

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**DEPARTAMENTO DE CONSTRUÇÃO CIVIL**  
**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS**

**ELISA TREVISAN**

**CENÁRIO ATUAL DA BACIA DO RIO CAMBUÍ: UMA AVALIAÇÃO A  
PARTIR DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO  
RIO IGUAÇU**

**CURITIBA, PR**

**2015**

**ELISA TREVISAN**

**CENÁRIO ATUAL DA BACIA DO RIO CAMBUÍ: UMA AVALIAÇÃO A  
PARTIR DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO  
RIO IGUAÇU**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Construções Sustentáveis, do Departamento de Construção Civil, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientação: Prof<sup>a</sup>. Mestre Margolaine Giacchini

**CURITIBA**

**2015**

## FOLHA DE APROVAÇÃO

### CENÁRIO ATUAL DA BACIA DO RIO CAMBÚ: UMA AVALIAÇÃO A PARTIR DO PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO RIO IGUAÇU

Por

Elisa Trevisan

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Especialização em Construções Sustentáveis, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, defendido e aprovado em 07 de novembro de 2015, pela seguinte banca de avaliação:

---

Prof. Orientador – Me. Margolaine Giacchini  
UTFPR

---

Prof. Dra. Tamara Simone Van Kaick  
UTFPR

---

Prof. Dr. Flavio Bentes Freire  
UTFPR

## RESUMO

TREVISAN, Elisa. **Cenário Atual da Bacia do Rio Cambuí: Uma Avaliação a partir do Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu**. 2015. 81 folhas. Monografia de Especialização em Construções Sustentáveis - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

A cidade de Campo Largo, integrante da Região Metropolitana de Curitiba, tem sua área urbana totalmente inserida na Bacia do Rio Cambuí, a qual integra a Bacia do Rio Iguaçu. Para esta, no ano de 2002, foi elaborado um Plano Diretor de Drenagem com o intuito de fornecer subsídios para a elaboração de soluções articuladas cujo objetivo principal é a redução dos impactos das cheias em sua área de abrangência. A partir de diferentes cenários são definidas as áreas suscetíveis a inundação e recomendadas medidas de controle estruturais. Porém, as variáveis consideradas na construção dos cenários sofreram alterações ao longo de seu período de duração interferindo nos resultados. A legislação mudou, o crescimento populacional superou a expectativa e as obras consideradas nas simulações dos cenários não foram executadas conforme o esperado. A partir do levantamento da situação atual verificou-se que as medidas estruturais propostas foram parcialmente executadas, e das não estruturais somente a implantação de reservatórios foi regulamentada.

**Palavras-chave:** Drenagem Urbana. Taxa de Permeabilidade. Escoamento Superficial. Plano Diretor. Rio Cambuí. Campo Largo.

## ABSTRACT

TREVISAN, Elisa. **Current Scene of the Cambuí River System: An Evaluation based on the Drainage Plan of the High Iguaçu River System.** 2015. 81 pages. Monograph of Specialization in Sustainable Construction - Federal Technology University - Parana. Curitiba, 2015.

The city of Campo Largo, which is part of the Metropolitan Region of Curitiba, has its urban area totally inserted into the Cambuí River System, which is part of the Iguaçu River System. For the latter, in the year of 2002, was made a Drainage Plan expecting to provide a contribution to the elaboration of articulated solutions aiming to reduce the impacts of the floods in its comprisal area. From different scenarios the risky spots are defined and structural control measures are recommended. However, the variables considered in the construction of the scenarios have suffered changes throughout its duration time interfering in the results. The laws have also changed, the populational growth has exceeded expectations and the works considered in the simulations were not executed. The current situation shows that the structural measures have been partially implemented and from the non-structural suggestions, only the application of rain tanks has been regulated.

**Keywords:** Urban Drainage. Permeability Rate. Run-off. Drainage Plan. Cambuí River. Campo Largo.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Ciclo Hidrológico .....	19
Figura 2 - Estrutura de Gestão das Águas Urbanas.....	23
Figura 3 - Relações do Sistema de Águas Urbanas.....	24
Figura 4 - Comportamento Hidrológico em Diferentes Situações de Impermeabilização - LID.....	26
Figura 5 - Diagramas do Ciclo Hidrológico no Meio Natural, Urbano e os benefícios da aplicação dos conceitos de WSUD .....	27
Figura 6 - Densidade Líquida das Grandes Cidades por Continente (habitantes/ha)	32
Figura 7 - Vantagens e Desvantagens da Baixa e Alta Densidades .....	33
Figura 8 - Localização de Campo Largo .....	38
Figura 9 - Tipos de Solos .....	40
Figura 10 - Subdivisão da Bacia do Rio Cambuí.....	43
Figura 11 - Áreas Sujeitas a Inundação na Bacia do Rio Cambuí.....	48
Figura 12 - Cenário Atual .....	51
Figura 13 - Cenário Tendencial .....	51
Figura 14 - Cenário Dirigido .....	51
Figura 15 - Cenário Atual .....	52
Figura 16 - Cenário Tendencial.....	52
Figura 17 - Cenário Dirigido .....	52
Figura 18 - Cenário Atual .....	53
Figura 19 - Cenário Tendencial.....	53
Figura 20 - Cenário Dirigido .....	53
Figura 21 - Cenário Atual .....	54
Figura 22 - Cenário Tendencial.....	54
Figura 23 - Cenário Dirigido .....	54
Figura 24 - Obra na Rua João Cosmo .....	58
Figura 25 - Obra na Rua João Cosmo .....	58
Figura 26 - Obra na Rua João Cosmo .....	59
Figura 27 - Obra na Rua João Cosmo .....	59
Figura 28 - Imagem aérea de Campo Largo - 2004 .....	60
Figura 29 - Imagem aérea de Campo Largo - 2015 .....	61
Figura 30 - Relatório SISDC.....	62
Figura 31 - Mapa de Zoneamento e Sub-bacias do Rio Cambuí .....	69
Figura 32 - Mapa de Tipos de Solo e Sub-bacias do Rio Cambuí.....	71

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Lista das Medidas de Controle Básicas .....	30
Tabela 2 - Intensidade de Chuva .....	39
Tabela 3 - Classes de Solos.....	41
Tabela 4 - Densidades Populacionais e Áreas Impermeáveis por Sub-Bacia.....	45
Tabela 5 - Nível Máximo e Vazão de Pico – Rio Cambuí.....	46
Tabela 6 - Cotas de Extravasamento da Calha e Lâminas de Inundação – Rio Cambuí.....	47
Tabela 7 - Nível Máximo e Vazão de Pico para o Cenário Dirigido – Rio Cambuí ....	49
Tabela 8 - Cotas de Extravasamento da Calha e Lâminas de Inundação para o Cenário Dirigido – Rio Cambuí.....	49
Tabela 9 - Legenda dos Gráficos das Simulações .....	50
Tabela 10 - Medidas de Controle .....	55
Tabela 11 - Andamento das Obras de Drenagem na Região Metropolitana de Curitiba.....	57
Tabela 12 - Relatório SISDC.....	62
Tabela 13 - Zoneamento (Lei Municipal nº 444/78).....	66
Tabela 14 - Zoneamento (Lei Municipal nº 1.963/07).....	67
Tabela 15 - Taxas de Permeabilidade por Zona (Lei Municipal nº 1.963/07) .....	68
Tabela 16 - Principais Diferenças entre Cenários .....	74

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACR

TR Tempo de Retorno

### LISTA DE SIGLAS

Cfb Nesta classificação, a letra C significa mesotérmico úmido, f significa sem estação seca bem definida e b verão brando.  
Clima temperado (classificação de Köppen)

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IMPs *Integrated Management Practices*

ITCG Instituto de Terras, Cartografia e Geociências

LID *Low Impact Development*

MMA Ministério do Meio Ambiente

PAC Programa de Aceleração do Crescimento

PDD – BRI Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguazu na Região Metropolitana de Curitiba

PMSB Plano Municipal de Saneamento Básico

PR Paraná

SNSA Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

SP São Paulo

SuDS *Sustainable Drainage Systems*

WSUD *Water Sensitive Urban Design*

### LISTA DE ACRÔNIMOS

COMEC Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba

CONAMA Conselho Nacional do Meio Ambiente

EMBRAPA Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IAPAR Instituto Agrônomo do Paraná

IPARDES Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social

IPEA Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
1.1 PROBLEMA DA PESQUISA.....	14
1.2 JUSTIFICATIVA.....	14
1.3 OBJETIVO GERAL .....	15
1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>17</b>
2.1 CIDADES SUSTENTÁVEIS.....	17
2.2 O CICLO HIDROLÓGICO.....	18
2.3 A EVOLUÇÃO DO SANEAMENTO .....	20
2.4 GESTÃO DAS ÁGUAS URBANAS.....	22
2.5 MEDIDAS DE CONTROLE.....	28
2.6 DENSIDADE POPULACIONAL .....	32
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	<b>34</b>
3.1 DEFINIÇÃO DO MÉTODO .....	34
3.2 UNIDADE DE ANÁLISE.....	35
3.3 COLETA DE DADOS E INFORMAÇÕES .....	35
<b>4 ESTUDO DE CASO</b> .....	<b>37</b>
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO.....	37
4.2 BACIA HIDROGRÁFICA URBANA DO RIO CAMBUÍ .....	41
4.3 PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO RIO IGUAÇU – MODELAGEM DAS LINHAS DE INUNDAÇÃO DA BACIA DO RIO CAMBUÍ .....	43
4.3.1 MODELAGEM HIDRODINÂMICA.....	44
4.3.1.1 CENÁRIOS ATUAL (2002) E TENDENCIAL .....	46
4.3.1.2 CENÁRIO DIRIGIDO .....	48
4.3.1.3 RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES HIDRODINÂMICAS.....	50
4.3.2 LEI MUNICIPAL Nº 444, de 27 de dezembro de 1978 .....	55
4.4 CENÁRIO CONCRETIZADO .....	56
4.4.1 NOTÍCIAS SOBRE O RIO CAMBUÍ .....	56
4.4.2 EVOLUÇÃO DA MANCHA URBANA.....	59
4.4.3 OCORRÊNCIA DE ENCHENTES.....	61
4.4.4 ARCABOUÇO LEGAL MUNICIPAL.....	62
4.4.4.1 LEI MUNICIPAL Nº 1.963, de 29 de junho de 2007 .....	63
4.4.4.2 LEI MUNICIPAL Nº 1.965, de 29 de junho de 2007 .....	63
4.4.4.3 LEI MUNICIPAL Nº 2.304, de 15 de julho de 2011 .....	64
4.4.4.4 DECRETO MUNICIPAL Nº 282, de 18 de setembro de 2013.....	64
<b>5 RESULTADOS</b> .....	<b>65</b>
5.1 SISTEMA DE DRENAGEM.....	65
5.2 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO .....	65
5.3 USO DO SOLO.....	66

5.4 DIVERGÊNCIAS ENTRE O CENÁRIO DIRIGIDO E CONCRETIZADO.....	72
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>75</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>78</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O meio urbano caracteriza-se pela concentração populacional em um espaço onde são desenvolvidas atividades de produção, consumo e moradia. Neste cenário, os recursos naturais são alvo de disputa e representam um papel crucial na manutenção do sistema como um todo. Cada vez mais evidencia-se a necessidade do desenvolvimento urbano sustentável, onde exista um equilíbrio entre as atividades humanas e o meio ambiente.

A gestão da cidade envolve principalmente três elementos: planejamento e uso do solo; infraestrutura viária, água, energia, comunicação e transporte; e gestão socioambiental. O planejamento e uso de solo de um município são definidos pelo Plano Diretor. Nele são estabelecidas as diretrizes para o crescimento e ocupação ordenados, levando-se em consideração o meio natural. A infraestrutura e a gestão socioambiental dão o suporte necessário a esse crescimento ordenado, possibilitando um uso adequado do solo urbano (TUCCI, 2008).

Ainda assim, a urbanização pressiona o ambiente natural e suas consequências afetam a maioria dos grandes centros. A água e seu ciclo são assuntos recorrentes, seja pela falta, seja pelo acontecimento de enchentes e chuvas.

Ainda de acordo com Tucci (2008) os maiores problemas encontrados no meio urbano no que tange a água são o lançamento de efluentes na rede pluvial e em cursos d'água; rede de drenagem pluvial insuficiente; ocupações em áreas inundáveis; acréscimo das áreas impermeáveis e canalização dos leitos dos rios; falta de tratamento da água e consequente diminuição de sua qualidade. Com isso em mente, diversas soluções podem ser propostas e muitos são os casos em que o poder público define estratégias com o intuito de reverter esse quadro.

O instrumento que orienta a gestão das águas pluviais urbanas é o Plano Diretor de Drenagem. É composto por um conjunto de diretrizes que norteiam as intervenções na micro e macrodrenagem com o intuito de evitar prejuízos decorrentes de cheias e melhorar as condições de saneamento e qualidade de vida. Pode contemplar medidas estruturais e não estruturais. Por medidas estruturais entendem-se aquelas que envolvem obras de engenharia, geralmente com custos elevados. As não estruturais são mais simples de serem implementadas, porém não garantem que as enchentes serão sempre evitadas.

Apesar de interdisciplinar, é comum o planejamento urbano desconsiderar os aspectos inerentes à drenagem urbana e a qualidade da água. As cheias são consequência deste cenário, onde a associação de fatores como a impermeabilização excessiva e o aumento de vazão resultante, a ocupação do leito maior dos rios e as obstruções no escoamento, levam a uma situação cada vez mais preocupante.

## 1.1 PROBLEMA DA PESQUISA

No ano de sua elaboração, o Plano Diretor de Drenagem considerou os índices de permeabilidade conforme o zoneamento vigente à época e definiu estratégias para os próximos 20 anos. Essa lei foi revogada e hoje os parâmetros são outros. Além disso, outras regulamentações que afetam diretamente os índices de permeabilidade foram aprovadas, o crescimento populacional superou a expectativa e as obras consideradas nas simulações dos cenários não foram executadas conforme o esperado.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Campo Largo apresenta uma taxa de crescimento populacional acima da média, evidenciando a característica de crescimento acelerado de municípios periféricos (IPEA, 2013). Entre os impactos desse crescimento destaca-se a ocorrência de cheias. Com o objetivo de reduzir os impactos das inundações foi elaborado o Plano Diretor de Drenagem (PARANÁ, 2002), o qual compreende 27 bacias dos afluentes do Rio Iguaçu, entre elas a Bacia do Rio Cambuí, que está integralmente inserida no Município de Campo Largo. Em sua área de abrangência foram registradas cheias em alguns pontos, principalmente em decorrência da canalização e antropização do curso d'água. Com o intuito de solucionar o problema, são propostas soluções de cunho estrutural com custos elevados e longo prazo de execução.

Através da atualização dessas informações é possível verificar a efetividade da proposta face às transformações ocorridas no cenário urbano. Uma vez que o Plano Diretor é o instrumento estratégico que direciona o desenvolvimento da

cidade, é fundamental que seja considerado ao se elaborar o Plano de Drenagem. No caso de Campo Largo, houveram alterações referentes às taxas de permeabilidade, e como os índices de impermeabilização impactam diretamente o escoamento superficial, é fundamental compreender essa relação para evitar as cheias. Outra divergência identificada é o total de habitantes. Na metodologia adotada para determinação de áreas impermeáveis utilizaram-se além de imagens de satélite a estimativa do crescimento populacional, ou seja, a alteração na tendência de crescimento afeta o resultado obtido.

Além disso, de acordo com este documento, o impacto da urbanização nos coeficientes de drenagem não afetaria a bacia como um todo já que a área urbana representaria uma pequena parcela do total. Porém, é justamente na área urbana que se verificam os maiores problemas visto que é um processo desencadeado principalmente pelo desenvolvimento da cidade.

Como resultado do Plano Diretor de Drenagem do Alto Iguaçu, foi aprovado no ano de 2013, em Campo Largo, o Decreto Municipal nº 282 que dispõe sobre normas para implantação de mecanismos de retenção de águas de chuva e contenção de cheias. A implantação do reservatório é obrigatória em novos empreendimentos que impermeabilizem área superior a 3.000,00m<sup>2</sup> ou que apresentem redução da taxa de permeabilidade estabelecida no zoneamento. Dessa forma, passa a ser possível reduzir a taxa de permeabilidade a 0% em determinados casos desde que o projeto contemple o reservatório de contenção. Essa medida ainda é recente, mas tende a acelerar o processo de impermeabilização do solo.

A soma destes fatores pode amplificar os transtornos já verificados, levando a uma situação cada vez mais crítica e de difícil solução. A compreensão dos fenômenos e suas causas oferece a oportunidade de implementação de medidas mais simples e com custo mais baixo. Assim sendo, a intenção é fazer o levantamento das informações utilizadas na elaboração do Plano Diretor de Drenagem e as da condição atual, compará-las e identificar como se deu a evolução do planejamento.

### 1.3 OBJETIVO GERAL

O presente estudo tem por objetivo fazer uma avaliação comparativa da Bacia do Rio Cambuí, no município de Campo Largo/PR, para a qual foi elaborado Plano

Diretor de Drenagem, com o intuito de verificar se as medidas propostas se concretizaram e em caso negativo, quais foram os motivos.

#### 1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para realizar a comparação a pesquisa será dividida em duas etapas, sendo a primeira referente aos dados de 2002, ano de elaboração do Plano Diretor de Drenagem, para a qual se definem os seguintes objetivos específicos:

- a) Extrair do Plano Diretor as informações referentes à situação considerada, as simulações elaboradas e os resultados pretendidos para o ano de 2020.
- b) Levantar a legislação de uso e ocupação do solo em 2002.
- c) Levantar dados populacionais de 2002.
- d) Levantar as medidas estruturais indicadas.
- e) Levantar dados de saneamento de 2002.

Em um segundo momento, serão levantadas as seguintes informações atualizadas:

- a) Levantar a legislação de uso e ocupação do solo atual.
- b) Levantar dados populacionais atuais.
- c) Levantar a situação das medidas estruturais indicadas.
- d) Levantar dados de saneamento atuais.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Por águas urbanas compreende-se o sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário, a drenagem pluvial e a gestão dos sólidos. É um sistema complexo cujas deficiências impactam diretamente a população. A seguir será apresentado como ocorreu a evolução do saneamento, como é feita a gestão hoje e algumas perspectivas futuras.

### 2.1 CIDADES SUSTENTÁVEIS

As áreas urbanas caracterizam-se como áreas de consumo e moradia, representando hoje 50% da população mundial ocupando 2,8% do território do globo (UN, 2011). No Brasil, essa tendência se mantém, visto que 84,4% da população é urbana (IBGE, 2010). A alta concentração da população em áreas reduzidas gera competição pelos recursos naturais e a destruição da biodiversidade. As relações entre o meio ambiente natural e a população requerem controle para evitar efeitos negativos (TUCCI, 2012).

Por se tratar de um pólo gerador de poluição, é inegável o impacto das cidades ao meio ambiente sendo imprescindível a adoção de um novo modelo de desenvolvimento. O equilíbrio entre as atividades humanas e a preservação ambiental tem o objetivo de garantir a sobrevivência das futuras gerações. O termo que melhor exprime essa preocupação é o desenvolvimento sustentável (ABIKO et al, 2009).

Ainda de acordo com Abiko et al (2009), os impactos causados pelas atividades humanas ao meio ambiente são os mais diversos, destacando-se o desmatamento, as movimentações de terra, impermeabilização do solo, modificações em ecossistemas e as diversas formas de poluição. Por outro lado, é possível adotar práticas que visem a redução desses efeitos como as relacionadas à construção sustentável, que busca empregar novos materiais e procedimentos para reduzir perdas. Além disso, a elaboração de projetos que visam a integração com o ambiente natural, priorizando a questão da energia renovável e da reutilização de materiais, bem como o aproveitamento das águas de chuva.

Tomaz (2005) cita como principais motivos para se utilizar a água de chuva a conscientização da necessidade da conservação deste recurso, a possibilidade de redução de consumo e suas diversas aplicações. Pode ser utilizada para descargas em bacias sanitárias, irrigação de gramados, lavagem de veículos, limpeza de calçadas e ruas, entre outros, deixando-se de empregar água tratada para essas finalidades. Chaib et al (2015) verificou que através da implantação de sistemas de aproveitamento de águas pluviais é possível obter uma economia anual equivalente a 2 meses de abastecimento de água potável para residências.

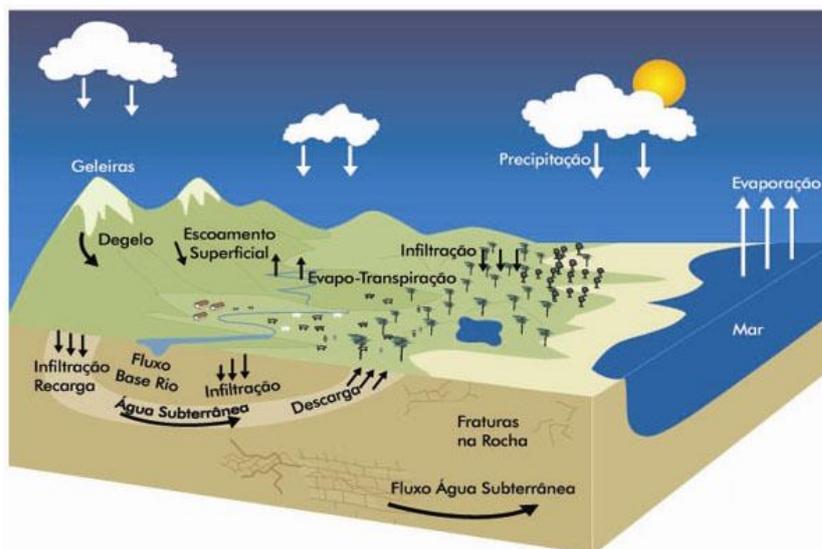
Além do ambiente construído, destacam-se as ações que contemplam o ecossistema urbano como um todo. Podem-se citar o uso racional dos recursos naturais, o desenho urbano que prioriza o clima e os recursos naturais, além da redução da produção de rejeitos. Para um desenvolvimento urbano sustentável são necessárias políticas distintas das atuais, que estão baseadas no lucro e privilegiam a minoria. É necessária a busca por modelos de desenvolvimento que acrescentem autonomia, solidariedade e responsabilidade aos valores ecológicos. (BARBOSA, 2008).

