b>2009</b>	200,9	118,4	112,1	100,8	80,2	39,6	50,9	161,8	440,3	84,1	149,1	107,1
<b>2010</b>	164,9	158,4	162,5	138,8	272,0	72,5	87,4	54,6	124,5	39,0	145,5	71,7
<b>2011</b>	324,5	185,2	129,0	99,5	57,8	168,4	265,7	330,1	93,7	77,6	31,3	162,7
<b>2012</b>	236,6	54,9	12,0	71,9	19,8	66,9	127,2	112,3	199,3	124,2	32,7	234,0
<b>2013</b>	152,1	290,0	240,9	62,9	27,1	102,2	57,8	419,1	141,1	73,4	149,9	79,7
<b>2014</b>	173,2	432,4	268,2	74,3	94,0	196,5	57,9					

FONTE: INMET, 2014.

Tabela 03 – Precipitações mensais no município de Torres, em milímetros, Jan 1983 – Jul 2014.

ANO	ESTAÇÕES DO ANO			
	VERÃO	OUTONO	INVERNO	PRIMAVERA
1989	73,4	148,7	65,7	98,1
1990	-	-	-	-
1991	55,6	41,0	94,3	55,4
1992	117,1	131,2	97,5	81,0
1993	233,2	79,3	87,4	126,6
1994	164,1	193,5	86,7	128,5
1995	187,3	161,4	137,4	99,0
1996	179,4	120,8	119,2	127,8
1997	179,6	47,7	178,3	179,2
1998	195,3	128,0	126,7	105,4
1999	91,8	126,0	79,5	92,7
2000	204,1	90,6	136,0	165,5
2001	-	-	-	106,1
2002	134,0	124,6	184,3	198,9
2003	169,0	57,8	99,2	85,7
2004	110,5	233,8	57,5	118,5
2005	42,9	145,4	108,5	175,7
2006	131,4	89,5	84,2	95,7
2007	185,6	144,4	129,8	149,0
2008	121,1	127,7	84,8	171,9
2009	142,1	97,7	84,1	224,5
2010	131,7	191,1	71,5	103,0
2011	224,1	95,4	254,7	67,5
2012	175,2	34,6	102,1	118,7
2013	173,9	110,3	193,0	121,5
2014	201,9	145,5		

FONTE: Elaborado pelo autor, 2014.

Para a série de máximas com duração de um dia obteve-se a média de 96,4mm, com desvio padrão de 32,13mm. Com estes dados foram ajustados os parâmetros da distribuição de Gumel obtendo-se  $\alpha = 0,0322$  e  $\beta = 78,7$ . O valor da estatística Dmax do teste Kolmogorov-Smirnov foi de 0,075 inferior ao valor crítico de 0,287 para o nível de significância de 5% evidenciando a aderência à distribuição ajustada como pode ser visualizado na Figura 03.

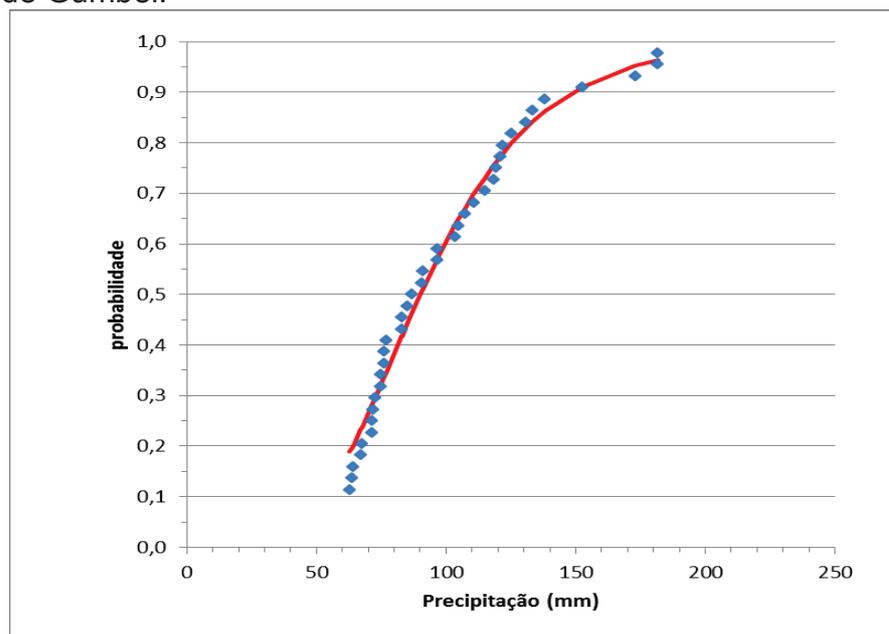
Na Tabela 05 constam as alturas de chuva máxima estimada a partir das séries de máximas anuais com duração de um dia, obtidas por desagregação para as durações entre 5 min e 1440 min.

Tabela 04 – Série de máxima anual de precipitação de Torres, RS.

ANO	Precipitação máxima diária (mm)	ANO	Precipitação máxima diária (mm)
1964	43,0	1995	119,4
1965	67,0	1996	75,0
1966	83,0	1997	62,8
1967	54,2	1998	77,0
1970	67,6	1999	86,7
1971	121,9	2000	125,1
1972	110,6	2002	72,0
1973	96,6	2003	82,9
1974	75,9	2004	133,2
1975	71,6	2005	107,4
1976	118,3	2007	85,0
1977	72,7	2008	103,4
1980	181,8	2009	75,9
1981	131,0	2010	74,8
1982	152,6	2011	173,0
1983	104,7	2012	120,9
1985	115,0	2013	90,6
1988	138,1		
1989	71,3	Média	96,4
1992	63,8	Desvio Padrão	32,13
1993	64,2	Maior valor	181,8
1994	91,2	Menor valor	43,0

FONTE: Elaborado pelo autor, 2014.

Figura 03 – Aderência das séries de máx. anuais à distribuição de Gumbel.



FONTE: do autor, 2014.

Tabela 05 – Altura de chuva (mm) obtida pela desagregação da chuva máxima diária.

t- Duração (min)	T - Período de Retorno (anos)							
	100	50	25	20	15	10	5	2
1440	102,7	142,9	169,5	184,5	195,0	203,1	228,0	252,8
720	87,3	121,5	144,1	156,8	165,8	172,6	193,8	214,9
600	84,3	117,2	139,0	151,3	159,9	166,6	187,0	207,3
480	80,1	111,5	132,2	143,9	152,1	158,4	177,9	197,2
360	74,0	102,9	122,0	132,8	140,4	146,2	164,2	182,0
300	70,4	97,9	116,1	126,4	133,6	139,1	156,2	173,2
240	66,2	92,0	109,2	118,8	125,6	130,8	146,9	162,8
180	60,6	84,3	100,0	108,9	115,1	119,8	134,5	149,1
120	53,9	75,0	89,0	96,9	102,4	106,6	119,7	132,7
60	43,2	60,0	71,2	77,5	81,9	85,3	95,8	106,2
30	31,9	44,4	52,7	57,3	60,6	63,1	70,9	78,6
25	29,1	40,4	47,9	52,2	55,2	57,4	64,5	71,5
20	25,9	36,0	42,7	46,5	49,1	51,1	57,4	63,6
15	22,4	31,1	36,9	40,1	42,4	44,2	49,6	55,0
10	17,2	24,0	28,4	31,0	32,7	34,1	38,3	42,4
5	10,9	15,1	17,9	19,5	20,6	21,5	24,1	26,7

FONTE: Elaborado pelo autor, 2014.

Tabela 06 – Intensidade da chuva (mm/h) obtida pela desagregação da chuva máxima diária.

t- Duração (min)	T - Período de Retorno (anos)							
	2	5	10	15	20	25	50	100
1440	4,3	6,0	7,1	7,7	8,1	8,5	9,5	10,5
720	7,3	10,1	12,0	13,1	13,8	14,4	16,2	17,9
600	8,4	11,7	13,9	15,1	16,0	16,7	18,7	20,7
480	10,0	13,9	16,5	18,0	19,0	19,8	22,2	24,6
360	12,3	17,1	20,3	22,1	23,4	24,4	27,4	30,3
300	14,1	19,6	23,2	25,3	26,7	27,8	31,2	34,6
240	16,5	23,0	27,3	29,7	31,4	32,7	36,7	40,7
180	20,2	28,1	33,3	36,3	38,4	39,9	44,8	49,7
120	27,0	37,5	44,5	48,4	51,2	53,3	59,9	66,4
60	43,2	60,0	71,2	77,5	81,9	85,3	95,8	106,2
30	63,9	88,8	105,4	114,7	121,2	126,3	141,7	157,1
25	69,7	97,0	115,1	125,2	132,4	137,9	154,8	171,6
20	77,6	107,9	128,0	139,4	147,3	153,4	172,2	190,9
15	89,4	124,4	147,5	160,6	169,7	176,8	198,4	220,0
10	103,5	143,9	170,7	185,8	196,4	204,5	229,6	254,5
5	130,3	181,2	214,9	234,0	247,3	257,6	289,2	320,5

FONTE: Elaborado pelo autor, 2014.

Tabela 07 – Intensidade da chuva (mm/h) obtida pela equação de Chuvas intensas ajustada para Torres, RS.

t- Duração (min)	T - Período de Retorno (anos)							
	2	5	10	15	20	25	50	100
1440	4,3	6,0	7,1	7,7	8,1	8,5	9,5	10,5
720	7,3	10,1	12,0	13,1	13,8	14,4	16,2	17,9
600	8,4	11,7	13,9	15,1	16,0	16,7	18,7	20,7
480	10,0	13,9	16,5	18,0	19,0	19,8	22,2	24,6
360	12,3	17,1	20,3	22,1	23,4	24,4	27,4	30,3
300	14,1	19,6	23,2	25,3	26,7	27,8	31,2	34,6
240	16,5	23,0	27,3	29,7	31,4	32,7	36,7	40,7
180	20,2	28,1	33,3	36,3	38,4	39,9	44,8	49,7
120	27,0	37,5	44,5	48,4	51,2	53,3	59,9	66,4
60	43,2	60,0	71,2	77,5	81,9	85,3	95,8	106,2
30	63,9	88,8	105,4	114,7	121,2	126,3	141,7	157,1
25	69,7	97,0	115,1	125,2	132,4	137,9	154,8	171,6
20	77,6	107,9	128,0	139,4	147,3	153,4	172,2	190,9
15	89,4	124,4	147,5	160,6	169,7	176,8	198,4	220,0
10	103,5	143,9	170,7	185,8	196,4	204,5	229,6	254,5
5	130,3	181,2	214,9	234,0	247,3	257,6	289,2	320,5

FONTE: Elaborado pelo autor, 2014.

Tabela 08 – Intensidade da chuva (mm/h) obtida pelas equações de chuvas intensas ajustadas para Torres, RS.

t- Duração (min)	T - Período de Retorno (anos)							
	2	5	10	15	20	25	50	100
1440	4,9	5,8	6,6	7,1	7,5	7,9	9,0	10,2
720	8,3	9,9	11,3	12,2	12,9	13,4	15,3	17,5
600	9,6	11,4	13,0	14,0	14,8	15,5	17,6	20,1
480	11,3	13,5	15,4	16,6	17,6	18,3	20,9	23,9
360	14,1	16,8	19,2	20,7	21,9	22,8	26,0	29,7
300	16,2	19,3	22,0	23,7	25,1	26,1	29,8	34,0
240	19,1	22,7	25,9	28,0	29,6	30,9	35,2	40,2
180	23,6	28,1	32,0	34,6	36,5	38,1	43,5	49,6
120	31,5	37,4	42,7	46,1	48,7	50,8	58,0	66,2
60	48,7	58,0	66,2	71,5	75,5	78,8	89,9	102,6
30	72,7	86,5	98,7	106,6	112,6	117,5	134,0	152,9
25	80,0	95,2	108,6	117,4	124,0	129,3	147,5	168,3
20	89,4	106,5	121,5	131,2	138,6	144,6	164,9	188,2
15	102,1	121,6	138,7	149,8	158,2	165,1	188,3	214,9
10	120,3	143,2	163,4	176,5	186,4	194,5	221,9	253,1
5	149,1	177,4	202,4	218,7	231,0	241,0	274,9	313,7

FONTE: Elaborado pelo autor, 2014.

