

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**AVALIAÇÃO DE USO, APROPRIAÇÃO E INTEGRAÇÃO**  
**URBANA DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS PARA O MANEJO**  
**DE ÁGUAS PLUVIAIS:**  
**ESTUDOS DE CASO EM RIBEIRÃO PRETO-SP**

TIAGO ZANETTI DE VICENTE

São Carlos

2023

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA**

**AVALIAÇÃO DE USO, APROPRIAÇÃO E INTEGRAÇÃO**  
**URBANA DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS PARA O MANEJO**  
**DE ÁGUAS PLUVIAIS:**  
**ESTUDOS DE CASO EM RIBEIRÃO PRETO-SP**

**TIAGO ZANETTI DE VICENTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof. Dr. Ademir Paceli Barbassa

Coorientação: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Luciana Márcia Gonçalves

São Carlos

2023

## RESUMO

A crescente urbanização tem impactado de várias formas o meio ambiente, como na alteração do ciclo hidrológico, aumento das inundações e da poluição de origem pluvial. A impermeabilização do solo e a remoção da vegetação diminuem a infiltração e aumentam o volume e a velocidade do escoamento superficial. Com o questionamento dos paradigmas das soluções higienistas baseadas na rápida evacuação do escoamento superficial, sistemas de drenagem alternativos buscam o rearranjo temporal das vazões a partir do uso de técnicas compensatórias e formas de manejo pluvial integrado à urbanização. Algumas cidades brasileiras apresentam políticas públicas de incentivo à implantação de sistemas alternativos de drenagem, como é o caso de Ribeirão Preto, cidade do interior do estado de São Paulo com um longo histórico de problemas relacionados ao manejo das águas pluviais, como inundações e a necessidade de manutenção de seu manancial subterrâneo para o consumo de água. Com a inserção de exigências de controle do escoamento na legislação, multiplicaram-se pela cidade as estruturas de controle pluvial. O objetivo deste trabalho é avaliar a implantação destas técnicas compensatórias em parcelamentos urbanos, sob o ponto de vista da apropriação e uso desses espaços e sua integração com o entorno. A partir do levantamento da legislação e das estruturas de controle pluvial executadas na cidade, foram selecionados dois parcelamentos, o Loteamento Parque dos Servidores e o Condomínio Quinta do Golfe, para caracterização e análise das condições de pré-ocupação, do projeto urbanístico e de drenagem, e finalmente, do espaço destinado às técnicas compensatórias. Nos resultados evidencia-se a negligência com a gestão destes espaços, onde a manutenção é precária e a interferência da população pode comprometer suas funções hidrológicas. Conclui-se, portanto, que a política de implementação de técnicas compensatórias é um processo contínuo, não resume-se apenas à legislação e execução, seu sucesso está vinculado a qualificação urbano-paisagística, manutenção frequente, bem como, educação e envolvimento da comunidade na gestão destes espaços.

**Palavras-chave:** Técnicas compensatórias, manejo de águas pluviais, paisagens hidrologicamente funcionais

## ABSTRACT

Increasing urbanization has impacted in various ways in the environment, such as changes in the hydrological cycle, increased flooding and pollution of rain origin. Soil sealing and removal of vegetation reduce infiltration and increase the volume and speed of runoff. With the questioning of the hygienists paradigms based on rapid evacuation of runoff, alternative drainage systems seek temporal rearrangement of the flow from the use of Best Management Practices and forms of rainwater management integrated with urbanization. Some Brazilian cities have public policies to encourage the deployment of alternative drainage systems, as is the case of Ribeirão Preto, a city in the state of São Paulo with a long history of problems related to the management of storm water, as floods and maintenance its source to the underground water consumption. With the inclusion of flow control requirements in the legislation, multiplied by the city storm control structures. The objective of this study is to analyze the implementation of these BMPs in urban subdivisions, from the point of view of the ownership and use of these spaces and their integration with the surroundings. From the survey of legislation and storm control structures performed in the city, were selected two installments, the Allotment Parque dos Servidores and the Condominium Quinta do Golfe, for characterization and analysis of the conditions of pre-occupation, urban design and drainage and finally, the space for BMPs. The results highlights the neglect of the management of these spaces where maintenance is precarious and the interference of the population could compromise its hydrological functions. We conclude therefore that the technical implementation of compensatory policy is an ongoing process, not just boils down to its implementation, its success is linked to urban-landscape qualification, frequent maintenance, as well as community education and involvement in the management of these spaces.

**Keywords:** Best Management Practices, management of rainwater, hydrologically functional landscape

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - ALTERAÇÃO DO CICLO HIDROLÓGICO PELA URBANIZAÇÃO. ....	5
FIGURA 2 – AUMENTO DA ÁREA DE INUNDAÇÃO DEVIDO A URBANIZAÇÃO. ....	6
FIGURA 3 - CLASSIFICAÇÃO DAS TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS.).....	8
FIGURA 4 – BACIA DE DETENÇÃO COM ESPELHO D’ÁGUA PERMANENTE EM PARQUE URBANO EM CURITIBA. ....	10
FIGURA 5 – BACIA DE DETENÇÃO INTEGRADA À PAISAGEM EM HAMPSHIRE, INGLATERRA. ....	10
FIGURA 6 – BACIA DE DETENÇÃO EM ROTTERDAM. ....	11
FIGURA 7 – COMPARAÇÃO ENTRE TRINCHEIRAS E VALETAS.. ....	13
FIGURA 8 – “CONCREGRAMA” ASSOCIADO À PISO DE CONCRETO INTERTRAVADO EM ESTACIONAMENTO. ....	14
FIGURA 9 – PERSPECTIVA DE POÇO DE INFILTRAÇÃO ASSOCIADO A UM PLANO.. ....	15
FIGURA 10 – TELHADO VERDE EM PORTLAND. ....	16
FIGURA 11 - LEVANTAMENTO DAS CONDIÇÕES NATURAIS DO TERRENO. ....	20
FIGURA 12 - EXEMPLO DE REDUÇÃO DE MOVIMENTAÇÃO DE TERRA E DECLIVIDADE.....	21
FIGURA 13 - ESTRATÉGIAS DE CONTROLE DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL E PROMOÇÃO DA INFILTRAÇÃO DA ÁGUA NO SOLO.....	23
FIGURA 14 – MUNICÍPIO E ÁREA URBANA DE RIBEIRÃO PRETO E LOCALIZADOS EM RELAÇÃO AO ESTADO DE SÃO PAULO. ....	25
FIGURA 15 – ETAPAS DE CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DAS TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS E SEU ENTORNO.....	28
FIGURA 16 - BACIAS E SUB-BACIAS DO RIBEIRÃO PRETO E CÓRREGO RETIRO SAUDOSO E COMPARAÇÃO ENTRE OCUPAÇÃO EM 1884 E 2012.. ....	33
FIGURA 17 – EXPANSÃO URBANA DE RIBEIRÃO PRETO.....	34
FIGURA 18 – GEOLOGIA DO MUNICÍPIO. ....	35
FIGURA 19 – SHOPPING CENTER LOCALIZADO NA ZUE – MAIS DE 25 HA DE ÁREA IMPERMEÁVEL. ....	36
FIGURA 20 – MACROZONEAMENTO DE RIBEIRÃO PRETO CONFORME L.C. Nº2157/2007. ....	42
FIGURA 21 – BACIA DE DETENÇÃO COM ESPELHO D’ÁGUA PERMANENTE NO LOTEAMENTO NOVA ALIANÇA COM TRATAMENTO PAISAGÍSTICO INTERESSANTE, PORÉM COM RESTRIÇÕES DE USO E LIXO ACUMULADO.....	44
FIGURA 22 – LOTEAMENTOS E CONDOMÍNIOS COM TÉCNICAS DE CONTROLE CENTRALIZADO A CÉU ABERTO.: ....	45
FIGURA 23- LOCALIZAÇÃO DOS PARCELAMENTOS ESCOLHIDOS EM RELAÇÃO AO MUNICÍPIO DE RIBEIRÃO PRETO.....	48
FIGURA 24 - LOCALIZAÇÃO DO CONDOMÍNIO QUINTA DO GOLFE E SUB-BACIA DO RIBEIRÃO PRETO À QUAL ESTÁ INSERIDA.....	50
FIGURA 25- AEROFOTOGRAMÉTRICO DATADO DE 1971 DA FAZENDA RETIRO DO IPÊ, DA QUAL O CONDOMÍNIO QUINTA DO GOLFE FOI DESMEMBRADO.....	51
FIGURA 26 – PROJETO URBANÍSTICO - USO DO SOLO E DELIMITAÇÃO DA BACIA DE DETENÇÃO. ....	54
FIGURA 27 - UNIDADES HABITACIONAIS PADRONIZADAS. ....	55
FIGURA 28 - ÁREAS PERMEÁVEIS DO CONDOMÍNIO QUINTA DO GOLFE. ....	55

FIGURA 29 - PROJETO EM PLANTA E ESQUEMÁTICO DE DO SISTEMA DE DRENAGEM DO CONDOMÍNIO QUINTA DO GOLFE. ....	56
FIGURA 30 - BACIA DE DETENÇÃO DO CONDOMÍNIO QUINTA DO GOLFE. ....	57
FIGURA 31 - LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO DAS CONDIÇÕES DE MANUTENÇÃO DA BACIA DE DETENÇÃO.....	59
FIGURA 32 - LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO DO ENTORNO DA BACIA DE DETENÇÃO. ....	60
FIGURA 33 - LOTEAMENTO PARQUE DOS SERVIDORES.....	61
FIGURA 34 - LOCALIZAÇÃO DO LOTEAMENTO PARQUE DOS SERVIDORES EM RELAÇÃO ÀS BACIAS HIDROGRÁFICAS QUE OCUPA. ....	62
FIGURA 35 - COMPARAÇÃO DOS LEVANTAMENTOS AEROFOTOGRAFÉTRICOS DE 1972 E 1994. ....	64
FIGURA 36 - UNIDADES HABITACIONAIS PADRONIZADAS. ....	66
FIGURA 37 - PROJETO URBANÍSTICO - USO DO SOLO E DELIMITAÇÃO DA BACIA DE DETENÇÃO. ....	67
FIGURA 38 – LOTES OCUPADOS E LOTES VAZIOS. ....	68
FIGURA 39 - ÁREAS PERMEÁVEIS DO LOTEAMENTO PQ. DOS SERVIDORES. ....	70
FIGURA 40 - PROJETO ESQUEMÁTICO DE DRENAGEM DO LOTEAMENTO PQ. DOS SERVIDORES. ....	71
FIGURA 41 - DETALHES DO SISTEMA DE DRENAGEM. ....	72
FIGURA 42 - LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO DO ENTORNO E APROPRIAÇÃO DAS BACIAS DE INFILTRAÇÃO 1; 2; 3 E 4. ....	75
FIGURA 43 - LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO DO ENTORNO E APROPRIAÇÃO DAS BACIAS DE INFILTRAÇÃO 5; 6; 7 E 8 ....	76
FIGURA 44 - LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO DAS CONDIÇÕES DE MANUTENÇÃO DAS BACIAS DE INFILTRAÇÃO 1; 2; 3 E 4. ....	78
FIGURA 45 - LEVANTAMENTO FOTOGRÁFICO DAS CONDIÇÕES DE MANUTENÇÃO DA BACIA DE DETENÇÃO.....	79

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

QUADRO 1 - QUADRO 1 - FASES DO DESENVOLVIMENTO DAS ÁGUAS URBANAS.....	17
QUADRO 2 - COMPARAÇÃO ENTRE ASPECTOS HIDROLÓGICOS LID E SISTEMAS CONVENCIONAIS DE DRENAGEM.....	19
QUADRO 3 - SÍNTESE DA METODOLOGIA DE PESQUISA. FONTE: ELABORADO PELO AUTOR .....	26
QUADRO 4 - PARÂMETROS LEVANTADOS A RESPEITO DAS CONDIÇÕES DE PRÉ-OCUPAÇÃO DO PARCELAMENTO. ....	29
QUADRO 5 - PARÂMETROS RELACIONADOS AO PROJETO URBANÍSTICO E DE DRENAGEM DE PÓS-OCUPAÇÃO. ....	30
QUADRO 6 - PARÂMETROS PARA A ANÁLISE URBANO-ESPACIAL DAS TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS. ..	31
QUADRO 7 - DOCUMENTOS LEGAIS E PROCEDIMENTOS DE GESTÃO RELACIONADOS À DRENAGEM URBANA DE RIBEIRÃO PRETO. ....	38
QUADRO 8 - PARÂMETROS RELACIONADOS ÀS CONDIÇÕES DE PRÉ-OCUPAÇÃO DO CONDOMÍNIO QUINTA DO GOLFE. ....	51
QUADRO 9 - PARÂMETROS RELACIONADOS AO PROJETO URBANÍSTICO E DE DRENAGEM. ....	53
QUADRO 10 - PARÂMETROS RELACIONADOS AO USO E APROPRIAÇÃO DAS TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS NO COND. QUINTA DO GOLFE. ....	60
QUADRO 11 - PARÂMETROS RELACIONADOS ÀS CONDIÇÕES DE PRÉ-OCUPAÇÃO DO LOTEAMENTO PARQUE DOS SERVIDORES.....	63
QUADRO 12 - COMPARAÇÃO ENTRE ÁREAS PÚBLICAS DE LOTEAMENTOS APROVADOS NA ZUE SOB A LEI Nº 3.346/77.....	65
QUADRO 13 - PARÂMETROS RELACIONADOS AO PROJETO URBANÍSTICO E DE DRENAGEM DE PÓS-OCUPAÇÃO. ....	66
QUADRO 14 - QUADRO 10 - PARÂMETROS RELACIONADOS AO USO E APROPRIAÇÃO DAS TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS NO LOTEAMENTO PARQUE DOS SERVIDORES.....	74

## **SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS**

**APP:** Área de Preservação Permanente

**BMP:** Best Management Practices

**EUA:** Estados Unidos da América

**FIPAI:** Fundação para o Incremento da Pesquisa e do Aperfeiçoamento Industrial

**G-Hidro:** Grupo de Sistemas Hídricos Urbanos

**IBGE:** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**LID:** Low Impact Development

**PDDU:** Plano Diretor de Drenagem Urbana

**SGRHI:** Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos

**SUDS:** Sustainable Urban Drainage Systems

**TC:** Técnica Compensatória

**UFSCar:** Universidade Federal de São Carlos

**UGRHI:** Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos

**USEPA:** United States Environmental Protection Agency

**WSUD:** Water Sensitive Urban Design



# SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO.....	1
2 - OBJETIVO GERAL.....	3
2.1 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	4
3.1-IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO .....	4
3.2-TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS EM DRENAGEM URBANA.....	7
3.2.1-TÉCNICAS DE CONTROLE CENTRALIZADO .....	8
3.2.2-TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS LINEARES .....	12
3.2.3-TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS LOCALIZADAS.....	14
3.3- SOLUÇÕES BASEADAS NO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	17
3.2.1 - LOW IMPACT DEVELOPMENT - LID.....	17
4 - METODOLOGIA.....	25
4.1 – LEVANTAMENTO SOBRE A DRENAGEM EM RIBEIRÃO PRETO.....	26
4.2 – ESCOLHA DOS ESTUDOS DE CASO .....	27
4.3 – METODOLOGIA DE ANÁLISE DOS PARCELAMENTOS .....	27
4.3.1 - CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE PRÉ-OCUPAÇÃO DO PARCELAMENTO .....	28
4.3.2 - CARACTERIZAÇÃO URBANÍSTICA E DO SISTEMA DE DRENAGEM DO PARCELAMENTO DO PÓS-OCUPAÇÃO.....	29
4.3.3 - CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DE USO E DA APROPRIAÇÃO DO ENTORNO E DAS TÉCNICAS COMPEN-SATÓRIAS .....	30
5 – DISCUSSÃO SOBRE URBANIZAÇÃO E DRENAGEM URBANA, EM ESPECIAL A UTILIZAÇÃO DAS TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS EM RIBEIRÃO PRETO .....	32
5.1 - URBANIZAÇÃO E DRENAGEM URBANA EM RIBEIRÃO PRETO-SP.....	32
5.2 - LEGISLAÇÃO RELACIONADA À DRENAGEM URBANA.....	37
5.2.1 - PLANO DIRETOR MUNICIPAL .....	39
5.2.2 - PLANO DE MACRODRENAGEM .....	40
5.2.3 - CÓDIGO MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE.....	40
5.2.4 – LEI DE PARCELAMENTO, USO E OCUPAÇÃO DO SOLO .....	41
5.2.5 – DEMAIS LEGISLAÇÕES .....	42
5.3 – IMPLANTAÇÃO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS EM RIBEIRÃO PRETO .....	43
6 – CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DOS PARCELAMENTOS E TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS ESCOLHIDAS.....	47
6.1 – CONDOMÍNIO QUINTA DO GOLFE .....	49
6.1.1 - CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE PRÉ-OCUPAÇÃO DO PARCELAMENTO .....	49
6.1.2 - CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO URBANÍSTICO E DO SISTEMA DE DRENAGEM DO PARCELAMENTO .....	52
6.1.3 - ANÁLISE SOBRE O USO E APROPRIAÇÃO DAS TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS .....	58
6.2 – LOTEAMENTO PARQUE DOS SERVIDORES.....	61
6.2.1 - CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE PRÉ-OCUPAÇÃO DO PARCELAMENTO .....	61
6.2.2 - CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO URBANÍSTICO E DO SISTEMA DE DRENAGEM DO PARCELAMENTO .....	65

6.2.3 - ANÁLISE SOBRE O USO E APROPRIAÇÃO DAS TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS .....	73
7 - DISCUSSÕES FINAIS .....	81
8 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83

## 1 - INTRODUÇÃO

O modelo da urbanização tradicional das cidades brasileiras traz intrínseca uma relação de dicotomia e contradição em relação à preservação do meio ambiente natural, em especial, na questão do ciclo da água. Ao impermeabilizar o solo e remover a vegetação altera-se completamente o ciclo hidrológico provocando a diminuição da capacidade de interceptação, evaporação e infiltração das águas pluviais, aumenta-se o volume e a vazão do escoamento superficial, transportam-se sedimentos à jusante o que causa assoreamento e poluição nos corpos d'água, entre outros graves impactos.

Soluções de drenagem tradicionais buscam evacuar rapidamente o escoamento superficial, transferindo os impactos a jusante e não correspondem às demandas de uma sociedade que almeja seu desenvolvimento sustentável. Como resposta a este modelo higienista, surge o conceito de técnicas compensatórias em drenagem urbana, a partir de estruturas como bacias, poços e trincheiras de infiltração e detenção que atuam no controle do escoamento pluvial. Além das medidas estruturais, amplia-se o uso de medidas não estruturais, como preservação das áreas sujeitas à inundação e manutenção da cobertura vegetal, atuando de forma preventiva em relação aos impactos hidrológicos causados pelo uso antrópico.

A partir deste conceito, algumas experiências, principalmente internacionais, avançam no manejo sustentável das águas pluviais (TUCCI, 2007), abordando os impactos de forma integrada desde a etapa de concepção do projeto urbanístico e arquitetônico como o caso do LID (*Low Impact Development*) nos Estados Unidos e do SUDS (*Sustainable Urban Drainage Systems*) no Reino Unido. Inclusive com a possibilidade de benefícios adicionais relacionados à saúde física e mental, habitabilidade comunitária, aumento da biodiversidade e redução do efeito de ilha de calor (CITY OF PORTLAND, 2008). Evidenciando que o conceito que se entende de drenagem urbana extravasou o campo restrito da engenharia para se tornar um problema gerencial, com componentes políticos e sociológicos (TUCCI *et al*, 1995).

Dentro deste contexto de mudanças de paradigmas a respeito do manejo das águas pluviais, algumas cidades brasileiras têm estabelecido exigências legais para o controle do escoamento pluvial na implantação de novas ocupações. Essa preocupação de inserir o tema no planejamento urbano tem sido pauta de discussão, visto que muitas cidades enfrentam problemas relacionados à drenagem urbana inadequada, como inundações e seus prejuízos socioeconômicos.

Dentre as cidades brasileiras que incorporaram o manejo das águas pluviais como política pública, apresenta-se o caso de Ribeirão Preto, cidade do interior do estado de São Paulo, onde o tema é tratado na legislação desde a década de 1990, com implantação de instrumentos legais relacionados à regulação do uso, ocupação do solo e drenagem urbana.

A cidade apresenta um histórico de inundações desde o início do século XX devido à ocupação dos fundos de vale. Além disso, há grande preocupação com a manutenção do aquífero sob a porção leste da cidade. Sob as formações geológicas Botucatu e Piramboia e um solo com alta capacidade de infiltração, a região é considerada como local de recarga da principal fonte de água subterrânea da cidade, o Aquífero Guarani (SINELLI 1987).

Como resultado da inserção de parâmetros hidrológicos na cidade de Ribeirão Preto, surgem novos elementos no espaço urbano, dispositivos de controle pluvial em loteamentos e condomínios que ocupam espaços públicos e privados em várias regiões da cidade. Atualmente, a implantação destes dispositivos é uma exigência consolidada, inclusive considerada nas etapas iniciais de projetos de parcelamento do solo na cidade.

Tais exigências acrescentam novos critérios ao perfil de planejamento urbano da cidade, sendo notável, nesta última década, a consolidação de propostas urbanísticas com técnicas alternativas como um novo referencial conceitual de drenagem urbana que se contrapõe a anterior visão higienista, baseada na rápida evacuação do escoamento superficial e desconsideração dos impactos à jusante.

Ciente que a implantação das técnicas compensatórias reflete uma postura técnico-política positiva em relação aos impactos hidrológicos para a ocupação de novos parcelamentos de solo na cidade, busca-se compreender a qualidade urbanística e paisagística dos espaços resultantes de sua implantação. Estas estruturas trazem de volta à superfície o escoamento pluvial, outrora totalmente escondidos nos subterrâneos da cidade, interferindo diretamente na paisagem urbana, incluindo os diversos atores que lidam com o espaço urbano, como urbanistas, paisagistas, gestores públicos e os próprios moradores, na discussão do manejo das águas pluviais. Inclusive a literatura ressalta que propostas mais eficazes incorporam funções complementares a esses dispositivos e são inseridas de forma integrada com o espaço urbano, com o intuito de otimizar suas funções para tornar mais bem sucedida a implantação de técnicas compensatórias, assim como, facilitar sua gestão e manutenção.

Verifica-se, portanto que trata-se de um tema atual, relevante e multidisciplinar, discutido por técnicos, pesquisadores e gestores públicos em busca de melhores soluções para o manejo sustentável das águas pluviais urbanas.

## **2 - OBJETIVO GERAL**

O objetivo geral deste estudo é avaliar a produção espacial resultante da implantação de Técnicas Compensatórias de drenagem pluvial em parcelamentos de solo urbanos na cidade de Ribeirão Preto/SP com a finalidade de compreender as formas de apropriação e usos adicionais desses espaços, bem como sua interação com o entorno.

### **2.1 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Contextualizar historicamente o manejo das águas pluviais na expansão urbana de Ribeirão Preto;
- Inventariar os tipos de técnicas compensatórias resultado das exigências estabelecidas na legislação municipal;
- Avaliar os espaços produzidos com técnicas compensatórias em dois diferentes parcelamentos de solo, com características urbanísticas e hidrológicas distintas;

### 3 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo buscou-se compreender os impactos hidrológicos causados pela urbanização e a evolução do manejo das águas pluviais urbanas apresentada pela literatura, desde o período higienista até as abordagens sustentáveis mais recentes. Evidenciando a importância da discussão multidisciplinar dos sistemas de drenagem urbana, a partir de uma visão holística sobre o tema, não mais restrita apenas ao campo da engenharia civil.

#### 3.1-IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO

Observa-se que ao longo da história, desde as primeiras aglomerações urbanas constata-se sua localização preferencialmente junto aos cursos d'água, seja para consumo e higiene das populações ou evacuação de dejetos. Para Baptista *et al* (2011), a disponibilidade da água constituía um importante insumo para atividades agrícolas e artesanais, ao mesmo tempo em que favorecia as comunicações e o comércio, quando da possibilidade de navegação nos cursos d'água.

O mesmo autor observa que a proximidade das cidades e dos cursos d'água acarretava frequentemente, problemas de excedentes de água, observando-se a ocorrência de inundações que afligiam as populações ribeirinhas. Entretanto, o risco de inundações periódicas era considerado “um preço a pagar” em contraponto aos vários benefícios elencados pela proximidade estratégica entre núcleos urbanos e mananciais superficiais.

Segundo Tucci (2007) os problemas sanitários relacionados à falta de saneamento se tornaram mais relevantes com a primeira revolução industrial, que levou à intensificação da urbanização. Em função de grandes epidemias de cólera e tifo que assolaram a Europa no século XIX e dos consequentes avanços da epidemiologia, surgiram os princípios do higienismo. Estes princípios foram concebidos para preconizar a evacuação rápida das águas pluviais, através de condutos, preferencialmente subterrâneos, permitindo melhoria das condições sanitárias e da circulação viária. Sob esta ótica clássica de drenagem, cada característica do sistema é cuidadosamente planejada para direcionar rapidamente o escoamento para o corpo d'água mais próximo à jusante do sítio. Neste sistema convencional estradas, telhados, calhas, calçadas, tubos e canais são projetados para evacuar as águas pluviais o mais rápido possível (BAPTISTA *et al*, 2011).

Para entender melhor os impactos hidrológicos causados por este modelo tradicional de urbanização, o primeiro passo é conhecer melhor o ciclo hidrológico. De uma forma bem simplificada, neste processo natural a água precipitada sobre a superfície sofre interceptação pela vegetação, é escoada e infiltrada no solo ou evaporada de volta para a atmosfera. A água que infiltra

penetra no solo e pode retornar a superfície ou alimentar os aquíferos. O excedente na superfície escoar em direção ao ravinamento<sup>1</sup> e deste para os riachos e rios até o oceano (TUCCI, 2007).

Com a urbanização, este sistema natural é afetado, sofrendo alterações no balanço hídrico previamente existente (Figura 1). Essas alterações começam com a remoção da vegetação, diminuindo a interceptação<sup>2</sup> e evapotranspiração, agravados posteriormente pela impermeabilização do solo, que impede a infiltração da água e conseqüentemente aumenta o volume e velocidade do escoamento superficial.

**Figura 1 - Alteração do ciclo hidrológico pela urbanização. Fonte: Tucci 2007**



Quando a urbanização não leva em consideração as condições naturais do sítio podem ocorrer grandes prejuízos à população, como no caso de ocupações localizadas no leito maior de um rio, onde a inundação das margens é um evento natural. Além disso, com a urbanização à montante, sem controle do escoamento pluvial, aumenta-se a frequência e a intensidade destes eventos (Figura 2). Além dos impactos quantitativos, a qualidade da água é afetada durante o escoamento superficial. A água acumula cargas de poluição, logo na “lavagem” da atmosfera<sup>3</sup>, como também durante seu percurso pela superfície, principalmente no escoamento sobre vias de trânsito de veículos, que acumulam material particulado, como óleos e metais pesados. Esta água com elevados níveis de poluição é lançada nos rios ou infiltrada nos aquíferos subterrâneos.

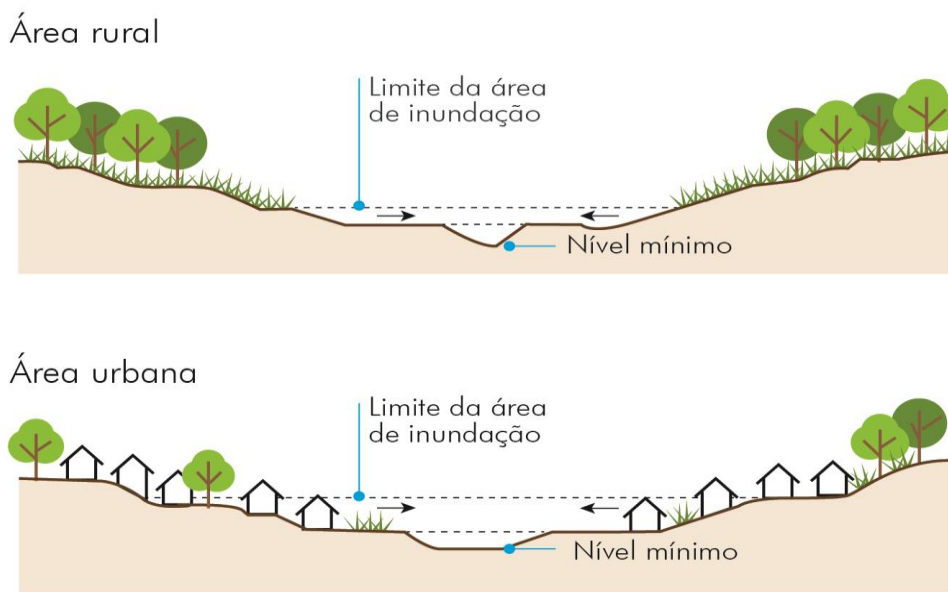
<sup>1</sup> Tipo de erosão do solo causada pela ação da concentração de água de escoamento superficial, criando pequenas fissuras na superfície do solo.

<sup>2</sup> Segundo COLLISCHONN E TASSI (2008) a interceptação em bosques espessos chega a 25% da precipitação anual, evidenciando os impactos da remoção da vegetação logo após a precipitação.

<sup>3</sup> Estima-se que durante a precipitação o acúmulo de poluição de origem pluvial chega a ser de 15% a 25% da carga de poluição (CHOCAT, 1997, apud BAPTISTA et al, 2011).

Verifica-se, portanto, que este desequilíbrio hidrológico relacionado à urbanização inadequada e ao sistema de drenagem convencional é responsável por vários impactos socioambientais relacionados à drenagem pluvial, como a diminuição da quantidade de água nos períodos de estiagem, perda de qualidade da água dos mananciais superficiais e subterrâneos, riscos de vida e à saúde da população, risco para a fauna aquática, entre outros.

