

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

**O ESTUDO DE ÁREAS VULNERÁVEIS A ENCHENTES: UMA  
FERRAMENTA NA MITIGAÇÃO DE IMPACTOS.  
O CASO DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO-SP.**

**BEATRIZ DE CARVALHO ÁRTICO**

São Carlos  
2013

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

**O ESTUDO DE ÁREAS VULNERÁVEIS A ENCHENTES: UMA  
FERRAMENTA NA MITIGAÇÃO DE IMPACTOS.  
O CASO DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO-SP.**

**BEATRIZ DE CARVALHO ÁRTICO**

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. João Sergio Cordeiro

São Carlos  
2013

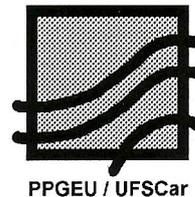
**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

A791ea      Ártico, Beatriz de Carvalho.  
O estudo de áreas vulneráveis a enchentes : uma ferramenta na mitigação de impactos. O caso de São José do Rio Preto-SP / Beatriz de Carvalho Ártico. -- São Carlos : UFSCar, 2013.  
152 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2013.

1. Engenharia urbana. 2. Áreas vulneráveis. 3. Enchentes.  
4. São José do Rio Preto (SP). I. Título.

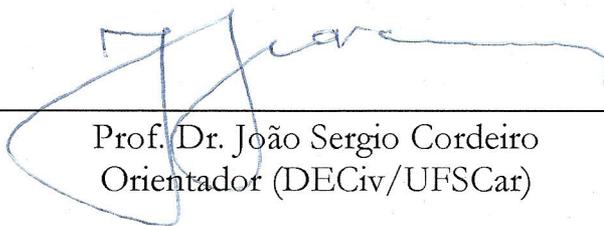
CDD: 711 (20<sup>a</sup>)



## FOLHA DE APROVAÇÃO

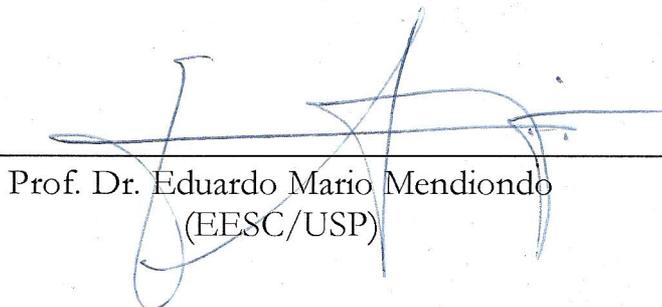
BEATRIZ DE CARVALHO ÁRTICO

Dissertação defendida e aprovada em 24/01/2013  
pela Comissão Julgadora



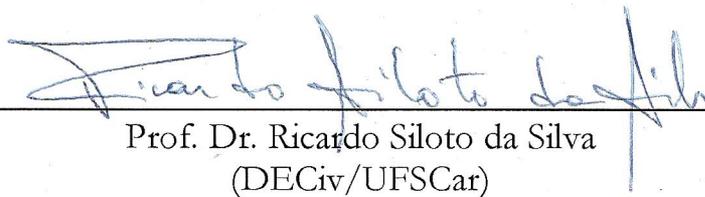
---

Prof. Dr. João Sergio Cordeiro  
Orientador (DECiv/UFSCar)



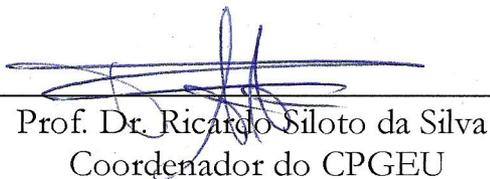
---

Prof. Dr. Eduardo Mario Menciondo  
(EESC/USP)



---

Prof. Dr. Ricardo Siloto da Silva  
(DECiv/UFSCar)



---

Prof. Dr. Ricardo Siloto da Silva  
Coordenador do CPGEU

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. João Sergio Cordeiro, meu orientador, minha admiração e agradecimento pelos ensinamentos, disposição para ouvir e auxílio indispensável à elaboração deste trabalho.

Aos professores do PPGEU – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, pelo esforço para promover o ensino e disseminar o conhecimento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – Capes, pelo incentivo e investimento, que possibilitaram maior tranquilidade e motivação durante o desenvolvimento do trabalho.

À Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto-SP pelo material fornecido à pesquisa.

À minha querida família, pelo constante apoio, incentivo nos momentos difíceis e preocupação incansável com o caminhar de meus estudos.

Aos meus pais, meus maiores incentivadores, pelo amor incondicional, dedicação e apoio em todos os momentos.

Ao Neto, pelo amor, paciência e estímulo durante os todos esses anos. Obrigado pela sua dedicação em ler, reler e pelas críticas construtivas, bem como por me acompanhar em todos os momentos.

Àqueles que contribuíram com o enriquecimento da minha vida acadêmica e à conquista desta etapa, direta ou indiretamente.

## **RESUMO**

Nos últimos anos, no período de maior precipitação - entre dezembro e março - cidades sofrem com as enchentes, cada vez mais frequentes, devido às inúmeras alterações no ciclo hidrológico natural e ao processo desordenado de uso e ocupação do solo urbano. As enchentes implicam uma série de impactos negativos à população sujeita ao fenômeno, cuja mitigação é fundamental e baseia-se em ações que equilibra o desenvolvimento urbano com as condições ambientais. Deste modo, o presente estudo objetiva identificar os principais fatores que atuam direta ou indiretamente na sistemática das enchentes sob a ótica das áreas vulneráveis a enchentes, tendo como estudo de caso a cidade de São José do Rio Preto – SP. Foram selecionados quatro parâmetros relacionados às áreas vulneráveis a enchentes, a partir da análise da revisão bibliográfica, a saber: uso e ocupação do solo urbano, bacia hidrográfica, drenagem urbana e vulnerabilidade. A partir disso, foi elaborado um método de avaliação dessas áreas com as principais características a serem analisadas, atribuindo pontuação às mesmas, com a intenção de quantificá-las e qualificá-las. Como resultado foram obtidos diagnósticos da região selecionada com as respectivas pontuações, grau de vulnerabilidade, recomendações e sugestões para cada trecho, bem como mapa síntese e cortes esquemáticos.

**Palavras-Chave:** Áreas vulneráveis, Enchentes, São José do Rio Preto-SP.

## **ABSTRACT**

Over past years, in the period of greatest rainfall - between december and march – the cities suffer from floods. There are various motives for the urban floods, including the changes in the hydrological cycle and the disordered process of urban land use and occupation. Floods cause impacts to the population subject to the phenomenon, whose mitigation is fundamental and is based an action that balances urban development with environmental conditions. The present work aims to identify the main factors which act directly or indirectly in floods from the perspective of the areas vulnerable to flooding, with case study in the city of Sao Jose do Rio Preto-SP. From the analysis of the literature review were selected four parameters related to the areas vulnerable to flooding: the use and occupation of urban land, the river basin, the urban drainage, and the vulnerability. A method of evaluation of areas with the main features to be parsed assigning scores to the same, with the intention of quantifies and qualifies them. As a result were obtained a diagnoses form the selection area with their respective scores, degree of vulnerability, recommendations and suggestions, as well as map overview and representation schematic of the area.

**Keywords:** Vulnerable Areas, Floods, São José do Rio Preto-SP.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 3.1</b> Gráfico da evolução populacional urbana e rural no Brasil entre 1940 e 2010. ....	21
<b>Figura 3.2</b> Esquema bacia hidrográfica. ....	26
<b>Figura 3.3</b> Tipos de canais fluviais .....	27
<b>Figura 3.4</b> Influência da forma da bacia no seu comportamento hidrológico. ....	29
<b>Figura 3.5</b> Evolução urbana e ocorrência de inundações. ....	30
<b>Figura 3.6</b> Consequências da urbanização no ciclo hidrológico. ....	33
<b>Figura 3.7</b> Impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico. ....	34
<b>Figura 3.8</b> Hidrograma de área urbanizada x área não urbanizada. ....	35
<b>Figura 3.9</b> Esquema da micro e macrodrenagem urbana. ....	37
<b>Figura 3.10</b> Reunião semanal do Tribunal das Águas de Valência. ....	41
<b>Figura 3.11</b> Perfil esquemático dos processos de enchente, inundação e alagamento. ....	44
<b>Figura 3.12</b> Vulnerabilidade e enchentes: área não urbanizada x área urbanizada. ....	46
<b>Figura 3.13</b> Comparação de intensidade de chuvas em cidades européias e brasileiras. ....	48
<b>Figura 4.1</b> Mapa de localização de São José do Rio Preto-SP. ....	49
<b>Figura 4.2</b> Evolução do crescimento populacional de São José do Rio Preto-SP. ....	50
<b>Figura 4.3</b> Tendências e Condicionantes de crescimento de São José do Rio Preto-SP. ....	51
<b>Figura 4.4</b> Bacia hidrográfica do Rio Grande na região noroeste do estado de São Paulo. ....	51
<b>Figura 4.5</b> Principais rios e córregos de São José do Rio Preto-SP. ....	52
<b>Figura 4.6</b> Largo Igreja Matriz, 1909. Fonte: Jornal Diário da Região. ....	53
<b>Figura 4.7</b> Construção da Catedral na área central em 1914. ....	54
<b>Figura 4.8</b> Esquina da Rua Siqueira Campos nos anos 20. ....	54
<b>Figura 4.9</b> Primeira agência Ford, na década de 20, na área central. ....	54
<b>Figura 4.10</b> Antiga Cadeia e Fórum na década de 40. ....	55
<b>Figura 4.11</b> Foto aérea do complexo da Swift na década de 50. ....	55
<b>Figura 4.12</b> Swift - Pátio com a linha férrea interna. ....	55
<b>Figura 4.13</b> Obras sobre o Córrego Canela para a construção de avenida. ....	56
<b>Figura 4.14</b> Represa Municipal da cidade em 1960. ....	56
<b>Figura 4.15</b> São José do Rio Preto -1962. ....	56
<b>Figura 4.16</b> São José do Rio Preto -1997. ....	57
<b>Figura 4.17</b> São José do Rio Preto -2008. ....	57
<b>Figura 4.18</b> Indicação das imagens contidas no histórico de São José do Rio Preto-SP. ....	57
<b>Figura 4.19</b> Núcleo urbano de São José do Rio Preto-SP e principais acessos em 1893. ....	58

<b>Figura 4.20</b> Esquema dos vetores iniciais de crescimento da cidade. ....	59
<b>Figura 4.21</b> Esquema do crescimento urbano na década de 50. ....	60
<b>Figura 4.22</b> Construção da Avenida Alberto Andaló e canalização do córrego Canela na década de 60. ....	61
<b>Figura 4.23</b> Expansão urbana em São José do Rio Preto-SP nas décadas de 80, 90 e 2000. ....	62
<b>Figura 4.24</b> Loteamentos irregulares em São José do Rio Preto-SP. ....	64
<b>Figura 4.25</b> Loteamento irregular na Zona Norte. ....	64
<b>Figura 4.26</b> Loteamento irregular na Zona Leste. ....	64
<b>Figura 4.27</b> Enchente em São José do Rio Preto-SP em 1980. ....	65
<b>Figura 4.28</b> Intervenções sobre os córregos Canela e Borá. ....	66
<b>Figura 4.29</b> Enchente na Avenida Alberto Andaló em fevereiro de 2012. ....	67
<b>Figura 4.30</b> Canalização do Rio Preto – maior obra antienchente de São José do Rio Preto-SP. ....	68
<b>Figura 4.31</b> Canalização do Rio Preto na Avenida Philadelpho Gouveia Neto. ....	68
<b>Figura 4.32</b> Enchente na Avenida Alberto Andaló em março de 2012. ....	69
<b>Figura 4.33</b> Principais intervenções previstas para o córrego Canela. ....	70
<b>Figura 4.34</b> Parque linear na Avenida Philadelpho Gouveia Neto. ....	70
<b>Figura 4.35</b> Parque linear na Avenida Philadelpho Gouveia Neto. ....	71
<b>Figura 4.36</b> Principais pontos de alagamento em São José do Rio Preto-SP. ....	72
<b>Figura 4.37</b> Pontos críticos de alagamento em São José do Rio Preto-SP. ....	73
<b>Figura 4.38</b> Matéria: Rio Preto fica devastada com a chuva, 19 de janeiro de 2010. ....	74
<b>Figura 5.1</b> Fluxograma representativo da síntese do método utilizado na pesquisa. ....	76
<b>Figura 5.2</b> Área para aplicação do método de estudo: São José do Rio Preto-SP. ....	86
<b>Figura 5.3</b> Corte esquemático das subdivisões dos eixos da área em estudo. ....	87
<b>Figura 5.4</b> Planta da área de estudo com os nove trechos de análise. ....	88
<b>Figura 5.5</b> Esquema da sistematização de dados para a aplicação do método de pesquisa. ....	88
<b>Figura 5.6</b> Esquema das diretrizes para a coleta de dados. ....	89
<b>Figura 6.1</b> Represa municipal. ....	90
<b>Figura 6.2</b> Linha Férrea na área central. ....	90
<b>Figura 6.3</b> Mapa com os principais elementos da região analisada em São José do Rio Preto-SP. ....	91
<b>Figura 6.4</b> Praça Cívica na região central. ....	91
<b>Figura 6.5</b> Praça Dom José Marcondes. ....	91
<b>Figura 6.6</b> Mapa síntese do uso e ocupação do solo. ....	92
<b>Figura 6.7</b> Gráfico síntese das tipologias de uso e ocupação do solo. ....	93
<b>Figura 6.8</b> Principais áreas de lazer/verde mapeadas na área de estudo. ....	93

<b>Figura 6.9</b> Bacias hidrográficas presentes na área de estudo.....	94
<b>Figura 6.10</b> Bacia hidrográfica do córrego Canela. ....	95
<b>Figura 6.11</b> Bacia hidrográfica do córrego Borá. ....	96
<b>Figura 6.12</b> Principais bacias hidrográficas na área de estudo. ....	97
<b>Figura 6.13</b> Principais bacias hidrográficas na área de estudo e as cotas de altitude.....	98
<b>Figura 6.14</b> Canal sem manutenção preventiva ao longo do tempo. ....	99
<b>Figura 6.15</b> Localização das bocas de lobo na área em estudo.....	101
<b>Figura 6.16</b> Boca de lobo obstruída por detritos.....	101
<b>Figura 6.17</b> Boca de lobo com a tampa quebrada e obstruída. ....	101
<b>Figura 6.18</b> Boca de lobo sem manutenção.....	102
<b>Figura 6.19</b> Boca de lobo com grelha obstruída. ....	102
<b>Figura 6.20</b> Áreas propícias à detenção/retenção das águas pluviais.....	102
<b>Figura 6.21</b> Classificação do sistema viário na área de estudo.....	104
<b>Figura 6.22</b> Vulnerabilidade de pessoas e bens em função dos horários ao longo do dia.....	105
<b>Figura 6.23</b> Mapa síntese do Trecho 01. ....	106
<b>Figura 6.24</b> Vista da avenida Philadelpho G. Netto e o trecho do Rio Preto em canal aberto. ....	107
<b>Figura 6.25</b> Praça cívica com vocação para área de detenção/retenção das águas pluviais. ....	107
<b>Figura 6.26</b> Vista da avenida Philadelpho G. Netto e o trecho do Rio Preto em canal fechado.....	107
<b>Figura 6.27</b> Represa Municipal próximo ao trecho analisado. ....	107
<b>Figura 6.28</b> Boca de lobo com grelha próxima a avenida Philadelpho G. Netto.....	107
<b>Figura 6.29</b> Boca de lobo sem a tampa de proteção.....	107
<b>Figura 6.30</b> Análise SWOT – Trecho 01.....	109
<b>Figura 6.31</b> Mapa síntese do Trecho 02. ....	110
<b>Figura 6.32</b> Vista das unidades habitacionais presentes no trecho analisado. ....	111
<b>Figura 6.33</b> Vista da rua Bernardino de Campos.....	111
<b>Figura 6.34</b> Vista do centro de São José do Rio Preto-SP.....	111
<b>Figura 6.35</b> Boca de lobo com grelha. ....	111
<b>Figura 6.36</b> Vista da Estação de Tratamento de Água a partir da Represa Municipal.....	111
<b>Figura 6.37</b> Estação de Tratamento de Água de São José do Rio Preto-SP.....	111
<b>Figura 6.38</b> Análise SWOT – Trecho 02.....	113
<b>Figura 6.39</b> Mapa síntese do Trecho 03. ....	114
<b>Figura 6.40</b> Vista da Avenida Bady Bassitt a partir do canteiro central. ....	115
<b>Figura 6.41</b> Esquina da Avenida Bady Bassitt com rua Bernardino de Campos.....	115
<b>Figura 6.42</b> Viaduto de acesso para a área central.....	115

<b>Figura 6.43</b>	Viaduto Jordão Reis. ....	115
<b>Figura 6.44</b>	Via de acesso à avenida Bady Bassitt, próximo ao trilho da ferrovia. ....	115
<b>Figura 6.45</b>	Terminal urbano de integração do sistema de transporte coletivo. ....	115
<b>Figura 6.46</b>	Análise SWOT – Trecho 03.....	117
<b>Figura 6.47</b>	Mapa síntese do Trecho 04. ....	118
<b>Figura 6.48</b>	Vista da rua Tiradentes, ao fundo a Avenida Bady Bassitt.....	119
<b>Figura 6.49</b>	Vista da rua Prudente de Moraes, ao fundo a Avenida Bady Bassitt . ....	119
<b>Figura 6.50</b>	Galpões antigos utilizados para o uso comercial.....	119
<b>Figura 6.51</b>	Área comercial da região formada por antigas residências.....	119
<b>Figura 6.52</b>	Vista da rua Pedro Amaral.....	119
<b>Figura 6.53</b>	Boca de lobo obstruída por resíduos. ....	119
<b>Figura 6.54</b>	Análise SWOT – Trecho 04.....	121
<b>Figura 6.55</b>	Mapa síntese do Trecho 05. ....	122
<b>Figura 6.56</b>	Vista da rua Coronel Spínola de Castro, ao fundo o terminal de integração urbano. ....	123
<b>Figura 6.57</b>	Vista da rua General Glicério.....	123
<b>Figura 6.58</b>	Área comercial no trecho analisado. ....	123
<b>Figura 6.59</b>	Trilhos da Ferrovia, ao fundo área com potencialidade de retenção águas pluviais. ....	123
<b>Figura 6.60</b>	Boca de lobo danificada. ....	123
<b>Figura 6.61</b>	Boca de lobo com a tampa quebrada. ....	123
<b>Figura 6.62</b>	Análise SWOT – Trecho 05.....	125
<b>Figura 6.63</b>	Mapa síntese do Trecho 06. ....	126
<b>Figura 6.64</b>	Vista da Avenida Alberto Andaló. ....	127
<b>Figura 6.65</b>	Vista da Avenida Alberto Andaló. ....	127
<b>Figura 6.66</b>	Avenida Alberto Andaló esquina com rua Tiradentes. ....	127
<b>Figura 6.67</b>	Viaduto para acesso a Avenida Alberto Andaló. ....	127
<b>Figura 6.68</b>	Terminal urbano de ônibus, ao fundo o viaduto sobre os trilhos da ferrovia. ....	127
<b>Figura 6.69</b>	Boca de lobo danificada. ....	127
<b>Figura 6.70</b>	Análise SWOT – Trecho 06.....	129
<b>Figura 6.71</b>	Mapa síntese do Trecho 07. ....	130
<b>Figura 6.72</b>	Rua Prudente de Moraes, ao fundo Avenida Alberto Andaló.....	131
<b>Figura 6.73</b>	Vista da rua Pedro Amaral.....	131
<b>Figura 6.74</b>	Área verde propícia a retenção/detenção das águas pluviais, ao fundo a linha férrea. ....	131
<b>Figura 6.75</b>	Área verde propícia a retenção/detenção das águas pluviais, ao fundo a represa municipal. ....	131

<b>Figura 6.76</b> Avenida da Saudade (lado esquerdo a área institucional do Automóvel Clube). .....	131
<b>Figura 6.77</b> Boca de lobo com grelha. ....	131
<b>Figura 6.78</b> Análise SWOT – Trecho 07.....	133
<b>Figura 6.79</b> Mapa síntese do Trecho 08. ....	134
<b>Figura 6.80</b> Terminal urbano de transporte coletivo. ....	135
<b>Figura 6.81</b> Vista da linha férrea e estação ferroviária. ....	135
<b>Figura 6.82</b> Vista da rua Tiradentes, ao fundo Avenida Alberto Andaló. ....	135
<b>Figura 6.83</b> Vista da rua Antonio de Godoy, via de acesso a área central. ....	135
<b>Figura 6.84</b> Boca de lobo com abertura projetada incorretamente. ....	135
<b>Figura 6.85</b> Boca de lobo executada com abertura frontal muito grande. ....	135
<b>Figura 6.86</b> Análise SWOT – Trecho 08.....	137
<b>Figura 6.87</b> Mapa síntese do Trecho 09. ....	138
<b>Figura 6.88</b> Terminal rodoviário de São José do Rio Preto-SP. ....	139
<b>Figura 6.89</b> Vista da estação ferroviária a partir do terminal rodoviário. ....	139
<b>Figura 6.90</b> Cruzamento em nível da linha férrea na rua Bernardino de Campos. ....	139
<b>Figura 6.91</b> Praça Dom José Marcondes na área central da cidade. ....	139
<b>Figura 6.92</b> Comércio e serviço na rua Voluntários de São Paulo.....	139
<b>Figura 6.93</b> Boca de lobo com grelha na região do central de São José do Rio Preto-SP.....	139
<b>Figura 6.94</b> Análise SWOT – Trecho 09.....	141
<b>Figura 6.95</b> Mapa síntese das áreas vulneráveis a enchentes em São José do Rio Preto-SP.....	143
<b>Figura 6.96</b> Corte esquemático 01 – Grau de vulnerabilidade a enchentes.....	144
<b>Figura 6.97</b> Corte esquemático 02 – Grau de vulnerabilidade a enchentes.....	144
<b>Figura 6.98</b> Corte esquemático 03 – Grau de vulnerabilidade a enchentes.....	145
<b>Figura 6.99</b> Corte esquemático 04 – Grau de vulnerabilidade a enchentes.....	145

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> Causas e efeitos da urbanização sobre o escoamento superficial. ....	32
<b>Quadro 2</b> Sistema tradicional x sistema alternativo de drenagem urbana. ....	38
<b>Quadro 3</b> Histórico de São José do Rio Preto-SP.....	53
<b>Quadro 4</b> Abrangência da pesquisa bibliográfica. ....	77
<b>Quadro 5</b> Parâmetros, justificativas e fontes para o desenvolvimento do método de avaliação de áreas vulneráveis a enchentes. ....	79
<b>Quadro 6</b> Parâmetros e critérios para análise do uso e ocupação do solo urbano. ....	80
<b>Quadro 7</b> Parâmetros e critérios para análise da bacia hidrográfica. ....	81
<b>Quadro 8</b> Parâmetros e critérios para análise da drenagem urbana. ....	82
<b>Quadro 9</b> Parâmetros e critérios para análise da vulnerabilidade a enchentes. ....	83
<b>Quadro 10</b> Parâmetros e critérios para análise da vulnerabilidade a enchentes. ....	84
<b>Quadro 11</b> Método proposto para análise de áreas vulneráveis a enchentes. ....	85
<b>Quadro 12</b> Principais notícias sobre enchentes na área de estudo. ....	103

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> Registro de inundações no Brasil entre 1940 e 2008. ....	45
<b>Tabela 2</b> Quadro de área do município de São José do Rio Preto – SP. ....	63

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ABES</b>	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
<b>ABRH</b>	Associação Brasileira de Recursos Hídricos
<b>CRED</b>	Centre for Research on the Epidemiology of Disasters
<b>EM-DAT</b>	The International Emergency Disasters Database
<b>ETA</b>	Estação de Tratamento de Água
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
<b>IPT</b>	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
<b>OFDA</b>	Office for U.S. Foreign Disaster Assistance
<b>PPGEU</b>	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana
<b>UFMG</b>	Universidade Federal de Minas Gerais
<b>UFRGS</b>	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
<b>UFSCAR</b>	Universidade Federal de São Carlos
<b>USP</b>	Universidade de São Paulo
<b>UN-ISDR</b>	Nações Unidas - Estratégia Internacional para Redução de Desastres

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>19</b>
2.1.	OBJETIVO GERAL.....	19
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	19
<b>3.</b>	<b>EMBASAMENTO TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
3.1.	URBANIZAÇÃO BRASILEIRA .....	20
3.2.	A BACIA HIDROGRÁFICA COMO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA .....	26
3.3.	DESENVOLVIMENTO URBANO E BACIA HIDROGRÁFICA.....	30
3.4.	GESTÃO DA DRENAGEM URBANA.....	36
3.5.	VULNERABILIDADE E ENCHENTES.....	42
3.5.1.	RISCO, PERIGO E VULNERABILIDADE.....	42
3.5.2.	INUNDAÇÃO, ENCHENTE E ALAGAMENTO.....	43
3.5.3.	ÁREAS VULNERÁVEIS A ENCHENTES .....	45
3.6.	ANÁLISE CRÍTICA.....	47
<b>4.</b>	<b>OBJETO DE ESTUDO: SÃO JOSÉ DO RIO PRETO-SP .....</b>	<b>49</b>
4.1.	ASPECTOS GERAIS.....	49
4.2.	BREVE HISTÓRICO DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO-SP.....	53
4.3.	EVOLUÇÃO URBANA DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO-SP.....	58
4.4.	PRINCIPAIS INTERVENÇÕES NOS CÓRREGOS CANELA E BORÁ E RIO PRETO.....	65
4.5.	AS ENCHENTES EM SÃO JOSÉ DO RIO PRETO-SP .....	72
<b>5.</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>75</b>
5.1.1.	ASPECTOS GERAIS.....	75

5.2.	SÍNTESE DO MÉTODO.....	76
5.3.	ETAPAS METODOLÓGICAS.....	77
5.3.1.	ETAPA I: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	77
5.3.2.	ETAPA II: LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO-SP.....	78
5.3.3.	ETAPA III: ELABORAÇÃO DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE ÁREAS VULNERÁVEIS A ENCHENTES.....	78
5.3.4.	ETAPA IV: APLICAÇÃO DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE GERENCIAMENTO DE RISCO NO OBJETO DE ESTUDO.....	86
5.3.5.	ETAPA V: AVALIAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	89
<b>6.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>90</b>
6.1.	ASPECTOS GERAIS.....	90
6.1.1.	USO E OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO.....	90
6.1.2.	BACIA HIDROGRÁFICA DOS CÓRREGOS CANELA E BORÁ E RIO PRETO.....	94
6.1.3.	DRENAGEM URBANA.....	100
6.1.4.	VULNERABILIDADE E ENCHENTES.....	103
6.2.	DIAGNÓSTICO DOS TRECHOS ANALISADOS.....	105
6.2.1.	TRECHO 01.....	106
6.2.2.	TRECHO 2.....	110
6.2.3.	TRECHO 3.....	114
6.2.4.	TRECHO 4.....	118
6.2.5.	TRECHO 5.....	122
6.2.6.	TRECHO 6.....	126
6.2.7.	TRECHO 7.....	130
6.2.8.	TRECHO 8.....	134

6.2.9. TRECHO 9 .....	138
6.3. DIAGNÓSTICO DAS ÁREAS VULNERÁVEIS A ENCHENTES .....	142
7. CONCLUSÕES .....	146
8. SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES.....	147
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>148</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>Erro! Indicador não definido.</b>

## 1. INTRODUÇÃO

“A explicação é lógica; o remédio é simples; as terras boas, não submersíveis existem em altíssimas extensões no planeta, mesmo junto à maioria dos estreitos tratos de várzeas inundáveis. Mas o homem quer lutar, quer ocupar, defender, valorizar a sua propriedade em lugar de explorar sem contrariar a natural visita das enchentes e sem se opor aos perigos [...]. O problema das inundações é, portanto, um problema estabelecido pelos caprichos da atividade humana”.

(Saturnino de Brito, 1944)

Nas últimas décadas, as cidades brasileiras sofreram processo acelerado de urbanização e de ocupação desordenada. Esse processo se caracterizou, sobretudo, pelo planejamento urbano inadequado, ocupação de áreas fragilizadas, impermeabilização do solo e alteração do ciclo hidrológico natural, o que resultou em diversos impactos negativos sobre o ambiente citadino.

Como consequência desse processo, as cidades tornaram-se palco de problemas sociais, econômicos e ambientais, cujas questões relacionadas à infraestrutura urbana são problemas recorrentes, dentre os quais podemos destacar a questão das enchentes nas áreas urbanas.