O descaso com o meio natural pode levar a ocorrência de desastres. A ONU, em seu guia de Como Construir Cidades Mais Resilientes (2012), destaca a necessidade de consideração de riscos para evitar problemas econômicos e a deterioração dos ecossistemas. Os serviços essenciais de uma comunidade – os sistemas de distribuição de alimentos, água, saúde, transporte, lixo e comunicações – podem ser comprometidos se atingidos por desastres ou eventos intensos afetando a população local.

## 2.2 O CICLO HIDROLÓGICO

O ciclo hidrológico é o movimento contínuo da água entre seus reservatórios que podem ser o oceano, a terra e a atmosfera. A força da gravidade e a energia do Sol alimentam essa movimentação ao provocar a evaporação. Uma vez na atmosfera, forma as nuvens que, quando carregadas, provocam precipitações, na forma de chuva, granizo, orvalho e neve. Essa permanente mudança de estado físico da água, que pode ser encontrada sólida, líquida ou gasosa, originou a relevo terrestre. Apesar das diferentes denominações referentes ao seu estado na

atmosfera, na realidade, a água é sempre a mesma cuja condição muda constantemente (MMA, 2015). A Figura 1 ilustra o ciclo.



**Figura 1 - Ciclo Hidrológico**

Fonte: MMA, 2015.

Os ventos podem transportar o ar carregado de umidade por grandes distâncias antes das nuvens se formarem e precipitarem. A precipitação sobre o oceano finaliza o ciclo que recomeça na sequência. A água que cai sobre os continentes, por sua vez, pode percorrer os seguintes caminhos:

- a infiltração e percolação no solo ou nas rochas, formando aquíferos. Quando não encontra mais espaço, inicia um movimento horizontal em direção às áreas de baixa pressão ressurgindo na superfície na forma de nascentes, fontes, pântanos, ou alimentando rios e lagos.
- escoamento superficial, caso a precipitação seja maior do que a capacidade de absorção do solo.
- retorno à atmosfera através da evaporação. Parte da água que evapora é absorvida pelas plantas, as quais a liberam para a atmosfera através da transpiração. A esse conjunto, dá-se o nome de evapotranspiração.
- congelamento formando camadas de gelo (MMA, 2015).

Da água que se precipita sobre as áreas continentais, calcula-se que a maior parte (60 a 70%) se infiltra. Esta parcela que se infiltra, é fundamental para que os rios se mantenham fluindo o ano todo, mesmo quando há um longo período de estiagem. Quando diminui a infiltração, o escoamento superficial das águas das

chuvas aumenta. A infiltração é fator determinante na regularização da vazão dos rios, distribuindo-a ao longo de todo o ano de forma a evitar os fluxos repentinos, causadores de inundações (MMA, 2015).

### 2.3A EVOLUÇÃO DO SANEAMENTO

O desenvolvimento do saneamento passou por diversas etapas. De acordo com Souza et al (2012) a fase pré-higienista foi até o início do século XX quando as condições sanitárias eram precárias e favoreciam a contaminação das fontes de abastecimento e a proliferação de doenças. Com o intuito de solucionar esses problemas, o esgoto passou a ser despejado a jusante dos mananciais das cidades, na fase conhecida como higienista que se deu no período anterior à década de 70.

Entre os anos de 1970 e 1990 registrou-se um crescimento populacional acentuado, o *baby boom* decorrente do final da Segunda Guerra Mundial. Esse incremento impactou o meio urbano negativamente levando à aprovação do “*Clean Water Act*”, que estabeleceu a obrigatoriedade do tratamento dos efluentes, a recuperação da qualidade da água dos rios e a revisão dos procedimentos de canalização, marcando a fase denominada corretiva. Após os anos 1990, na fase do desenvolvimento sustentável, foi reconhecido o papel dos sistemas naturais de drenagem no controle qualitativo de águas pluviais (SOUZA et al, 2012).

No Brasil as cidades ainda variam de estágio, encontram-se casos na fase pré-higienista, onde utilizam-se poços ou a água é coletada em corpo d’água próximo e o esgotamento se dá através de poços negros ou fossas sépticas além de haver despejo na drenagem quando essa existe. A maioria das cidades está na fase higienista e um número reduzido de cidades está entre a higienista e a corretiva (TUCCI, 2008).

Com a aprovação da Lei Federal nº 11.445/07, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, passa a ser obrigatória a elaboração de plano que contemple o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais relativo aos processos de:

- abastecimento de água potável;
- esgotamento sanitário;
- limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e

- drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Entre seus princípios fundamentais está o da integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso conforme suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados. Outros fundamentos importantes são a articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional e a eficiência e sustentabilidade econômica (BRASIL, 2007).

O Decreto nº 7.217/10, que regulamenta a Lei, determina que a existência do plano é condicionante ao acesso a verbas da União ou a financiamentos de instituições financeiras da administração pública federal destinados ao saneamento. Dessa forma, sua elaboração passa a ser a referência de desenvolvimento de cada município, estabelecendo diretrizes e metas (BRASIL, 2010).

A Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental adota dois eixos estratégicos de atuação: um voltado ao planejamento, formulação e implementação da política setorial, respeitando o pacto federativo; outro relacionado à identificação de novas fontes de financiamento que assegurem a contínua elevação dos investimentos no setor (SNSA, 2015).

O repasse de recursos para abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo de resíduos sólidos urbanos a municípios com população superior a 50 mil habitantes ou integrantes de Regiões Metropolitanas, Regiões Integradas de Desenvolvimento ou participantes de Consórcios Públicos afins, cabe ao Ministério das Cidades, por meio da Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Para os municípios de menor porte, com população inferior a 50 mil habitantes, a SNSA só atua por meio de financiamento com recursos onerosos para as modalidades de abastecimento de água e esgotamento sanitário (SNSA, 2015).

O Ministério das Cidades, através da SNSA, disponibiliza um manual com Princípios de Manejo Sustentável das Águas Pluviais Urbanas, cujo fundamento é o conceito de desenvolvimento urbano de baixo impacto. Nele, são apresentadas soluções mais eficazes e econômicas do que as técnicas utilizadas pela engenharia convencional que privilegiam o afastamento rápido das águas pluviais. Tem como premissa a preservação do ciclo hidrológico natural, através da redução do escoamento superficial decorrente do desenvolvimento urbano e do controle na fonte. Entre as técnicas empregadas estão a infiltração do excesso de água no subsolo, pela evaporação e evapotranspiração - que devolve parte da água para a

atmosfera -, e pelo armazenamento temporário, possibilitando o reuso da água ou um descarte lento, após a chuva (SNSA, 2015).

O Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu, apesar de anterior a essa regulamentação, tem uma abordagem semelhante. Tem como característica importante ser distinto de trabalhos que tratam as inundações como problemas unicamente de engenharia. Sua linha metodológica enfatiza soluções globais e articuladas entre si. As principais medidas de controle que seriam implementadas consistiam em obras de retenção, parques lineares nas várzeas de inundação e alterações em códigos e leis reguladores do zoneamento, das edificações e do parcelamento do solo (PARANÁ, 2002).

O município de Campo Largo iniciou o processo de elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico em janeiro deste ano, com finalização prevista para dezembro. Nele serão estabelecidos objetivos e diretrizes para os próximos 20 anos, além de definir como será possível chegar à universalização do serviço no município. Seu conteúdo norteará a execução das futuras obras de saneamento básico realizadas na cidade. Apesar de ainda não estar concluído, alguns produtos como a Caracterização Geral e o Diagnóstico da Situação de Saneamento Básico já estão disponíveis para consulta (CAMPO LARGO, 2015).

## 2.4 GESTÃO DAS ÁGUAS URBANAS

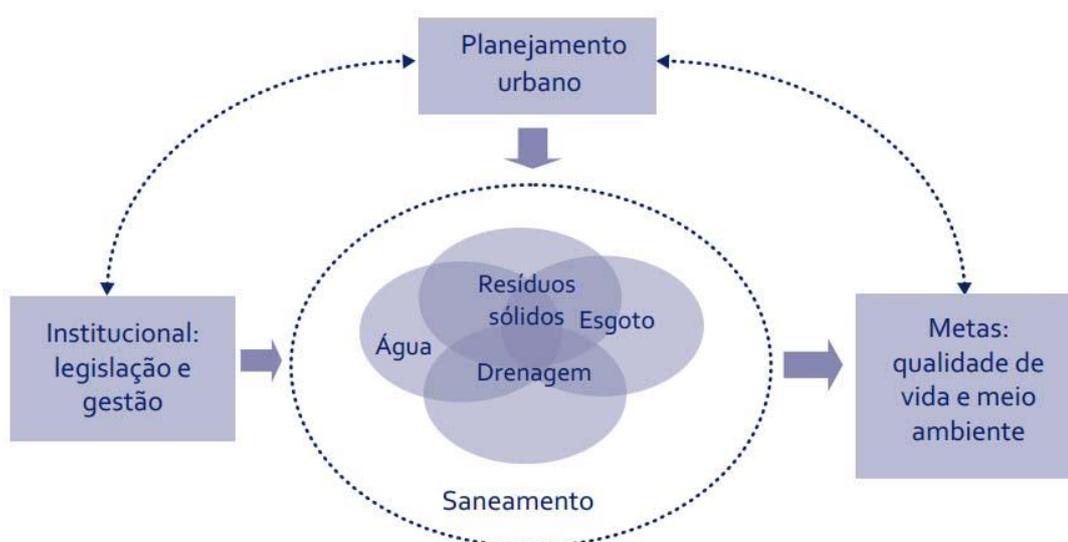
O processo de urbanização vem se intensificando ao longo dos últimos anos. No Brasil 84,4% da população total do país reside na área urbana (IBGE, 2010). No Paraná, esse valor sobe para 85,3%, os quais ocupam uma pequena parcela do território. Esse alto grau de urbanização geralmente não é acompanhado pelas políticas públicas, ocasionando o surgimento de ocupações informais, não atendidas por infraestrutura básica. Mesmo a cidade formal, que supostamente é atendida pela gestão urbana apresenta problemas pela falta de fiscalização.

Do conjunto de estratégias para o planejamento e gerenciamento do meio urbano, destaca-se a gestão da água. Nesse contexto identificam-se problemas diretamente relacionados ao uso do solo como impermeabilização excessiva, ocupações em área de preservação, alta densidade habitacional com aumento da demanda de água e da carga de poluentes, rede de esgotamento sanitário

insuficiente, ligações de esgoto na rede de águas pluviais, falta de tratamento de efluentes e canalização dos leitos de rio (TUCCI, 2012).

A falta de gestão integrada do meio urbano e da infraestrutura acarreta a contaminação dos mananciais, ocorrência de inundações, desencadeia processos erosivos e de sedimentação e onera o sistema de tratamento de água e esgoto. É importante destacar que a unidade de planejamento para a gestão hídrica é a bacia, para a qual são transferidas as ações desenvolvidas na área urbana. Os impactos gerados pela cidade, como uma taxa de impermeabilização muito elevada, por exemplo, podem refletir em cheias a jusante do rio, não necessariamente no mesmo perímetro urbano (TUCCI, 2012).

Por essa razão é importante definir estratégias de controle dentro da cidade, através de legislações municipais articuladas aos planos desenvolvidos para as bacias. Os componentes que baseiam a estrutura da gestão de águas urbanas são o planejamento urbano, os serviços de saneamento, as metas dos serviços e o institucional, conforme Figura 2:



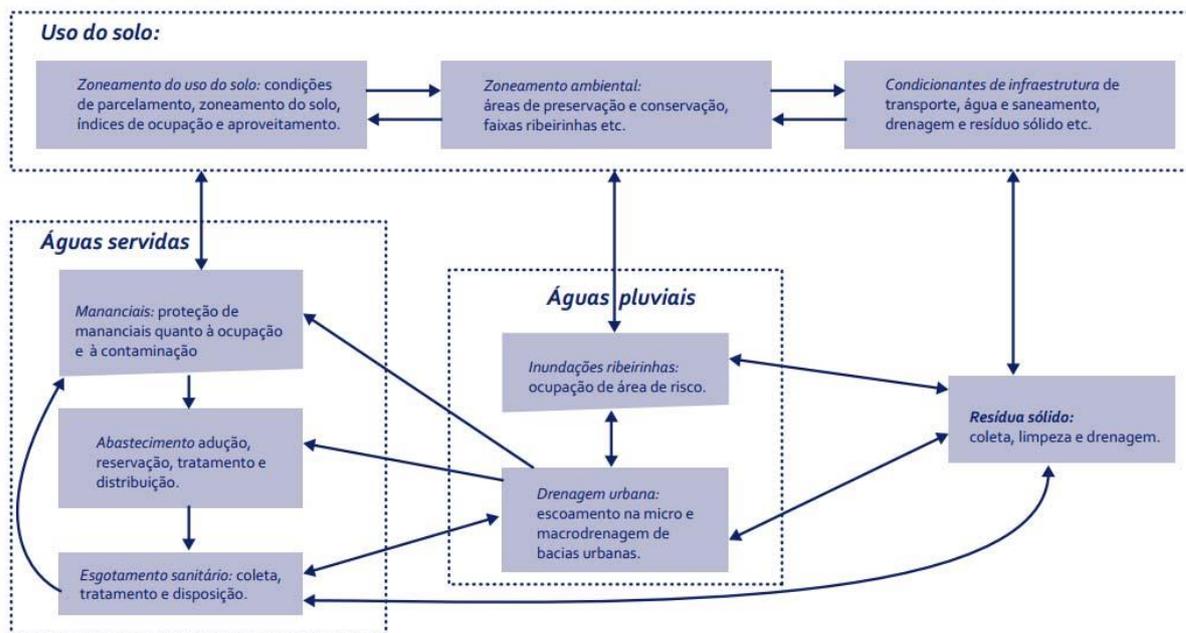
**Figura 2 - Estrutura de Gestão das Águas Urbanas**

Fonte: TUCCI, 2012.

O planejamento urbano tem por objetivo a orientar o crescimento da cidade e sua ocupação, dessa forma o uso do solo reflete na demanda de água, produção de esgoto, geração de resíduos sólidos e impermeabilização do solo. Pode existir sustentabilidade se a lei de Uso do Solo contemplar a conservação da água, a eficiência de uso e a implementação de infraestrutura adequada. As legislações e entidades que fornecem serviços são abrangidas pela esfera institucional. As metas

finals buscadas devem ser a melhoria da qualidade de vida da população e a conservação do meio ambiente (TUCCI, 2012).

Os sistemas de águas urbanas podem ser divididos em uso do solo, águas servidas, águas pluviais e resíduos sólidos, cujas relações podem ser definidas conforme a Figura 3:



**Figura 3 - Relações do Sistema de Águas Urbanas**

Fonte: TUCCI, 2012.

A ocupação da bacia geralmente ocorre em 3 estágios, iniciando nas zonas mais baixas, próximas às várzeas e beira-mar, seguindo em direção às mais altas. O processo é iniciado de forma distribuída, com maior densificação a jusante, ocasionando inundações decorrentes dos estrangulamentos naturais ao longo do seu curso e à urbanização de montante (TUCCI, 2012). Executam-se as primeiras canalizações a jusante, aumentando o hidrograma nessa área (vazões máximas), mas uma vez que a bacia não está totalmente densificada, ainda é contido pelas inundações a montante. No último estágio, a alta densificação estimula o processo de canalização para montante. Com o aumento da vazão máxima a canalização simplesmente transfere a inundação totalmente para jusante e as soluções possíveis têm custos extremamente altos.

A incorporação das várzeas dos rios ao sistema viário, criando as “vias de fundo de vale”, suprimindo áreas sujeitas ao alagamento provocou a aceleração do escoamento superficial e o aumento dos picos de vazão, levando em muitos casos à

inundação. De maneira geral, é uma solução pontual que acaba por transferir a vazão a jusante. Ao longo do tempo, essas vias atraem a ocupação dificultando a implantação de medidas de controle (CANHOLI, 2014).

Com base em dados de pequenas bacias urbanas, Tucci (2000) analisa os coeficientes de escoamento e suas relações com as áreas impermeáveis com o objetivo de avaliar o impacto da impermeabilização e sua relação com parâmetros de urbanização. Utilizando apenas a área impermeável como variável independente e o método racional, os valores médios obtidos indicam que um habitante é responsável pelo acréscimo de área impermeável em cerca de 49m<sup>2</sup> numa bacia e que um aumento de 10% de área impermeável corresponde a aproximadamente 100% de acréscimo no coeficiente de escoamento.

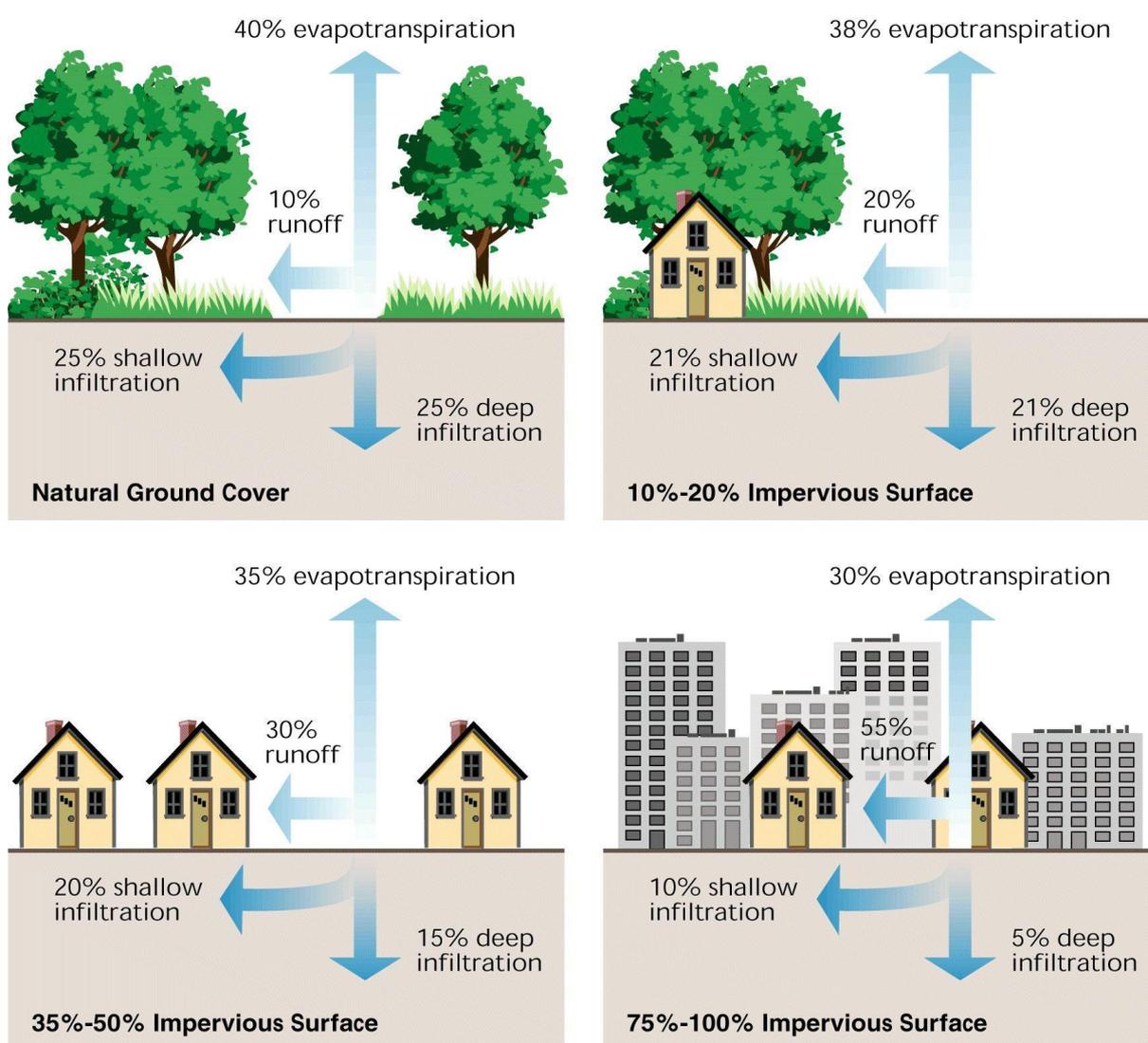
Esse incremento é corroborado pela simulação dos avanços da urbanização desenvolvida para a cidade de Uberlândia. A partir de quatro cenários de ocupação distintos: pré-urbanização, atual, futuro I e futuro II, Justino et al (2011) concluem que para uma variação da ordem de 29 a 54% no índice de áreas impermeáveis, a vazão de pico pode ser incrementada em até 59,40% se comparada ao valor do cenário de pré-urbanização.

A mudança na filosofia da drenagem urbana incorpora conceitos inovadores, como a promoção do retardamento dos escoamentos, o amortecimento de picos e redução dos volumes de enchentes através da retenção na fonte através da promoção de melhores condições de infiltração e da implantação de reservatórios de contenção (CANHOLI, 2014).

Nos Estados Unidos e Canadá é comum o emprego do termo BMP, sigla para *Best Management Practices*. Foi cunhado no início do século XX por projetistas de unidades de tratamento de esgoto como referência a funções de apoio como treinamentos e manutenção. Foi utilizado pelo governo americano no “*Clean Water Act*” em 1972, sendo posteriormente definido pelo *National Pollutant Discharge Elimination System* (NPDES) como “a programação de atividades, a proibição de práticas, os procedimentos de manutenção e outras práticas de gerenciamento para prevenir ou reduzir a descarga de poluentes nas águas...” (RIBEIRO, 2014).

Os Estados Unidos, através da *Environmental Protection Agency* (EPA), idealizaram o conceito de *Low Impact Development* (LID). O LID, ilustrado pela Figura 4, emprega estratégias que mimetizam o comportamento hidrológico natural nas edificações. Tem como princípios a conservação, incentivando o emprego de

impermeabilização mínima; a elaboração de projetos adequados às realidades locais, evitando padronizações; o fomento à infiltração e recarga de aquíferos; o emprego de controle distribuído de pequena-escala; a conscientização do público através da educação. Entre as ferramentas utilizadas, denominadas *Integrated Management Practices – IMPs*, para o tratamento qualitativo das águas pluviais, destacam-se o preparo do solo, a biorretenção, telhados verdes, pavimentos permeáveis, coletores de águas de chuva, fundações verdes, seleção de espécies vegetais e dispositivos adequados (SOUZA et al, 2012).