**Figura 2 – Aumento da área de inundação devido a urbanização. Fonte: Adaptado de Tucci 2007**



Transversalmente aos impactos citados, estão os prejuízos econômicos causados diretamente neste processo, como no caso de perdas patrimoniais e interrupções de atividades por conta de inundações. Além dos prejuízos indiretos, como a necessidade de maior investimento no tratamento da água para consumo humano e para o tratamento de doenças de veiculação hídrica, que poderiam ser prevenidos com o saneamento adequado.

Apesar do conhecimento sobre o tema, ainda hoje o paradigma a respeito da evacuação rápida do escoamento pluvial como drenagem urbana eficiente é tipicamente difundido entre engenheiros e planejadores, desconsiderando os referidos impactos à jusante. Segundo Coelho Netto (1994), tais aspectos devem ser levados em consideração no planejamento das formas de intervenção humana, mesmo que o interesse do planejador recaia sobre uma área restrita da bacia de drenagem.



### 3.2-TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS EM DRENAGEM URBANA

A partir do questionamento do sistema de drenagem higienista, a partir da década de 1970, são discutidos e implantados métodos para compensação dos impactos hidrológicos. Como a continuidade desse sistema mostrou-se insustentável, foram desenvolvidas técnicas para compensar o escoamento pluvial resultante da urbanização, retardando seu o excedente. De acordo com Baptista *et al.* (2011), a implantação de técnicas compensatórias, já recorrente em países desenvolvidos, intensificou-se nas cidades brasileiras, principalmente nas áreas metropolitanas, a partir da década de 1990. Tucci (2007) denomina este período, entre 1970 e 1990 como *fase corretiva* das águas urbanas, quando as chamadas técnicas compensatórias surgem como opção de controle do escoamento pluvial.

Batista *et al* (2011) afirma que o objetivo das técnicas compensatórias é, essencialmente, a retenção e a infiltração das águas precipitadas, visando o rearranjo temporal das vazões e, eventualmente, a diminuição do volume escoado, reduzindo a probabilidade de inundações e possibilitando ganhos na qualidade das águas pluviais.

A literatura distingue as técnicas compensatórias pelo seu caráter estrutural ou não estrutural. Enquanto as técnicas compensatórias estruturais são obras de engenharia que visam à correção e/ou prevenção dos problemas decorrentes de enchentes, as técnicas compensatórias não estruturais correspondentes às ações preventivas que visam melhorar a convivência da população com as enchentes, e desta forma, reduzir seus danos.

Para Canholi (2005), as medidas não estruturais são aquelas em que se procuram reduzir os danos ou as consequências das inundações, não por meio de obras, mas pela introdução de normas, regulamentos e programas que visem o disciplinamento do uso e ocupação do solo, a implantação de sistemas de alertas e a conscientização da população para a manutenção dos dispositivos de drenagem. Tucci (2007) salienta que a maioria das soluções sustentáveis passam por medidas não-estruturais, que envolvem restrições à população, porém considera que politicamente é uma solução complexa, porque geralmente a população espera por uma obra de engenharia, além de interferir em interesses de proprietários de áreas de risco. Neste sentido, destacam-se os planos diretores municipais e suas leis e planos complementares como importante ação preventiva e que serão discutidos posteriormente a partir dos estudos de caso.

Batista *et al* (2011) classifica as técnicas estruturais em 3 categorias, de acordo com suas funções, escalas e formas de implantação (Figura 3). Enquanto as bacias de detenção podem compor um sistema de macrodrenagem e reservar grandes volumes, os poços e trincheiras de infiltração, por exemplo, estão relacionados ao sistema de microdrenagem e suas funções estão

vinculadas a lotes urbanos ou trechos das calçadas. Essas diferentes características serão discutidas posteriormente.

Figura 3 - Classificação das Técnicas compensatórias. Fonte: Baptista *et al* (2011)

Técnicas compensatórias não estruturais	Legislação	
	Racionalização do uso do solo urbano	
	Educação ambiental	
	Tratamento de fundo de vale	
	Sistema de alerta anti-enchentes	
Técnicas compensatórias estruturais	Centralizadas	Bacias de detenção/retenção
		Bacias de Infiltração
		Bacias de detenção/retenção e infiltração
	Lineares	Trincheiras
		Valas e valetas
		Pavimentos permeáveis
	Pontuais	Poços de infiltração
		Telhados verdes
		Técnicas associadas à parcela

### 3.2.1-TÉCNICAS DE CONTROLE CENTRALIZADO

A literatura mostra que as técnicas de controle centralizado são as mais implantadas nas cidades brasileiras, justamente pela grande capacidade de compensação dos impactos hidrológicos e por sua execução relativamente simples. Segundo Batista *et al* (2011), são as únicas técnicas compensatórias estruturais com possibilidade de controle de vazões de pico considerando tempos de retornos grandes (até 100 anos). Esta característica é fundamental para atenuar os impactos causados pela urbanização desordenada e preveni-los no caso de novos parcelamentos.

Basicamente, são compostas de um espaço livre com capacidade de armazenar o volume do escoamento pluvial a ser retido, denominado volume de espera, podendo ser permeável quando prevista infiltração no solo, contendo estrutura para contenção de resíduos sólidos, controle de vazão e vertedouro. Baptista *et al* (2011) às define como estruturas de acumulação temporária e/ou de infiltração de águas pluviais utilizadas para atender a três principais funções diretamente relacionadas com a drenagem urbana de águas pluviais:

- Amortecer as cheias geradas em determinada área como forma de controle de inundações;
- Eventual redução de volume de escoamento superficial, nos casos de bacias de infiltrações;

- Redução da poluição difusa de origem pluvial.

O mesmo autor cita que existem diferentes classificações para as técnicas centralizadas, dentre elas está a classificação em função da forma, como bacias a céu aberto com espelho d'água permanente, secas, com o fundo impermeabilizado, ou não, e reservatórios subterrâneos ou cobertos. Outras classificações priorizam a função hidrológica:

- Bacias de detenção: desempenham funções de amortecimento de cheias e de controle de poluição de origem pluvial;
- Bacias de decantação: concebidas especialmente para a decantação de sedimentos em sistemas separadores de drenagem pluvial;
- Bacias de infiltração: desempenham funções simultâneas de armazenamento temporário e de infiltração de águas pluviais. Não possuem dispositivo hidráulico de controle de saída, apenas, em alguns casos, um vertedor de emergência para drenar vazões acima da sua capacidade.

Mascaró (2005) classifica, do ponto da inserção no espaço urbano, utilizando duas variantes: “bacias de acumulação seca” e “bacias de acumulação em água”. A primeira perde toda água nos períodos de estiagem e a outra, mesmo na estiagem, mantém um nível mínimo de água, como uma lagoa permanente.

Apesar de diferentes classificações na literatura, é consenso entre que os autores pesquisados que além de sua função principal de contenção é essencial que estes dispositivos se integrem ao espaço urbano. No caso das bacias de acumulação seca existe a possibilidade de utilização efetiva do espaço como área recreativa nos períodos de estiagem, desde que garantido o acesso, a segurança e o conforto dos usuários. Nas bacias de acumulação em água as lagoas podem ser integradas a um parque urbano, como no caso do Parque Barigui na cidade de Curitiba- PR (Figura 4), onde as atividades de lazer se desenvolvem no entorno da lagoa de detenção (GEISSLER, 2004).

Para Mascaró (2005), no Brasil, estruturas como bacias de acumulação em água parecem dar melhores resultados, do ponto de vista urbano, em relação às bacias secas. Ao manterem uma lâmina de água mínima nas épocas de estiagem são visualmente mais agradáveis. Embora necessitem de manutenção, esses custos são menores em relação às bacias secas, segundo o autor. No entanto, nem sempre é possível dispor de condições físicas para construções de bacias com espelho d'água permanente, além disso, Tucci (1995) alerta para os problemas oriundo da poluição difusa proveniente do escoamento pluvial, que pode contaminar o corpo d'água receptor.

**Figura 4 – Bacia de detenção com espelho d'água permanente em parque urbano em Curitiba. Fonte: Geissler, 2004**



Sob o ponto de vista de interação com a cidade, apesar da preferência de alguns autores pelas bacias com espelho d'água permanente, existem exemplos bem sucedidos de bacias secas integradas ao espaço urbano, como o caso de Hampshire, na Inglaterra (Figura 5). Implantada em uma área predominantemente residencial, o tratamento paisagístico da bacia simula uma paisagem natural, característica do paisagismo anglo-francês (MACEDO, 1999). Nota-se que os taludes suavizados e irregulares, aliados ao plantio de espécies vegetais de diferentes portes dão um aspecto agradável ao espaço, permitindo o uso durante os períodos de estiagem.

**Figura 5 – Bacia de Detenção integrada à paisagem em Hampshire, Inglaterra. Fonte CIRIA, 2010**





Mesmo em áreas densamente urbanizadas, as bacias de retenção secas podem ser adaptadas de forma multifuncional e integradas à cidade. É o caso da Watersquare (figura 6), espaço público implantado em Rotterdam, Holanda, onde três bacias de retenção compõem uma praça com espaços de convívio e recreação que podem, inclusive, ser utilizadas durante chuvas menos intensas. Essa possibilidade foi prevista em projeto, no sistema formado por duas bacias dimensionadas para coletar a água de eventos menores, enquanto a terceira e maior bacia é utilizada apenas quando as outras duas extravasarem, armazenando o volume referente a grandes períodos de retorno. Um dos fatores que contribuiu para o sucesso dessa intervenção foi a participação da população no projeto, que identificou a demanda de atividades da comunidade local (DE URBANISTEN, 2012), mostrando que a implantação dessas estruturas pode qualificar o espaço urbano, principalmente se concebida por um processo participativo e por profissionais de diferentes áreas de conhecimento.

**Figura 6 – Bacia de retenção em Rotterdam. Fonte: De Urbanisten, 2012**



No Brasil, como a implantação das bacias de retenção de forma sistêmica é relativamente recente, boa parte das estruturas se restringem apenas a sua função hidrológica. Baptista et al (2011) reforça a importância pela busca de usos complementares devido ao elevado custo do solo urbano. Considerando que as funções de armazenamento temporário de águas pluviais são requeridas apenas ocasionalmente, por conta a aleatoriedade dos processos hidrológicos, justifica-se o uso combinado com um espaço verde ou uma praça. Isso torna viável a valorização do espaço para outros fins urbanos e, com isso, a diluição, ao menos parcial, dos investimentos em infraestrutura. Essa otimização também pode ocorrer na relação à organização do trabalho e à divisão de custos de

manutenção, por exemplo, entre os serviços técnicos municipais de drenagem pluvial e de parques e jardins.

Do ponto de vista hidrológico, a implantação isolada de técnicas de controle centralizado vinculada a um modelo de urbanização convencional<sup>4</sup> não garante o restabelecimento do ciclo hidrológico próximo ao natural. Apesar da eficiência na atenuação das vazões de pico, essas técnicas apresentam algumas limitações, como no caso das bacias com função apenas de retenção, que pouco contribuem para a diminuição do volume do escoamento e não garantem a recarga de aquíferos subterrâneos. Nas bacias de infiltração, os problemas estão relacionados à diminuição da capacidade de infiltração devido à colmatção<sup>5</sup> e contaminação do solo e da água subterrânea, pela concentração de poluentes. Além disso, quanto menos cobertura vegetal e mais urbanizada a bacia à montante, mais frequente será a necessidade de manutenção nas bacias, visto que com o solo exposto são carregadas mais partículas ao interior da estrutura (SOUZA *et al*, 2005). Nesse sentido Prince George's County (1999) salienta a importância de associar diferentes técnicas compensatórias como forma de manejo mais sustentável das águas pluviais, conceitos estes, que serão discutidos posteriormente.

### 3.2.2-TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS LINEARES

Diferente das técnicas centralizadas, as técnicas compensatórias lineares controlam o escoamento mais próximo da origem. São compostas por estruturas que apresentam dimensões longitudinais bem maiores em comparação com as dimensões de largura e profundidade. Exatamente em função dessa característica elas são bastante utilizadas em associação com o sistema viário, substituindo um sistema convencional de microdrenagem. A seguir serão apresentadas algumas técnicas com essas características.

- Trincheiras de infiltração e retenção

São estruturas implantadas junto à superfície ou a pequena profundidade e largura de aproximadamente um metro, com a finalidade de recolher as águas pluviais de afluência perpendicular a seu comprimento (BATISTA *et al*, 2011). A trincheira é preenchida com material poroso, como seixos e brita, para assegurar o armazenamento das águas recolhidas, sendo que a infiltração se dá principalmente pelas laterais, inclusive alguns métodos de dimensionamento desta estrutura desconsideram a infiltração no fundo da estrutura devido sua colmatção (CANHOLI,

---

<sup>4</sup> Com remoção da cobertura vegetal, intensa impermeabilização do solo e ainda com a maioria dos condutos subterrâneos.

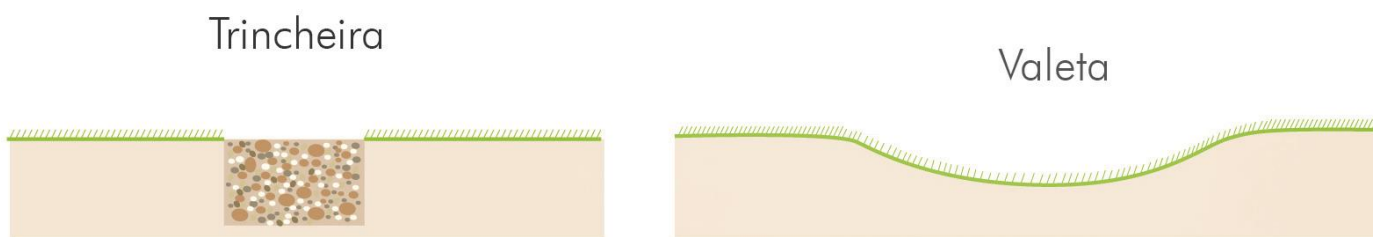
<sup>5</sup> Preenchimento dos vazios do solo.

2005). Mesmo com perda de capacidade de infiltração no fundo, Batista *et al* (2011) alerta para a manutenção de pelo menos 1 metro de distância entre o fundo da trincheira e o lençol freático por conta do risco de contaminação.

- Valetas de retenção e infiltração

São técnicas compensatórias constituídas por simples depressões escavadas no solo com o objetivo de recolher as águas pluviais e efetuar seu armazenamento temporário e, eventualmente, favorecer sua infiltração (Baptista *et al* 2011). Essas técnicas são muito utilizadas ao longo de rodovias pelo baixo custo e capacidade de retardo e diminuição da poluição do escoamento superficial, por conta da retenção de sedimentos proporcionados pela cobertura vegetal (URBONAS & STARE,1993). A figura 7 ilustra a diferença entre valetas e trincheiras.

**Figura 7 – Comparação entre trincheiras e valetas. Fonte: Adaptado de Batista et al (2011).**



- Pavimentos permeáveis

O espaço ocupado pelo sistema viário em áreas urbanas é considerável, em algumas áreas densamente urbanizadas pode corresponder a cerca de 30% da área da bacia. Considerando que boa parte desta área é impermeável, conclui-se que este é um dos elementos que mais impactam no processo de urbanização.

A utilização de pavimentos permeáveis, como piso grama ou “concregrama” ilustrado na figura 8, tem o objetivo de minimizar esse impacto apresentando vantagens na redução do escoamento superficial em relação a superfície impermeável e redução da lâmina de água de passeios e estacionamentos. Este tipo de pavimento pode ser de concreto ou de asfalto e construído da mesma forma que os pavimentos tradicionais, com a diferença que o material fino é retirado da mistura. Além dessas superfícies tradicionais, existem outros pavimentos, inclusive construídos de blocos de concreto vazados (TUCCI 1995). Salienta-se que alguns autores classificam os pavimentos permeáveis como técnicas compensatórias localizadas, caso for aplicado vinculado à uma parcela ou à alguma construção, em pequenos estacionamentos e jardins, por exemplo.

O principal cuidado com essa técnica refere-se a compactação do solo, que pode comprometer seu funcionamento. Neste sentido a utilização de pavimentos permeáveis se torna mais eficiente em espaços que recebem pouca carga, como passeios, estacionamentos, quadras esportivas e ruas de pouco tráfego. Tucci (1995) alerta que em ruas de grande tráfego, este pavimento pode ser deformado e entupido, tornando-se impermeável. Baptista *et al* (2011) destaca a necessidade de utilização combinada com outras técnicas, pois a simples adoção de pavimentos com superfície permeável ou semipermeável, por si só, não representa um ganho significativo para o sistema de drenagem.

**Figura 8 – “Concregrama” associado à piso de concreto intertravado em estacionamento.**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**



### 3.2.3-TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS LOCALIZADAS

Este último grupo refere-se às técnicas que podem ser utilizadas em uma parcela ou conjunto de parcelas, uma edificação ou mesmo um trecho de uma via. Segundo Batista *et al* (2011) essas técnicas apresentam a vantagem da flexibilidade de implantação, podendo ser executadas à medida do desenvolvimento urbano. Apresentam custos frequentemente baixos, não necessariamente requerendo investimento público. Dentre as diversas técnicas destacam-se:

- Poços de infiltração

Esta técnica consiste na escavação em forma cilíndrica ou retangular com uma estrutura ou preenchimento de pedras para manter a forma da escavação (TAVANTI, 2009). Este dispositivo pontual com pequena área superficial tem o objetivo de evacuar as águas pluviais diretamente no



subsolo. Segundo Canholi (2005), os poços de infiltração são medidas de contenção na fonte mais indicadas quando não se dispõe de espaço urbano ou quando a urbanização existente, já consolidada, inviabiliza a implantação de medidas dispersivas de aumento de infiltração. A figura 9 ilustra um poço associado à um plano de infiltração projetado no Campus da UFSCar em São Carlos.

Figura 9 – Perspectiva de poço de infiltração associado a um plano. Fonte: Ferreira, 2013.



- Telhados armazenadores ou telhados verdes

A cobertura das edificações é um dos elementos que contribuem para a impermeabilização do solo urbano. Neste sentido, Baptista et al (2011), afirma que uma das possibilidades de redução dos efeitos sobre o escoamento consiste no armazenamento provisório das águas pluviais nos telhados e a restituição de uma vazão amortecida à rede de água pluvial ou a outro exutório. Os telhados verdes apresentam benefícios adicionais como, proteção térmica e ganho paisagístico, entretanto, sem uma criteriosa execução pode-se comprometer a estrutura ou estanqueidade da edificação. Ademais, seu custo elevado comparado à outras soluções de cobertura explica a resistência de utilização desta técnica, mesmo com a introdução no mercado de novas tecnologias com menores custos e maiores facilidades de execução. Dagenais et al (2011) defende incentivos financeiros para a implantação sistêmica de técnicas compensatórias, como os telhados verdes. O autor cita a cidade de Portland, EUA, como referência de aplicação de boas práticas de drenagem, onde a prefeitura paga até 55,6US\$/m<sup>2</sup> ao proprietário que construir um telhado verde (Figura 10).

No Brasil, poucas cidades utilizam esta técnica de forma sistêmica. Recentemente a cidade de Recife-PE aprovou uma lei que torna obrigatórias as coberturas verdes em edifícios com mais de 4 pavimentos. Segundo Baratto (2015), os objetivos da legislação são: diminuir o impacto das ilhas de calor e não sobrecarregar o sistema de drenagem urbano.

Figura 10 – Telhado Verde em Portland. Fonte: City of Portland (2008)



Salienta-se que as técnicas compensatórias em geral podem substituir as tradicionais galerias subterrâneas de concreto com os ganhos esperados para uma drenagem mais sustentável, como redução da velocidade e volume do escoamento superficial, possibilidade de infiltração e melhora da qualidade da água, ainda com possibilidade de integração a paisagem. No entanto, é importante planejar a implantação destas estruturas de forma criteriosa, tendo em vista que dependem das condições específicas do local. Aspectos como capacidade de infiltração do solo, declividade, profundidade do lençol e disponibilidade de espaço devem ser levadas em conta para a implantação adequada das estruturas.

Esses sistemas alternativos de drenagem demandam uma política de manejo das águas pluviais contínua, onde apenas a implantação destas técnicas não garante a eficiência de sua aplicação (CITY OF PORTLAND 2008). As técnicas compensatórias necessitam manutenção periódica, caso contrário podem apresentar problemas com colmatção e diminuição da capacidade de infiltração, além do risco de poluição do lençol freático. Prince George's County (1999) salienta que a eficácia e o ciclo de vida destas estruturas estão relacionados com constante manutenção e a aplicação de métodos de pré-tratamento, como filtro de vegetação e valas gramadas.

Os exemplos citados mostram que boas práticas de controle de drenagem devem ser abordadas de forma multidisciplinar, com a participação de hidrólogos, engenheiros, urbanistas e paisagistas, bem como, contar com o envolvimento da população para a aceitação e uso adequado das estruturas.

### 3.3- SOLUÇÕES CONSIDERANDO A SUSTENTABILIDADE

A partir da década de 1990, a discussão a respeito das águas pluviais evolui e alguns países começam a investir no desenvolvimento de políticas de desenvolvimento sustentável urbano baseado no manejo das águas pluviais, urbanismo, conservação do ciclo hidrológico e tratamento dos efluentes a nível terciário para retirada de nitrogênio e fósforo que eutrofizam os lagos (TUCCI 2007). As decorrências deste debate nas políticas de uso e ocupação do solo refletem-se na implementação da urbanização preservando os caminhos naturais do escoamento e priorizando a infiltração. Tucci (2007) denomina esta fase em relação a gestão das águas urbanas como sendo a de *desenvolvimento sustentável* (quadro 1). Neste capítulo será apresentada a proposta norte americana de manejo sustentável denominada *Low Impact Development* (LID) ou Urbanização de Baixo Impacto.

**Quadro 1 - Fases do desenvolvimento das águas urbanas. Fonte: Tucci 2007**

Fase	Características	Consequências
<b>Pré-higienista:</b> até o início do século XX	Esgotos em fossas ou na drenagem, sem coleta, ou tratamento e água da fonte mais próxima, poço ou rio	Doenças e epidemias, grande mortalidade e inundações
<b>Higienista:</b> antes de 1970	Transporte de esgoto distante das pessoas e canalização do escoamento	Redução das doenças, mas rios contaminados, impacto nas fontes de água e inundações
<b>Corretiva:</b> entre 1970 e 1990	Tratamento de esgoto doméstico e industrial, amortecimento do escoamento	Recuperação dos rios, restando a poluição difusa, obras hidráulicas e impacto ambiental
<b>Desenvolvimento sustentável:</b> depois de 1990	Tratamento terciário e do escoamento pluvial, novos desenvolvimentos que preservam o sistema natural	Conservação ambiental, redução das inundações e melhoria da qualidade de vida

#### 3.2.1 - LOW IMPACT DEVELOPMENT - LID

Em 1999, é apresentado uma das primeiras referências sobre LID. Elaborado em Prince George's County, Maryland, EUA o manual técnico indica uma alternativa de urbanização baseada principalmente em aspectos hidrológicos. LID é apresentado como uma estratégia de gestão de águas pluviais focalizadas na gestão e restauração de funções hidrológicas naturais do local para

atingir objetivos de proteção dos recursos naturais e requisitos de regulação ambientais. São propostos variados procedimentos e dispositivos naturais, construídos para reduzir a taxa de escoamento, filtrar os poluentes e melhorar a infiltração da água para o solo. Com a proposta da redução da poluição da água e aumento da recarga subterrânea, a concepção de LID auxilia a melhorar a qualidade dos corpos receptores e a estabilizar as taxas de fluxo de rios adjacentes.

O principal objetivo desta proposta de Urbanização de Baixo Impacto é aproximar as condições hidrológicas naturais do terreno, incorporando elementos ao projeto urbanístico que permitam o armazenamento, a infiltração, a evaporação e a redução de velocidade do escoamento superficial (SOUZA e TUCCI, 2005). Os objetivos do LID são discutidos e demonstrados no manual de Prince George's County (1999) e suas principais metas e princípios são:

- Providenciar incentivos econômicos que promovam o desenvolvimento ambientalmente sensível;
- Desenvolver todo o potencial de projeto e planejamento ambientalmente sensível;
- Auxiliar na construção de comunidades baseadas em gestão ambiental;
- Encorajar a flexibilidade regulatória que permitam inovações na engenharia e no planejamento para promover princípios de “crescimento inteligente”;
- Encorajar debates sobre a viabilidade técnica, econômica e ambiental e a aplicabilidade de boas práticas em águas pluviais e sobre os exemplos implantados.

A quadro 2 compara o sistema de drenagem convencional com a proposta LID. Ao se observar cada parâmetro hidrológico fica nítida a mudança de paradigma em relação ao manejo das águas pluviais.

Para atingir estes objetivos, busca-se incorporar um conjunto de estratégias de projeto, bem como técnicas de controle na fonte, de pequena escala, localizadas, conhecidas como práticas de gestão integrada, chamadas *Integrated Management Practices* – IMPs. Este termo corresponde às técnicas compensatórias que podem ser integradas a edificações, infraestruturas ou projeto urbanístico e paisagístico, como o caso da *Watersquare* citado anteriormente (página 11). Ao invés da coleta do escoamento em encanamentos ou redes canalizadas e controle do fluxo à jusante em um grande dispositivo de gestão de águas pluviais, no LID é proposta uma abordagem descentralizada que dispersa fluxos e gerencia o escoamento perto de onde este se origina. Como LID apresenta uma variedade de técnicas úteis para controle de escoamento, projetos podem ser otimizados de acordo com regulamentações locais e requisitos de proteção aos recursos naturais. Projetos novos, projetos de reurbanização e projetos de melhoria substancial podem ser vistos como candidatos para implementação desta proposta de manejo sustentável das águas pluviais.

**Quadro 2 - Comparação entre aspectos hidrológicos LID e sistemas convencionais de drenagem. Fonte: Adaptado de Prince George's County 1999**

<b>Parâmetro hidrológico</b>	<b>Convencional</b>	<b>LID</b>
Cobertura Impermeável	Encorajada para atingir uma drenagem efetiva	Minimizada para reduzir impactos
Cobertura Natural/Vegetação	Reduzida para melhorar drenagem local	Maximizada para manter as condições de pré-urbanização
Tempo de Concentração	Reduzido como produto da drenagem eficiente	Maximizada e aumentada para manutenção das condições de pré-urbanização
Volume de Escoamento	Grande aumento em volume de escoamento não controlado	Controlado para manutenção das condições de pré-urbanização
Descarga de Pico	Controlada para chuva de projeto de pré-urbanização (2 anos)	Controlada para condições de pré-urbanização para todas as chuvas
Frequência de Escoamento	Significativamente aumentada, especialmente para chuvas pequenas, frequentes	Controlada para manutenção das condições de pré-urbanização
Duração do Escoamento	Aumentada para todas as chuvas, porque o volume não é controlado	Controlada para manutenção das condições de pré-urbanização
Interceptação, infiltração e armazenamento em depressões)	Grande redução em todos os elementos	Mantida as condições de pré-urbanização
Recarga de Água Subterrânea	Redução na recarga	Mantida as condições de pré-urbanização
Qualidade da Água	Aumento da carga poluidora pelo carregamento de poluentes durante o escoamento superficial	Reduções da carga poluidora, controle total para eventos menores que descarga de projeto
Corpos Receptores	Impactos severos documentados - erosão e degradação de canais; deposição de sedimentos; fluxo de base reduzido; adequabilidade do habitat diminuída ou eliminada	Ecologia do sistema mantida para condições de pré-urbanização
Inundações a Jusante	Controle de descarga do pico reduz inundações imediatamente abaixo de estruturas de controle, mas podem aumentar inundações a jusante através de impactos cumulativos e superposicionamento de hidrogramas.	Controladas para condições de pré-urbanização

Prince George's County (1999) organiza as estratégias de projeto em onze etapas, como um método para aplicação de seus princípios fundamentais e conseqüentemente, atingir aos objetivos descritos anteriormente. As etapas serão apresentadas e discutidas a seguir:

- Etapa 1: Levantar zoneamento, uso do solo e normas aplicáveis

A partir do zoneamento das áreas de riscos, regulação do uso e ocupação do solo é possível minimizar os conflitos relacionados às águas urbanas. No Brasil, o planejamento das questões hídricas deve considerar desde as políticas de gestão e as regulações de âmbito federal, estadual e regional, de comitês de bacias até a escala do projeto arquitetônico, com as exigências de técnicas compensatórias localizada em um lote ou unidade fundiária. A abordagem LID propõe opções mais flexíveis de zoneamento sem impedir o crescimento urbano e com prioridade aos aspectos ambientais. Utiliza estratégias como regulação da densidade, do desenho urbano, larguras das vias, áreas de proteção e de expansão. Na legislação brasileira, cabe destacar a importância das áreas de proteção permanente, dispostas no Código Florestal, Lei Federal Nº 12651/2012, e nas leis de uso e ocupação do solo no âmbito municipal, onde são protegidas áreas sensíveis a urbanização, como fundos de vale, topos de morro e terrenos com declividade acentuada.

- Etapa 2: Levantar condições de urbanização e áreas protegidas

Nesta etapa é verificada a possibilidade de criação de áreas de proteção. São avaliadas as características locais como topografia, hidrografia, existência de áreas de preservação e caminhos preferenciais das águas, trechos importantes para conectividade de fluxos e corredores verdes evidenciando a bacia como unidade de planejamento.