Nos últimos anos, no período de maior precipitação - entre dezembro e março - cidades de portes distintos lidam com as enchentes, cada vez mais frequentes, devido às inúmeras alterações no ciclo hidrológico natural e ao processo desordenado de uso e ocupação do solo urbano. As enchentes implicam uma série de impactos negativos à população sujeita ao fenômeno, sendo os principais: prejuízos materiais, interrupções de atividades econômicas das áreas afetadas, contaminação por doenças transmitidas pela água das chuvas e perdas humanas.

Entre 1º de dezembro de 2010 e 31 de março de 2011, foram registradas 29 mortes causadas pelas chuvas em todo o estado de São Paulo e 117 municípios foram afetados de alguma maneira pelos temporais durante o período, segundo a Defesa Civil do Estado de São Paulo (2011). Esses dados reforçam a necessidade de repensar as áreas vulneráveis a enchentes, tais como as áreas de fundo de vale, uma vez que suas consequências afetam, diretamente, a população urbana.

Para o controle desse problema, é necessário implementar ações ordenadas que equilibrem o desenvolvimento urbano com as condições ambientais da cidade. Isso significa buscar soluções para minimizar os efeitos negativos da urbanização e integrar o

gerenciamento das áreas vulneráveis a enchentes às demais esferas do planejamento urbano.

Nesse sentido, observa-se a importância e relevância da presente pesquisa, uma vez que se pauta na discussão sobre as áreas vulneráveis a enchentes, suas relações com o uso e ocupação do solo urbano e a necessidade de ações que visam à mitigação desses impactos para o desenvolvimento mais sustentável para as cidades.

A estratégia utilizada na realização da pesquisa foi o estudo de caso único e exploratório, proporcionando a oportunidade de vincular a pesquisa a um exemplo da realidade urbana brasileira.

A área escolhida para a análise se localiza na região central de São José do Rio Preto-SP, parte integrante das bacias dos Córregos Canela e Borá e do Rio Preto. Para a aplicação da metodologia foram utilizadas ferramentas propostas para identificar as áreas vulneráveis a enchentes, sob a ótica de quatro fatores essenciais: uso e ocupação do solo urbano, bacia hidrográfica, drenagem urbana e vulnerabilidade a enchentes.

Portanto, destaca-se que essa dissertação tem por intuito servir como ferramenta de apoio para técnicos e administradores, bem como criar embasamento para a produção de material sobre a questão das áreas vulneráveis a enchentes e promover conhecimento para a disseminação da importância da mitigação dos impactos das enchentes nas áreas urbanas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVO GERAL**

Esta pesquisa teve como objetivo geral identificar os principais fatores que atuam direta ou indiretamente na sistemática das enchentes, a partir da análise crítica do uso e ocupação do solo urbano e da bacia hidrográfica, sob a ótica das áreas vulneráveis a enchentes, tendo como estudo de caso a cidade de São José do Rio Preto – SP.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Para tanto, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Definir critérios para análise das áreas vulneráveis a enchentes;
- Caracterizar os principais parâmetros relacionados às áreas vulneráveis a enchentes;
- Propor método de avaliação das áreas vulneráveis a enchentes, em conformidade com os critérios e parâmetros associados à problemática;
- Aplicar o método de avaliação na região central de São José do Rio Preto-SP, nas bacias dos Córregos Canela e Borá e do Rio Preto;
- Fornecer subsídios que auxiliem na mitigação dos impactos das enchentes nas áreas urbanas.

### 3. EMBASAMENTO TEÓRICO

#### 3.1. URBANIZAÇÃO BRASILEIRA

O meio urbano corresponde a uma série de relações culturais, socioeconômicas e espaciais, sendo composto por formas e processos derivados da cidade e do campo. É sempre relacionado com duas questões essenciais: o espaço e o âmbito social, visto que:

O urbano torna-se definido em termo dos efeitos particulares das intensidades das interações entre o social e o espacial constituído pela forma específica de articulação espacial da produção, circulação e do consumo na formação social. (VILLAÇA, 1998.p.47)

Isso demonstra que o meio urbano está estritamente relacionado com a questão espaço-social e as relações que as estruturam, sendo, portanto, um resultado tangível da integração entre tais afinidades.

O meio urbano, segundo Serra (1987), é definido através da concentração espacial da população a partir de certos limites de dimensão e de densidade, partindo do ponto de vista cultural e buscando uma difusão do sistema de valores. O meio urbano pode ser considerado uma síntese da antiga dicotomia cidade-campo, um terceiro elemento nessa oposição dialética, a manifestação material e sócio-espacial da sociedade urbano-industrial contemporânea estendida, virtualmente, por todo o espaço social.

Deste modo, considera-se o termo “meio urbano” uma metáfora para o espaço social definido pela urbanização, que se estende virtualmente por todo o território através do tecido urbano.. (MONTE-MÓR, 2006).

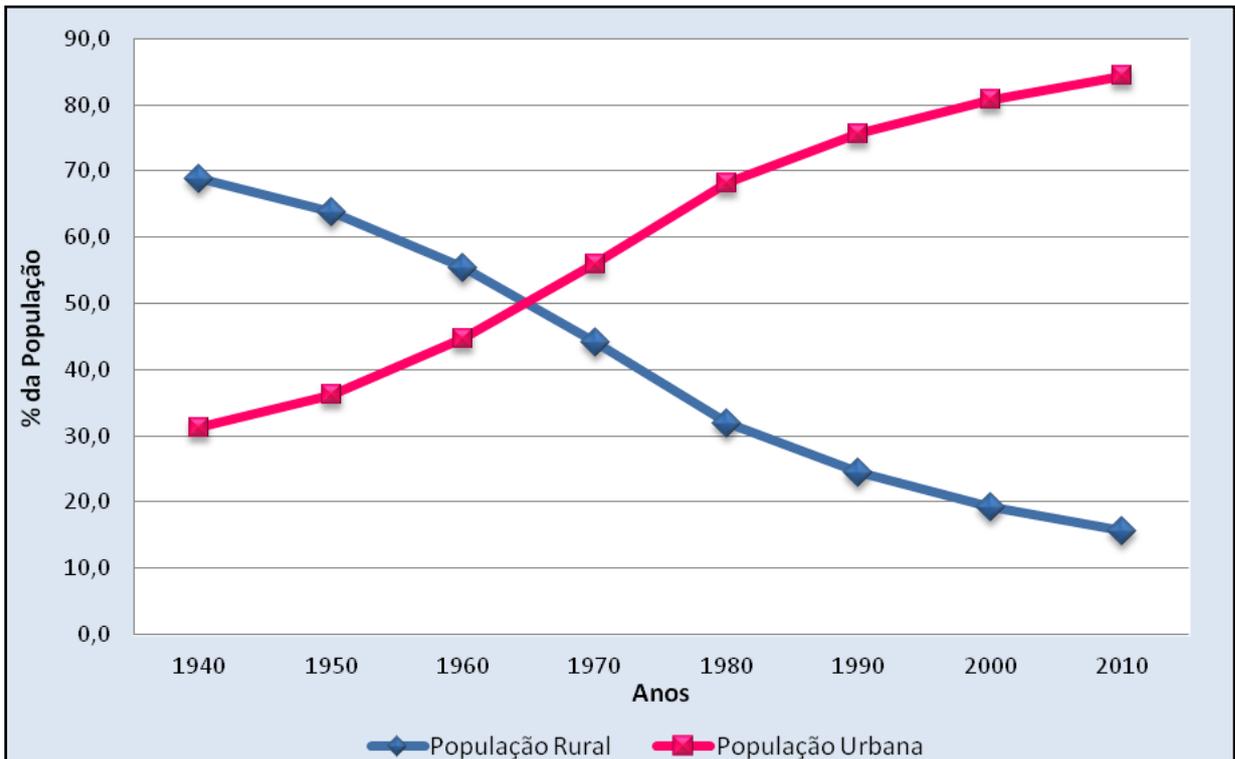
Dentro deste contexto, o processo de urbanização das cidades brasileiras pauta-se em um fenômeno recente, estruturado na ausência de planejamento urbano, com a admissão de ocupação de áreas fragilizadas e na expansão urbana desordenada. Tais questões refletem diretamente na história das cidades brasileiras e são responsáveis pelos diversos problemas que as cidades vivenciam atualmente, tanto no âmbito econômico, quanto social e ambiental.

O crescimento urbano no Brasil nos últimos séculos, para Silva e Teixeira (1999), relaciona-se à economia, visto que a industrialização, associada à procura de melhores empregos, provocou grande movimento migratório da área rural para a área urbana.

O crescimento populacional e o êxodo rural ocorridos entre o final do século XIX e o início do século XX foram fundamentais para a estruturação das cidades brasileiras.

No período do Pós-Guerra, esse processo é acelerado e constata-se o início da inversão da curva populacional, uma vez que a população urbana, que representava pouco mais de 30 % em 1940, aumenta rapidamente para 45% em 1960, 68% em 1980, 81% em 2000 e 84% em 2010, conforme Figura 3.1 (IBGE, 2010).

**Figura 3.1** Gráfico da evolução populacional urbana e rural no Brasil entre 1940 e 2010.



Fonte: IBGE, 2010.

Segundo Villaça (1998), as metrópoles brasileiras apresentam em sua composição elementos comuns de organização urbana, uma vez que são caracterizadas pela mesma formação social, econômica e histórica. Abusar na segregação e na simplificação das formas são características destas estruturas, nas quais a setorização é dominante. Aliás, a estruturação desses espaços resultam, sobretudo, na presença de uma área de grande concentração das camadas de alta renda, o que leva a uma segregação de interesse na estruturação do âmbito urbano.

Para Ribeiro (1999), entre as décadas de 50 e 80, o crescimento populacional nas áreas citadinas e a inversão da curva populacional brasileira corresponderam à formação das densas redes urbanas, isto é, de grandes cidades, dando origem às regiões metropolitanas nas áreas onde houve a predominância de investimentos econômicos e tecnológicos. Entre tais regiões, podemos citar: São Paulo, Recife, Rio de Janeiro e Belo Horizonte.

Segundo Mota (1999), a urbanização das cidades brasileiras foi realizada a partir dos aspectos sociais, culturais e econômicos, admitindo-se a adequação do ambiente físico às atividades antrópicas. Considerava-se que os recursos naturais podiam ser utilizados e alterados de forma ilimitada, desde que fossem atendidas as necessidades básicas dos moradores das cidades, tais como habitação, trabalho, circulação e lazer.

O resultado da urbanização sob tais circunstâncias, aliado às inadequadas políticas sociais de expansão urbana, ao mercado imobiliário e a especulação urbana provocaram ocupações sem infraestrutura suficiente para atender à população urbana, comprometendo a qualidade do meio urbano.

Além disso, o avanço da urbanização nas cidades brasileiras, segundo Tucci e Marques (2000), comprometeu os fatores ambientais, devido à intensa modificação das condições naturais. Isso se evidencia na medida em que se analisa a expansão das áreas urbanas e a forma desordenada de uso e ocupação do solo.

Neste contexto, constata-se a importância de um planejamento urbano integrado, elaborado a partir dos aspectos sociais, econômicos, culturais, políticos e ambientais, a fim de promover qualidade de vida para a população e, ao mesmo tempo, preservar os recursos naturais.

Entre os problemas citados, destaca-se o uso e ocupação do solo, que, nos últimos anos, caracterizou-se pela expansão das áreas urbanas e ocupação desordenada. O uso e ocupação do solo pode ser definido como um conjunto de atividades sobre aglomeração urbana, cujo objetivo principal é evitar:

- 1) a utilização inadequada dos imóveis urbanos;
- 2) a proximidade de usos incompatíveis ou inconvenientes;
- 3) o parcelamento do solo, a edificação ou o uso excessivos ou inadequados em relação à infraestrutura urbana;
- 4) a instalação de empreendimentos ou atividades que possam funcionar como pólos geradores de tráfego, sem a previsão da infraestrutura correspondente;
- 5) a retenção especulativa de imóvel urbano, que resulte na sua subutilização ou não utilização;
- 6) a deterioração das áreas urbanizadas;
- 7) a poluição e a degradação ambiental. (PÓLIS, 2001, p. 46)

Para Corrêa (1989), o espaço urbano é formado por fragmentos relacionados ao uso do solo urbano, ou seja, cada sítio está associado a uma função ou atividade urbana que representa uma expressão das relações socioeconômicas do território e da apropriação do homem sobre a mesma.

Assim, verifica-se que as políticas de uso e ocupação do solo são essenciais para a organização espacial das cidades, uma vez que são responsáveis por determinar a distribuição

das atividades na malha urbana.

No processo de planejamento do uso do solo, a densidade é um dos mais importantes indicadores e parâmetros a ser utilizado e caracteriza-se pelo número total da população de uma área urbana específica, expressa em habitantes por área.

Segundo Acioly e Davidson (1998), as cidades que possuem áreas centrais e centros de negócios com alta densidade populacional e construtiva, enquanto seus subúrbios ou cidades satélites possuem densidades extremamente baixas, durante o expediente de trabalho, resultam em um espaço urbano monofuncional, ineficiente e marcado pelo congestionamento e densidades flutuantes. Tal característica pode resultar em uma sobrecarga ou saturação da infraestrutura em certos períodos, ou na falta de segurança, devido à ausência de uso diversificado.

Para Mota (1999), o uso e ocupação do solo é um instrumento de controle do uso da terra, densidade populacional, localização e atividade das construções a serem edificadas, capaz de contribuir para a adequada ocupação das áreas urbanas, impedindo danos não só à população, mas também ao meio físico e ambiental.

Tucci (1995) diz que a elaboração do plano de uso do solo é importante instrumento para o direcionamento do desenvolvimento da cidade, bem como para a elaboração de uma legislação adequada.

Deste modo, segundo Forman (1995), um dos maiores desafios do planejamento do uso e ocupação do solo urbano refere-se ao uso sustentável do ambiente, ou seja, na ação de políticas de uso do solo com ênfase nas dimensões ambientais e humanas da paisagem, bem como na consideração de intervalo temporal que abranja diferentes gerações humanas.

Em 2001, foi aprovada e sancionada a Lei Federal n.º 10.257, o chamado Estatuto da Cidade, cujo objetivo é traçar diretrizes gerais para o desenvolvimento urbano dos municípios brasileiros. O documento pauta-se, sobretudo, na gestão de cidades democráticas e planejadas, bem como no aprofundamento do tema da regularização fundiária, nas questões relacionadas ao meio urbano e nas problemáticas ambientais.

O Estatuto da Cidade busca fornecer instrumentos para que o crescimento e o desenvolvimento das cidades sejam processos que colaborem para o equilíbrio social e ambiental, e para isso as práticas de planejamento são fundamentais e tipificadas em instrumentos como o zoneamento urbano, as leis de parcelamento e o próprio uso e ocupação do solo urbano.

Para Lira (2003), a diversidade presente no uso e ocupação do solo na malha urbana em muitas cidades permite a proximidade de usos residencial, comercial, de serviços e de

pequenas empresas, o que, em excesso, promove conflitos de uso e necessidade de controle urbanístico. Isso ocorre, pois, em muitos casos, a lógica de ocupação do solo é regulada pelo interesse do mercado imobiliário, que desconsidera as condições de infraestrutura, gerando problemas de mobilidade, moradia e degradação ambiental.

De acordo com as políticas de uso e ocupação do solo urbano, sob a ótica da preservação ambiental, as atividades deveriam ser orientadas no território de modo a salvaguardar o meio ambiente, bem como a sociedade, a economia e a cultura do local.

Entretanto, o que se observa na maioria das cidades brasileiras são políticas de uso e ocupação do solo desconectadas, sem uma visão sistêmica e integrada com as questões hidrológicas, socioculturais e econômicas.

Com o constante crescimento e expansão das cidades, acentua-se a necessidade de buscar alternativas para tornar o processo de desenvolvimento urbano menos impactante, de modo a minimizar as alterações proporcionadas pelo ambiente construído, reduzir a poluição ambiental e garantir a preservação de um ambiente citadino saudável para as gerações presentes e futuras.

Neste contexto, é válido ressaltar a importância da urbanização de impacto ambiental reduzido, que atua na promoção de um ambiente urbano harmônico, a partir do emprego de tecnologias de infraestrutura urbana e de políticas de uso e ocupação do solo voltadas ao crescimento equilibrado entre meio urbano e natural.

Segundo Vendramini, Bruna e Marques (2005), o aumento da população associado à diminuição de recursos naturais conduz as cidades a uma situação de esgotamento iminente, cujo repensar o planejamento da cidade deve ser imediato, a fim de minimizar os impactos negativos da ocupação sobre o meio ambiente e os crescentes processos de degradação sobre o mesmo.

À luz do enfoque da urbanização de impacto ambiental reduzido, é necessário modificar a tendência atual de expansão das cidades, através de uma revisão da política urbana, proporcionando cidades mais compactas, com uso do solo misto e diversificado, com densidades mais altas e com maiores taxas de mobilidade urbana.

Romero (2006) afirma que a cidade deve ser compacta para minimizar os custos de implantação e enriquecer as cenas criadas pelas construções, respeitando o seu entorno. Os vazios urbanos devem ser aproveitados e reiterados à malha urbana, através de projetos urbanos estratégicos úteis para a regeneração de cidades e periferias, e melhorar as áreas degradadas permitindo, assim, uma melhora na qualidade de vida da população.

Para Silva e Magalhães (1993), a urbanização de impacto ambiental reduzido, também denominada “ecotécnicas urbanas”, é caracterizada por técnicas utilizadas para a implantação de uma infraestrutura urbana voltada a um desenvolvimento sustentável.

Segundo Higuera (1997), para ter um ambiente urbano saudável e com qualidade de vida à população, é necessário compreender as relações existentes entre a cidade e meio ambiente, analisando suas variabilidades interativas, para que se possa ter uma compreensão sobre o espaço urbano. Desta forma, pensar em urbanização de impacto ambiental reduzido é propor um planejamento urbano com critérios de economia energética e de aproveitamento dos recursos ambientais de cada localidade, com um desenho urbano que considere as condições climáticas locais, a topografia e as características específicas do local.

Romero (2006) afirma que as soluções de equilíbrio entre população e meio ambiente, são essenciais no processo de urbanização sustentável cujas propostas visam à eficiência energética, à utilização de tecnologias brandas, à recuperação de áreas degradadas e ao planejamento das atividades no território urbano.

### 3.2. A BACIA HIDROGRÁFICA COMO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA

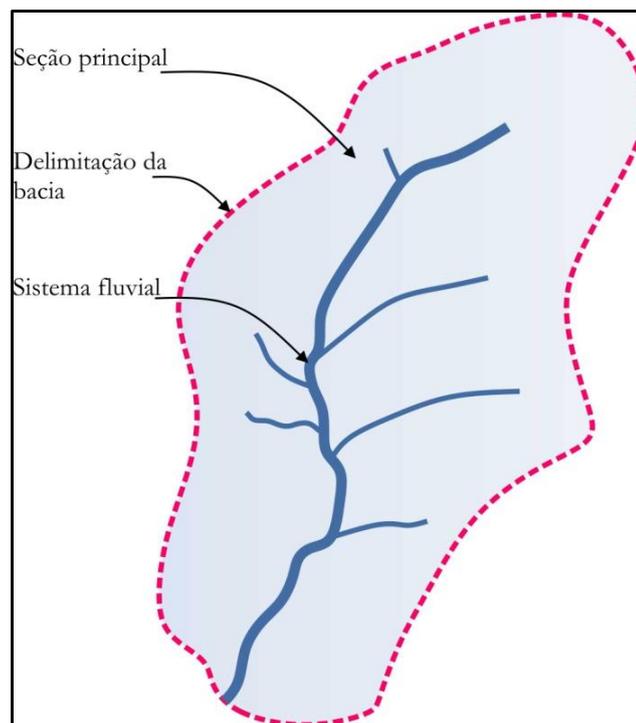
São diversos os conceitos encontrados sobre as bacias hidrográficas. De forma resumida, define-se como uma área de drenagem que contém um conjunto de cursos d'água, sendo a montante limitada em superfície por divisores de água, que correspondem aos pontos mais altos do terreno responsáveis por separar as bacias adjacentes.

Tucci (2004) afirma que a bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água da precipitação que faz convergir para um único ponto de saída, seu exutório, compondo-se basicamente de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar um leito único.

Segundo Botelho (2007), entende-se como bacia hidrográfica ou bacia de drenagem a área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus tributários, sendo limitada pelos divisores de água.

De acordo com Tucci e Silveira (2001), a bacia hidrográfica é caracterizada com relação a uma seção do rio principal, ou seja, pelo sistema fluvial principal. Considerando esta seção, a área que contribui por gravidade para o rio principal ou seus afluentes que escoem para a seção principal, é definida pela bacia hidrográfica e determinada pela topografia da superfície, conforme demonstra a Figura 3.2.

**Figura 3.2** Esquema bacia hidrográfica.



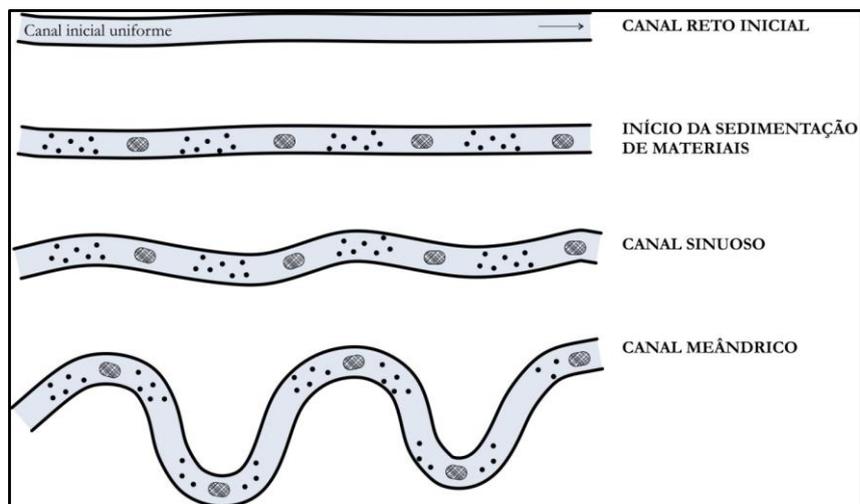
Fonte: Adaptado de Tucci e Silveira, 2001.

Para Santos et al. (2005), a água constitui um dos elementos físicos mais importantes, interligando fenômenos da atmosfera e da litosfera, interferindo no meio ambiente, a partir da interação com os demais elementos de drenagem. Deste modo, encostas, topos e fundos de vales, canais, corpos de água subterrânea, entre outras unidades, estão interligados como componentes das bacias de drenagem.

De acordo com Christofolletti (1974), os rios constituem os agentes mais importantes no transporte de materiais e sedimentos das áreas elevadas para as áreas mais baixas. Desta forma, consta-se que os rios são influenciados, direta ou indiretamente, por todos os acontecimentos que ocorrem na bacia de drenagem.

Para Pinho (1999), ao longo do percurso, os leitos dos rios apresentam diferentes arranjos espaciais, dentre os quais destacam-se: a) os canais retilíneos, caracterizados por manter a direção inalterada em relação a foz; porém, são raros, ocorrendo apenas em falhas tectônicas; b) os canais sinuosos, formados por curvas suaves; c) os canais meândricos, compostos por curvas de grandes sinuosidades e harmônicas entre si (Figura 3.3).

**Figura 3.3** Tipos de canais fluviais



Fonte: Adaptado de Amorim, 2004.

Dentro desta perspectiva, pode-se considerar que quaisquer mudanças significativas no comportamento das condições naturais das bacias hidrográficas, causadas por processos naturais ou antrópicos, podem gerar alterações nas mesmas, desencadeando desequilíbrio ambiental e, conseqüentemente, danos ao meio ambiente.

Segundo Guerra e Cunha (1996), as bacias hidrográficas integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas, uma vez que, mudanças significativas em qualquer dessas unidades, podem gerar alterações, efeitos e impactos a jusante.

Com relação às características, as bacias hidrográficas apresentam algumas a serem estudadas, dentre as quais se destacam: a) tipo de uso e ocupação do solo ao longo da bacia hidrográfica; b) formato da bacia hidrográfica; c) declividade da bacia hidrográfica.

Para Lima (1976), o comportamento hidrológico da bacia hidrográfica é resultado de suas características geomorfológicas e da cobertura vegetal existente, ou seja, relaciona-se com a forma, o relevo, a área, a geologia, a rede de drenagem e o uso do solo presentes ao longo da bacia.

A bacia hidrográfica apresenta diferentes características de acordo com os usos e atividades desenvolvidas em sua extensão e a distribuição incorreta de tais usos pode ocasionar graves problemas ambientais, às vezes irreversíveis. Um exemplo representativo é o desmatamento, responsável por ocasionar desequilíbrio na dinâmica local, provocando a impermeabilização do solo, aumento do escoamento superficial e diminuição da recarga de aquíferos.

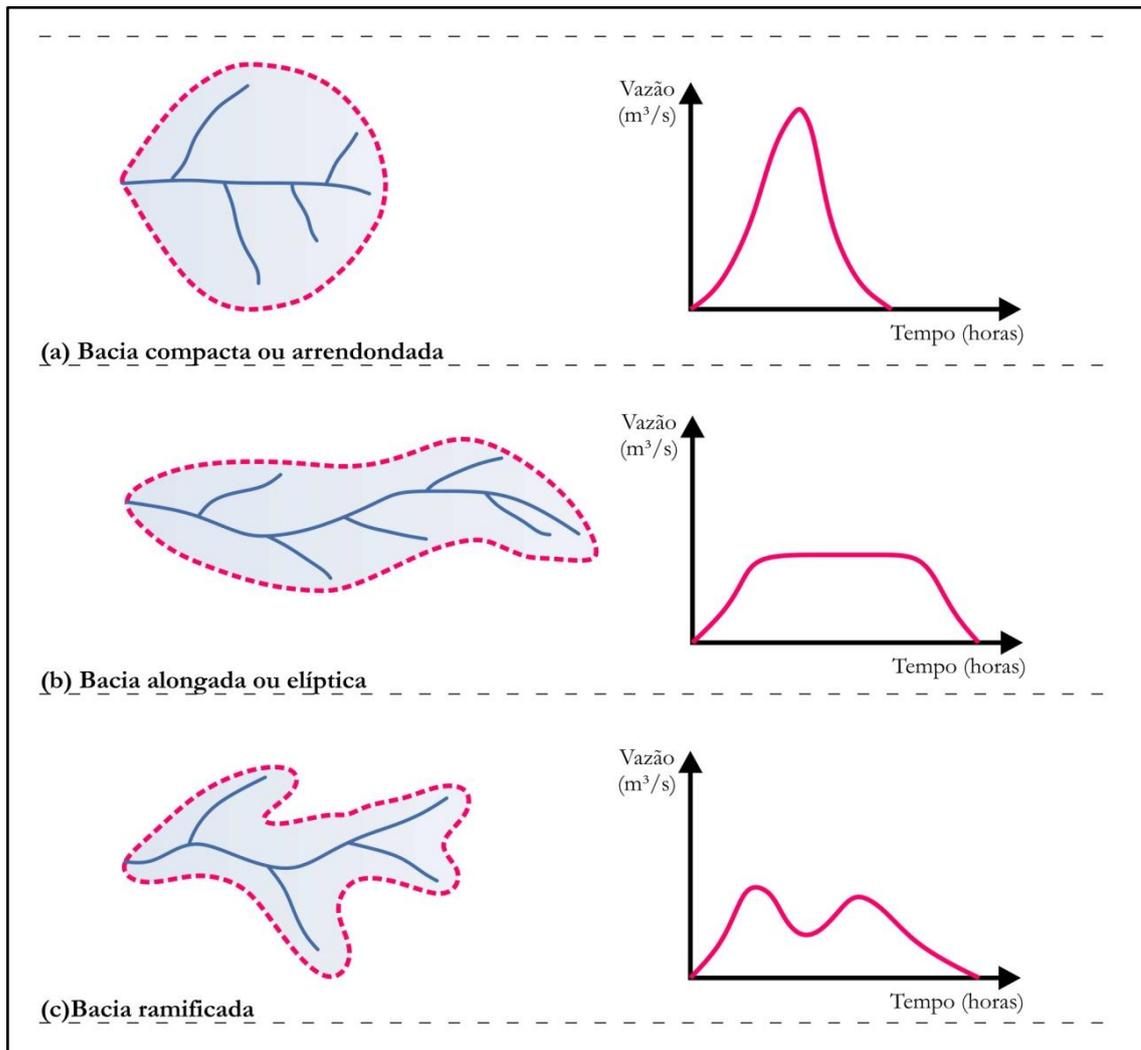
Villela e Mattos (1975) afirmam que a forma da bacia hidrográfica é importante na determinação do tempo de concentração, ou seja, do tempo necessário para a saída de água excedente após uma precipitação. Quanto maior o tempo concentração, menor será a vazão máxima de enchente, se mantidas constantes as outras características.

Desta forma, constata-se que o formato da bacia hidrográfica influencia o seu escoamento superficial, sendo suas características, conseqüentemente, resultantes no hidrograma de uma determinada chuva.