A equação relacionando as relações IDF (Figura 03) ajustada para período de retorno de 2 a 100 anos, para duração de 5 a 120 minutos ( $5 \text{ minutos} \leq t \leq 120 \text{ minutos}$ ) foi a apresentada abaixo.

$$i = \frac{824,86T^{0,190}}{(t + 8,94)^{0,699}}$$

Para a duração de 120 a 1440 minutos ( $120 \text{ minutos} \leq t \leq 1440 \text{ minutos}$ ) foi ajustada a equação:

$$i = \frac{1296,83T^{0,190}}{(t + 15,0)^{0,785}}$$

Em que:  $i$  = intensidade da chuva (mm.h-1);

$T$  = Período de retorno (anos);

$t$  = duração da chuva (minutos).

### 6.1.2 Aspectos geomorfológicos

Dentro das formas de relevo, analisados em função da gênese e dos processos morfogenéticos atuantes, o IBGE (2009, p. 34) classifica a região como planície marinha com extenso pós-praia interligado ao campo de dunas. As planícies marinhas são definidas, por este, como “áreas planas resultante de acumulação marinha, podendo comportar praias, canais de maré, [...] restingas”, ocorrendo em baixadas litorâneas sob a influência de processos de agradação marinhos. Além disto, de acordo com Absalonsen e Toldo Jr. (2007, p. 4) na cidade “afloram arenitos eólicos da formação Botucatu e rochas vulcânicas da formação Serra Geral, ambas do Mesozoico da bacia do Paraná”.

De acordo com Rocha (2010, p. 2), há diversas unidades de solo com características típicas na região, tais como: “areias das zonas costeiras e dunas, solos pedregosos dos morros e derrames basálticos, solos seco areno-argilosos e solos orgânicos dos banhados e várzeas”. Grande parte da zona urbana da cidade se encontra em zona de cotas baixas onde ocorrem originalmente solos orgânicos de banhados, os quais são característicos por baixa infiltração, maior capacidade de alagamento e bom escoamento superficial.

### 6.1.3 Aspectos ecossistêmicos

Anteriormente a urbanização, era possível visualizar na cidade de Torres um ecossistema variado composto pela influência da Mata Atlântica de encosta, pelos contingentes pampeanos dos campos litorâneos, a restinga formando as dunas e, ainda, devido ao o complexo de lagoas costeiras, uma diversidade de ambientes de áreas úmidas. A faixa litoral de dunas e os campos costeiros foram os primeiros a sofrerem processo de degradação (GUADAGNIN *et al.*, 1999).

De acordo com Guadagnin *et al.* (1999), ainda há alguns remanescentes do ecossistema variado que era possível visualizar com facilidade a 100 anos atrás. Aos arredores da Vila São João há resquícios de Mata Atlântica e banhados, e no Parque da Estadual da Itapeva e seu entorno existem os últimos fragmentos de Palmeiras nativas, além de remanescentes de faixa praial, dunas, lagoas e fragmentos de mata de restinga paludosa.

Atualmente, as áreas de banhado estão sendo as mais pressionadas, o que leva à maior preocupação por parte do município quanto a drenagem urbana, já que estas áreas são responsáveis pelo acúmulo de água em determinados locais, servindo como microbacias de detenção/retenção. A área de dunas também vem sendo bastante afetada pelo mesmo tipo de pressão sofrida pelas áreas de várzea, como: ocupação desordenada, aterros, disposição e acúmulo de lixo e esgotos sem tratamento (informação verbal)<sup>1</sup>.

### 6.1.4 Aspectos hidrográficos

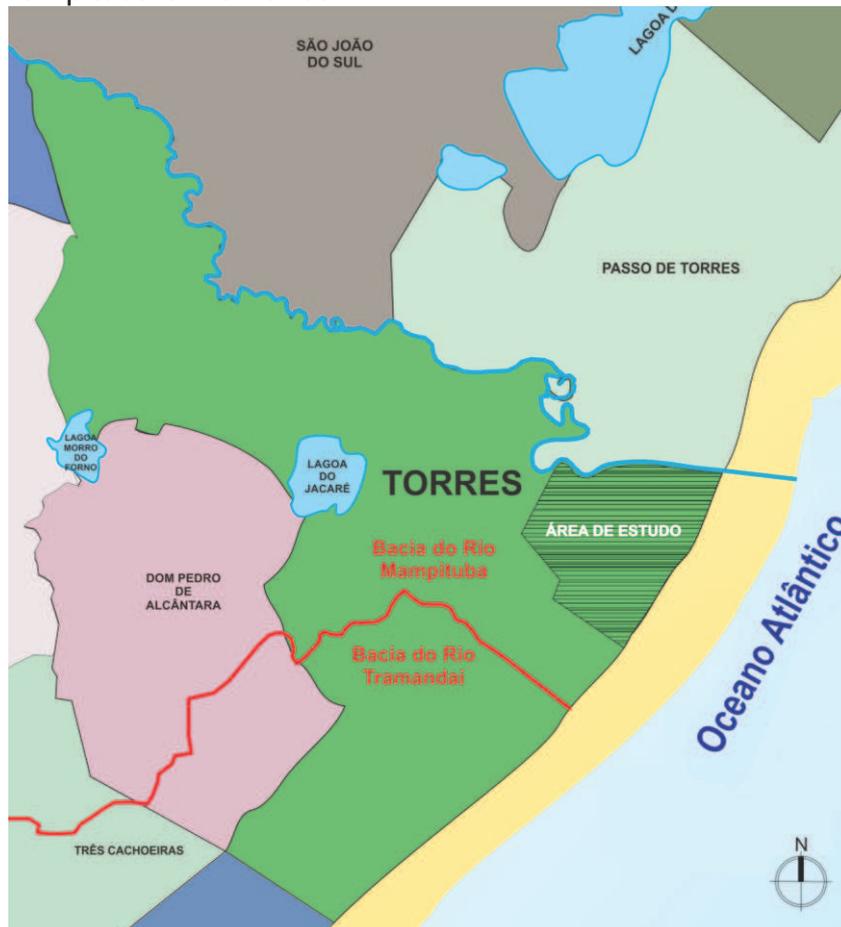
Conforme Reginato (1996) importantes cursos fluviais e corpos lagunares compõem as características hídricas da cidade. De acordo Becker, Lisbôa e Kanarzeski (1983) o sistema fluvial é composto por quatro rios: o Rio Mampituba, o maior e mais importante deles, drenando uma área de 1800 km<sup>2</sup> entre o RS e SC, o Rio do Mangue, Rio dos Negros e o Rio das Pacas com, respectivamente, 50, 29 e 39 km<sup>2</sup> de área drenada. Já o sistema lagunar, é formado por seis lagoas: a Lagoa do Morro do Forno, Lagoa do Jacaré, Lagoa da Itapeva, Lagoa do Violão, Lagoa Jardim e Lagoa do Simão.

<sup>1</sup> Informação fornecida por Rivaldo Raimundo e Elisabeth Rocha em reunião na Secretaria Municipal do Meio Ambiente e Urbanismo de Torres. em Torres. julho de 2014.

De todo esse sistema fluvial e lagunar, o rio mais relevante para este estudo é o Rio Mampituba, por sua vazão e localização, as quais são responsáveis por grande parte da drenagem do município. A lagoa de maior relevância é a Lagoa do Violão, por se localizar no centro da cidade, considerada área crítica quanto à drenagem. Esta região conta, ainda, com alguns canais, como a Av. do Riacho, o qual liga a Lagoa do Violão com o Rio Mampituba, a Sanga d'água Boa, que se conecta com o Riacho, o Canal do Balonismo mais a oeste e o Riacho Doce a leste.

Com relação à bacia hidrográfica, o município está inserido em duas bacias diferentes, a Bacia do Rio Mampituba e a Bacia do Rio Tramandaí. De sua área total, 70,61% do município estão incluídos na primeira e 29,39% na segunda, conforme o Plano de Manejo do Parque Estadual da Itapeva (RIO GRANDE...,2006). A área central da cidade onde ocorrem os alagamentos faz parte da poligonal do Rio Mampituba, conforme figura 04.

Figura 04 – Divisão das bacias hidrográficas do Rio Mampituba e Tramandaí.



FONTE: Adaptado de Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Mampituba.

### **6.1.5 Aspectos topográficos**

No ano de 2005 foi realizado pela Prefeitura Municipal de Torres em parceria com a Incorp Consultoria e Assessoria um levantamento topográfico da área central da cidade. Neste estudo, além do levantamento planialtimétrico foi efetuado também a batimetria dos cursos d'água existentes nesta região.

Na área central da cidade os terrenos são frequentemente planos, com pouca declividade e o lençol freático encontra-se muito alto, aproximadamente 1,7 metros de profundidade, o que, juntamente com o tipo de solo – basicamente areia e turfa – acabam gerando áreas alagadiças. Na região oeste da cidade, conforme estudo topográfico supracitado é uma das regiões de cotas mais baixas, variando de 0,9 a 1,7 metros, caracterizando facilmente o tipo alagadiço.

Nos arredores da Avenida do Riacho e no lado norte da cidade, as cotas também não são altas, de 0,9 a 3,0 metros. A leste e ao sul, podem variar de 1,4 a 6,3 metros em diferentes ruas e terrenos. Esta variação ocorre em diferentes pontos e não necessariamente gerando uma direção definida para o escoamento das águas, o que demonstra a dificuldade desta ação, quanto ao aspecto topográfico.

### **6.1.6 Ocupação e uso do solo**

Atualmente, a área central da cidade esta praticamente toda urbanizada. A área mais recente a ser urbanizada foi a região oeste, com cotas baixas e alagadiça, conforme citado anteriormente. Em tempo anterior a 2009 era possível visualizar o enorme banhado ali existente, nos arredores da Sanga D'água Boa, onde se entrará em detalhes mais a diante. Após esta data, esta região foi aterrada para futuras construções unifamiliares, conforme pode ser visualizado nas figura 05, 06, 07 e 08, prejudicando a drenagem local.

Figura 05 – Imagens de satélite temporal da área alagadiça e da Sanga D'Água Boa no município de Torres, 2004.



FONTE: Google Earth, 2014.

Figura 06 – Imagens de satélite temporal da área alagadiça e da Sanga D'Água Boa no município de Torres, 2007.



FONTE: Google Earth, 2014.

Figura 07 – Imagens de satélite temporal da área alagadiça e da Sanga D'Água Boa no município de Torres, 2009.



FONTE: Google Earth, 2014.

Figura 08 – Imagens de satélite temporal da área alagadiça e da Sanga D'Água Boa no município de Torres, 2012.



FONTE: Google Earth, 2014.