**Figura 11 - Levantamento das condições naturais do terreno. Fonte: Hinman e. Wulkan, 2012**

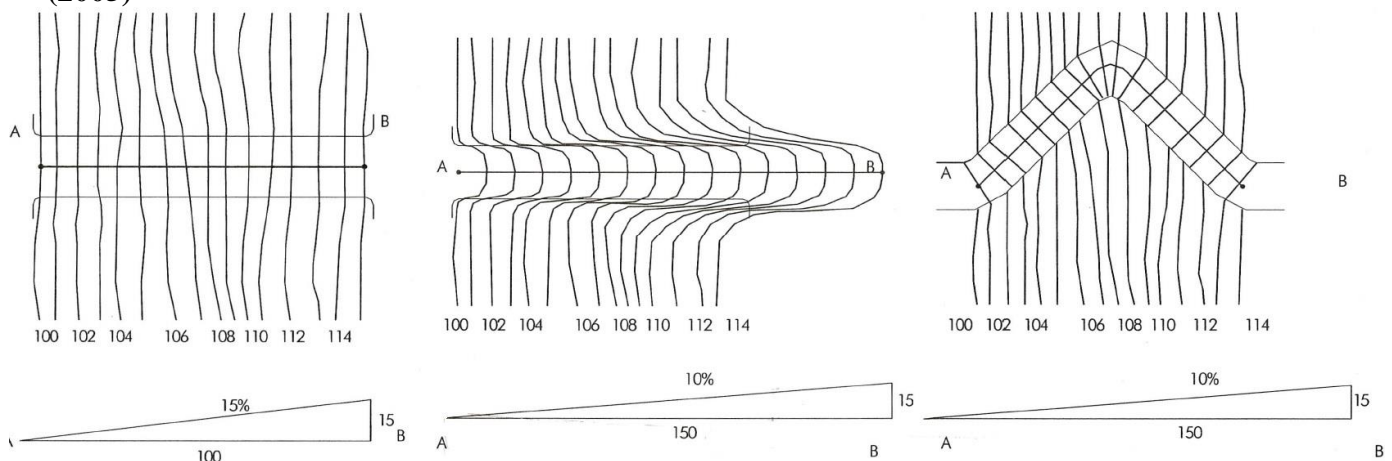




- Etapa 3: Reduzir áreas com movimentação de terra e retirada de vegetação

Nesta etapa busca-se minimizar os impactos hidrológicos através da redução de movimentação de terra, conservação das condições naturais do solo e das áreas de cobertura vegetal, identificando-se as áreas menos sensíveis às alterações hidrológicas para a ocupação do solo. Nesse sentido, a implantação de um traçado viário adequado às condições naturais do sítio, com menores declividades é uma importante ferramenta para mitigação desses impactos (Figura 12). Essa postura reflete diretamente na redução dos custos das obras, considerando o alto custo das movimentações de terra, procedimento comum nos sistemas de drenagem convencional, além de benefícios adicionais como redução dos custos de infraestrutura e maior conforto para os pedestres em eventuais reduções de declividade em vias de circulação.

**Figura 12 - Exemplo de redução de movimentação de terra e declividade. Fonte: Mascaró (2005)**



- Etapa 4: Promover as condições locais

Reforça-se a importância da leitura do contexto local em projeto sustentáveis. Aproveitar os caminhos naturais de drenagem, reduzir a pavimentação e compactação do solo, bem como a conexão das áreas permeáveis são estratégias para potencializar as características hidrológicas locais.

- Etapa 5: Utilizar drenagem e hidrologia como partido de projeto

O sistema de drenagem convencional promove grandes interferências na paisagem de hidrologia local. Na proposta LID o escoamento superficial é estimulado e integrado às formas urbanas, através de paisagens mais próximas do natural. A partir da análise hidrológica local, considerando suas condições originais do período de pré-ocupação. Ao explorar as condições locais,

busca-se minimizar a interferência da urbanização e das edificações, diminuindo os custos de execução das estruturas de drenagem.

- Etapa 6: Minimizar o total de áreas impermeáveis

Na urbanização convencional grande parte do terreno é reservada para implantação de sistema viário (ruas, passeios, estacionamentos), geralmente áreas quase totalmente impermeáveis. Prince George's County (1999) indica como estratégias para a redução dessas áreas impermeáveis, medidas como: redução do sistema viário a partir do traçado e estreitamento das vias para veículos, diminuição das calçadas, redução ou eliminação dos acostamentos das vias, estímulo a edificações verticalizadas e aplicação de matérias permeáveis.

Evidencia-se a importância da abordagem integrada, visto que, as implantações destas medidas estão relacionadas com mobilidade, acessibilidade, aspectos urbanísticos e paisagístico, e claro, hidrologia. Nesse sentido, algumas dessas estratégias são questionáveis do ponto de vista da mobilidade pedonal, Alex (2008), enfatiza a importância do aumento dos passeios e áreas para pedestres na valorização dos espaços públicos. O autor ainda identifica a malha quadriculada, como um bom desenho urbano para deslocamentos a pé. Nota-se, portanto, um conflito entre mobilidade e manejo das águas pluviais, reforçando a importância da multidisciplinaridade.

- Etapa 7: Desenvolver planejamento integrado preliminar

Nesta etapa são analisadas as situações hidrológicas projetadas de pré-ocupação e pós-ocupação, com base no estudo urbanístico preliminar, após as leituras anteriores, baseando-se na proximidade das condições naturais do sítio. Ressalta-se a importância no investimento em cenários, pois muito impactos podem ser mitigados a partir de um desenho urbano adequado as condições pré-existent.

- Etapa 8: Minimizar áreas impermeáveis diretamente conectadas

A partir desta etapa o estudo proposto vai sendo aprimorado e busca-se a minimização das áreas impermeáveis com estratégias como: desconexão das calhas para áreas vegetadas, direcionamento dos fluxos de áreas pavimentadas para áreas de infiltração e estímulo do escoamento em direção às áreas permeáveis.

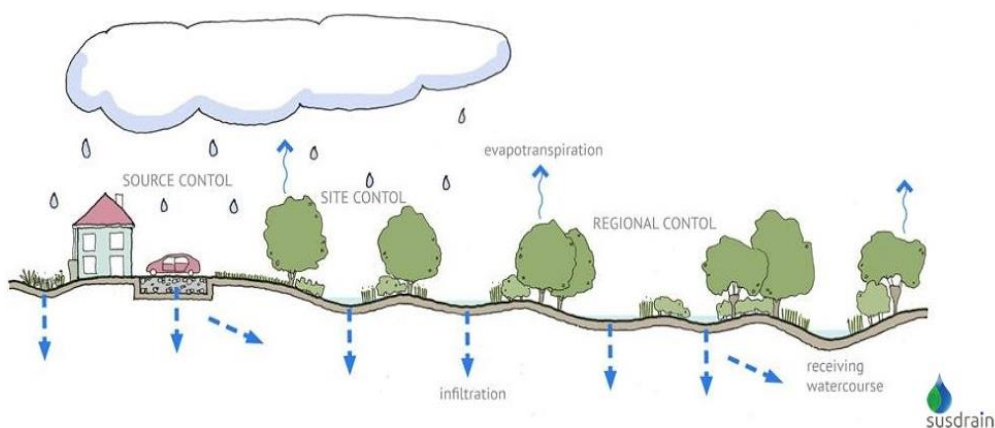


- Etapa 9: Alterar os caminhos do escoamento

Com o objetivo de controlar a duração do escoamento, da vazão de pico, aumentar o tempo de concentração e diminuir a erosão do solo, LID apresenta as seguintes alternativas:

- Preservação e aumento da cobertura vegetal e utilização de gramados no direcionamento do escoamento superficial;
- Projetar os caminhos das águas pluviais com a menor declividade possível;
- Aumentar e alargar os caminhos do escoamento, aumentando seu percurso do telhado e das vias até o exutório. Técnicas compensatórias pontuais e localizadas contribuem neste processo (Figura 13).

**Figura 13 - Estratégias de controle do escoamento superficial e promoção da infiltração da água no solo. Fonte: CIRIA 2010**



### **Etapa 10: Comparar a hidrologia de pré e pós-ocupação**

Após adotar estas estratégias de projeto, compara-se novamente as situações originais com aquelas decorrentes da ocupação, com o intuito de quantificar o controle aplicado pelo LID, avaliando como a necessidade ou não de utilização técnicas compensatórias adicionais.

### **Etapa 11: Complementar a aplicação do LID, caso necessário.**

Nesta última etapa, caso os objetivos finais do LID ainda não tenham sido alcançados, propõe-se o uso de IMPs (*Integrated Management Practices*) até alcançar as condições hidrológicas de pré-urbanização. O termo IMP correspondente, na literatura brasileira, às técnicas compensatórias,

apresentadas anteriormente. Nota-se que as técnicas compensatórias são apenas uma das estratégias do LID, que prioriza ações preventivas e não estruturais.

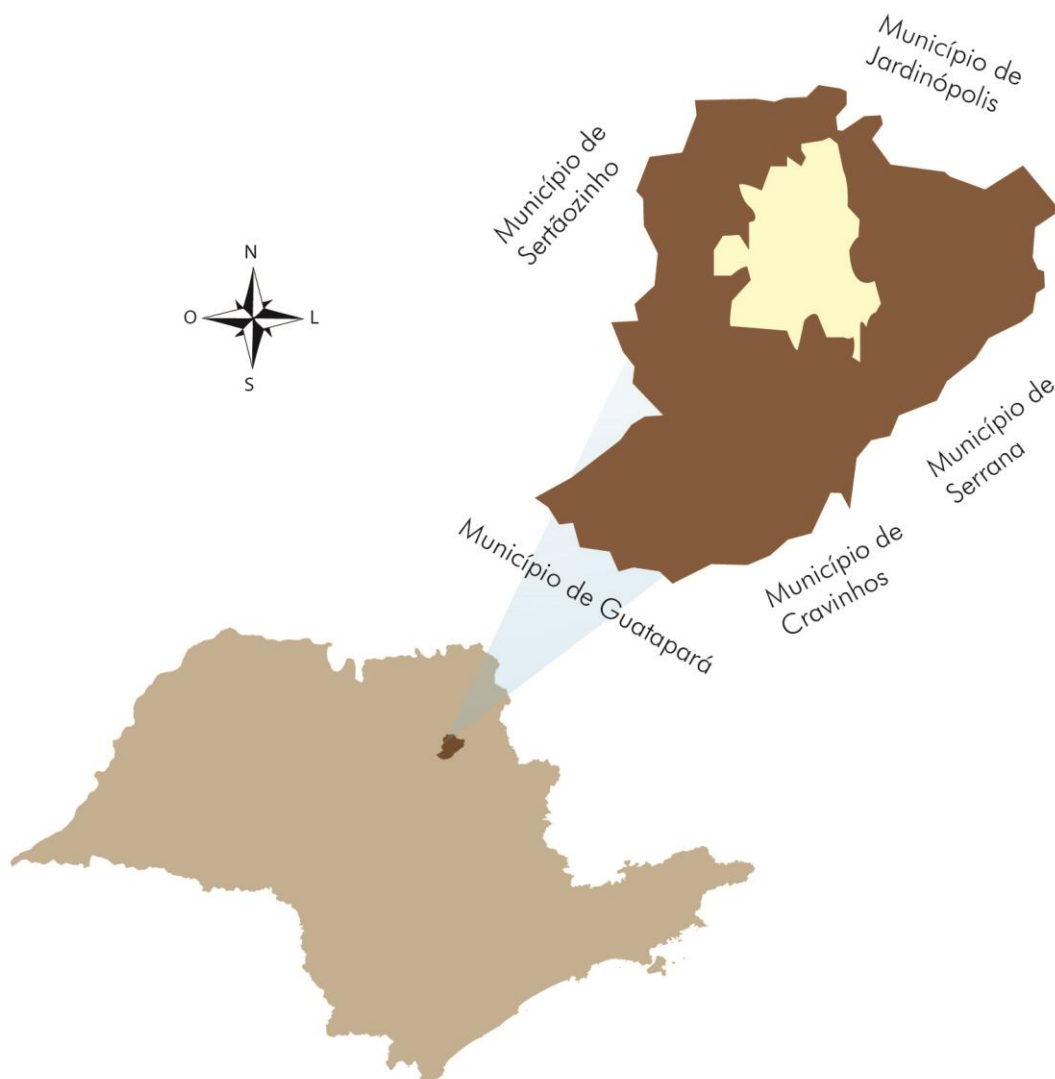
O conhecimento dos conceitos e etapas de aplicação do LID é referência para a elaboração da metodologia proposta nesta pesquisa. Ao entender que a drenagem urbana pode estar inserida dentro de um novo paradigma, busca-se uma visão holística sobre o tema. Dentro desta concepção contemporânea é essencial compreender as interações e apropriações dos usuários com os elementos de drenagem cada vez mais visíveis nos espaços urbanos.

#### 4 - METODOLOGIA

Os objetos avaliados situam-se na cidade de Ribeirão Preto - SP (Figura 14) que, assim como muitas cidades brasileiras, utilizam do uso de técnicas compensatórias para compensar os impactos hidrológicos causados pelo processo de urbanização. A partir do levantamento dos parcelamentos do solo que as utilizam como solução de drenagem, foram escolhidos dois casos a serem analisados.

Neste capítulo será detalhada a metodologia elaborada para atingir os objetivos listados anteriormente. O quadro 3 sintetiza a metodologia adotada no trabalho, nota-se que as etapas 1 e 2 fundamentam a escolha dos objetos de pesquisa, enquanto nas etapas 3; 4 e 5 é feita a análise e a comparação dos loteamentos.

**Figura 14 – Município e área urbana de Ribeirão Preto e localizados em relação ao Estado de São Paulo. Fonte: Elaborada pelo Autor**



**Quadro 3 - Síntese da metodologia de pesquisa. Fonte: Elaborado pelo autor**

	<b>Materiais e métodos</b>	<b>Resultados</b>	
<b>Escolha dos objetos de pesquisa</b>	1. Revisão bibliográfica e levantamentos prévios	- Levantamento da ocupação urbana e legislação relacionada à drenagem pluvial em Rib. Preto com base em: Mapas oficiais Documentos históricos Levantamentos aerofotogramétricos Documentos legais	-Síntese da evolução da ocupação e sistemas de drenagem -Discussão sobre legislação municipal a respeito de drenagem pluvial -Discussão sobre implantação de TC
	2. Seleção dos parcelamentos com uso de Técnicas compensatórias	- Levantamento dos parcelamentos que utilizam TC - Seleção dos parcelamentos analisados com base nos seguintes critérios: Modalidade - Loteamento ou Condomínio Prioridades de manejo - Detenção ou Infiltração Compensação de impactos hidrológicos - Obrigatório ou não	-Mapa de localização dos loteamentos com uso de TCs -Escolha dos parcelamentos: Loteamento Parque dos Servidores Condomínio Quinta do Golfe
<b>Análise e comparação hidrológica, ambiental e urbanística.</b>	3. Caracterização das condições de pré-ocupação das áreas dos parcelamentos	- Levantamentos: Mapas oficiais Legislação Fotos históricas Documentos técnicos/científicos	-Caracterização e discussão sobre: Zoneamento Urbanístico e Ambiental Condições físicas Sub-bacias hidrográficas Uso anterior à urbanização
	4. Caracterização urbanística e do sistema de drenagem dos parcelamentos	- Levantamentos: Projetos urbanísticos e de drenagem pluvial (oficiais) Memoriais descritivos Registros fotográficos Imagens aéreas	-Caracterização e discussão sobre: Uso do solo - Quadro de áreas Ocupação do solo - índices urbanísticos Sistema de drenagem
	5. Análise de uso e apropriação e integração dos espaços destinados às técnicas compensatórias	- Levantamentos: Projetos urbanísticos e de drenagem pluvial Registros fotográficos Relatos dos moradores Imagens aéreas	-Análise dos seguintes aspectos: Uso e ocupação do solo Propriedade e gestão Multifuncionalidade e apropriação do espaço Integração à paisagem  Condições de manutenção e risco sanitário

#### **4.1 – LEVANTAMENTO SOBRE A DRENAGEM EM RIBEIRÃO PRETO**

Inicialmente, buscou-se conhecer melhor a cidade escolhida, com a realização de pesquisa documental baseada em levantamentos aerofotogramétricos, mapas oficiais, fotos históricas, levantamento das bacias hidrográficas e legislação sobre drenagem urbana do município de Ribeirão Preto. Este material deu subsídio para um breve histórico da urbanização e dos sistemas de drenagem de Ribeirão Preto, bem como, das exigências legais a respeito do controle do escoamento superficial que motivaram a implantação de diversas técnicas compensatórias na cidade.

## **4.2 – SELEÇÃO DOS PARCELAMENTOS COM USO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS**

Para a escolha dos casos analisados, foi realizado levantamento de todos os parcelamentos do solo que utilizam técnicas de controle escoamento centralizado a céu aberto<sup>6</sup>, com base em imagens aéreas e vistorias *in loco*. A partir deste levantamento foram selecionados dois desses parcelamentos para análise, considerando as distintas características urbanísticas, ambientais e hidrológicas levantadas a partir do histórico de urbanização e drenagem de Ribeirão Preto.

Para a seleção dos objetos buscou-se condições diversas de implantação, como a modalidade de parcelamento de solo, loteamento ou condomínio; prioridade de manejo hidrológico da macrozona, detenção ou infiltração e a base técnico-legal que determinou a incorporação de técnicas compensatórias.

Inicialmente foi escolhido o loteamento de interesse social Parque dos Servidores, localizado na zona leste da cidade, em seguida, o condomínio Ipê Amarelo localizado na zona sul. No entanto, como não foi possível o acesso a este condomínio, devido à rigidez do sistema de segurança, foi escolhido outro parcelamento para a análise, no caso, o condomínio Quinta do Golfe, localizado na mesma bacia do condomínio anterior, conforme Figura 15. Enquanto o Condomínio Quinta do Golfe foi implantado em uma região ocupada por população de alta renda, à montante das áreas afetadas por enchentes, na bacia do Ribeirão Preto, o Loteamento Parque dos Servidores foi implantado em região de recarga do Aquífero Guarani e destinado à habitação de interesse social. Outra distinção refere-se ao fato da implantação da bacia de detenção do Condomínio Quinta do Golfe ter sido resultado das exigências legais sobre controle do escoamento pluvial, enquanto no Loteamento Parque dos Servidores a utilização de técnicas compensatórias foi definida exclusivamente para viabilidade econômica da gleba, pois a legislação que criou a obrigatoriedade ainda não tinha sido aprovada no município.

## **4.3 –ANÁLISE DOS PARCELAMENTOS ESCOLHIDOS**

Com os objetos de estudos definidos, foram feitas as caracterizações e análises de cada um dos parcelamentos escolhidos, baseadas inicialmente na metodologia proposta por Tavanti (2009) e adaptada por Baptista (2015) a partir de parâmetros hidrológicos, ambientais e urbanísticos. No

---

<sup>6</sup> O foco nas técnicas centralizadas justifica-se por ser a que apresenta maior interferência na paisagem urbana e pela dificuldade de levantamento de técnicas subterrâneas e/ou vinculada a um lote.

entanto, esse método foi reestruturado e adequado ao objetivo desta pesquisa, partindo da caracterização das condições de pré-ocupação, do parcelamento e de seu sistema de drenagem, para posteriormente, focar-se na análise sobre a apropriação do espaço e interação com o entorno da solução de controle de escoamento pluvial. Cada etapa, as quais serão detalhadas na sequência, considera momentos e escalas de planejamento diferentes quanto à ocupação do solo (Figura 15). Utilizam-se alguns dos parâmetros propostos por Tavanti (2012) e Baptista (2015), acrescidos de novos parâmetros, escolhidos para a realização da análise. Neste sentido, as experiências com construções de técnicas compensatórias do Grupo de Pesquisa em Sistemas Hídricos Urbanos da UFSCar (G-Hidro) e a literatura existente sobre o tema contribuíram para a proposição desses parâmetros.

**Figura 15 – Etapas de caracterização e análise das técnicas compensatórias e seu entorno.**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**



#### 4.3.1 - CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE PRÉ-OCUPAÇÃO DO PARCELAMENTO

A condição de pré-ocupação refere-se à caracterização do contexto anterior à implantação do parcelamento do solo, que de alguma forma pode ter interferido em sua urbanização. É essencial o conhecimento das condições de pré-ocupação na implantação do projeto urbanístico para mitigação dos impactos no ciclo hidrológico (DEPARTMENT OF DEFENSE, 2004). Neste sentido, espera-se verificar a interferência dos parcelamentos quanto à potencialização ou mitigação dos impactos gerados. Com base na legislação, em estudos técnicos sobre a região ocupada, bem como, em projetos e memórias aprovados, caracteriza-se o local de implantação do parcelamento, levantando informações como Macrozoneamento Ambiental e Urbanístico, localização em relação à bacia hidrográfica, vegetação, topografia, pedologia. São investigados ainda, com base em levantamentos topográficos da Prefeitura Municipal de Ribeirão Preto e do IBGE, eventuais passivos ambientais remanescentes ou mitigados e uso antrópico anterior à urbanização.

No quadro 4 resumem-se os parâmetros à serem considerados para a caracterização das condições de pré-ocupação.

**Quadro 4 - Parâmetros levantados a respeito das condições de pré-ocupação do parcelamento.**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**

Parâmetros	
Macrozoneamento / Zoneamento ambiental	
Bacia hidrográfica	
Uso anterior à urbanização	
Cobertura vegetal	Bioma
	Área (m <sup>2</sup> )
Passivo ambiental	
Declividade média da bacia (%)	
Capacidade de permeabilidade do solo (k) (mm/h)	

4.3.2 - CARACTERIZAÇÃO URBANÍSTICA E DO SISTEMA DE DRENAGEM DO PARCELAMENTO DO PÓS-OCUPAÇÃO.

Prince George's County (1999) afirma que o traçado urbanístico, tipologia dos lotes e das edificações e, principalmente, a impermeabilização do solo interferem diretamente no manejo das águas pluviais. Desta forma, são caracterizados parâmetros relacionados ao uso do solo, como identificação das áreas destinadas aos lotes, sistema viário, áreas verdes e institucionais, e parâmetros relacionados à ocupação do solo, como gabarito, taxa de ocupação, densidade e permeabilidade do solo. Esses dados foram obtidos com base nos projetos urbanísticos, imagens aéreas, registros fotográficos e informações da Secretaria de Planejamento e Gestão Pública de Ribeirão Preto.

Quanto ao sistema de drenagem, a caracterização abrange a identificação das técnicas compensatórias implantadas e parâmetros quantitativos relevantes para o seu dimensionamento, dados estes, obtidos nos projetos e memoriais descritivos de drenagem. Quanto aos parâmetros qualitativos, em vistorias aos parcelamentos foram verificados elementos que poderiam indicar algum risco de poluição, como acúmulo e resíduos nas áreas de drenagem, escoamento superficial de vias de grande fluxo de veículos<sup>7</sup> e passivos ambientais. Com essa caracterização busca-se relacionar a implantação das técnicas compensatórias ao uso e ocupação do solo e contextualizá-las ao sistema de drenagem implantado.

<sup>7</sup> Baptista *et al* (2011) afirma que vias de circulação de veículos acumulam óleos, graxas e metais pesados devido à resíduos de combustível e desgaste dos pneus dos carros, sendo a carga de poluentes proporcional ao fluxo de veículos na via.

Resumem-se no Quadro 5 apresenta os parâmetros relacionados à caracterização do projeto urbanístico e de drenagem.

**Quadro 5 - Parâmetros relacionados ao projeto urbanístico e de drenagem de pós-ocupação.**

**Fonte: Elaborado pelo autor**

Parâmetros	
Quadro de áreas	Área de lotes (m <sup>2</sup> )
	Sistema viário (m <sup>2</sup> )
	Institucional (m <sup>2</sup> )
	Área verde e de lazer (m <sup>2</sup> )
Índices urbanísticos	Gabarito (pavimentos)
	Taxa de ocupação (%)
	Densidade (hab/ha)
Áreas permeáveis (m <sup>2</sup> )	Nos lotes (m <sup>2</sup> )
	No sistema viário (m <sup>2</sup> )
	No sistema de áreas verdes (m <sup>2</sup> )
	Nas áreas institucionais (m <sup>2</sup> )
Sistema de drenagem	Tipos de técnicas compensatórias implantadas
	Tempo de retorno (anos)
	Coefficiente de escoamento superficial (c)
	Tempo de concentração (min)
	Volume de Detenção/infiltração (m <sup>3</sup> )
Risco de poluição da água	Subterrânea
	Corpos d'água

#### 4.3.3 - CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DE USO E DA APROPRIAÇÃO DO ENTORNO E DAS TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS

Com a caracterização do parcelamento, são propostos parâmetros para a análise do ponto de vista do uso e apropriação do espaço das técnicas compensatórias. Os parâmetros, relacionados a seguir, foram baseados na compreensão dos espaços públicos de Lynch (1981), onde o uso corresponde às habilidades das pessoas em utilizar determinado espaço e a apropriação, refere-se à posse dos usuários de um determinado lugar, de fato ou simbolicamente, bem como na hipótese apresentada nos manuais de LID (PRINCE GEORGE'S COUNTY, 1999 e DEPARTMENT OF DEFENSE, 2002), que a efetividade desses sistemas alternativos não consiste apenas em um bom projeto e execução, está diretamente relacionada à integração ao entorno, educação ambiental e manutenção das técnicas. Portanto, a análise das técnicas compensatórias considera o levantamento dos seguintes aspectos:

I) Uso e ocupação do solo destinado às técnicas compensatórias, para verificação do uso indicado em projeto e qual a área de ocupação em relação aos parcelamentos. Como são elementos



relativamente recentes implantados no espaço urbano, busca-se discutir, com base em suas funções de controle de escoamento pluvial e eventuais funções complementares, sobre a localização das destes dispositivos no parcelamento do solo urbano, se são áreas adequadas ou não.

II) Propriedade e gestão dos espaços ocupados pelas técnicas, que pode ser pública, privada ou mista, no caso de responsabilidade conjunta, por exemplo, entre o poder público e uma associação de moradores. Busca-se discutir o papel dos diferentes atores envolvidos na gestão desses espaços.

II) Funções complementares à hidrológica previstas em projeto, como a utilização para atividades esportivas, bem como, a verificação da forma de apropriação pela população dos espaços ocupados pelas técnicas compensatórias, com base em vistorias e registros fotográficos destes espaços.

IV) Integração da técnica ao seu entorno imediato, se está integrada ou não à paisagem, neste sentido, barreiras físicas e visuais, como cercas e muros podem ser considerados elementos negativos nesta análise, enquanto permeabilidade visual, tratamento paisagístico e conexão com áreas de circulação podem ser elementos positivos. Foram, para isto, usados registros fotográficos para identificar tais elementos.

V) Condições de manutenção, pois, sua precariedade pode comprometer o funcionamento das estruturas e depreciar visualmente o espaço, contribuindo para a rejeição dos moradores à sistemas alternativos de drenagem. A partir de registros fotográficos e relatos dos moradores, verificaram-se a existência, ou não, de deposição de entulho, de poda da vegetação, de solo exposto, de sinais de erosão e assoreamento. Tais elementos podem indicar se as condições de manutenção da técnica compensatória encontram-se precárias, razoáveis ou adequadas. Além disso, esses elementos estão diretamente associados a um eventual risco de proliferação de vetores de doenças, que pode ser constatado a partir da presença de pontos de estagnação de água junto às técnicas compensatórias.

Os parâmetros propostos estão relacionados no quadro 6.

**Quadro 6 - Parâmetros para a análise urbano-espacial das técnicas compensatórias. Fonte: Elaborado pelo autor**

<b>Parâmetros</b>
Área de projeção total (m <sup>2</sup> )
Uso do solo (Técnica compensatória)
Propriedade
Gestão
Multifuncionalidade (Prevista em projeto)
Apropriação do espaço
Integração à paisagem
Condições de manutenção
Risco sanitário

## **5 – DISCUSSÃO SOBRE URBANIZAÇÃO E DRENAGEM URBANA, EM ESPECIAL A UTILIZAÇÃO DAS TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS EM RIBEIRÃO PRETO**

Neste capítulo serão abordadas questões relacionadas à urbanização e drenagem urbana de Ribeirão Preto. A partir de um breve histórico sobre a ocupação da cidade, buscou-se identificar o contexto que motivou a aplicação da legislação relacionada ao manejo das águas pluviais e, conseqüentemente, a implantação de técnicas compensatórias centralizadas na cidade.

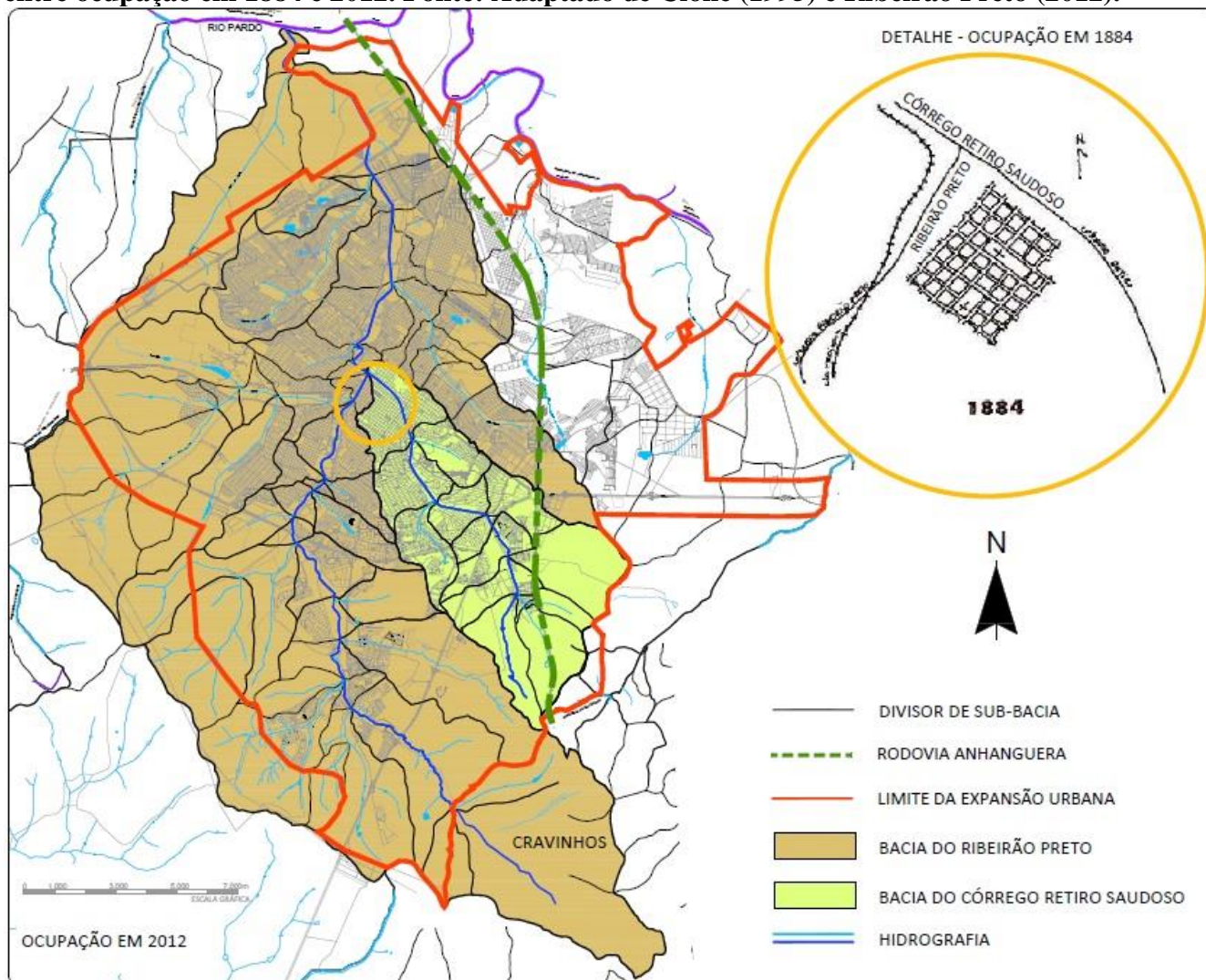
### **5.1 - URBANIZAÇÃO E DRENAGEM URBANA EM RIBEIRÃO PRETO-SP**

Localizado no nordeste paulista entre as bacias dos rios Pardo e Mogi-Guaçu, o município de Ribeirão Preto foi escolhido para o estudo devido ao seu intenso processo de urbanização intrínseco à problemática relacionada ao manejo das águas pluviais. Atualmente, com aproximadamente 600 mil habitantes, continua sua expansão urbana em ritmo acelerado, segundo o IBGE (2013), entre 2012 e 2013, foi o terceiro município como maior crescimento populacional entre as 30 maiores cidades brasileiras.