Para Christofolletti (1974), existem vários índices utilizados para determinar a forma da bacia, os quais sempre correlacionam as bacias com figuras geométricas. Ao longo da pesquisa serão utilizadas as seguintes formas: a) bacia circular ou compacta; b) bacia alongada ou elíptica; c) bacia ramificada.

A Figura 3.4 ilustra a influência da forma da bacia no seu comportamento hidrológico, através da associação da geometria da bacia hidrográfica e do seu respectivo hidrograma. Podemos verificar que: a) em uma bacia circular, toda a água escoada tende a alcançar a saída da bacia ao mesmo tempo, provocando um pico que poderá, ocasionalmente, causar enchentes na área analisada; b) em uma bacia elíptica, o escoamento será mais distribuído no tempo, produzindo, portanto, uma enchente menor; c) em uma bacia radial, uma chuva uniforme em toda a bacia origina cheias nas sub-bacias, que vão se somar, mas não simultaneamente, no curso principal; deste modo, a cheia crescerá, estacionará ou diminuirá conforme evolução das contribuições das diferentes sub-bacias.

**Figura 3.4** Influência da forma da bacia no seu comportamento hidrológico.



Fonte: Adaptado de Wilson, 1969.

A declividade, por sua vez, segundo Villela e Mattos (1975), relaciona-se com a velocidade em que se dá o escoamento superficial, afetando o tempo que a água da chuva leva para concentrar-se nos leitos fluviais.

Assim, verifica-se que a velocidade de escoamento da água de um rio depende da declividade dos canais fluviais, sendo os picos de enchente, infiltração e susceptibilidade para erosão dos solos dependentes da rapidez com que ocorre o escoamento superficial sobre os terrenos da bacia hidrográfica.

Nesse sentido, é possível elaborar diagnósticos referentes às condições do meio em que é inserida a bacia hidrográfica e apontar para uso racional de suas terras. Conseqüentemente, podem-se adotar ações em médio e longo prazos com o objetivo de prevenir possíveis formas de degradação, oferecendo análise sobre as principais características, possibilidades de reestruturação e preservação das bacias.

### 3.3. DESENVOLVIMENTO URBANO E BACIA HIDROGRÁFICA

De modo geral, na história das civilizações os cursos d'água, rios e córregos integravam áreas atraentes para assentamentos de curta ou longa permanência, além de serem considerados marcos ou referências territoriais.

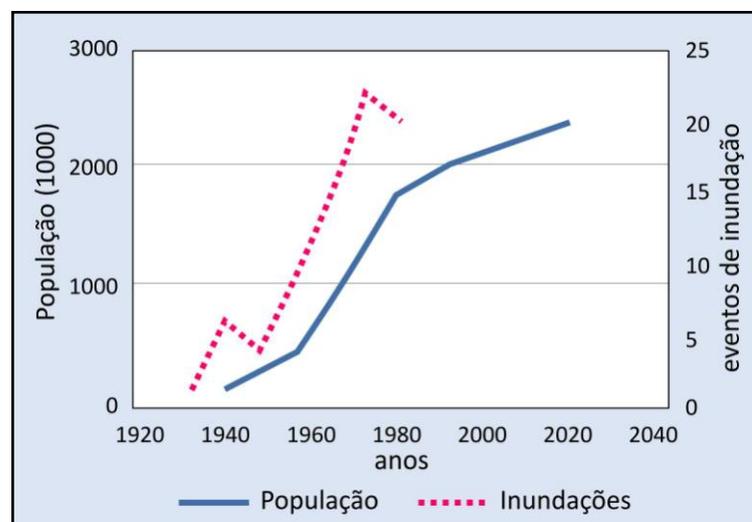
Para Morris (1998), as mais antigas civilizações assentaram-se no sul da Mesopotâmia (Egito), no Vale do Rio Indo (Paquistão), no Rio Amarelo (China), no Vale do México, nos Pântanos da Guatemala e Honduras, seguidas por outras formadas em Creta, Micenas, Hititias, Grécia e Roma.

A ocupação junto aos cursos d'água, ao longo do tempo, pautou-se no favorecimento para seu consumo e higiene pessoal, bem como na facilidade de deslocamento e na topografia adequada do terreno, que propicia a implantação de assentamentos.

No entanto, o que se observa é que o desenvolvimento das cidades em áreas próximas aos cursos d'água, em áreas frágeis e sem eficaz planejamento do uso e ocupação do solo acarreta em inundações nos períodos de maior precipitação, o que proporciona prejuízos sociais, econômicos e ambientais para as cidades.

O aumento populacional nas cidades brasileiras, ocorrido após a década de 60, foi seguido pela elevação do índice de ocorrência de inundações, uma vez que o aprimoramento das práticas sanitárias não acompanhou o processo de crescimento das cidades, o que resultou em graves problemas de infraestrutura e recorrência das enchentes. A Figura 3.5 demonstra a incidência de inundações nas áreas urbanas associada ao crescimento exponencial da população.

**Figura 3.5** Evolução urbana e ocorrência de inundações.



Fonte: Adaptado de RAMOS, 1998.

Nas últimas décadas, o acelerado crescimento urbano tem se caracterizado pela expansão irregular, principalmente nas áreas periféricas das cidades. Em consequência, tem-se o aumento da frequência e intensidade das cheias, resultado do maior escoamento, da menor taxa de infiltração e da redução da capacidade de amortecimento natural da bacia hidrográfica decorrentes da impermeabilização de grandes áreas.

Segundo Genz e Tucci (1995), os principais impactos da urbanização sobre os processos hidrológicos estão relacionados à forma de uso e ocupação do solo, bem como ao aumento das superfícies impermeáveis nas bacias que se localizam próximas às zonas de expansão urbana ou inseridas no perímetro urbano.

Dessa forma, de acordo com Campana e Tucci (1994), o uso e ocupação do solo das bacias urbanas necessitam ser planejadas considerando o seu desenvolvimento futuro; entretanto, a falta de planejamento adequado e o uso e ocupação desordenado do solo proporcionam dificuldades à integração e ao planejamento em longo prazo das bacias hidrográficas nas áreas urbanas nas cidades brasileiras.

O processo de impermeabilização do solo, ocorrido nos últimos anos em decorrência da intensa urbanização das cidades, tem como consequência o aumento do escoamento superficial.

No que tange à ocupação desordenada dos espaços urbanos frente ao ciclo hidrológico natural, podemos enumerar alguns problemas: (a) a expansão irregular em direção às áreas de mananciais de abastecimento; (b) a ocupação de áreas de risco em encostas e de áreas ribeirinhas; (c) o aumento da densidade populacional, com conseqüente acréscimo da demanda de água e da carga de poluentes sem tratamento lançados nos rios próximos às cidades; (d) a canalização de rios e córregos, que proporcionam maior velocidade do escoamento superficial (BRASIL, 2005).

Para Tucci (2004), os principais impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico são: a) possível aumento de precipitação, devido ao maior aquecimento nos grandes centros urbanos, provavelmente pela coloração que o asfalto possui em detrimento à natural; b) menores taxas de evaporação, pela diminuição da capacidade de infiltração e pela diminuição da evapotranspiração efetuada pela vegetação natural; c) maiores volumes, adiantamentos de picos de vazão e mudança na frequência e duração do escoamento superficial; d) menores taxas de infiltração com efeitos na recarga dos aquíferos; e) menores taxas de escoamento sub-superficiais e subterrâneos; f) maior erosão e transporte de sedimentos de rios, pelo aumento de velocidade das águas, contribuindo para uma maior degradação da qualidade.

Segundo Tucci e Mendes (2006), a urbanização sobre o meio natural hidrológico provoca o aumento das vazões de cheia e a deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea. A redução da infiltração das águas pluviais, a aceleração do escoamento superficial e, conseqüentemente, o aumento das vazões máximas, são outros efeitos.

Por sua vez, para Porto et al. (2001), a urbanização promove alterações: (a) no balanço hídrico da bacia hidrológica, uma vez que altera, principalmente, as condições de infiltração e escoamento superficial; (b) na geração de sedimentos, pois com a retirada da cobertura vegetal e com alterações na morfologia do terreno são criadas condições para o surgimento de processos erosivos; (c) na qualidade da água, que é afetada pela poluição difusa existente nas bacias urbanas, sobretudo, através do primeiro fluxo de escoamento superficial direto, conforme demonstra o Quadro 1.

**Quadro 1** Causas e efeitos da urbanização sobre o escoamento superficial.

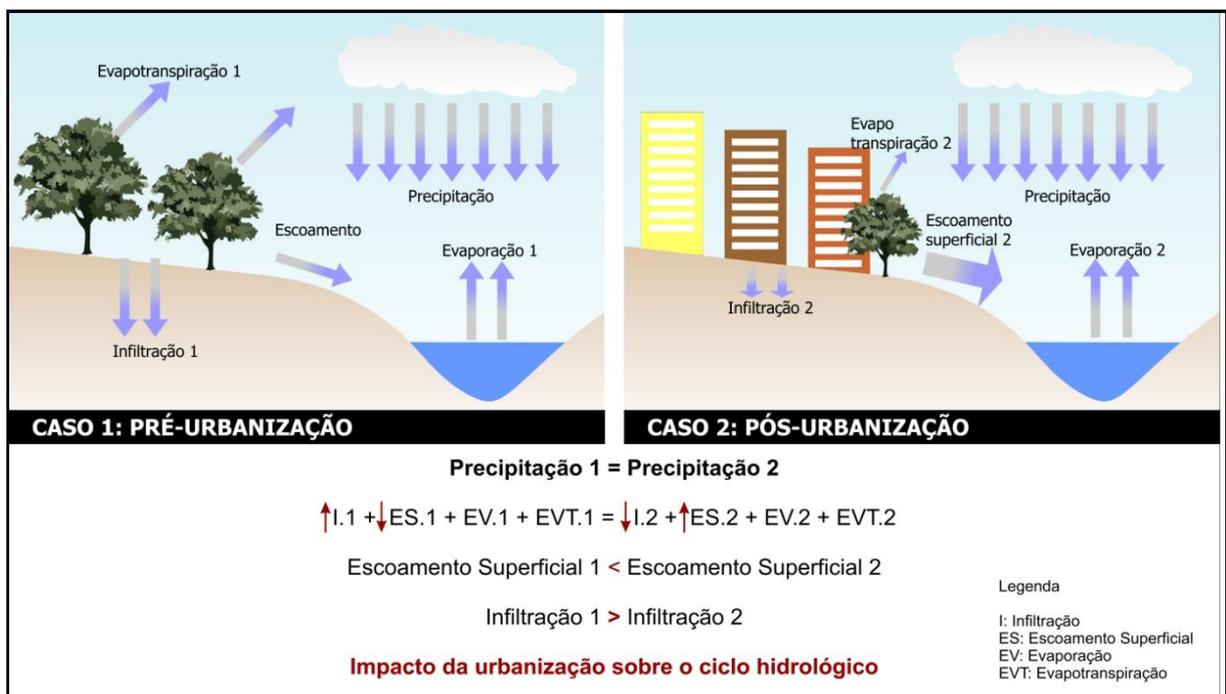
CAUSAS	EFEITOS
Impermeabilização	Maiores picos e vazões de escoamento superficial.
Rede de Drenagem	Maiores picos à jusante.
Resíduos Sólidos	Degradação da qualidade da água e entupimento das bocas de lobo.
Redes de Esgoto Deficientes	Degradação da qualidade da água, moléstias de veiculação hídrica e, no caso de inundações, conseqüências mais sérias.
Desmatamento e desenvolvimento indisciplinado	Maiores picos e volumes, mais erosão e assoreamento em canais e galerias.
Ocupação de Várzeas	Maiores picos e maiores custos de utilidade pública.

Fonte: Porto et al., 2001.

A compreensão do ciclo hidrológico é fundamental para o estudo das modificações das características naturais da bacia hidrográfica. Para Silveira (2002), os processos hidrológicos na bacia possuem duas direções predominantes de fluxo: vertical – representado pelos processos de precipitação, evapotranspiração e evaporação; longitudinal - pelo escoamento na direção dos gradientes da superfície (escoamento superficial) e do subsolo (infiltração).

Nas áreas urbanizadas, caracterizadas pelos altos índices de uso e ocupação do solo urbano, a bacia hidrográfica torna-se impermeabilizada, sobretudo, pela presença de ruas, calçadas e asfalto, o que provoca maior escoamento superficial e diminuição drástica na quantidade de água infiltrada e absorvida pelo solo. A redução da infiltração implica no aumento na demanda hídrica, da vazão máxima e do volume de dejetos e substâncias lançadas nos mananciais, bem como a antecipação de pico da vazão, conforme ilustra a Figura 3.6.

**Figura 3.6** Consequências da urbanização no ciclo hidrológico.

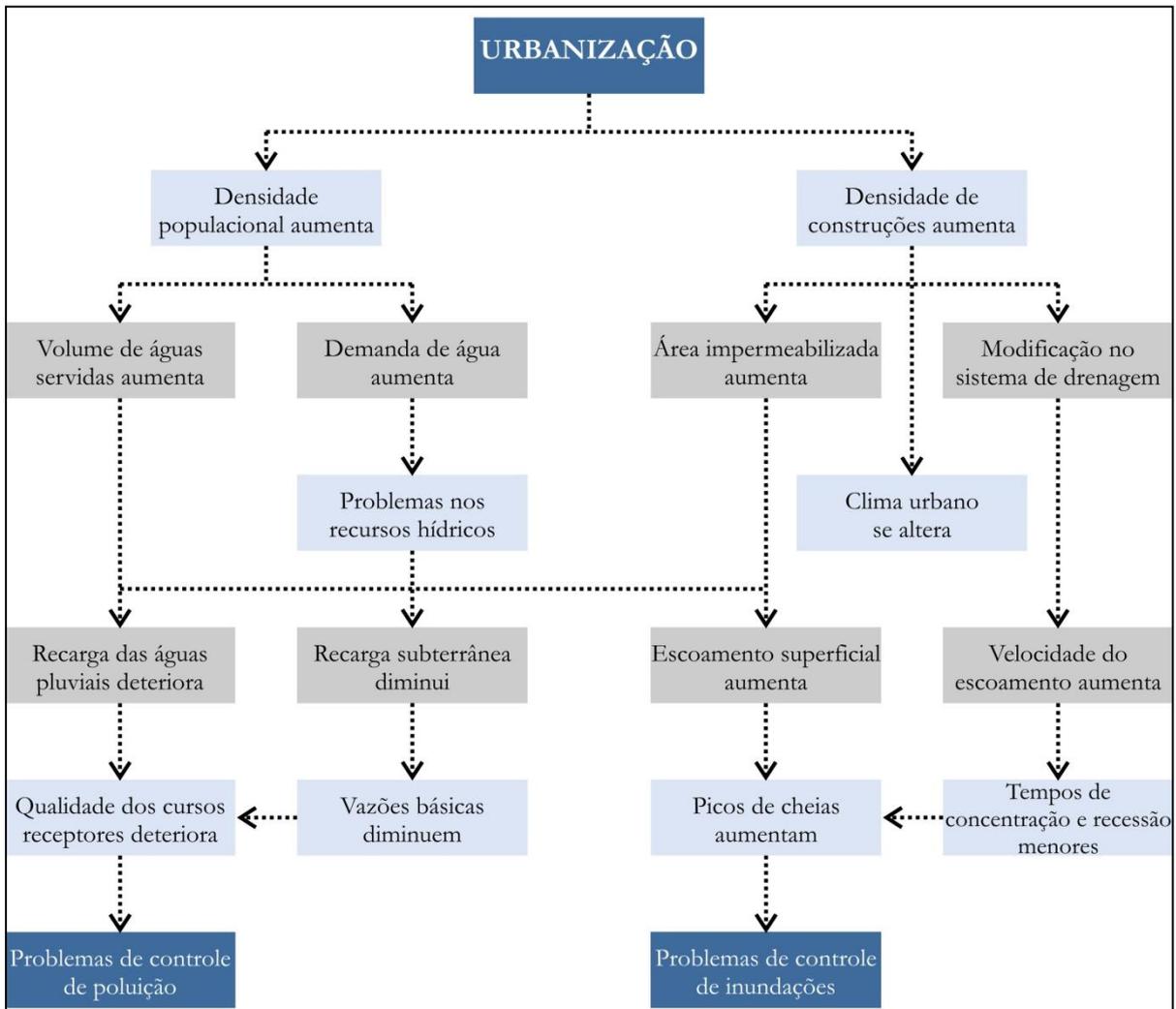


Fonte: Adaptado de Mota, 1981.

O ciclo hidrológico, por sua vez, sofre alterações nas áreas urbanas em função, principalmente, da alteração da superfície, canalização do escoamento e aumento de poluição devido à contaminação do ar, às superfícies urbanas e ao material sólido disposto pela população.

Além disso, segundo Tucci (2004), com a urbanização as cidades passam a ter um aumento significativo na densidade populacional e, conseqüentemente, nas áreas construídas. Tal fato propicia elevação das áreas impermeabilizadas, aumento do escoamento superficial e diminuição nas águas de recarga, proporcionando águas com problemas de controle de poluição, bem como as enchentes nas áreas urbanas. Essas constatações podem ser compreendidas através da Figura 3.7.

**Figura 3.7** Impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico.

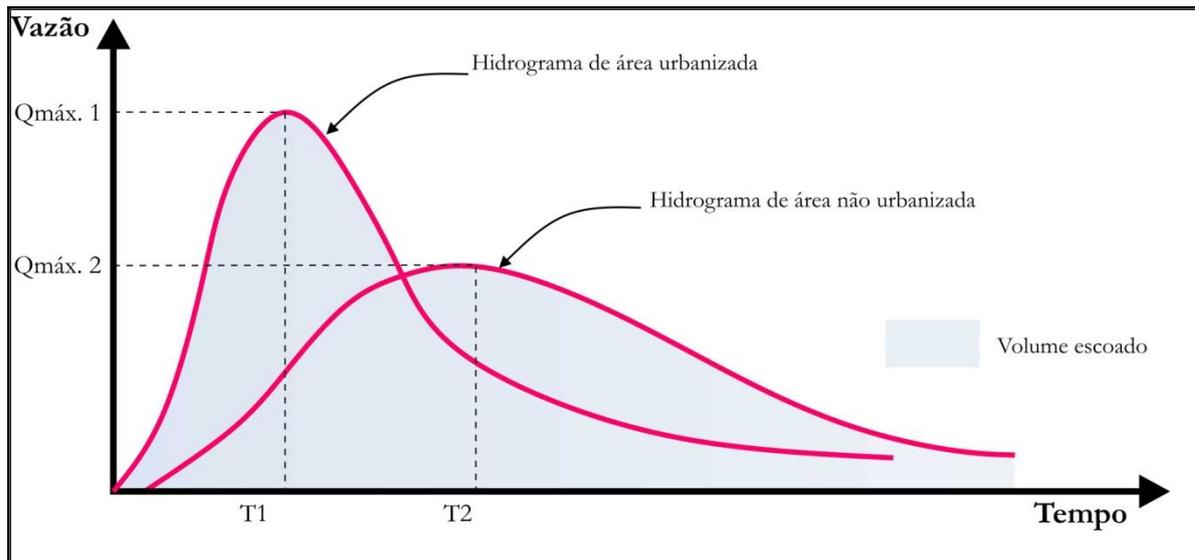


Fonte: Adaptado de Tucci, 2004.

Ademais, a elevada impermeabilização da bacia contribui para o desequilíbrio do ciclo hidrológico, impactando o ambiente urbano por meio de erosões, assoreamentos, enchentes e inundações, através da antecipação do pico de vazão e aumento da elevação máxima.

A Figura 3.8 ilustra, através de duas situações distintas, o hidrograma que representa a antecipação da vazão de pico e o aumento da elevação máxima nas áreas urbanizadas em relação às regiões não urbanizadas, bem como a vazão em função do tempo.

**Figura 3.8** Hidrograma de área urbanizada x área não urbanizada.



Fonte: Tucci e Silveira, 2001.

Tucci (1995) argumenta que o escoamento superficial pode produzir inundações e impactos nas áreas urbanas resultantes de dois processos, que ocorrem isoladamente ou combinados: a) inundações de áreas ribeirinhas, ou seja, inundações naturais que ocorrem no leito maior dos rios procedida de variabilidade temporal e espacial da precipitação, bem como do escoamento superficial na bacia hidrográfica; b) inundações resultantes da urbanização, incidentes na drenagem urbana através do efeito da impermeabilização do solo, da canalização do escoamento ou na obstrução do escoamento superficial.

As principais consequências das inundações e enchentes em áreas urbanas são perdas de vidas humanas; destruição de moradias e desabrigo da população; aumento de doenças de veiculação hídrica; perda de bens materiais na indústria, comércio e serviços; e paralisação de atividades econômicas e serviços públicos.

Desta forma, é notória a importância de planejamento do espaço urbano, sobretudo no que se diz respeito ao uso e ocupação do solo, respeitando as áreas de preservação ambiental e as bacias hidrográficas para evitar impactos negativos sobre a cidade.

### 3.4. GESTÃO DA DRENAGEM URBANA

O sistema de drenagem urbana é um elemento básico do saneamento das cidades, uma vez que, juntamente com os resíduos sólidos, esgotamento sanitário e o abastecimento de água, é essencial para garantir à população condições de salubridade.

Segundo a Lei n.º 11.445/07, o sistema de drenagem urbana corresponde às atividades, infraestruturas e instalações operacionais de águas pluviais; transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias; tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

Nos últimos anos, com o aumento das superfícies urbanizadas e, conseqüentemente, com a elevação das áreas impermeabilizadas, o sistema de drenagem urbana nas cidades brasileiras passa por um momento delicado, com as enchentes, inundações e alagamentos que danificam as áreas urbanas nos períodos mais chuvosos.

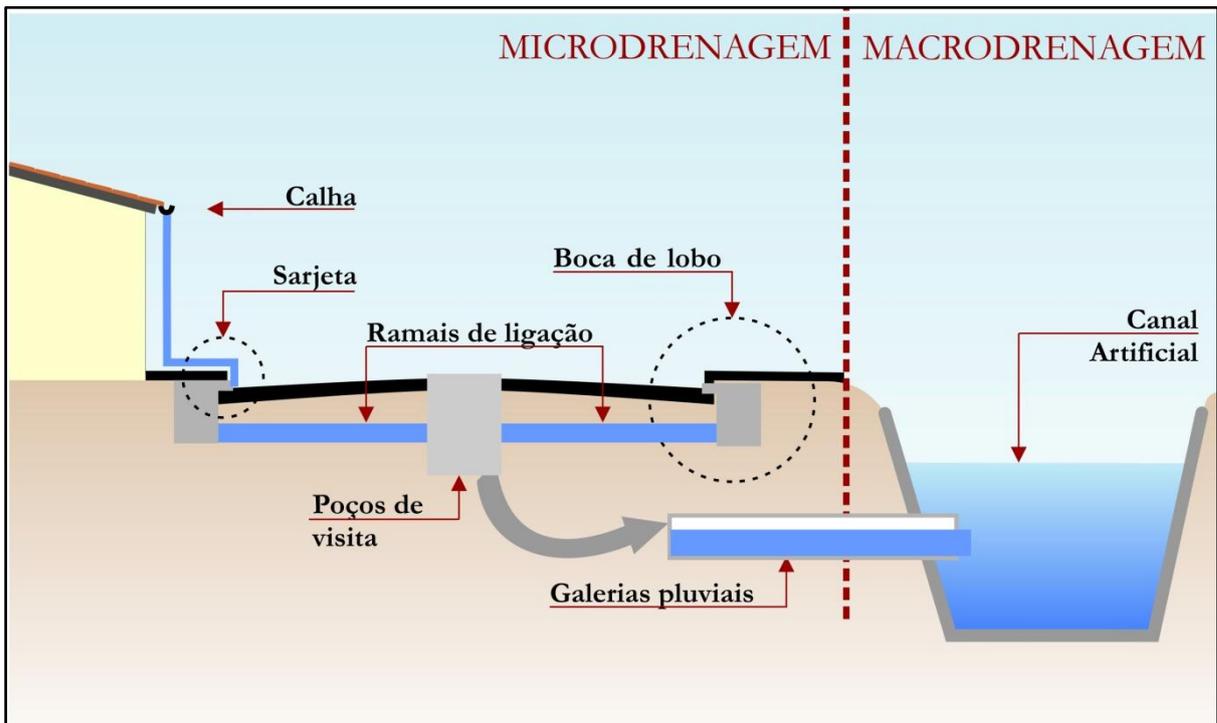
Segundo Baptista et al. (2005), a drenagem urbana pode ser nomeada em dois sistemas: a) clássicos ou convencionais; b) alternativos ou técnicas compensatórias.

Para Figueiredo (2002), o conceito clássico de drenagem urbana consiste na remoção, o mais rápido possível, do excesso das águas pluviais, a fim de evitar as inundações. Com isso, as ações relacionadas à drenagem urbana estão pautadas em obras e projetos de engenharia. Sob essa ótica, enquadram-se os projetos de grandes sistemas de galerias pluviais e as ações destinadas à melhoria do fluxo d'água em rios e canais.

O sistema clássico de drenagem urbana tem como princípio a captação e condução do escoamento superficial das águas da chuva, sendo constituídos basicamente por dispositivos de: a) microdrenagem, cuja função é retirar a água que escoa pelas vias públicas e encaminhá-las aos sistemas de macrodrenagem, compostos por sarjeta, sarjetões, bocas de lobo, ramais de ligação, dispositivos de interligação e galerias; b) macrodrenagem, formado pelos sistemas de cursos d'água para os quais afluem os sistemas de galerias de águas pluviais ou de microdrenagem, formados por canais naturais, canais artificiais e galerias de grandes dimensões.

Os dispositivos de microdrenagem captam e transportam as águas superficiais da edificação ou loteamento através de calhas nos telhados e conduzem as águas pluviais para a sarjeta. A partir daí, o escoamento segue pela sarjeta até ser captado por um dispositivo chamado “boca de lobo”, que conecta esses dispositivos à rede de galerias subterrâneas, transportando a água captada por condutos até os corpos receptores, denominados dispositivos de macrodrenagem, conforme representa a Figura 3.9.

**Figura 3.9** Esquema da micro e macrodrenagem urbana.



Fonte: Elaborado pela Autora.

Segundo Pompêo (2000), esta concepção apenas transfere o problema para outras áreas. A partir da década de 60, passou-se a questionar a drenagem urbana realizada de forma tradicional, visto que se voltava apenas ao controle do escoamento na própria calha, sem considerar o escoamento nas superfícies urbanizadas.

As enchentes constituem um problema crônico no Brasil, principalmente em função da gestão inadequada do planejamento da drenagem e da filosofia dos projetos que visam escoar rapidamente a água precipitada sobre a área de intervenção. De fato, a melhor opção são projetos pautados na drenagem que visa escoar as águas pluviais sem produzir impactos no local nem a jusante (TUCCI, 1995).

Desse modo, a drenagem urbana volta-se ao desenvolvimento de técnicas alternativas em oposição às soluções clássicas, buscando neutralizar os efeitos da urbanização sobre os processos hidrológicos. Assim, foram introduzidas as técnicas compensatórias que visam à redução de volumes ou vazões a partir da atuação sobre tais processos.

A proposta das técnicas compensatórias é equilibrar, sistematicamente, os efeitos da urbanização em termos quantitativos e qualitativos. Esta compensação tem como mecanismos medidas classificadas em estruturais, não estruturais e de controle na fonte, que, conjugadas ao sistema tradicional de drenagem, correspondem ao que se compreende por

manejo de águas pluviais (SILVEIRA, 2002).

O Quadro 2 representa uma síntese dos principais componentes, objetivos e consequências dos sistemas de drenagem urbana tradicionais e alternativos. Através da análise, podemos verificar que os impactos dos sistemas tradicionais frente às questões ambientais e urbanas são maiores que os proporcionados pelos sistemas alternativos, refletindo o que ocorre nas cidades brasileiras, ou seja, problemas frequentes de enchentes.