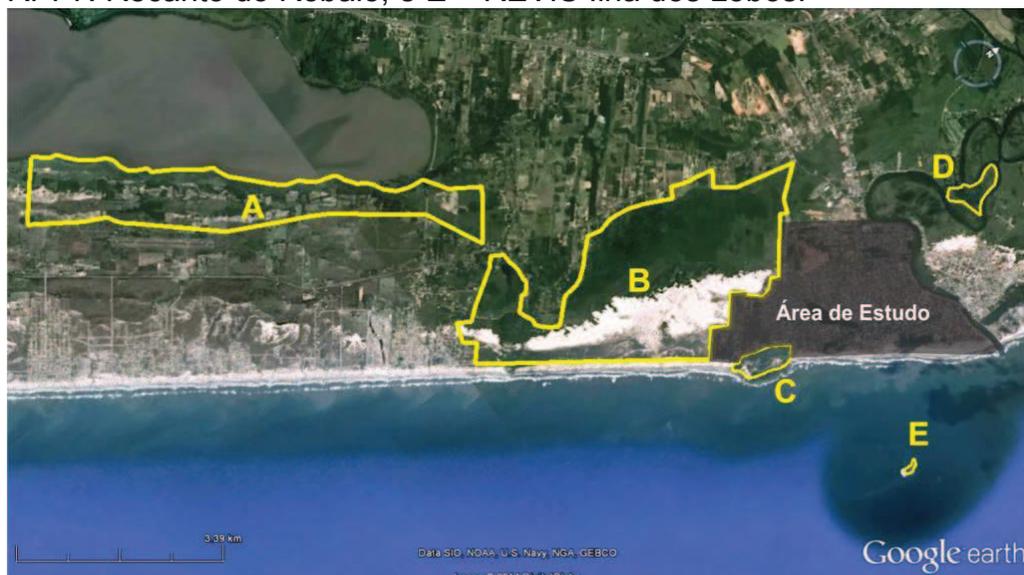
Não há indústrias, nem plantações, atualmente, nesta região da cidade, o que caracteriza a ocupação do solo apenas para urbanização com uso residencial e comercial. Esta particularidade está diretamente ligada à drenagem das águas, considerando que quanto mais urbanizada, mais áreas impermeáveis a cidade possui, levando a menos infiltração e escoamento superficial mais elevado.

Linda a área urbanizada, há a Unidade de Conservação Parque Estadual da Itapeva (PEVA). Anteriormente à UC a área era utilizada para plantação de arroz, atualmente, por se caracterizar de proteção integral, não pode haver usos.

O PEVA, com 1.000 ha de área, é uma das mais importantes UC's do litoral regional, por abrigar importantes remanescentes ambientais naturais, como dunas, restingas, banhados e mata atlântica, a qual se tratará mais a diante (RIO GRANDE..., 2006).

O município conta ainda com mais três UC's, uma municipal – a Área de Proteção Ambiental (APA) da Lagoa Itapeva – uma particular – a Reserva de Patrimônio Particular Natural (RPPN) Recanto do Robalo –, e outra federal – o Refúgio de Vida Silvestre (REVIS) Ilha dos Lobos –, todos indicados na figura 09. Há também o Parque Estadual da Guarita, que não é instituído como UC, no entanto, é denominado como Área de Interesse Paisagístico Histórico-Cultural e Turístico no Plano Diretor do Município.

Figura 09 – Unidades de Conservação do município de Torres. A – APA da Lagoa Itapeva; B – PEVA; C – Parque Estadual da Guarita; D – RPPN Recanto do Robalo; e E – REVIS Ilha dos Lobos.



FONTE: Adaptado de Google Earth, 2014.

### 6.1.7 Sistema de drenagem urbana existente

No estudo feito pela INCORP (2005), os principais elementos da macrodrenagem do município de Torres considerados foram o Rio Mampituba, a Av. do Riacho e a Sanga D'água Boa, além da Lagoa do Violão. A Sanga d'água Boa desagua na Av. do Riacho, que parte da Lagoa do Violão e se encontra com o Rio Mampituba mais a diante, conforme figura 10. O estudo comentou ainda quanto ao Rio Mampituba, que recebe estas contribuições e desagua no oceano, por estar frequentemente exposto às variações no nível do mar ocasionadas pelas marés baixas e altas. Estas variações interferem diretamente no escoamento das águas de seus canais e, conseqüentemente, no escoamento das águas pluviais, considerando que a rede de drenagem existente lança as águas recolhidas nas sangas do Rio Mampituba e na Lagoa do Violão.

Figura 10 – Principais redes de macrodrenagem da área central do município de Torres, de acordo com estudo da Incorp Consultoria e Assessoria.

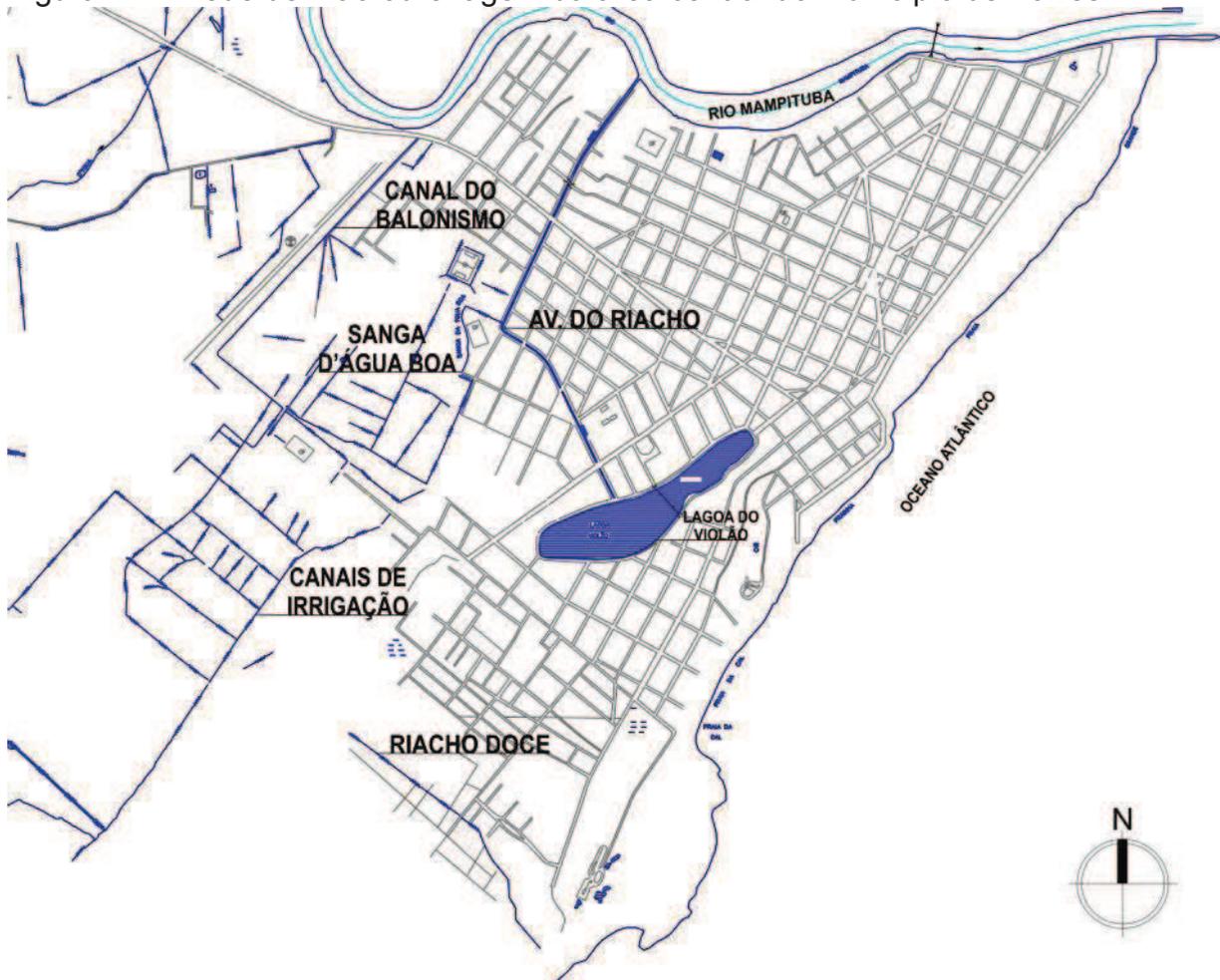


FONTE: INCORP Consultoria e Assessoria, 2005.

Nota-se que não foi considerado no estudo supracitado alguns outros canais de contribuição da macrodrenagem, como o Canal do Balonismo, que desagua no Rio Mampituba e o Riacho Doce mostrados na figura 11. O primeiro ajuda na drenagem da porção oeste da área urbanizada, e o último na porção sul,

que escoam em direção ao oceano. Outros canais não mencionados foram aqueles de irrigação, situados dentro do PEVA.

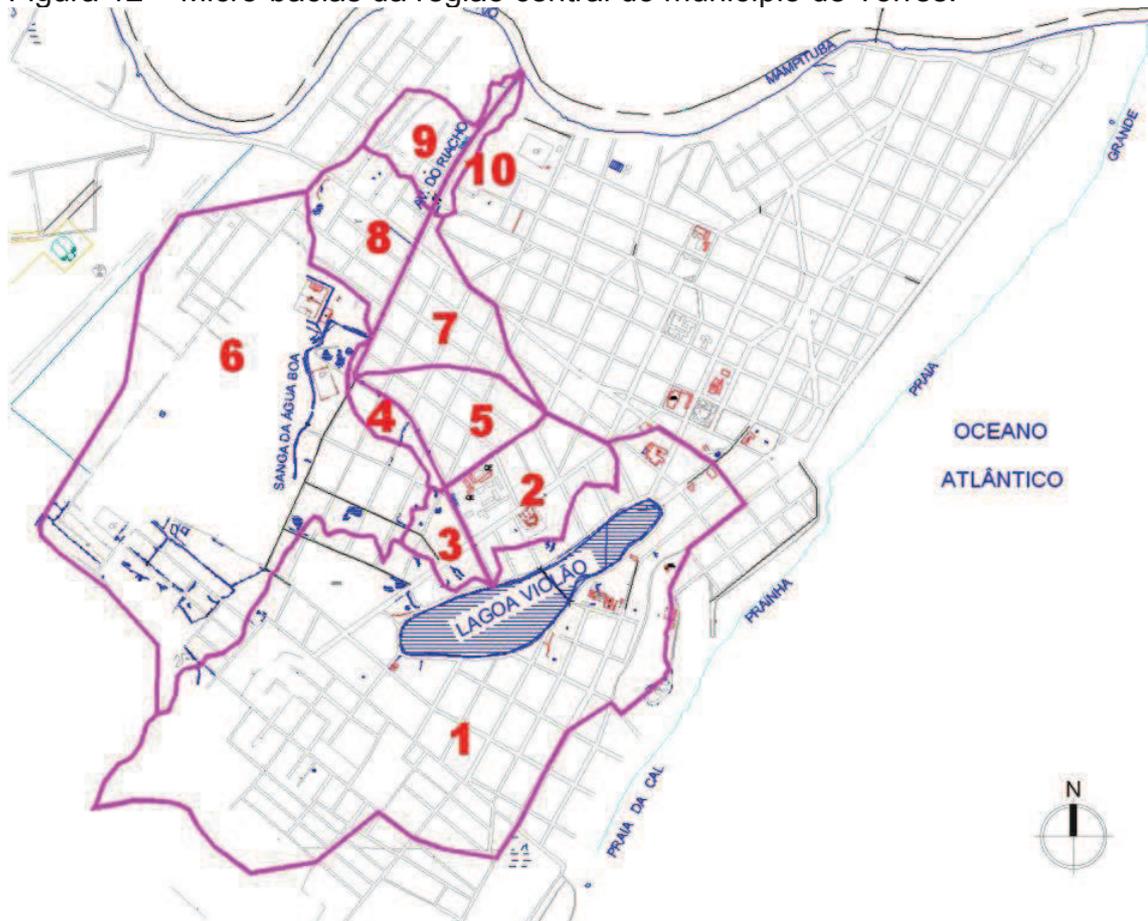
Figura 11 – Rede de macrodrenagem da área central do Município de Torres.