Assim como boa parte das cidades brasileiras, Ribeirão Preto inicia sua ocupação em áreas de fundo de vale. Cione (1995) afirma que as primeiras obras de retificação e canalização do Córrego Retiro Saudoso e do Ribeirão Preto datam de 1884 (Figura 17). Com o desenvolvimento da cafeicultura, a chegada da ferrovia Mogiana em 1883 e a vinda de grande número de imigrantes italianos no final do século XIX, a população que era de pouco mais de 10 mil habitantes em 1886, passou a aproximadamente 60 mil em 1900 (CIONE, 1995). Em função desta urbanização intensa e desordenada, desde o início do século XX, a cidade sofre com inundações, principalmente, na confluência dos dois corpos d'água.

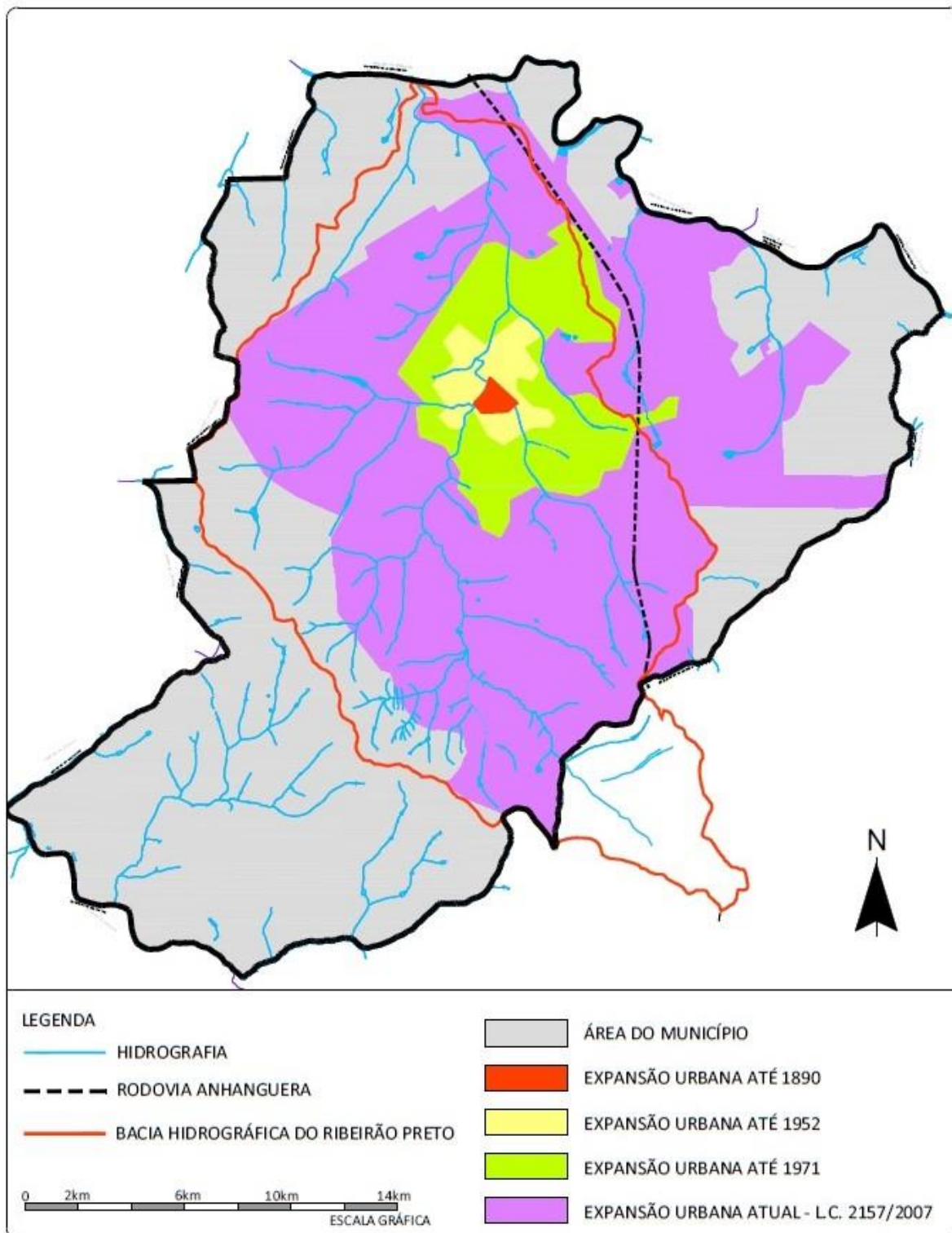
No início do século XX, devido a crise na economia cafeeira, este crescimento estabilizou-se e a população na década de 1940 era por volta de 80 mil habitantes (CIONE, 1995), no entanto, continuou-se ocupando áreas de várzeas, como a foi o caso da Vila Virgínia nas margens do Ribeirão Preto e da Vila Seixas, junto ao Retiro Saudoso.

**Figura 156 - Bacias e sub-bacias do ribeirão preto e córrego retiro saudoso e comparação entre ocupação em 1884 e 2012. Fonte: Adaptado de Cione (1995) e Ribeirão Preto (2012).**



A partir da década de 1950 a cidade volta a crescer intensamente e expande-se, principalmente à montante do Ribeirão Preto. Maia (2007) delimita a expansão da cidade cronologicamente em três partes (Figura 18), sendo a primeira até 1890, delimitada pelos ribeirões Preto e Retiro Saudoso. A segunda expansão até 1952, acompanha os vales fluviais, expandindo para a região norte em direção ao córrego Tanquinho e à oeste para o córrego do Laureano. A terceira expansão, até 1971, ocupa a bacia do Ribeirão Preto e do Córrego das Palmeiras, na zona leste e aumenta vinte vezes em relação à área apresentada em 1890. Atualmente se mantem os mesmos vetores de crescimento da década de 1970, expandindo-se principalmente na zona sul, com o avanço dos condomínios fechados, e na zona leste, em loteamentos de interesse social, em área de recarga do Aquífero Guarani (GOULART *et al*, 2012).

Figura 167 – Expansão urbana de Ribeirão Preto. Fonte: Adaptado de Maia (2007).



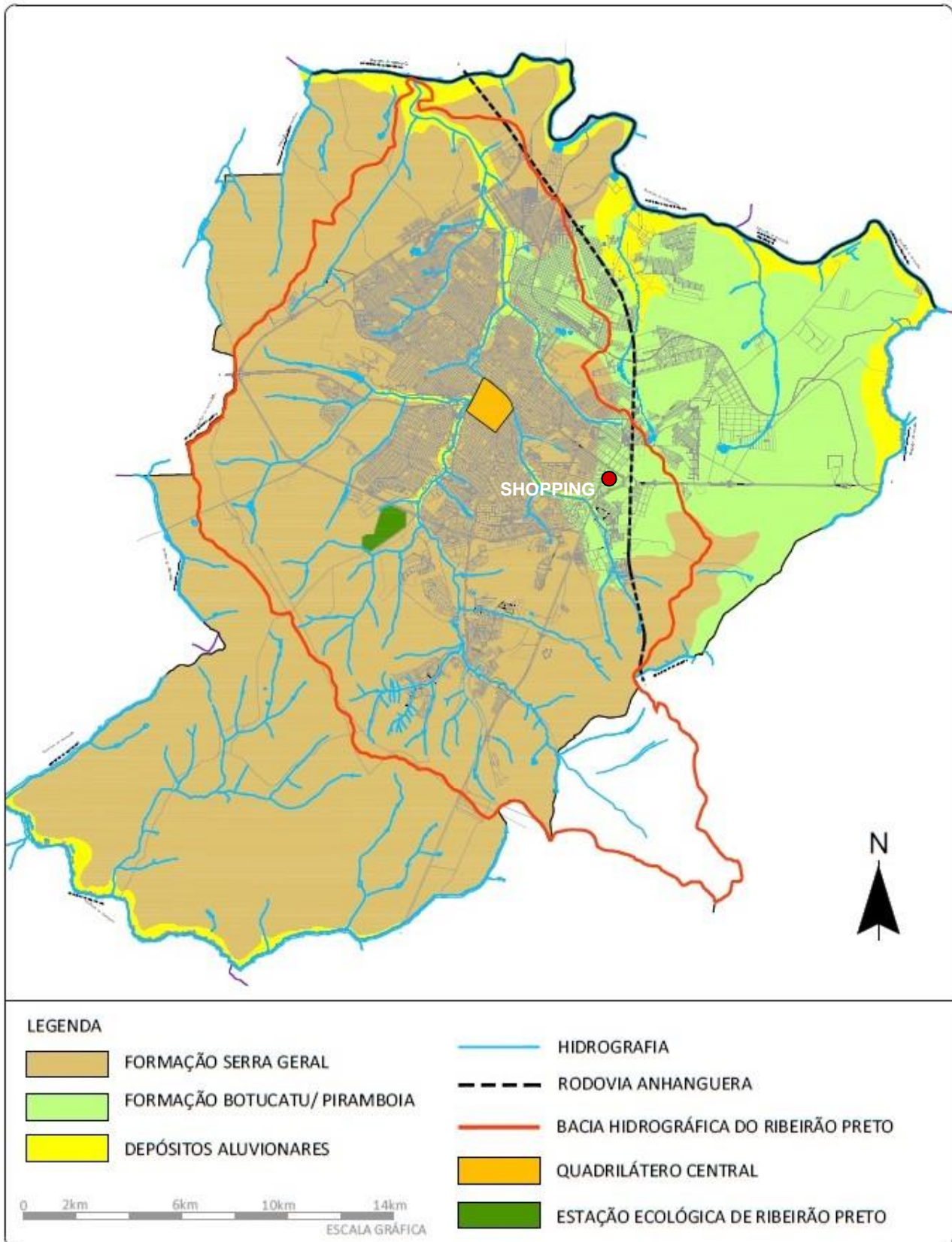
Mesmo ocupando intensamente a bacia do Ribeirão Preto, ressalta-se que até o final da década de 1990, não havia políticas públicas para compensar os impactos causados por este processo de urbanização. Com a remoção da cobertura vegetal e aumento da impermeabilização do solo, interferiu-se no ciclo hidrológico, tornando as inundações mais frequentes e intensas.

Além dos impactos da urbanização, que resultaram diretamente na ocorrência de inundações, há grande preocupação com a manutenção do aquífero sob a porção leste da cidade.



Sob as formações geológicas Botucatu e Piramboia (Figura 19) e um solo com alta capacidade de infiltração, a região é considerada como local de recarga da principal fonte de água subterrânea da cidade, o Aquífero Guarani (SINELLI 1987).

**Figura 178 – Geologia do Município. Fonte: Adaptado de Ribeirão Preto (2002)**



Neste processo de ocupação, vários empreendimentos implantados na cidade contribuíram para os impactos hidrológicos citados, no entanto, alguns casos chamam a atenção por suas dimensões. Destaca-se, por exemplo, um *shopping center* implantado em 1999, na zona leste da cidade e inserido na bacia do Ribeirão Preto, ou seja, sob um solo com grande capacidade de infiltração e a montante das áreas historicamente afetadas por inundações. Este empreendimento ocupou uma das maiores áreas remanescente de cerrado na cidade de Ribeirão Preto e impermeabilizou mais de 25 hectares sem qualquer mecanismo de controle do escoamento pluvial (Figuras 19 e 20), subvertendo a paisagem e as condições hidrológicas originais.

**Figura 19 – Shopping Center localizado na ZUE – mais de 25 ha de área impermeável. Fonte: Jr Estúdio Fotográfico, 2012**



A compensação dos impactos hidrológicos e ambientais entrou em discussão apenas na década de 1990, com implantação de instrumentos legais relacionados à regulação do uso e ocupação do solo urbano. Tais instrumentos e seus desdobramentos serão discutidos posteriormente neste capítulo.

Paralelamente à inserção de parâmetros de drenagem urbana na legislação municipal para implantação de novos parcelamentos do solo, entre os anos de 1990 e 2000 foram executadas grandes obras de drenagem visando à minimização dos prejuízos sociais e econômicos decorrentes da urbanização já consolidada. A principal intervenção, concluída em 2011, foi feita na confluência

dos ribeirões Preto e Retiro Saudoso, quando se promoveu o alargamento e canalização, dos trechos ainda não canalizados destes corpos d'água mostrados na Figura 17, aumentando em mais de três vezes a vazão da água neste trecho (TASQUETI, 2012). Adotaram-se, portanto, os mesmos preceitos higienistas de evacuação rápida do escoamento pluvial para a compensação dos impactos existentes. Neste sentido, Fontes (2009) comenta que essa intervenção foi bastante polêmica na época, enquanto parte do governo a defendia como única solução, outros técnicos e conselhos municipais exigiam que alternativas fossem investigadas com profundidade pelo fato da área ser patrimônio histórico e cultural.

Por se tratar de uma intervenção recente, ainda faltam estudos sobre sua efetividade, no entanto, já é previsto pelo poder público outra grande obra estrutural à jusante da região da baixada<sup>8</sup>. Junto à Avenida Eduardo Andréia Matarazzo (Via Norte), planeja-se continuar a canalização do Ribeirão Preto, dando sequência à lógica higienista de drenagem urbana através de grandes intervenções estruturais e transferindo, novamente, os impactos hidrológicos à jusante.

## **5.2 - LEGISLAÇÃO RELACIONADA À DRENAGEM URBANA**

As questões relacionadas ao manejo sustentável das águas pluviais começam a ser inseridas na legislação de Ribeirão Preto a partir da década de 1990. Neste sentido, destacam-se as leis complementares compostas pelo Plano Diretor, Código Municipal do Meio Ambiente e a Lei de Parcelamento Uso e Ocupação do Solo, estas, que segundo Baptista *et al* (2011) estão entre os instrumentos de política urbana que podem repercutir de forma mais efetiva sobre o emprego de técnicas compensatórias de drenagem pluvial.

Todos os documentos legais levantados relacionados à drenagem urbana foram indicados no Quadro 7.

---

<sup>8</sup> Denominação popular da confluência entre os ribeirões Preto e Retiro Saudoso.

**Quadro 3 - Documentos legais e procedimentos de gestão relacionados à drenagem urbana de Ribeirão Preto. Fonte: Organizado pelo autor**

Data	Documento Legal	Aspectos relacionados à drenagem urbana em Ribeirão Preto		
1995	Plano Diretor Municipal Lei Complementar Nº501/1995	Criação de zoneamento ambiental segundo aspectos geológicos, hidrológicos e biológicos com base na ocupação atual e riscos potenciais.		
		Definição do objetivo dos sistemas de drenagem urbana: assegurar o conforto e segurança dos habitantes.		
1996	Carta Ambiental Municipal	Mapeamento do zoneamento previsto no Plano Diretor:	ZPM - Zona de Proteção Máxima	
			ZUD - Zonas de Uso Disciplinado	
			ZUE - Zona de Uso Especial	
2002	Revisão da Carta Ambiental	Atualização das Zonas de Proteção Máxima.		
2002	Plano Diretor de Macrodrenagem (Ainda não regulamentado)	Delimitação das barragens à montante da confluência dos ribeirões Preto e Retiro Saudoso.		
2003	Revisão do Plano Diretor	Não Acrescentou novos parâmetros de drenagem.		
2004	Código Municipal do Meio Ambiente - Lei Complementar Nº1616/2004	Regulamentação das exigências de controle de escoamento superficial.		
		Determinação que as estruturas de drenagem deverão ser dimensionadas considerando a vazão de pico referente a um TR de 100 anos.		
		APP de 60 metros à montante do Ribeirão Preto, no trecho externo ao anel viário.		
		Definição de prioridades no manejo das águas pluviais.	ZUD - Prioridade para detenção	
			ZUE - Prioridade para infiltração	
		Determinação das reservas de áreas verdes em parcelamentos.	ZUD - 20%	
	ZUE - 35%			
Indicação da possibilidade de implantação de técnicas compensatórias no sistema de áreas verdes.				
2005	Lei Ordinária Municipal Nº10631/2005	Obrigatoriedade na execução de técnica compensatória em toda construção com área coberta igual ou superior a 200 m <sup>2</sup> .		
2007	Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo - Lei Complementar Municipal Nº2157/2007	Zoneamento urbanístico baseado no zoneamento ambiental.	ZUP - Zona de Urbanização Preferencial	(ZUD)
			ZUC - Zona de Urbanização Controlada	
			ZUR - Zona de Urbanização Restrita	
	Definição das áreas mínimas dos lotes.	ZUP - 125 m <sup>2</sup>		
		ZUC - 250 m <sup>2</sup>		
		ZUR - 140 m <sup>2</sup>		
Código de Obras Municipal Lei Complementar Nº2158/2007	Taxa de permeabilidade mínima de acordo com o tamanho do lote.	até 400m <sup>2</sup>	5%	
		de 401 a 1.000m <sup>2</sup>	10%	
		> 1.000m <sup>2</sup>	10% ZUD	
			15% ZUE	
2012	Revisão da Lei de Parcelamento do Solo - Lei Complementar Municipal Nº2505/2012	Condições para inserção de bacias de detenção/infiltração no sistema de áreas verdes.	Prever uso multifuncional.	
			Não exceder 25% do total de áreas verdes.	
			Garantir a segurança dos usuários.	
			Prevenir a contaminação do solo.	



## 5.2.1 - PLANO DIRETOR MUNICIPAL

Em 1995 foi aprovada a Lei Complementar nº 501/1995, que dispõe sobre a instituição do Plano Diretor do Município de Ribeirão Preto. Este plano elaborou diretrizes gerais para o desenvolvimento municipal e organização territorial, abrindo espaço para que instrumentos de política urbana fossem posteriormente discutidos e elaborados, como por exemplo, o Código Municipal do Meio Ambiente e as leis de parcelamento, uso e ocupação do solo.

Em relação às questões de drenagem pluvial foi exposta a vaga definição de que o sistema de drenagem deveria abranger todo município, com o objetivo de garantir a “segurança e conforto” da população (RIBEIRÃO PRETO, 1995). No entanto, o principal avanço está relacionado à definição do Zoneamento Ambiental, considerando principalmente aspectos hidrogeológicos, com base na ocupação existente até o momento e na fragilidade a partir de riscos potenciais, sendo divididas nas seguintes zonas:

***Zona de Proteção Máxima (ZPM): abrangendo as planícies aluvionares (várzeas); margens de rios, córregos, lagoas, reservatórios artificiais e nascentes, nas larguras previstas pelo Código Florestal (lei Federal nº4.771/65 alterada pela Lei nº 7803/89) e Resolução nº 04/85 do conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA); áreas recobertas com vegetação natural remanescente; demais áreas de Preservação Permanente que ocorram no Município;***

***Zona de Uso Especial (ZUE): referente á área de afloramento das Formações Botucatu e Pirambóia, que compõe o Aquífero Guarani;***

***Zona de Uso Disciplinado (ZUD): compreendendo a área da Formação Serra Geral (basalto).***

Desta forma foi reforçada a necessidade de preservação dos mananciais, áreas de fundo de vale e demais áreas sujeitas à inundação. Estas zonas foram identificadas e mapeadas na carta ambiental do Município, elaborada em 1996 e revisada em 2002.

Posteriormente à aprovação do Plano Diretor, a Secretaria de Planejamento e Gestão Ambiental começou a emitir, em diretrizes para ocupação do solo, exigências sobre o controle do escoamento pluvial em determinados empreendimentos da época. Como tal exigência ainda não era regulamentada, ficava a cargo do corpo técnico da municipalidade a análise das especificidades de cada ocupação para determinar sua aplicação. Apesar de avançar no controle dos impactos pluviais, a abrangência de medidas de controle do escoamento pluvial ainda era bastante limitada por não estar especificado na legislação municipal.

## 5.2.2 - PLANO DE MACRODRENAGEM

O Plano Diretor de Macrodrenagem de Ribeirão Preto, elaborado em 2002 (HIDROSTUDIO) por uma empresa de engenharia sob encomenda do governo municipal, propôs a construção de 14 bacias de retenção de águas pluviais dentro do perímetro urbano (FONTES, 2009).

Ainda segundo Fontes (2009) o plano recomenda “impacto hidrológico zero” para cada nova ocupação urbana, compensando os picos de vazão na macrodrenagem devido a impermeabilização do solo. Quanto ao tratamento de fundo de vales, o plano sugere a não retificação dos cursos d’água, o não aterro de margens, a recuperação de vegetação ciliar e, quando necessária canalização, a adoção de medidas que mantenham o escoamento em padrão semelhante ao natural (FONTES, 2009). Mesmo que ainda não regulamentado, o Plano Diretor de Macrodrenagem é uma importante referência e instrumento de planejamento, inclusive balizou a elaboração do Código Municipal do Meio Ambiente.

## 5.2.3 - CÓDIGO MUNICIPAL DO MEIO AMBIENTE

Em 2004 foi regulamentada a primeira lei complementar prevista pelo Plano Diretor, trata-se da Lei nº 1616/2004, também conhecida como Código Municipal Do Meio Ambiente, que dispõe sobre os instrumentos da política ambiental de Ribeirão Preto e estabelece normas gerais para a administração da qualidade ambiental.

Além da regulamentação das exigências solicitadas nas diretrizes de ocupação do solo e de parte do Plano de Macrodrenagem, citadas anteriormente, definiu ainda, as prioridades no manejo das águas pluviais e reserva de áreas verdes baseado no Zoneamento Ambiental. Para novas ocupações localizadas na ZUD foi definido como prioridade o retardo do escoamento superficial, com objetivo de mitigar o impacto das enchentes urbanas. Ainda nesta zona, a lei exige a reserva de 20% do total da gleba para áreas verdes e a preservação de 60 metros de APP junto ao Ribeirão Preto, no trecho à montante da baixada e externo ao anel viário. Enquanto nas áreas localizadas na ZUE, área de recarga dos aquíferos Botucatu e Piramboia, prioriza-se a infiltração das águas pluviais, inclusive com a exigência de reserva de áreas verdes em 35% da área de cada gleba a ser ocupada.

Em relação à denominação do espaço ocupado por dispositivos de controle de escoamento, estabelece ainda, que reservatórios de retenção/infiltração podem ser computados na porcentagem destinada às áreas verdes, desde que coberta por vegetação rasteira resistente aos encharcamentos e não implique na retirada de vegetação arbórea nativa.

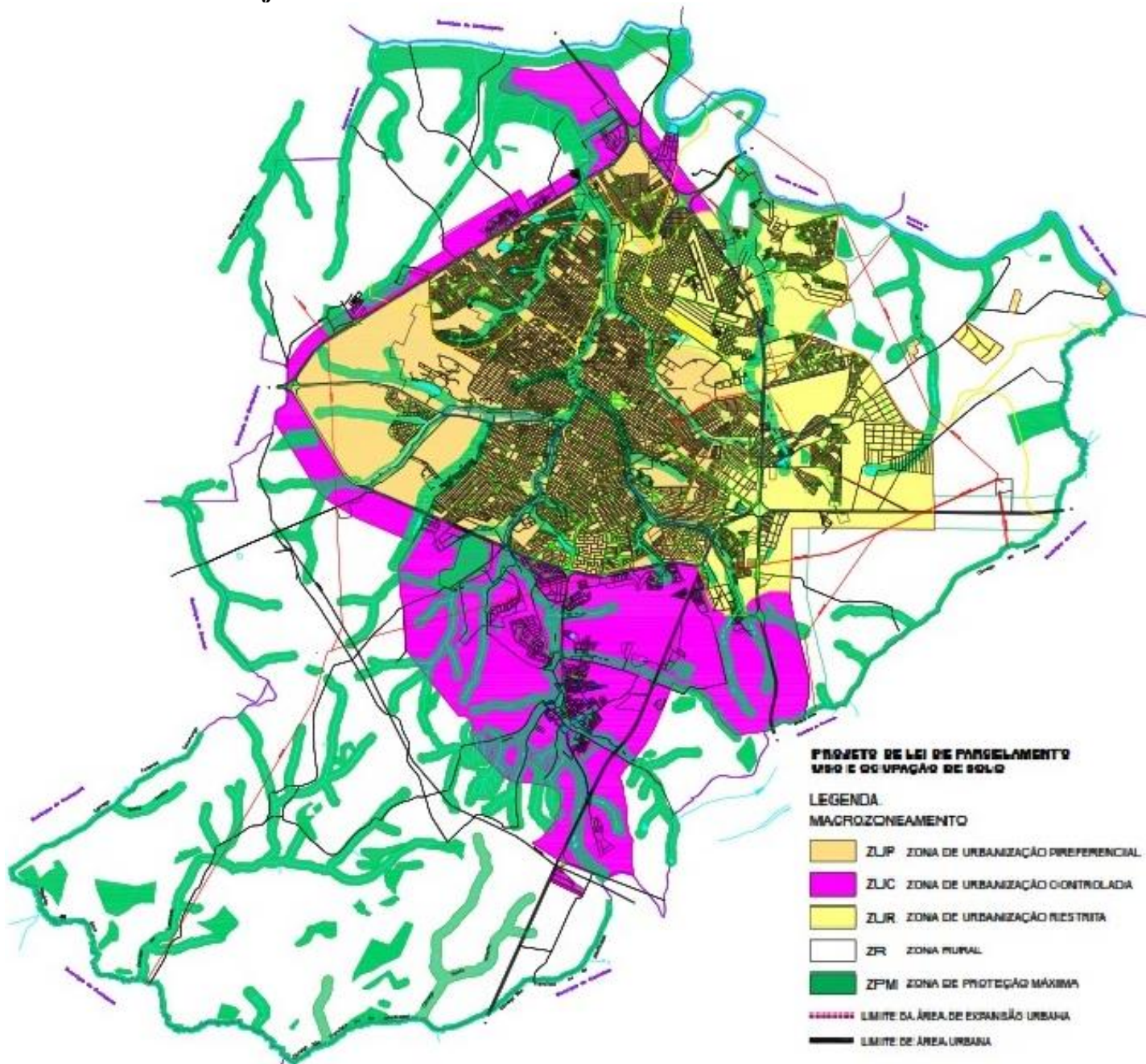
#### 5.2.4 – LEI DE PARCELAMENTO, USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Na Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo, Lei Complementar nº2157/2007, destaca-se o Macrozoneamento Urbanístico (Figura 21) como item de maior influência para a drenagem urbana. Foi elaborado baseado no Zoneamento Ambiental, sendo definidas quais seriam as possibilidades de ocupação e restrições urbanísticas para estas zonas. Dentro da Zona de Uso Disciplinado, descrito no Zoneamento Ambiental foram delimitadas outras duas zonas: a Zona de Urbanização Preferencial (ZUP) e a Zona de Urbanização Controlada (ZUC). A ZUP localiza-se dentro do anel viário perimetral à área urbana, onde são permitidas densidades altas (2000 hab/ha) e lotes com a até 125m<sup>2</sup>, área mínima estabelecida pela Lei Federal nº6766/1979. Externo a este perímetro localiza-se a ZUC, onde também são permitidas densidades altas, porém a fração mínima permitida é de 250 m<sup>2</sup>. A chamada Zona de urbanização restrita (ZUR) se manteve igual à ZUE (Zoneamento Ambiental) e permite densidade populacional líquida de até 850 hab/ ha e lotes com área mínima de 140 m<sup>2</sup>.

Ainda em relação ao parcelamento do solo, a doação de áreas públicas é diferenciada de acordo com a modalidade, enquanto em loteamentos são exigidos os percentuais para áreas verdes de acordo com o Código do Meio Ambiente acrescido os 5% para fins institucionais, em condomínios a reserva de áreas públicas totaliza 20%, distribuídos entre áreas verdes e/ou institucionais. A lei ainda cita as chamadas Zonas de Impacto de Drenagem, no entanto, ainda hoje estas áreas não foram localizadas no território do município ou mesmo regulamentadas.

A revisão desta lei em 2012, a Lei complementar nº 2.505/2012, inseriu restrições à implantação das bacias de controle de escoamento nas áreas destinadas às áreas verdes e de lazer. Passou a exigir que se atendam cumulativamente as funções de retardo do deflúvio e de sistemas de áreas verdes e de lazer, que possua dispositivo que garanta a segurança dos usuários e previna a contaminação do solo por detritos, além de não exceder a um quarto do total do Sistema de Áreas Verdes e de Lazer.