**Quadro 2** Sistema tradicional x sistema alternativo de drenagem urbana.

		SISTEMA TRADICIONAL	SISTEMA ALTERNATIVO
Microdrenagem	Componentes	Sarjetas, tubulações subterrâneas, bocas de lobo, pavimentos impermeáveis, poços de visita, sarjetões	Estruturas de infiltração (trincheiras, valas, poços, etc.) estruturas para armazenamento temporário de água (estacionamentos, terrenos esportivos, etc.), pavimentos permeáveis
	Objetivos	Captação de toda água de superfície (telhados, pavimentos, etc.) e encaminhamento para o sistema de macrodrenagem	Infiltrar a maior quantidade possível de água a montante para que não haja acumulação a jusante
	Principais Consequências	Grande escoamento superficial, problemas com pavimentos e carregamento de solo e partículas diversas (entulhos, resíduos sólidos, etc.), pouca infiltração de água no solo, erosão, grande aumento da vazão nos fundos de vale	Grande infiltração de água, possibilidades para recarga de aquíferos, diminuição do escoamento superficial, diminuição da vazão nos fundos de vale, amortecimento de cheias a montante sem grandes prejuízos a jusante
Macro drenagem	Componentes	Canais naturais e artificiais, galerias pluviais, estruturas auxiliares (bacias de retenção, reservatórios, etc.), obras de prevenção e proteção contra riscos a erosão, escorregamentos, etc.	Canais naturais e artificiais com técnicas que favorecem o escoamento lento, reservatórios de retenção (temporários e de infiltração), parques lineares e áreas de lazer, etc.
	Objetivos	Captação de toda água proveniente do sistema de microdrenagem e encaminhamento para cursos d'água e finalmente para fora do meio urbano	Redução de volumes de águas pluviais e possibilidade de infiltração, diminuição das vazões e velocidades de escoamento, criação de áreas de lazer nos centros urbanos
	Principais Consequências	Grandes volumes de águas e velocidade de escoamento, enchentes, poluição, prejuízos diversos, erosão, desmoronamento, etc.	Maior infiltração de água, maiores oportunidades para recarga de aquíferos, diminuição do escoamento superficial, diminuição da vazão nos fundos de vale, amortecimento de cheias, prevenção de enchentes

Fonte: Modificado de Noccetti, 2008.

Segundo Pompêo (2000), a drenagem urbana sustentável, por sua vez, tem origem recente e introduz uma nova forma de direcionamento das ações, baseada no reconhecimento da complexidade entre os ecossistemas naturais, o sistema urbano artificial e a sociedade, ou seja, exige a reconceitualização dos termos técnicos e gerenciais da drenagem urbana.

Essa abordagem aponta para a necessidade da compreensão do ciclo hidrológico, modificando a cultura da drenagem focada no aumento da condutividade hidráulica. Outros fatores que interferem na drenagem urbana sustentável são: seu caráter multidisciplinar, os esforços dos poderes públicos para a educação ambiental e um bom planejamento no que tange ao uso e ocupação do solo (SILVEIRA, 2002).

Assim, a complexidade dessa abordagem está na integração de todos os agentes produtores do espaço urbano com a questão hidrológica, tanto na fase de concepção quanto nas fases de operação e manutenção.

Atualmente, muitos municípios brasileiros têm limitações de recursos financeiros e humanos para enfrentar problemas tão complexos e interdisciplinares. Poucos serviços de drenagem urbana são organizados em Autarquias, sendo a maioria dependente da Administração Direta e sem vinculação institucional, o que resulta em deficiências de caráter técnico e legal-institucional.

Tucci (2002) enfatiza que a fragmentação excessiva das ações relativas à drenagem urbana entre os diferentes atores da Gestão Municipal complementa a análise acima. Tal fragmentação geralmente leva a ações não-coordenadas que resultam, sobretudo, em conflitos de poder, adoção de medidas incoerentes e superposição de intervenções.

Entre os principais fatores dos quais dependem soluções eficazes para a drenagem urbana podemos citar: a) política de uso e ocupação do solo devidamente articulada com a drenagem urbana, principalmente no que se refere às áreas de fundo de vale; b) planejamento que contemple medidas de curto, médio e longo prazos em toda a bacia com a integração das águas pluviais no meio urbano; c) organização de campanhas educacionais para o esclarecimento da população sobre as questões relativas à drenagem urbana (PORTO et al., 2001).

Para Porto et al. (2001), o conceito de drenagem urbana, atualmente, está além do campo restrito da engenharia e da técnica, tornando-se um problema gerencial, abrangendo aspectos políticos, sociais e ambientais. As questões relacionadas à drenagem urbana são formadas por um conjunto de medidas cujo objetivo é minimizar os riscos aos quais a população está sujeita, diminuir os prejuízos causados pelas enchentes e possibilitar o desenvolvimento integrado e sustentável.

Segundo Tucci (1995), as medidas para o controle da inundação podem ser do tipo estrutural e não-estrutural. As medidas estruturais são aquelas que modificam o sistema fluvial através de obras na bacia (medidas extensivas) ou no rio (medidas intensivas) para evitar o extravasamento do escoamento para o leito maior decorrentes das enchentes. As medidas extensivas agem na bacia, procurando modificar as relações entre precipitação e vazão, dentre elas podemos destacar: o aumento da cobertura vegetal na bacia, uma vez que tal ação reduz e retarda os picos de enchente, e o controle da erosão na bacia, a fim de evitar a sedimentação dos rios e córregos e a diminuição da seção do canal. As medidas intensivas atuam no rio e podem ser: para acelerar o escoamento por meio da construção de diques e polders, para aumentar a capacidade de descarga dos rios e retardar escoamento, através de reservatórios e as bacias de amortecimento, ou para desviar o escoamento, por meio de canais de desvios.

As medidas não-estruturais, por sua vez, são aquelas em que os prejuízos são reduzidos pela melhor convivência da população com as enchentes, através de medidas preventivas como o alerta de inundação, zoneamento das áreas de risco, seguro contra inundações, e medidas de proteção individual.

O zoneamento, utilizado como medida não-estrutural para o gerenciamento das enchentes, é baseado no mapeamento das áreas de inundação dentro da delimitação da cheia de 100 anos ou maior registrada. Dentro dessa faixa são definidas áreas de acordo com o risco e com a capacidade hidráulica de interferir nas cotas de cheias a montante e a jusante. O zoneamento é incorporado pelo Plano Diretor Urbano da cidade e regulamentado por legislação municipal específica ou pelo Código de Obras. Para as áreas já ocupadas, a transferência da população é mais difícil, pois encontra resistência por parte da população. Nesse caso, é melhor um programa de convivência com eventos mais frequentes através da implantação de um sistema de alerta que previne com antecedência de curto prazo, reduzindo os prejuízos, pela remoção, dentro da antecipação permitida (TUCCI, 1995).

Para Brasil (2005), é válido destacar que a gestão da drenagem urbana deve ser pensada visando à bacia hidrográfica como unidade de planejamento, possibilitando a visão não fragmentada das interrelações do homem com o meio no qual se insere. Desta forma, permite compreender como uma ação, em qualquer ponto da bacia, reflete no conjunto, seja de forma positiva ou negativa, sendo o corpo hídrico o condutor dos dejetos resultantes da ação antrópica na unidade representada pela área de drenagem da bacia hidrográfica.

Como exemplo, o Tribunal das Águas de Valência, na Espanha, caracteriza-se como a mais emblemática forma de organização social e ambiental para exploração dos recursos

hídricos. Sua existência remonta ao século X e sua permanência até os dias atuais pauta-se em solucionar as questões relacionadas ao gerenciamento das bacias hidrográficas.

O Tribunal das Águas de Valência reúne, em encontro semanal em praça pública, representantes das comunidades envolvidas. O Conselho Coordenador abre a palavra a todos os cidadãos, por regiões. Quando um dos membros apresenta uma denúncia de mau comportamento ou irregularidade na irrigação, o assunto é julgado e, quando constatada a culpa, o Tribunal impõe pena ao infrator, conforme demonstra a Figura 3.10.

**Figura 3.10** Reunião semanal do Tribunal das Águas de Valência.



Fonte: <http://www.tribunaldelasaguas.com>, acessado em agosto de 2012.

Ressalta-se que o Tribunal das Águas de Valência não se limita ao controle administrativo e à autorização dos usos da água, desempenhando também o importante papel de promover os aproveitamentos e a realização de obras em suas bacias hidrográficas, bem como buscando informações básicas hidrológicas e gerais em seu âmbito de competência.

### 3.5. VULNERABILIDADE A ENCHENTES

Nas últimas décadas têm surgido novas iniciativas e metodologias para a mitigação dos impactos das enchentes nas cidades brasileiras, bem como medidas preventivas para amenizar os conflitos entre as águas pluviais e o âmbito urbano.

A presente pesquisa tem o intuito de auxiliar tais iniciativas a partir do estudo em áreas vulneráveis a enchentes nas cidades brasileiras. Para isso, são apresentados a seguir alguns esclarecimentos sobre os principais conceitos que pautam o trabalho.

#### 3.5.1. RISCO, PERIGO E VULNERABILIDADE

Por vezes, os termos “risco”, “perigo” e “vulnerabilidade” são utilizados sem o devido cuidado com seus respectivos significados e tratados como sinônimos. Entretanto, é necessário apreender que são conceitualmente diferentes.

Segundo Cerri e Amaral (1998), risco pode ser definido como a probabilidade de ocorrência de um acidente com consequências sociais e econômicas.

Por outro lado, Veyret (2007), entende que o risco corresponde à percepção de um perigo possível, previsível por um grupo social ou por um indivíduo que tenha sido exposto a ele, o que significa que é um objeto social passível de definição como “percepção do perigo”. Segundo o autor, o risco só existe quando relacionado a um ser humano ou comunidade, que o percebe e convive com ele por meio de experiências próprias.

É frequente o uso dos termos “perigo” e “risco” com o mesmo significado, porém, enquanto risco, segundo Cameron (2004), representa uma probabilidade ou possibilidade, e pode ser categorizado em função dos objetivos, metas e resultados nos planos estratégicos e gerenciais, perigo é compreendido como uma condição ou fenômeno com potencial para causar uma consequência desagradável (BRASIL, 2007).

A vulnerabilidade, por sua vez, relaciona-se ao grau de perda para um elemento, grupo ou comunidade dentro de determinada área passível de ser afetada por um fenômeno ou processo. Está associada às condições precárias de sobrevivência, à infraestrutura e à capacidade de resistência de suportar um fenômeno (BRASIL, 2007).

Segundo Blaikie et al. (1996), a vulnerabilidade é definida como as características de uma pessoa ou grupo populacional em função de eventos, como desastres naturais ou tecnológicos.

Para Arce (2005), a vulnerabilidade está associada à exposição, à resistência e à superação de danos, onde a resistência está relacionada à capacidade de um grupo de pessoas

ou indivíduos de se proteger do perigo e as ações preventivas visam aumentar a resistência ao risco e focar na inclusão econômica, política e social.

A análise da vulnerabilidade é proveniente de estudos de aspectos sociais, políticos e econômicos no campo dos desastres, tanto de origem natural como tecnológica. Com isso, verificamos que a origem conceitual de vulnerabilidade remonta à concepção ecossistêmica de resiliência, ou seja, à capacidade de um sistema recuperar-se frente a perturbações (BLAIKIE et al., 1996).

### 3.5.2. INUNDAÇÃO, ENCHENTE E ALAGAMENTO

Segundo UN-ISDR (2009), as inundações e enchentes são problemas geoambientais derivados de fenômenos ou perigos naturais com caráter hidrometeorológico ou hidrológico, ou seja, aqueles de natureza atmosférica, hidrológica ou oceanográfica.

Na literatura, há grande controvérsia e, até mesmo, confusão no emprego dos termos “inundação”, “enchente” e “alagamento”. Para o encaminhamento da pesquisa, é essencial a compreensão de tais termos.

A palavra “enchente” procede do latim “plenus”, que significa “cheio”, e segundo Ferreira (2010), sua definição é “ocupar o vão, a capacidade ou a superfície de; tornar cheio ou repleto”.

Para Brasil (2007), “enchente” é caracterizada pela elevação do nível normal de um curso d’água durante um período de tempo, devido ao aumento da vazão ocasionado pelas precipitações, ou seja, é a elevação do nível de água de um rio, acima de sua vazão normal.

O termo “inundação”, por sua vez, deriva do verbo inundar, que tem como significado “ação ou efeito de inundar; transbordamento das águas, cobrindo certa extensão do terreno” (FERREIRA, 2010).

A inundação ocorre quando um curso d’água não suporta o volume da enchente, ou seja, a água extrapola a capacidade máxima da calha fluvial e ocorre seu extravasamento para as áreas marginais, denominadas planície de inundação, leito maior do rio ou várzea (BRASIL, 2007).

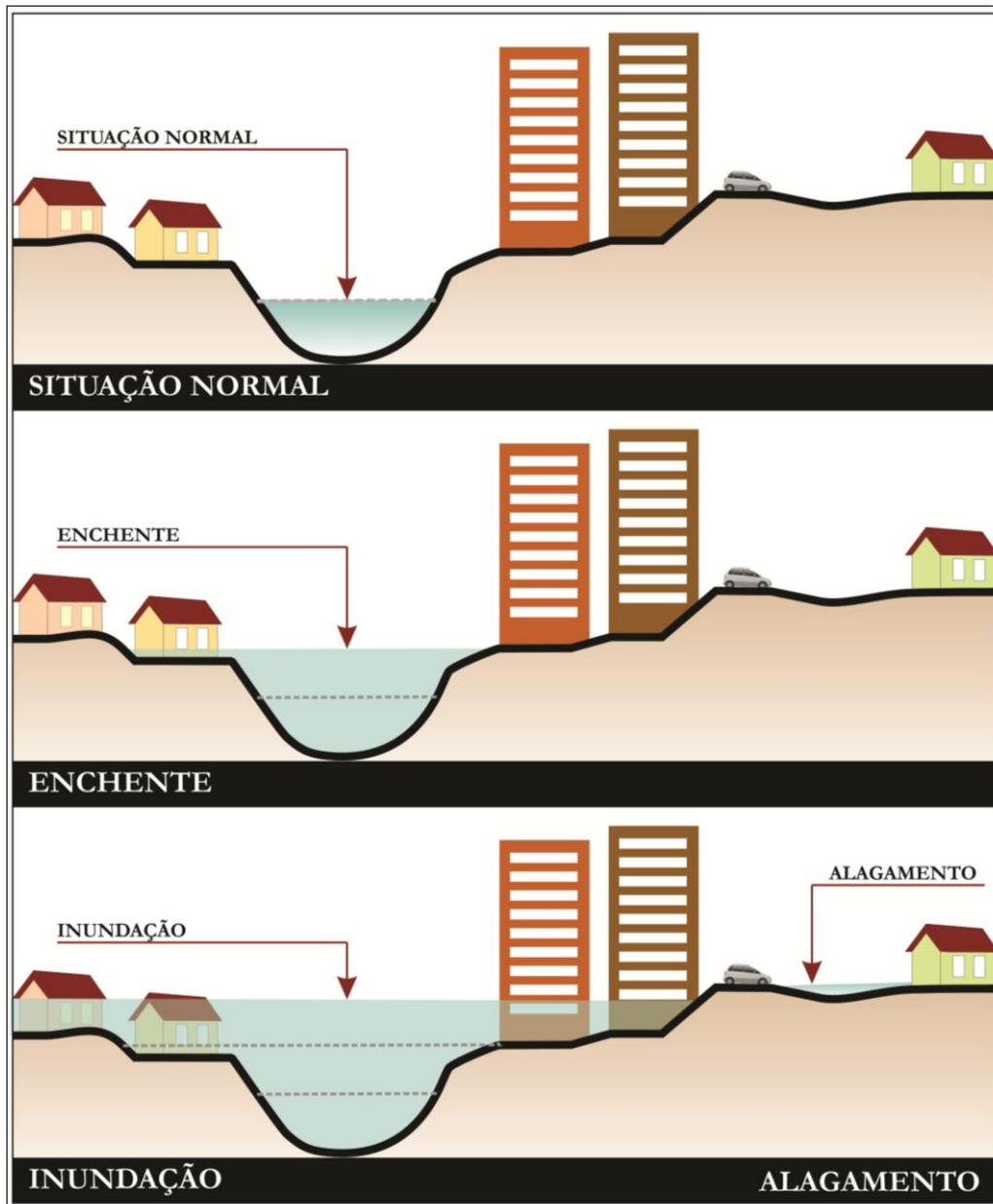
Para Tucci (1995), inundação é uma ocorrência tão antiga quanto às cidades ou aglomerado urbano, onde o escoamento superficial, provocado pelo excedente da água que não infiltra ao chegar ao solo, pode produzir inundações naturais ou devido à urbanização.

Por fim, a terminologia “alagamento” é utilizada para definir os processos decorrentes ou não dos problemas de natureza fluvial, causando o acúmulo momentâneo de águas em um dado local por problemas de deficiência no sistema de drenagem e/ou seu baixo

coeficiente de escoamento superficial. Os alagamentos ocorrem em áreas distantes dos canais, em terrenos com ocupação antrópica e baixo coeficiente de escoamento superficial.

A Figura 3.11 representa um perfil esquemático no qual é possível verificar, graficamente, a diferença entre enchente, inundação e alagamento.

**Figura 3.11** Perfil esquemático dos processos de enchente, inundação e alagamento.



Fonte: Adaptado de Brasil, 2007.

Na abordagem da pesquisa, será adotado o termo “enchente” conforme a definição exposta de Brasil (2007): “enchente é a elevação do nível normal de um curso d’água durante um período de tempo, devido ao aumento da vazão ocasionado pelas precipitações”.

### 3.5.3. ÁREAS VULNERÁVEIS A ENCHENTES

Nos períodos de maior precipitação, as cidades sofrem com as águas pluviais que provocam enchentes, cada vez mais recorrentes, devido às alterações no ciclo hidrológico. Os principais impactos causados pelas enchentes são: prejuízos materiais, interrupções de atividades econômicas, contaminação por doenças e perdas humanas.

Segundo o EM-DAT (2009), banco de dados responsável pela compilação de informações provenientes de fontes diversas sobre desastres, o Brasil é classificado como um dos países mais afetados por inundações e enchentes, com mais de 60 desastres ocorridos no período entre 1974 e 2003.

A Tabela 1 demonstra o aumento do número de eventos dessa natureza desde 1940, possivelmente em função da ação antrópica decorrente do processo de urbanização, salvo por pequenas oscilações nos períodos de 1970-1979 e 1990-1999.

**Tabela 1** Registro de inundações no Brasil entre 1940 e 2008.

ANO	Nº EVENTOS	Nº MORTES	Nº AFETADOS (DESABRIGADOS/ DESALOJADOS)
2000-2008	27	779	2.466.592
1990-1999	20	386	3.317.793
1980-1989	23	1598	8.789.613
1970-1979	11	1142	2.902.371
1960-1969	13	1818	825.986
1950-1959	2	212	Sem registro
1940-1949	1	200	Sem registro

Fonte: EM-DAT, 2009.

Conforme visto, as áreas propícias a enchentes e inundações necessitam de ações que equilibrem o desenvolvimento urbano e as condições ambientais da cidade, visando mitigar impactos negativos. Isso implica em integrar a gestão das águas pluviais às demais esferas do planejamento urbano, gerenciar as áreas vulneráveis a enchentes, promover medidas preventivas, de manutenção e corretivas, bem como a melhoria no uso e ocupação do solo urbano.

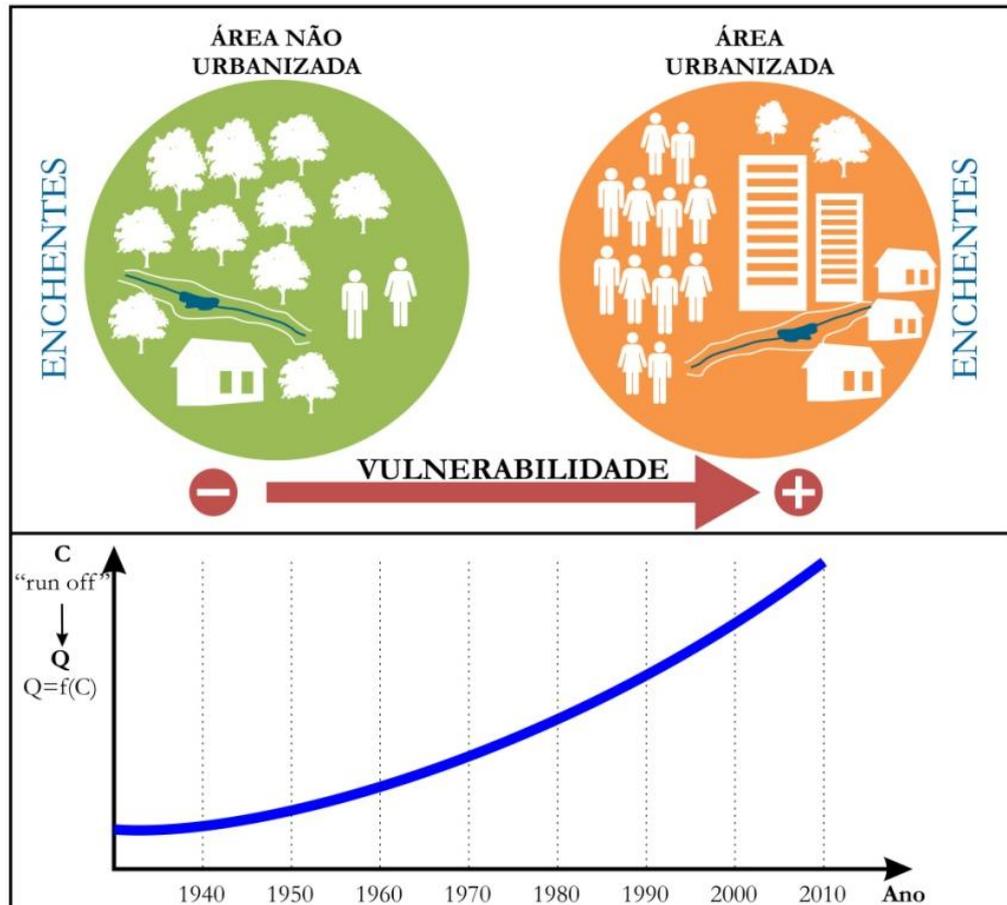
É oportuno ressaltar que a presente pesquisa trata das áreas vulneráveis a enchentes no meio urbano, com o objetivo de analisar tais regiões e classificá-las, além de fornecer respaldo científico para a mitigação dos impactos desse fenômeno.

No que diz respeito às áreas vulneráveis a enchentes, Brasil (2007), recomenda algumas ações: identificar e localizar as áreas potencialmente sujeitas a danos relacionados aos processos de enchentes; delimitar essas áreas em mapas a partir da setorização preliminar dos diferentes compartimentos de vulnerabilidade; verificar e elaborar estratégias para a prevenção visando à minimização de impactos à população.

É importante destacar que as áreas suscetíveis a enchentes, conforme exposto anteriormente, surgem por processos naturais ou pela ocupação antrópica, de modo que tanto em áreas não urbanizadas quanto em áreas urbanizadas ocorrem enchentes. A diferença está no grau de vulnerabilidade entre ambas, maior nas áreas urbanas, onde há ação do homem, que fomenta o aumento de áreas impermeáveis e a supressão da vegetação, e nas quais a exposição de bens e de pessoas é bem maior em relação ao fenômeno.

Em outras palavras, a expansão de áreas urbanizadas acarreta aumento no escoamento superficial e, conseqüentemente, elevação das taxa do coeficiente “run off”. Como a vazão da água escoada é tida em função deste coeficiente, proporciona altos picos de vazão nas áreas urbanizadas, provocando enchentes (Figura 3.12).

**Figura 3.12** Vulnerabilidade e enchentes: área não urbanizada x área urbanizada.



Fonte: Elaborado pela Autora.

Segundo Mendiondo (2008), para a prevenção de riscos e áreas vulneráveis são necessários: análise e avaliação dos riscos de enchentes, gestão e suporte de informação, sistemas para diagnósticos urbanos, planejamento participativo e gestão sustentável dos recursos hídricos.

Desse modo, verifica-se que, a partir do mapeamento, análise e proposições de melhorias e sistemas de prevenção para as áreas vulneráveis a enchentes, podemos considerar a perspectiva de sustentabilidade associada à questão das águas pluviais, baseada no reconhecimento da complexidade das relações entre os ecossistemas naturais, o sistema urbano e a sociedade.

Para Geldof (1995) devemos apostar menos na solução tecnológica e mais na participação direta dos cidadãos ao buscarmos caminhos para o desenvolvimento sustentável das cidades. Portanto, é necessário considerar a problemática das enchentes como um assunto multidisciplinar, ou seja, as águas provenientes das chuvas nas áreas urbanas devem ser observadas, não apenas pelo olhar técnico, mas sim pela ótica ambiental, social e econômica.

### **3.6. ANÁLISE CRÍTICA DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Para obter respaldo científico sobre os principais assuntos que permeiam a pesquisa, foram elaborados estudos referentes à literatura existente sobre: a) a urbanização brasileira; b) a bacia hidrográfica como sistema de drenagem urbana; c) o desenvolvimento urbano e a bacia hidrográfica; d) a gestão da drenagem urbana; e) vulnerabilidade e enchentes.

O tema da pesquisa integra quatro áreas do conhecimento sobre as quais, ao longo da revisão bibliográfica, buscou-se discutir os principais conceitos.

A princípio, a revisão pautou-se sobre o processo de urbanização no Brasil, visando apresentar as questões relacionadas ao rápido crescimento das cidades, à expansão desordenada, às políticas de uso e ocupação do solo urbano e observar como, atualmente, os espaços citadinos devem ser pensados, respeitando o meio no qual se insere e com diretrizes que buscam neutralizar os efeitos da urbanização sobre o meio ambiente.

A questão hidrológica também foi abordada através da compreensão da bacia hidrográfica como elemento responsável por drenar e reter as águas pluviais, bem como a partir do ciclo hidrológico e de seus impactos devido à urbanização.

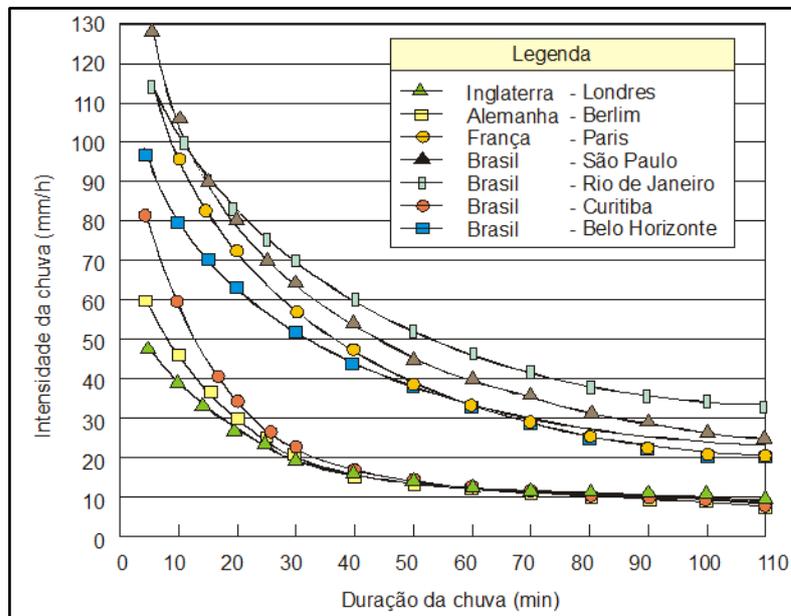
A reflexão sobre a drenagem urbana, por sua vez, foi relacionada com as diferentes abordagens ao longo da história e às técnicas utilizadas para a remoção e retenção das águas pluviais, os principais conceitos de drenagem urbana e das técnicas compensatórias.

Por fim, foram abordadas as questões referentes à vulnerabilidade e enchentes, buscando conceituar os principais termos que permeiam a pesquisa.

A revisão bibliográfica dá relevância aos autores brasileiros durante o processo de construção do referencial teórico da pesquisa, de modo que autores estrangeiros receberam destaque pontual no trabalho. Isso porque no decorrer do estudo dos problemas relacionados às enchentes e à drenagem urbana constatou-se que há diferenças entre o regime de chuvas presente no Brasil e em outros países, conforme demonstra a Figura 3.13.

No Brasil, a intensidade das chuvas tem altos picos em pequenos períodos, enquanto as chuvas em cidades europeias, por exemplo, são distribuídas uniformemente ao longo do ano, o que ratifica a diferença na proposição de soluções técnicas.

**Figura 3.13** Comparação de intensidade de chuvas em cidades europeias e brasileiras.



Fonte: Tsutiya e Bueno, 2005.

Além disso, o planejamento relacionado à gestão da água pluvial deve estar integrado ao próprio planejamento urbano, incluindo-se o desenho da malha urbana e sua expansão, o zoneamento de atividades, a rede viária e de transportes, os fluxos de informações, os aspectos paisagísticos, entre outros.

Ademais, a partir da revisão bibliográfica, foi possível constatar a abrangência e a multidisciplinaridade do processo de gestão de áreas vulneráveis a enchentes, que, para proposição de soluções efetivas, depende da expertise de diversos especialistas, como arquitetos, engenheiros, geógrafos, administradores, entre outros.