FONTE: Adaptado de PMT, 2007.

Na figura 12 é possível visualizar a distribuição parcial da drenagem através da divisão de microbacias feito pela INCORP (2005). Este estudo mostra que o Canal do Balonismo, juntamente com Sanga D'água Boa, em conexão com a Av. do Riacho, são responsáveis pela drenagem dos Bairros Igra Sul, Vila Nova, Zona Nova, Jardim Eldorado e parte do Stan, na porção 6 da figura. A Lagoa do Violão e também a Av. do Riacho, drenam os Bairros Praia da Cal, Dunas, Porto Alegre, Igra Norte, parte oeste do São Francisco, sul do Centro e restante do Stan, nas porções de 1 a 10, exceto a 6. Não é mencionado o fluxo de escoamento dos bairros Getúlio Vargas, Molhes, Praia Grande, Guarita e parte leste do São Francisco.

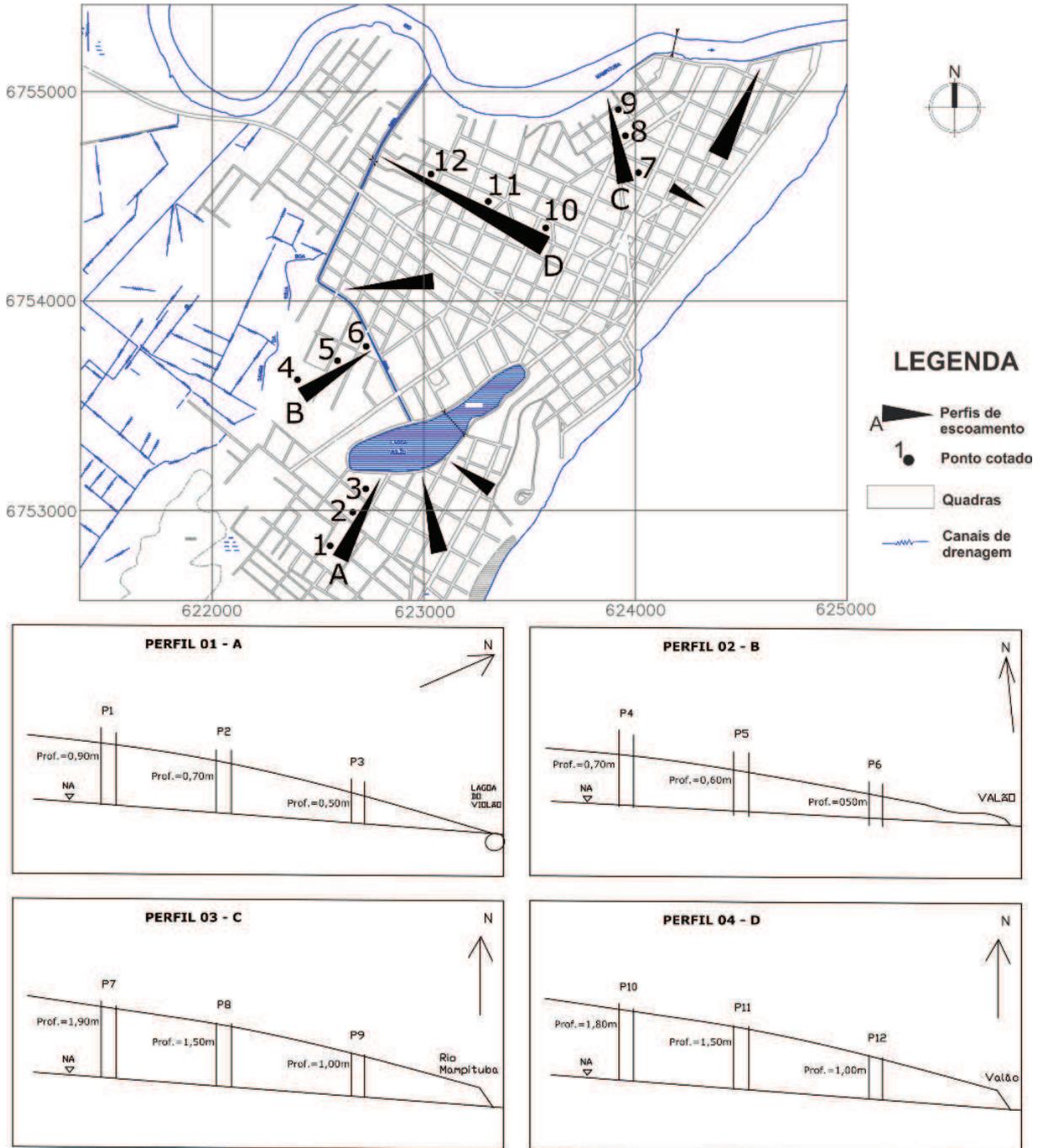
Figura 12 – Micro-bacias da região central do município de Torres.



FONTE: INCORP Consultoria e Assessoria, 2005.

De acordo com figura 13, através dos perfis A, B, C e D pode-se localizar a direção do escoamento de parte da cidade. O escoamento da porção oeste do bairro Getúlio Vargas e parte norte do centro seguem em direção a Av. do Riacho, de acordo com perfil D, pontos 10, 11 e 12. A porção leste do bairro Getúlio Vargas e Molhes escoam em direção ao Rio Mampituba, mostrado no perfil C, pontos 07, 08 e 09, e a Praia Grande no sentido do oceano Atlântico, não confirmado por pontos de cota, apenas indicada a direção. Os perfis A, pontos 01, 02 e 03, e B, pontos 04, 05 e 07, reincidentam o supracitado quanto ao escoamento dos bairros ali existentes.

Figura 13 – Direção do escoamento das águas conforme topografia do município de Torres.

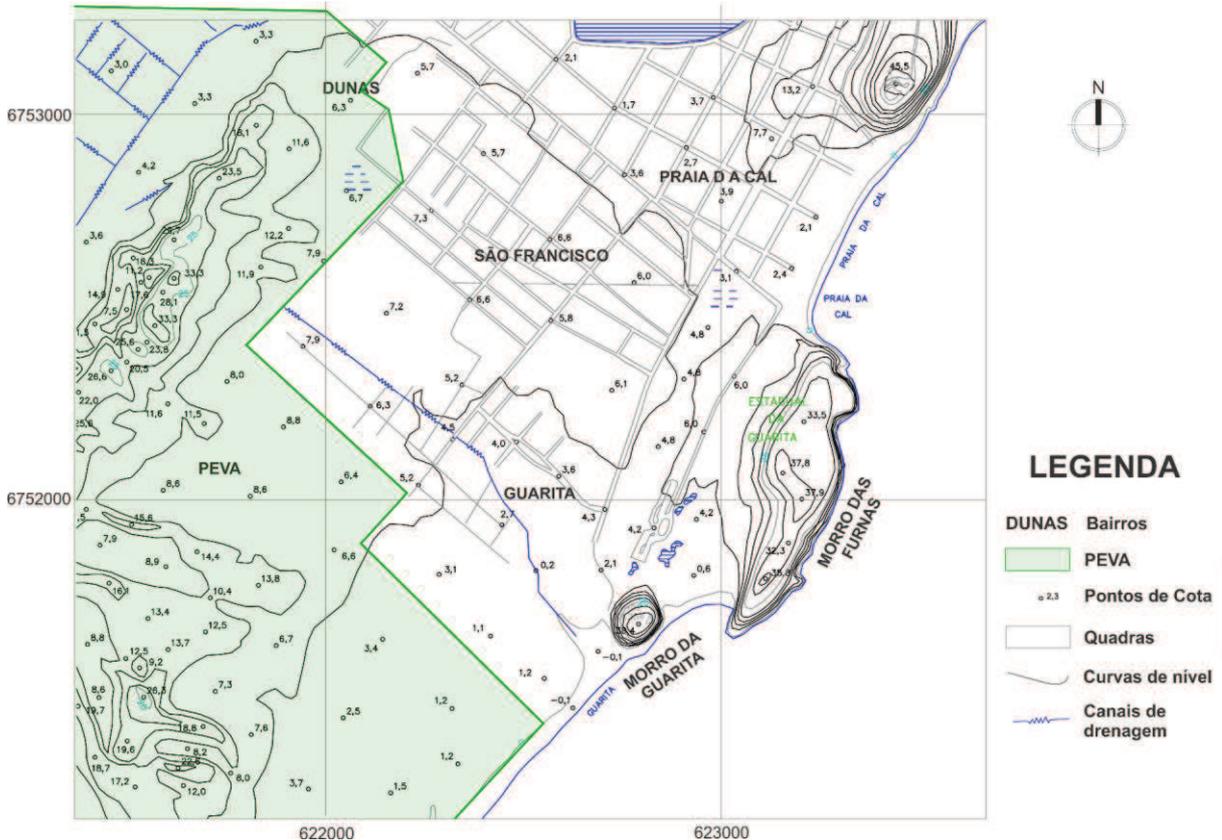


FONTE: Adaptado de PMT, 2010.

Em análise às curvas de nível e pontos de cota da figura 14 torna-se possível a compreensão do escoamento nos bairros Guarita, leste do São Francisco e na região do Parque Estadual da Itapeva, a qual parte a drenagem de suas águas passa pela cidade. Em ambos os bairros supracitados o escoamento ocorre preferencialmente na direção do oceano. Na parte leste do bairro São Francisco o desague acontece ao norte do Morro das Furnas, na região da Praia da Cal, já no

bairro Guarita o fluxo corre no sentido sul, desaguando após o Morro da Guarita. Estas duas áreas não oferecem influência significativa no problema de drenagem da cidade, considerando que seus escoamentos não correm em direção ao Rio Mampituba, conseqüentemente, não atingindo o centro da cidade.

Figura 14 – Curvas de nível e pontos cotados dos bairros Guarita, São Francisco e Praia da Cal.

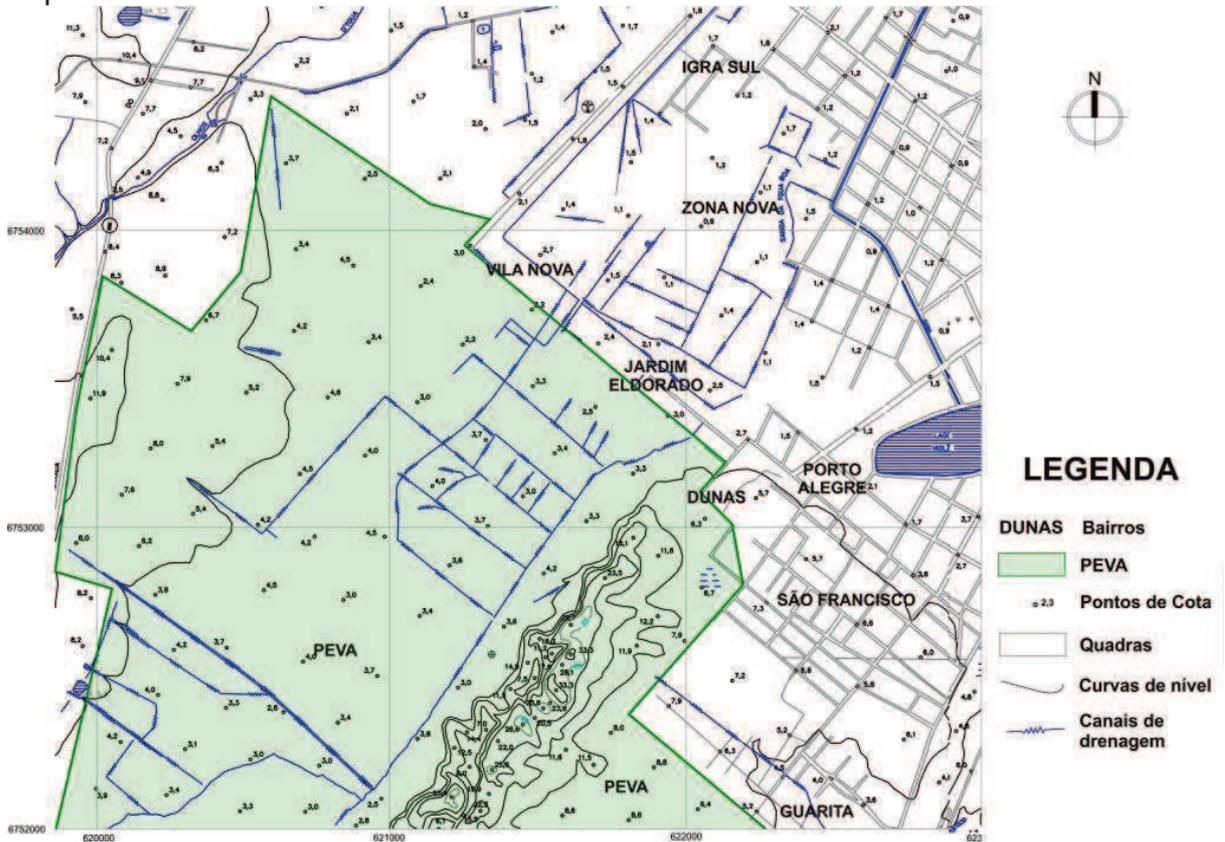


FONTE: Adaptado de PMT, 1996.