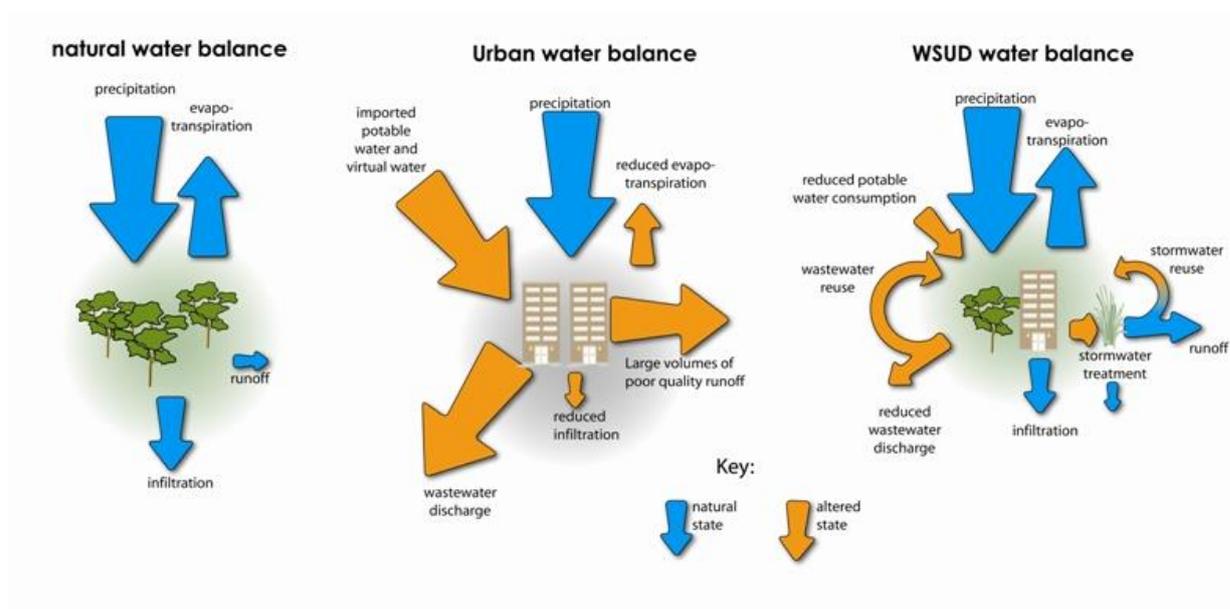


**Figura 4 - Comportamento Hidrológico em Diferentes Situações de Impermeabilização - LID**  
 Fonte: <[http://www.auburnhills.org/departments/community\\_development/low\\_impact\\_development](http://www.auburnhills.org/departments/community_development/low_impact_development)>  
 Acesso em: 04 de outubro de 2014.

Na Europa, esses conceitos foram incorporados primeiramente pelo Reino Unido na elaboração do projeto de expansão urbana chamado *Dunfermline Eastern*

*Expansion* (DEX) na região da Escócia. As normas e requisitos escritos pelo consultor ambiental Bryan D'Arcy culminaram na criação do conceito de *Sustainable Drainage Systems* (SuDS) (RIBEIRO, 2014). Está subdividido em controle na fonte, sistema de transporte permeável, pré-tratamento e tratamento passivo. Por ter um caráter paisagístico e de integração com o meio tem boa aceitação pela população.

A abordagem australiana *Water Sensitive Urban Design* (WSUD), ilustrado pela Figura 5, é a mais recente e inclui em seu cerne a preocupação com o ciclo da água. A interação das cidades com o ciclo hidrológico devem prover segurança da água para a sucesso da economia, melhorar a qualidade dos cursos d'água e áreas alagadas, reduzir o risco de ocorrência de cheias e danos decorrentes, e criar espaços públicos voltados à coleta, limpeza e reciclagem da água (RIBEIRO, 2014). A Nova Zelândia utiliza o conceito *Low Impact Urban Design and Development* (LIUDD), cuja premissa é semelhante ao LID.



**Figura 5 - Diagramas do Ciclo Hidrológico no Meio Natural, Urbano e os benefícios da aplicação dos conceitos de WSUD**

Fonte: <<http://waterbydesign.com.au/whatiswsud/>>

Acesso em: 04 de outubro de 2015.

As novas técnicas para o manejo das águas, sugerem vantagens ambientais, sociais e financeiras em relação às práticas mais amplamente utilizadas. O Ministério das Cidades lançou o programa “Drenagem Urbana Sustentável” (Brasil, 2006), incentivando a aplicação de técnicas de LID nos sistemas de drenagem.

A ocupação do espaço urbano no Brasil, orientada pelo Plano Diretor Urbano, não tem considerado os aspectos de drenagem urbana e qualidade da água, culminando em transtornos e com altos custos para a sociedade e o ambiente. Para Silva (2013) o desenvolvimento de políticas urbanas municipais deveria adotar como estratégia a regulamentação do uso do solo associada à identificação das áreas mais suscetíveis às inundações. Em sua proposta de zoneamento para Atibaia, uma das diretrizes para o conjunto de medidas elaboradas foi a adoção de critérios de ocupação compatíveis com a probabilidade de ocorrência de cheias. Como resultado as zonas sugeridas para as áreas inundáveis dividem-se em Zona de Passagem de Enchente (ZPE), Zona Residencial com Restrições (ZR0), Zona Mista com Restrições (ZM0), Zona Exclusivamente Econômica com Restrições (EE0) e Zona Especial com Restrições (ZE0).

## 2.5 MEDIDAS DE CONTROLE

As políticas de controle dividem-se em medidas estruturais e não-estruturais. As medidas estruturais buscam reduzir o risco das enchentes através da implementação de obras de engenharia que podem ser extensivas ou intensivas. As medidas extensivas têm atuação na bacia, buscando reduzir e retardar os picos de enchentes e controlar a erosão da bacia. As medidas intensivas agem no rio e podem acelerar, retardar ou desviar o escoamento da água. São as medidas de custo mais elevado (CANHOLI, 2014).

As não-estruturais buscam reduzir os impactos sem eliminar a ocorrência das cheias naturais. Quando associadas às medidas anteriores, podem minimizar os impactos das enchentes com custo bastante reduzido. Abrangem a definição de princípios e de como devem ser respeitados, através de leis, normas e manuais técnicos e da preparação da sociedade para sua implementação. O Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu cita como principais medidas não-estruturais a legislação estadual e municipal para controle de impactos, a previsão em tempo real da ocorrência de inundações, o Plano de Defesa Civil, a administração e a educação (PARANÁ, 2002).

De forma geral, os Planos de Drenagem descrevem o sistema existente e indicam possíveis soluções. Cruz e Tucci (2008) analisam o caso de Porto Alegre, onde optou-se pela utilização de bacias de amortecimento. Para os autores o

controle do escoamento pode ser corretivo, com atuação nas áreas já urbanizadas, ou preventivo cuja finalidade é manter as condições de pré-urbanização das vazões. Supondo duas situações, uma onde a implantação da abordagem preventiva se dá desde o início da urbanização e na segunda, a partir da data do estudo, conclui-se que em ambos os casos existe economia.

Para Tassi e Villanueva (2004), as soluções indicadas para os problemas identificados pelos Planos Diretores de Drenagem Urbana buscam utilizar medidas de controle na fonte. Este tipo de medida tem por objetivo melhorar as condições de infiltração e de armazenamento para amortecer o pico de enchente. A partir de uma análise econômica que considerou o dimensionamento da rede de drenagem em função do controle no lote, o custo de implantação do sistema de macrodrenagem teve uma redução que chegou a 33%.

Além da prevenção e adoção de medidas de controle na fonte é necessário compreender o contexto urbano. Ao avaliar as condições de impermeabilização no bairro Centro Cívico em Curitiba, Huergo (2012) concluiu que o mapa de zoneamento não coincide com as áreas onde o solo teria melhores condições de permeabilidade. Além disso, o desrespeito à taxa de permeabilidade mínima eleva o índice previsto em 25% a 62,11% e uma projeção futura indica que em 8 anos será registrada a impermeabilização total. No caso deste bairro, ficou comprovado que o escoamento superficial e maiores chances de ocorrência de enchentes estão relacionados ao aumento da vazão superficial.

Situação semelhante é descrita por Fontes e Barbassa (2003) na cidade de São Carlos (SP), onde foram avaliados os parâmetros de desenvolvimento urbano ao longo dos anos paralelamente a variáveis como densidade populacional e caracterização hidrológica para auxiliar os planejamentos urbano e de drenagem. Numa cidade considerada de médio porte, com 170.000 hab. no ano do estudo, verificaram-se altos valores de impermeabilização mesmo em baixas densidades populacionais e uma elevação de mais de 60% devido à “cimentação” de áreas não construídas do lote.

Ainda tendo como base o caso de Curitiba, onde o Decreto Municipal nº 293/2006 estabelece os critérios de uso e conservação racional da água nas edificações, Huergo (2012) verificou que esta regulamentação acaba por estimular a impermeabilização dos solos ao permitir a substituição da taxa de permeabilidade

por um reservatório. Como consequência, o solo será impermeabilizado mais rapidamente.

Além do controle na escala do lote, podem ser propostas medidas que considerem as áreas públicas. Uma das propostas de Fendrich (2002) para a redução da impermeabilização urbana é a detenção de águas pluviais do sistema viário, o qual é uma infraestrutura de propriedade do Poder Público, que representa de 15 a 20% da área total urbanizada de um município. A impermeabilização imposta aos solos pelo sistema devido a pavimentação das vias e dos logradouros públicos pode ser mitigada ao se promover a detenção das águas pluviais acumuladas nessas áreas impermeáveis, distribuídas ao longo dos logradouros públicos, tais como parques, praças, jardins, largos e rotatórias.

O Manual de Drenagem Urbana do Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu lista medidas de controle básicas baseadas na experiência internacional. São obras que reduzem ou retardam o deflúvio superficial direto, regulando e limitando as vazões geradas para jusante, aliviando as redes pluviais existentes e os meios receptores naturais, frequentemente alterados em função do esgotamento pluvial urbano (PARANÁ, 2002).

A dinâmica urbanística é favorecida, visto que algumas medidas permitem a viabilização de zonas para as quais o esgotamento pluvial encontraria dificuldades técnicas e financeiras, além de se adaptarem à evolução da ocupação urbana, pois podem ser executadas gradativamente sem a necessidade de construir um grande sistema pluvial preventivo para a ocupação total prevista (PARANÁ, 2002).

As características principais, funções e efeitos destas Medidas de Controle Básicas, estão descritas na Tabela 1:

**Tabela 1 - Lista das Medidas de Controle Básicas**

<b>Obra</b>	<b>Característica Principal</b>	<b>Variantes</b>	<b>Função</b>	<b>Efeito</b>
<b>Pavimento Poroso</b>	Pavimento com camada de base porosa como reservatório	Revestimento superficial pode ser permeável ou impermeável, com injeção pontual na camada de base porosa. Esgotamento por infiltração no solo ou para um exutório	Armazenamento temporário da chuva no local do próprio pavimento. Áreas externas ao pavimento podem também contribuir	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial gerado pelo pavimento e por eventuais áreas externas
<b>Trincheira de Infiltração</b>	Reservatório linear escavado no solo preenchido com material poroso	Trincheira de infiltração no solo ou de retenção, com esgotamento por um exutório	Infiltração no solo ou retenção, de forma concentrada e linear, da água da chuva caída em superfície limítrofe	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial gerado em área adjacente

<b>Vala de Infiltração</b>	Depressões lineares em terreno permeável	Vala de infiltração efetiva no solo ou vala de retenção sobre solo pouco permeável	Infiltração no solo, ou retenção, no leito da vala, da chuva caída em áreas marginais	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial gerado em área vizinha
<b>Poço de Infiltração</b>	Reservatório vertical e pontual escavado no solo	Poço preenchido com material poroso ou sem preenchimento, revestido. Poço efetivamente de infiltração ou de injeção direta no freático	Infiltração pontual, na camada não saturada e/ou saturada do solo, da chuva caída em área limítrofe	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial gerado na área contribuinte ao poço
<b>Microrreservatório</b>	Reservatório de pequenas dimensões tipo 'caixa d'água' residencial	Vazio ou preenchido com material poroso. Com fundo em solo ou vedado, tipo cisterna	Armazenamento temporário do esgotamento pluvial de áreas impermeabilizadas próximas	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial de áreas impermeabilizadas
<b>Telhado Reservatório</b>	Telhado com função reservatório	Vazio ou preenchido com material poroso	Armazenamento temporário da chuva no telhado da edificação	Retardo do escoamento pluvial da própria edificação
<b>Bacia de Detenção</b>	Reservatório vazio (seco)	Reservatório sobre leito natural ou escavado. Com leito em solo permeável ou impermeável, ou com leito revestido	Armazenamento temporário e/ou infiltração no solo do escoamento superficial da área contribuinte	Retardo e/ou redução do escoamento da área contribuinte
<b>Bacia de Retenção</b>	Reservatório com água permanente	Reservatório com leito permeável (freático aflorante) ou com leito impermeável	Armazenamento temporário e/ou infiltração no solo do escoamento superficial da área contribuinte	Retardo e/ou redução do escoamento da área contribuinte
<b>Bacia Subterrânea</b>	Reservatório coberto, abaixo do nível do solo	Reservatório vazio, tampado e estanque. Reservatório preenchido com material poroso	Armazenamento temporário do escoamento superficial da área contribuinte	Retardo e/ou redução do escoamento da área contribuinte
<b>Condutos de Armazenamento</b>	Condutos e dispositivos com função de armazenamento	Condutos e reservatórios alargados. Condutos e reservatórios adicionais em paralelo	Armazenamento temporário do escoamento no próprio sistema pluvial	Amortecimento do escoamento afluente à macrodrenagem
<b>Faixas Gramadas</b>	Faixas de terreno marginais a corpos d'água	Faixas gramadas ou arborizadas	Áreas de escape para enchentes	Amortecimento de cheias e infiltração de contribuições laterais

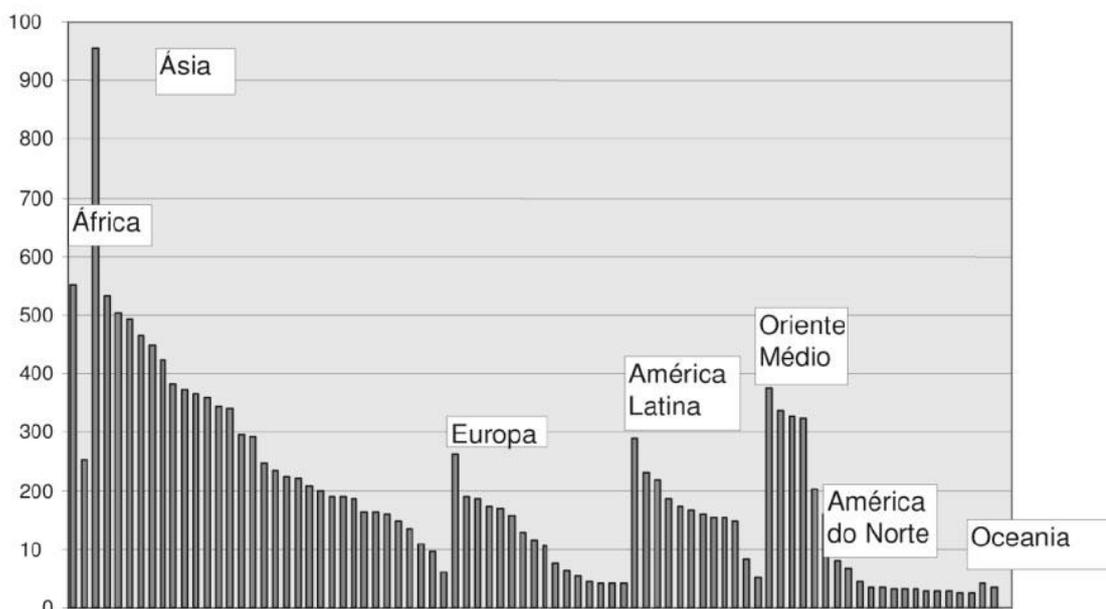
Fonte: PARANÁ – Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu. 2002.

Nota: adaptado pela autora.

Outra proposta é a regulamentação por Distritos de Drenagem, que se define pela área situada na intersecção de uma bacia com um município. As ações para redução dos riscos de inundação dividem-se em três níveis: controle das inundações decorrentes do crescimento urbano, zoneamento das áreas de risco de inundação e implantação de obras no sistema de macrodrenagem, sendo os dois primeiros voltados a ações não-estruturais e o terceiro a ações estruturais que requerem maiores investimentos. Segundo o documento, seria indicada a implantação do zoneamento de inundação em Campo Largo (PARANÁ, 2002).

## 2.6 DENSIDADE POPULACIONAL

Para Jane Jacobs, a densidade ideal em áreas residenciais é uma questão de performance diferindo a cada caso. Ainda é um assunto controverso, cujos impactos afetam o todo do desenvolvimento urbano. Está sujeita a influência cultural, pois a percepção do tamanho do lote é influenciada por origens sociais, econômicas e éticas bem como pela configuração, forma e uso das edificações e do espaço urbano. Na Figura 6 é evidenciada a variação de densidades líquidas ao redor do globo.



**Figura 6 - Densidade Líquida das Grandes Cidades por Continente (habitantes/ha)**  
Fonte: ACIOLY, 1998.

Variam também os mecanismos de medição, resultando em densidade populacional, habitacional e construtiva, densidade bruta ou líquida, dificultando comparações. A densidade pode ser bruta ou líquida, de acordo com o contexto. A densidade líquida considera somente a área destinada ao uso residencial, a bruta toma a área total do assentamento, incluindo ruas, acessos e espaços públicos.

É um dos indicadores mais importantes no planejamento urbano, tendo por função apoiar as decisões sobre a forma e extensão da cidade bem como constituir instrumento de avaliação da eficiência e performance da infraestrutura e serviços públicos. Representa a população total em uma área específica, sendo expressa

como habitantes ou habitações por unidade de terra. Altas densidades tendem a maximizar os investimentos públicos, garantindo a eficiência da terra disponível. Porém, a concentração populacional pode sobrecarregar o sistema. As vantagens e desvantagens de altas ou baixas densidades são resumidas na Figura 7.



**Figura 7 - Vantagens e Desvantagens da Baixa e Alta Densidades**

Fonte: ACIOLY, 1998.

Apesar de ser um referencial para a definição de critérios, os parâmetros de ocupação de um lote não garantem que o executado obedecerá ao planejamento, pois estão sujeitos a fatores externos. Entre os fatores que influenciam a densidade estão a implantação de novos assentamentos, os assentamentos informais, densidades flutuantes, o mercado imobiliário e a infraestrutura.

### 3 METODOLOGIA

Os procedimentos empregados na avaliação da hipótese de que as tendências apontadas no Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Cambuí não se efetivaram ou foram distintas do esperado, estão descritos na sequência.

#### 3.1 DEFINIÇÃO DO MÉTODO

A pesquisa será dividida em etapas, sendo a primeira o levantamento de dados das propostas do Plano Diretor de Drenagem. Na sequência, será definido o cenário existente hoje. A partir dessas informações serão identificadas as diferenças encontradas e os possíveis motivos.

Segundo Köche, se classificada de acordo com o procedimento utilizado, é descritiva uma vez que visa estudar as relações entre variáveis do fenômeno sem manipulá-las. Essa investigação não-experimental busca constatar e avaliar as relações à medida que essas variáveis se manifestam espontaneamente em fatos, situações e nas condições em que existem. Kerlinger (1985) aponta que um dos pontos positivos desse tipo de pesquisa é que os resultados são obtidos em uma situação de campo, sob a influência de variáveis que não poderiam ser simuladas em uma situação experimental, por desconhecimento ou imprevisibilidade.

Em um segundo momento, também se classifica como exploratória, pois para identificar a natureza do fenômeno estudado e apontar as variáveis que se quer estudar se faz necessário um processo de investigação.

Os métodos empregados na primeira etapa envolvem pesquisa bibliográfica e documental, cujo principal objeto será o Plano Diretor de Drenagem, do qual serão extraídas as informações a respeito da Bacia do Rio Cambuí e as expectativas para o ano de 2015. A segunda etapa busca estabelecer um contraponto através da construção do cenário atual para o qual serão realizadas pesquisas em jornais de circulação local e Prefeitura.

Para entender a forma e os motivos que levaram a determinada decisão o estudo de caso é uma ferramenta que contribui para compreendermos melhor os fenômenos individuais, os processos organizacionais e políticos da sociedade.

Conforme Yin (2001) é uma estratégia de pesquisa que compreende um método que abrange tudo em abordagens específicas de coletas e análise de dados.

Este método é útil quando o fenômeno a ser estudado é amplo e complexo e não pode ser estudado fora do contexto onde ocorre naturalmente. O estudo de caso tende a tentar esclarecer decisões a serem tomadas através da investigação de um fenômeno contemporâneo partindo do seu contexto real, utilizando de múltiplas fontes de evidências. O estudo de caso é analítico quando se quer construir ou desenvolver novas teorias que irão ser confrontadas com as teorias que já existiam, proporcionando avanços do conhecimento.

É uma investigação que trata sobre uma situação específica, procurando encontrar as características e o que há de essencial nela, auxiliando na busca de novas teorias e questões que servirão como base para futuras investigações.

### 3.2 UNIDADE DE ANÁLISE

A unidade de análise é a Bacia do Rio Cambuí, dada a relevância da compreensão dos fenômenos nela verificados para o Município de Campo Largo.

### 3.3 COLETA DE DADOS E INFORMAÇÕES

A coleta de dados é fundamental para que seja traçado um paralelo entre a expectativa e a realidade. Dessa forma, é necessário definir quais dados são pertinentes para a análise e onde encontrá-los. A princípio as variáveis analisadas serão as medidas de controle, a taxa de permeabilidade, o crescimento populacional e a ocorrência de cheias.