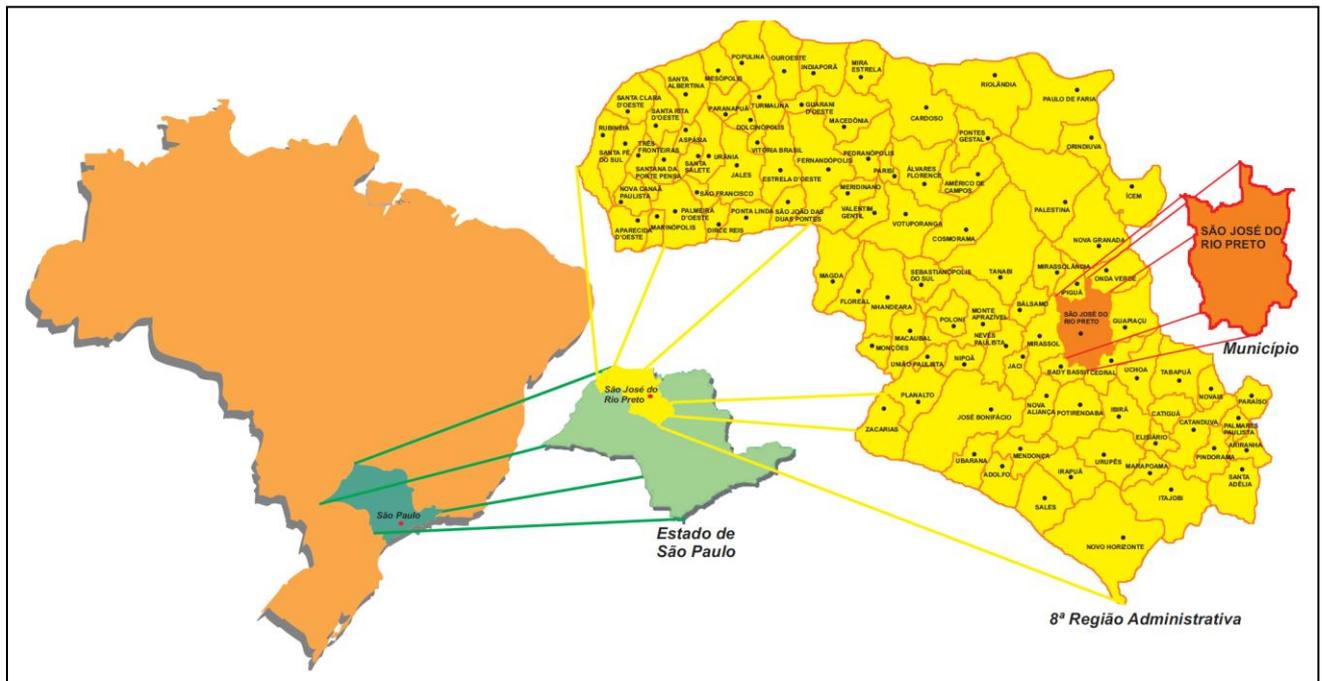
## 4. OBJETO DE ESTUDO: SÃO JOSÉ DO RIO PRETO-SP

### 4.1. ASPECTOS GERAIS

O município de São José do Rio Preto localiza-se na região noroeste do Estado de São Paulo, a 451 quilômetros da capital, e ocupa uma área de 431km<sup>2</sup>, sendo 72,7% desta correspondente a zona rural da cidade e 27,3% a urbana. A Região Administrativa é composta por 96 municípios, que ocupam 25.476 km<sup>2</sup>, ou seja, 10,2% da área total estadual (Figura 4.1).

Segundo IBGE (2010), a população atual de São José do Rio Preto-SP é 406.220 habitantes, sendo que 94,1% residem na zona urbana e 5,9% na área rural.

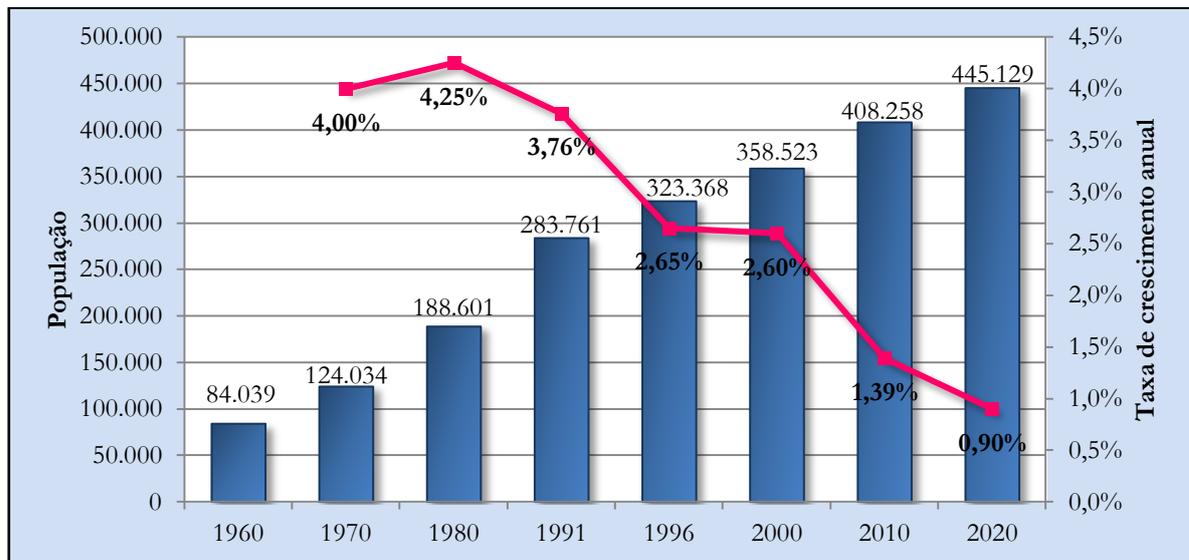
**Figura 4.1** Mapa de localização de São José do Rio Preto-SP.



Fonte: Conjuntura Econômica de São José do Rio Preto-SP, 2011.

Ao avaliar o crescimento populacional da cidade, conforme demonstra a Figura 4.2, percebe-se que o auge ocorreu nas décadas de 1970 e 1980, com um aumento de até 4,25% da população. Entre 1991 e 2001, as taxas de crescimento mantiveram-se estáveis, em torno de 2,6%. Para as próximas décadas há previsão de aumento da população, porém com taxas mais baixas, em torno de 0,9%.

**Figura 4.2** Evolução e taxa do crescimento populacional de São José do Rio Preto-SP.



Fonte: Conjuntura Econômica de São José do Rio Preto-SP, 2011.

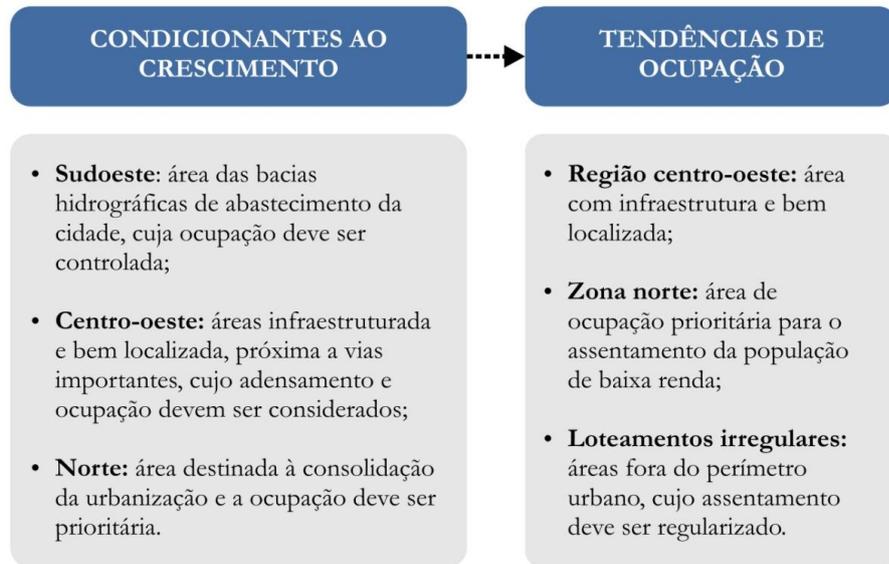
Na malha viária regional, destacam-se a Rodovia Washington Luís (SP-310), que permite o acesso ao Centro-Oeste do país; a Rodovia Transbrasiliana (BR-153), que liga o norte ao sul do país; e a Rodovia Assis Chateaubriand (SP-425), que vai do sul de Minas Gerais ao norte do Paraná. A malha ferroviária, por sua vez, passa pela região e liga São Paulo à Santa Fé do Sul.

O município possui altitude média de 520 metros e um relevo levemente acidentado com espigões amplos, caracterizado por pequenas oscilações próximas ao Rio Preto e aos Córregos Canela, Borá e Piedade, que atravessam a malha urbana. O relevo do município sofre uma variação de, aproximadamente, 140 metros no total, sendo a porção mais baixa 450 metros e a mais alta 590 metros.

No perímetro urbano, verifica-se que as menores altitudes estão na zona norte e nas áreas próximas ao Rio Preto, à Represa Municipal e ao Córrego Piedade, com cota média de 480 metros. As partes mais altas estão localizadas na porção sudoeste da cidade, com cota média de 550 metros. A área central, por sua vez, possui altitude média de 495 metros, posicionando-se entre os dois espigões formados pelos Córregos Canela e Borá.

Entre as diretrizes de crescimento da cidade, especificadas no Plano Diretor de São José do Rio Preto-SP, pode-se notar que o município possui algumas condicionantes ao crescimento, sobretudo, nas regiões centro-oeste, sudeste e norte. Contudo, essa ocupação se acentua, de fato, nas regiões sudoeste e centro-oeste, ou seja, nas áreas onde se localizam as bacias hidrográficas de abastecimento municipal, conforme demonstra a Figura 4.3.

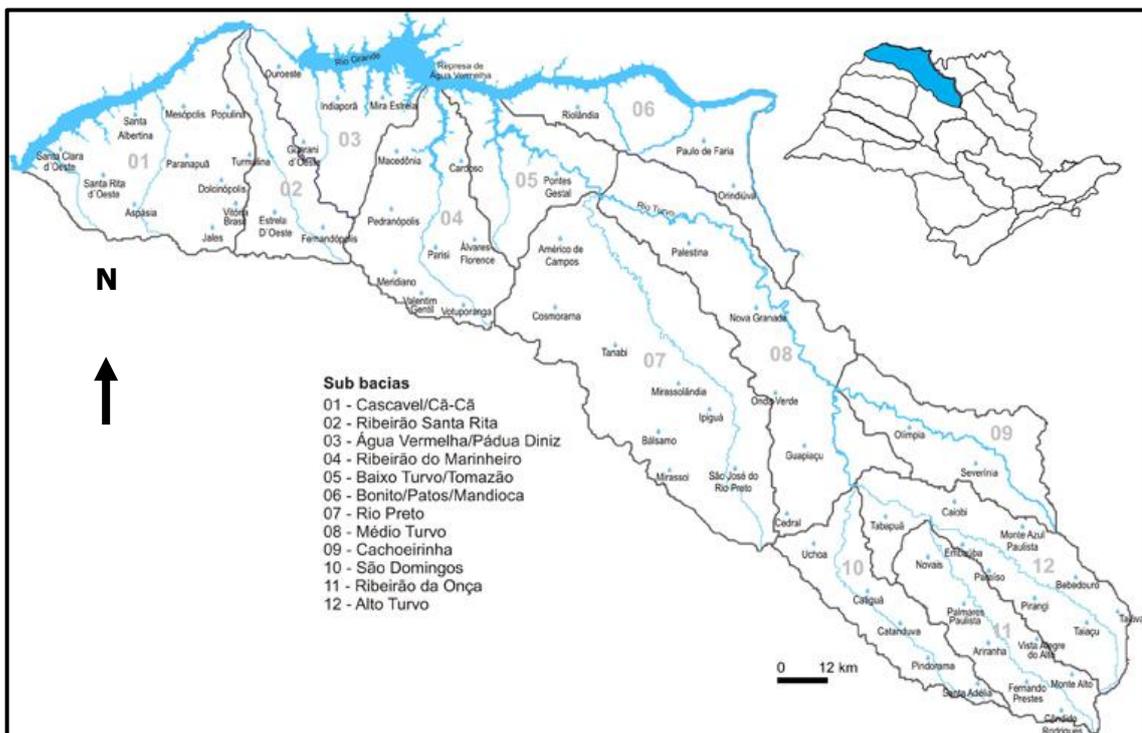
**Figura 4.3** Tendências e Condicionantes de crescimento de São José do Rio Preto-SP.



Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto-SP, 2011.

O município localiza-se na bacia hidrográfica do Rio Preto e de seus principais afluentes. O Rio Preto pertence à bacia do Rio Grande e sua origem está no município de Cedral (ao sul de São José do Rio Preto-SP). O trajeto do Rio Preto segue em direção ao norte e noroeste do Estado de São Paulo, com percurso de aproximadamente 120 quilômetros até desaguar no Rio Turvo (Figura 4.4).

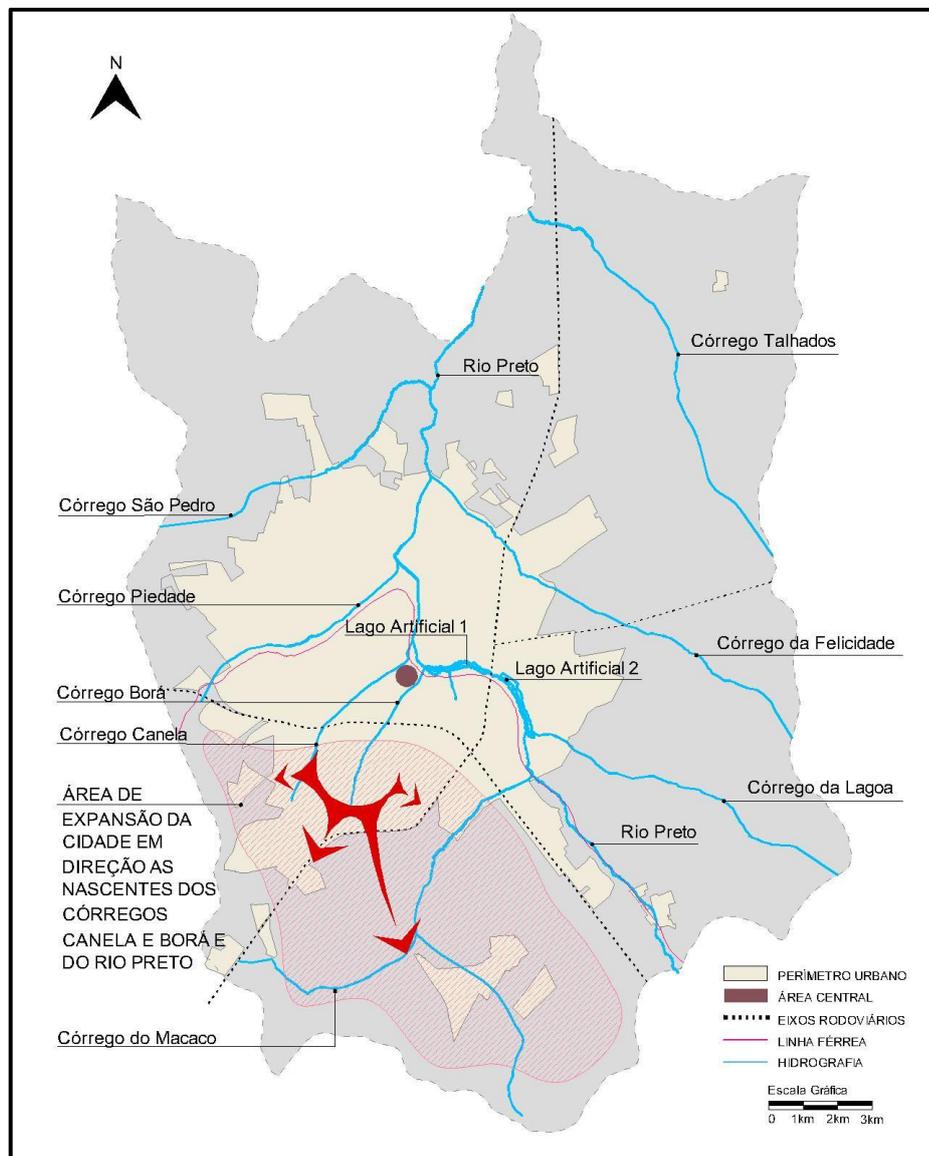
**Figura 4.4** Bacia hidrográfica do Rio Grande na região noroeste do estado de São Paulo.



Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto-SP, 2011.

O Rio Preto corta a cidade de São José do Rio Preto-SP no sentido norte-sudeste, enquanto seus principais afluentes atravessam a cidade, predominantemente, nos eixos nordeste-oeste e centro-sudoeste. A Figura 4.5 ilustra o município de São José do Rio Preto-SP com os principais rios e córregos que passam pela malha urbana, entre os quais se destacam: a) os córregos Canela e Borá, que passam pela região central da cidade e dão origem, respectivamente, às avenidas Bady Bassitt e Alberto Andaló, cujas nascentes situam-se na região de expansão imobiliária da cidade; b) o Rio Preto, que tem sua importância histórica dentro do município e possui diversos trechos canalizados; c) os córregos Piedade, da Felicidade, Talhados e São Pedro, que se localizam na região norte; d) os córregos da Canoa e do Macaco, que ficam na região sul da cidade.

**Figura 4.5** Principais rios e córregos de São José do Rio Preto-SP.



Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto-SP, 2011.

#### 4.2. HISTÓRICO DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO-SP

A história de São José do Rio Preto-SP iniciou-se em meados do século XIX, por meio da ocupação do solo do sertão paulista para a exploração agrícola e a criação de animais domésticos por migrantes de Minas Gerais atraídos pela terra em abundância. Com o desenvolvimento do núcleo territorial, a cidade de São José do Rio Preto-SP foi fundada em 19 de março de 1852, ainda com economia incipiente e área urbana concentrada apenas na região do Largo da Capela.

O crescimento e o desenvolvimento da cidade foram impulsionados pela implantação da linha férrea EFA (Estrada de Ferro Araraquarense), em 1910, e pelo início do ciclo cafeeiro na região.

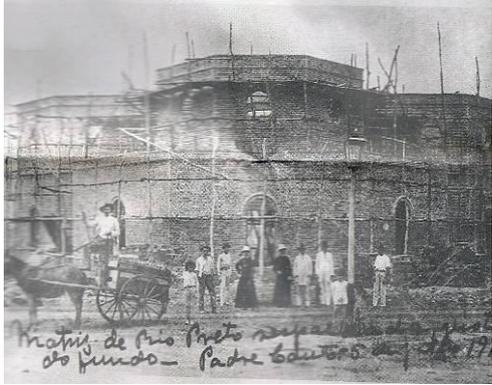
O Quadro 3 contém um breve histórico de acordo com os principais momentos da estruturação da cidade e suas imagens são referenciadas na Figura 4.18.

**Quadro 3** Histórico de São José do Rio Preto-SP.

DÉC.	PRINCIPAIS ACONTECIMENTOS
1850	<ul style="list-style-type: none"> <li>João Bernardino de Seixas chega às terras doadas pelo desbravador Luiz Antônio Silveira e funda o povoado que se tornaria São José do Rio Preto-SP.</li> <li>Construída a primeira capela da cidade.</li> </ul>
1860	<ul style="list-style-type: none"> <li>São José do Rio Preto deixa de ser distrito de Araraquara e passa a pertencer ao município de Jaboticabal.</li> </ul>
1870	<ul style="list-style-type: none"> <li>Câmara de Jaboticabal designa a função de subprefeito a Joaquim Antônio da Silva.</li> </ul>
1880	<ul style="list-style-type: none"> <li>Começa a imigração árabe para a cidade e o comércio é acelerado.</li> </ul>
1890	<ul style="list-style-type: none"> <li>Início da produção cafeeira e chegada dos primeiros imigrantes italianos.</li> <li>Cria-se o município de São José do Rio Preto, desmembrando-o de Jaboticabal.</li> <li>Elaborado o primeiro levantamento topográfico da cidade.</li> </ul>

**Figura 4.6** Largo Igreja Matriz, 1909.  
Fonte: Jornal Diário da Região.



1900	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criada a comarca de São José do Rio Preto; o município registra 14 mil habitantes.</li> <li>• A área da cidade abrange a área total do patrimônio de São José do Rio Preto e apenas parte do patrimônio de Nossa Senhora do Carmo, preferencialmente para fins de moradia e comércio.</li> <li>• Lei fixa o perímetro urbano de São José do Rio Preto e amplia os limites legais com a incorporação de áreas lindeiras ao perímetro anteriormente instituído.</li> </ul>	<p><b>Figura 4.7</b> Construção da Catedral na área central em 1914.</p>  <p>Fonte: Jornal Diário da Região.</p>
1910	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalada a Estrada de Ferro em São José do Rio Preto. A construção da EFA (Estrada de Ferro Araraquarense), que deveria ligar São Paulo a Cuiabá, escoando a produção para grandes mercados consumidores, fica paralisada em São José do Rio Preto por 23 anos, o que torna o município ponta da linha, para onde convergem os embarques da produção agropecuária.</li> <li>• Abertura da Estrada Boiadeira, ligando Barretos ao Porto Taboado, que passa por São José do Rio Preto, possibilita a expansão da agricultura da cidade.</li> <li>• Formação de pequenos núcleos populacionais em torno da área central, do bairro Boa Vista e Vila Maceno.</li> </ul>	<p><b>Figura 4.8</b> Esquina da Rua Siqueira Campos nos anos 20.</p>  <p>Fonte: Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto.</p>
1920	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Crescimento acentuado da cidade através do início dos loteamentos e venda de terrenos.</li> <li>• Ocupação da área central com atividades comerciais desenvolvidas pelos imigrantes.</li> <li>• No final da década, o município conta com 27.800 habitantes, segundo dados da Prefeitura Municipal.</li> </ul>	<p><b>Figura 4.9</b> Primeira agência Ford, na década de 20, na área central.</p>  <p>Fonte: Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto.</p>
1930	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desenvolvimento da área central através de estabelecimentos comerciais.</li> <li>• Desenvolvimento dos bairros ao redor da área central - Vila Ercília, Imperial, Aurora, Fiorezzi, Bom Jesus e Esplanada.</li> <li>• Instalação da Companhia Swift do Brasil às margens do trilho da EFA. Início da industrialização na cidade impulsionada pela produção de algodão na região.</li> </ul>	

1940

- O censo registra na cidade 74.359 habitantes, segundo o IBGE.
- Inicia-se a construção de edifícios na área central (Zini, Cine Rio Preto, São Paulo); de indústrias de grande porte (Swift, Samba); de edifícios públicos (Correios e Telégrafos, Mercado Municipal) e de igrejas católicas.
- Prefeitura solicita a São Paulo o envio de um engenheiro-urbanista para traçar um "projeto urbanístico" para a cidade. A idéia de planejar o desenvolvimento de São José do Rio Preto está relacionada a alguns fatores. O primeiro se refere às barreiras físicas existentes sobre o espigão entre o córrego Borá, Canela e Rio Preto. A estrada de ferro, implantada no fundo de vale do Rio Preto e do Córrego Piedade, também se torna uma barreira física para a expansão da cidade.
- Outro fator importante para o crescimento físico da cidade é a necessidade de ampliação da rede de abastecimento de água e esgoto.

1950

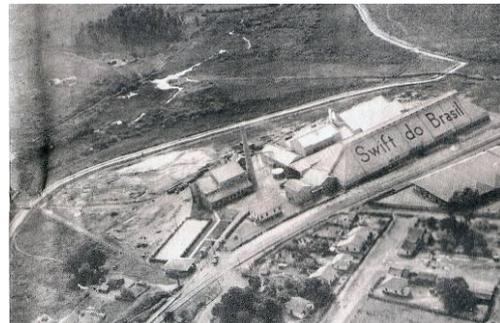
- As ruas do centro da cidade são alargadas, nos trechos das Praças Rui Barbosa e Dom José Marcondes, o que resulta na derrubada de árvores e, conseqüentemente, altera o desenho original das praças.
- Inauguração da Represa Municipal e da Estação de Tratamento de Água com o respectivo Palácio das Águas. A entrada em funcionamento da ETA e a conseqüente captação da água da represa permitem ao município mais qualidade no serviço de abastecimento.
- Aprovada, em 1958, a Lei de Zoneamento (Lei nº 535), que contém três objetivos: propor um zoneamento, promover a industrialização da cidade e dar início ao processo de elaboração do Plano Diretor.
- Elaborado o "Relatório sobre Estudos de Urbanização da Cidade", por Eiras Garcia, que detecta sérios problemas como o grande número de pessoas e veículos em trânsito, ruas estreitas (com menos de 13 metros), falta de espaços livres e péssimas dimensões das quadras.

**Figura 4.10** Antiga Cadeia e Fórum na década de 40.



Fonte: Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto.

**Figura 4.11** Foto aérea do complexo da Swift na década de 50.



Fonte: Jornal Diário da Região.

**Figura 4.12** Swift - Pátio com a linha férrea interna.



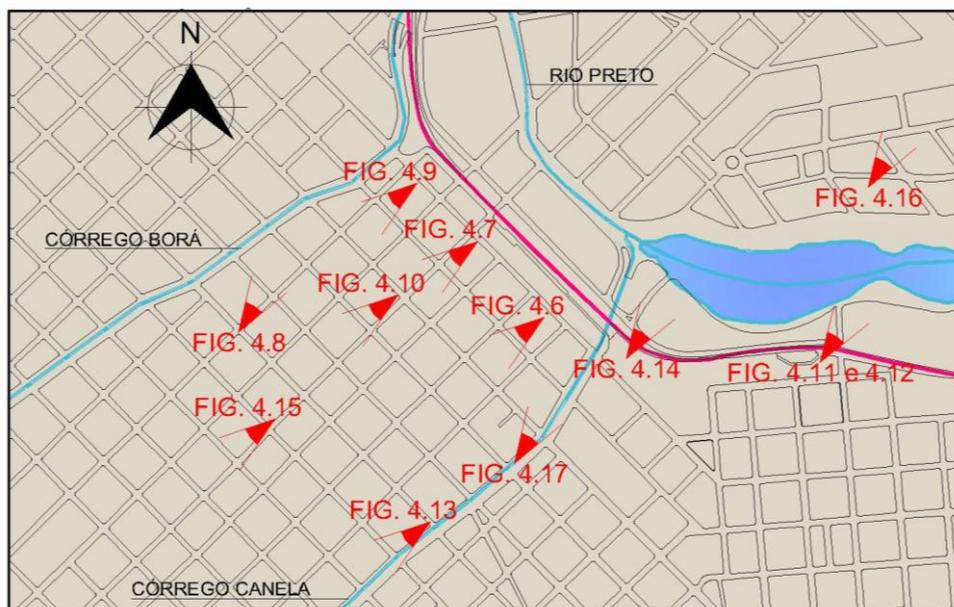
Fonte: Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto.

1960	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumenta a expansão urbana com a reestruturação da área central e implantação de avenidas sobre os córregos Canela e Borá. Nota-se, também, que algumas chácaras e fazendas incluídas na zona urbana permanecem até hoje com atividade rural.</li> <li>• A Nova Lei de Zoneamento nº 1.143/1965 amplia o perímetro urbano e elimina as exigências de infraestrutura de água, esgoto e pavimentação das ruas para os novos loteamentos.</li> <li>• População de 84.039 habitantes (IBGE).</li> </ul>	<p><b>Figura 4.13</b> Obras sobre o Córrego Canela para a construção de avenida.</p>  <p>Fonte: Jornal Diário da Região.</p>
1970	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inauguração do trecho entre São José do Rio Preto e Marília, da BR-153.</li> <li>• Elaboração do Plano de Sistematização Viária, que estabelece a hierarquia da malha urbana e implanta o "calçadão" na área central, cujo objetivo é gerar medidas restritivas ao uso do transporte individual no centro da cidade.</li> <li>• Inauguração da Rodoviária na Rua Pedro Amaral.</li> </ul>	<p><b>Figura 4.14</b> Represa Municipal da cidade em 1960.</p>  <p>Fonte: Jornal Diário da Região.</p>
1980	<ul style="list-style-type: none"> <li>• São José do Rio Preto é selecionada para participar do PECPM - Projeto Especial Cidades de Porte Médio - por apresentar percentuais de retração populacional na década de 60.</li> <li>• Iniciam-se investimentos em infraestrutura e equipamentos sociais, como a implantação do programa de loteamentos públicos populares.</li> <li>• Na área habitacional, investimentos na construção de quatro loteamentos infraestruturados para a população de baixa renda, para assentar a população.</li> <li>• Elaborada uma nova revisão na Lei de Zoneamento (Lei nº 3.504 de 1984), com a divisão da cidade em nove zonas e novas categorias de uso. Ampliam-se os índices urbanísticos no centro da cidade e inicia-se o adensamento vertical da área central.</li> <li>• A frequência das inundações foi aumentando em decorrência da crescente urbanização nas bacias de contribuição do Córrego Canela e Córrego Borá.</li> </ul>	<p><b>Figura 4.15</b> São José do Rio Preto -1962.</p>  <p>Fonte: Jornal Diário da Região.</p>

<p>1990</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Duplicação da rodovia Washington Luiz (SP-310) e surgimento dos loteamentos fechados.</li> <li>• A população da cidade, segundo o censo do IBGE, é de 283.761 habitantes.</li> <li>• Elaboração do Plano Diretor com ênfase no sistema viário através da sua reorganização e com a prioridade nos programas para a implantação de terminais de passageiros, vias estruturais, anéis interbairros e de contorno.</li> <li>• As diretrizes sobre a organização e controle da expansão física tratam de estimular a ocupação dos vazios urbanos, aumentar a densidade populacional e promover a urbanização de áreas precariamente ocupadas.</li> </ul>	<p><b>Figura 4.16</b> São José do Rio Preto -1997.</p>  <p>Fonte: Jornal Diário da Região.</p>
<p>2000</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A população atinge, segundo o IBGE, no ano 2000, 358.523 habitantes.</li> <li>• O sistema viário do centro da cidade está chegando ao seu limite com relação ao grande volume de carros e ônibus para o transporte coletivo.</li> <li>• A cidade apresenta sérios problemas em relação às enchentes, cada vez mais frequentes ao longo das principais avenidas: Alberto Andaló e Bady Bassitt.</li> </ul>	<p><b>Figura 4.17</b> São José do Rio Preto -2008.</p>  <p>Fonte: Jornal Diário da Região.</p>

Fonte: Elaborado pela autora, fundamentado em: BUENO (2003), CARVALHO (2007), TEODÓZIO (2008), Jornal Diário da Região, Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto-SP.