Quanto ao Parque Estadual da Itapeva, grande parte da área oeste do Parque tem sua drenagem em direção ao Rio Mampituba, sendo necessário, às águas, atravessarem a cidade para atingirem seu ponto final. Todos os canais desta região do Parque foram feitos para facilitar a drenagem daquela região e também, devido a antigas plantações de arroz. Conforme é possível visualizar pelos pontos cotados da figura 15, o fluxo destes valos segue pelos bairros Jardim Eldorado, Vila Nova e Zona Nova, encontrando-se com o Canal do Balonismo e a Sanga D'água Boa. A falta de manutenção dos canais dentro da cidade em conjunto com a ocupação de áreas próximas as sangas e o aterramento delas em algumas partes

geraram algumas consequências, como o represamento das águas no Parque e grandes alagamentos nas regiões mais baixas da cidade.

Figura 15 – Curvas de nível e pontos cotados da área do Parque Estadual da Itapeva.



FONTE: Adaptado de PMT, 1996.

Vê-se, desde o início dos estudos a importância dos canais para a drenagem da cidade. Neste contexto, a Sanga D'água Boa recebeu alterações as quais foram cruciais no declínio da qualidade do escoamento das águas. O aterramento feito na área úmida próxima à sanga, já mencionado anteriormente, além de descaracterizar o banhado que antes servia como reservatório de retenção, alterou o curso da sanga para uma possível canalização. De acordo com o Parecer Técnico n. 0222-07 da Secretaria Municipal do Meio Ambiente, os tubos instalados para canalização da Sanga estão subdimensionados e não possuem diâmetro compatível com máxima vazão da sanga e em pelo menos três pontos o desvio da sanga apresenta ângulo de 90°, o que potencializa os problemas de erosão e assoreamento, além de aumentar os riscos de alagamento (TORRES, 2007).

A figura 16 mostra a Sanga D'água boa em seu ponto final, de onde correrá por canalização até a Avenida do Riacho. Neste ponto verifica-se o subdimensionamento de sua canalização, considerando que não houve precipitação sete dias antes da data do registro e a mesma encontrava-se com alto nível de vazão. Outra característica, já citada, muito encontrada nesta região são os aterramentos dos canais para acesso aos lotes sem a devida canalização, conforme a figura 17.

Figura 16 – Registro fotográfico do ponto final da Sanga D'água Boa.



FONTE: do autor, 2014.

Figura 17 – Registro fotográfico da área aterrada para acesso ao lote sem canalização do canal.



FONTE: do autor, 2014.

Quanto à microdrenagem da cidade, há falta de registros pela Prefeitura Municipal. Não existe um banco de dados contendo a canalização da drenagem pluvial ou o que existe está desatualizado, não oferecendo margens seguras para o estudo. O dimensionamento da rede é feito de forma parcial, sem análise de dados históricos quanto às chuvas ou quantificação da rede, é baseado apenas no diâmetro de canalizações já existentes. A situação da rede efetiva não possui manutenção adequada, visto que em algumas regiões encontram-se comprometidas em sua forma estrutural e, em outros casos, entupidas devido à deposição inadequada de lixo e areia carregada pelo vento e chuvas.

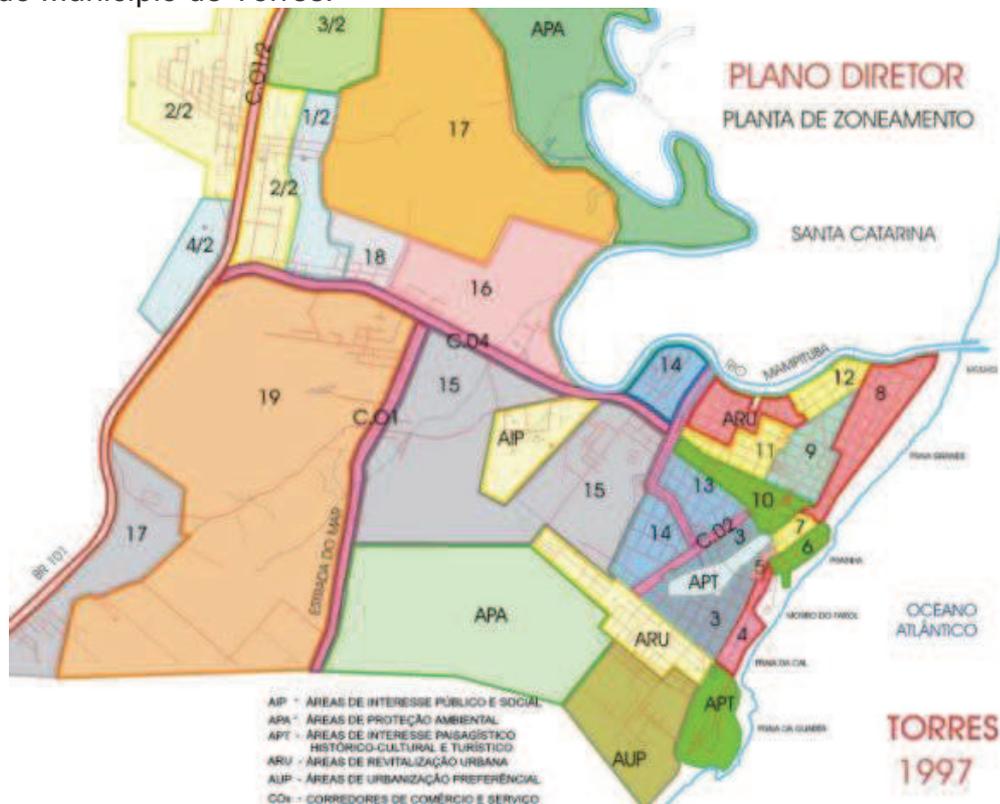
## 6.2 ASPECTOS LEGAIS E UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

### 6.2.1 Plano diretor atual

Com relação ao uso e ocupação do solo Torres, atualmente, conta com o Plano Diretor disposto pela Lei Municipal nº 2.902 de 12 de julho de 1995 que divide as unidades territoriais em Zonas, Corredores de Comércio e Serviços e Áreas Especiais. As Zonas e os Corredores de Comércio e Serviços relacionam os usos incentivados e proibidos, nas questões organizacionais da cidade, no que cerne o comércio, a indústria e as residências, não sendo observadas questões ambientais de forma específica.

As Áreas Especiais são divididas em Áreas de Interesse Público e Social (APS), Áreas de Interesse Paisagístico, Histórico-Cultural e Turístico (APT), Áreas de Proteção Ambiental (APA), Áreas de Revitalização Urbana (ARU) e Áreas de Urbanização Preferencial (AUP). Dentro da área de estudo, as Áreas Especiais existentes é são ARU, AUP, APT e APA, conforme figura 18.

Figura 18 – Planta de Zoneamento de acordo com o Plano Diretor atual do Município de Torres.



FONTE: PMT, 1997.

As ARUs tem por objetivo a reurbanização, recuperação e regularização fundiária dos bairros periféricos da cidade onde estas questões são visíveis. A AUP tem parte de sua extensão dentro do atual PEVA, instituído sete anos após a criação deste plano diretor. Esta área é regulamentada pelo Plano de Manejo do mesmo, já a área externa ao Parque continua com o mesmo zoneamento definido pelo Plano Diretor. As APTs são a Lagoa do Violão e suas margens, o Morro do Meio e o Parque Estadual da Guarita e visam o lazer, recreação, turismo, paisagens notáveis e preservação histórica. A APA é aquela hoje ocupada pelo PEVA, sendo destinada a preservação ambiental desde a definição do Plano Diretor.

Áreas sensíveis da cidade, citadas neste estudo, como os arredores da Sanga D'água Boa – Zona 15, as margens do Rio Mampituba – Zonas 8, 12, 14 e ARU, os arredores da Lagoa do Violão – Zona 03, e as encostas dos morros – Zonas 05 e 04, são regulamentadas quanto aos tipos de atividades e número de pavimentos incentivados e proibidos, desconsiderando-se as questões ambientais e/ou fragilidades do sistema local. Esta sendo discutido nos últimos meses um novo Plano Diretor para a cidade, no entanto, não há informações quanto a suas definições finais, tornando-se inviável sua análise.

### **6.2.2 Drenagem urbana na legislação**

Relacionado à drenagem pluvial, considerando a lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007 que exige a elaboração do PlanSab, foi desenvolvido em 2013 o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) que tem como prioridade o abastecimento de água, a coleta, o tratamento e a disposição final dos resíduos sólidos e esgotos sanitários (BRASIL, 2007; TORRES, 2013).

No que cerne a drenagem urbana, o PMSB argumenta a falta de estudos e/ou projetos, assim como a falta de registros e elenca como objetivos, entre outros, a desobstrução constante e o mapeamento dos canais, a avaliação de tecnologias disponíveis para melhora do sistema, o mapeamento topográfico, da rede de drenagem e dos pontos críticos de alagamento, a criação de um plano diretor de drenagem urbana e programas para o aproveitamento da água da chuva (TORRES, 2013).

No Código Ambiental do município, instituído pela Lei Municipal n.º 30, de 19 de novembro de 2010, esta entre as ações do município o estabelecimento de diretrizes específicas para a proteção de mananciais hídricos, através da criação de planos de uso e ocupação das bacias e sub-bacias hidrográficas. O controle dos processos erosivos que podem afetar as redes de drenagem também é citado. Para as atividades efetivas ou potencialmente poluidoras, define-se a implantação de bacias de acumulação para as águas de drenagem, á critério da Secretaria do Meio Ambiente e Urbanismo de Torres (TORRES, 2010).

Fica declarado infração grave esgotos sanitários ligados à rede de drenagem e proibido o depósito de lixo a céu aberto, em águas de superfície ou sistemas de drenagem. Nas metas elaboradas para cada zona, no zoneamento ambiental, está sempre presente a proteção das drenagens, além do planejamento da macro e microdrenagem para aquelas áreas em expansão (TORRES, 2010).

Se cumpridas todas as metas, objetivos e recomendações das leis acima citadas, possivelmente haverá uma melhora, de forma geral, na drenagem do município. Caso, dentro destas ações se visualize a necessidade de medidas estruturais, exige-se o licenciamento ambiental, conforme mencionado no referencial teórico.