As medidas de controle constam no Plano Diretor de Drenagem, o qual será analisado e nele serão identificadas as obras previstas. A taxa de permeabilidade é um parâmetro definido pela lei de uso e ocupação do solo municipal. Como essa lei foi alterada, serão verificados os parâmetros definidos naquela que já não vigora bem como na que está em vigor hoje. Dessa forma será estabelecido quais as mudanças ocorridas. Através de pesquisa da legislação municipal serão buscadas informações sobre o vetor de crescimento da cidade, fatores de adensamento e impermeabilização. O censo realizado pelo IBGE proverá as informações referentes

ao crescimento populacional. A ocorrência de cheias e identificação das áreas de risco podem ser checadas junto à Defesa Civil. Além disso, será realizada coleta de bases cartográficas relevantes como os mapas de uso e ocupação do solo, litologia e densidade populacional.

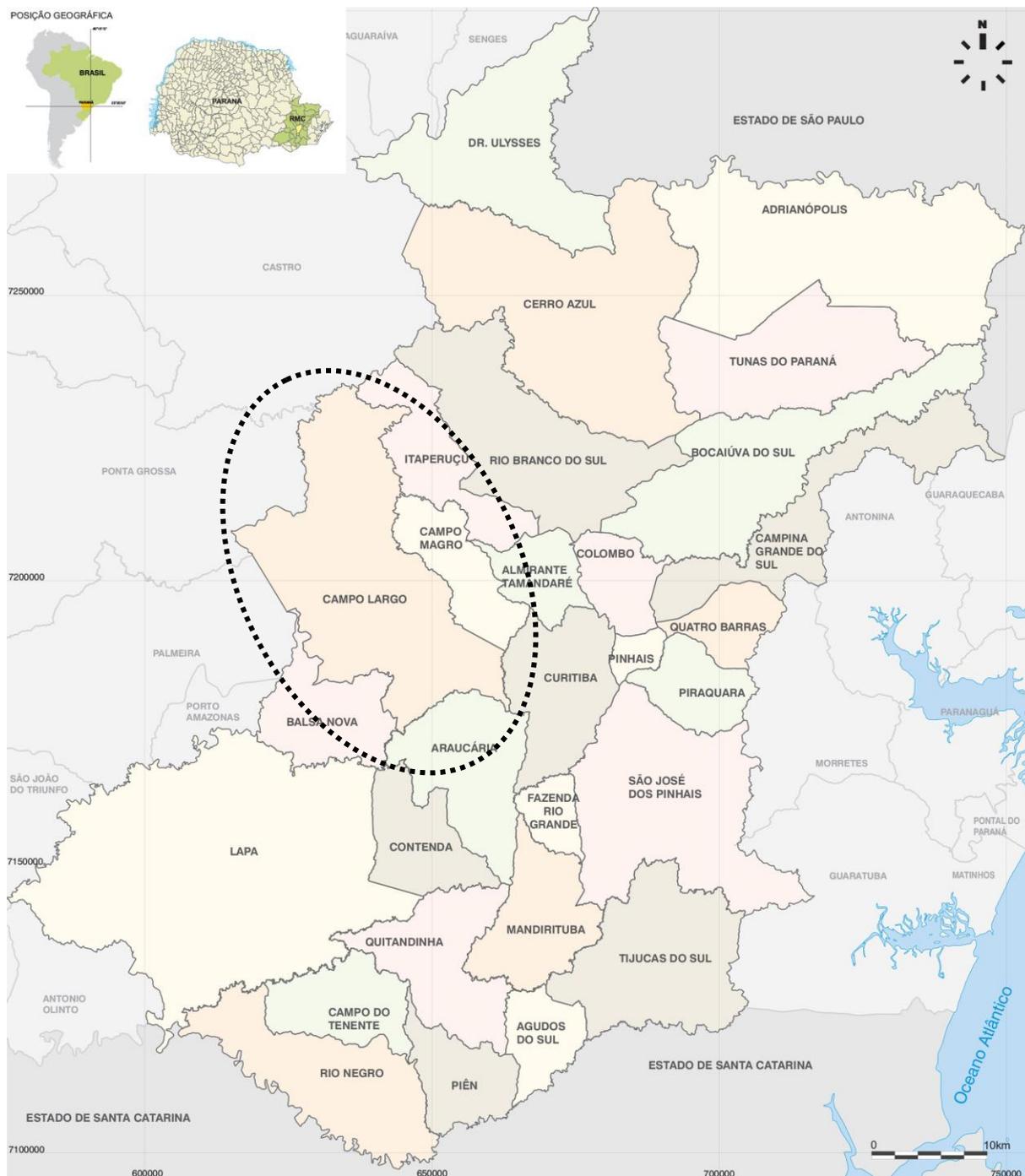
Os dados serão validados através de pesquisa em publicações em jornais, por registrarem os fatos ocorridos ao longo do tempo e a verificação da execução de serviços e a condição atual. Após essas etapas é possível concluir quais foram as medidas mais efetivas e quais os fatores que influenciaram nesse resultado. A avaliação tem o intuito de replicar as ações de sucesso e evitar futuras falhas.

## 4 ESTUDO DE CASO

Na sequência é apresentado um panorama da situação do município de Campo Largo e da Bacia do Rio Cambuí. São indicados os dados considerados pelo Plano Diretor de Drenagem para a elaboração dos cenários, destacando-se a legislação.

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DO MUNICÍPIO

O Município de Campo Largo integra a Região Metropolitana de Curitiba, como indicado na Figura 8, com 1.243,552km<sup>2</sup> de área. A população no ano de 2010, segundo dados do IBGE, era de 112.377 habitantes, dos quais 94.171 residiam na área urbana, o que corresponde a 83,8% do total, que se encontra distribuída em 21 bairros. Campo Largo apresenta uma densidade demográfica de 95,47 hab/km<sup>2</sup> (IPARDES, 2014), com uma maior concentração populacional próxima ao núcleo central do perímetro urbano.



**Figura 8 - Localização de Campo Largo**

Fonte: COMEC, 2012.

Nota: adaptado pela autora.

O clima no município é classificado como Cfb (clima temperado, com verão ameno), conforme o ITCG (2009), com chuvas uniformemente distribuídas durante o ano e precipitação anual em torno de 1.100 a 2.000 mm (CAMPO LARGO, 2014). A partir da análise do período de 1954 a 2001, tem-se que o mês de maior volume de

precipitação foi outubro, no qual registrou-se um valor superior a 200 mm de chuva. A média mensal de chuva é de 152,58 mm.

Para determinar a intensidade das chuvas por período de recorrência, o Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Campo Largo, utilizou os dados obtidos a partir do *software* Plúvio 2.1, disponibilizado pela Universidade Federal de Viçosa, o qual realiza a interpolação de equações já existentes, através do Método do Inverso da Quinta Potência da Distância para a aquisição de equações de chuvas intensas para localidades ainda não estudadas. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

**Tabela 2 - Intensidade de Chuva**

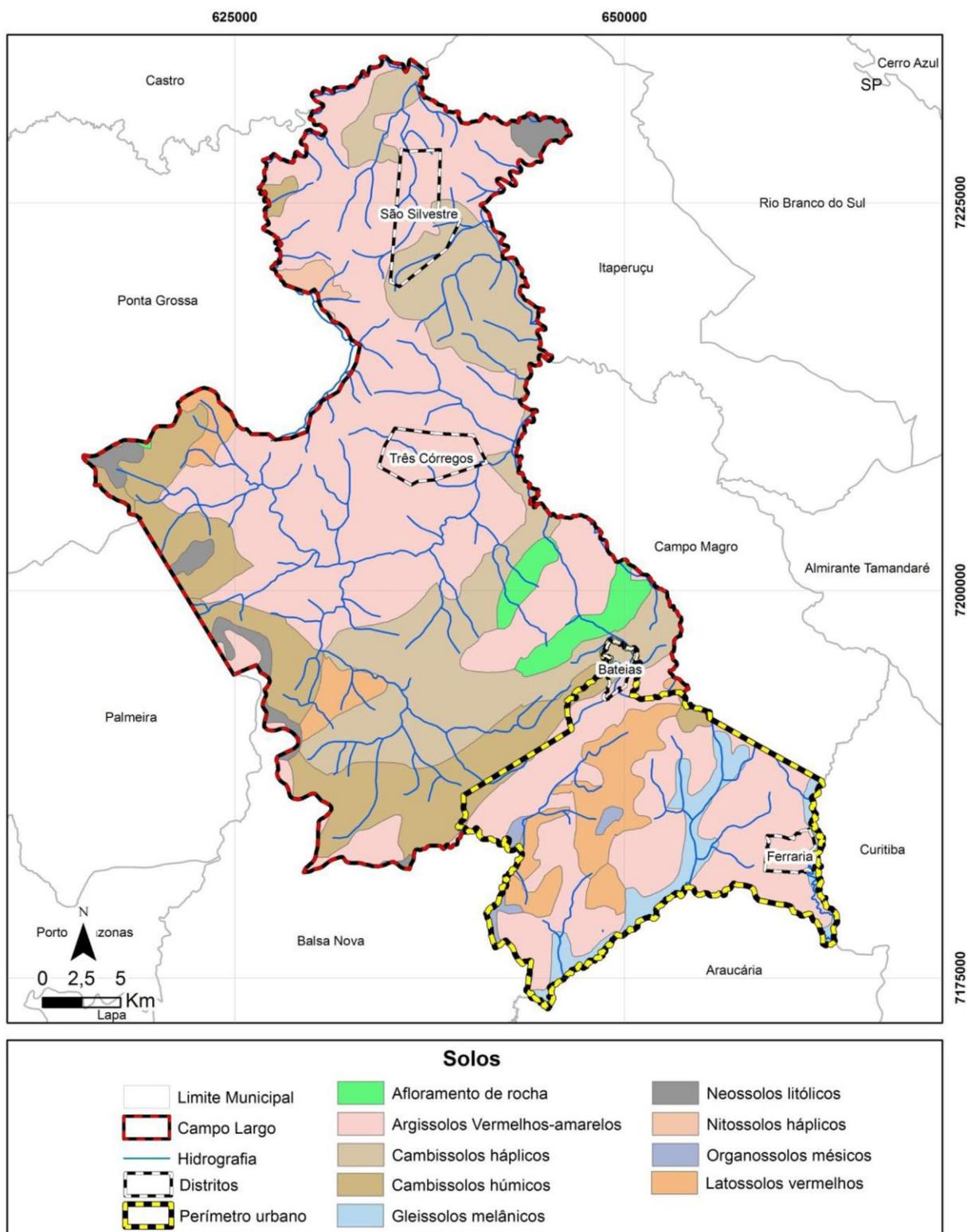
<b>Duração da Chuva (min)</b>	<b>5 anos</b>	<b>10 anos</b>	<b>25 anos</b>	<b>50 anos</b>	<b>100 anos</b>
60	54,08mm	63,43mm	78,31mm	91,85mm	107,72mm

Fonte: CAMPO LARGO. Plano Municipal de Saneamento Básico. Adaptado de Hidroweb, 2014.

Nota: adaptado pela autora.

O Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Campo Largo classifica os solos com base na carta de solos do IAPAR/Embrapa (ITCG, 2009) e o Sistema Brasileiro de Classificação dos solos EMBRAPA (1999), diferenciando os seguintes tipos de solos: os Latossolos Vermelhos, Neossolos Litólicos e Nitossolos Háplicos, Argissolo Vermelho-amarelo, Cambissolo Háplico, Cambissolo Húmico, Gleissolo Melânico, Organossolos Méssicos.

O mapa de tipos de solos, correspondente à Figura 9, evidencia a ocorrência de Argissolos Vermelho-Amarelo, Latossolo Vermelho, Gleissolo Melânico e Organossolo Méssico no perímetro urbano. Os Argissolos compreendem solos constituídos por material mineral, textura que varia de arenosa a argilosa permitindo pouca infiltração. Os Latossolos são solos de textura média com avançado estágio de intemperização, muito evoluídos, como resultado de enérgicas transformações no material constitutivo, com alta permeabilidade à água. Os Organossolos são constituídos por material orgânico acumulados em ambiente mal a muito mal drenados, saturados com água por poucos dias no período chuvoso. Os Gleissolos são característicos de áreas alagadas ou sujeitas a alagamentos, como margens de rios, ilhas e grandes planícies e apresentam más condições de drenagem. Na Tabela 3 é indicada a ocorrência de cada um.



**Figura 9 - Tipos de Solos**

Fonte: CAMPO LARGO. Plano Municipal de Saneamento Básico. 2015.

Nota: adaptado pela autora.

A área total dos solos indicados no mapa e seu índice de ocorrência correspondem aos valores indicados na Tabela 3.

**Tabela 3 - Classes de Solos**

<b>Classe de Solo</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Ocorrência</b>
Argissolo Vermelho-Amarelo	656,05	53,94%
Cambissolo Háptico	232,35	19,11%
Cambissolo Húmico	150,45	12,37%
Latossolo Vermelho	76,55	6,29%
Gleissolo Melânico	35,16	2,89%
Afloramento de Rocha	28,16	2,32%
Neossolo Litólico	24,29	2,00%
Nitossolo Háptico	6,94	0,57%
Organossolo Méssico	6,17	0,51%

Fonte: CAMPO LARGO. Plano Municipal de Saneamento Básico. 2015.

Nota: adaptado pela autora.

O Plano Municipal de Saneamento Básico, no diagnóstico da rede de esgotamento sanitário apresentado, tendo como base as informações fornecidas pela Companhia de Saneamento, em 2010 40,58% da população urbana era atendida pelo serviço de coleta e tratamento do esgoto. Com relação aos efluentes industriais, de acordo com o INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ, duas outorgas estão vigentes e outras duas estão tramitando. Por ser um número baixo considerando que no município consta um total de 418 estabelecimentos do setor industrial (IPARDES, 2013), conclui-se que existe lançamento de esgoto industrial clandestino.

O diagnóstico de Águas e Esgotos publicado pelo SNIS em 2013, indica que a população urbana atendida pela rede de abastecimento de água é de 101.171 habitantes. O total de habitantes atendidos pela rede de esgotamento sanitário é de 44.512.

#### 4.2 BACIA HIDROGRÁFICA URBANA DO RIO CAMBUÍ

O Rio Cambuí faz parte do sistema fluvial do Rio Iguaçu, sendo afluente da margem direita do Rio Verde. Sua bacia hidrográfica atravessa o município de Campo Largo no sentido norte-sul, onde está situada a área urbana da cidade, a qual possui além desta, outras duas bacias: a do Rio Itaqui a oeste e a do Rio Verde

a leste. Possui uma área de aproximadamente 32 km<sup>2</sup>, nove afluentes na sua margem direita e dez afluentes na sua margem esquerda (JESUS, 2005).

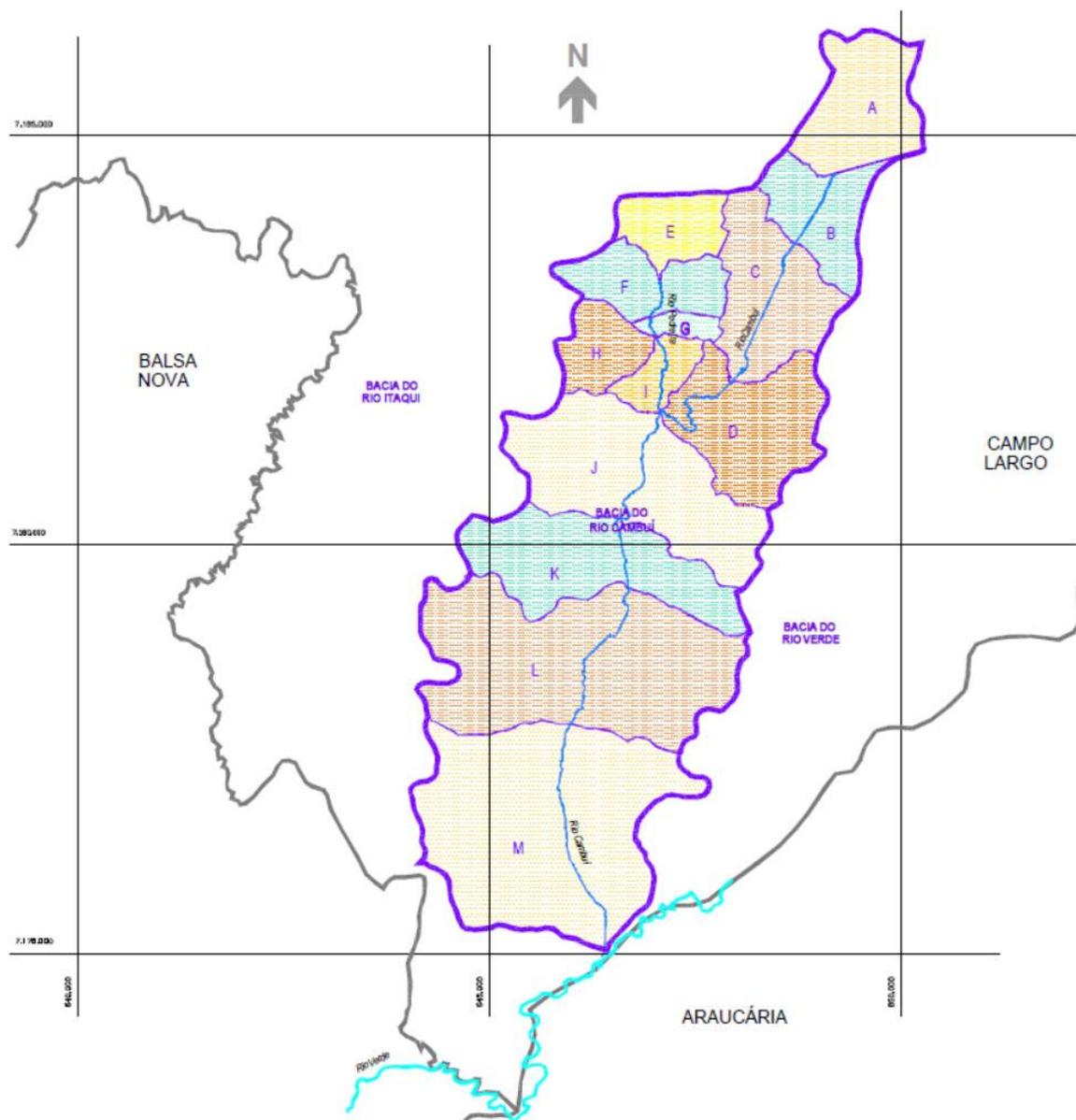
Por ser diretamente afetada pela ocupação do espaço é considerada uma rede de drenagem urbanizada. À montante da bacia verifica-se a ocorrência de áreas inundadas com manchas de vegetação ciliar, à jusante, logo após cruzar a BR-277, teve seu curso retificado e posteriormente canalizado. Na porção de sua foz é comum a presença de pastagens.

De acordo com a Resolução nº 04 do Comitê das Bacias do Alto Iguaçu e Afluentes do Alto Ribeira - COALIAR, de 11 de julho de 2013, que aprova proposição de atualização do enquadramento dos corpos de água superficiais de domínio do Estado do Paraná, na área de abrangência do Comitê, de acordo com os usos preponderantes, é um rio classe 4.

A Resolução nº 357, de 17 de março de 2005 do CONAMA, as águas doces assim classificadas podem ser destinadas à navegação e harmonia paisagística e observarão as seguintes condições e padrões:

- I materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
- II odor e aspecto: não objetáveis;
- III óleos e graxas: toleram-se iridescências;
- IV substâncias facilmente sedimentáveis que contribuam para o assoreamento de canais de navegação: virtualmente ausentes;
- V fenóis totais (substâncias que reagem com 4 - aminoantipirina) até 1,0 mg/L de C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>OH;
- VI OD, superior a 2,0 mg/L O<sub>2</sub> em qualquer amostra; e,
- VII pH: 6,0 a 9,0.

Na Figura 10 tem-se a Bacia do Rio Cambuí e sua subdivisão.



**Figura 10 - Subdivisão da Bacia do Rio Cambuí**

Fonte: PARANÁ – Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu. 2002.

#### 4.3 PLANO DIRETOR DE DRENAGEM PARA A BACIA DO RIO IGUAÇU – MODELAGEM DAS LINHAS DE INUNDAÇÃO DA BACIA DO RIO CAMBUÍ

A modelagem das linhas de inundação do Rio Cambuí e seu afluente, o Rio Pedreira, constam no Tomo 4.7 do Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu publicado em dezembro de 2002. Para a realização das simulações hidrodinâmicas foi feita a caracterização do sistema de drenagem, de esgotamento sanitário e uso do solo (PARANÁ, 2002).

As informações referentes ao sistema de drenagem incluíram o traçado da rede de canais, perfis longitudinais, seções transversais e rugosidades definidas pelo coeficiente de Manning. Foram também identificadas as singularidades, ou seja, obstruções que dificultam a passagem da água ao longo do curso do rio e as obras e projetos, destacando-se o projeto de canalização do Rio Cambuí, onde é prevista uma lagoa para controle de enchentes. Os pontos críticos de inundação foram definidos a partir de informações prestadas pela Prefeitura Municipal (PARANÁ, 2002).

As condições de impermeabilização consideraram a caracterização geológica dos solos e estudos demográficos e de ocupação urbana. Considerou-se a população total e sua distribuição espacial no momento de elaboração do plano bem como para o horizonte de 20 anos, levando em conta a tendência de crescimento e as leis de zoneamento, uso e ocupação do solo (PARANÁ, 2002).

#### 4.3.1 MODELAGEM HIDRODINÂMICA

O sistema hídrico simulado compreende o curso principal do rio e um de seus afluentes, o Rio Pedreira. Utilizou-se o modelo de simulação hidrodinâmico Mike 11, para o qual foi realizada a coleta, análise e processamento de dados visando subsidiar adequadamente a modelagem matemática (PARANÁ, 2002).