**Figura 4.18** Indicação das imagens contidas no histórico de São José do Rio Preto-SP.



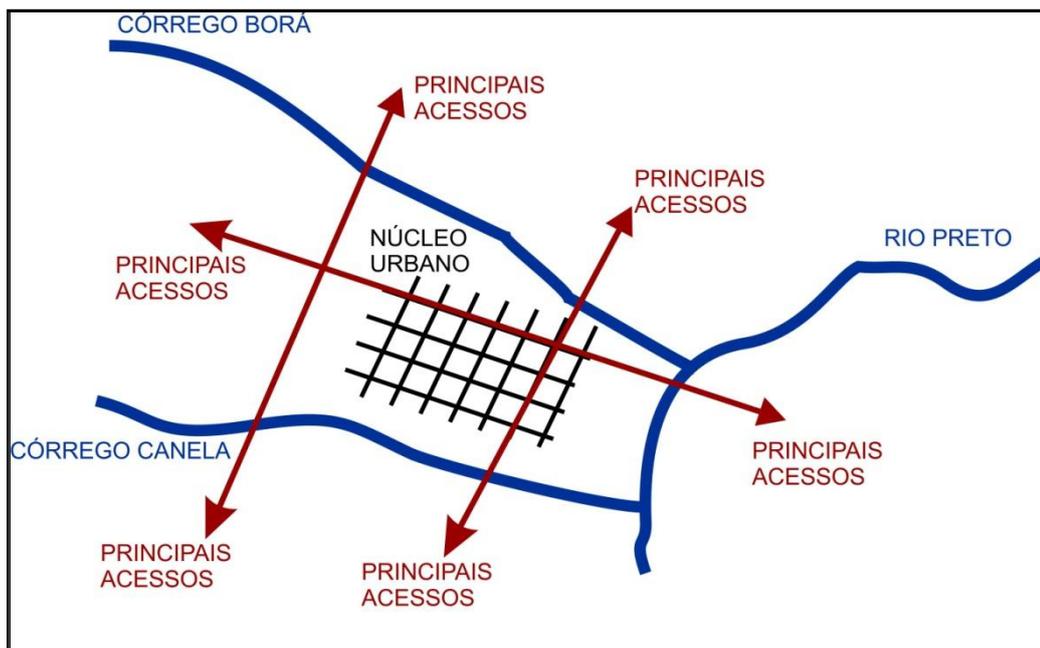
Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto, 2011.

### 4.3. EVOLUÇÃO URBANA DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO-SP

O primeiro traçado urbano de São José do Rio Preto-SP foi elaborado em 1885 pelo engenheiro florentino Ugolino Ugolini. O desenho inicial teve como objetivo estabelecer uma ligação rodoviária entre o Estado de Mato Grosso e o litoral paulista com a finalidade de escoar a produção agrícola.

A planta da cidade, projetada pelo engenheiro, era definida por um tabuleiro de ruas retilíneas com quadras reservadas para o uso de praças e parques, que, posteriormente, foram vendidas ou concedidas ao Poder Executivo municipal para a construção de instituições públicas e particulares. A Figura 4.19 representa uma síntese da estrutura urbana de São José do Rio Preto-SP em 1893, bem como os principais acessos à cidade e a relação direta que a mesma já possuía com os córregos Canela e Borá e o Rio Preto.

**Figura 4.19** Núcleo urbano de São José do Rio Preto-SP e principais acessos em 1893.



Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto-SP, 2011.

De acordo com a Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto-SP (2011), o perímetro urbano da cidade foi definido em 25 de dezembro de 1902, pela comarca de Jaboticabal, tendo como limites os córregos Borá, Canela, Piedade, o Rio Preto e a Rua Independência. A Estrada de Ferro, instalada em 1912, transformou a cidade em ponto terminal do transporte ferroviário pelo qual se escoava a produção agrícola.

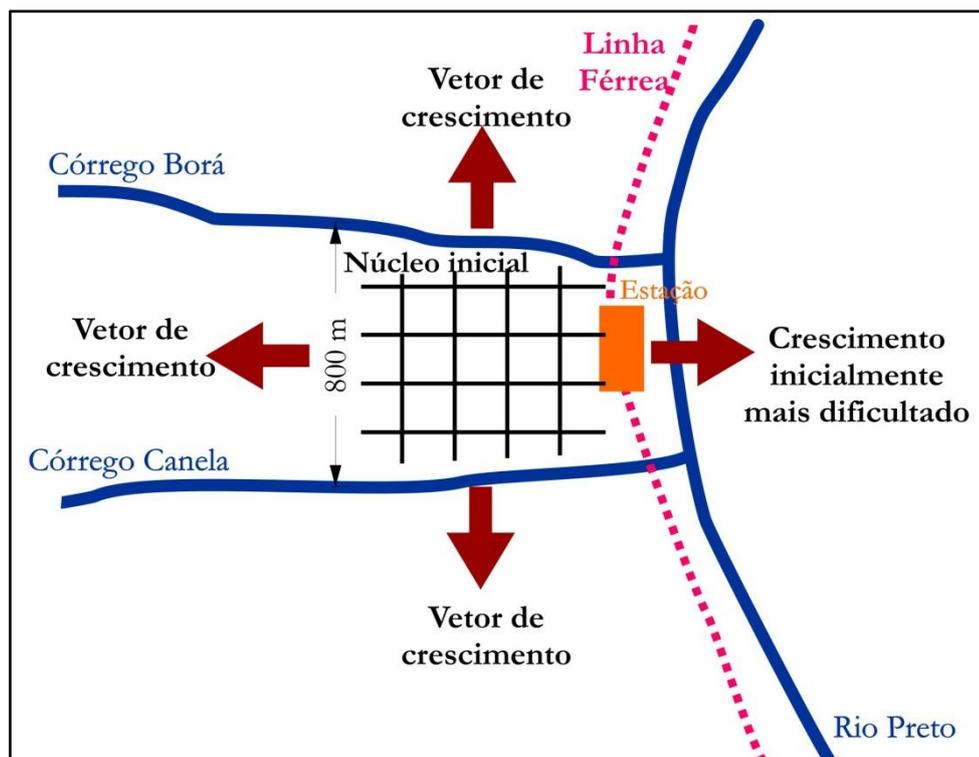
Entre as décadas de 10 e 20, a expansão da área urbana da cidade ocorre no sentido sudoeste, com a formação do bairro Redentora, e noroeste, com o início do bairro Maceno.

Vale ressaltar que o crescimento urbano neste período foi um reflexo do progresso trazido à cidade pela Estrada de Ferro. Além disso, o prolongamento das ruas Antônio de Godoy, XV de Novembro e Benjamin Constant proporcionou o desenvolvimento à sudoeste; enquanto a abertura de vias para transpassar a ferrovia – como a Rua João Pessoa e o prolongamento da Rua General Glicério – promoveu acessibilidade à região noroeste.

Na década de 30, a área central continuava com crescimento representativo e se caracterizava como área comercial. Os bairros ao redor do centro urbano, por sua vez, tais como Ercília, Imperial, Aurora, Bom Jesus e Esplanada, começaram a se desenvolver.

A partir da década de 40, como mostra a Figura 4.20, os vetores de crescimento da cidade são marcados pelos vales dos Córregos Canela e Borá, do Rio Preto e a linha férrea, cuja expansão se dava por todos os lados, devendo ultrapassar as barreiras físicas existentes.

**Figura 4.20** Esquema dos vetores iniciais de crescimento da cidade.



Fonte: Adaptado de BUENO, 2003.

Os primeiros estudos de crescimento urbano e de diretrizes de expansão viária ocorreram na década de 50, juntamente com a Lei n.º.535/58, que visava estabelecer um novo perímetro e zoneamento urbano para a cidade.

No período correspondente até 1950, a cidade ainda era concentrada em torno de seu núcleo central. A presença de barreiras físicas era um desafio à expansão urbana e orientava a forma de ocupação do espaço urbano, sendo elas: a) o espigão entre os Córregos Canela e

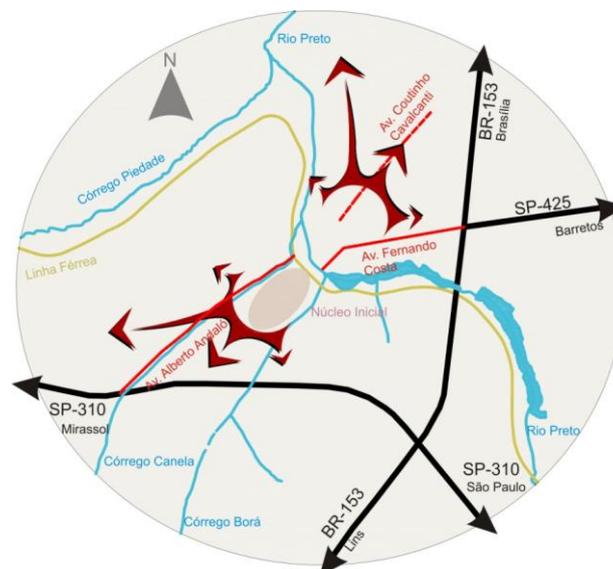
Borá e o Rio Preto; b) a estrada de ferro situada no fundo de vale do Rio Preto e do Córrego Piedade; c) as rodovias BR-153 e a SP-310.

Além disso, segundo a Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto (2011), no final da década de 50 foi organizado um “Relatório sobre Estudos de Urbanização da Cidade”, por Eiras Garcia, que detectou alguns problemas no município: a especulação imobiliária avançada, ruas estreitas, falta de espaços públicos, tráfego de veículos em mão única na maioria das vias e calçadas estreitas.

Foram diagnosticados neste relatório problemas relacionados ao sistema viário geral da cidade e, para sanar tais dificuldades de deslocamento no território, foi posposto um anteprojeto, elaborado por Eiras Garcia, a fim de estabelecer um mínimo de ligações viárias para desviar o tráfego do centro da cidade. Foram previstas a construção de 10 avenidas com larguras de 29, 32 e 36 metros, dois viadutos sobre os trilhos da ferrovia e o alargamento da Rua José Bonifácio. Todas as obras viárias foram executadas, exceto a Avenida Pedro Amaral onde, na década de 70, instalou-se a rodoviária, já considerada no plano como um local de desapropriações futuras.

O crescimento urbano ocorrido na década de 50 teve relação com alguns fatores, conforme Figura 4.21: a) a inauguração do Parque Setorial da Represa e do Palácio das Águas, que permitiu melhor abastecimento de água para a cidade; b) a construção de duas avenidas de ligações para nordeste, Coutinho Cavalcanti e Fernando Costa; c) a construção da Avenida Alberto Andaló, por meio da canalização do Córrego Canela, permitindo a ampliação da cidade para sudoeste; d) diversas obras para melhoria da infraestrutura urbana.

**Figura 4.21** Esquema do crescimento urbano na década de 50.



Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto, 2011.

No início dos anos 60, a canalização dos Córregos Canela e Borá, a construção de viadutos sobre os trilhos da ferrovia e a elaboração de eixos viários foram importantes fatores para o crescimento do núcleo urbano e influenciaram as diretrizes de desenvolvimento na cidade, conforme demonstra a Figura 4.22.

**Figura 4.22** Construção da Avenida Alberto Andaló e canalização do córrego Canela na década de 60 e a avenida nos dias atuais.



Fonte: Acervo da Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto, 2011.

No início da década de 70, a política estadual de incentivo à interiorização do desenvolvimento, em conjunto com o Programa Municipal de Industrialização, implantaram o primeiro Distrito Industrial na cidade. Em consequência do sucesso do primeiro distrito, na segunda metade da década de 70 foi implementada a segunda etapa, perfazendo uma área de mais de 2.000.000m<sup>2</sup>, destinada à implantação industrial.

No final da década de 70, segundo Teodózio (2008), o poder executivo local começou a exigir dos loteadores infraestrutura e pavimentação de ruas, amparada na Lei Federal nº 6.766/79, fornecendo as diretrizes viárias e as localizações preferenciais para as áreas públicas, além das devidas aprovações nos âmbitos municipal e estadual.

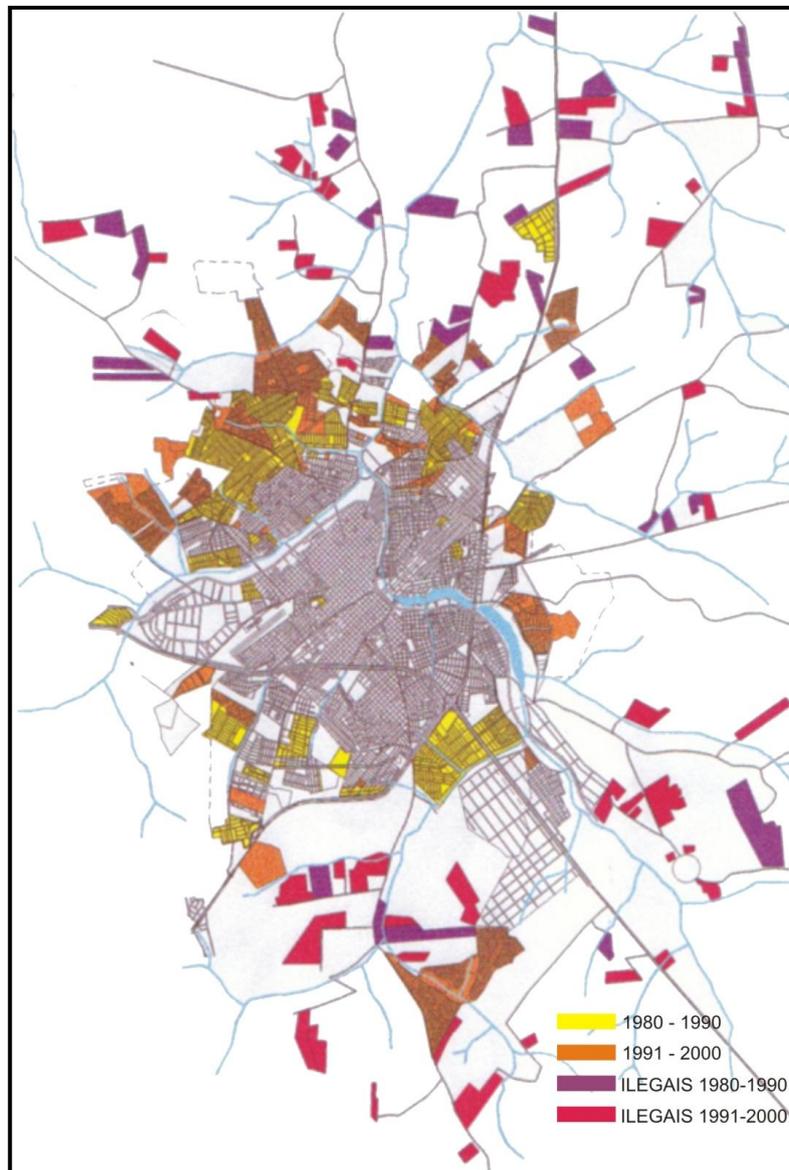
A partir de 1980, percebe-se o início do processo de dispersão dos loteamentos irregulares na zona rural de São José do Rio Preto-SP, caracterizados como “chácaras de recreio” com lotes de 1000 m<sup>2</sup>, localizadas fora da área do perímetro urbano, porém próximas da malha urbana existente e sem a regulamentação técnica prescrita pelo poder executivo municipal.

No período seguinte, correspondente à década de 90, ocorrem inúmeras alterações do perímetro urbano da cidade, promovendo a adição de áreas à zona sul de São José do Rio Preto-SP. Desse modo, as diretrizes de ocupação controlada da região sul são rompidas, uma vez que esta região abriga as fontes de captação de água da cidade.

Em 1992, institui-se em São José do Rio Preto-SP o primeiro Plano Diretor com o objetivo de definir os vetores de crescimento da cidade a partir do estudo das bacias hidrográficas e dos eixos do sistema viário.

É válido ressaltar que, entre 1980 e 2000, as transformações relacionadas à expansão física representaram em São José do Rio Preto-SP, segundo a Prefeitura Municipal, um aumento de 1/3 de toda a área urbana da cidade, conforme demonstra a Figura 4.23.

**Figura 4.23** Expansão urbana em São José do Rio Preto-SP nas décadas de 80, 90 e 2000.



Fonte: Modificado de Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto, 2011.

Atualmente, segundo a Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto-SP (2011), o município possui 108 loteamentos irregulares situados ao redor da malha urbana, espalhados pelo território municipal. Conforme visto anteriormente, eles foram instalados na zona rural da cidade, no início da década de 80, como chácaras de recreio. Entretanto, posteriormente, foram subdivididos em lotes menores e, hoje, abrigam número significativo de habitantes.

Os loteamentos irregulares localizam-se fora do perímetro urbano e são implantados sem considerar as condições físicas e topográficas dos locais. Assim, não obedecem à legislação de proteção aos cursos d'água e muitas vezes instalam-se às margens dos córregos e em zonas de preservação permanente, sem ponderar sobre os danos causados.

A área do perímetro urbano de São José do Rio Preto-SP corresponde a 27% da área municipal. Os loteamentos irregulares existentes na malha urbana representam uma área expressiva do município, referente a 4,6% do território, conforme demonstra a Tabela 02.

**Tabela 2** Quadro de área do município de São José do Rio Preto – SP.

DESIGNAÇÃO	ÁREA (HA)	PORCENTAGEM
Perímetro urbano	11.608	27%
Loteamentos Irregulares	2.057	4,6%
Rural	32.401	68,4%
<b>Município</b>	<b>43.145</b>	<b>100%</b>

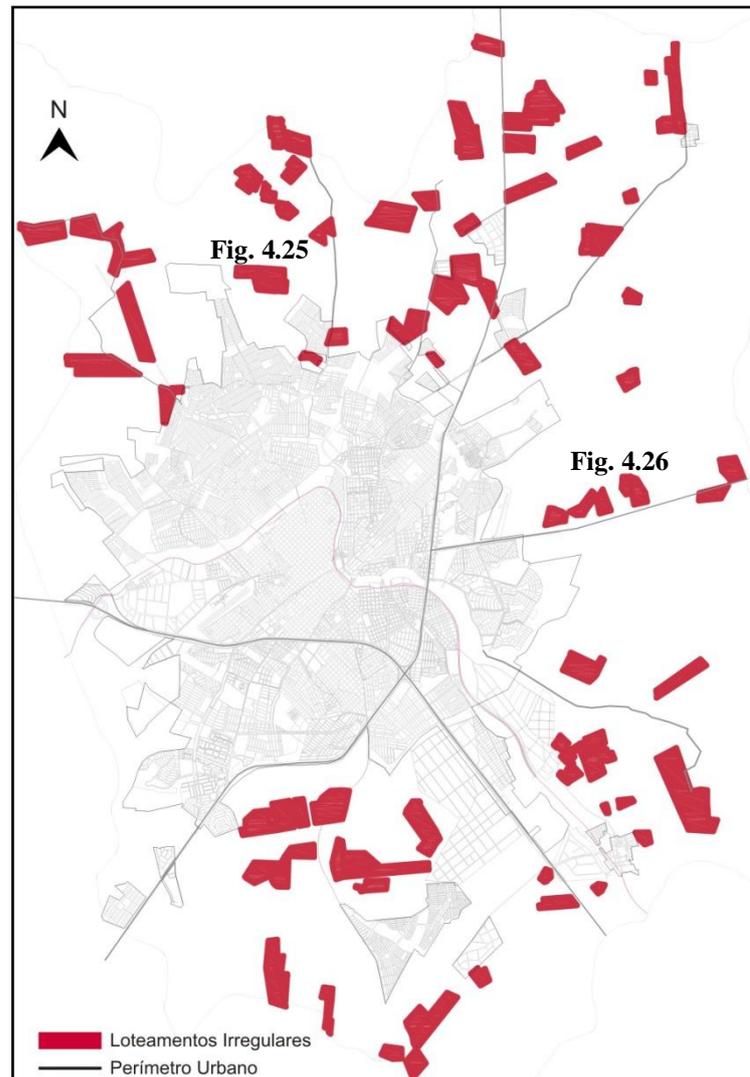
Fonte: Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto, 2011.

A regularização dos loteamentos deve ser realizada para possibilitar o controle dos parcelamentos urbanos existentes, em prol de um cenário futuro da cidade com planejamento a curto, médio e longo prazos.

Entretanto, o poder executivo municipal não tem por objetivo imediato a legalização dos mesmos, devido à ausência de determinações urbanísticas para sua regulamentação. O tamanho dos lotes, a largura mínima das vias, a taxa de ocupação, o coeficiente de aproveitamento e a designação de áreas de uso público e institucional não são procedimentos obedecidos na maioria destes loteamentos.

A figura 4.24 mostra a disposição dos loteamentos irregulares na cidade de São José do Rio Preto-SP.

**Figura 4.24** Loteamentos irregulares em São José do Rio Preto-SP.



Fonte: Modificado de Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto, 2011.

**Figura 4.25** Loteamento irregular na Zona Norte.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 4.26** Loteamento irregular na Zona Leste.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

#### 4.4. PRINCIPAIS INTERVENÇÕES NOS CÓRREGOS CANELA E BORÁ E RIO PRETO

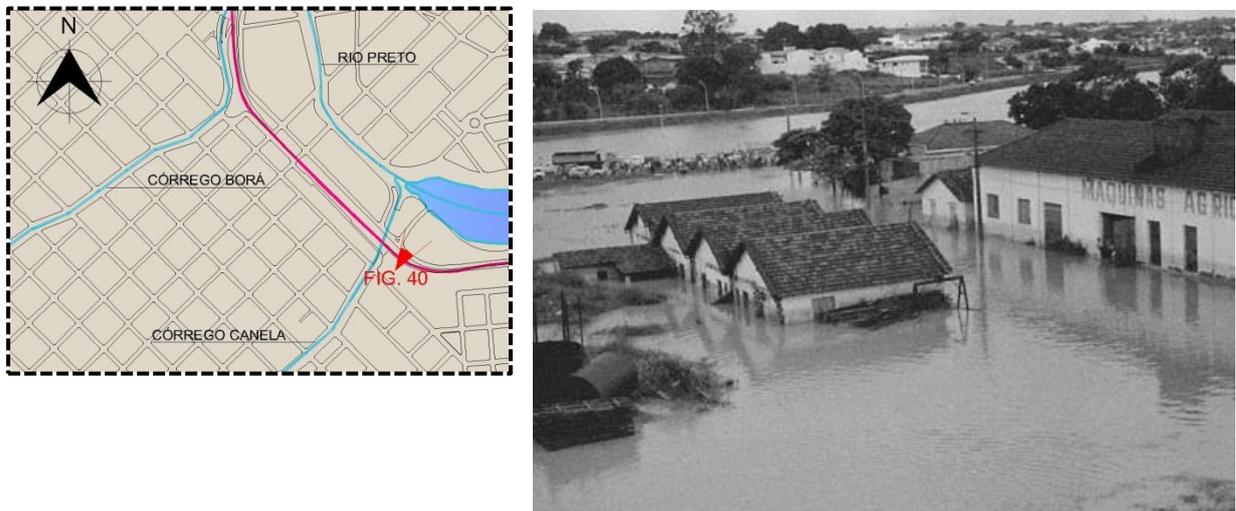
Na década de 60, duas importantes avenidas da cidade, Alberto Andaló e Bady Bassitt, foram implantadas nos talvegues dos córregos Canela e Borá, respectivamente, após canalização dos mesmos. Os canais dos córregos foram executados em etapas de acordo com o crescimento da cidade, que ocorreu de jusante para montante, ou seja, do encontro destes dois córregos com o Rio Preto, para montante (AZEVEDO, 2004).

A canalização dos córregos Canela e Borá foi fundamental no processo de expansão física de São José do Rio Preto-SP. Entretanto, a partir desse momento, o crescimento urbano da cidade ocorre de forma acelerada e não ordenada, sendo que a implantação dos lotes nos terrenos obedece, sobretudo, à produção do número de unidades a serem comercializadas. Por essa razão, não se observa critério de drenagem das águas superficiais (BUENO, 2003).

Na década de 70, outro importante fato contribuiu para o crescimento urbano da cidade: a canalização do Rio Preto entre a Represa Municipal e a Avenida Bady Bassitt.

A partir de 1980, a frequência das inundações aumentou em virtude da crescente urbanização nas bacias dos córregos Canela e Borá, como mostra a Figura 4.27.

**Figura 4.27** Enchente em São José do Rio Preto-SP em 1980.



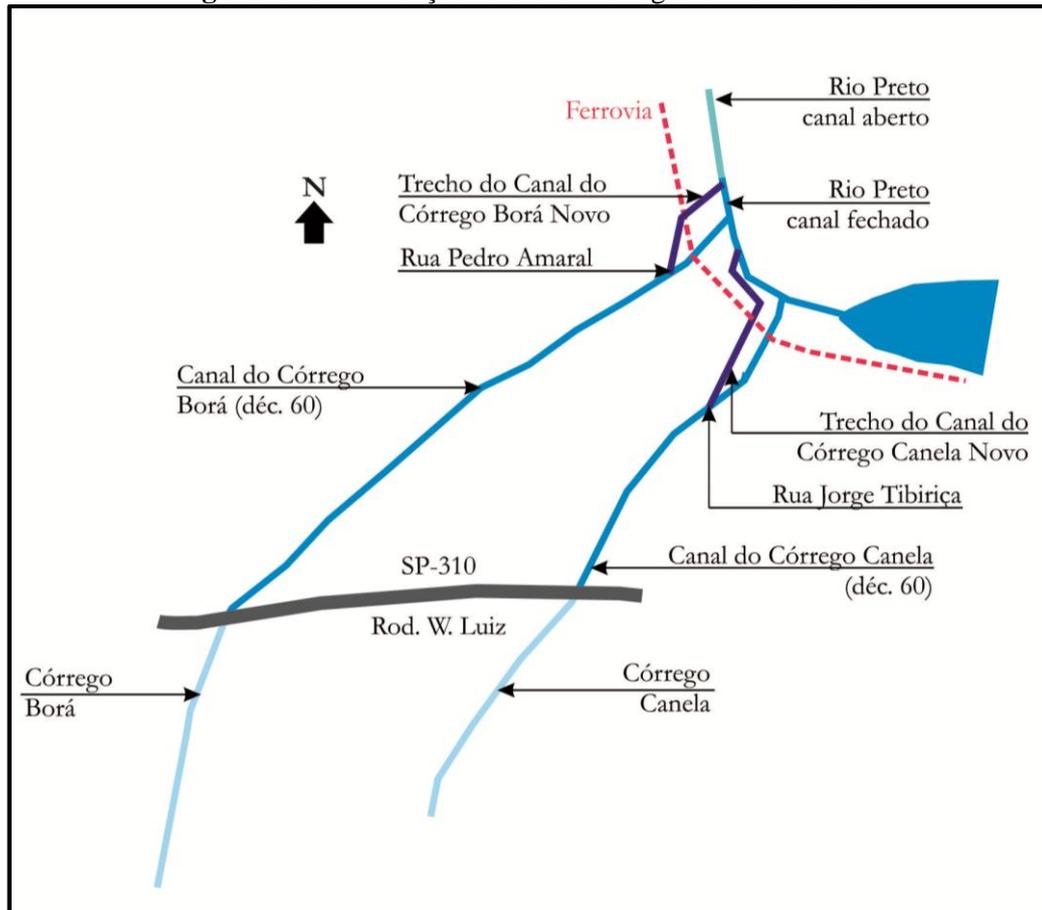
Fonte: Acervo da Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto-SP, 2011.