As exigências quanto ao pedido de licenciamento ambiental variam conforme a atividade pretendida, o porte, o potencial poluidor e o órgão responsável. Podem ser exigidos Estudos de Impacto Ambiental, Licença ambiental Prévia, de Instalação e Operação, Autorização Ambiental ou até mesmo Isenção, no âmbito municipal, que hoje é responsável pelo licenciamento da maioria das atividades. Alterações envolvendo o Rio Mampituba, que separa dois estados, exige licenciamento no âmbito Federal, através do IBAMA.

Independente do órgão a qual seja necessário o licenciamento, é de exigência das unidades de conservação que estejam a um raio de 10 km da atividade pretendida, sua anuência.

### **6.2.3 Unidades de conservação**

Conforme já mencionado, Torres conta com quatro Unidades de Conservação em seu interior. A de maior influência neste trabalho é o PEVA –

Parque Estadual da Itapeva, por se localizar paralelamente a área urbanizada da cidade e principalmente, pela existência de conflitos de interesses entre a população e a gestão do Parque.

De acordo com seu Plano de Manejo, que deveria ser renovado a cada cinco anos, no entanto desde 2006 não há modificações,

o PEVA é uma Unidade de Conservação integrante do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC, tendo sido criado pelo Decreto Estadual nº 42.009, de 12 de dezembro de 2002 (...). É uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, cujo objetivo básico é a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica (RIO GRANDE..., 2006, p. 46).

Conforme a Lei n.º 9.985 de 18 de julho de 2000, que institui o SNUC, Unidades de Conservação de Proteção Integral devem ser livres de alterações causadas pela interferência humana e garantir a integridade dos recursos que a unidade objetiva proteger. Atividades internas ao Parque que não estejam em seu Plano de Manejo são, previamente, proibidas. E qualquer interferência num raio de 10 quilômetros – zona de amortecimento – da unidade deve ser autorizada através de pedido de anuência. Ou seja, a UC deve anuir a ação para que esta torne-se viável.

Os canais de drenagens construídos internamente ao parque serviam, em tempos passados, para irrigação de lavouras de arroz e para drenar áreas alagadas com objetivo de aumentar as áreas de pastagem. A consequência destes valos artificiais foi, além da perda de grandes regiões alagadas no parque e seu entorno, o aumento da vazão das águas que escoam pela cidade, principalmente na área crítica, considerando que o desague final é o Rio Mampituba.

Nesta perspectiva, o PEVA elenca, em seu Plano de Manejo, como uma das principais ações de pesquisa a avaliação da necessidade de renaturalização dos canais de drenagem retificados e da eliminação dos drenos, juntamente com o monitoramento destas ações sobre o lençol freático, banhados e outros habitats. Seria de grande valia, tanto para o parque como para a cidade, devido aos problemas atuais, que fossem feitas tais pesquisas e ações no sentido da melhoria da qualidade de vida da população do entorno, assim como, restauração dos habitats no Parque.

Seguindo a linha da benfeitoria destas ações o mesmo Plano de Manejo comenta a respeito do papel que o PEVA deve desenvolver, nas próximas décadas, em termos de desenvolvimento sustentável. Visando despertar a noção de cidadania planetária, interdependência social, econômica e ecológica, pretende trabalhar com conceitos como os de preservação da natureza, educação ambiental, turismo ecológico e desenvolvimento sustentável (RIO GRANDE..., 2006).

Pode-se dizer que o desenvolvimento sustentável, entre tantos conceitos e de acordo com a ONU (1991), visa principalmente o bom desempenho das gerações atuais, sem comprometer a capacidade de desenvolvimento das gerações futuras, permitindo o uso razoável dos recursos naturais. Analisando este conceito em conjunto com a situação apresentada, pode-se dizer que mesmo sendo uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, caso torne-se necessário, deverão ser permitidas intervenções internas ao Parque ou em sua zona de amortecimento para melhoria da situação atual da população urbana, onde o escoamento é problemático.

Relacionado à área de banhado na qual foi aterrada para construção de um condomínio aberto – umas das áreas críticas da cidade –, na localidade da Sanga D'água Boa, citado anteriormente, o PEVA, no ato do licenciamento do empreendimento não o anuiu, ou seja, não entrou em consenso com as ações ali pretendidas. Atualmente, devido à irregularidade apresentada, o empreendimento encontra-se embargado, não sendo autorizadas novas construções. No entanto, a característica de banhado já foi perdida e parte da sanga já se encontra canalizada, gerando transtornos para a população local.

No sentido de evitar mais alterações e, conseqüentemente, prejuízos aos habitantes Torrensenses, no ano de 2009, a gestão do PEVA, por intermédio do ofício n.º 082/2009, informou a Secretaria do Meio Ambiente e Urbanismo da cidade de Torres novas exigências quanto à anuência do Parque. Comunicou que para autorizar a instalação de futuros empreendimentos localizados em poligonal definida pelo próprio PEVA, seria solicitado "um estudo da influência da implantação do empreendimento no sistema de drenagens naturais e artificiais da microbacia". Nesta poligonal está incluída a área da Sanga D'água Boa e seus arredores, conforme figura 19, onde havia sido recém aterrada, sem ainda canalização da sanga.



orgânicos de banhados, com baixa capacidade de infiltração, constante alagamento e bom escoamento superficial. A cidade foi construída em cima deste tipo de solo, em zona de cotas baixas, com baixa profundidade do lençol freático, em média 1,7 metros, o que dificulta tanto a capacidade de infiltração, como de escoamento, para os casos de microdrenagem.

A topografia da cidade também não ajuda quanto ao escoamento, já que basicamente toda a área central da cidade está em cotas baixas, variando de 0,9 a 6,3 metros, sendo este último apenas perto da área de dunas. Esta baixa variação nos níveis do solo diminui a velocidade do escoamento superficial, dificultando a drenagem e gerando áreas alagadiças em ruas e esquinas da cidade.

As áreas de várzea, atualmente pressionadas pela ocupação urbana, costumam servir como microbacias de detenção/retenção, ou seja, acumulam água da área drenada por determinado tempo, liberando parte dela de forma lenta, de acordo com a capacidade da macrodrenagem. Nestes casos, considerando a altura elevada do lençol freático e a pouca variação topográfica, torna-se de extrema importância a conservação dos canais, lagoas e rios responsáveis pela macrodrenagem e de menos valia as tubulações da microdrenagem.

Qualifica-se então, o prejuízo na canalização da Sanga D'água Boa, e principalmente, no aterramento da área de banhado existente. Com isto, eliminou-se o reservatório natural de água e reduziu-se a capacidade de escoamento pela desvantagem e subdimensionamento da canalização da sanga. Neste sentido, o PEVA, conforme já mencionado, sugere a obrigatoriedade da restauração dos corpos hídricos desta área como solução mais adequada.

Enquanto a restauração da área não ocorre, terrenos nos arredores ficam sem poder ser aterrados, gerando prejuízo não só para os proprietários, impedindo-os de usufruírem o que é seu por direito, mas também para a cidade, na perda do crescimento daquela região. Outro agravo em detrimento do não cumprimento da recomendação são as possíveis enchentes e alagamentos que podem ocorrer no local e seu entorno. Este cenário pode levar a danos graves, como, estragos materiais irreparáveis, redução da qualidade de vida e saúde pública, e a desvalorização da área.

Os canais artificiais de irrigação dentro do PEVA, que escoam em direção a mesma sanga também trazem desvantagem ao sistema. Primeiro,

descaracterizam grande parte da área alagada dentro do Parque, que podem servir como microbacia de retenção. E segundo, supercarregam os canais na área da cidade, aumentando a vazão a ser escoada em relação ao tempo para escoamento.

A variação das marés baixas a altas do mar possuem grande influência na qualidade da drenagem. Quando da maré alta, as águas do oceano invadem o Rio Mampituba e elevam seu nível. Conseqüentemente, ocorre o remanso, ou seja, uma contra corrente das águas deixando estas sem escoamento no sentido do mar. As águas da cidade – canais e Lagoa do Violão – também sofrem com o remanso, mantendo estagnado o escoamento urbano.

A falta de controle quanto a microdrenagem no sentido de carência de mapas, dados históricos e cálculos anteriores, a ausência de cálculos e análises de chuva intensa para novas tubulações, a falta de manutenção nas canalizações já existentes e esgotos cloacais clandestinos ligados a rede, desqualificam a microdrenagem efetiva. Atualmente, as ruas servem como canais e bueiros transbordam com facilidade, muitas vezes, carreando água de esgoto para as ruas, podendo gerar problemas de saúde pública.

Vê-se então, que os problemas de drenagem do município de Torres são um conjunto de situações que vão, desde o tipo de ecossistema ao qual a cidade foi construído – banhado, várzea –, até falta de ações do poder público no controle do sistema e da população no sentido da conservação da natureza.

#### 6.4 CONTRIBUIÇÕES PARA A SOLUÇÃO DO PROBLEMA DE DRENAGEM NO MUNICÍPIO

O problema de drenagem urbana da cidade de Torres está ligado tanto a condições naturais, como artificiais do sistema. As condições naturais que podem ser citadas são a pouca variação topográfica, o alto nível do lençol freático e a baixa capacidade de infiltração do solo, devido à característica de ecossistema de banhado, e os remansos em razão das variações das marés, por localizar-se a beira-rio e beira-mar. O caráter de abundante regime pluviométrico, com chuvas intensas e fortes no verão e invernos regulados entre dias ensolarados e chuvosos também mostra influência sobre o tipo de drenagem necessário na cidade.

Em relação às condições artificiais, o crescimento acelerado e a ocupação desordenada em áreas de várzea e nas margens do Rio são os de maior impacto. A celeridade destas ações diminui a capacidade de ação do poder público, que não consegue regulamentar o solo em tempo hábil, podendo gerar efeitos negativos, como estes presenciados na cidade de Torres. A impermeabilização do solo por construções e estradas asfaltadas, a má deposição do lixo e a situação da micro e macrodrenagem também são condições artificiais que modificam o sistema. A falta de qualidade e insuficiência da microdrenagem atual pode ser causada em virtude da falta de critérios para a projeção de novas canalizações, além da falta de corpo técnico especializado. A carência na conservação e manutenção da macrodrenagem esta ligada a falta de cuidado da população e pouca atenção por parte do(s) órgão(s) fiscalizador(es).

Seguindo este escopo torna-se possível definir algumas ações as quais ajudariam no aperfeiçoamento do sistema. Estas ações têm por objetivo favorecer o meio ambiente como um todo, englobando a preservação de habitats, melhoria da qualidade de vida população e auxílio nas tomadas de decisões da atual e futuras administrações.

Relacionado às condições naturais, não há como modificá-las, e quando há, o dispêndio de dinheiro torna, muitas vezes, inviável a obra. Neste sentido, a melhor alternativa é adaptar-se a situação e criar alternativas visando o aproveitamento do espaço, com o menor risco de prejuízo possível.

O planejamento do ambiente urbano, com análise dos impactos referente ao escoamento e diagnosticando-se as diferentes condições de urbanização de cada local da cidade, levando ao disciplinamento da ocupação urbana é um passo primordial. Esta regularização de uso do solo deve ser feita, conforme descrito no referencial teórico, em função do risco de inundação de cada área, delimitando-se onde pode ou não ser construído e que tipo de uso cada área deve conter. Áreas normalmente afetadas com inundações podem, por exemplo, serem destinada ao uso público, como parques, praças e campos de esportes. Já as áreas com menor risco, destinadas à habitação e comércio.