**Figura 180 – Macrozoneamento de Ribeirão Preto conforme L.C. nº2157/2007. Fonte: Secretaria de Planejamento e Gestão Pública – Ribeirão Preto.**



### 5.2.5 – DEMAIS LEGISLAÇÕES

Além das leis citadas anteriormente, outras leis municipais consideram questões relacionadas à drenagem urbana. A Lei Ordinária Municipal nº10631-2005, prevê o controle de escoamento direto na fonte ao exigir a execução de sistemas de infiltração/armazenamento de águas pluviais em edifícios com mais de três pavimentos e/ou com área coberta igual ou superior a 200m<sup>2</sup>. Foi adotado o mesmo critério do Código Municipal do Meio Ambiente em relação à prioridade do manejo das águas pluviais, ou seja, quando a edificação estiver localizada em Zona de Uso Especial

(ZUE) a prioridade é infiltração – conforme análise geológica citada no texto, quando estiver em Zona de Uso Disciplinado (ZUD) a prioridade é o armazenamento.

No caso do Código de Obras Municipal, Lei Complementar nº 2158/2007, foi estabelecida a taxa de permeabilidade mínima nos lotes de acordo com as suas áreas, conforme indicado no Quadro 7. Nessas áreas reservadas à infiltração é admitido o uso de pavimentos permeáveis (neste caso é considerada apenas a área efetivamente vazada de cada pavimento). Destaca-se que todos os lotes do município estariam sujeitos a alguma taxa de permeabilidade.

### **5.3 – IMPLANTAÇÃO DE TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS EM RIBEIRÃO PRETO**

Este arcabouço legislativo aos poucos foi alterando a relação da urbanização com o manejo das águas pluviais a partir de medidas estruturais e não estruturais. Destaca-se a efetividade destas últimas por atuarem de forma preventiva, ao garantir a reserva de áreas permeáveis e proteger as áreas sensíveis de drenagem, como fundos de vale e áreas de recarga do Aquífero Guarani, portanto, podem ser considerados importantes instrumentos para um planejamento sustentável.

As medidas estruturais de controle centralizado visam compensar os impactos causados pela urbanização e sua implantação inicia-se a partir da década de 1990, época em que apenas alguns empreendimentos implantaram tais dispositivos, ainda não regulamentados pela legislação. Neste período, destaca-se o Loteamento Nova Aliança, implantado na zona sul do município, como a primeira bacia de retenção associada a um parque urbano. Segundo Fontes (2009), esse loteamento ocupou cerca de 1Km<sup>2</sup>, e seu reservatório na cabeceira do curso d'água favoreceu o controle do escoamento sobre outros 3Km<sup>2</sup> de área urbanizada a jusante.

Fontes (2009) observa que o “parque” tornou-se visualmente atraente pelo bom tratamento paisagístico da obra de engenharia, entretanto, em termos de uso efetivo, toda a área verde é comprometida com o reservatório, devido à declividade acentuada entre o passeio e o espelho d'água. Nesse sentido, não favorece outros usos além da pesca, que por sua vez, também é comprometida por resíduos acumulados, carregados pelas chuvas (figura 22).

Os moradores do entorno praticam caminhadas na área, mas, para esse fim, utilizam as calçadas estreitas externas ao parque, confinadas entre o gradil que resguarda todo o perímetro do reservatório/parque e as avenidas que o margeiam. Fontes (2009) destaca este é um “bom” exemplo sobre os conflitos de uso que podem ser gerados entre reservatórios de controle de enchentes e as possibilidades ou limitações de lazer na área.



**Figura 191 – Bacia de detenção com espelho d’água permanente no loteamento Nova Aliança com tratamento paisagístico interessante, porém com restrições de uso e lixo acumulado.**  
**Fonte: Elaborado pelo autor**



A implantação das bacias de controle centralizado a céu aberto ocorreu principalmente em parcelamentos nas zonas sul e leste da cidade, que foram as zonas que mais se expandiram a partir da década de 1990, como ilustra a figura 23. Ao todo foram executadas 29 bacias em loteamentos e 20 bacias em condomínios, demonstrando a efetividade da legislação na implantação de técnicas compensatórias em novos parcelamentos.

Apesar da predominância das técnicas de controle centralizado, as estruturas implantadas nos parcelamentos apresentam algumas variações relacionadas à forma e à função. Quanto à forma, os principais condicionantes referem-se à modalidade e às dimensões do parcelamento, sendo comum em pequenos condomínios<sup>9</sup> a utilização de reservatórios subterrâneos, enquanto em grandes condomínios<sup>10</sup> e loteamentos predominam os reservatórios a céu aberto. Ainda em relação à forma, alguns parcelamentos utilizam bacias com espelho d’água permanente, geralmente quando próximos de um corpo d’água, como o caso do Loteamento Nova Aliança, no entanto, prevalecem as bacias de detenção secas. Quanto à função, a legislação municipal é clara, como indicado anteriormente dependendo da localização em relação ao Zoneamento Ambiental, poderá ser destinada à infiltração ou a detenção das águas pluviais.

Destaca-se também a preocupação com o controle do escoamento próximo à fonte com a exigência de técnicas vinculadas ao lote, bem como, com a qualificação dos espaços destinados às

---

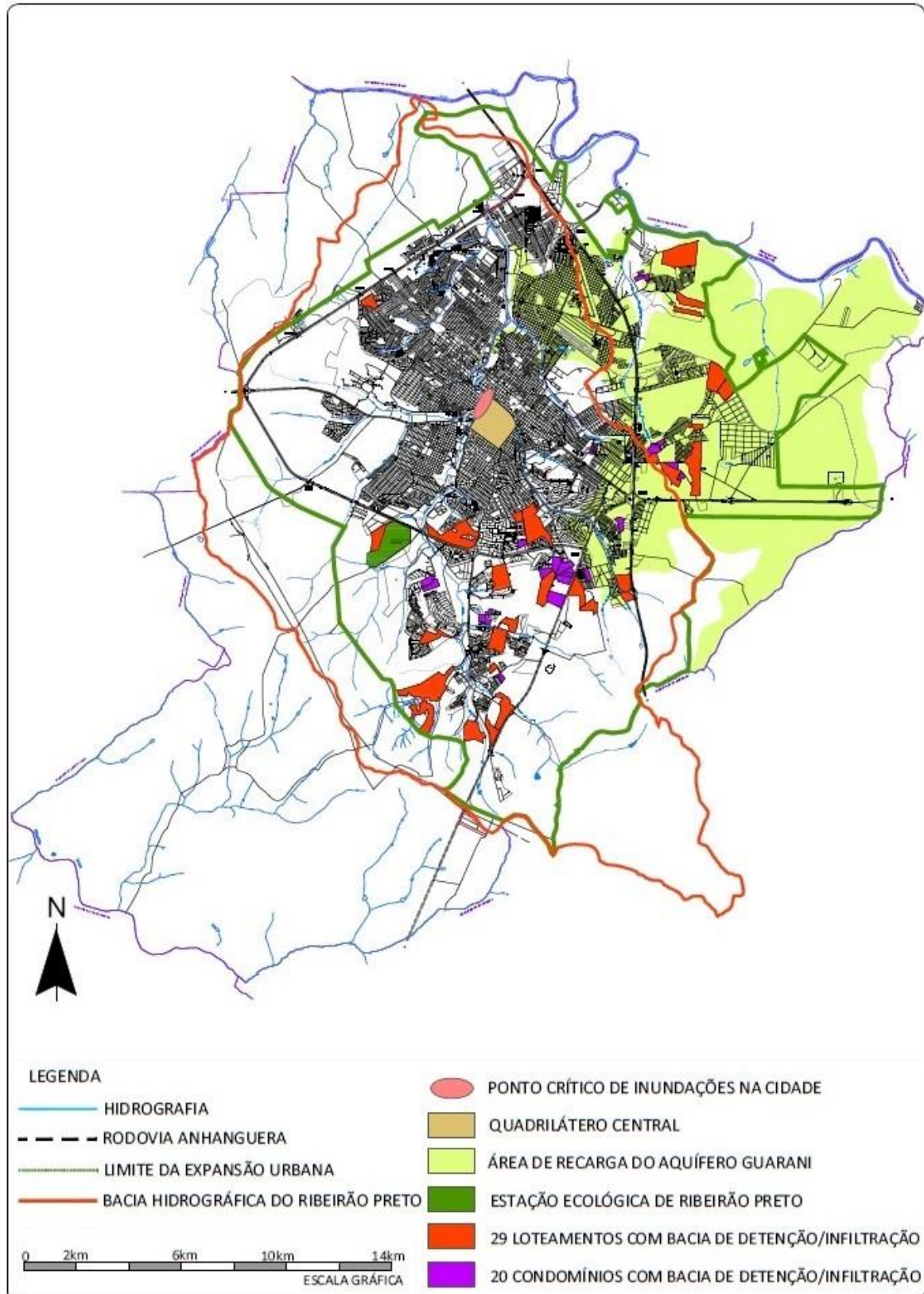
<sup>9</sup> Principalmente condomínios verticais.

<sup>10</sup> Principalmente condomínios horizontais.

técnicas de controle centralizado. Esta última, discutida na revisão da lei de parcelamento do solo, em 2012, com a expectativa da implantação de estruturas que possam representar paisagens multifuncionais na cidade, mostrando que o tema é pauta de discussão de gestão e ainda prevê atualizações.

**Figura 202 – Loteamentos e condomínios com técnicas de controle centralizado a céu aberto.**

**Fonte: Elaborado pelo autor**



A implantação dessas estruturas de controle do escoamento nos atuais vetores de crescimento da cidade evidencia o avanço para a compensação dos impactos hidrológicos por conta da legislação. No entanto, abre-se a discussão sobre a qualificação desses novos elementos na paisagem urbana da cidade, apesar da lei de parcelamento, uso e ocupação do solo de 2012 prever estruturas multifuncionais, sua definição é muito vaga e não garante a qualificação efetiva desses espaços.

Outro ponto, refere-se a continuidade destas políticas de manejo das águas pluviais, no caso de Ribeirão Preto não existe regulamentação para tributos específicos ou incentivos financeiros de drenagem urbana que poderiam fomentar a continuidade dessas políticas, bem como a participação da população na gestão das técnicas compensatórias inclusive já adotado em algumas cidades brasileiras, como Porto Alegre, Recife e Manaus.

Dantas (2014) afirma que a tributação ambiental pode garantir a geração de recursos para o custeio de serviços públicos de natureza ambiental e a orientar o comportamento dos contribuintes para a preservação do meio ambiente, aplicando-se diretamente à manutenção das técnicas compensatórias. Enquanto Kawatoko (2011) destaca o “IPTU Hidrológico” como instrumento de gestão efetivo para o controle dos impactos pluviais na escala do lote urbanos. Este instrumento estimula o cidadão a tomar a iniciativa de implantação de alguma técnica compensatória e se informar melhor sobre o tema, tendo em vista os incentivos econômicos.

A legislação de Ribeirão Preto busca estabelecer parâmetros para o manejo das águas pluviais adequado às condições locais. Neste sentido destaca-se a previsão das medidas não estruturais, como a garantia de reservas adicionais de áreas verdes nas áreas de recarga do Aquífero Guarani e junto as margens do Ribeirão Preto. Essas medidas atuam de forma preventiva em relação aos impactos hidrológicos e ainda podem trazer benefícios adicionais associado as áreas verdes urbanas, como dissipação de ilhas de calor, melhoria da saúde da população, preservação da fauna e flora local, entre outros benefícios.

Quanto a obrigatoriedade de medidas estruturais, foi verificado a efetividade da legislação na implantação sistêmica de técnicas compensatórias. Em novos loteamentos e condomínios de Ribeirão Preto, localizados nas áreas que foram urbanizadas após as exigências legais, é visível a presença destas estruturas na paisagem urbana. Novamente, condicionantes locais balizam o manejo das águas pluviais, priorizando a infiltração nas áreas de recarga e a detenção nas sub-bacias que direcionam o escoamento às áreas afetadas por inundações.

Apesar de bem-sucedida em garantir a implantação das estruturas de controle do escoamento, a legislação tem suas contradições e limitações. A legislação não indica parâmetros que possam qualificar os espaços destinados às técnicas compensatórias, deixando apenas a cargo do empreendedor a intenção por um tratamento melhor no projeto desses espaços. Salienta-se que a



literatura reforça a importância de estruturas multifuncionais em sistemas alternativos de drenagem, enquanto sua implantação na cidade restringe-se ainda apenas à sua função principal e ao campo da engenharia civil.

Quanto às questões relacionadas ao uso e ocupação, parece contraditório a lei que regula o parcelamento do solo possibilitar a implantação de lotes menores em sua Zona de Urbanização Restrita do que em outras zonas da cidade, bem como, fazer restrições ao gabarito das edificações. Questiona-se o fato de que, notadamente, lotes menores com unidades térreas tendem a deixar menos áreas permeáveis que lotes maiores com edificações mais verticalizadas, inclusive os manuais de LID incentivam a verticalização como estratégia para a reserva de mais áreas permeáveis.

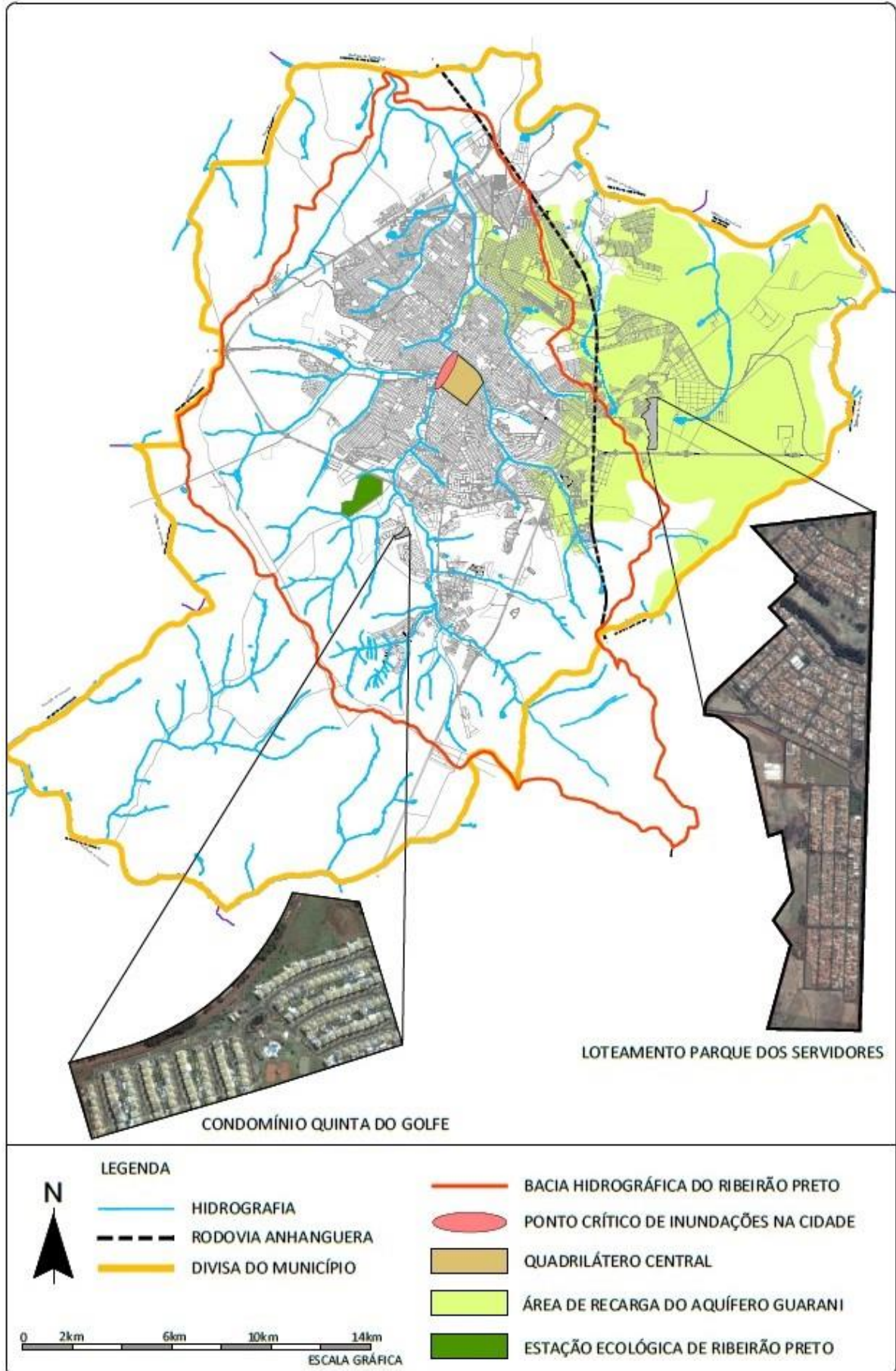
Outro ponto refere-se à obrigatoriedade de construção de técnicas vinculadas ao lote, onde entende-se que apenas a legislação não garante sua efetividade. Experiências de outras cidades mostram que a efetividade destas técnicas está relacionada com a elaboração de manuais técnicos, educação e conscientização da população e dos técnicos envolvidos, bem como sua constante manutenção e fiscalização. Para tanto, faltam instrumentos que possam dar continuidade a esta política de manejo das águas pluviais, como tributos específicos ou incentivos financeiros de drenagem urbana.

De qualquer forma, no que tange a legislação é preciso avançar na elaboração de parâmetros que consigam vincular o projeto urbanístico com os sistemas alternativos de drenagem. Os resultados da legislação são recentes e as experiências consolidadas devem ser estudadas e monitoradas para a revisão e aperfeiçoamento das políticas públicas voltadas para o manejo sustentável das águas pluviais.

## **6 – CARACTERIZAÇÃO E ANÁLISE DOS PARCELAMENTOS E TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS ESCOLHIDAS**

Neste capítulo, será feita a caracterização e análise, a partir do uso e apropriação do espaço, das técnicas compensatórias nos dois parcelamentos escolhidos, considerando as características ambientais, hidrológicas e urbanísticas distintas. Sendo analisados, portanto, o Condomínio Quinta do Golfe, implantado na zona sul da cidade, em uma região ocupada por população de alta renda, à montante das áreas afetadas por enchentes, bem como o Loteamento Parque dos Servidores que foi implantado na zona leste da cidade, em região de recarga do Aquífero Guarani e destinado à habitação de interesse social (Figura 23). Entre suas diferenças está o fato da implantação da bacia de retenção do Condomínio Quinta do Golfe ter sido resultado das exigências legais sobre controle do escoamento pluvial enquanto no Loteamento Parque dos Servidores a utilização de técnicas compensatórias foi definida para viabilidade econômica da gleba.

**Figura 213- Localização dos parcelamentos escolhidos em relação ao município de Ribeirão Preto. Fonte: Elaborado pelo autor com base em Ribeirão Preto (2012)**



## 6.1 – CONDOMÍNIO QUINTA DO GOLFE

Aprovado pela municipalidade em 2008, o primeiro caso analisado refere-se à bacia de detenção do Condomínio Quinta do Golfe, cuja implantação é resultado das exigências legais de controle do escoamento pluvial regulamentadas pelo Código Municipal do Meio Ambiente de 2004.

### 6.1.1 - CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE PRÉ-OCUPAÇÃO DO PARCELAMENTO

O condomínio localiza-se na zona sul da cidade, em uma sub-bacia do Ribeirão Preto (Figura 24), definida segundo o Zoneamento Ambiental como Zona de Uso Disciplinado e, conforme Macrozoneamento Urbanístico, Zona de Urbanização Controlada. Neste sentido, a legislação aponta como prioridade a detenção das águas pluviais, controlando o escoamento para que a vazão máxima seja igual ou inferior às condições de pré-ocupação da gleba, justamente para não contribuir com inundações a jusante. Quanto às características físicas, a gleba apresenta declividade média de 5%, em uma região onde o solo predominante é classificado como latossolo roxo (KOTCHETKOFF HENRIQUES, 2003), de textura argilosa com baixa suscetibilidade a erosão e condições não tão favoráveis à infiltração, com coeficiente de permeabilidade estimado de  $1,0 \times 10^{-5}$  cm/s (KLEIN e LIBARDI, 2002)<sup>11</sup>.

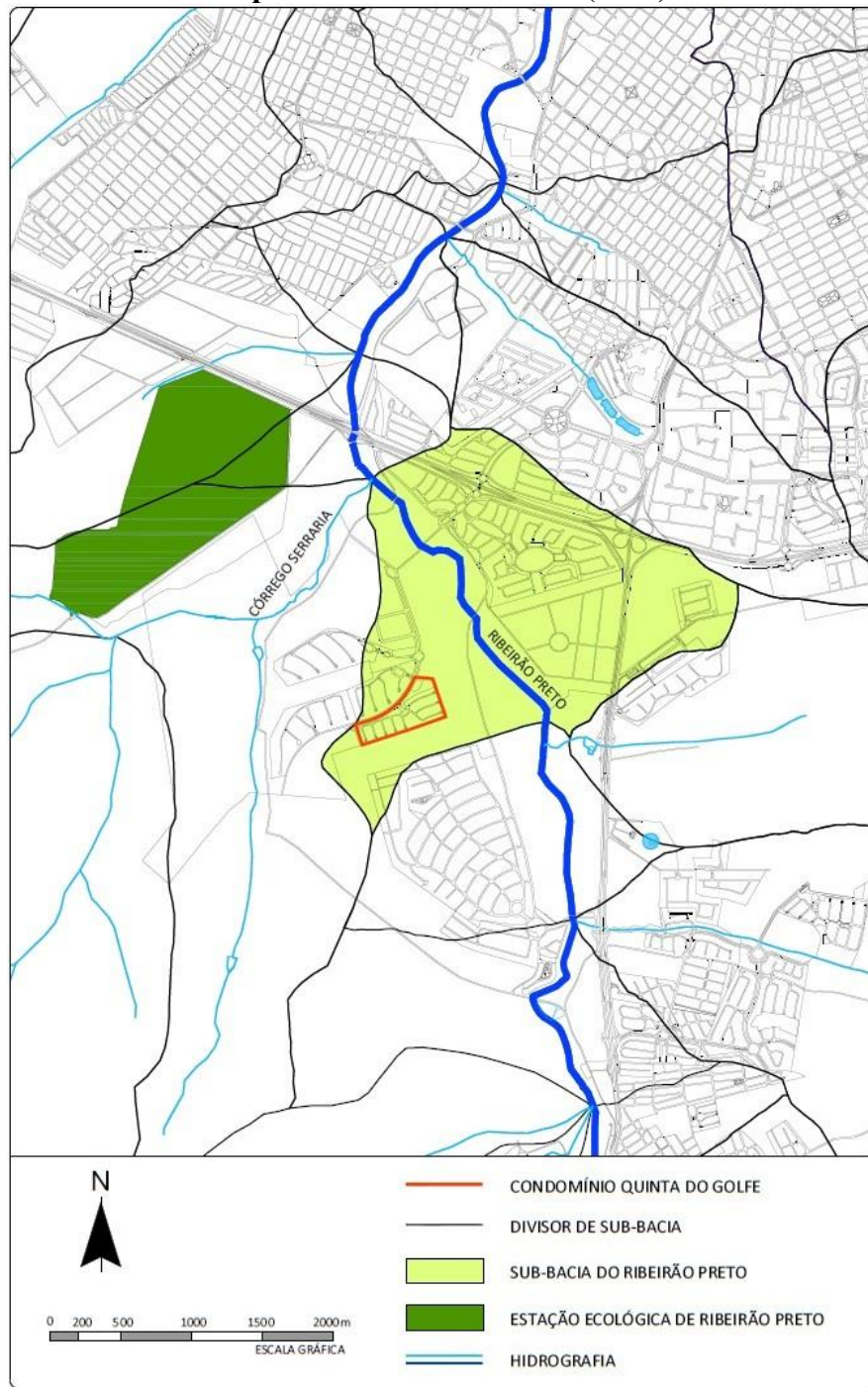
A gleba objeto de parcelamento fazia parte da Fazenda Retiro do Ipê, da qual foi desmembrada, sendo que anteriormente à urbanização, era destinada à agricultura conforme verificado nos levantamentos aerofotogramétricos da década de 1970 (Figura 25). Apesar da proximidade da Estação Ecológica de Ribeirão Preto<sup>12</sup>, o loteamento não ocupou uma área importante para a conectividade com outros fragmentos, conforme indicado pelo Plano de Manejo da Estação Ecológica (FUNDAÇÃO FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2003). Portanto, anteriormente à urbanização a área do loteamento encontrava-se com a cobertura vegetal natural totalmente descaracterizada e não possuía nenhuma diretriz específica de reflorestamento.

---

<sup>11</sup> Como não foram feitos ensaios de infiltração, buscou-se na literatura para estimar o coeficiente de infiltração.

<sup>12</sup> Unidade de Conservação Estadual conhecida como Mata de Santa Tereza, o maior fragmento de Floresta Estacional Semidecidual do município e com maior riqueza em espécies de fauna e flora (Fundação Florestal do Estado de São Paulo, 2003).

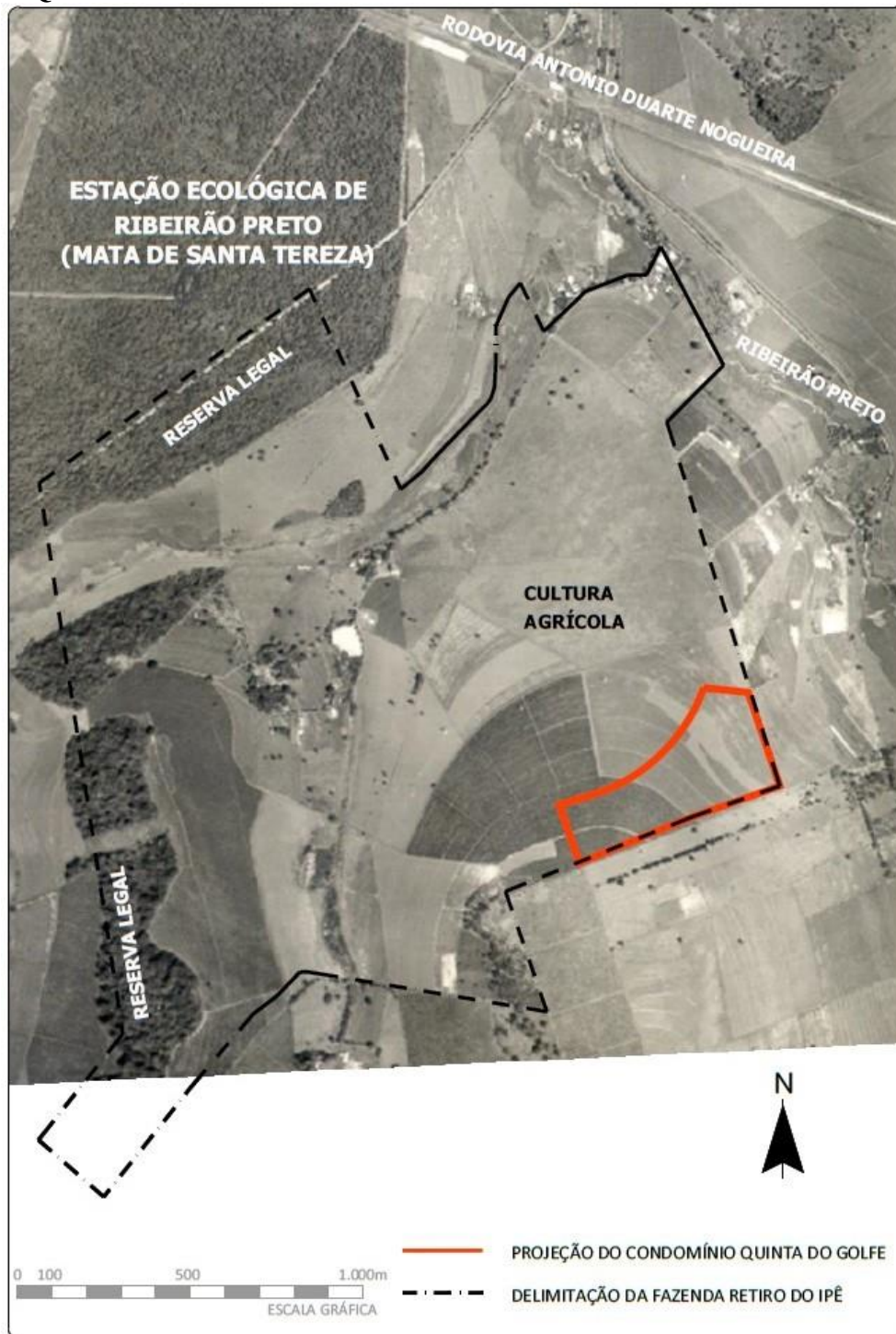
**Figura 22 - Localização do Condomínio Quinta do Golfe e sub-bacia do Ribeirão Preto à qual está inserida. Fonte: Adaptada de Ribeirão Preto (2012)**



Tendo em vista as condições físicas da região, a gleba não apresentava nenhum condicionante específico que impedisse ou restringisse sua urbanização, exceto pela compensação dos impactos hidrológicos, exigido a todos os parcelamentos. Obviamente pode-se questionar do ponto de vista urbanístico o afastamento do tecido urbano ou o tipo de ocupação escolhido, no entanto neste trabalho não se propõe a discussão urbanística sobre a relação do loteamento com a cidade, mas a relação da bacia de retenção com seu entorno. Portanto, a síntese das condições de pré-ocupação à serem consideradas para a gleba pode ser visualizada no Quadro 8.



Figura 23- Aerofotogramétrico datado de 1972 da Fazenda Retiro do Ipê, da qual o Condomínio Quinta do Golfe foi desmembrado. Fonte: Ribeirão Preto 1972



Quadro 4 - Parâmetros relacionados às condições de pré-ocupação do Condomínio Quinta do Golfe. Fonte: Elaborado pelo autor

Parâmetros		
Macrozoneamento / Zoneamento ambiental		ZUC / ZUD
Bacia hidrográfica		Ribeirão Preto
Uso anterior à urbanização		Rural
Cobertura vegetal	Bioma	Floresta Estacional Semidecidual
	Área (m <sup>2</sup> )	0,00 m <sup>2</sup>

Passivo ambiental	Não
Declividade média (%)	5%
Suscetibilidade à erosão	Baixa
Capacidade de infiltração do solo (k)	$1,0 \times 10^{-5}$

### 6.1.2 - CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO URBANÍSTICO E DO SISTEMA DE DRENAGEM DO PARCELAMENTO

Para a urbanização da gleba o empreendedor optou por uma modalidade de parcelamento do solo denominada condomínio urbanístico. Segundo a definição da Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2007), trata-se da divisão de um imóvel em unidades autônomas destinadas à edificação, às quais correspondem frações ideais das áreas de uso comum dos condôminos, sendo admitida abertura de vias de domínio privado internamente ao perímetro do condomínio.