No final da década de 90, executa-se a primeira intervenção no canal da Avenida Alberto Andaló, com a finalidade de reduzir as inundações. Implanta-se um canal adicional desde a Rua Jorge Tibiriçá, que passa ao lado do viaduto Abreu Sodré, sob a ferrovia, e da Biblioteca central, segue paralelo ao canal fechado do Rio Preto e deságua a jusante da Rua General Glicério (trecho aberto do canal do Rio Preto), com extensão total de 914 metros.

Este canal adicional teve dois propósitos: aumentar a capacidade de vazão do canal do Córrego Canela, que era severamente estrangulado sob a ferrovia, e aliviar a vazão de pico no canal do Rio Preto.

A Figura 4.28 demonstra as principais intervenções sobre os córregos Canela e Borá, no período de 1990, com o intuito de amenizar os impactos da urbanização sobre o ciclo hidrológico através de medidas estruturais.

**Figura 4.28** Intervenções sobre os córregos Canela e Borá.



Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto, 2011.

Em 2001, inicia-se à segunda intervenção, com objetivo de reduzir as inundações na Avenida Bady Bassitt. Executa-se um canal alternativo, desde a Rua Pedro Amaral, que passa sob a ferrovia, segue pela Rua João Mesquita, passa sob o viaduto Jordão Reis e deságua no Rio Preto, em um trecho onde o canal é revestido, tem 507 metros de extensão e dimensões suficientes para escoar 300 m<sup>3</sup>/s.

Com estas intervenções, observou-se considerável melhora no comportamento do fluxo das águas durante as chuvas intensas. As inundações continuaram ocorrendo, contudo, com frequência alta da lâmina de água menores, sem força suficiente para carregar os veículos ao longo das avenidas.

Em 2008, com o intuito de promover uma gestão voltada à drenagem urbana é aprovado o Programa Permanente de Gestão de Águas Pluviais, através da Lei n.10.290/2008, cuja finalidade é determinar que as águas pluviais excedentes, causadas pela urbanização de lotes ou áreas rurais, sejam detidas na própria área, por meio de reservatórios ou poços de infiltração.

No entanto, a urbanização crescente à montante das avenidas foi piorando a situação de maneira gradual, principalmente pelo crescimento desordenado e ausência de uma gestão efetiva e interdisciplinar das águas pluviais, conforme ilustra a Figura 4.29.

**Figura 4.29** Enchente na Avenida Alberto Andaló em fevereiro de 2012.



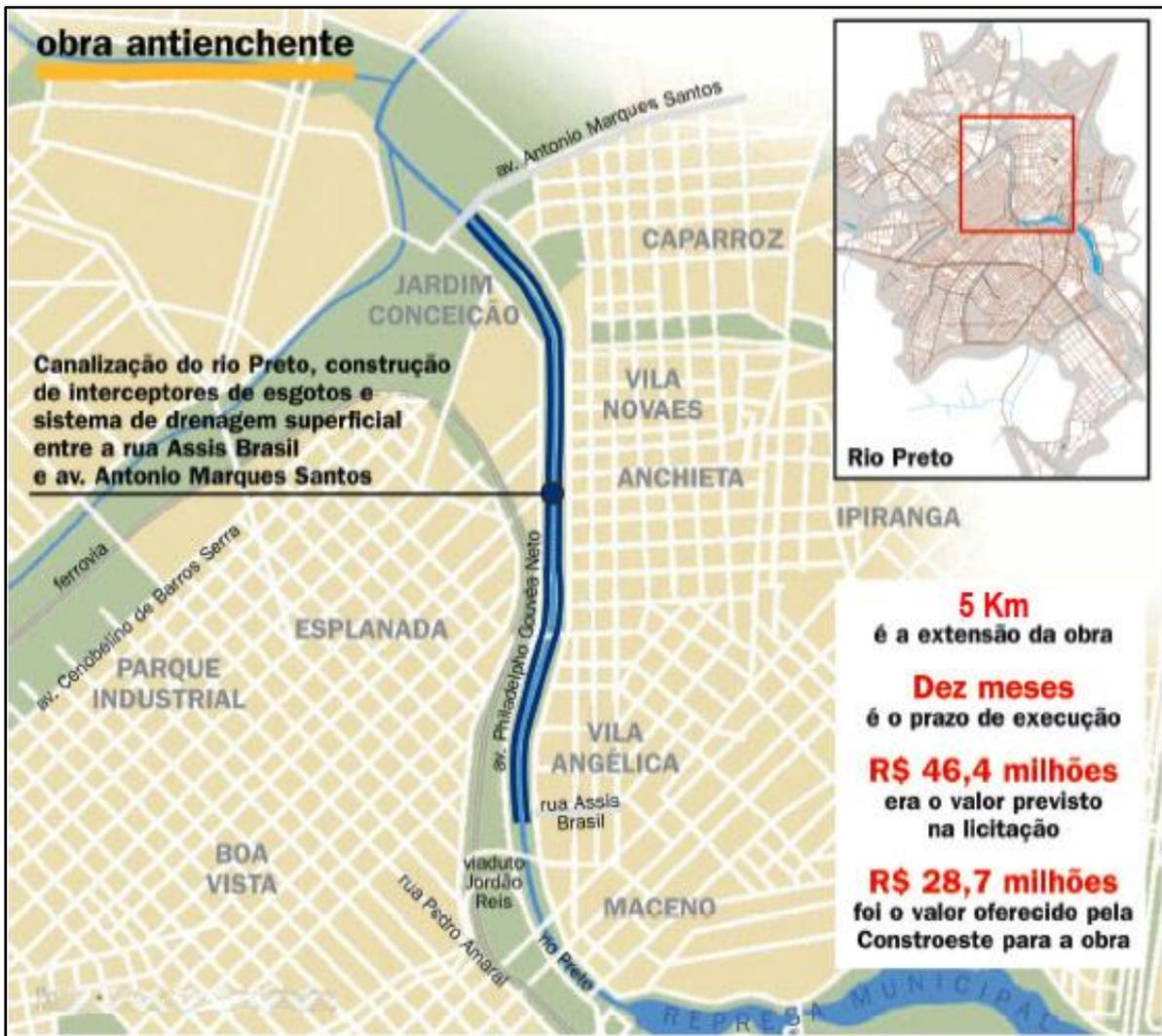
Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

Em 2010, iniciou-se a maior obra anti-enchente da cidade de São José do Rio Preto-SP, através da ampliação da calha do Rio Preto. Foram investidos, aproximadamente, R\$ 30 milhões para a finalização da obra, cujo objetivo era a aumentar a vazão de água de 80 para 320 m<sup>3</sup>/s, bem como expandir de 9 metros para 20 metros a largura da calha e canalizar um trecho de 5 quilômetros do Rio Preto, na Avenida Philadelpho Gouveia Neto.

A primeira etapa da obra foi entregue no final de 2011, através da canalização do Rio Preto e a construção de interceptadores de esgoto entre as Rua Assis Brasil e Avenida Antonio Marques Santos, conforme demonstra a Figura 43.

O ponto negativo dessa iniciativa é que o trecho canalizado do Rio Preto transformou a paisagem urbana da região que circunda a área, uma vez que foram retiradas diversas árvores, bem como toda a massa vegetativa existentes no entorno imediato, conforme Figura 4.30.

**Figura 4.30** Canalização do Rio Preto – maior obra antiinchente de São José do Rio Preto-SP.



Fonte: Diário da região, acessado em junho de 2012.

**Figura 4.31** Canalização do Rio Preto na Avenida Philadelpho Gouveia Neto.



Fonte: Diário da região, acessado em junho de 2012.

No entanto, mesmo com obras visando resolver a questão das enchentes na cidade, através da canalização do Rio Preto, contata-se que as medidas tomadas pela gestão pública são focadas apenas em solucionar os problemas em curto prazo, sem considerar questões multidisciplinares relacionadas a questões das enchentes na área urbana. Tal fato pode ser verificado através das enchentes ocorridas ao longo do final de 2011 e início de 2012, como demonstra a Figura 4.32.

**Figura 4.32** Enchente na Avenida Alberto Andaló em março de 2012.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

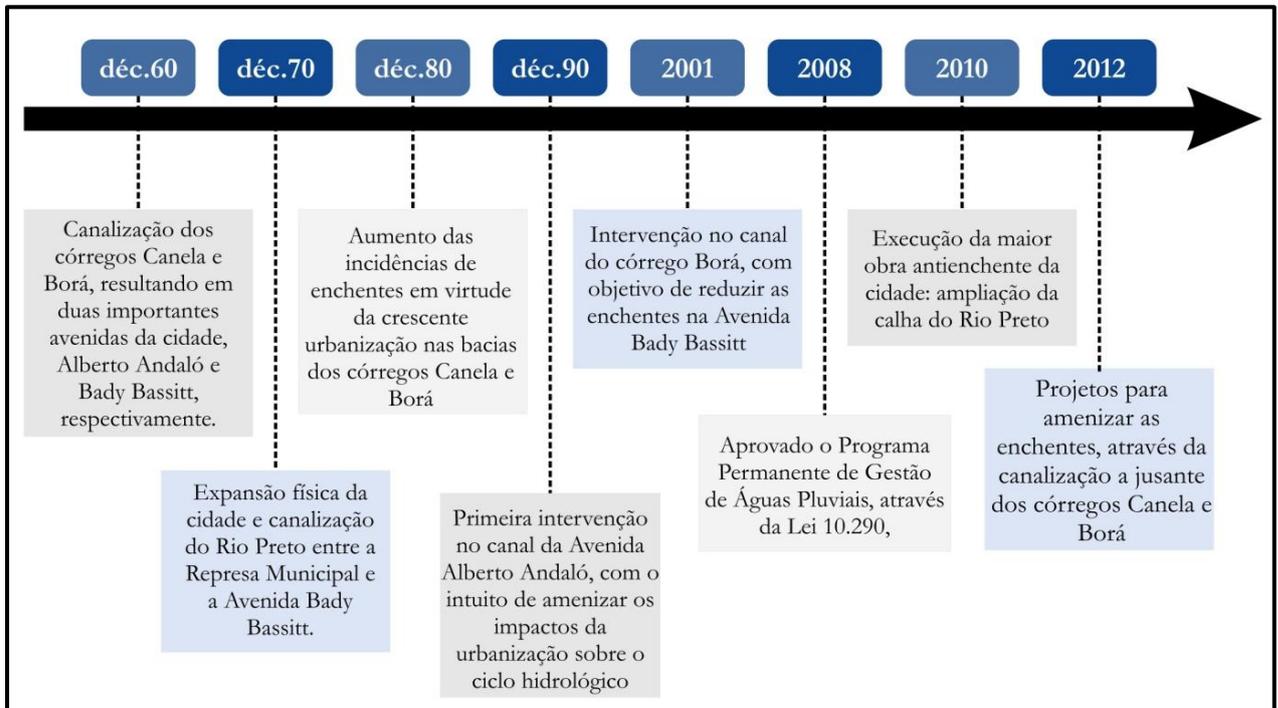
Atualmente, o projeto para eliminar com as enchentes em São José do Rio Preto-SP prioriza o córrego Canela, na Avenida José Munia, e o Borá, na Juscelino Kubitschek, próximos às suas respectivas nascentes. Com custo estimado em R\$ 130 milhões, as obras têm como objetivo implantar piscinões e canalizar os córregos.

As obras tiveram início em fevereiro de 2012 e têm as seguintes características: a) construção de dezessete lagoas de retenção na bacia do córrego Canela, sendo treze delas no próprio leito do córrego e outras quatro em áreas adjacentes; b) implantação de dez lagoas de retenção no córrego Borá, sendo seis no próprio leito do córrego, com canalização aberta e outras quatro fora córrego; c) nos locais onde não há espaço suficiente para a execução de lagoas de retenção, devido a grande quantidade de construções no entorno, foram projetados poços cilíndricos que serão implantados sob as vias para driblar custos com desapropriações, como é o caso da Avenida Brasilusa e da Rua Romeu Strazzi (Figura 4.33).



A Figura 4.35 representa uma síntese das principais transformações sofridas ao longo da história pelos córregos Canela e Borá e Rio Preto. Nela nota-se que a questão das enchentes e a relação rio-cidade é uma problemática antiga em São José do Rio Preto-SP.

**Figura 4.35** Parque linear na Avenida Philadelpho Gouveia Neto.



Fonte: Elaborado pela autora, 2013.

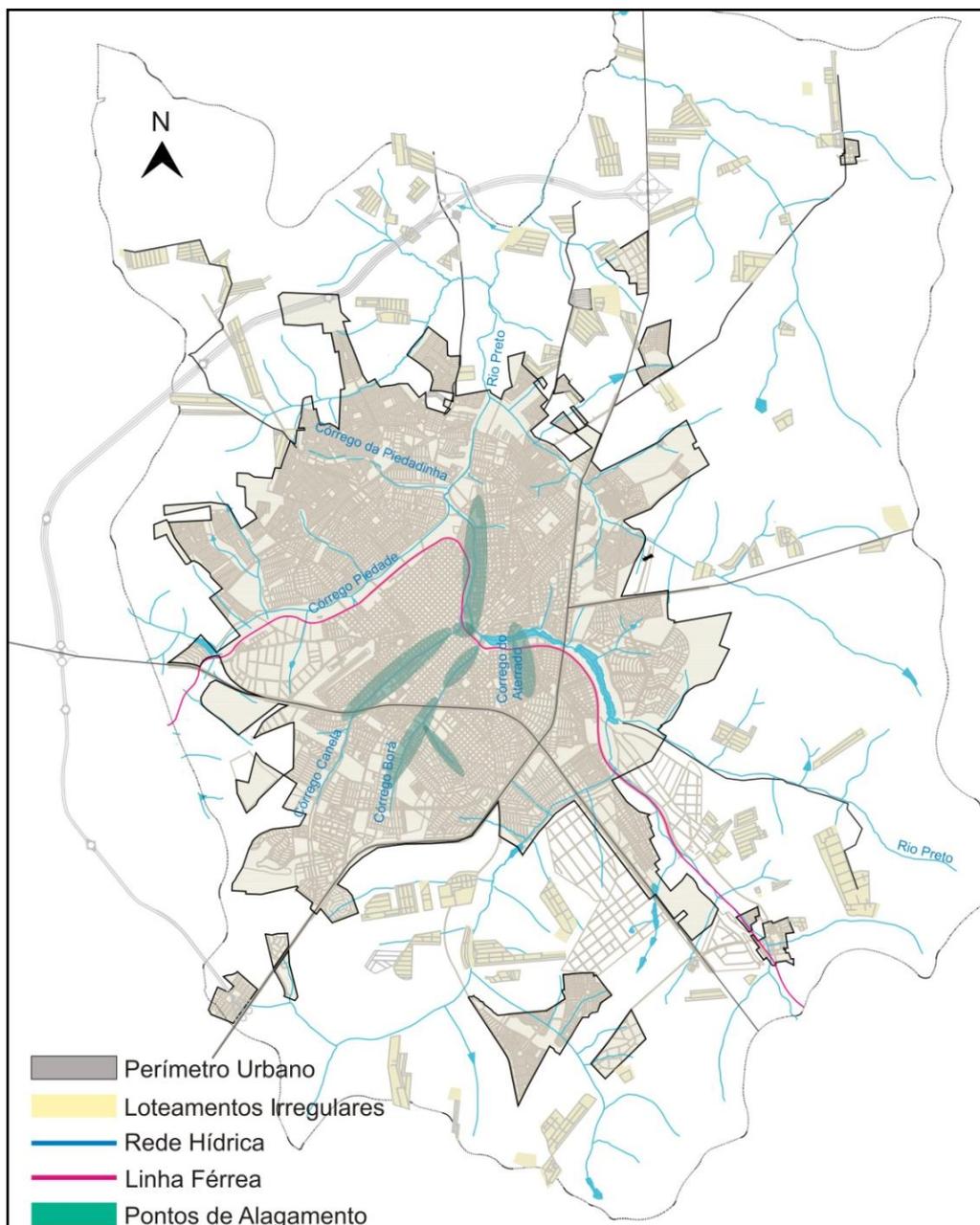
É fato que a ausência de uma visão holística, sistêmica e multidisciplinar, contribuiu de forma decisiva o agravamento das enchentes em São José do Rio Preto-SP. Dada à impossibilidade de reconstruir a cidade em novos moldes, a atual e as futuras administrações serão obrigadas a corrigir os erros acumulados, através de um gerenciamento integrado, que ainda é incipiente.

Conclui-se que a solução desse problema envolve a consideração de aspectos legais, institucionais, ambientais e políticos, em um contexto integrado. Um planejamento adequado do sistema de águas pluviais proporcionará inúmeros benefícios, tais como: desenvolvimento do sistema viário; redução de gastos com manutenção das vias públicas; valorização das propriedades existentes nas áreas beneficiadas; escoamento rápido das águas superficiais; melhoria das condições do tráfego; eliminação da presença de água estagnada e lamaçal; recuperação de áreas alagadas ou alagáveis; bem como a segurança e o conforto, de modo geral, para a população.

#### 4.5. AS ENCHENTES EM SÃO JOSÉ DO RIO PRETO-SP

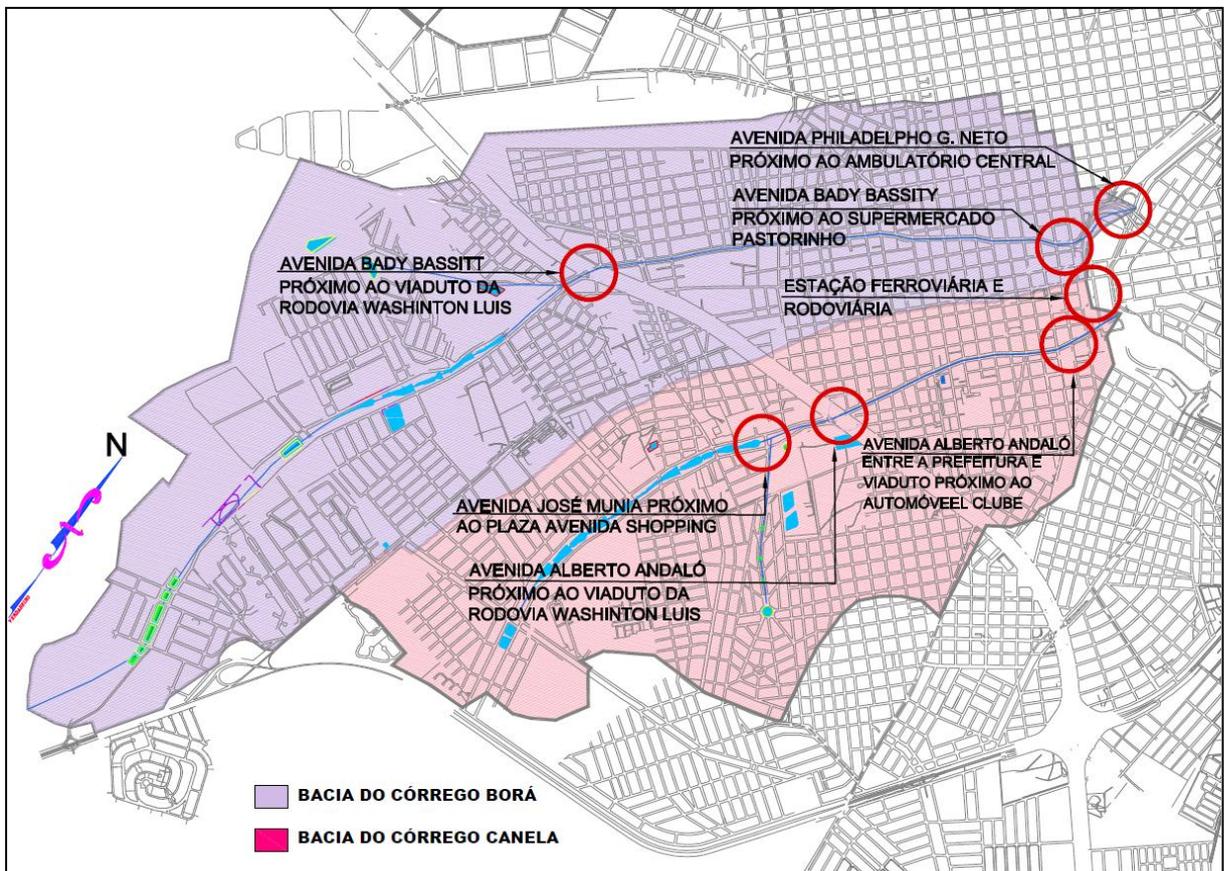
São José do Rio Preto-SP implanta-se, fisicamente, sobre o espigão de córregos e rios que atravessam a cidade. Nos últimos anos, os problemas relacionados às enchentes tornaram-se recorrentes e, atualmente, os principais pontos de alagamento se situam nas avenidas que circundam os córregos Canela, Borá e Piedade; nas margens da Represa Municipal; próximo às bordas do Rio Preto e em alguns pontos particulares, conforme ilustram as Figuras 4.36 e 4.37.

**Figura 4.36** Principais pontos de alagamento em São José do Rio Preto-SP.



Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto, 2011.

**Figura 4.37** Pontos críticos de alagamento em São José do Rio Preto-SP.



Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto, 2011.

De modo geral, as enchentes em São José do Rio Preto-SP, atualmente, são resultados de: a) ausência de gerenciamento sistêmico e integrado, a partir de visão global da cidade, com intervenções que visam medidas a curto, médio e longo prazos; b) carência de qualificação dos gestores responsáveis pela drenagem urbana, pois tal responsabilidade se restringe apenas à Secretaria de Obras municipal, sem a interdisciplinaridade necessária para lidar com as demais esferas do planejamento; c) ineficiência de diversos dispositivos para reter as águas pluviais, tais como bocas de lobos obstruídas, ausência de padrões referenciais de dimensões e materiais para os dispositivos, bem como a ausência de manutenção corretiva e preventiva nos mesmos, principalmente nos canais e nas bocas de lobo.

Ademais, podem-se destacar outros fatores que influenciam negativamente o sistema de águas pluviais: a) o assoreamento da represa municipal e a erosão das margens do Rio Preto; b) os loteamentos irregulares implantados em áreas de proteção permanente e próximos aos cursos d'água; c) a presença de poucas áreas de escoamento e drenagem da água pluvial ao longo da malha urbana; d) a ausência de pavimentação e drenagem nos

bairros situados no interior das bacias, gerando assoreamento dos córregos; e) a crescente expansão para as áreas de proteção dos mananciais de abastecimento a sudeste.

Para ilustrar a ocorrência de enchentes nas áreas de São José do Rio Preto-SP citadas no trabalho, foram selecionadas e inseridas no Apêndice as principais matérias publicadas no jornal “Diário da Região”, no caderno “Cidades”, entre 2001 e 2011, nos períodos de maior precipitação, ou seja, de dezembro a março.

A Figura 4.38 representa uma manchete do jornal demonstrando os prejuízos causados pela chuva em janeiro de 2010.

**Figura 4.38** Matéria: Rio Preto fica devastada com a chuva, 19 de janeiro de 2010.

## Cidades

> Calaminada pública  
São José do Rio Preto, 19 de Janeiro, 2010 - 1:30

# Rio Preto fica devastada com a chuva

Allan de Abreu, Graziela Delalibera, Héilton Souza, Raul Marques e Vívian Lima A- A+

+1
0
Tweet
0
Compartilhar

Carlos Chimba



Estrago provocado pelo temporal no canteiro central da avenida Alberto Andaló: prejuízo de R\$ 40 milhões

Rio Preto amanheceu ontem devastada pela água. Duas horas de chuva intensa na madrugada, - a maior dos últimos 10 anos, segundo a Defesa Civil - causaram duas mortes e um prejuízo estimado em R\$ 40 milhões. O bombeiro Luciano Rodrigues de Souza, 24 anos, tentava salvar um homem quando foi engolido pela correnteza. Já o aposentado Lucas de Cândio, 75 anos, morreu afogado dentro do carro. A última morte provocada por enchente na cidade ocorreu há 11 anos.

A força da água foi tão grande que deixou um rastro de destruição pelas principais avenidas da cidade, principalmente Bady Bassitt e Alberto Andaló. A violenta enxurrada arrancou pedaços de calçadas, arrastou placas e semáforos. Nas avenidas José Munia e JK, foram abertas crateras de 20 metros de diâmetro. A água invadiu supermercados, bancos, escolas e lojas de veículos, provocando prejuízos que beiram R\$ 1 milhão.

**Clique aqui e assista na TV Diário cenas da destruição causada pela chuva**

Duas bancas de jornais foram arrastadas pela correnteza. “Minha vida toda estava ali”, disse Rui Fernando Roberti, dono da banca. Duas Unidades Básicas de Saúde e o Ambulatório Regional de Especialidades (ARE) ficaram fechados e sem atendimento ao público porque foram alagados. De acordo com o Posto de Sementes, choveu 112,2 milímetros em apenas duas horas na cidade, entre 3h e 5h. O índice equivale a 112 litros despejados em apenas um metro quadrado, e soma quase a metade da chuva acumulada no mês de janeiro (288 milímetros). “Precisamos reconstruir Rio Preto”, afirmou o prefeito Valdomiro Lopes.

Fonte: Diário da Região, acessado em agosto de 2012.

## 5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 5.1.1. ASPECTOS GERAIS

A estratégia de pesquisa para a elaboração do trabalho baseia-se no estudo de caso único e exploratório. Segundo Yin (2001), o estudo de caso representa o teste de uma teoria bem formulada e apresenta as evidências para se construir uma provável teoria, mesmo que as suposições sejam consideradas erradas posteriormente, ou seja, trata-se de:

Uma investigação científica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não estão claramente definidos; enfrenta uma situação tecnicamente única em que haverá muito mais variáveis de interesse do que pontos de dados e, como resultado, baseia-se em várias fontes de evidência. (YIN, 2001, p. 32-33)

Para Yin (2001), a adoção do Método do Estudo de Caso é apropriada quando a pesquisa está inserida em contexto social, no qual, embora utilize um quadro teórico referencial, os estudos experimentais não podem ser aplicados. O estudo de caso como estratégia de pesquisa compreende método que abrange a lógica do planejamento, incorporando abordagens específicas à coleta e à análise de dados. Nesse sentido, o estudo de caso não é nem tática para a coleta de dados nem meramente característica do planejamento em si, mas sim uma estratégia de pesquisa abrangente.

Com objetivo de identificar os principais fatores que atuam direta ou indiretamente na sistemática das enchentes, foram selecionados quatro parâmetros relacionados às áreas vulneráveis a enchentes, a partir da análise da revisão bibliográfica, a saber: uso e ocupação do solo urbano, bacia hidrográfica, drenagem urbana e vulnerabilidade e meio ambiente.

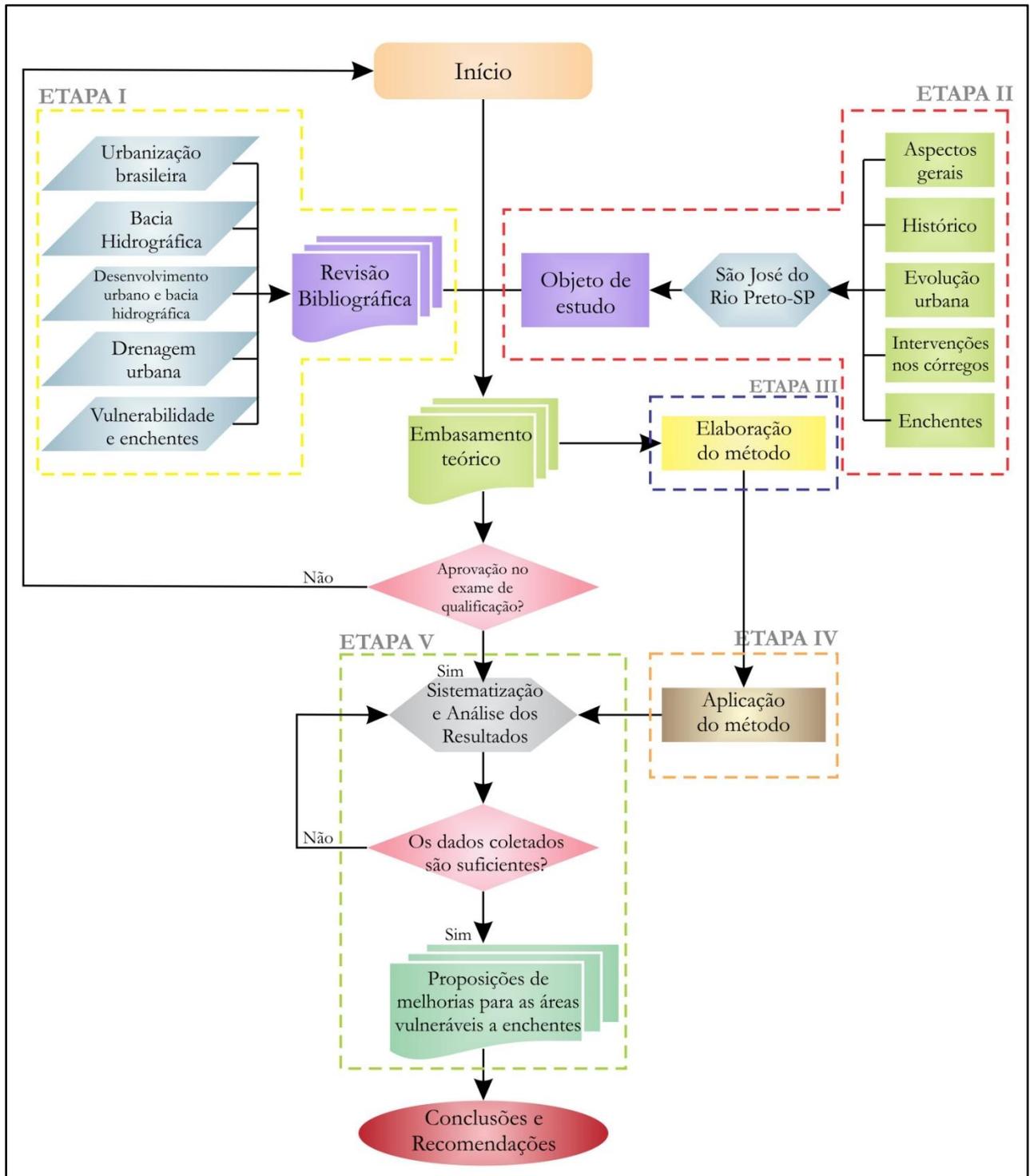
A partir da definição dos parâmetros, elaborou-se o método de avaliação para a identificação das áreas vulneráveis a enchentes, com o intuito de fornecer subsídios para auxiliar na mitigação dos impactos das enchentes nas áreas urbanas.