Esta ação pode ser elencada como uma medida não estrutural de relevante resultado, no entanto, dois aspectos devem ser levados em consideração: a visão da sociedade e do poder público. A sociedade deve estar consciente da

necessidade de ordenamento para não enxergar a medida como um empecilho de suas ações, mas como uma melhoria na qualidade de vida de todos. E o poder público não deve considerar como uma dificuldade pelo fato de apresentarem limitações, ordenamentos e disciplina para a ocupação territorial, além de investimentos com resultados não instantâneos. Deve haver o abandono de ações corretivas e assunção de ações de médio e longo prazo.

Quando da ocupação prévia do local, como é o caso da maior parte da área problema do município, tais medidas tornam-se mais caras e de difícil implantação. Porém, ainda assim, são mais recomendadas que medidas estruturais, com obras civis de custo mais elevado e solução pontual. Nesse caso, algumas alternativas podem ser seguidas, como, inicialmente, a criação de um setor/comissão multidisciplinar responsável pelo planejamento da drenagem urbana, com profissionais de diferentes áreas atuando na melhoria da gestão. Tal planejamento deve englobar, além da criação/controle da macro e microdrenagem, a regularização do uso do solo, levando a criação do plano diretor de drenagem urbana.

Como atualmente a cidade passa pela criação de um novo plano diretor, a comissão designada pode ser inserida como parte integrante das discussões a respeito das novas regulamentações. Dessa forma, torna-se possível a análise integrada do sistema, com resultados tendendo a melhor estruturação da cidade. A partir dessas ações iniciais, sugere-se em seguida a criação de um banco de dados com o cadastro de todas as obras de drenagem as existentes, em planejamento e em execução.

Neste cadastro devem conter informações cruciais acerca da caracterização da drenagem, como: localização, classificação (macro ou microdrenagem), dimensões, situação atual e pretendida. Cuidados como limpeza, controle de esgotos cloacais clandestinos e conservação das canalizações e córregos deverão estar relacionados no banco de dados. Assim como outras ações as quais se decida necessário.

O planejamento das ações levando em consideração as equações de chuvas intensas elaboradas neste trabalho, a topografia e altura do lençol freático em cada área também são essenciais para a qualidade das intervenções. A decisão de qual período de retorno considerar em cada projeto, de acordo com Back (2013),

vai depender do objetivo pretendido. Quando considerados períodos de retorno maiores, menor o risco de a obra falhar, no entanto, maior será o custo. O critério preponderante a ser utilizado nestes casos é a avaliação da segurança versus danos. Obras as quais acidentes podem ocasionar graves prejuízos à vida humana devem ser adotados períodos de retorno maiores. Já aquelas em que os danos são limitados ao material, períodos de retorno menores podem ser admitidos.

As medidas estruturais, no caso da cidade de Torres, seriam pontuais e com ações limitadas devido ao alto porte necessário e, conseqüente, elevado custo das obras. A instalação de uma comporta entre a Avenida do Riacho e o Rio Mampituba, juntamente com o bombeamento da água na direção Riacho-Rio, seria um método para trabalhar contra o remanso e ajudar no escoamento das águas mesmo quando da maré alta. Colaborando também com a baixa declividade da área, teria utilidade sempre que fosse necessário forçar o escoamento.

Outra medida estrutural cabível ao caso seria, quando da regulamentação do uso do solo, aquelas áreas interpretadas com maior risco de inundações serem destinadas uso público, como: criação parques e campos de esportes. Esses podem ser aproveitados como reservatório de detenção das águas pluviais na ocorrência de chuvas intensas. Assim, as águas escoam por canalização ou bacias de percolação e ficam armazenadas nesses locais, que a liberam gradativamente para a rede pluvial, através de um controle de escoamento.

A criação de áreas com dupla utilidade, como a supracitada, depende da disponibilidade e característica de cada local. No caso do município de Torres, deve ser avaliada a localização, as características necessárias e até, a possibilidade de criação. Um local inicialmente apontado seria a área recentemente aterrada, tão comentada neste trabalho, por ainda não haver ocupação efetiva. Devido à baixa declividade e alto nível do lençol freático naquela área, a ação deverá ser com base na elevação da capacidade de armazenamento. Rampas de skate e quadras de vôlei, futebol e basquete de concreto, com taludes acima do nível do solo, seria uma opção. Em dias de fortes chuvas, a água fica detida nas rampas e quadras, evitando a inundação de residências no entorno. Dependendo do porte da obra, a segurança pode ser ainda maior.

A instalação de bueiros, bocas de lobo e canalizações subterrâneas em todas as ruas também são ações primordiais na melhoria da qualidade da

drenagem, mesmo com as características intrínsecas à topografia e lençol freático da área. A recuperação dos canais de drenagem retificados, localizados dentro do PEVA, através da renaturalização e da eliminação dos drenos atuariam em duplo benefício. Primeiramente, no restabelecimento das áreas de banhado dentro do parque, em seguida, servindo como bacia de retenção, reduzindo a possibilidade de alagamento na área problema.

A restauração da Sanga D'Água Boa, conforme indicado pelo PEVA, deve ser margem para muitos estudos, já que muitas questões envolvem esta problemática. Retornar a sua condição original resultaria em prejuízo ao loteador da área e/ou aqueles que compraram os lotes onde se localiza a sanga e seus arredores, considerando APP de 30 metros, obedecendo ao Código Florestal Brasileiro. No entanto, reestabeleceria um curso d'água importante para a macrodrenagem da região, que se encontra fragilizada.

A opção de manter a situação atual, com a canalização existente apresenta mais indagações ainda. Proprietários de lotes onde a sanga não foi canalizada poderão reivindicar ações em seu benefício próprio, com base no Art. 5 da Constituição Federal, onde "todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza". Pequenas inundações podem tornar-se frequentes, levando a desvalorização da área. Alagamentos no centro da cidade, que indiretamente dependiam da capacidade de retenção daquela área, poderão gerar cada vez mais prejuízos. Além de muitas outras questões não posta em cheque neste trabalho.

Independente da medida estrutural necessária, estudos mais aprofundados devem ser realizados no sentido de análise global dos problemas, variações das melhores alternativas, avaliação de impacto das mesmas e análise custo versus benefício, para assim haver a escolha da melhor opção.

## 7 CONCLUSÃO

Com base nas pesquisas realizadas neste estudo, foi possível verificar que o problema de drenagem da cidade de Torres têm muitas faces e origens. A construção da cidade em cima de uma área de banhado é um dos fatores com grande peso e de difícil, para não dizer impossível, reversão. O crescimento acelerado, reduzindo a possibilidade de atuação dos órgãos competentes no sentido de regulamentação do uso do solo, além da falta de critérios nas ações para remediação e controle do problema também são pontos notáveis na problemática.

Nesse sentido atuam como um conjunto de medidas, a regulamentação do uso do solo, inserção de um plano diretor de drenagem nas discussões do novo plano diretor, criação de uma comissão técnica voltada ao assunto, sistema de cadastro da macro e microdrenagem existentes, além do planejamento de futuras intervenções. A qualificação de qualquer ação depende exclusivamente de um bom planejamento e correta execução, ou seja, o corpo técnico responsável pelo planejamento deve estar diretamente envolvido com os executores, e todos com o mesmo objetivo.

Para as medidas estruturais, não foi possível a indicação de precisas intervenções, considerando a complexidade de cada situação. No entanto, visando a contribuição foi possível relacionar ações como a criação de uma microbacia de retenção através de quadras de esportes e rampas de skate, a instalação de comporta para evitar o remanso das marés trazido pelo Rio Mampituba, além da disposição de novas tubulações, bocas de lobos e bueiros nas ruas da cidade.

No sentido de auxiliar o corpo técnico do município, quando na atuação do controle do problema através de medidas estruturais, foram ajustadas as equações de chuvas intensas. A distribuição de Gumbel mostrou ajustar-se bem às séries de máximas anuais com duração de um dia para Torres. As equações de IDF ajustadas, também atuaram de forma positiva, permitindo-se obter as estimativas de chuvas intensas com duração de cinco minutos a vinte e quatro horas e período de retorno de dois a cem anos.

No que cerne a legislação, se cumpridas todas as obrigações e objetivos apresentados, certamente haverá a melhora do sistema. De forma resumida, a criação de planos de uso e ocupação das bacias e sub-bacias hidrográficas, a

desobstrução constante e o mapeamento dos canais, a avaliação de tecnologias disponíveis para melhora do sistema, o mapeamento topográfico, da rede de drenagem e dos pontos críticos de alagamento, a criação de um plano diretor de drenagem urbana e programas para o aproveitamento da água da chuva são algumas entre as ações exigidas e pretendidas.

A atuação da fiscalização também demonstra grande importância no controle da situação. Ocupação de APP, aterramento e construção sem autorização ou desobedecendo ao recomendado, esgotos sanitários clandestinos ligados à rede de drenagem, e o depósito de lixo a céu aberto, em águas de superfície ou sistemas de drenagem são atitudes que desqualificam e levam a considerável piora do sistema.

Conclui-se então que, para a resolução do problema de drenagem do município de Torres são necessárias ações em longo prazo, envolvendo o conjunto de medidas estruturais e não estruturais, além do estudo aprofundado de cada cenário. A ação do poder público torna-se crucial no sentido de tomada de decisões, e a atuação dos cidadãos torrenses no sentido de aceitação de mudanças e conscientização do problema, fundamental para a melhoria da qualidade de vida de todos.

## REFERÊNCIAS

ABSALONSEN, Luciano; TOLDO JR, Elírio E.; **A Influência da Inflexão Costeira na Variabilidade da Linha de Praia em Mostardas – RS**. Porto Alegre: Revista Pesquisa em Geociências, 2007. p. 3-18.

BACK, A.J. **Chuvas intensas e chuva para dimensionamento de estruturas de drenagem superficial para o Estado de Santa Catarina**. Epagri, Florianópolis. 2013. 197p

BECKER, Nestor J. R.; LISBÔA Marco A.; KANARZVESKI, José F. **Região Sul em Perspectiva**. Porto Alegre: SUDESUL, 1983. 130 p. Série Planejamento e Estudos Territoriais, n° 4. Brasil, Superintendência do Desenvolvimento da Região Sul.

BRASIL, Constituição (1988). **Constituição Federal**, Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília, 5 out 1988. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)> Acesso em: 22 set 2014

BRASIL, **Lei n.º 9.985 de 18 de julho de 2000**. Institui o SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília, 18 jul 2000. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm)> Acesso em: 22 set 2014.

BRASIL. **Código das Águas**, Decreto n° 24.643, Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, Rio de Janeiro, 10 jul 1934. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/D24643.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D24643.htm)> Acesso em 22 set 2014.

BRASIL. **Estatuto das Cidades**. Lei nº 10.257 de 10 de julho de 2001, Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília, 10 jul 2001. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/leis\\_2001/l10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm)> Acesso em: 22 set 2014.

BRASIL. **Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011**. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília, 8 dez 2011, 190º da Independência, 123º da República. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LCP/Lcp140.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LCP/Lcp140.htm)> Acesso em: 05 ago 2014.

BRASIL. **Lei de Parcelamento do Solo**. Lei nº 9.784 de 29 de janeiro de 1999, Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília, 29 jan 1999. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9784.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9784.htm)> Acesso em: 22 set 2014.

BRASIL. **Lei do Saneamento Básico**. Lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007, Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília, 05 jan 2007. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)> Acesso em: 30 set 2014.

BRASIL. **Política Nacional dos Recursos Hídricos**, Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília, 8 jan 1997. Disponível em: <  
[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)> Acesso em: 22 set 2014.

CANHOLI, Aluísio P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 301 p.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Drenagem Urbana: Manual de Projeto**. 3 ed. São Paulo: CETESB, 1986. 451 p.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, BRASIL. **Resolução n. 237 de 19 de dezembro de 1997**. DOU nº 247, 22 dez 1997, Seção I, p. 30841-30843. Disponível em: <  
<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>> Acesso em: 23 set 2014.