- Uso do solo e ocupação do solo

O Condomínio é destinado ao uso residencial, exceto por um único lote destacado para uso comercial externo à área condominial. No interior do condomínio, além das unidades residenciais, são reservadas áreas de uso comum no sistema viário, sistema de lazer e equipamentos comunitários, destinados à recreação e vigilância (figura 26). Apresentam-se os valores obtidos dos parâmetros de uso do solo das quadras, os índices urbanísticos e os percentuais de áreas permeáveis no Quadro 9.

Quanto às áreas públicas, nota-se, de acordo com o Quadro 9, que pouco mais de 20% da área objeto de parcelamento foi destinada ao uso público, distribuídos entre sistema viário, sistema de lazer e área institucional. Como a legislação exige a doação de, no mínimo, 20% da gleba distribuídos entre áreas verdes e institucionais<sup>13</sup>, a princípio pode parecer que a doação de áreas verdes está irregular, no entanto, anteriormente ao parcelamento do solo foi feita a averbação de 20% da área de toda Fazenda Retiro do Ipê (figura 25) como reserva legal, de modo que as áreas verdes públicas no condomínio seriam excedentes à exigência legal.

Quanto à ocupação do solo, trata-se de um parcelamento com baixa densidade populacional, onde todas as unidades residenciais foram construídas pelo empreendedor (figura 27). As edificações apresentam três opções de fachadas, mas com a mesma organização interna, altura limitada a dois pavimentos, com recuos dos lotes bem definidos e outras restrições para alterações, produzindo uma paisagem bem padronizada, intencionalmente marcada por sua artificialidade cenográfica.

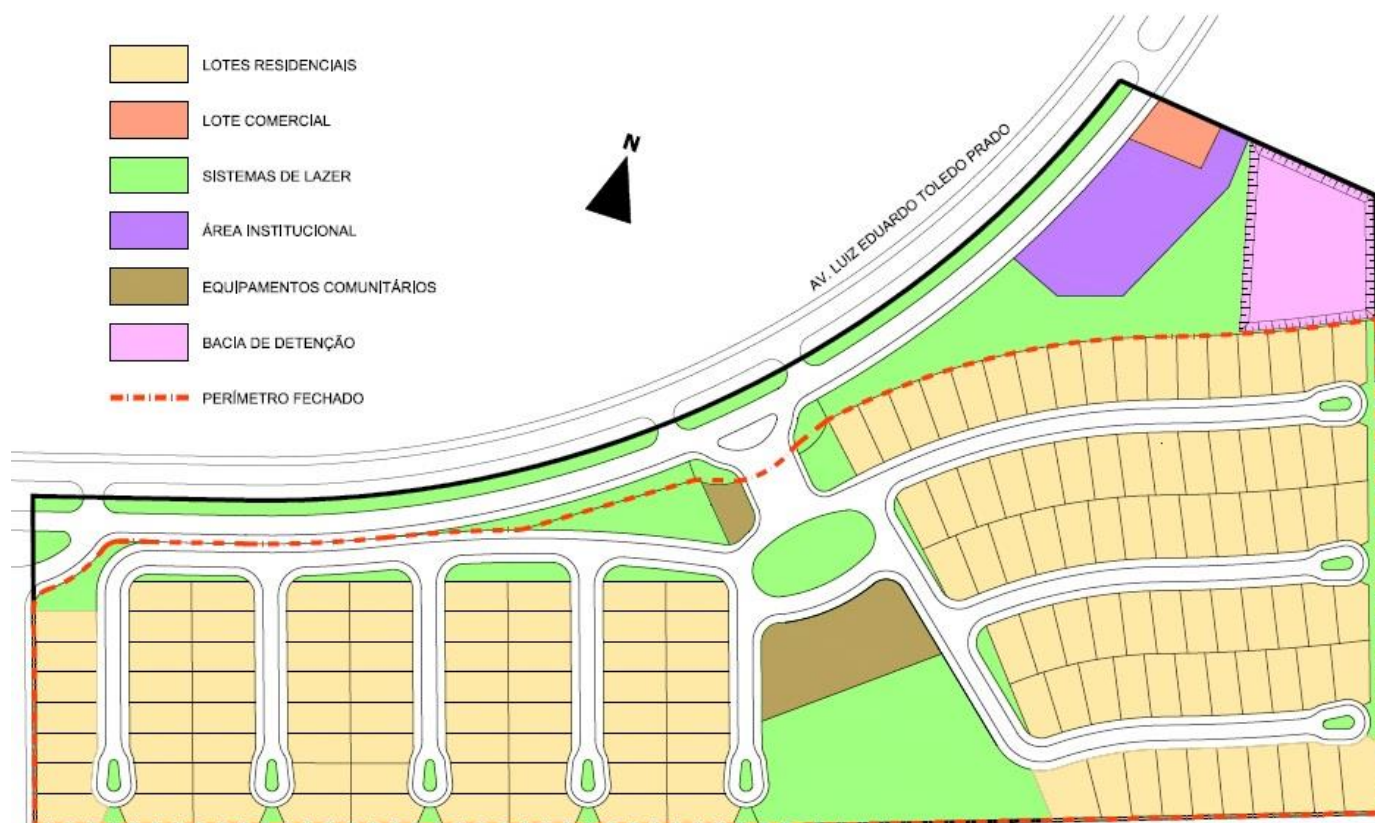
<sup>13</sup> As regras de doações de áreas públicas em condomínio e loteamentos são diferentes, conforme indicado no capítulo 5.

**Quadro 5 - Parâmetros relacionados ao projeto urbanístico e de drenagem. Fonte: Elaborado pelo autor**

Parâmetros		Resultados	
Quadro de áreas	<b>Área do condomínio</b>	<b>107.535,33 m<sup>2</sup></b>	<b>79,39 %</b>
	Sistema viário (m <sup>2</sup> )	27.395,14 m <sup>2</sup>	20,23 %
	Sistema de lazer (m <sup>2</sup> )	13.903,22 m <sup>2</sup>	10,26 %
	Equipamentos Comunitários (m <sup>2</sup> )	3.624,91 m <sup>2</sup>	2,68 %
	Área dos lotes (m <sup>2</sup> )	62.612,06 m <sup>2</sup>	46,22 %
	<b>Área comercial externa ao condomínio</b>	<b>736,05 m<sup>2</sup></b>	<b>0,50 %</b>
	<b>Áreas públicas</b>	<b>27.180,08 m<sup>2</sup></b>	<b>20,07 %</b>
	Sistema viário (m <sup>2</sup> )	7.886,83 m <sup>2</sup>	5,82 %
	Institucional (m <sup>2</sup> )	4.127,62 m <sup>2</sup>	3,05 %
	Área verde e de lazer (m <sup>2</sup> )	15.165,63 m <sup>2</sup>	11,20 %
	<b>Área total da Gleba</b>	<b>135.451,46 m<sup>2</sup></b>	<b>100,00 %</b>
Índices urbanísticos	Gabarito (pavimentos)	Térreo + 1 pavimento	
	Taxa de ocupação (%)	60 %	
	Densidade (hab/ha)	37,65 hab/ha	
Áreas permeáveis 67.894,63 m <sup>2</sup> (50,44%)	Nos lotes (m <sup>2</sup> )	32.042,12 m <sup>2</sup>	23,61 %
	No sistema viário (m <sup>2</sup> )	3.528,20 m <sup>2</sup>	2,60 %
	No sistema de áreas verdes (m <sup>2</sup> )	26.161,96 m <sup>2</sup>	19,31 %
	Nas áreas para equip. Comunitários (m <sup>2</sup> )	2.537,44 m <sup>2</sup>	1,87 %
	Nas áreas institucionais (m <sup>2</sup> )	3.624,91 m <sup>2</sup>	3,05 %
Sistema de drenagem	Técnicas compensatórias implantadas	Bacia de detenção	
	Tempo de retorno (anos)	100 anos	
	Tempo de concentração (min)	10 minutos	
	Coefficiente de escoamento superficial (c)	0,70	
	Volume de detenção máximo (m <sup>3</sup> )	12.360,00 m <sup>3</sup>	
Risco de poluição da água	Subterrânea	Baixo	
	Corpos d'água	Baixo	

Ainda em relação à ocupação do solo, a bacia de detenção foi implantada na porção pública da gleba, externamente ao perímetro indicado na figura 26, em área destinada ao sistema de lazer e representa 3,19% da área total parcelada. Quando comparado em relação ao todo, a bacia pode ocupar uma porção relativamente pequena, no entanto, em relação às áreas públicas de sistema de lazer sua proporção é bem maior, uma vez que ocupa quase um terço destas áreas. Salienta-se ainda que um outro terço é destinado apenas para canteiros da avenida e rotatórias, ou seja, a bacia de detenção ocupa quase metade das áreas efetivas de sistema de lazer, ou seja, excluídos canteiros centrais e rotatórias que pouco podem servir ao lazer com conforto e segurança, tão pouco tem alguma função ambiental relevante.

**Figura 24 – Projeto urbanístico - uso do solo e delimitação da bacia de detenção. Fonte: Elaborado pelo autor**



O sistema viário de domínio privado é composto por vias de acesso às unidades, todas com 15 metros de largura, sendo 7 metros para a circulação de veículos e 4 metros de passeio de cada lado. Salienta-se que a dimensão mínima para o leito carroçável em loteamentos é de 9 metros, admitindo-se 8 metros apenas em situações especiais<sup>14</sup>, visto que a legislação municipal é mais flexível quanto às dimensões do sistema viário para condomínios quando comparado a loteamentos, mesmo que em vias funcionalmente semelhantes.

Ao reduzir a área do leito carroçável e aumentar a largura do passeio foi possível destinar uma faixa gramada de 2,70m, mantendo parte do passeio permeável. Inclusive no projeto urbanístico boa parte do solo permanece permeável, além da Reserva Legal preservada antes do parcelamento, estima-se que 50,44 % da gleba atualmente é mantido permeável (Figura 28).

Este valor foi estimado com base em fotos aéreas e vistorias no local, onde se verificou que as áreas, institucional, comercial e de sistema de lazer, mantêm quase totalmente suas superfícies permeáveis, nas unidades residenciais é mantida uma área gramada em boa parte do recuo frontal, assim como no recuo de fundo. O sistema viário mantém parte das suas áreas permeáveis por conta das faixas gramadas no passeio. Esta estimativa considera a ocupação atual, mesmo sendo prevista a diminuição dessas áreas permeáveis no futuro, como no caso da área institucional e do lote

<sup>14</sup> Vias com menos de 200 metros de comprimento terminadas em cul-de-sac e em loteamentos de interesse social.



comercial, bem como é possível que alterações impermeabilizem áreas internas ao condomínio, como a ocupação do recuo de fundo das unidades. No entanto, em uma simulação de ocupação total com base nas estimativas do memorial de drenagem (ENGENHARIA E AMBIENTE, 2006), chega-se a uma área permeável de 30% da gleba parcelada, ainda alta quando comparado à outras ocupações convencionais<sup>15</sup>.

**Figura 25 - Unidades habitacionais padronizadas.**

**1. Vista aérea do condomínio**

**2;3 e 4. Tipologias diferentes de unidades residenciais com faixa gramada no recuo frontal.**

**5. Espelho d'água na entrada do condomínio.**

**Fonte:** Disponível em: <http://sp.olx.com.br/regiao-de-ribeirao-preto/imoveis/quinta-do-golfe-casa-condominio-prox-shopping-28104634> - Acesso em novembro de 2014



**Figura 26 - Áreas permeáveis do Condomínio Quinta do Golfe. Fonte: Engenharia e Ambiente (2006)**

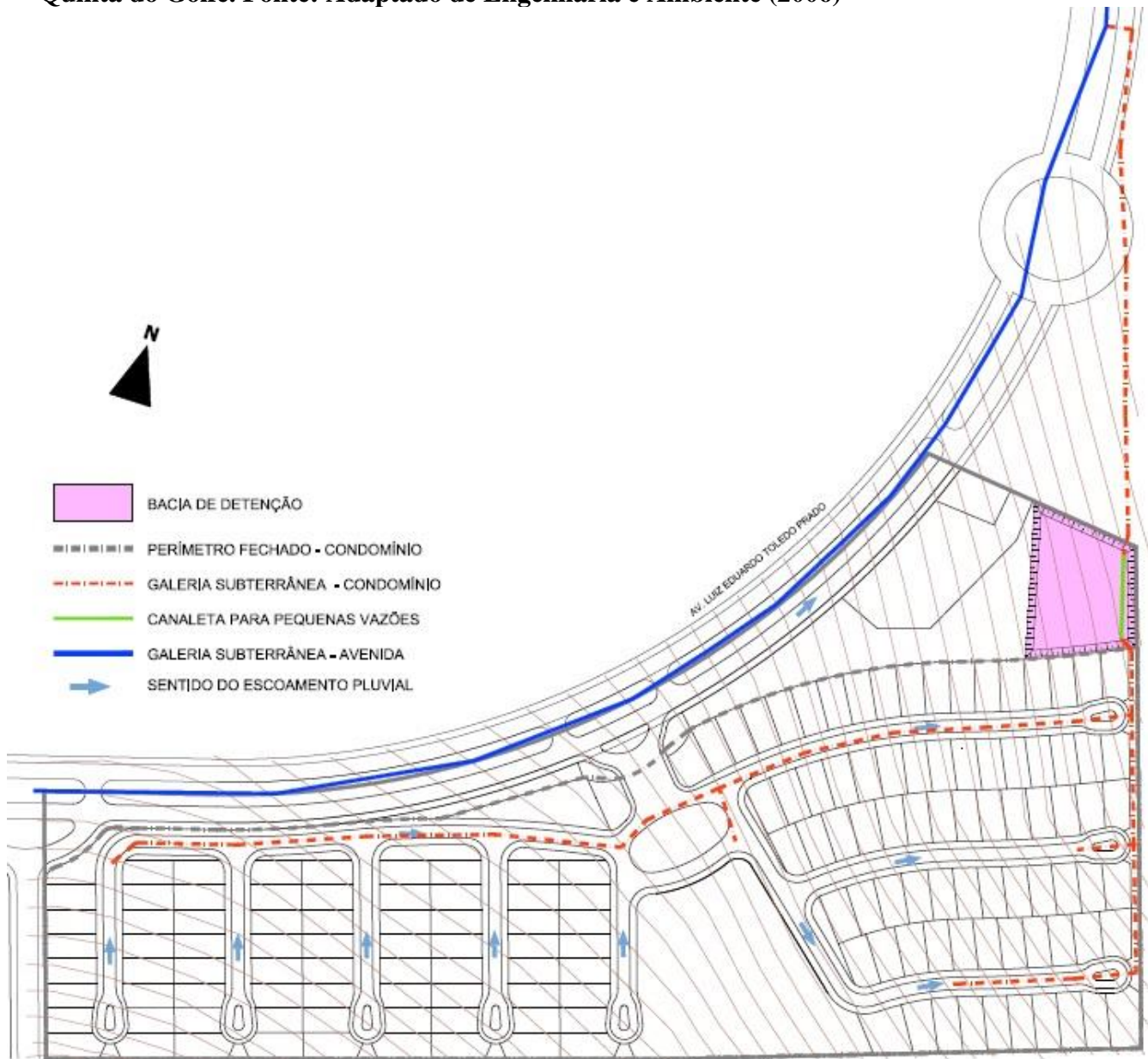


- Sistema de drenagem

<sup>15</sup> Tucci (2005) estima que em algumas áreas densamente urbanizadas a impermeabilização do solo pode chegar a quase 100% do terreno.

Foi implantado no condomínio um sistema de drenagem pluvial baseado na captação do escoamento superficial por bocas de lobo e rápida evacuação por condutos subterrâneos, semelhante ao sistema convencional (Figura 29). No entanto, diferencia-se do modelo de drenagem higienista visto que, além da manutenção de boa parte da permeabilidade do solo, foi implantada uma bacia de retenção para compensação do acréscimo de vazão devido à urbanização, evitando sua transferência à jusante. A implantação deste reservatório é resultado das exigências legais de controle de escoamento, com parâmetros pré-estabelecidos em diretrizes para ocupação do solo, elaboradas pela municipalidade.

**Figura 27 - Projeto em planta e esquemático de do sistema de drenagem do Condomínio Quinta do Golfe. Fonte: Adaptado de Engenharia e Ambiente (2006)**



O principal parâmetro refere-se ao controle da vazão máxima após a urbanização, que não poderia exceder à vazão máxima das condições pré-existentes, no caso uso rural, mesmo em eventos intensos. Para a determinação desta vazão máxima e, posteriormente, dimensionamento do volume de água a ser reservado, foi considerado uma área de drenagem referente ao tamanho da gleba, com 0,135 km<sup>2</sup>, coeficiente de escoamento baseado no projeto urbanístico (0,70) e adotado um período de retorno de 100 anos, conforme dados de entrada apresentados no Quadro 9. Para o controle do escoamento a solução adotada foi a implantação de uma bacia de retenção no ponto mais baixo da gleba, assim, o hidrograma de entrada no reservatório é amortecido pelo volume disponível, reduzindo o pico do hidrograma de saída ao valor igual ou menor que o existente antes da urbanização (ENGENHARIA E AMBIENTE, 2006). Neste trabalho não será analisado a eficiência hidrológica da bacia de retenção, uma vez que o projeto foi elaborado e analisado por profissionais com atribuição técnica para o tal, adote-se que a bacia em questão cumpre a função hidrológica proposta.

O controle da vazão dos reservatórios de retenção é feito por dois dispositivos, um extravasor de fundo para escoar as vazões mínimas e um vertedor de superfície para escoar as vazões que ultrapassem o limite calculado. Ambos estão conectados à galeria da avenida em frente ao condomínio, onde o escoamento é lançado no Ribeirão Preto.

**Figura 28 - Bacia de retenção do Condomínio Quinta do Golfe. Fonte: Adaptado de Engenharia e Ambiente (2006)**





### 6.1.3 - ANÁLISE SOBRE O USO E APROPRIAÇÃO DAS TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS

Mesmo compensando os impactos hidrológicos relacionados à vazão de pico, a implantação de um equipamento urbano deste porte interfere na paisagem urbana, ainda mais por ser um novo elemento que vem sendo inserido na cidade, onde sua função muitas vezes pode ser desconhecida pela população.

Como verificado no projeto urbanístico, a bacia de retenção do Condomínio Quinta do Golfe está localizada em uma área pública, destinada ao sistema de lazer, no entanto sua manutenção é de responsabilidade da associação dos moradores do condomínio, conforme exigido na aprovação do projeto urbanístico e especificado em memorial descritivo. Não apenas o reservatório, mas as áreas públicas próximas das bacias também são mantidas pelos moradores. No entorno da bacia, próximo a Avenida Luiz Eduardo Toledo Prado as áreas destinadas ao tratamento paisagístico estão muito bem cuidadas, no entanto, nos taludes e no interior da bacia, não existe o mesmo cuidado, como visto na figura 31 (foto 2), observa-se solo exposto, possível assoreamento, deposição de entulho (foto 4) e crescimento de vegetação ruderal<sup>16</sup>.

A canaleta para direcionamento de pequenas vazões foi tomada por vegetação ruderal (figura 31 – foto 3), justamente por ser um local que permanece úmido mais frequente que outros pontos do reservatório. Apesar de indicar a falta de manutenção, a passagem do escoamento por essa faixa vegetada pode inclusive remover sedimentos e melhorar a qualidade da água, entretanto (BAPTISTA et al, 2007) afirma que tal situação pode favorecer a proliferação de vetores de doenças de veiculação hídrica. No local esse risco é possível, uma vez que foi verificado, próximo ao lançamento da bacia, notar um pequeno volume de água estagnada (figura 31 – foto 1) mesmo durante um período de estiagem.

A bacia de retenção não apresenta outros usos além do correspondente às suas funções hidrológicas, tão pouco foi integrada ao projeto urbanístico, pelo contrário, aparece como um espaço indesejável. Isso fica nítido ao observar sua implantação aos fundos do condomínio e da área institucional, longe de quem passa pela Avenida Luiz Eduardo Toledo Prado (figura 32), evidenciado pela falta de cuidados com o espaço.

---

<sup>16</sup> Espécies ruderais são espécies vegetais que primeiro colonizam áreas degradadas. Ex.: Capim-Braquiária.

**Figura 29 - Levantamento fotográfico das condições de manutenção da bacia de detenção.**

- 5** Água estagnada próximo ao lançamento.
- 6** Talude sem cobertura vegetal, com o solo exposto.
- 7** Vegetação ruderal junto à canaleta para escoamento das vazões mínimas
- 8** Resíduos de construção civil próximos à crista do talude.

Fonte: Elaborado pelo autor / adaptado de Google Earth(2014)



Mesmo na divisa com uma das glebas lindeiras, onde poderia existir alguma integração com um futuro parcelamento, existe um desnível de aproximadamente 2 metros. Interessante notar que no interior do condomínio, junto a uma pequena rotatória, foi feita uma pequena depressão com um espelho d'água, sem função no sistema de drenagem, apenas com função estética. A implantação deste espelho d'água deixa claro que o convívio com a água é algo desejável, mas de forma contraditória, a estrutura que recebe efetivamente o escoamento pluvial é um espaço a ser evitado.

Fica evidente o contraste entre a qualificação dada às áreas coletivas privativas do condomínio em relação ao espaço público onde está implantada a bacia de detenção. Reforçando a impressão que este espaço foi “sacrificado” apenas para cumprimento das exigências legais.

**Figura 30 - Levantamento fotográfico do entorno da bacia de detenção.**

1. Desnível em relação à propriedade lindeira ainda não parcelada.
2. Vista da bacia de detenção com o muro do condomínio aos fundos
3. Passeio próximo à bacia de detenção.

Fonte: Elaborado pelo autor / adaptado de Google Earth(2014)



**Quadro 6 - Parâmetros relacionados ao uso e apropriação das técnicas compensatórias no Condomínio Quinta do Golfe. Fonte: Elaborado pelo autor**

Parâmetros	Resultados	
Área de projeção total (m <sup>2</sup> ) em relação a gleba (%)	4.318,14 m <sup>2</sup>	3,19 %
Uso do solo	Sistema de lazer externo ao condomínio	
Propriedade	Pública	
Gestão	Privada	
Multifuncionalidade (prevista em projeto)	Não prevista em projeto	
Apropriação do espaço pela população	Não	
Integração à paisagem	Não integrada	
Condições de manutenção	Moderada	
Risco sanitário	Sim	

Quanto às questões hidrológicas, não foi aferida sua efetividade, no entanto, considera-se a implantação da bacia uma interferência positiva no parcelamento a partir da observação de Castro (2002) que afirma que a implantação de técnicas compensatórias sempre proporciona alguma



melhora em relação à sistema convencionais de drenagem, principalmente em relação ao controle da vazão de pico, bem como, com possíveis benefícios relacionados à qualidade da água.

Apesar de sua importância no controle do escoamento, nota-se que sua implantação foi realmente apenas para cumprimento das exigências de controle de escoamento, sendo descartadas outras possibilidades de uso em projeto.

As bacias de retenção são elementos novos na paisagem urbana do município, e sua implantação coincide com um período em que o modelo de urbanização predominante valoriza as áreas privadas em detrimento das áreas públicas, verificado com o aumento dos condomínios e loteamentos de características fechadas. O descaso com a bacia de retenção reforça essa tendência de degradação dos espaços públicos, onde, mesmo sob gestão privada, a manutenção não se mostra adequada, ou pelo menos não apresenta o mesmo padrão de qualidade das áreas privadas, tão pouco explora outras funções complementares, simplesmente abdica-se deste espaço.

## 6.2 – LOTEAMENTO PARQUE DOS SERVIDORES

O segundo caso analisado refere-se ao Loteamento Parque dos Servidores (Figura 33), aprovado em 1998, foi um dos primeiros parcelamentos a utilizar técnicas compensatórias em drenagem urbana em Ribeirão Preto, mesmo anteriormente à regulamentação das exigências legais para o controle do escoamento superficial.

**Figura 31 - Loteamento Parque dos Servidores. Fonte: Adaptado de Google Earth (2014)**

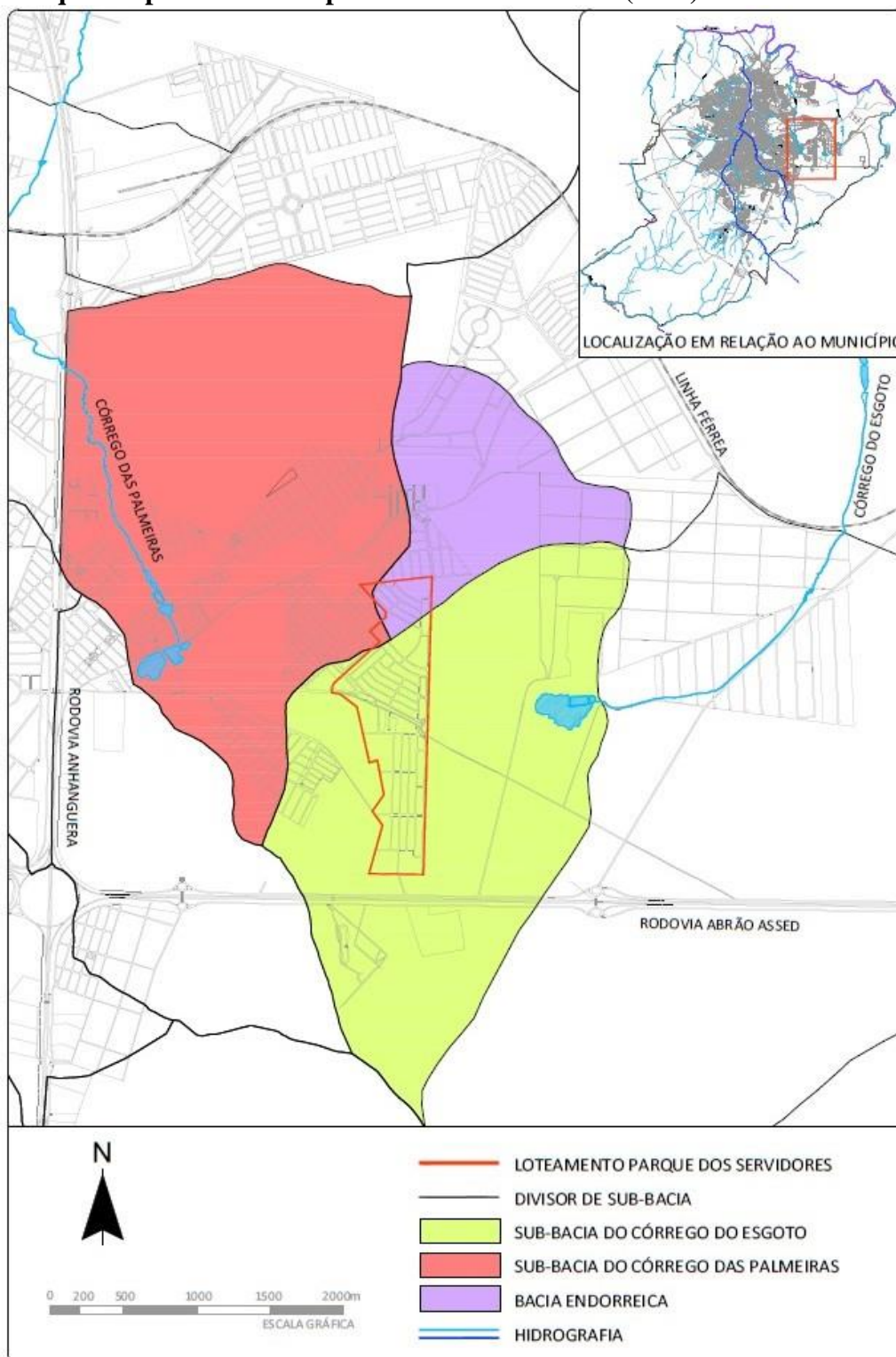


### 6.2.1 - CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE PRÉ-OCUPAÇÃO DO PARCELAMENTO

O loteamento foi implantado na zona leste da cidade, junto ao divisor de águas de três bacias hidrográficas (Figura 34). A maior parte, cerca de 85% do total da área, situa-se na bacia do Córrego do Esgoto, enquanto o restante ocupa uma pequena parte da bacia do Córrego das

Palmeiras e parte de uma bacia endorréica, onde a água precipitada não esco superficialmente para nenhum corpo d'água, ou seja, o único exutório é o solo.

**Figura 32 - Localização do Loteamento Parque dos servidores em relação às bacias hidrográficas que ocupa. Fonte: Adaptado de Ribeiro Preto (2012)**



Quanto ao zoneamento, quando o loteamento foi implantado havia apenas o Zoneamento Ambiental e sua localização corresponde à Zona de Uso Especial, posteriormente, o Macrozoneamento Urbanístico delimitaria o local como Zona de Urbanização Restrita. Salienta-se



que, mesmo sem exigências específicas para o manejo das águas pluviais, o Plano Diretor Municipal já apontava a região como área importante para a recarga dos aquíferos subterrâneos.

A região leste, onde foi implantado o loteamento é bastante plana e com solo predominantemente arenoso (SINELLI, 1987), cenário este, considerado favorável à infiltração das águas pluviais. Em algumas vias desta região são comuns pequenos alagamentos junto ao sistema viário, onde as baixas declividades podem ser obstáculos para a eficiência de um sistema de microdrenagem convencional, baseada na evacuação rápida do escoamento. Especificamente na gleba, verifica-se uma declividade média de 2,00% e a predominância de solo arenoso é confirmada pelas sondagens feitas na área. Durante a elaboração do projeto do loteamento foram realizados ensaios para determinar a capacidade de infiltração do solo. A análise realizada pela FIPAI<sup>17</sup> (LAGOINHA CONSTRUTORA LTDA, 1998) indicou um solo predominantemente arenoso, com exceção em dois pontos do loteamento onde o solo tem textura mais argilosa. Os ensaios apontaram coeficientes de permeabilidade variando de  $2,6 \times 10^{-3}$  (cm/s) a  $5,4 \times 10^{-3}$  (cm/s), portanto, um solo com boa capacidade de infiltração.