O curso do rio foi estaqueado no sentido de jusante para montante, a partir de sua foz. Dessa forma foram posicionados os elementos considerados na modelagem como os pontos de confluência, pontos onde seriam aplicadas as condições de contorno de montante e jusante, pontos de aplicação das vazões laterais e localização das estruturas hidráulicas (PARANÁ, 2002).

As simulações foram elaboradas para três cenários: atual (2002), tendencial e dirigido. O cenário atual (2002) retrata as condições de impermeabilização e do sistema de macrodrenagem das bacias contribuintes. O tendencial considera as condições futuras de impermeabilização e do sistema de macrodrenagem decorrentes do processo de urbanização e todas as obras previstas como concluídas. Como no cenário tendencial a conclusão das obras não eliminou a ocorrência de cheias, foram indicadas possíveis soluções capazes de transformá-lo resultando em um cenário dirigido (PARANÁ, 2002).

Os aspectos contemplados pelo estudo hidrodinâmico foram o sistema de drenagem existente, o sistema de esgotamento sanitário e o uso do solo para os quais foram identificadas as seguintes situações:

- Sistema de Drenagem: identificação de 11 singularidades, caracterizadas como pontos de obstrução no caminhamento do rio. Foi considerado o projeto de canalização, no qual é previsto uma lagoa para controle de enchentes.
- Sistema de Esgotamento Sanitário: quando elaborado, a população atendida pela rede de esgoto correspondia a 27,5% da população urbana. A previsão era de que esse índice de atendimento chegasse a 44,5% em 2010, 78,4% em 2015 e 89,9% em 2020.
- Uso do Solo: ocupação não uniforme, concentrando-se na porção de montante em especial nas sub-bacias C, D, E, F, G, H e I onde a densidade populacional girava em torno de 50hab/ha. Nas sub-bacias K e L as densidades estavam entre 2 a 3 hab/ha, conforme a Tabela 4.

**Tabela 4 - Densidades Populacionais e Áreas Impermeáveis por Sub-Bacia**

Sub-Bacia	Área (km <sup>2</sup> )	Trecho	1999			2020			CN Atual	CN Tend.
			Densidade (hab/ha)	Área Imperm. %	Área Imperm. (km <sup>2</sup> )	Densidade (hab/ha)	Área Imperm. %	Área Imperm. (km <sup>2</sup> )		
A	1,98	Cambuí Cabec.	2,6	0,00	0,00	2,6	0,00	0,00	81,0	81,7
B	1,43	Cambuí Dist. 1	22,9	5,05	0,07	22,9	5,05	0,07	85,6	87,4
C	2,31	Cambuí Dist. 2	57,8	24,93	0,58	57,8	24,93	0,58	88,1	91,5
D	2,5	Cambuí Dist. 3	46,7	18,62	0,47	64,8	28,96	0,72	77,4	90,5
E	1	Pedreira Cabec.	56,2	24,02	0,24	56,2	24,02	0,24	88,7	91,0
F	1,32	Pedreira Dist. 1	50,1	20,53	0,27	50,1	20,53	0,27	83,0	88,6
G	0,27	Pedreira Dist. 2	58,3	25,25	0,07	58,3	25,25	0,07	86,3	91,1
H	0,91	Pedreira Cont. Conc.	18,3	2,46	0,02	18,3	2,46	0,02	77,4	81,8
I	0,6	Pedreira Dist. 3	59,1	25,66	0,15	59,1	25,66	0,15	83,3	91,0
J	3,92	Cambuí Dist. 4	11,3	0,00	0,00	30,6	9,41	0,37	75,4	82,7
K	2,92	Cambuí Dist. 5	2,8	0,00	0,00	16,0	1,10	0,03	74,6	78,9
L	5,95	Cambuí Dist. 6	1,9	0,00	0,00	10,3	0,00	0,00	74,1	76,9
M	6,72	Cambuí Dist. 7	0,0	0,00	0,00	1,5	0,00	0,00	75,7	76,2

Fonte: PARANÁ – Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu. 2002.

Nota: adaptado pela autora.

Inicialmente foram simulados os cenários atual e tendencial. O cenário dirigido é resultado da implementação de medidas de controle capazes de alterar a tendência de ocorrência de cheias.

#### 4.3.1.1 CENÁRIOS ATUAL (2002) E TENDENCIAL

As cotas máximas de inundação e as vazões de pico são apresentadas na Tabela 5. Observa-se que a linha da envoltória das cotas máximas de inundação não apresenta alterações significativas, exceto no trecho onde é implantada a lagoa de contenção (a partir da estaca 9+609).

**Tabela 5 - Nível Máximo e Vazão de Pico – Rio Cambuí**

Rio	Estaca	Cotas (m)				Vazões (m <sup>3</sup> /s)			
		Cenário Atual		Cenário Tendencial		Cenário Atual		Cenário Tendencial	
		TR=10 anos	TR=25 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=10 anos	TR=25 anos	TR=10 anos	TR=25 anos
Pedreira	0+372	906,4	906,9	906,8	907,4	58,9	84,0	74,1	100,5
Pedreira	1+300	914,8	915,1	915,2	915,5	26,9	37,2	28,5	38,9
Pedreira	1+682	922,9	923,1	923,0	923,1	18,6	27,7	19,3	28,4
Cambuí	7+773	903,3	903,9	904,4	904,8	62,0	90,7	43,7	59,6
Cambuí	8+136	908,2	908,8	907,6	907,9	83,5	109,1	58,1	75,1
Cambuí	11+069	939,4	939,8	938,0	939,8	35,2	51,5	35,1	50,8
Cambuí	12+150	946,3	946,8	945,9	946,3	18,5	27,6	19,2	28,3

Fonte: PARANÁ – Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguazu. 2002.

A Tabela 6 indica as cotas de extravasamento e as lâminas de inundação para os cenários atual e tendencial, considerando períodos de retorno de 10 e 25 anos. Verifica-se que o comportamento hidráulico não apresenta alterações drásticas.

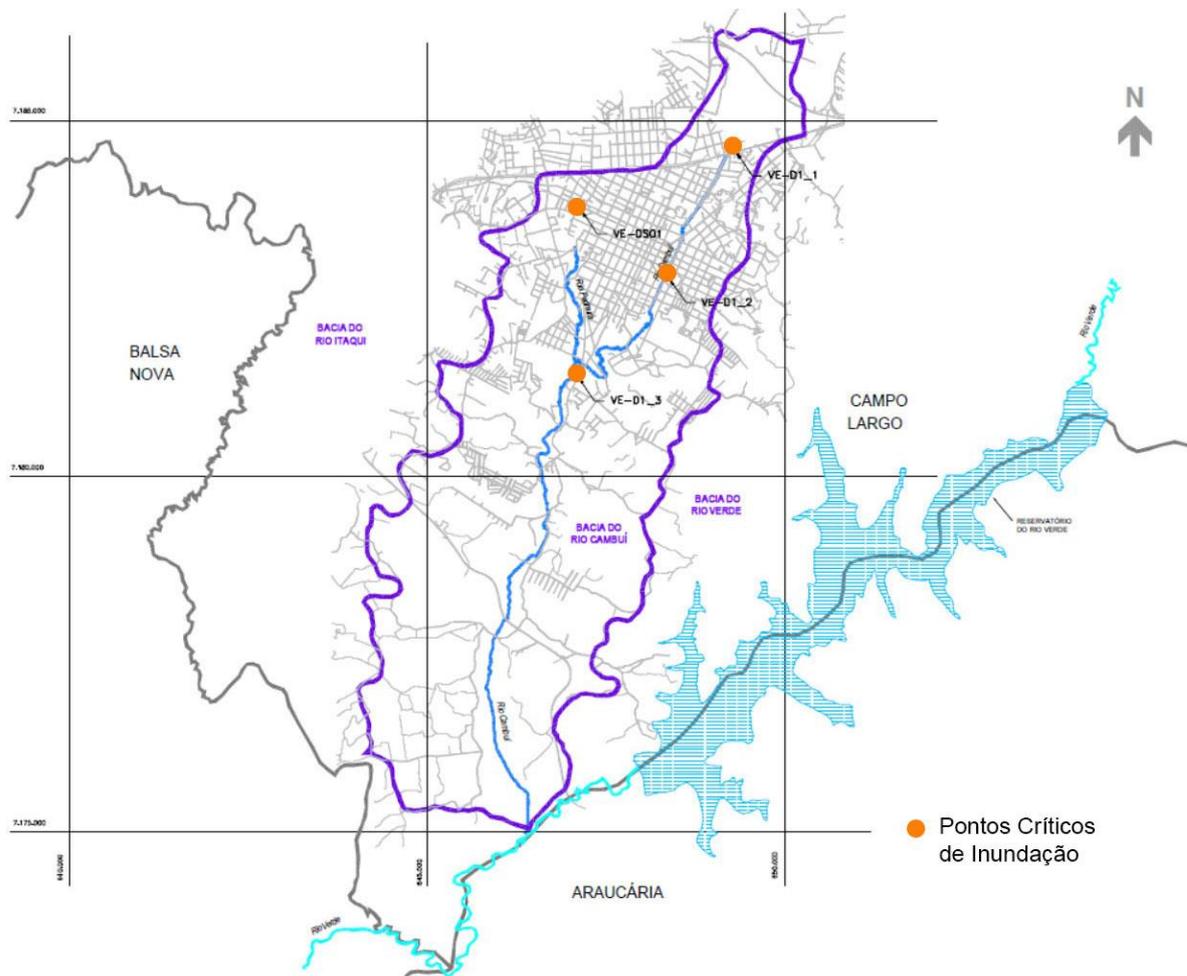
**Tabela 6 - Cotas de Extravasamento da Calha e Lâminas de Inundação – Rio Cambuí**

Rio	Estaca	Cotas de Extravasamento (m)	Lâmina de Inundação (m)			
			Cenário Atual		Cenário Tendencial	
			TR=10 anos	TR=25 anos	TR=10 anos	TR=25 anos
Pedreira	0+372	906,07	0,33	0,83	0,73	1,33
Pedreira	1+300	915,20	-0,40	-0,10	0,00	0,30
Pedreira	1+682	923,00	-0,10	0,10	0,00	0,10
Cambuí	7+773	903,77	-0,47	0,13	0,63	1,03
Cambuí	8+136	905,92	2,28	2,88	1,68	1,98
Cambuí	11+069	938,00	1,40	1,80	0,00	1,80
Cambuí	12+150	947,52	-1,22	-0,72	-1,62	-1,22

Fonte: PARANÁ – Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu. 2002.

As áreas sujeitas a risco de inundação estão indicadas na Figura 11. Quando comparados os cenários atual e tendencial não foram identificadas áreas críticas para o Rio Pedreira. Porém, ao longo do Rio Cambuí, onde foi considerada a execução de obra de canalização e a implantação da barragem de amortecimento de cheias houve alteração nas manchas de inundação. Os pontos críticos estão restritos aos seguintes locais:

- a montante da travessia da Av. Pe. Natal Pigatto,
- a montante da travessia da Rua Francisco Xavier de Almeida Garrett,
- a montante da travessia da Rua João Stukas, e
- a jusante da bacia do Rio Cambuí, próximo a foz do Rio Verde, porém por se tratar de área rural os impactos são menores.



**Figura 11 - Áreas Sujetas a Inundação na Bacia do Rio Cambuí**

Fonte: PARANÁ – Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu. 2002.

#### 4.3.1.2 CENÁRIO DIRIGIDO

As simulações realizadas para os cenários atual e tendencial indicaram que para solucionar o problema das inundações na área urbana seriam necessárias outras obras além das inicialmente consideradas, assim sendo, são propostas as seguintes intervenções:

- aumento da capacidade hidráulica do Rio Cambuí,
- intervenção na estrutura de drenagem de travessia da Rua Antonio Boaron, e
- intervenção na estrutura de drenagem de travessia da Av. Pe. Natal Pigatto.

Considerando-se a implantação das medidas de controle adicionais, as cotas máximas de inundação e as vazões de pico resultantes são as indicadas na Tabela 7.

**Tabela 7 - Nível Máximo e Vazão de Pico para o Cenário Dirigido – Rio Cambuí**

Rio	Estaca	Cotas (m)		Vazões (m <sup>3</sup> /s)	
		TR 10 anos	TR 25 anos	TR 10 anos	TR 25 anos
Pedreira	0+372	906,7	907,2	74,0	100,4
Pedreira	1+300	915,2	915,4	28,5	38,9
Pedreira	1+682	922,9	923,0	19,2	28,4
Cambuí	7+773	903,5	903,9	56,6	68,2
Cambuí	8+136	906,5	907,1	59,8	78,4
Cambuí	11+069	938,1	939,6	34,4	48,5
Cambuí	12+150	945,8	946,2	19,1	28,2

Fonte: PARANÁ – Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu. 2002.

Na Tabela 8 constam as cotas de extravasamento da calha e lâmina de inundação.

**Tabela 8 - Cotas de Extravasamento da Calha e Lâminas de Inundação para o Cenário Dirigido – Rio Cambuí**

Rio	Estaca	Cotas de Extravasamento (m)	Lâmina de Inundação (m)	
			Cenário Dirigido	
			TR=10 anos	TR=25 anos
Pedreira	0+372	906,07	0.63	1.13
Pedreira	1+300	915,20	0.00	0.20
Pedreira	1+682	923,00	-0.10	0.00
Cambuí	7+773	903,77	-0.27	0.13
Cambuí	8+136	905,92	0.58	1.18
Cambuí	11+069	938,00	0.10	1.60
Cambuí	12+150	947,52	-1.72	-1.32

Fonte: PARANÁ – Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu. 2002.

### 4.3.1.3 RESULTADOS DAS SIMULAÇÕES HIDRODINÂMICAS

Os perfis das linhas de água para os rios Cambuí e Pedreira, são apresentados na forma de gráficos que mostram a envoltória das cotas máximas de inundação para os cenários atual e tendencial ao longo dos perfis longitudinais dos rios e considerando períodos de retorno de 10 e 25 anos, conforme Tabela 9 e legenda:

**Tabela 9 - Legenda dos Gráficos das Simulações**

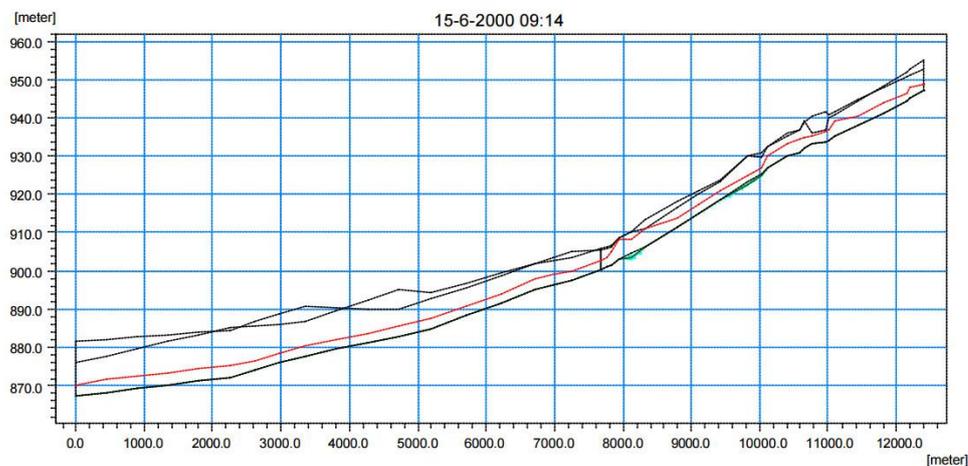
<b>Gráficos das Simulações Hidrodinâmicas do Rio Cambuí – Níveis Máximos na Macrodrenagem</b>		
Figura 12		Cenário Atual
Figura 13	TR = 10 anos	Cenário Tendencial
Figura 14		Cenário Dirigido
Figura 15		Cenário Atual
Figura 16	TR = 25 anos	Cenário Tendencial
Figura 17		Cenário Dirigido
<b>Gráficos das Simulações Hidrodinâmicas do Rio Pedreira – Níveis Máximos na Macrodrenagem</b>		
Figura 18		Cenário Atual
Figura 19	TR = 10 anos	Cenário Tendencial
Figura 20		Cenário Dirigido
Figura 21		Cenário Atual
Figura 22	TR = 25 anos	Cenário Tendencial
Figura 23		Cenário Dirigido

#### LEGENDA

	Nível máximo de água		Nível de água inicial
	Projeção da borda direita da seção do leito maior		Lâmina de água inicial considerada na modelagem
	Projeção da borda esquerda da seção do leito maior		Nível do fundo do rio
			Interseção com afluente ou reservatório de amortecimento lateral

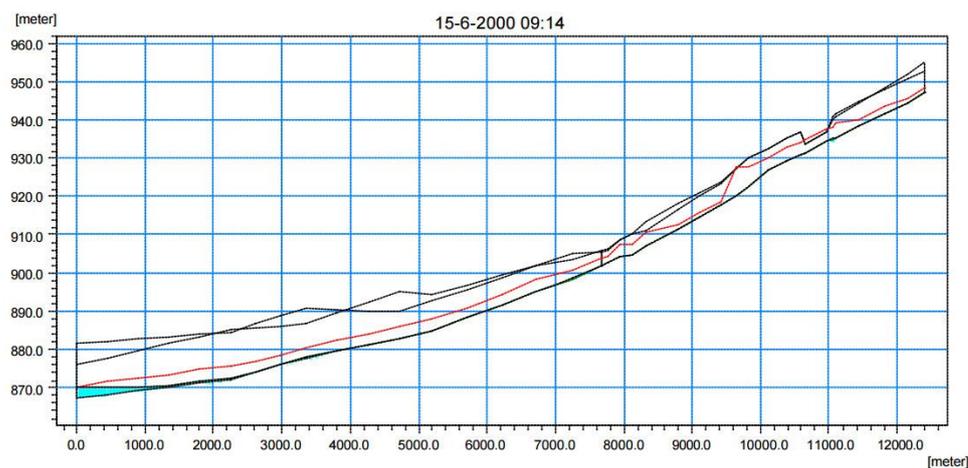
Simulações Hidrodinâmicas do Rio Cambuí – Níveis Máximos na Macrodrenagem para um período de retorno de 10 anos.

**Figura 12 -  
Cenário Atual**



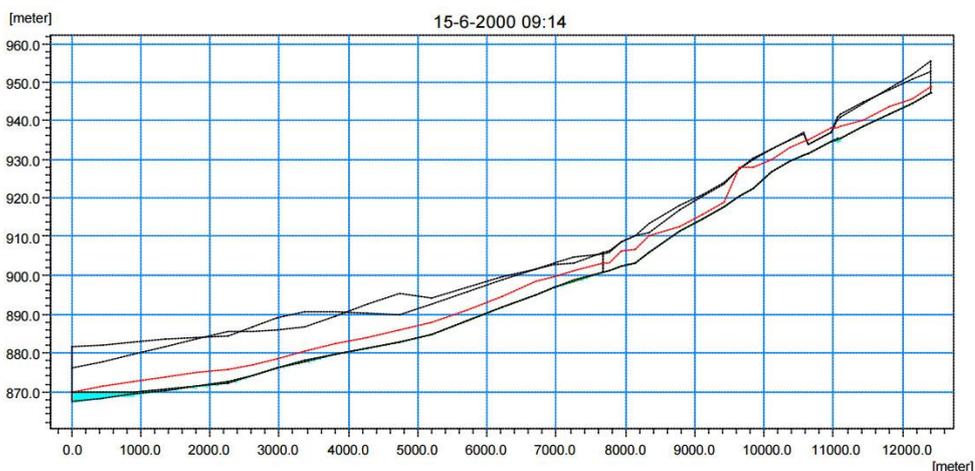
Fonte: PARANÁ – Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu. 2002.

**Figura 13 -  
Cenário  
Tendencial**



Fonte: PARANÁ – Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu. 2002.

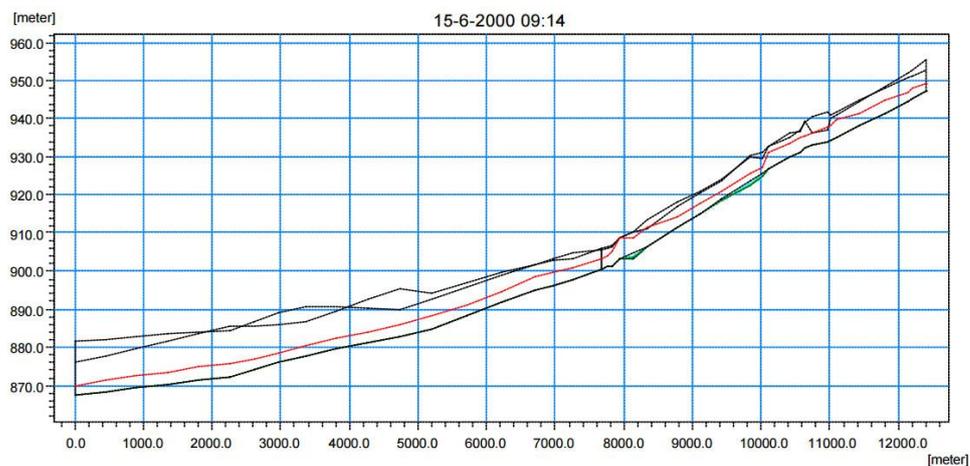
**Figura 14 -  
Cenário Dirigido**



Fonte: PARANÁ – Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu. 2002.

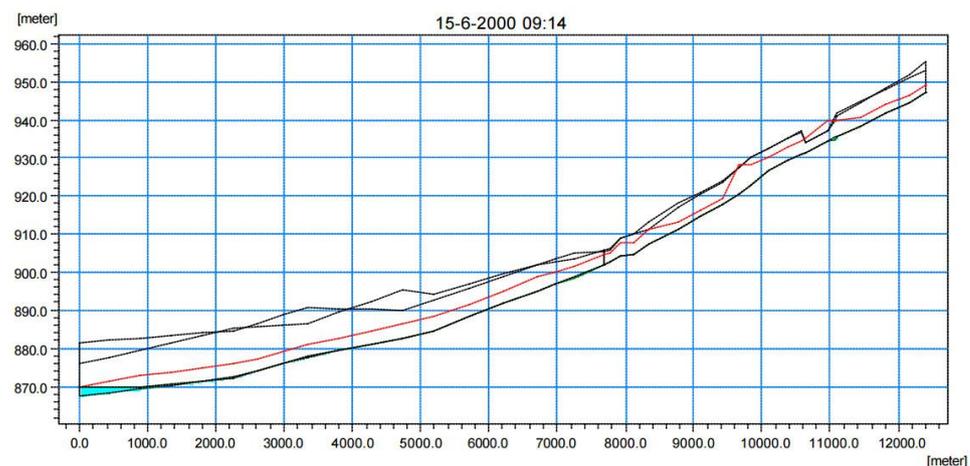
Simulações Hidrodinâmicas do Rio Cambuí – Níveis Máximos na Macrodrenagem para um período de retorno de 25 anos.