CONSEMA - CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, RIO GRANDE DO SUL. **Resolução n. 288, de 03 de outubro de 2014**. Porto Alegre, 03 out 2014. Disponível em:  
 <[http://www.fepam.rs.gov.br/central/pdfs/Resolucao\\_CONSEMA\\_110-2005.pdf](http://www.fepam.rs.gov.br/central/pdfs/Resolucao_CONSEMA_110-2005.pdf)>  
 Acesso em: 04 out 2014.

CONSEMA - CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, RIO GRANDE DO SUL. **Resolução n. 38, de 18 de julho de 2003**. Porto Alegre, 18 jul 2003. Disponível em: <  
<http://www.fepam.rs.gov.br/consema/Res038-03.asp>> Acesso em: 23 set 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades**. Censo Demográfico: 2010. Disponível em: <<http://cod.ibge.gov.br/2371Y>> Acesso em 27 mai 2014

NIMER, Edmon. **Climatologia do Brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 421 p.

MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 206 p.

PORTO, Rubem La Laina; BARROS, Mario T. de. **Drenagem urbana**. Porto Alegre: ABRH, 1995. 428 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 175 p. (Manuais Técnicos em Geociências, 5) Disponível em:  
 <[ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos\\_naturais/manuais\\_tecnicos/manual\\_tecnico\\_geomorfologia.pdf](ftp://geoftp.ibge.gov.br/documentos/recursos_naturais/manuais_tecnicos/manual_tecnico_geomorfologia.pdf)> Acesso em 06 jun 2014

TUCCI, Carlos E. M. *et al.* Drenagem Urbana. In: TUCCI, Carlos E. M. (Org). **HIDROLOGIA: Ciência e Aplicação**. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2002. p. 805 a 847.

TUCCI, Carlos E. M. Controle de Enchentes. In: TUCCI, Carlos E. M. (Org). **HIDROLOGIA: Ciência e Aplicação**. 3. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2002. p. 621 a 658.

VICENTINI, Telma A. **Análise do Efeito da Urbanização nas Cheias Urbanas: Monitoramento de Bacias Experimentais**. 2000. 201 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000335570>> Acesso em: 30 jul 2014

PARKINSON, Jonathan *et al.* **Drenagem Urbana Sustentável no Brasil: Relatório do Workshop em Goiânia-GO**. Goiânia: Escola de Eng. Civil – Univerisdade Federal de Goiás, 2003. 24 p. Disponível em: <[http://4ccr.pgr.mpf.mp.br/institucional/grupos-de-trabalho/encerrados/residuos/documentos-diversos/otros\\_documentos\\_tecnicos/curso-gestao-do-territorio-e-manejo-integrado-das-aguas-urbanas/drenagem\\_urbana\\_no\\_Brasil-workshop\\_relatorio081003.pdf](http://4ccr.pgr.mpf.mp.br/institucional/grupos-de-trabalho/encerrados/residuos/documentos-diversos/otros_documentos_tecnicos/curso-gestao-do-territorio-e-manejo-integrado-das-aguas-urbanas/drenagem_urbana_no_Brasil-workshop_relatorio081003.pdf)> Acesso em: 30 jul 2014.

SILVEIRA, André L. L, da; **Drenagem Urbana: Aspectos de Gestão**. Porto Alegre: Gestores Regionais de Recursos Hídricos, 2002. 70 p. Disponível em: <<ftp://ftp.cefetes.br/cursos/transportes/Zorzal/Drenagem%20Urbana/Apostila%20de%20drenagem%20urbana%20do%20prof%20Silveira.pdf>> Acesso em 30 jul 2014.

IPH – INSTITUTO DE PESQUISAS HIDRÁULICAS/ UFRGS. **Plano Diretor de Drenagem Urbana: Manual de Drenagem Urbana**. v. VI. Porto Alegre: Prefeitura Municipal de Porto Alegre – DEP, 2005. 223 p. Disponível em: <[http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dep/usu\\_doc/manualdedrenagem.pdf](http://lproweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dep/usu_doc/manualdedrenagem.pdf)> Acesso em: 30 jul 2014.

SILVA, Luciano C. da. **Sistemas de Drenagem Urbana Não-Convencionais**. 2004. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil com ênfase em Ambiental) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Anhembi Morumbi, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://engenharia.anhembi.br/tcc-04/civil-20.pdf>> Acesso em: 31 jul 2014

TORRES. **Lei Complementar n. 30, de 19 de dezembro de 2010**. Institui o Código Ambiental do Município de Torres. Disponível em: <[http://www.torres.rs.gov.br/files\\_legislacao/1502.pdf](http://www.torres.rs.gov.br/files_legislacao/1502.pdf)> Acesso em 05 ago 2014.

GUADAGNIN, Demétrio L. *et al.* **Diagnóstico da situação e ações prioritárias para a conservação da zona costeira da região sul: Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: Universidade do Vale do Rio dos Sinos. 1999. 91 p. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/meio/guias/sismica/refere/RegiaoSul.pdf>> Acesso em: 18 ago 2014.

NASCIMENTO, Elson A. do; QUELHAS, Osvaldo L. G.; FONSECA, Paulo L. da. **Qualidade do Meio Ambiente Urbano: Medidas para o controle do escoamento superficial na cidade do Rio de Janeiro, Brasil**. Ciência e Engenharia, Niterói, v. 16,

n. ½, p. 81 – 87, jan – dez, 2007. Disponível em:  
<<http://www.seer.ufu.br/index.php/cieng/article/viewFile/657/595>> Acesso em: 18 ago 2014.

PMT – Prefeitura Municipal de Torres. **Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Torres: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2007. 72 p.

PMT – Prefeitura Municipal de Torres. **Mapa Hidrológico do Município**. Torres, 2010.

PMT – Prefeitura Municipal de Torres. **Características Técnicas da Restituição Eartofotogramétrica**. Torres, 1996.

REGINATO, Pedro A. R. **Geologia e Evolução Holocênica da Região Norte da Planície Costeira do Rio Grande do Sul**. 1996. Tese (Mestrado em Geociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.

INCORP, C. e A. LTDA. **Projeto de Macro e Microdrenagem do município de Torres**. Porto Alegre: Incorp C. e A. LTDA, 2005. 61 p.

ROCHA, Maria E. **Avaliação Hidrogeológica da porção central do município de Torres**. Torres: Secretaria Municipal do Meio Ambiente, 2010. 3 p.

PINTO, Luiza H.; PINHEIRO, Sérgio A. **Orientações Básicas para Drenagem Urbana**. Belo Horizonte: Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2006. 30 p.  
Disponível em: <

<http://www.unipacvaleadoaco.com.br/ArquivosDiversos/Cartilha%20Drenagem%20Urbana%20FEAM.pdf>> Acesso em: 22 set 2014

RIO GRANDE DO SUL. **Política Estadual de Saneamento**. Lei nº 12.037 de 19 de dezembro de 2003, Ministério Público, Palácio Piratini, Porto Alegre, 19 dez 2003. Disponível em: < <http://www.mprs.mp.br/urbanistico/legislacao/id660.htm> > Acesso em: 22 set 2014.

RIO GRANDE DO SUL. **Lei nº 10. 350 de 30 de dezembro de 1995**, Ministério Público, Palácio Piratini, Porto Alegre, 30 dez 1995. Disponível em: < <http://www.mprs.mp.br/ambiente/legislacao/id468.htm> > Acesso em: 22 set 2014.

TORRES; Prefeitura Municipal de. **Situação de Emergência em Torres mais uma vez**. Torres: Notícias da Prefeita, 19 mar 2014. Disponível em: <<http://www.torres.rs.gov.br/index.php/component/content/article/40-noticias-da-prefeita/735-situacao-de-emergencia-em-torres-mais-uma-vez?highlight=YToxOntpOjA7czo4OiJlbnNoZW50ZSI7fQ>> Acesso em: 06 out 2014

TORRES; Prefeitura Municipal de. **Situação de Emergência em Torres mais uma vez**. Torres: Notícias da Prefeita, 19 mar 2014. Disponível em:<<http://www.torres.rs.gov.br/index.php/component/content/article/40-noticias-da-prefeita/625-prefeita-decreta-situacao-de-emergencia-em-torres?highlight=YToxOntpOjA7czo1OiJjaHV2YSI7fQ>> Acesso em: 06 out 2014

TORRES. Secretaria do Meio Ambiente. **Parecer Técnico: Processo SMMAM 0222-07**. Torres, RS, 2007.

RIO GRANDE do Sul. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Departamento de Florestas e Áreas Protegidas. Fundação Zoobotânica. Projeto de Conservação da Mata Atlântica. **Plano de Manejo do Parque Estadual da Itapeva**. Porto Alegre, RS, 2006. Disponível em:  
<[http://www.sema.rs.gov.br/upload/Plano\\_manejo\\_PEItapeva.pdf](http://www.sema.rs.gov.br/upload/Plano_manejo_PEItapeva.pdf)> Acesso em: 14 out 2014

ONU – Organização das Nações Unidas. Relatório De Brundtland. **Nosso Futuro Comum**. Rio de Janeiro: F. Getúlio Vargas, 1991. Disponível em:  
<<https://pt.scribd.com/doc/12906958/Relatorio-Brundtland-Nosso-Futuro-Comum-Em-Portugues>> Acesso em: 15 out 2014.

TORRES. Secretaria Municipal do Meio Ambiente. **Plano Municipal de Saneamento Básico**. 2013.

RIO GRANDE do Sul. Secretaria do Meio Ambiente. Parque Estadual da Itapeva. **Ofício n.º 028/2014**. Torres, 10 de fev de 2014

RIO GRANDE do Sul. Secretaria do Meio Ambiente. Parque Estadual da Itapeva. **Ofício n.º 082/2009**. Torres, 04 de dez de 2009

TORRES. **Plano Diretor do Município de Torres**. Lei nº 2.902 de 12 de julho de 1995. Disponível em:  
<<http://www.lexml.gov.br/urn/urn:lex:br;rio.grande.sul;torres:municipal:lei:1995-07-12;2902>> Acesso em: 14 out 2014.

KITE, G. W. **Frequency and risk analyses in Hydrology**. Water Resources publications. Colorado. 1978. 224 p.

GOOGLE EARTH®, versão 2012. Acesso em: 12 ago, 25 set, 28 set, 20 out e 04 de nov de 2014.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia e Estatística. Banco de dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Dados Históricos. Disponível em:  
<<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>> Acesso em: 14 ago 2014

ZAHED FILHO, Kamel *et al.* Inundações Urbanas. **Coleção Águas Urbanas**, São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - PHA, n. 3, 20 p. 2012. Disponível em:  
<[https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&cad=rja&uact=8&ved=0CEQQFjAI&url=http%3A%2F%2F200.144.189.97%2Fphd%2FLeArg.aspx%3Fid\\_arq%3D6148&ei=HVHaU666CaTesATurlLgAg&usq=AFQjCNFiLWBPYs-x1d0ybHzAeICkghkdWw&sig2=UPUU6WypRU-eCuuXpm-8jg&bvm=bv.72185853,d.cWc](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=9&cad=rja&uact=8&ved=0CEQQFjAI&url=http%3A%2F%2F200.144.189.97%2Fphd%2FLeArg.aspx%3Fid_arq%3D6148&ei=HVHaU666CaTesATurlLgAg&usq=AFQjCNFiLWBPYs-x1d0ybHzAeICkghkdWw&sig2=UPUU6WypRU-eCuuXpm-8jg&bvm=bv.72185853,d.cWc)> Acesso em: 31 jul 2014.