Anteriormente à implantação do loteamento, a gleba era ocupada por vegetação de cerrado, que ao longo dos anos foi perdendo espaço para culturas agrícolas. A figura 35 compara os levantamentos aerofotogramétricos de 1972 e 1994<sup>18</sup>, revelando a supressão de toda vegetação nativa neste intervalo de tempo. Concomitantemente ao desmatamento, a gleba foi utilizada como depósito de resíduos sólidos, a mesma figura ilustra a aumento deste aterro irregular. Verifica-se, portanto, que anteriormente à urbanização, a gleba estava bastante degradada, inclusive com um grave passível ambiental, possivelmente contribuindo para a poluição das águas subterrâneas na região de recarga do principal manancial da cidade. A síntese das condições de pré-ocupação da gleba pode ser visualizada no Quadro 12.

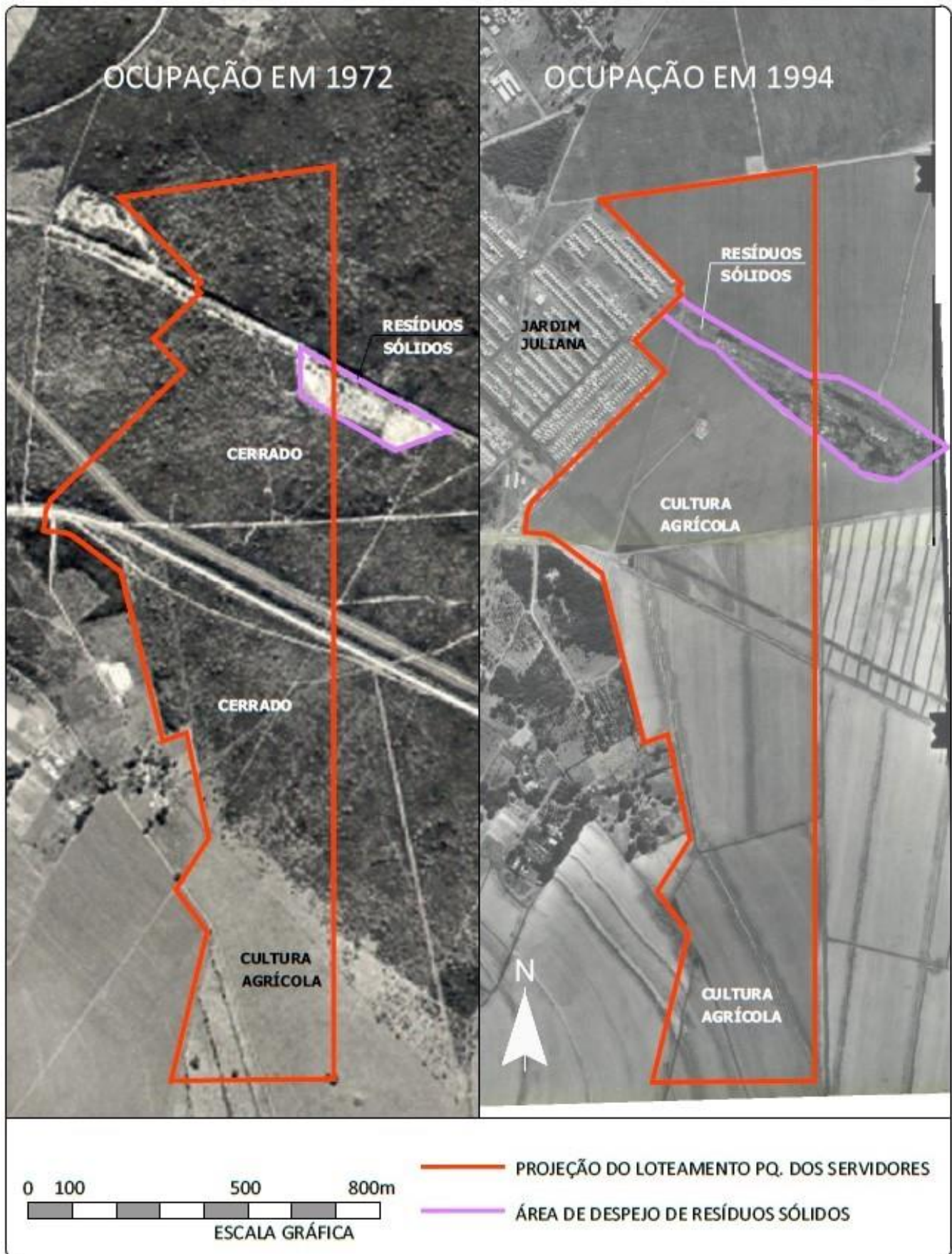
**Quadro 7 - Parâmetros relacionados às condições de pré-ocupação do Loteamento Parque dos Servidores. Fonte: Elaborado pelo autor**

Parâmetros			
Macrozoneamento / Zoneamento ambiental		ZUR / ZUE	
Bacia hidrográfica		Córrego das Palmeiras	1,92%
		Bacia endorreica	14,15%
		Córrego do Esgoto	83,93%
Uso anterior à urbanização		Rural / aterro sanitário	
Cobertura vegetal	Bioma	Cerrado	
	Área (ha)	1972 – 62,00 ha (75%)	1994 - 0,00 ha (0%)
Passivo ambiental		Deposição de resíduos sólidos irregularmente	
Declividade média (%)		2,0%	
Capacidade de infiltração do solo (k)		$2,6 \times 10^{-3}$ (cm/s) a $5,4 \times 10^{-3}$ (cm/s)	

<sup>17</sup> Fundação para o Incremento da Pesquisa e do Aperfeiçoamento Industrial.

<sup>18</sup> Último levantamento feito antes da implantação do loteamento.

Figura 33 - Comparação dos levantamentos aerofotogramétricos de 1972 e 1994. Fonte: Adaptado de Ribeirão Preto (1972) e (1994)



## 6.2.2 - CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO URBANÍSTICO E DO SISTEMA DE DRENAGEM DO PARCELAMENTO

A implantação do Loteamento Parque dos Servidores foi destinada à população de baixa renda do município, sendo denominado como parcelamento de interesse social. Quanto ao uso do solo, o projeto foi elaborado com lotes de uso misto, onde além do uso residencial, permite-se atividade comerciais e de prestação de serviços de baixo risco ambiental. Atualmente seu uso é predominantemente residencial, com algumas atividades comerciais para atendimento da vizinhança, como padarias e mercados de bairro, ou pequenas oficinas contíguas à moradia, como pequenas vidraçarias, marcenarias, entre outras atividades.

De uma área total de 828.611,84m<sup>2</sup>, 39,8%<sup>19</sup> do loteamento é ocupada por 1.784 lotes, a maioria com área de 160m<sup>2</sup> (8x20m)<sup>20</sup>. O restante é destinado para espaços de uso público, sendo 25,36% para áreas verdes e de lazer. Ressalta-se que, quando o loteamento foi aprovado ainda não era exigido 35% de reserva de áreas verdes, a lei municipal nº 3.346/77, vigente na época, exigia a doação de 40% para áreas públicas, sendo 5% de uso institucional, 20% sistema viário e 15% destinado a áreas verdes. No entanto, ao compararmos com outros loteamentos (Quadro 12) aprovados sob a mesma legislação e localizados na mesma zona é notável a diferença entre a destinação de áreas públicas e áreas verdes.

Apesar do “excedente” de áreas verdes elas são pouco qualificadas e podem ter sido reservadas desta forma por conta de compensação ambiental exigida pelo poder público, tendo em vista o histórico de deposição de resíduos sólidos na área. No projeto existe a distinção entre áreas verdes e sistema de lazer, onde a legislação especifica funções diferentes, como reflorestamento e uso recreativo. No entanto, no local esta diferenciação não existe, não foi implantado nenhum equipamento de lazer pelo empreendedor ou pela municipalidade, tão pouco foi feita alguma ação efetiva de reflorestamento, foram plantados apenas alguns eucaliptos junto à área do antigo aterro, enquanto o restante das áreas foi coberto apenas com vegetação rasteira. Os únicos equipamentos implantados nas áreas verdes foram bacias de infiltração componentes do sistema de drenagem pluvial.

### **Quadro 8 - Comparação entre áreas públicas de loteamentos aprovados na ZUE sob a lei nº 3.346/77.**

**Fonte: Adaptado de Secretaria de Planejamento e Gestão Pública de Ribeirão Preto.**

<b>Loteamento</b>	<b>Data de aprovação</b>	<b>Áreas públicas (%)</b>	<b>Áreas verdes (%)</b>
Jardim Interlagos	1980	46,61	16,84
Parque dos Lagos	1995	46,36	18,33
Jardim Diva Tarlá de Carvalho	1997	49,88	15,24
Jardim Helena	1997	48,37	15,00
<b>Parque dos Servidores</b>	<b>1998</b>	<b>60,38</b>	<b>25,36</b>
Jardim José Figueira	2000	55,41	20,72

<sup>19</sup> Quantidade um pouco inferior ao que consta no projeto aprovado, visto que um “reloteamento” em uma das quadras, abrindo um via não prevista no projeto original.

<sup>20</sup> Área próxima dos 125m<sup>2</sup> estabelecidos como mínimo pela Lei Federal 6.766/79

No loteamento, predominam-se as edificações térreas ou com até dois pavimentos, essa horizontalidade é quebrada apenas pelos seis edifícios de quatro pavimentos localizados na porção sul (figura 36) do bairro. Cerca de 85% dos lotes atualmente encontram-se ocupados, restando apenas alguns lotes vazios, como verificado na figura 37. A maioria dos lotes não ocupados, ou estão agrupados ou são lotes maiores que a parcela padrão do loteamento<sup>21</sup>, destes lotes quase todos são de propriedade da construtora responsável pela execução do loteamento, conforme verificado no cadastro municipal da prefeitura.

**Figura 34 - Unidades habitacionais padronizadas. Fonte: Elaborado pelo autor**

1. Edifícios de 4 pavimentos – Faixa gramada no passeio e estacionamento coberto por brita.
2. Edificações térreas – Passeios e lotes impermeabilizados.



**Quadro 9 - Parâmetros relacionados ao projeto urbanístico e de drenagem de pós-ocupação. Fonte: Elaborado pelo autor**

Parâmetros		Resultados	
Quadro de áreas	Área dos lotes	328.356,11 m <sup>2</sup>	39,62 %
	Áreas públicas	500.255,73 m <sup>2</sup>	60,38 %
	Sistema viário (m <sup>2</sup> )	238.427,57 m <sup>2</sup>	28,78 %
	Institucional (m <sup>2</sup> )	51.695,66 m <sup>2</sup>	6,24 %
	Área verde e de lazer (m <sup>2</sup> )	210.133,50 m <sup>2</sup>	25,36 %
	<b>Área total da Gleba</b>	<b>828.611,84 m<sup>2</sup></b>	<b>100,00 %</b>
Índices urbanísticos	Gabarito máximo(pavimentos)	Térreo + 3 pavimentos	
	Ocupação do loteamento	85%	
	Densidade (hab/ha)	80,13 hab/ha	
Áreas permeáveis 286.800,16 m <sup>2</sup> (34,61%)	Nos lotes (m <sup>2</sup> )	35.367,19 m <sup>2</sup>	4,27 %
	No sistema viário (m <sup>2</sup> )	23.842,76 m <sup>2</sup>	2,88 %
	No sistema de áreas verdes (m <sup>2</sup> )	189.119,25 m <sup>2</sup>	22,82 %
	Nas áreas institucionais (m <sup>2</sup> )	38.470,96 m <sup>2</sup>	4,64 %
Sistema de drenagem	Técnicas compensatórias implantadas	Trincheiras e bacias de infiltração	
	Tempo de retorno (anos)	10 anos	
	Coeficiente de escoamento superficial (c)	0,90	
	Volume de total das bacias(m <sup>3</sup> )	15.500,00 m <sup>3</sup>	
Risco de poluição da água	Subterrânea	Alto	
	Corpos d'água	Nulo	

<sup>21</sup> 7m x 20m - 160,00 m<sup>2</sup>



Figura 35 - Projeto Urbanístico - uso do solo e delimitação da bacia de detenção. Fonte: Adaptado de Lagoinha Construtora Ltda (1998)

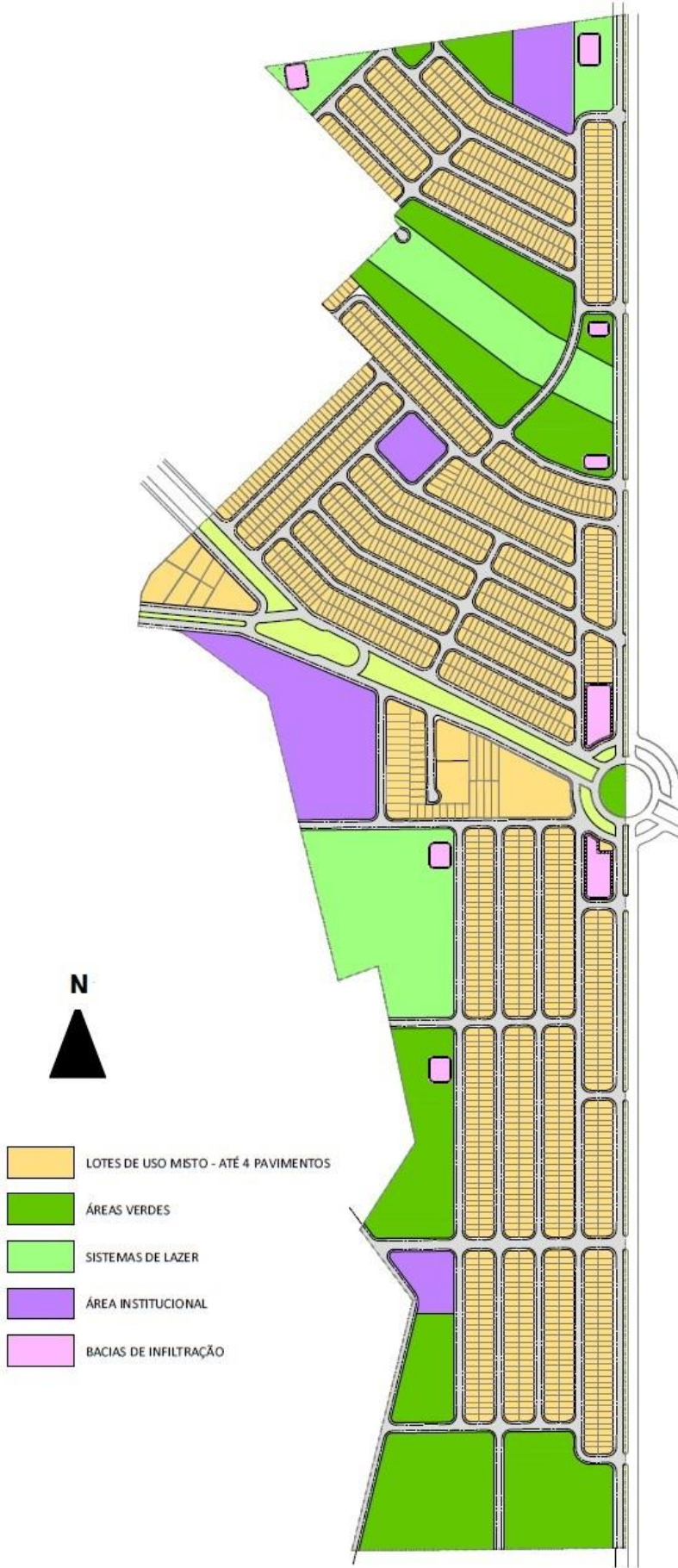
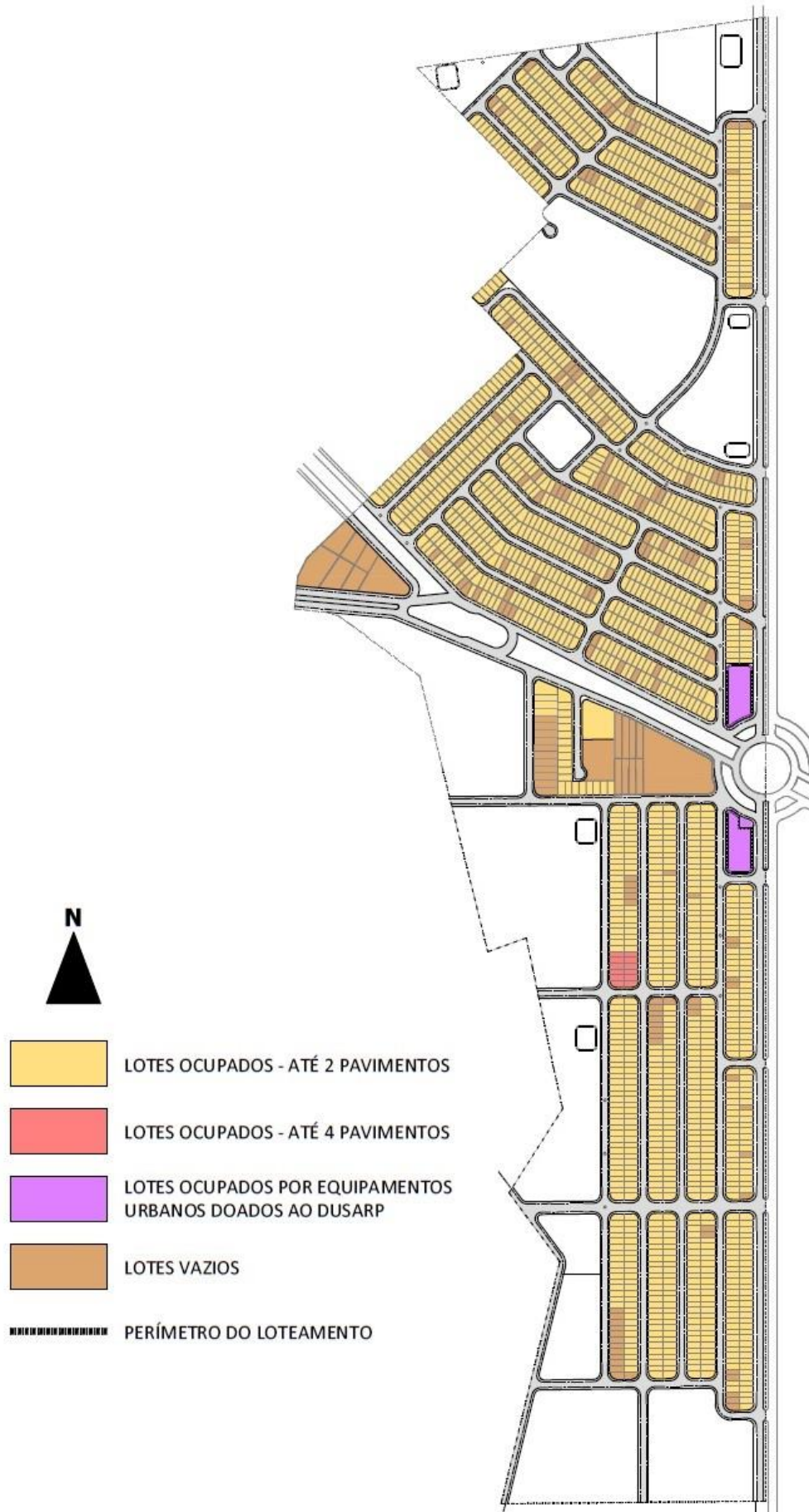


Figura 36 – Lotes ocupados e lotes vazios. Fonte: Elaborado pelo autor



Mesmo com uma ocupação essencialmente térrea e com várias áreas livres disponíveis, o loteamento tem uma densidade populacional bruta relativamente alta quando comparado a outros bairros cidade. Como comparação, o censo de 2010 (IBGE), indica que o Centro de Ribeirão Preto tem densidade populacional de 85 hab/ha enquanto no Parque dos servidores a densidade é 80,13 hab/ha. Como o loteamento é destinado a habitação social, os lotes são menores que em outras regiões da cidade e ainda, segundo o IBGE, o número de moradores por domicílio é maior que a média da cidade<sup>22</sup>.

Considerando as áreas destinadas ao sistema viário, lotes, áreas verdes e institucionais, estima-se que aproximadamente 35% do loteamento mantem o solo permeável. Como esperado, as áreas verdes são os espaços onde se mantem a maior permeabilidade, entretanto, na área anteriormente ocupada pelo aterro irregular esta permeabilidade pode ter um impacto negativo. Esta área representa, cerca de, 13% do total das áreas verdes e a percolação da água no solo neste trecho pode contribuir para a contaminação do aquífero. Ainda foram computados como áreas permeáveis os lotes e áreas institucionais ainda não ocupados (figura 39 e quadro 12), portanto, pelo menos cerca de 8% da gleba ainda poderá ser impermeabilizada quando totalmente ocupada. Em vistoria *in loco* e pelas fotos aéreas, verifica-se que os lotes ocupados com edificações térreas foram quase totalmente impermeabilizados, inclusive os passeios, enquanto nos edifícios de quatro pavimentos a permeabilidade dos lotes chega a quase 50%, e os passeios ainda preservaram as faixas gramadas previstas na execução do loteamento (figura 39). Neste caso, onde há verticalização verifica-se menor impacto quanto à impermeabilização do solo, confirmando a verticalização como uma das estratégias para urbanização de baixo impacto de drenagem apresentado pela literatura.

Mesmo em um contexto favorável à implantação de sistemas voltados para infiltração<sup>23</sup>, inicialmente foi proposto um projeto com a utilização de um sistema de drenagem convencional, composto por galerias subterrâneas que concentrariam todo o escoamento superficial em único ponto e lançariam o volume recolhido no córrego do Esgoto. Porém, para o lançamento no córrego, seria necessária uma servidão de passagem de infraestrutura na propriedade a jusante, esta medida foi considerada inviável economicamente. Neste sistema de drenagem convencional foi estimada a execução de mais de um quilômetro de galeria subterrânea fora da propriedade para o lançamento do deflúvio, bem como, ressarcir o proprietário da área à jusante pela servidão de passagem. Tais medidas foram consideradas onerosas demais ao empreendimento destinado à habitação de interesse social, forçando a investigação de soluções alternativas para o manejo das águas pluviais.

---

<sup>22</sup> Média de habitantes/domicílios em Ribeirão Preto: 3,10; no sub-setor censitário do Pq. dos Servidores: 3,63. (IBGE, 2010)

<sup>23</sup> Solo arenoso, pouca declividade e ocupação de parte de uma bacia onde naturalmente o solo é o único exutório.



Como proposta alternativa, o projeto elaborado aproveitou a capacidade de absorção do solo e priorizou a infiltração das águas pluviais através de trincheiras e bacias de infiltração, reduzindo drasticamente a quantidade de condutos fechados, inclusive eliminando a necessidade de construção de galerias subterrâneas em propriedades vizinhas. O sistema de drenagem (figura 40) funciona da seguinte forma: as águas pluviais precipitadas nos lotes são conduzidas, por meio de tubos de concreto instalados em cada lote, para as trincheiras de infiltração localizadas sob o passeio. Caso ocorra a saturação do solo nas trincheiras, o excedente é extravasado por tubos de PVC conectados ao longo da estrutura, ligados diretamente na sarjeta (figura 41). O escoamento proveniente das áreas públicas e do excedente dos lotes é conduzido superficialmente até às bocas de lobo próximas às vias principais do loteamento. A partir das bocas de lobo as águas pluviais são conduzidas por galerias de concreto subterrâneas até o lançamento nas bacias de infiltração.

**Figura 37 - Áreas permeáveis do Loteamento Pq. dos Servidores. Fonte: Elaborado pelo autor**

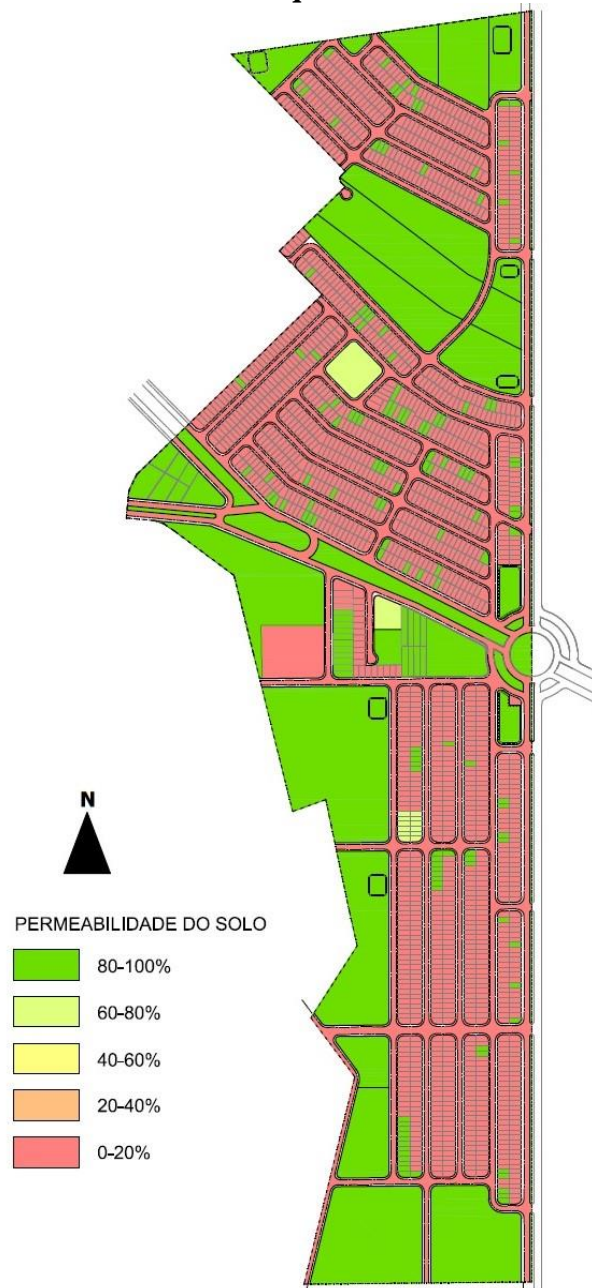
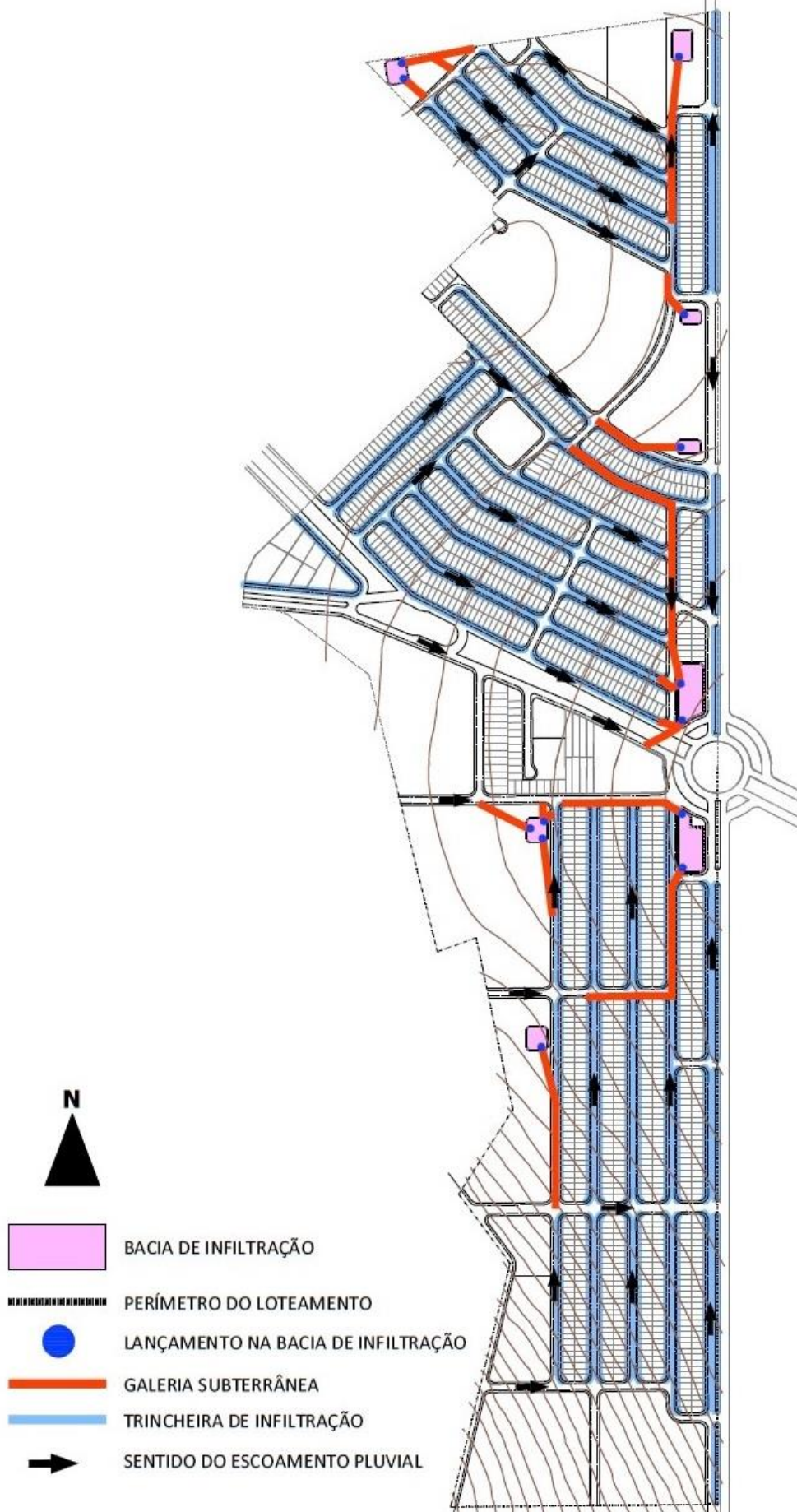


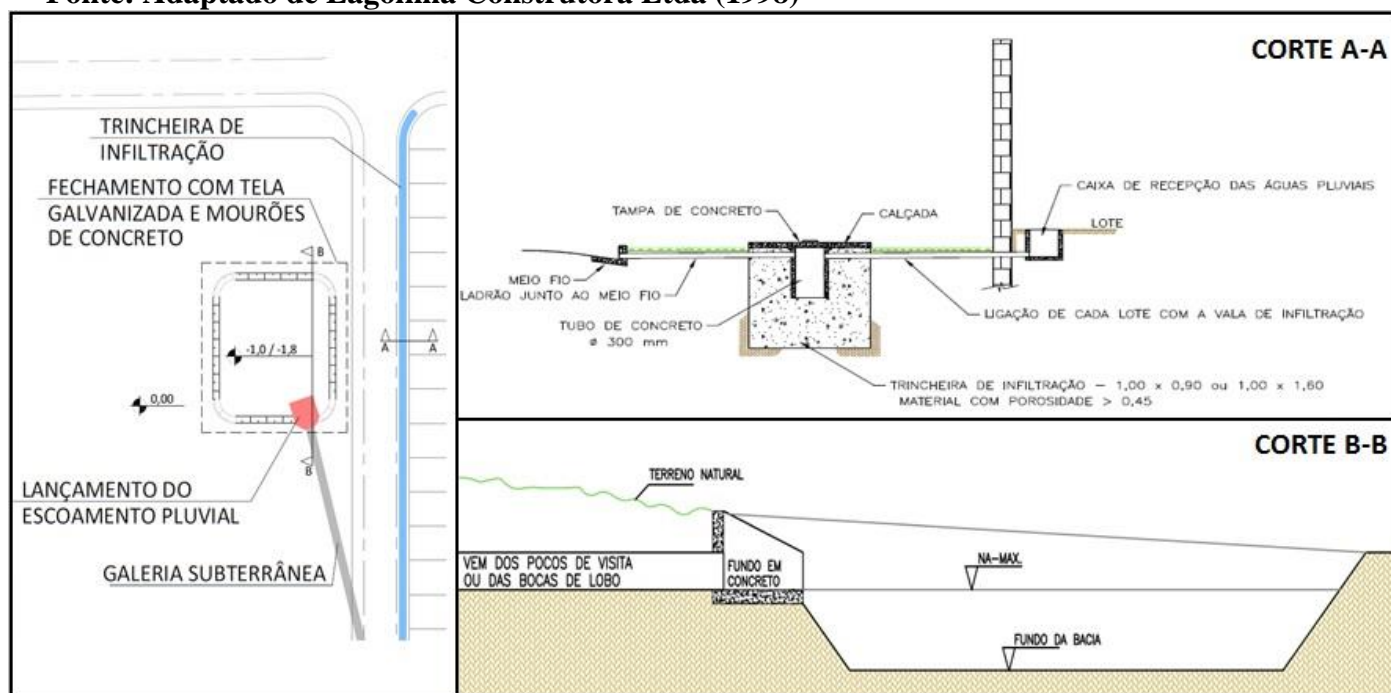
Figura 38 - Projeto esquemático de drenagem do Loteamento Pq. dos Servidores. Fonte: Adaptado de Lagoinha Construtora Ltda (1998)



Na prática, é como se o loteamento tivesse dois sistemas de drenagem “paralelos”, o escoamento nos lotes é resolvido nas trincheiras, enquanto o escoamento nas áreas públicas é direcionado às bacias. De acordo com o projeto, o escoamento proveniente dos lotes é conduzido pelas calhas das ruas apenas quando a capacidade de infiltração das trincheiras chegar ao limite.