**Figura 15 -  
Cenário Atual**



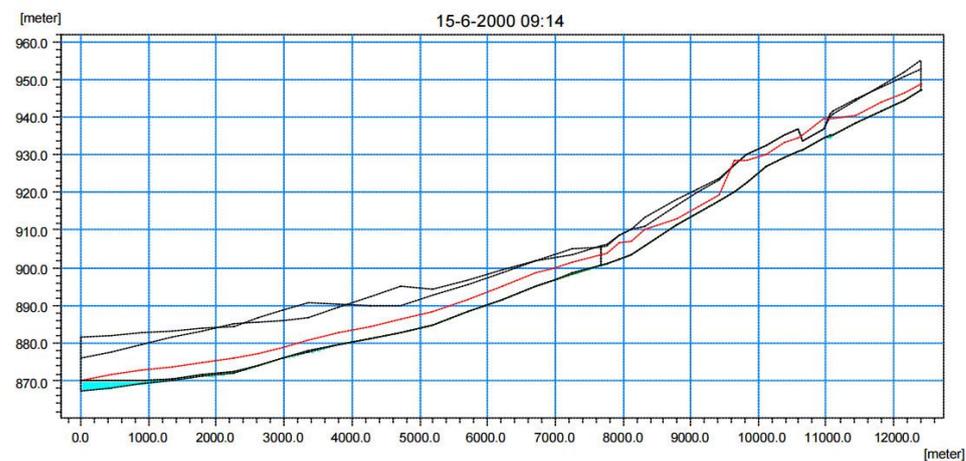
Fonte: PARANÁ – Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguçu. 2002.

**Figura 16 -  
Cenário  
Tendencial**



Fonte: PARANÁ – Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguçu. 2002.

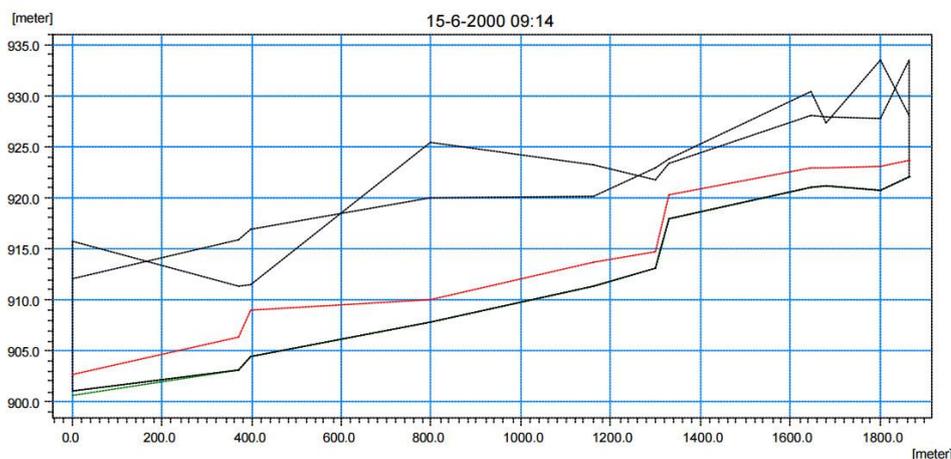
**Figura 17 -  
Cenário Dirigido**



Fonte: PARANÁ – Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguçu. 2002.

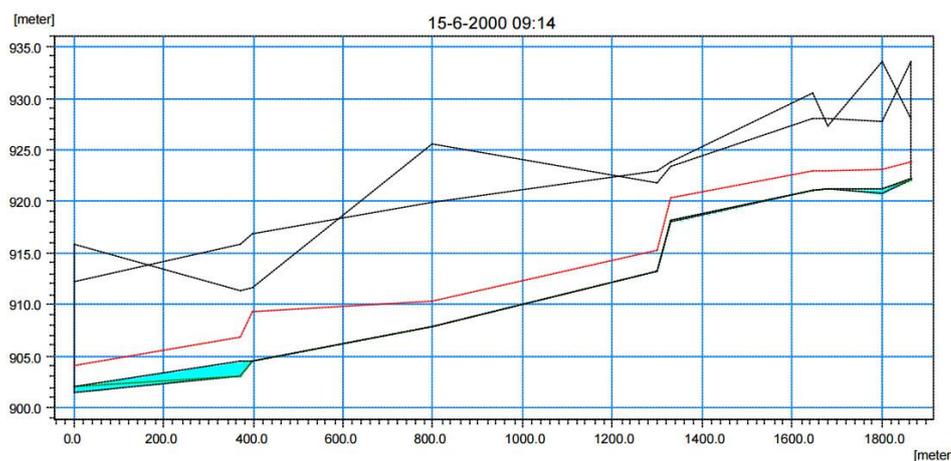
Simulações Hidrodinâmicas do Rio Pedreira – Níveis Máximos na Macrodrenagem para um período de retorno de 10 anos.

**Figura 18 -  
Cenário Atual**



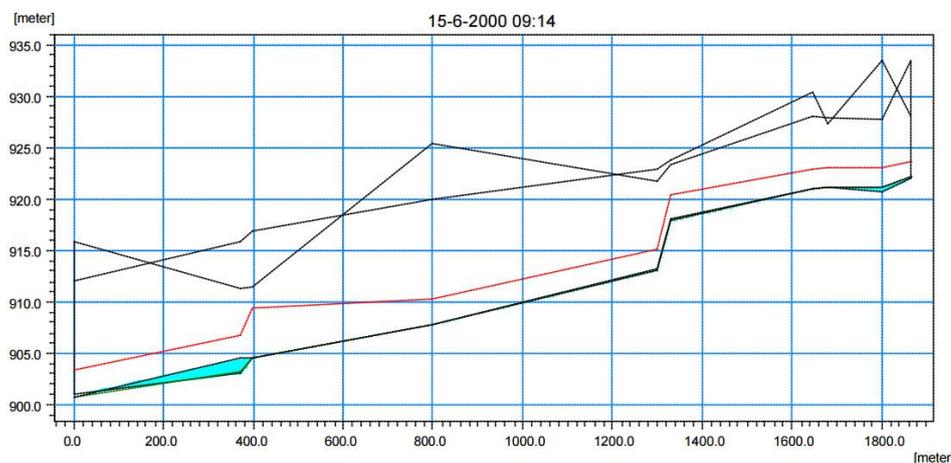
Fonte: PARANÁ – Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu. 2002.

**Figura 19 -  
Cenário  
Tendencial**



Fonte: PARANÁ – Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu. 2002.

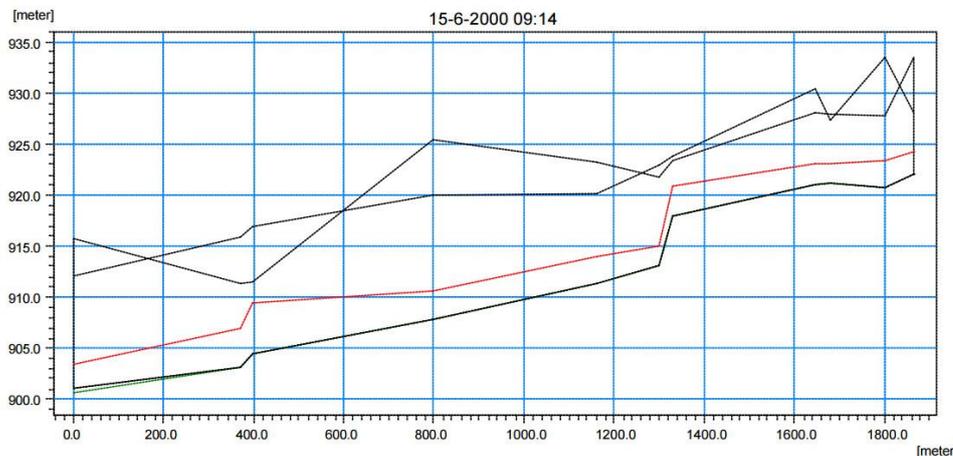
**Figura 20 -  
Cenário Dirigido**



Fonte: PARANÁ – Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu. 2002.

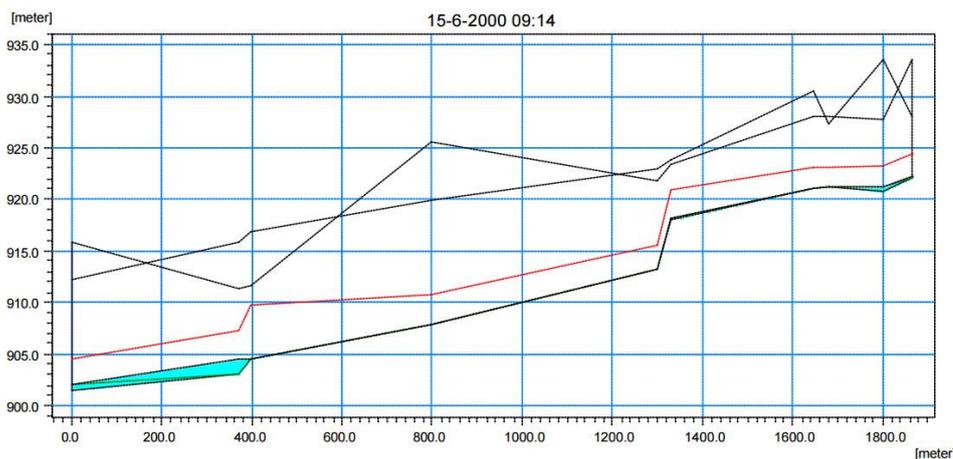
Simulações Hidrodinâmicas do Rio Pedreira – Níveis Máximos na Macrodrenagem para um período de retorno de 25 anos.

**Figura 21 -  
Cenário Atual**



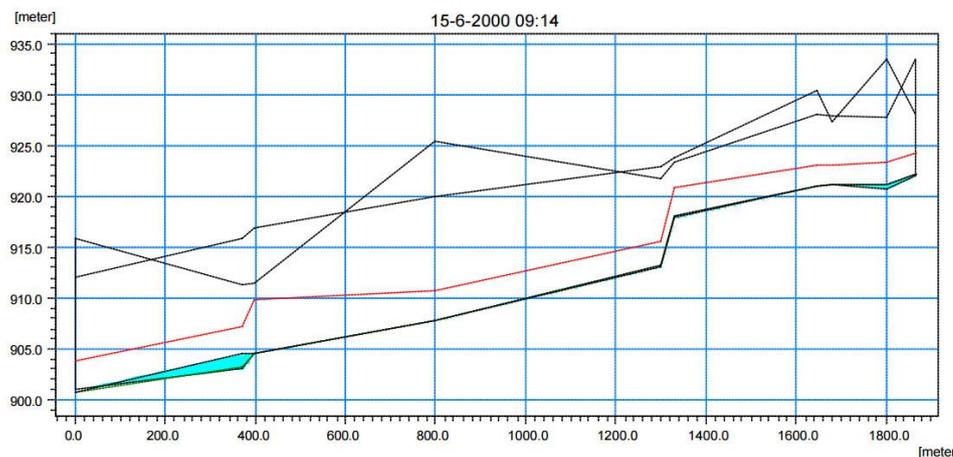
Fonte: PARANÁ – Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu. 2002.

**Figura 22 -  
Cenário  
Tendencial**



Fonte: PARANÁ – Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu. 2002.

**Figura 23 -  
Cenário Dirigido**



Fonte: PARANÁ – Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu. 2002.

As conclusões foram de que para um período de retorno TR=10 anos, a ampliação da capacidade hidráulica do Rio Cambuí resolveria o problema de alagamentos na Rua João Stukas e a substituição dos bueiros minimizaria consideravelmente as inundações. O custo das medidas propostas é descrito na Tabela 10.

**Tabela 10 - Medidas de Controle**

<b>MC</b>	<b>Descrição</b>	<b>Custo</b>
1	Barragem de amortecimento de cheias no Parque Cambuí	Desconsiderado visto se tratar de projeto já existente
2	Aumento da capacidade hidráulica do Rio Cambuí	R\$1.004.000,00*
3	Intervenção na estrutura de drenagem de travessia da Rua Antonio Boaron	R\$160.000,00*
4	Intervenção na estrutura de drenagem de travessia da Av. Pe. Natal Pigatto	R\$160.000,00*

\*Valores estimados no ano de 2002.

Fonte: PARANÁ – Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu. 2002.

Além das obras, foram recomendadas a implantação de medidas não estruturais para que se mantivessem as características naturais de permeabilidade da bacia e fossem evitadas alterações no escoamento superficial direto.

#### 4.3.2 LEI MUNICIPAL Nº 444, de 27 de dezembro de 1978

No ano de elaboração do Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu, a lei de uso do solo em vigor no município de Campo Largo era a Lei Municipal nº 444, que se trata do primeiro Plano Diretor elaborado em 1978. Sua súmula estabelece a consolidação das leis urbanas do Município de Campo Largo. Quando aprovada teve por objetivo reunir em um único diploma a maioria dos assuntos urbanos, fato justificado pela obsolescência das demais leis em vigor à época. Foi dividida em 7 Livros, cada um tratando de um dos seguintes assuntos: Bens Públicos Municipais; Perímetros Urbanos do Município; Normas Relativas às Obras; Divisões de Áreas de Terrenos e Arruamentos; Zoneamento; Disposições Sobre Cemitérios; e Normas Relativas a Processo e Outras Disposições.

#### 4.4 CENÁRIO CONCRETIZADO

Para traçar o cenário concretizado, de forma a confrontá-lo com o cenário dirigido do Plano Diretor de Drenagem, foram levantadas as seguintes informações atualizadas:

- Sistema de Drenagem: consulta às publicações de circulação local com o intuito de verificar eventos relacionados ao Rio Cambuí como a ocorrência de cheias e o andamento das obras de aumento da capacidade hidráulica e das intervenções nas estruturas de drenagem de travessia das Ruas Antonio Boaron e da Av. Pe. Natal Pigatto. Pesquisa de eventos naturais junto ao Sistema de Defesa Civil.
- Sistema de Esgotamento Sanitário: população total atendida pela rede de esgoto hoje, conforme dados do Plano Municipal de Saneamento Básico.
- Uso do Solo: verificação da ocupação nas sub-bacias através de imagens aéreas do Google Earth e análise da legislação em vigor, dada sua influência nos índices de permeabilidade.

##### 4.4.1 NOTÍCIAS SOBRE O RIO CAMBUÍ

Em notícia publicada pela Gazeta do Povo em 10 de janeiro de 2014, é relatada a situação do pacote de obras de drenagem para a região metropolitana de Curitiba. Anunciado no fim de 2012 e prevendo a realização de 16 obras, entre elas a macrodrenagem do Rio Cambuí, somente três estão em andamento (duas em São José dos Pinhais e uma na capital). De acordo com a reportagem, uma das situações mais complicadas é a de Campo Largo onde a obra com orçamento previsto de R\$ 8 milhões, chegou a ser licitada e iniciada, porém após a identificação de erros durante a execução o contrato com a empresa foi rescindido. O panorama das ações está resumido na Tabela 11:

**Tabela 11 - Andamento das Obras de Drenagem na Região Metropolitana de Curitiba**

<b>Município</b>	<b>Obra</b>	<b>Situação</b>	<b>Custo (R\$ milhões)</b>	<b>Realização</b>
Almirante Tamandaré	Drenagem – Medidas Estruturais de Controle de Cheias no Rio Barigui	Não realizado	40,0	Governo do Estado
Campo Largo	Drenagem urbana Rio Cambuí	A realizar	8,6	Prefeitura Municipal
Curitiba	Drenagem urbana sustentável em trecho do Rio Barigui	Obras em andamento	146,9	Prefeitura Municipal
Curitiba	Execução de 04 bacias de contenção na sub-bacia do Rio Barigui, perfilamento do Rio Cascatinha e galerias nos rios Cascatinha e Uvu	A realizar	19,7	Prefeitura Municipal
Curitiba	Execução de perfilamento e 04 bacias de detenção no Ribeirão dos Padilhas	A realizar	15,8	Prefeitura Municipal
Curitiba	Intervenções nas calhas dos rios e bacias de amortecimento nas bacias dos rios Belém, Pinheirinho, Água Verde, Pilarzinho e Juvevê	A realizar	334,6	Prefeitura Municipal
Curitiba	Drenagem – execução de bacias de contenção, perfilamento de rios na sub-bacia do Rio Atuba	A realizar	280,0	Prefeitura Municipal
Fazenda Rio Grande	Drenagem – canalização do Ribeirão Ana Luiza	Não realizado	11,5	Governo do Estado
Fazenda Rio Grande	Drenagem – contenção de enchentes nos rios Mascate e Ana Luiza	A realizar	5,3	Prefeitura Municipal
Fazenda Rio Grande	Barragens de amortecimento, diques e parque linear, microdrenagem no loteamento Gralha Azul na bacia do Rio Mascate	A realizar	25,0	Governo do Estado
Pinhais	Drenagem – controle de cheias e revitalização do Rio Atuba	Não realizado	90,2	Governo do Estado
Pinhais	Controle de cheias na bacia do Rio Palmital, execução de 5 bacias de amortecimento em Pinhais, Colombo, Curitiba, São José dos Pinhais e Piraquara	A realizar	97,6	Governo do Estado
São José dos Pinhais	Execução de 2 trechos de canal de concreto no Rio Ressaca	A realizar	2,7	Governo do Estado
São José dos Pinhais	Drenagem – parque linear do Rio Ressaca	Obras em andamento	38,6	Prefeitura Municipal
São José dos Pinhais	Drenagem urbana sustentável no Rio Itaqui – Bairros Guatupê e Borda do Campo	Obras em andamento	51,1	Prefeitura Municipal
São José dos Pinhais	Drenagem e bacias de detenção na Lagoa do Pedon	Não realizado	52,8	Governo do Estado
<b>Valor total das obras</b>			<b>R\$ 1,22 bilhão</b>	

Fonte: Gazeta do Povo, em 10 de janeiro de 2014. Disponível em: <<http://www.gazetadopovo.com.br/vida-e-cidadania/so-tres-obras-de-pacote-bilionario-de-drenagem-estao-em-execucao-9bninhog0tczussjnciafnuxa>> Acesso em: 30 de setembro de 2015.

Nota: adaptado pela autora.

De acordo com informações encontradas em jornais locais, no ano de 2011, foi firmado um convênio entre o município e o Ministério das Cidades, autorizando o investimento de R\$8.458.575,43 para a realização das obras. Após licitação, em dezembro de 2012, a empresa vencedora iniciou a primeira fase das obras. Contudo, no ano seguinte verificou-se que o projeto utilizado datava de 1998 e já não condizia com a realidade urbanística do município. Seria necessário um investimento de mais R\$ 3 milhões para realizar obras não contempladas no projeto original como, por exemplo, a urbanização da Avenida do Canal.

Inicialmente eram previstas a contenção do fluxo por blocos de pedra brita, a canalização do rio, a construção de reservatório de amortecimento perto do Parque Newton Puppi, as travessias, pavimentação e paisagismo no entorno do rio no trecho compreendido entre a Avenida Padre Natal Pigatto e a Rua Francisco Xavier de Almeida Garret.

No ano de 2013, meses após o início das obras, houve a rescisão contratual e a pequena parcela executada na Rua João Cosmo está comprometida conforme matérias publicadas pelo Jornal Folha de Campo Largo em 10 de maio de 2013, ilustrada pelas Figuras 24 e 25 e em 25 de outubro de 2013, Figuras 26 e 27.

#### Fotos da Obra Paralisada

**Figura 24 - Obra na Rua João Cosmo**



**Figura 25 - Obra na Rua João Cosmo**



Fonte: Folha de Campo Largo, em 10/05/13.

Disponível em: < <http://www.folhadecampolargo.com.br/vernoticia.php?id=25677>>

Acesso em: 30 de setembro de 2015.

**Figura 26 - Obra na Rua João Cosmo****Figura 27 - Obra na Rua João Cosmo**

Fonte: Folha de Campo Largo, em 25/10/13.

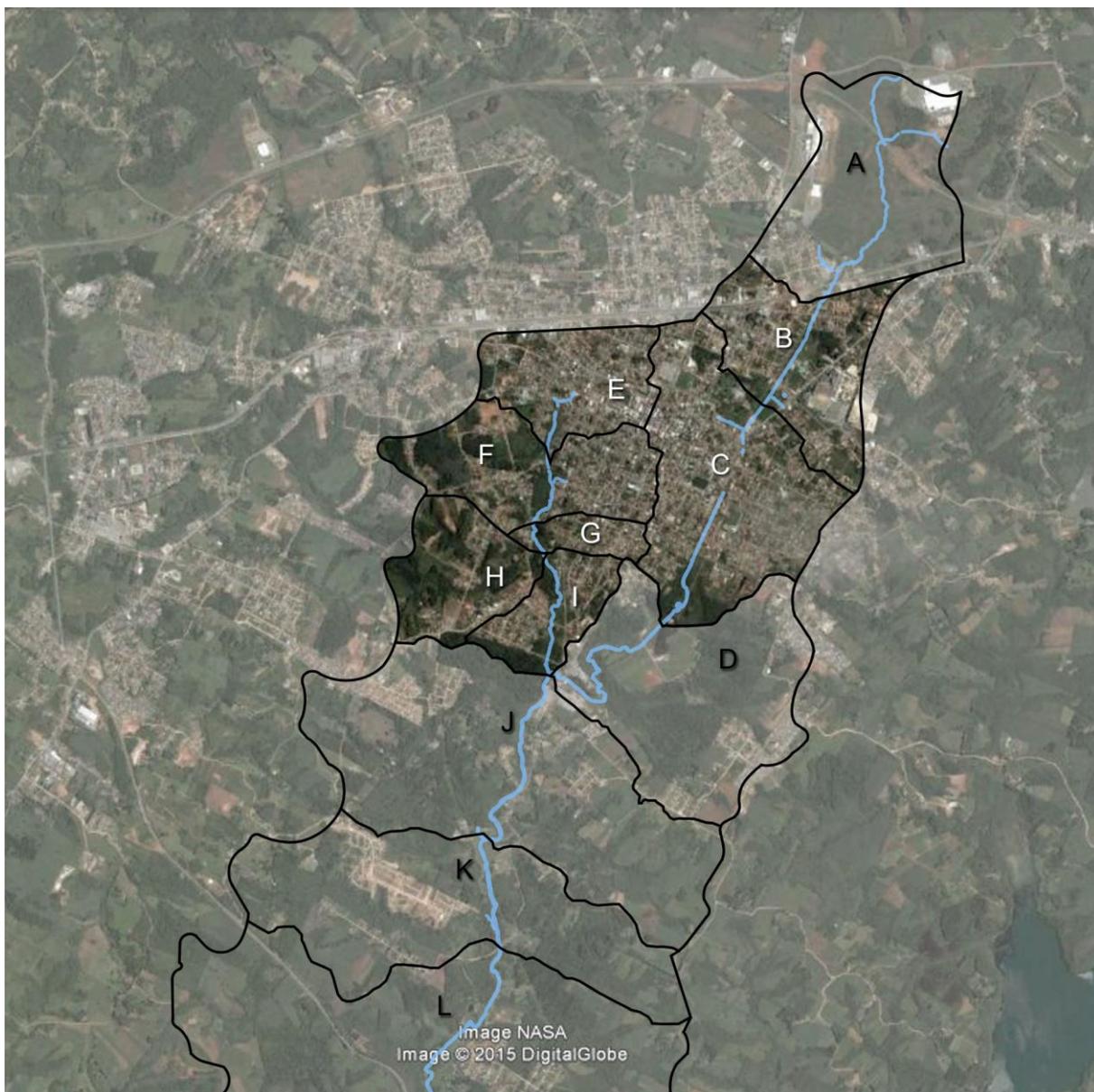
Disponível em: < <http://www.folhadecampolargo.com.br/vernoticia.php?id=28025>>

Acesso em: 30 de setembro de 2015.

#### 4.4.2 EVOLUÇÃO DA MANCHA URBANA

Para determinar se houve grandes variações na distribuição espacial da população de 2002 até hoje, utilizou-se a ferramenta “Imagens Históricas” do programa Google Earth, a qual possibilita a visualização de imagens de satélite ao longo dos anos. Não existem imagens disponíveis para todos os anos do intervalo, porém foi possível acessar vistas aéreas a partir de 2004 até hoje, permitindo a verificação necessária. Foram selecionadas imagens de 2004, que corresponde à Figura 28 e 2015, Figura 29.

Primeira imagem disponível no Google Earth.

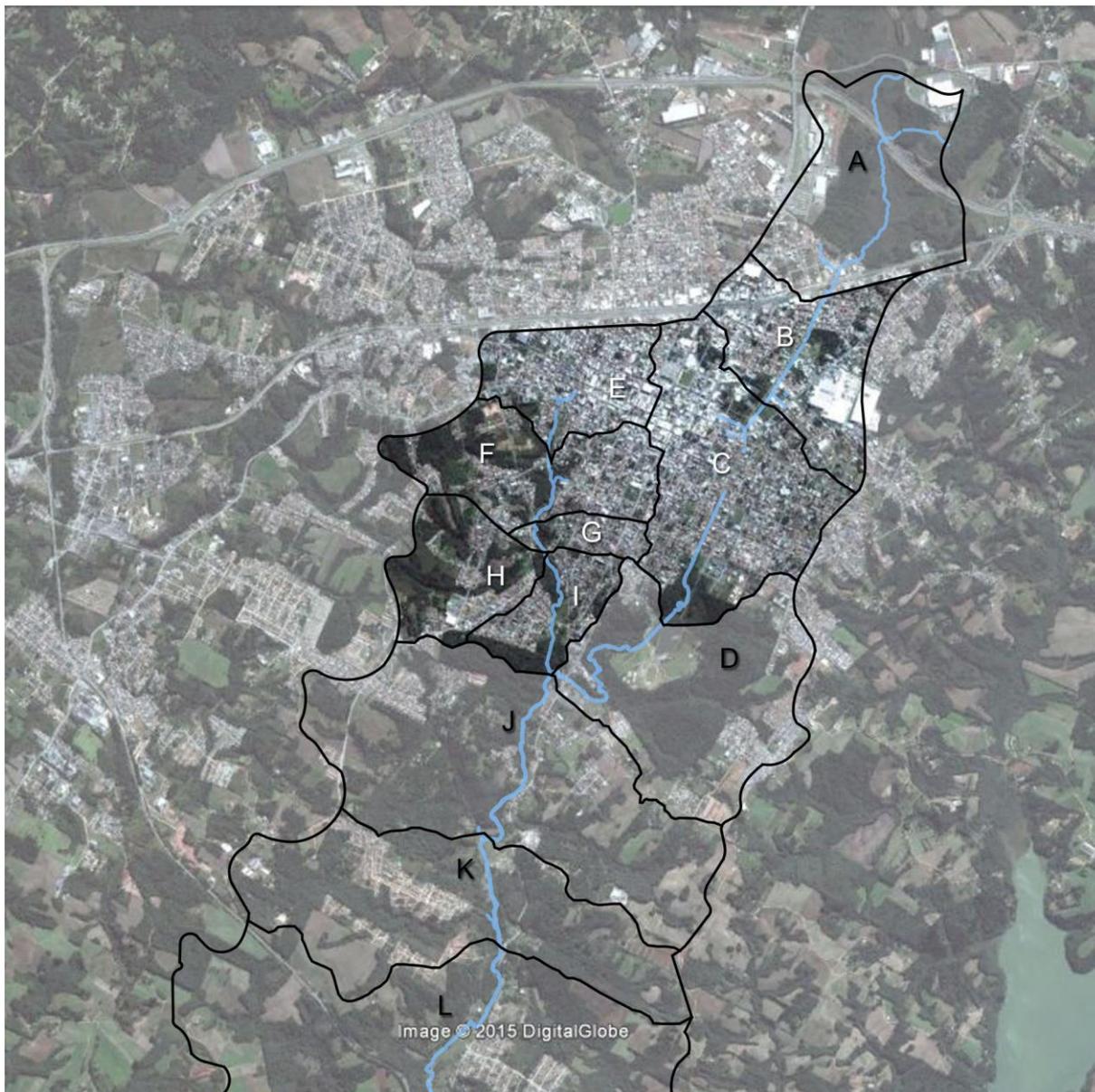


**Figura 28 - Imagem aérea de Campo Largo - 2004**

Fonte: Google Earth.

Nota: adaptado pela autora.

Hoje a mancha urbana permanece bastante semelhante à de 2004.



**Figura 29 - Imagem aérea de Campo Largo - 2015**

Fonte: Google Earth.

Nota: adaptado pela autora.

#### 4.4.3 OCORRÊNCIA DE ENCHENTES

A Defesa Civil do Estado Paraná disponibiliza a elaboração de relatórios de ocorrências por localidade e período de tempo. Em consulta às informações para o município de Campo Largo, no período de 01/01/2002 até 14/11/2015, referente a alagamentos, chuvas intensas e enxurradas, foram identificados 11 eventos, responsáveis por afetar 7.063 pessoas. No entanto, trata-se de dados relativos ao

município como um todo sem especificar em qual rio ou bacia ocorreram. As informações da consulta constam na Figura 30 e Tabela 12:



GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ  
CASA MILITAR - DEFESA CIVIL  
CEPDEC - COORDENADORIA ESTADUAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL

### SISDC - Sistema Informatizado de Defesa Civil



<b>Relatório:</b>	<b>Ocorrências por Município</b>
<b>Município:</b>	Campo Largo - PR
<b>Data do desastre: de</b>	01/01/2002
<b>Data do desastre: até</b>	14/11/2015
<b>Tipo de desastre (COBRADE):</b>	Tempestade Local/Convectiva - Chuvas Intensas; Inundações; Enxurradas; Alagamentos
<b>Somente ocorrências com pessoas afetadas:</b>	Não

**Figura 30 - Relatório SISDC**

Fonte: PARANÁ. Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil. 2015.

**Tabela 12 - Relatório SISDC**

SISDC - Relatório de Ocorrências: Ocorrências por Município

<b>Campo Largo:</b>		
<b>Data do Desastre</b>	<b>COBRADE</b>	<b>Pessoas Afetadas</b>
22/10/2015 10:30	Alagamentos	80
26/05/2015 17:00	Alagamentos	1.300
30/09/2014 17:00	Alagamentos	168
07/06/2014 05:30	Tempestade Local/Convectiva - Chuvas Intensas	1.920
20/06/2013 11:31	Tempestade Local/Convectiva - Chuvas Intensas	1.800
01/08/2011 06:30	Enxurradas	480
23/01/2011 15:10	Enxurradas	800
06/03/2010 00:10	Enxurradas	280
24/02/2010 13:00	Enxurradas	100
28/01/2010 01:00	Enxurradas	45
11/12/2007 14:45	Enxurradas	90
<b>Totais do município:</b>		<b>7.063</b>

Fonte: PARANÁ. Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil. 2015.

#### 4.4.4 ARCABOUÇO LEGAL MUNICIPAL

Quando o Plano Diretor de Drenagem foi elaborado, a legislação considerada foi o primeiro plano diretor, datado de 1978, que corresponde à Lei Municipal nº 444. Mais tarde, no ano de 2005, sua revisão origina o novo plano cujas

diretrizes constam na Lei Municipal nº 1.812/05. A partir de suas premissas diversas leis são elaboradas, sendo uma delas a Lei Municipal nº 1.963/07 que trata do zoneamento, uso e ocupação do solo.

Além da legislação que trata especificamente das taxas de permeabilidade, outras leis influenciam esse parâmetro. Uma delas é a Lei Municipal nº 2.304/11 onde se definem os critérios para construção de condomínios horizontais, que tendem a ampliar a densidade nos lotes. A outra é o Decreto Municipal nº 282/13, que versa sobre a implantação de reservatórios de retenção de águas pluviais. Esse conjunto de normas será apresentado na sequência.

#### 4.4.4.1 LEI MUNICIPAL Nº 1.963, de 29 de junho de 2007

No ano de 2005 ocorre a revisão do Plano Diretor Municipal, resultando em diversas modificações que deram origem ao novo plano. No mesmo ano é publicada a Lei Municipal nº 1.812/05, que dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Campo Largo e dá outras providências. Diferentemente da legislação anterior, foram aprovadas leis separadas para cada tema, sendo uma delas a Lei Municipal nº 1.963/07, a qual dispõe sobre a divisão do território do Município de Campo Largo em zonas e setores e estabelece os critérios e parâmetros de uso e ocupação do solo, com o objetivo de orientar e ordenar o crescimento da cidade.

#### 4.4.4.2 LEI MUNICIPAL Nº 1.965, de 29 de junho de 2007

Estabeleceu normas para projeto de edificações residenciais no município de Campo Largo/PR, classificando as diferentes tipologias em residências isoladas, geminadas, em série e conjuntos residenciais. As residências em série estavam limitadas a 20 unidades, podiam ser paralelas ou transversais ao alinhamento predial e deveriam ter área privativa mínima de 90,00m<sup>2</sup>. Quando o total de unidades fosse superior a 20 surgiriam os conjuntos, onde a área privativa mínima seria de 125,00m<sup>2</sup> e somente poderiam ser implantados em terrenos com área superior a 4.000,00m<sup>2</sup>. Teve curta duração, sendo revogada pela Lei Municipal nº 2.304/11.

#### 4.4.4.3 LEI MUNICIPAL Nº 2.304, de 15 de julho de 2011

Estabelece normas para projeto de residências em série e condomínios residenciais e empresariais no município de Campo Largo/PR. As residências em série podem ser paralelas ou transversais ao alinhamento predial, com o limite de dez unidades autônomas. São consideradas transversais aquelas cuja disposição exija a abertura de via de circulação interna. Nessa situação específica, a área mínima exigida para as unidades é 125,00m<sup>2</sup>. Quando o fracionamento for superior a 10 unidades, a classificação é de condomínio, os quais dividem-se em verticais ou horizontais, e podem ser de pequeno porte, grande porte ou empresariais. Entre as disposições gerais para condomínios horizontais está a exigência de fração mínima de 180,00m<sup>2</sup> e doação de 10% de área.

#### 4.4.4.4 DECRETO MUNICIPAL Nº 282, de 18 de setembro de 2013

Dispõe sobre normas para implantação de mecanismos de retenção de águas de chuva e contenção de cheias. Define os mecanismos de contenção de cheias como bacias ou reservatórios de detenção, os quais são dispositivos abertos ou fechados capazes de reter e acumular parte das águas pluviais, provenientes de chuvas intensas, que tem por função regular a vazão de saída num valor desejado atenuando os efeitos a jusante, aliviando assim, os canais ou galerias responsáveis pela macrodrenagem.

Será obrigatória sua implantação em novos empreendimentos que impermeabilizarem área igual ou superior a 3.000,00m<sup>2</sup> (três mil metros quadrados), ou ultrapassem a taxa de impermeabilidade permitido no respectivo zoneamento e nos novos empreendimentos que apresentarem redução da taxa de permeabilidade de 25% (vinte e cinco por cento), estabelecida nos respectivos zoneamentos municipais. Empreendimentos que solicitarem a redução da taxa de permeabilidade poderão obter autorização desde que implantado reservatório de detenção.

## 5 RESULTADOS

O cenário dirigido, apresentado no Plano Diretor de Drenagem em 2002 considerou três temas principais em sua elaboração. A partir da atualização dessas informações é traçado um cenário concretizado, cuja confrontação é apresentada na sequência.

### 5.1 SISTEMA DE DRENAGEM

As simulações hidrodinâmicas apresentadas no Plano Diretor de Drenagem constataram que a capacidade do sistema existente era insuficiente, ocasionando inundações. O levantamento realizado apontou a existência de um projeto de implantação de uma barragem de amortecimento. Ao considerar a execução desta obra, verificou-se que as cheias continuariam acontecendo. Para solucionar o problema foram propostas obras adicionais, com custo total estimado em 2002 de R\$1.324.000,00.

O projeto da barragem foi elaborado no ano de 1998, e quando a execução foi iniciada, verificou-se que já não era mais adequado à realidade existente. As informações prestadas pela Prefeitura são de que o projeto de macrodrenagem do Rio Cambuí está sendo corrigido. O valor investido será de R\$400 mil e o recurso inicial de mais de R\$8 milhões está garantido após aferições realizadas por técnicos da Caixa Econômica Federal confirmarem que a obra não foi concluída. Foi solicitada prorrogação do convênio até o mês de novembro de 2016.

### 5.2 SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

Em 2002, o dado disponível era de que 27,5% da população urbana era atendida pela rede de esgoto. Previsões indicavam que esse índice de atendimento chegaria a 44,5% em 2010. De acordo com as informações contidas no Plano Municipal de Saneamento Básico, tendo como base dados fornecidos pela Companhia de Saneamento, em 2010 o atendimento pelo serviço de coleta e tratamento do esgoto era de 40,58% da população urbana. Não existe menção aos efluentes industriais no Plano Diretor de Drenagem, porém o PMSB indica a

possibilidade de lançamento de esgoto industrial clandestino uma vez que de acordo com o INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ existem somente duas outorgas vigentes e duas em tramitação.

### 5.3 USO DO SOLO

A primeira lei a tratar do zoneamento, uso e ocupação do solo foi a Lei Municipal nº 444/78, cujo Livro nº 5 trata da Política de Desenvolvimento Urbano, do qual fazem parte os mapas de zoneamento e uso do solo e as tabelas de parâmetros. Vigorou até o ano de 2005, portanto foram os parâmetros nela estabelecidos os considerados pelo Plano Diretor de Drenagem. De maneira geral o critério empregado para classificação das zonas foi a densidade, definindo-se áreas onde existia a intenção de uma maior ou menor concentração populacional. Além disso, ficam delimitadas regiões de interesse específico, como as zonas de Serviço e Industrial e os Setores Especiais, como os fundos de vale. Esses setores seriam determinados por órgão competente e poderiam estar confinados por vias de tráfego. É importante ressaltar que nesta data o Código Florestal em vigor tratava-se da Lei Federal nº 4.771, cuja redação foi aprovada em 15 de setembro de 1965. No referido Livro consta a divisão da área urbana conforme Tabela 13:

**Tabela 13 - Zoneamento (Lei Municipal nº 444/78)**

I	Zonas de Alta Densidade	ZCP	Centro Principal
		ZCS	Centro Secundário
		ZCE	Sistema Estrutural
II	Zona de Média Densidade	ZR – 1	Residencial 1
		ZR – 2	Residencial 2
		ZR – 3	Residencial 3
III	Zona de Baixa Densidade	ZBD	
IV	Zona de Serviço	ZS	
V	Zonas Industriais	ZI	
VI	Setores Especiais	Desportivos, Fundos de Vale, Áreas Verdes, Lagoas, De Controle, Núcleos Residenciais e Das Vias de Comércio	
VII	Zona Rural		

Fonte: Lei Municipal nº 444/78

Nota: adaptado pela autora.

Os parâmetros de ocupação incluem coeficiente de aproveitamento, altura máxima, taxa de ocupação, dimensões mínimas do lote, recuo frontal e afastamento das divisas. Não havia exigência de área permeável mínima.

Com a revisão do Plano Diretor, essa lei foi revogada passando a vigorar a Lei Municipal nº 1.963/07. Também emprega o conceito de densidade, mas inclui a preocupação ambiental ao criar a Zona Residencial Especial, definida como “*áreas ambientalmente frágeis, com relevo inadequado à ocupação de média e alta densidade, devendo ser ocupadas predominantemente por atividades de caráter agropecuárias ou voltadas ao turismo*”. Além da ZRE, surge a Área de Preservação de Parque – APPA, tendo por função o controle ambiental e as Zonas de Ocupação Orientada – ZOO I e II, que são faixas de transição entre áreas de ocupação mais intensiva e áreas de restrição à ocupação e/ou áreas rurais. A definição das zonas se dá conforme a Tabela 14:

**Tabela 14 - Zoneamento (Lei Municipal nº 1.963/07)**

Zona Residencial 1	ZR – 1	Zona Industrial 1	ZI – 1
Zona Residencial 2	ZR – 2	Zona Industrial 2	ZI – 2
Zona Residencial 3	ZR – 3	Zona Industrial 3	ZI – 3
Zona Residencial 4	ZR – 4	Zona Especial de Serviços 1	ZES – 1
Zona Residencial Especial	ZRE	Zona Especial de Serviços 2	ZES – 2
Setor Estrutural	SE	Zona Especial de Serviços 3	ZES – 3
Zona Central	ZC	Zona Especial de Interesse Social	ZEIS
Zona Centro Administrativo	ZCA	Zona Industrial Consolidada	ZIC
Zona Centro Cívico	ZCC	Setor Especial Comercial 1	SEC 1
Área de Proteção de Parques	APPA	Setor Especial Comercial 2	SEC 2
Zona de Ocupação Orientada I	ZOO I	Áreas de Proteção Ambiental	APA
Zona de Ocupação Orientada II	ZOO II	Zona Rural	ZR

Fonte: Lei Municipal nº 1.963. 2007.

Nota: adaptado pela autora.

Para cada uma correspondem parâmetros de ocupação específicos que incluem área de lote e testada mínimas, coeficiente de aproveitamento, taxa de ocupação, taxa de permeabilidade, recuo frontal, afastamento das divisas e altura máxima. As taxas de permeabilidade por zona são conforme a Tabela 15:

Tabela 15 - Taxas de Permeabilidade por Zona (Lei Municipal nº 1.963/07)

Zona	Taxa de Permeabilidade (%)	Zona	Taxa de Permeabilidade (%)	Observações
ZR – 1	25	ZI – 1	40	(1) Tolerada ocupação de até 100% desde que atendidos os critérios técnicos para contenção de águas de chuva estabelecidos no Plano Diretor de Drenagem Urbana para Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba elaborado pela SUDERHSA. (2) As condições de ocupação de solo nestas áreas obedecerão a parâmetros específicos. (3) Parâmetros de ocupação conforme zona atravessada. (4) Parâmetros de ocupação conforme legislação estadual específica.
ZR – 2	25	ZI – 2	40	
ZR – 3	25	ZI – 3	40	
ZR – 4	25	ZES – 1	25	
ZRE	60	ZES – 2	25	
SE	25	ZES – 3	25	
ZC	25 (1)	ZEIS	(2)	
ZCA	25	ZIC	30	
ZCC	25	SEC 1	(3)	
APPA	40	SEC 2	(3)	
ZOO I	60	APA	(4)	
ZOO II	60	ZR	70	

Fonte: Lei Municipal nº 1.963. 2007.

Nota: adaptado pela autora.