Ao todo, são oito bacias de infiltração que recolhem o escoamento em diversos pontos do loteamento, Essas bacias são espaços para armazenamento das águas pluviais compostos por depressões no solo, distribuídas no sistema de áreas verdes e de lazer, evitando-se, portanto, a acumulação em um só local. Segundo consta no memorial descritivo (LAGOINHA CONSTRUTORA LTDA, 1998), a capacidade de detenção de todas as bacias de infiltração somadas é de 15.500,00 m<sup>3</sup>. As bacias apresentam grandes variações de volumes, enquanto algumas reservam até 800,00 m<sup>3</sup>, as duas bacias localizadas no ponto mais baixo da gleba têm capacidade de armazenar até 5.000 m<sup>3</sup> de água cada uma. Ou seja, apesar da disposição difusa das bacias, a maior parte do escoamento é direcionado para essas duas estruturas principais.

**Figura 39 - Detalhes do sistema de drenagem.**  
**Corte AA – Trincheira de Infiltração**  
**Corte BB – Bacia de infiltração**  
**Fonte: Adaptado de Lagoinha Construtora Ltda (1998)**



Para o dimensionamento destes dispositivos, foi considerado, dentre outros parâmetros, um coeficiente de escoamento de 0,90 e suporte à vazão de pico referente a um período de retorno de 10 anos. Para efeito de segurança, optou-se por dobrar o volume de armazenamento calculado, como uma garantia para o funcionamento do sistema mesmo em chuvas mais intensas. A legislação atualmente exige a compensação do deflúvio para um período de retorno de 100 anos, no entanto,

este caso foi um dos pioneiros e não dispunha de parâmetros legais de referência. Ressalta-se a precaução do projetista em garantir o funcionamento do sistema, adotando um coeficiente de escoamento conservador, mesmo com a previsão de várias áreas permeáveis, e pelo aumento do volume de armazenamento.

Quanto aos aspectos qualitativos, considerando a alta capacidade de infiltração do solo e o histórico de depósito de resíduos sólidos na área, estima-se que a água percolada nesta região apresenta risco de poluição da água subterrânea, principalmente pelo passivo gerado anteriormente à urbanização. Com o loteamento implantado, os pontos mais vulneráveis à poluição são onde localizam-se as técnicas compensatórias, onde a infiltração é estimulada.

### 6.2.3 - ANÁLISE SOBRE O USO E APROPRIAÇÃO DAS TÉCNICAS COMPENSATÓRIAS

As técnicas compensatórias ocupam essencialmente áreas públicas, as trincheiras de infiltração foram implantadas nas calçadas e canteiros, enquanto seis das oito bacias de infiltração ocupam as áreas destinadas ao sistema de áreas verdes. As duas bacias maiores, localizadas no ponto mais baixo da gleba, ocuparam duas quadras onde foram previstos lotes, no entanto, como o projeto de drenagem foi alterado na fase final de aprovação, a construtora assumiu o compromisso de doar os lotes ao extinto Departamento de urbanização e Saneamento de Ribeirão Preto<sup>24</sup> para a implantação das bacias, bem como, foi doado outro lote à municipalidade para construção de uma estação elevatória de esgoto.

As bacias de infiltração ocupam apenas 1,4 % da área total parcelada (Quadro 14), sendo que deste total, metade corresponde às maiores bacias que foram implantadas em áreas destinadas a lotes, ou seja, a ocupação das bacias nas áreas verdes é mínima, onde todo o restante, aproximadamente 20 ha, permanece livre para implantação de equipamentos de lazer e para revegetação. Tendo em vista a disponibilidade de áreas para outras funções socioambientais, pode-se afirmar que o investimento em funções complementares nas bacias, neste caso, não seria prioritário. No entanto, justamente por essa disponibilidade de áreas, existe um grande potencial de integração das técnicas com a paisagem que não foi explorado em projeto.

Oficialmente, a responsabilidade pela gestão e manutenção das técnicas compensatórias é da Secretaria de Infraestrutura de Ribeirão Preto, no entanto, informalmente alguns desses espaços destinados às bacias foram modificados ou são mantidos pelos moradores. As figuras 42 e 43, mostram algumas formas de apropriação desses espaços, onde os moradores adaptaram atividades típicas de áreas rurais às bacias, como plantação de milho (bacia 1), criação de animais (bacias 4 e 8) e plantio de árvores frutíferas (bacia 4). Outra forma de “apropriação” das bacias refere-se ao

---

<sup>24</sup> Atualmente correspondente a Secretaria de Infraestrutura.

lançamento de entulho (bacias 5, 6 e 8), principalmente resíduos de construção civil e móveis descartados. Em apenas duas bacias (2 e 7) não foi verificada alguma utilização informal do espaço pela população, permanecendo totalmente cobertas por vegetação ruderal.

**Quadro 10 - Quadro 10 - Parâmetros relacionados ao uso e apropriação das técnicas compensatórias no Loteamento Parque dos Servidores. Fonte: Elaborado pelo autor**

Parâmetros	Resultados	
Área de projeção total (m <sup>2</sup> ) em relação a gleba (%)	11.461,09 m <sup>2</sup>	1,4 %
Uso do solo	Lotes de uso misto, áreas verdes e sistema de lazer.	
Propriedade	Pública	
Gestão	Pública	
Multifuncionalidade (prevista em projeto)	Não prevista em projeto	
Apropriação do espaço pela população	Criação de animais, cultivo de alimentos, deposição de entulho.	
Integração à paisagem	Não integrada	
Condições de manutenção	Precárias	
Risco sanitário	Sim	

As bacias com alguma apropriação efetiva em seu interior encontram-se totalmente cercadas e o acesso é controlado pelos moradores, enquanto as bacias onde há deposição de entulho as cercas que faziam o fechamento do espaço foram retiradas, restando apenas os mourões de concreto. Curiosamente essas bacias que recebem resíduos são as mais próximas da antiga área de deposição de lixo, ou seja, mesmo com o aterro desativado, aparentemente o hábito de jogar resíduos naquela região permanece.

Algumas dessas apropriações não interferem efetivamente no funcionamento das bacias de infiltração e até podem gerar benefícios indiretos, como verificado na “granja” improvisada, onde as galinhas atuam como uma forma de controle natural de animais peçonhentos<sup>25</sup>. No entanto, a maioria das intervenções feitas pelos moradores apresenta inconformidades relacionadas ao uso e apropriação desses espaços. A princípio, existe o conflito entre o uso público e privado, uma vez que áreas públicas são ocupadas como extensão do espaço privado de apenas alguns moradores. Ainda assim, mesmo que essas áreas estejam abandonadas pela municipalidade, a apropriação das bacias de infiltração sem a orientação técnica e o conhecimento sobre suas funções pode prejudicar o funcionamento do sistema de drenagem.

<sup>25</sup> Em conversa com o técnico responsável pela manutenção da estação elevatória ao lado da bacia de infiltração, foi informado que após a criação das aves no local diminuiu a presença de animais peçonhentos, como escorpiões.



**Figura 40 - Levantamento fotográfico do entorno e apropriação das bacias de infiltração 1; 2; 3 e 4.**

- 1. Cerca de fechamento da bacia com vegetação ao fundo / plantação de milho.**
- 2. Banco instalado pelos moradores / cerca de fechamento da bacia.**
- 3. Entre a cerca da bacia e o muro foi plantado uma fileira de “coroa de cristo”.**
- 4. Acesso improvisado pelos moradores / galinheiro / vegetação e mobiliário implantados pelos moradores. Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de Google Earth (2014)**





**Figura 41 - Levantamento fotográfico do entorno e apropriação das bacias de infiltração 5; 6; 7 e 8**

- 5** Mourões de concreto remanescentes após a retirada da cerca de fechamento da bacia.
- 6** Deposição de entulho no interior da bacia.
- 7** Equino amarrado em árvore no interior da bacia / cerca de fechamento e muro ao fundo da bacia / passeio improvisado junto à bacia
- 8** Cerca de fechamento da bacia retirada / deposição de entulho e acesso improvisado.

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de Google Earth (2014)





As figuras 44 e 45 mostram algumas destas inconformidades relacionadas à falta de manutenção e à ocupação inadequada destes espaços, como no caso da arborização promovida pelos moradores. Apesar dos vários benefícios da arborização urbana, o plantio de árvores com copas densas e sem o espaçamento adequado, ao redor e no interior da bacia, barra a passagem de luz, impedindo o desenvolvimento de algumas gramíneas responsáveis pela cobertura do solo. Ao deixar o solo exposto aceleram-se os processos erosivos nos taludes, possibilitando que o escoamento pluvial arraste materiais finos, como terra e vegetação, que promovem o assoreamento no fundo das bacias, prejudicando a capacidade de retenção e infiltração, pela diminuição de volume dos reservatórios e colmatação do solo. Para Baptista *et. al.* (2011), as águas drenadas devem ser verificadas conforme a presença de solos pouco ou não cobertos com vegetação, bem como, taludes com declividade acentuada.

No projeto, a previsão de várias áreas de infiltração dispersas no loteamento pode trazer benefícios quanto à qualidade da água infiltrada, segundo Baptista et al (2011) o controle do escoamento próximo da fonte deve ser estimulada, tendo em vista que a poluição de origem pluvial provem da limpeza da atmosfera na precipitação, do escoamento sobre as superfícies urbanas e do transporte no interior do próprio sistema. Entretanto, Prince George's County (1999) reforça que a manutenção e monitoramento são essenciais para a implantação bem sucedida de sistemas alternativos de drenagem. Neste sentido a gestão desses espaços se mostra ineficiente e a falta de limpeza e manutenção das técnicas pode ainda prejudicar a qualidade da água infiltrada na bacia, onde a poluição difusa carregada pelo escoamento pluvial é lançada nas bacias.

A gestão deficiente desses espaços ainda podem trazer problemas sanitários relacionados à proliferação de vetores causadores de doenças. Em vistoria realizada durante o período de estiagem, verificou-se a estagnação de água no fundo nas bacias de infiltração, principalmente junto ao lançamento das águas pluviais, mostrando que existe efetivamente este risco sanitário. Neste caso, este problema pode ser atribuído, além da falta de manutenção, a uma falha de projeto, onde não foram previstos dissipadores de energia<sup>26</sup> junto ao lançamento das águas pluviais, acelerando os processos erosivos no local e criando pequenas depressões no solo propícias à acumulação de água.

---

<sup>26</sup> Estrutura que diminui os efeitos erosivos no escoamento pluvial.

**Figura 42 - Levantamento fotográfico das condições de manutenção das bacias de infiltração 1; 2; 3 e 4.**

- 1 Taludes sem cobertura vegetal, com o solo exposto.**
- 2 Árvore em local inadequado, junto ao lançamento do escoamento na bacia.**
- 3 Portão de acesso à bacia destruído.**
- 4 Água estagnada; solo degradado e lixo depositado no fundo da bacia.**

**Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de Google Earth (2014)**





Figura 43 - Levantamento fotográfico das condições de manutenção da bacia de detenção.

- 5 Placa feita pelos moradores e entulho junto ao talude da bacia.
- 6 Erosão e deposição de entulho nos taludes da bacia.
- 7 Árvore em local inadequado, junto ao lançamento do escoamento na bacia.
- 8 Solo exposto, erosão e deposição de entulho nos taludes da bacia

Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de Google Earth (2014)



Sem antecedentes locais com mesmas características o loteamento se torna precursor da aplicação de técnicas compensatórias, onde a mudança de projeto foi fortemente motivada pelo alto custo de execução do sistema convencional de drenagem, confirmando os benefícios econômicos diretos da implantação de sistemas alternativos de drenagem (DEPARTMENT OF DEFENSE, 2004).

Os benefícios econômicos reforçam o sistema como solução sustentável, mas o principal benefício refere-se à compensação dos impactos hidrológicos. Ao estimular a infiltração e percolação da água no subsolo, promove-se a recarga do aquífero subterrâneo, bem como, evita-se que o aumento do escoamento pluvial transfira os impactos da urbanização à jusante. A previsão de diversos pontos de infiltração pode ser positiva em relação à qualidade da água, no entanto, sem a fiscalização e gestão adequada dos dispositivos de drenagem, este potencial pode estar sendo subvertido, podendo haver contaminação da água infiltrada.

O monitoramento e manutenção dessas estruturas é essencial para garantir seu funcionamento, de modo que é polêmica a questão da gestão e da manutenção das áreas públicas, onde as técnicas compensatórias necessitam atenção especial da municipalidade quanto aos problemas ambientais e sanitários. Também se faz importante conhecer aspectos socioambientais resultantes da proposta urbanística gerada, além da necessidade de propostas de educação ambiental a fim de garantir a compreensão e aceitação dos moradores e usuários locais a respeito destes novos elementos na paisagem urbana.

## 7 - DISCUSSÕES FINAIS

*A inacessibilidade de um elemento, quando associado a uma alta visibilidade, pode reforçar a noção de distanciamento numa escala social ou simbólica. Essa assimetria entre visibilidade e acessibilidade também pode ser utilizada para cumprir requisitos funcionais, apesar de altamente visível em relação ao sistema global, sua acessibilidade é restrita.*

Saboya et al (2014)

A análise dos parcelamentos Parque dos Servidores e Quinta do Bosque gerou importantes considerações relacionadas direta ou indiretamente com as questões inicialmente levantadas. Entre essas considerações, destaca-se a priorização dos fatores econômicos na decisão do uso e do tipo de técnicas compensatórias e a ausência de integração urbanística mesmo quando existe apropriação por parte dos moradores do loteamento ou entorno.

Quanto às condições hidrológicas, dentre os dois casos analisados, o parcelamento do solo que mais explorou o uso de diferentes técnicas compensatórias foi o Loteamento Parque dos Servidores, mesmo aprovado anteriormente às exigências legais, combinou técnicas centralizadas com técnicas lineares, estimulando a infiltração em diversos pontos da gleba, ações estas, motivadas pela viabilidade econômica do empreendimento, resultando em soluções alternativas garantindo viabilidade hidrológica apesar da localização. No condomínio Quinta do Golfe identificou-se a implantação da bacia de retenção como resultado exclusivo do cumprimento da legislação, uma vez que seu projeto adota o uso de drenagem convencional aliado à implantação de técnica de controle centralizado no ponto mais baixo da gleba, porém fora dos limites do condomínio.

Ressalta-se que soluções de controle do escoamento diferentes de técnicas centralizadas ainda são pouco exploradas e a cidade de Ribeirão Preto reafirma essa constatação, portanto, foi de grande importância compreender as reais motivações além da caracterização dos benefícios hidrológicos alcançados por estes loteamentos para a reflexão do planejamento urbano integrado e sustentável.

Quanto às condições ambientais e urbanísticas, nos dois casos analisados associa-se a negligência, ou ausência na gestão das técnicas compensatórias com a consequente degradação dos espaços das TCs propriamente ditas e também do seu entorno imediato. A desvalorização, seja imobiliária ou de uso, é muito mais evidente quando essa infraestrutura localiza-se em espaços públicos. Além de ser evitada nos espaços privados, fora dos limites fechados do condomínio.

No loteamento Quinta do Golfe esta relação de valorização/desvalorização evidencia-se pela própria natureza do parcelamento do solo, uma vez que o condomínio fechado foi implantado desconexo do tecido urbano. A referida relação reforça-se pela abdicação da parte restante do espaço público do parcelamento onde está localizada a bacia de retenção, enquanto valorizam-se as áreas privativas, exclusivas e cenográficas. Chama a atenção o fato da bacia de retenção, externa aos limites fechados do condomínio, não manter os padrões da gestão dos espaços comuns do condomínio.

No Loteamento Parque dos Servidores, onde a demanda por equipamentos públicos é maior, as áreas verdes públicas não tem nenhum tratamento ambiental ou paisagístico e as bacias de retenção são usadas e apropriadas pela população de forma individual, como uma extensão do espaço privado de alguns moradores. Justamente pela importância da apropriação das técnicas compensatórias que confirma-se a necessidade de conscientização e educação dos moradores a respeito de suas funções e benefícios.

Finalmente pode-se afirmar que os dois casos, com manutenção pública ou privada, apresentaram problemas que podem comprometer as funções hidrológicas das técnicas compensatórias. Tendo em vista as inconformidades de apropriação das bacias, algumas orientações à população ajudariam a manutenção desses espaços, como manter as áreas de cobertura vegetal e evitar a deposição de lixo junto às bacias de retenção/infiltração. A responsabilidade dos diversos atores que produzem e utilizam os sistemas alternativos de drenagem é fundamental para a efetividade das ações de manejo sustentável das águas pluviais e integração com os usos previstos para os espaços públicos urbanos e permeiam as fases de planejamento, projeto, execução e manutenção.

Mesmo com o controle do escoamento pluvial e a implantação de técnicas compensatórias centralizadas visto como algo sacramentado na legislação urbanística municipal de Ribeirão Preto, a análise de pós-ocupação comprova a necessidade de instrumentos e ações que possam qualificar ambiental e urbanisticamente esses espaços e avançar nas definições da política de manejo sustentável das águas pluviais, estabelecendo parâmetros qualitativos de integração e multifuncionalidade a exemplo de experiências internacionais.

Resulta que a implantação das técnicas compensatórias não pode restringir-se ao aprofundamento do conhecimento somente no campo da engenharia, tendo em vista seu caráter multidisciplinar, deve-se contar com a contribuição vários profissionais, como urbanistas, paisagistas e gestores públicos. Essa expansão de conhecimento deve ser incorporada em políticas públicas que abordem o tema de maneira integrada a outras questões urbanas, aprimorando a legislação existente e sensibilizando a população sobre as possibilidades de usos complementares e de interação com a paisagem urbana.



## 8 – REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEX, S. Projeto da Praça: Convívio e Exclusão do Espaço Público. Editora Senac, São Paulo. 291 p. 2008

BARATTO, ROMULLO. "Recife aprova lei que torna obrigatórias as coberturas verdes em edifícios com mais de 4 pavimentos". ArchDaily Brasil. 2015

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N; BARRAUD, S. Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana. ABRH, Porto Alegre-RS, 318 p. 2011

BAPTISTA, L. Aspéctos Ambientais, Sanitários, Hidrológicos e Urbanísticos na Concepção e Aplicação do LID (Low Impact Development) em Microbacia na UFSCar. Dissertação de Mestrado. São Carlos: UFSCar, 2015

CANHOLI, A. P. Drenagem urbana e controle de enchentes. Oficina de textos, São Paulo. 2005

CASTRO, L. M. A., Proposição de Indicadores para Avaliação de Sistemas de Drenagem Urbana. Dissertação de Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental UFMG. Belo Horizonte, 118p. 2002

CIONE, RUBEM (1995). *História de Ribeirão Preto*. Legis Summa LTDA, Ribeirão Preto-SP, 5v.

CIRIA, 2010. Planning for SuDS – making it happen. London, 2010. 102 p.

COELHO NETTO, Ana Luiza. *Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia*. In: Antônio José Teixeira Guerra; Sandra Baptista da Cunha. (Org.). *Geomorfologia: uma revisão de conceitos e bases*. Rio de Janeiro: Bertrand, 1994. 1 ed. p.93-148

CITY OF PORTLAND. Portland Stormwater Manual. Bureau of Environmental Services. Portland, Oregon. 2008

COLLISCHONN, W.; TASSI, R. (2008). *Introduzindo hidrologia*. UFRGS

DAGENAIS, D.; PAQUETTE, S., FUAMBA, M.3; THOMAS-MARET, I. Keys to Successful Large Scale Implementation of Vegetated Best Management Practices in the Urban Environment, 12th International Conference on Urban Drainage, Porto Alegre/Brazil,. 8 p. 2011

DANTAS, G. IPTU VERDE e o Direito à Cidade Sustentável. Revista do Programa de Pós-Graduação em Direito da Universidade Federal da Bahia. P. 313-360. 2014

DEPARTMENT OF DEFENSE. Unified Facilities Criteria (UFC) Design: *Low Impact Development*, 2004

DE URBANISTEN. Watersquare Benthemplein. Rotterdam, NL. 2012.

Disponível em: <http://www.urbanisten.nl/wp/?portfolio=waterplein-benthemplein>

ENGENHARIA E AMBIENTE, Memorial Descritivo de Projeto de Drenagem de Águas Pluviais do Condomínio Quinta do Golfe. Ribeirão Preto, 2006

FERREIRA, T.; BAPTISTA, L.; BARBASSA, A.; GONÇALVES, L.; SHINZATO, A.; VICENTE, T.; SILVA, T; FAVA, M.. Escolha, Projeto e Integração Urbanística de Técnica Compensatória em Drenagem Urbana. XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Bento Gonçalves-RS, 8 p. 2013

FONTES, N. Proposta metodológica para planejamento de sistemas de espaços livres. Ribeirão Preto – SP. Tese de Doutorado, Rio Claro 193P. 2009

FUNDAÇÃO FLORESTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, Plano de Manejo Estação Ecológica de Ribeirão Preto – Mata de Santa Tereza. São Paulo, 231p. 2003

GEISSLER, Helenne Jungblut. Análise de critérios para localização de áreas verdes urbanas de Curitiba-PR. Estudo de caso: Bosque do Papa e Parque Barigüi. Florianópolis, 274p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. 2004

GOOGLE EARTH-MAPAS. <http://mapas.google.com.br>. Consulta realizada em 08/2014.

GOULART, M., CAMPOS, H.; NEPOMUCENO, O., Tutela jurídica do Aquífero Guarani em Ribeirão Preto (Estado de São Paulo, Brasil). Boletín Geológico y Minero, 123 (3): 389-399. 2012

HIDROESTUDIO. Plano diretor de macrodrenagem de Ribeirão Preto. Ribeirão Preto: [s.n.], 2002.

HINMAN, C., B. WULKAN. Low Impact Development. Technical Guidance Manual for Puget Sound. Publicaiton No. PSP 2012.

IBGE. Perfil dos Municípios Brasileiros 2013. 288 p, 2013

IBGE. *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010.*

LAGOINHA CONSTRUTORA LTDA. Memorial Descritivo de Projeto de Drenagem de Águas Pluviais do Loteamento Parque dos Servidores. Ribeirão Preto, 1998

LYNCH, K. “Good City Form”, MIT Press, Cambridge MA and London. 446 p. 1981.

KAWATOKO, I; MENDIONDO, E. Aplicação de Metodologia para o Estabelecimento do IPTU Hidrológico em Escala de Lote Urbano. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. ABRH, 2011.

KLEIN, V.A.; LIBARDI, P.L. Densidade e distribuição do diâmetro dos poros de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. v.26; p.857-867, 2002.

KOTCHETKOFF HENRIQUES, O., Caracterização da vegetação natural em Ribeirão Preto, SP: bases para conservação. Tese de Doutorado, Ribeirão Preto-SP. 221p. 2003

MACEDO, S. S. Quadro do Paisagismo no Brasil. Coleção Quapá, V.1 São Paulo, 144 p. 1999

MAIA, D. Impactos pluviais na área urbana de Ribeirão Preto – SP. Tese de Doutorado, Rio Claro, 153p. 2007

MASCARÓ, JUAN LUÍS. *Infra-estrutura urbana*. Masquatro Editora, Porto alegre-RS, 207p. 2005

MASCARÓ, J. L. (2005). *Loteamento urbanos*. 2ª Edição. Porto Alegre: Editora Masquatro. 210p.

PRINCE GEORGE'S COUNTY, *Department of Environmental Resources. Low-Impact Development Design Strategies: An Integrated Design Approach.*, Maryland, 1999.

RIBEIRÃO PRETO (SP). Levantamento aerofotogramétrico do município de Ribeirão Preto. 1972

RIBEIRÃO PRETO (SP). Levantamento aerofotogramétrico do município de Ribeirão Preto. 1994

RIBEIRÃO PRETO (SP). *Lei Municipal complementar nº 501 de 1995*. Dispõe sobre a instituição do plano diretor do município de Ribeirão Preto e da outras providências. Ribeirão Preto-SP, 1995.

RIBEIRÃO PRETO (SP). *Carta Ambiental do Município*. Ribeirão Preto-SP, 2002.

RIBEIRÃO PRETO (SP). *Lei Municipal complementar nº 1.616 de 2004*. Institui o código do meio ambiente, dispõe sobre o sistema municipal de administração da qualidade, proteção, controle e desenvolvimento do meio ambiente e uso adequado dos recursos naturais – SIM, os instrumentos da política ambiental e estabelece normas gerais para a administração da qualidade ambiental do município de Ribeirão Preto. 2004

RIBEIRÃO PRETO (SP). *Lei Municipal complementar nº 2.157 de 2007*. Dispõe sobre o parcelamento, uso e ocupação do solo do município de Ribeirão Preto. 2007.

RIBEIRÃO PRETO (SP). *Lei Municipal complementar nº 2.505 de 2012*. Dispõe sobre a instituição do plano diretor do município de Ribeirão Preto e da outras providências. 2012.

SABOYA, R.; BITTENCOURT, S.; STELZNER, M.; SABBAGH, C.; ELY, V. ELY. Padrões de visibilidade, permeabilidade e apropriação em espaços públicos abertos: um estudo sintático. Vitruvius Arquitectos Brasil. 2014

SINELLI, OSMAR, Hidrogeologia da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo SP. Revista da Associação Brasileira de Águas Subterrâneas ABAS, v. 11, p. 06-26, 1987

SOUZA, C. F. e TUCCI, C. E. M. (2005). *Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto*. Aguasul: Simpósio de Recursos Hídricos do Sul. 19 p.

SOUZA, CHRISTOPHER FREIRE; TUCCI, CARLOS EDUARDO MORELLI; POMPÊO, CÉSAR AUGUSTO (2005). *Diretrizes para o Estabelecimento de Loteamentos Urbanos Sustentáveis*. VI Encontro nacional de águas urbanas. Março 2005

TASQUETI, M., Uma análise sobre as inundações na área da baixada central do município de Ribeirão Preto e a relação com o projeto anti - enchentes. Ribeirão Preto-SP. 2012

TAVANTI, D. R. *Desenvolvimento urbano de Baixo Impacto aplicado ao processo de planejamento urbano*. Dissertação de Mestrado. São Carlos: UFSCar, 2009

TUCCI, C. E. M., *Hidrologia: Ciência e Aplicação*, Editora UFRGS, Porto Alegre - RS, 1995.

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

TUCCI, C. E. M., PORTO, R. L. L. BARROS, M. T. *Drenagem urbana*. ABRH/ UFRGS, Porto Alegre - RS, 1995 p.

URBONAS, B. e STAHRÉ, P. “Stormwater Best Management Practices and Detention” Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 450p. 1993