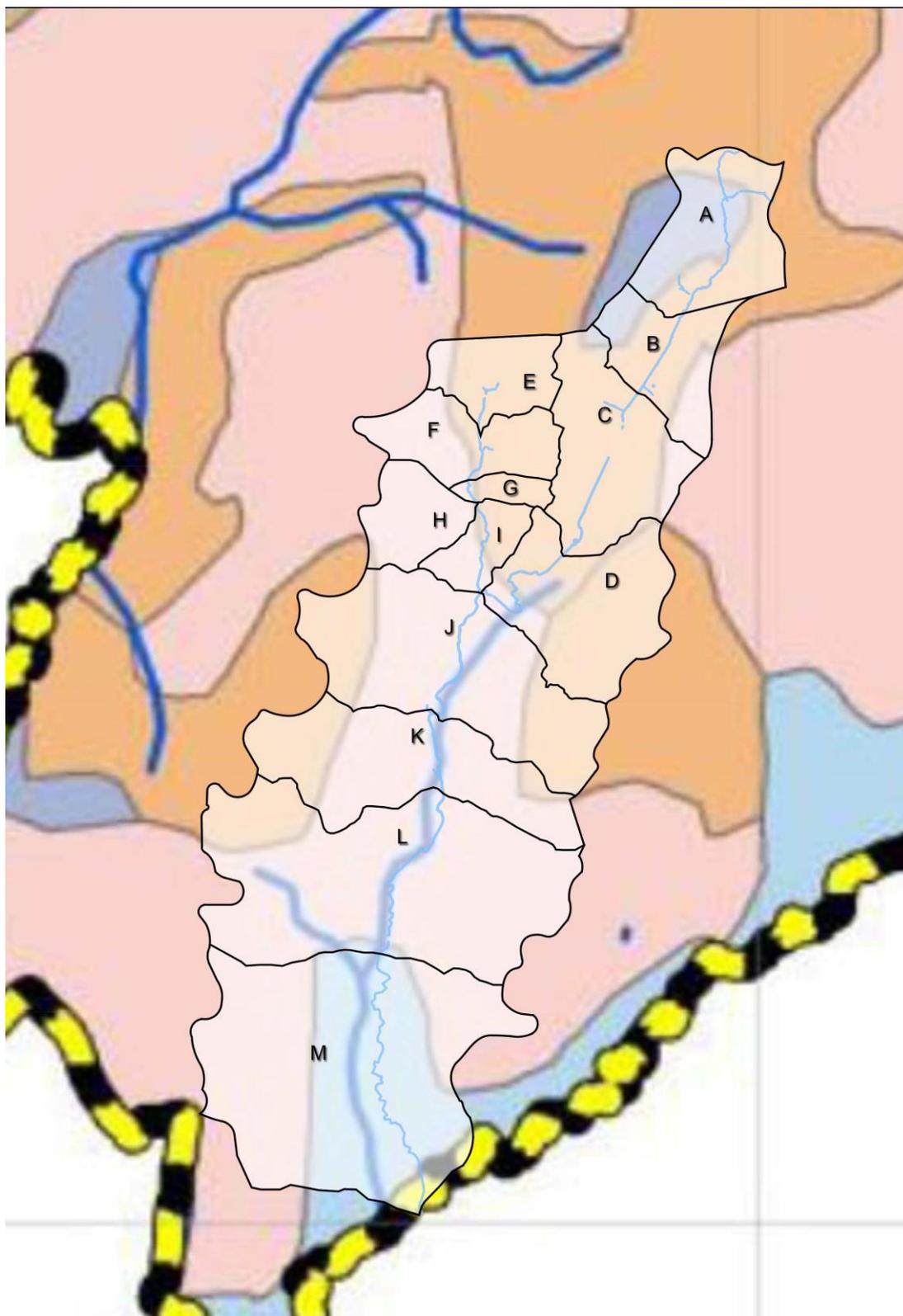
O Plano Diretor de Drenagem, no volume referente à Bacia do Rio Cambuí, constata uma ocupação não uniforme concentrada na porção de montante em especial nas sub-bacias C, D, E, F, G, H e I. Com a alteração do zoneamento, como evidenciado pela Figura 31 e pelas imagens aéreas do Google Earth, Figuras 29 e 30, essa característica se manteve visto se tratar das áreas de ocupação majoritariamente residencial.



Além da nova lei de zoneamento, outras leis foram aprovadas em decorrência da revisão do Plano Diretor. Em atendimento a uma demanda imobiliária, com o intuito de permitir uma maior quantidade de unidades em um mesmo lote, foram definidos os critérios para construção de condomínios horizontais, regulamentados a princípio pela Lei Municipal nº 1.965/07 e posteriormente pela Lei Municipal nº 2.304/11. A alteração ocorreu com o intuito de restringir as normas definidas inicialmente visto que desencadeou um processo acelerado de construção desta tipologia. Na segunda lei a área mínima das frações foi incrementada, foi reduzido o número total de unidades permitidas e foi exigida a doação de 10% do imóvel ao município.

A legislação municipal utiliza o termo densidade sem o definir. Sabendo que pode se referir à quantidade de habitações ou de habitantes por hectare, como definido por Acioly (1998), o poder público adota como critério o total de habitações por hectare, visto que de acordo com a lei de uso do solo para cada lote corresponde uma edificação.

Outra regulamentação que impacta as taxas de permeabilidade é o Decreto Municipal nº 282/13, que trata da implementação de reservatórios de retenção com o intuito de retardar e/ou reduzir o escoamento em lotes que não respeitarem a área permeável mínima. Ao permitir a flexibilização do parâmetro acaba por incentivar a impermeabilização. No momento é válida para lotes em Zona Central, onde é tolerada a uma taxa zero e poderá ser aplicada a casos onde seja solicitada redução da taxa de 25%. Contudo, por se tratar de um mecanismo capaz de reter e acumular parte das águas pluviais, essa medida não estrutural poderia ser otimizada ao considerar a tipologia de solo no lote onde será implantada. Na Figura 31 é possível identificar que as sub-bacias C, D, E, G e I, cuja tipologia de solo tem boa permeabilidade, poderiam ser incentivadas à adoção desta medida.



**Figura 32 - Mapa de Tipos de Solo e Sub-bacias do Rio Cambuí**

Fonte: CAMPO LARGO. Plano Municipal de Saneamento. 2015.

Nota: adaptado pela autora.

#### 5.4 DIVERGÊNCIAS ENTRE O CENÁRIO DIRIGIDO E CONCRETIZADO

Com base nos dados levantados identificaram-se os seguintes pontos de conflito:

- a) Medidas de Controle: dentre as medidas de controle estruturais propostas e consideradas nas simulações, somente as intervenções nas estruturas de drenagem de travessia das Ruas Antonio Boaron e Av. Pe. Natal Pigatto foram executadas. A obra de aumento da capacidade hidráulica do Rio Cambuí foi iniciada, porém devido a divergências foi paralisada logo após o início das obras. A obra de maior vulto e conseqüentemente com maior impacto na redução das cheias seria a construção da barragem de amortecimento no Parque Cambuí que não se concretizou. Após análise do projeto em 1998, verificou-se que essa solução não é viável hoje sendo necessária a elaboração de um novo estudo.
- b) Alteração nos índices de permeabilidade: a lei considerada na elaboração do Plano de Drenagem não exigia permeabilidade mínima. A que está em vigor estabelece de maneira geral uma porcentagem mínima de 25%, podendo variar entre nula e 60% de acordo com a zona. Apesar da exigência legal, é comum o desrespeito desse parâmetro seja pela falta de fiscalização ou por se tratar de edificação não aprovada.
- c) Adensamento: com a revisão do plano diretor surge a figura do condomínio horizontal, regulamentado primeiramente pela Lei Municipal nº 1.965/07 e posteriormente pela Lei Municipal nº 2.304/11. Entre as diferenças identificadas estão a exigência de área privativa mínima ser inicialmente de 90,00m<sup>2</sup> e passando para 125,00m<sup>2</sup> posteriormente. O número de unidades permitidas também foi alterado. A lei de 2007 permite até 20 unidades em um lote sem nenhuma contrapartida, já na de 2011 o limite é de 10. Além dos condomínios, outra novidade é o incremento da altura máxima em determinadas zonas. Até 2005 não era permitido edificar acima de 04 andares, depois dessa data é possível atingir uma altura de 15 andares.

- d) Reservatórios de Retenção: a implementação de reservatórios é uma medida mitigadora para casos onde a taxa de permeabilidade foi extrapolada ou inexistente, incentivando a impermeabilização.
- e) Tipo de Solo X Zoneamento: nas sub-bacias mais ocupadas foram identificados os tipos de solo Latossolo Vermelho, que apresenta uma boa condição de permeabilidade e o Argissolo Vermelho-Amarelo que permite pouca infiltração. Assim sendo, as sub-bacias C, D, E, G e I não teriam problemas de infiltração, porém na F e H, onde ocorre solo argiloso, isso não se verifica. O Argissolo Vermelho-Amarelo também está presente na área de expansão prevista para as sub-bacias J, K e L. Em menor quantidade ocorrem o Organossolo Méssico que se constitui de material orgânico mal drenado e o Gleissolo Melânico, característico de áreas alagadas, onde, de acordo com o zoneamento, verifica-se a intenção de implantação de uma área industrial.

As diferenças identificadas estão resumidas na Tabela 16:

**Tabela 16 - Principais Diferenças entre Cenários**

	2002	2015
<b>Medidas de Controle</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Execução de barragem de amortecimento de cheias no Parque Cambuí</li> <li>• Aumento da capacidade hidráulica do Rio Cambuí</li> <li>• Intervenção na estrutura de drenagem de travessia da Rua Antonio Boaron</li> <li>• Intervenção na estrutura de drenagem de travessia da Av. Pe. Natal Pigatto</li> </ul>	A barragem não foi executada, o aumento da capacidade hidráulica será licitado esse ano e as intervenções na estrutura de drenagem das duas travessias propostas foram concluídas.
<b>Taxa de Permeabilidade</b>	Lei Municipal nº 444/78, não estabelece permeabilidade mínima	Lei Municipal nº 1.963/07, de maneira geral define a taxa de permeabilidade mínima em 25%, podendo chegar a 60% na área urbana
<b>População Urbana</b>	Considerada uma projeção de 87.065 habitantes para 2010	De acordo com o censo de 2010, a população urbana total do município é de 94.171  Aprovação de leis que estabelecem critérios para condomínios residenciais, contribuindo para o aumento da densidade
<b>Reservatórios de Retenção</b>	Não considerado	Aprovação do Decreto Municipal nº 282/13
<b>Esgotamento Sanitário</b>	27,5% da população urbana atendida, considerada uma previsão de que esse índice chegasse a 44,5% em 2010	40,58% da população urbana atendida, possível lançamento de esgoto industrial clandestino

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu trouxe benefícios ao apresentar propostas para a solução das cheias. As medidas contempladas pelo plano são de caráter estrutural, sendo recomendada a adoção das não-estruturais, como a implantação de reservatórios de águas pluviais e pavimento poroso, com o intuito de preservar as características naturais de permeabilidade da bacia e a manutenção do regime de escoamento das águas. Contudo, no contexto da Bacia do Rio Cambuí, as duas principais obras consideradas nas simulações elaboradas para o cenário dirigido não foram executadas.

Com relação a adoção de medidas não-estruturais, somente no ano de 2013 houve a aprovação do Decreto Municipal nº 282, que estabelece normas para implantação de mecanismos de retenção de águas de chuva e contenção de cheias. Sua implementação é obrigatória em novos empreendimentos que impermeabilizem área igual ou superior a 3.000,00m<sup>2</sup> (três mil metros quadrados) e quando houver redução da taxa de permeabilidade. Entretanto, ao permitir a substituição da área permeável pelo reservatório, acaba por incentivar a impermeabilização que tende a ocorrer de maneira mais rápida. Uma vez que os índices pluviométricos favorecem a implantação de reservatórios, esta medida poderia ser mais efetiva se houvessem incentivos à sua implantação não somente nos casos citados anteriormente, e principalmente nas regiões onde existe uma tipologia de solo com boas condições de permeabilidade.

Outras medidas de controle na fonte poderiam ter sido implementadas, de forma a otimizar o sistema de drenagem existente. Nas áreas onde o tipo de solo apresenta boa permeabilidade, poderia haver incentivo a adoção de áreas permeáveis maiores e de dispositivos de infiltração como pavimento poroso. Além disso, o uso da água pluvial para fins não potáveis poderia ser difundido de forma a reter uma parcela do volume precipitado e visando um melhor aproveitamento dos mananciais de abastecimento. Uma vez que o sistema viário público representa um alto percentual de impermeabilização da área urbana, poderia haver a promoção da detenção das águas pluviais por ele escoadas, como detalhou Fendrich (2002).

Por se tratar de um município de região metropolitana, a tendência é que a população cresça em ritmo mais acelerado. Fato que se comprova pela projeção feita pelo Plano Diretor de Drenagem, que apontava uma população na área urbana

de 87.065 habitantes em 2010, porém de acordo com o censo realizado nessa data o total era de 94.171 pessoas, valor 8,16% maior. Esse crescimento acelerado, associado a fatores que incentivam maiores densidades tem como resultado uma impermeabilização mais acelerada, impactando diretamente o coeficiente de escoamento.

Um dos fatores responsáveis pelo adensamento populacional foi a implementação da lei que regulamenta as residências em série e condomínios no ano de 2007, cujos impactos foram rapidamente sentidos, ocasionando inclusive sua revogação e substituição por outra norma mais restritiva quatro anos mais tarde. Uma vez que essas tipologias são permitidas ou permissíveis em todas as zonas residenciais, tendo em vista a predominância dessas zonas no perímetro urbano, é importante uma análise cuidadosa dos impactos gerados. Além disso, apesar de registrado um crescimento populacional acima do esperado não se verificaram alterações significativas na distribuição dos habitantes no mapa podendo-se concluir que houve uma maior concentração nas áreas já dotadas de infraestrutura.

Tendo em vista o impacto gerado pelas áreas construídas, seria essencial o incentivo às práticas sustentáveis como forma de minimizar os danos. As construções que contemplam soluções com esse caráter, empregando energias renováveis, a reutilização de materiais e o aproveitamento das águas de chuva, por exemplo, representam uma mudança de paradigma capaz de transformar o meio urbano.

O Plano Diretor do município é o instrumento que tem por objetivo o planejamento e gestão do desenvolvimento territorial. Nele estão contidas as diretrizes de uso e ocupação do solo e proteção ambiental. No entanto, apesar de uma das premissas do plano de Campo Largo ser o impedimento da ocupação antrópica de locais inadequados que possam colocar em risco os recursos naturais, com o objetivo de garantir o equilíbrio ambiental e paisagístico, a divisão em zonas indicada não define quais são essas áreas. Quando foi elaborado, o Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu já existia e entre as medidas propostas estava a regulamentação do zoneamento de áreas inundáveis.

Uma exigência mais recente é a de que os municípios produzam o Plano de Saneamento Básico, estabelecendo metas para os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo dos resíduos e drenagem das águas pluviais. No município de Campo Largo esse documento ainda está em fase de elaboração,

porém constitui um importante referencial na definição de prioridades e medidas que busquem o melhor aproveitamento e a manutenção da qualidade dos recursos.

De maneira geral, o cenário dirigido indicado pelo Plano Diretor de Drenagem não se efetivou. As principais intervenções consideradas, a macrodrenagem do Rio Cambuí e a barragem de amortecimento de cheias não foram executadas. As alterações decorrentes do novo Plano Diretor trouxeram aspectos positivos como a definição de taxas de permeabilidade mínimas e a definição de zonas de ocupação controlada, porém as áreas inundáveis não foram consideradas. A ampliação do sistema de esgotamento sanitário por outro lado, superou a previsão inicial para o ano de 2010 e a tendência é que a expansão da rede continue.

Apesar de se registrarem alguns avanços, o cenário concretizado diverge bastante da proposta inicial. As obras consideradas como essenciais para solucionar as inundações não saíram do papel e apesar da revisão do projeto de macrodrenagem estar em andamento, é necessário reconsiderar a proposta como um todo visando atender à realidade existente e adotando novos conceitos e tecnologias.

## REFERÊNCIAS

ABIKO, Alex; MORAES, Odair Barbosa de. *Desenvolvimento Urbano Sustentável*. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo. 2009.

ACIOLY, Claudio. *Densidade Urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana*. Claudio Acioly e Forbes Davidson (tradução Claudio Acioly). Rio de Janeiro: Mauad, 1998.

BARBOSA, Gisele Silva. *O Desafio do Desenvolvimento Sustentável*. Revista Visões 4ª Edição, Nº4, Volume 1 - Jan/Jun 2008

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

BRASIL. Decreto Federal nº 7.217, de 21 de junho de 2010. *Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências.*

CAMPO LARGO, PR. Decreto Municipal nº 282, de 17 de setembro de 2013. *Dispõe sobre Normas para Implantação de Mecanismos de Retenção de Águas de Chuva e Contenção de Cheias.*

CAMPO LARGO, PR. Lei Municipal nº 444, de 12 de dezembro de 1978. *Aprova a Consolidação de Leis Urbanas do Município de Campo Largo.*

CAMPO LARGO, PR. Lei Municipal nº 1812, de 08 de março de 2005. *Dispõe sobre o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado do Município de Campo Largo e dá Outras Providências.*

CAMPO LARGO, PR. Lei Municipal nº 1963, de 29 de junho de 2007. *Dispõe Sobre o Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo no Município de Campo Largo, conforme específica.*

CAMPO LARGO, PR. Plano Municipal de Saneamento. 2014. Disponível em: <<http://www.campolargo.pr.gov.br/uploads/P3%20-%20PROGNOSTICO%20E%20ALTERNATIVAS%20%282%29.pdf>> Acesso em: 28 de setembro de 2015.

CANHOLI, Aluísio Pardo. *Drenagem Urbana e Controle de Enchentes*. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

CHAIB, Erick Brizon; RODRIGUES, Felipe C.; MAIA, Brenner H. e NASCIMENTO, Nilo De Oliveira. *Avaliação do potencial de redução do consumo de água potável por meio da implantação de sistemas de aproveitamento de água de chuva em edificações unifamiliares*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 20 n.3 Porto Alegre jul./set. 2015 p. 605 - 614

CRUZ, Marcus Aurélio Soares; TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; SILVEIRA, André L. L. *Controle do Escoamento com Detenção em Lotes Urbanos*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 3 n.4 - Out/Dez 1998, 19-31

CRUZ, Marcus Aurélio Soares; TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. *Avaliação dos Cenários de Planejamento na Drenagem Urbana*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 13 n.3 jul. /Set 2008, 59-71

FENDRICH, Roberto. *Coleta, Armazenamento, Utilização e Infiltração das Águas Pluviais no Meio Urbano*. 2002. 547 f. Tese (Doutorado em Geologia Ambiental). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

FONTES, Andréa Regina Martins; BARBASSA, Ademir Paceli. *Diagnóstico e Prognóstico da Ocupação e da Impermeabilização Urbanas*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 8 n.2 abr./jun. 2003, 137–147

GAROTTIL, Leonardo Monteiro; BARBASSA, Ademir Paceli. *Estimativa de área impermeabilizada diretamente conectada e sua utilização como coeficiente de escoamento superficial*. Eng. Sanit. Ambient. vol.15 no.1 Rio de Janeiro jan. /mar. 2010

GERHARDT, Tatiana Engel e SILVEIRA, Denise Tolfo (organizado por). Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. *Métodos de pesquisa*. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

IBGE. Censo Demográfico 2010. Brasil. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/>> Acesso em: 28 de setembro de 2015.

JESUS, Márcia Regina Gomes de. *Análise Ambiental da Bacia Hidrográfica do Cambuí no Perímetro Urbano de Campo Largo - PR*. 2005. Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina. Disponível em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal10/Procesosambientales/Hidrologia/11.pdf>> Acesso em: 28 de setembro de 2015.

JUNIOR, Lourenço Leme da Costa; BARBASSA, Ademir Paceli. *Parâmetros de projeto de microrreservatório, de pavimentos permeáveis e de previsão de enchentes urbanas*. Eng. Sanit. Ambient. v.11 n.1 Rio de Janeiro mar. 2006

KÖCHE, José Carlos. *Fundamentos de Metodologia Científica: teoria da ciência e iniciação à pesquisa*. Petrópolis, RJ: Editora Vozes, 2011.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. Brasil. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/agua/recursos-hidricos/aguas-subterraneas/ciclo-hidrologico>> Acesso em: 28 de setembro de 2015.

PARANÁ. Plano Diretor de Drenagem – Bacia do Alto Iguaçu, dezembro de 2002. Disponível em: <<http://www.aguasparana.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=265>>. Acesso em: 28 de setembro de 2015.

PARANÁ. Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil. 2015. Disponível em: <<http://www.defesacivil.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=56>>. Acesso em: 14 de novembro de 2015.

RIBEIRO, Alessandro Mendes. *BMPs em Drenagem Urbana: Aplicabilidade em Cidades Brasileiras*. São Paulo, 2014. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2014.

SILVA, Carla Voltarelli Franco da. *Planejamento do Uso e Ocupação do Solo Urbano Integrado ao Mapeamento de Áreas com Risco de Inundação*. São Paulo, 2013. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013.

SNIS. Sistema Nacional de Informações Sobre o Saneamento. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos>>. Acesso em: 14 de novembro de 2015.

SNSA. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Brasil. Disponível em: <[http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos\\_PDF/Principios\\_Manejo\\_Aguas\\_Pluviais\\_Urbanas.pdf](http://www.cidades.gov.br/images/stories/ArquivosSNSA/Arquivos_PDF/Principios_Manejo_Aguas_Pluviais_Urbanas.pdf)> Acesso em: 28 de setembro de 2015.

SOUZA, Christopher Freire; CRUZ, Marcus Aurélio Soares; TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. *Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologias Verdes para a Sustentabilidade das Águas Urbanas*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 17 n.2 - abr./jun. 2012, 9-18

TOMAZ, Plínio. *Aproveitamento de Água de Chuva Para Áreas Urbanas e Fins Não Potáveis*. São Paulo: Navegar Editora. 2005.

TUCCI, Carlos E. M. *Águas Urbanas*. Estudos Avançados 22 (63). 2008

TUCCI, Carlos E. M. *Coeficiente de Escoamento e Vazão Máxima de Bacias Urbanas*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 5 n.1 Jan/Mar 2000, 61-68

TUCCI, Carlos E. M. *Gestão da Drenagem Urbana*. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012. (Textos para Discussão CEPAL-IPEA, 48)

UN. *Urban Population, Development and the Environment*. 2011. Disponível em: <[http://www.un.org/esa/population/publications/2011UrbanPopDevEnv\\_Chart/urban\\_w\\_allchart\\_2011-web-smaller.pdf](http://www.un.org/esa/population/publications/2011UrbanPopDevEnv_Chart/urban_w_allchart_2011-web-smaller.pdf)> Acesso em: 30 de novembro de 2015.

UN. *Population Distribution, Urbanization: Internal Migration, and Development: An International Perspective*. 2011. Disponível em: <<http://www.un.org/esa/population/publications/PopDistribUrbanization/PopulationDistributionUrbanization.pdf>> Acesso em: 30 de novembro de 2015.