O estudo realizou-se na cidade de São José do Rio Preto-SP, localizado no interior do estado de São Paulo e o objeto empírico da pesquisa é a região central da cidade, entre as bacias dos Córregos Canela e Borá, sendo que a área foi escolhida devido à incidência de enchentes.

## 5.2. SÍNTESE DO MÉTODO

A Figura 5.1 expressa uma síntese do método utilizado na pesquisa, visando facilitar a compreensão das principais etapas do processo construtivo do presente estudo.

**Figura 5.1** Fluxograma representativo da síntese do método utilizado na pesquisa.



### 5.3. ETAPAS METODOLÓGICAS

A pesquisa foi organizada em quatro etapas principais, a saber:

- ETAPA I: Revisão bibliográfica;
- ETAPA II: Levantamento de dados sobre São José do Rio Preto – SP;
- ETAPA III: Elaboração do método de avaliação de áreas vulneráveis a enchentes;
- ETAPA IV: Aplicação do método ao objeto de estudo;
- ETAPA V: Avaliação e discussão dos resultados.

#### 5.3.1. ETAPA I: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para a construção do referencial teórico do trabalho, realizou-se o levantamento e análise da literatura disponível sobre a temática da pesquisa, conforme o Quadro 04.

**Quadro 4** Abrangência da pesquisa bibliográfica.

PESQUISA BIBLIOGRÁFICA	
URBANIZAÇÃO BRASILEIRA	
Objetivo	Adquirir conhecimento sobre o crescimento e a expansão das cidades, as políticas de uso e ocupação do solo e os impactos da urbanização sobre o meio ambiente.
BACIA HIDROGRÁFICA COMO SISTEMA DE DRENAGEM	
Objetivo	Compreender a relação das cidades com os cursos d'água, obter conhecimento sobre as questões relacionadas às bacias e seus impactos devido à urbanização.
DESENVOLVIMENTO URBANO E BACIA HIDROGRÁFICA	
Objetivo	Adquirir conhecimento sobre o desenvolvimento das cidades e suas relações com os cursos d'água.
GESTÃO DA DRENAGEM URBANA	
Objetivo	Conhecer as principais técnicas utilizadas para a remoção e detenção das águas pluviais e as principais características do novo conceito da gestão da drenagem urbana.
VULNERABILIDADE A ENCHENTES	
Objetivo	Conceituar os principais termos que permeiam a pesquisa – vulnerabilidade e enchentes - com o intuito de adquirir conhecimentos para a base conceitual da pesquisa.

Fonte: Elaborado pela autora, 2013.

### 5.3.2. ETAPA II: LEVANTAMENTO DE DADOS SOBRE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO-SP

No decorrer da etapa de levantamento de dados foram obtidas as seguintes informações, junto à Prefeitura Municipal e à Defesa Civil de São José do Rio Preto-SP:

- Dados gerais sobre o município de São José do Rio Preto-SP;
- Mapas, fotos e croquis sobre a evolução urbana de São José do Rio Preto-SP;
- Relação das principais obras de drenagem urbana efetuadas nos Córregos Canela e Borá e no Rio Preto;
- Dados sobre as características dos canais existentes (seção, vazão, memória de cálculo) nos córregos Canela e Borá;
- Dados sobre as novas obras de macrodrenagem previstas para os Córregos Canela e Borá;
- Dados sobre as principais enchentes ocorridas em São José do Rio Preto-SP.

Ainda foram realizadas pesquisas nos jornais, teses e dissertações sobre São José do Rio Preto-SP, com o intuito de obter mais informações sobre o uso e ocupação do solo urbano e sobre as obras de macrodrenagem no município.

### 5.3.3. ETAPA III: ELABORAÇÃO DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE ÁREAS VULNERÁVEIS A ENCHENTES

Para a elaboração do método de avaliação de gerenciamento de áreas vulneráveis a enchentes, foram introduzidos quatro parâmetros que atuam, direta ou indiretamente, no problema das enchentes nas áreas urbanas, a partir da revisão bibliográfica:

- I. Uso e ocupação do solo urbano;
- II. Bacia hidrográfica;
- III. Drenagem urbana;
- IV. Vulnerabilidade a enchentes.

A partir desses parâmetros, elaborou-se um conjunto de critérios de avaliação para descrever as principais características a serem avaliadas, bem como atribuir pontuação às mesmas, com a intenção de quantificar e qualificar as áreas vulneráveis a enchentes.

Os parâmetros definidos para o desenvolvimento do método de avaliação de áreas vulneráveis a enchentes respaldam-se na revisão bibliográfica realizada durante a pesquisa, bem como no apontamento das principais questões que envolvem as áreas suscetíveis a enchentes nas áreas urbanas. O Quadro 05 contém uma síntese das principais justificativas para a seleção de tais parâmetros, acompanhada das principais referências.

**Quadro 5** Parâmetros, justificativas e fontes para o desenvolvimento do método de avaliação de áreas vulneráveis a enchentes.

PARÂMETROS	JUSTIFICATIVAS	REFERÊNCIAS
<b>Uso e Ocupação do Solo Urbano</b>	A ocupação dos espaços no âmbito urbano proporciona vários impactos ao meio urbano, de modo que é necessário estudá-los a fim de compreender suas características e suas relações com as enchentes nas áreas urbanas.	Motta (1999), Porto et al. (2001), Tucci (1995), Forman (1995), Correa (1989).
<b>Bacia Hidrográfica</b>	A bacia hidrográfica tem como função drenar a água da chuva que escoam superficialmente, suas características são fundamentais para compreender a dinâmica do ciclo hidrológico; portanto, sua relação com o meio na qual se insere e suas características devem ser estudadas.	Campana e Tucci (1994), Tucci (2004), Christofolletti (1974), Lima (1976), Villela e Matos (1995).
<b>Drenagem Urbana</b>	O conceito de drenagem urbana e suas formas de controle e retenção da água pluvial devem ser compreendidos para verificar as principais deficiências e potencialidades do sistema com o intuito de identificar sua relação com as enchentes nas áreas urbanas.	Tucci (1995), Porto et al. (2001), Pompêo (2000), Mendiondo (2008), Nocetti (2009).
<b>Vulnerabilidade a Enchentes</b>	A vulnerabilidade está relacionada à exposição, à resistência e à superação de danos, de modo que é necessário compreender o nível de suscetibilidade a enchente da área estudada.	Arce (2005); Brasil (2007), Tucci (1995), Geldof (1995).

Fonte: Elaborado pela autora, 2013.

Visando a melhor compreensão das etapas realizadas para a elaboração do método de avaliação das áreas vulneráveis a enchentes, cada parâmetro e seus respectivos critérios serão detalhados.

### A. Uso e Ocupação do Solo Urbano

Para analisar o uso e ocupação do solo urbano sob a ótica das áreas vulneráveis a enchentes foram desenvolvidos três critérios: a) tipologia de uso e ocupação do solo urbano; b) presença de áreas verdes; c) distância entre o eixo do rio e edificações. O Quadro 6 contém o detalhamento de cada critério, a metodologia para coleta de informações e a respectiva classificação de vulnerabilidade.

**Quadro 6** Parâmetros e critérios para análise do uso e ocupação do solo urbano.

CRITÉRIO	O QUE E PORQUE AVALIAR	COMO AVALIAR	VULNERABILIDADE		
			ALTA	MÉDIA	BAIXA
<b>Tipologia de uso e ocupação do solo urbano</b>	Áreas com altos índices de ocupação do solo por atividades de caráter comercial e de serviços, devido à propensão de maior movimentação de pessoas e, portanto, mais sujeita à vulnerabilidade.	Análise da tipologia de uso e ocupação do solo urbano através de levantamento em campo, para identificar as atividades desenvolvidas na região analisada.	Acima de 60% ocupado por áreas comerciais e serviços.	De 30 a 60% ocupado por áreas comerciais e serviços.	Menos de 30% ocupado por áreas comerciais e serviços.
<b>Presença de áreas verdes</b>	Áreas verdes auxiliam na retenção das águas pluviais, na infiltração da água no solo e na diminuição na água escoada.	Análise da presença de áreas verdes por meio de fotos aéreas e levantamento em campo, para mapear sua existência.	Ausência de áreas verdes.	Presença de pequenas áreas verdes, como canteiro central, calçadas, jardins, etc., com baixo potencial para retenção das águas pluviais.	Presença grandes áreas verdes, como praças, parques lineares, etc., com potencialidade de retenção das águas pluviais.
<b>Distância entre o eixo do rio e edificações</b>	A distância entre o eixo do rio e as edificações é importante para avaliar a vulnerabilidade a enchentes, visto que quanto mais próximas estão, maior a probabilidade de enchente.	Análise da distância entre o eixo do rio e edificações, a partir de mapas e fotos aéreas, para identificar as edificações mais próximas ao leito fluvial.	Menos de 50 metros entre eixo do rio e edificações.	Entre 50 - 200 metros de distância entre eixo do rio e edificações.	Acima de 200 metros entre eixo do rio e edificações.

Fonte: Elaborado pela autora, 2013.

## B. Bacia Hidrográfica

No que diz respeito à bacia hidrográfica, para analisá-la sob a ótica das áreas vulneráveis a enchentes foram elaborados três critérios a) forma da bacia hidrográfica; b) permeabilidade da bacia hidrográfica; c) declividade da bacia hidrográfica. O Quadro 7 contém o detalhamento de cada critério, a metodologia para coleta de informações e a respectiva classificação de vulnerabilidade.

**Quadro 7** Parâmetros e critérios para análise da bacia hidrográfica.

CRITÉRIO	O QUE E PORQUE AVALIAR	COMO AVALIAR	VULNERABILIDADE		
			ALTA	MÉDIA	BAIXA
<b>Forma da bacia hidrográfica</b>	A forma da bacia é uma característica importante a ser estudada devido ao seu tempo de concentração, ou seja, o tempo a partir do início da precipitação necessário para que toda a bacia contribua na seção.	Análise a partir de mapas e fotos aéreas, a fim de identificar as principais características quanto à forma da bacia hidrográfica.	Bacia hidrográfica compacta.	Bacia hidrográfica alongada.	Bacia hidrográfica ramificada.
<b>Permeabilidade da bacia hidrográfica</b>	A permeabilidade da bacia hidrográfica sobre o ciclo hidrológico se faz sentir por diferentes razões, uma vez que quanto mais permeável for a bacia, maior a tendência de retardar o escoamento superficial, facilitar a infiltração e aumentar as perdas por evapotranspiração.	Verificar e pontuar as taxas de permeabilidade da bacia hidrográfica a partir de mapas e fotos aéreas.	Mais de 60% impermeabilizada.	Entre 30 e 60% impermeabilizada.	Menos de 30% impermeabilizada.
<b>Declividade da bacia hidrográfica</b>	A velocidade de escoamento superficial das águas pluviais depende da declividade da bacia hidrográfica, pois quanto maior a declividade, maior a velocidade de escoamento, influenciando diretamente na formação dos hidrogramas de cheias da bacia.	Averiguar, através de mapa hipsométrico, a declividade da bacia hidrográfica, com a finalidade de compreender suas características de declive.	Acima de 30% de declividade.	De 10 a 30% de declividade.	Até 10% de declividade.

Fonte: Elaborado pela autora, 2013.

### C. Drenagem Urbana

Com relação ao parâmetro “drenagem urbana” foram definidos três critérios sob a ótica da vulnerabilidade a enchentes: a) dispositivos de microdrenagem; b) dispositivos de retenção/detenção; c) modificação no curso d’água. O Quadro 8 contém o detalhamento de cada critério, a metodologia para coleta de informações e a respectiva classificação de vulnerabilidade.

**Quadro 8** Parâmetros e critérios para análise da drenagem urbana.

CRITÉRIO	O QUE E PORQUE AVALIAR	COMO AVALIAR	VULNERABILIDADE		
			ALTA	MÉDIA	BAIXA
<b>Dispositivos de Microdrenagem</b>	Com as superfícies cada vez mais impermeabilizadas, o funcionamento dos dispositivos de microdrenagem deve ser satisfatório para permitir o total aproveitamento de sua capacidade projetada de vazão e o escoamento das águas pluviais.	Análise dos dispositivos de (microdrenagem sarjetas, bueiros, bocas de lobo), através de levantamento em campo, a fim de verificar a presença e as condições de funcionamento.	Ausente totalmente ou presente em alguns pontos, com mau funcionamento e/ou diversas obstruções.	Presente em alguns trechos com desempenho satisfatório.	Presente em toda a extensão analisada, com excelente desempenho.
<b>Dispositivos de Retenção/ Detenção</b>	Os dispositivos de retenção/detenção são importantes para a drenagem urbana, uma vez que auxiliam na diminuição do escoamento superficial.	Análise dos dispositivos de retenção/detenção (reservatórios, planos de retenção e/ou detenção), através de levantamento em campo.	Ausência de dispositivos de retenção e/ou detenção de águas pluviais.	Presença de dispositivos de retenção e/ou detenção em áreas adjacentes.	Presença de dispositivos de retenção e/ou detenção na área analisada.
<b>Modificação no Curso d’água</b>	A modificação de cursos d’água proporciona mudanças geométricas do traçado, alterações no escoamento superficial e na velocidade do escoamento, bem como altera as condições naturais do entorno.	Análise das modificações nos cursos d’água através das principais obras elaboradas nos cursos d’água ao longo dos anos.	Canalizado e/ou Tamponado totalmente no trecho analisado.	Canalizado e/ou Tamponado parcialmente no trecho analisado.	Sem modificações.

Fonte: Elaborado pela autora, 2013.

#### D. Vulnerabilidade a Enchentes

Com o intuito de analisar a vulnerabilidade a enchentes foram criados três critérios: a) incidência de enchentes; b) fluxo de pessoas; c) presença de sistema de alerta de enchentes. O Quadro 9 contém o detalhamento de cada critério, a metodologia para coleta de informações e a respectiva classificação de vulnerabilidade.

**Quadro 9** Parâmetros e critérios para análise da vulnerabilidade a enchentes.

CRITÉRIO	O QUE E PORQUE AVALIAR	COMO AVALIAR	VULNERABILIDADE		
			ALTA	MÉDIA	BAIXA
<b>Incidência de enchentes</b>	A incidência de enchentes recorrentes em uma determinada região é indício de que ali existem problemas a serem corrigidos. Dessa forma, é importante verificar o histórico de enchentes na área analisada.	Análise da incidência de enchentes na região analisada através do levantamento histórico dos últimos 10 anos em jornais e revistas.	Periódica.	Esporádica.	Nunca.
<b>Fluxo de Pessoas</b>	O fluxo de pessoas está associado ao nível de vulnerabilidade de determinadas regiões, pois quanto maior a quantidade de pessoas, maior exposição a riscos e vulnerabilidades.	Análise da movimentação de pessoas na área através da tipologia de classificação de vias: estruturais, coletoras, locais ou de pedestres.	Grande fluxo de pessoas durante o dia, caracterizado por vias de estruturais e coletoras.	Fluxo moderado de pessoas durante o dia, caracterizado por vias secundárias no sistema viário.	Fluxo baixo de pessoas, caracterizado por vias de acesso local no sistema viário.
<b>Sistema de Alerta de Enchentes</b>	O sistema de alerta de enchentes é um instrumento que auxilia na diminuir da vulnerabilidade de uma região, uma vez que, dado o alerta, prepara para evacuação, evita a perda de vidas e ameniza os impactos econômicos.	Análise do sistema de alerta de enchentes por meio de pesquisas no local, junto com a Defesa Civil, para saber a existência desse recurso.	Nenhum sistema de alerta de enchente.	Sistema de alerta parcial de enchente, sem a comunicação com as partes interessadas.	Sistema de alerta de enchentes, com funcionamento adequado e sistema de comunicação as partes afetadas.

Fonte: Elaborado pela autora, 2013.

A partir dos parâmetros utilizados na pesquisa (uso e ocupação do solo urbano, bacia hidrográfica, drenagem urbana e vulnerabilidade a enchentes), bem como da classificação dos principais critérios de avaliação das áreas vulneráveis a enchentes, pode-se estabelecer um método de coleta e análise de dados.

Por sua vez, o método de avaliação das áreas vulneráveis a enchentes aqui proposto é caracterizado por um sistema de pontuação que verifica o grau de vulnerabilidade de uma área e/ou região em relação ao fenômeno.

Para análise das áreas vulneráveis a enchentes, foi desenvolvido um quadro que permite identificar o parâmetro a ser avaliado, a caracterização do critério e o grau de vulnerabilidade, com sua respectiva pontuação.

É válido ressaltar que foram atribuídos pesos iguais aos parâmetros analisados, uma vez que a pesquisa não pondera diferenças e disparidades entre os itens.

Com relação à pontuação dos critérios, foi adotada a seguinte classificação: 1 - áreas com tendência à baixa vulnerabilidade; 2 - áreas com vulnerabilidade moderada; 3 - áreas de maior vulnerabilidade. Desta forma, o método proposto resulta em uma somatória máxima de 36 pontos e mínima de 12 pontos. O método ainda prevê uma sistemática de cores associadas à pontuação, visando acentuar as áreas mais vulneráveis, conforme demonstra o Quadro 10.

**Quadro 10** Parâmetros e critérios para análise da vulnerabilidade a enchentes.

VULNERABILIDADE	BAIXA	MÉDIA	ALTA
Grau de vulnerabilidade	1	2	3
Somatória da Pontuação	12-24	25-27	28-36
Cor	Amarelo	Rosa	Vermelho

Fonte: Elaborado pela autora, 2013.

O Quadro 10 indica que:

- Áreas com pontuação entre 12-24 têm baixa vulnerabilidade e são representadas em mapa e corte esquemático pela cor amarela;
- Áreas com pontuação entre 20-27 têm média vulnerabilidade e são representadas em mapa e corte esquemático pela cor rosa;
- Áreas com pontuação entre 28-36 têm alta vulnerabilidade e são representadas em mapa e corte esquemático pela cor vermelha.

Por sua vez, o Quadro 11 representa a síntese do método proposto, na qual é possível verificar os parâmetros, os critérios e as pontuações para avaliação das áreas vulneráveis a enchentes.

**Quadro 11** Método proposto para análise de áreas vulneráveis a enchentes.

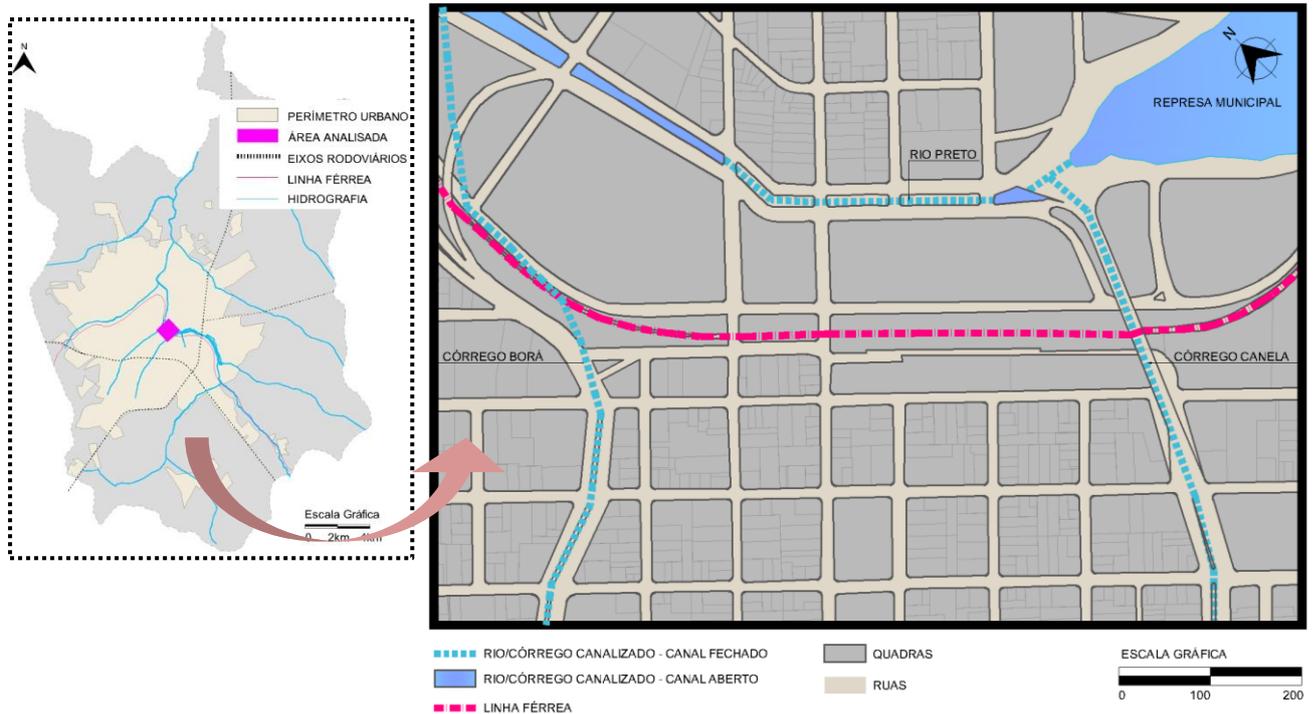
PARÂMETRO	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO								
I. Uso e Ocupação do Solo	A. Tipologia de uso e ocupação do solo urbano			B. Presença de áreas verdes			C. Distância entre o eixo do rio e edificações		
	Acima de 60% ocupado por áreas comerciais e serviços	De 30 a 60% ocupado por áreas comerciais e serviços	Menos de 30% ocupado por áreas comerciais e serviços	Ausência de áreas verdes	Presença de pequenas áreas verdes, como canteiro central, calçadas, jardins, etc., com baixo potencial para retenção das águas pluviais	Presença grandes áreas verdes, como praças, parques lineares, etc., com potencialidade para retenção das águas pluviais	Menos de 50 metros entre eixo do rio e edificações	Entre 50 - 100 metros de distância entre eixo do rio e edificações	Acima de 100 metros entre eixo do rio e edificações
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
II. Bacia Hidrográfica	A. Forma da bacia hidrográfica			B. Permeabilidade da bacia hidrográfica			C. Declividade da bacia hidrográfica		
	Bacia hidrográfica compacta	Bacia hidrográfica alongada	Bacia hidrográfica ramificada	Mais de 60% impermeabilizada	Entre 30 e 60% impermeabilizada	Menos de 30% impermeabilizada	Acima de 30% de declividade	De 10 a 30% de declividade	Até 10% de declividade
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
III. Drenagem Urbana	A. Dispositivos de Microdrenagem			B. Dispositivos de Retenção/Detenção			C. Modificação no Curso d'água		
	Ausente totalmente.	Presente nos principais pontos com mau funcionamento e/ou obstruções	Presente em toda a extensão analisada, com desempenho satisfatório.	Ausência de dispositivos de retenção e/ou detenção de águas pluviais	Presença de dispositivos de retenção e/ou detenção em áreas adjacentes	Presença de dispositivos de retenção e/ou detenção na área analisada	Canalizado e/ou Tamponado totalmente no trecho analisado	Canalizado e/ou Tamponado parcialmente no trecho analisado	Sem modificações
	3	2	1	3	2	1	3	2	1
IV. Vulnerabilidade a Enchentes	A. Incidência de enchentes			B. Fluxo de Pessoas			C. Sistema de Alerta de Enchentes		
	Periódicas	Esporádicas	Nunca	Grande fluxo de pessoas durante o dia, caracterizado por vias de estruturais e coletoras	Fluxo moderado de pessoas durante o dia, caracterizado por vias secundárias no sistema viário	Fluxo baixo de pessoas, caracterizado por vias de acesso local no sistema viário	Nenhum sistema de alerta de enchentes	Sistema de alerta parcial de enchente, sem a comunicação com as partes interessadas	Sistema de alerta de enchentes, com funcionamento adequado e sistema de comunicação as partes afetadas
	3	2	1	3	2	1	3	2	1

Fonte: Elaborado pela autora, 2013.

#### 5.3.4. ETAPA IV: APLICAÇÃO DO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DE GERENCIAMENTO DE RISCO NO OBJETO DE ESTUDO

Após o desenvolvimento do método de avaliação, foi selecionada a área de estudo: os Córregos Canela e Borá e a extensão do Rio Preto entre os Córregos Canela e Borá, em São José do Rio Preto-SP, conforme Figura 5.2.

**Figura 5.2** Área para aplicação do método de estudo: São José do Rio Preto-SP.



Fonte: Adaptado de Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto, 2011.

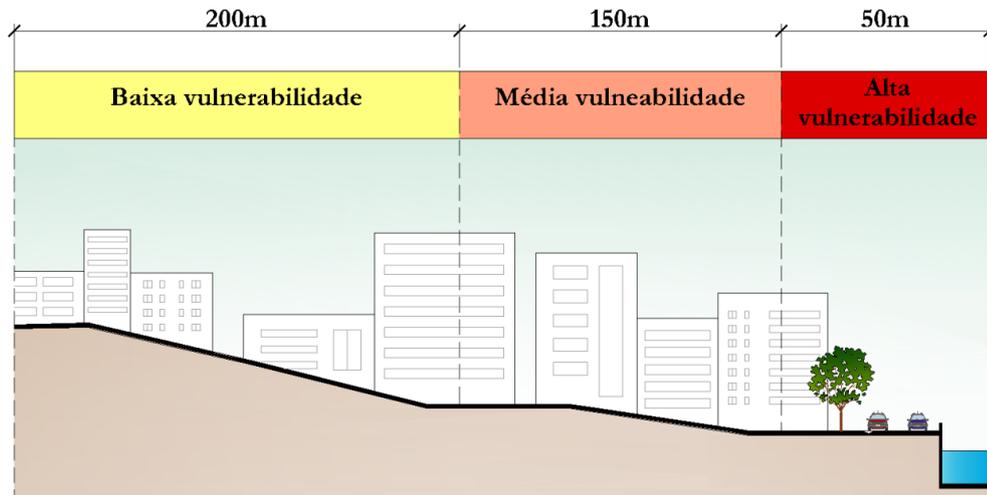
Para a aplicação do método foram utilizadas: a) uma ficha contendo o método de avaliação a ser preenchida no local de análise; b) mapa da área estudada para demarcar as características encontradas no local; c) relatório fotográfico, produzido em campo; d) aparelho de *GPS* para medir as altitudes da região.

Devido à grande extensão das bacias, foram utilizados eixos nos sentidos longitudinal e transversal, a fim de subdividir as áreas para a aplicação do método, uma vez que cada uma possui diferentes características, tanto de uso e ocupação do solo quanto da bacia hidrográfica.

Os parâmetros nos eixos longitudinais e transversais definidos para a aplicação do método foram: a) 50 metros entre eixo do córrego e edificações; b) 150 metros após a primeira marcação; c) 200 metros a partir da segunda marcação.

A Figura 5.3 demonstra um corte esquemático transversal da forma como a pesquisa subdividiu as áreas de estudo. É válido ressaltar que, para a aplicação do método, os eixos longitudinais e transversais sujeitam-se a pequenas alterações, com o intuito de melhor adequar o método às características encontradas no local de estudo.

**Figura 5.3** Corte esquemático transversal das subdivisões dos eixos da área em estudo.



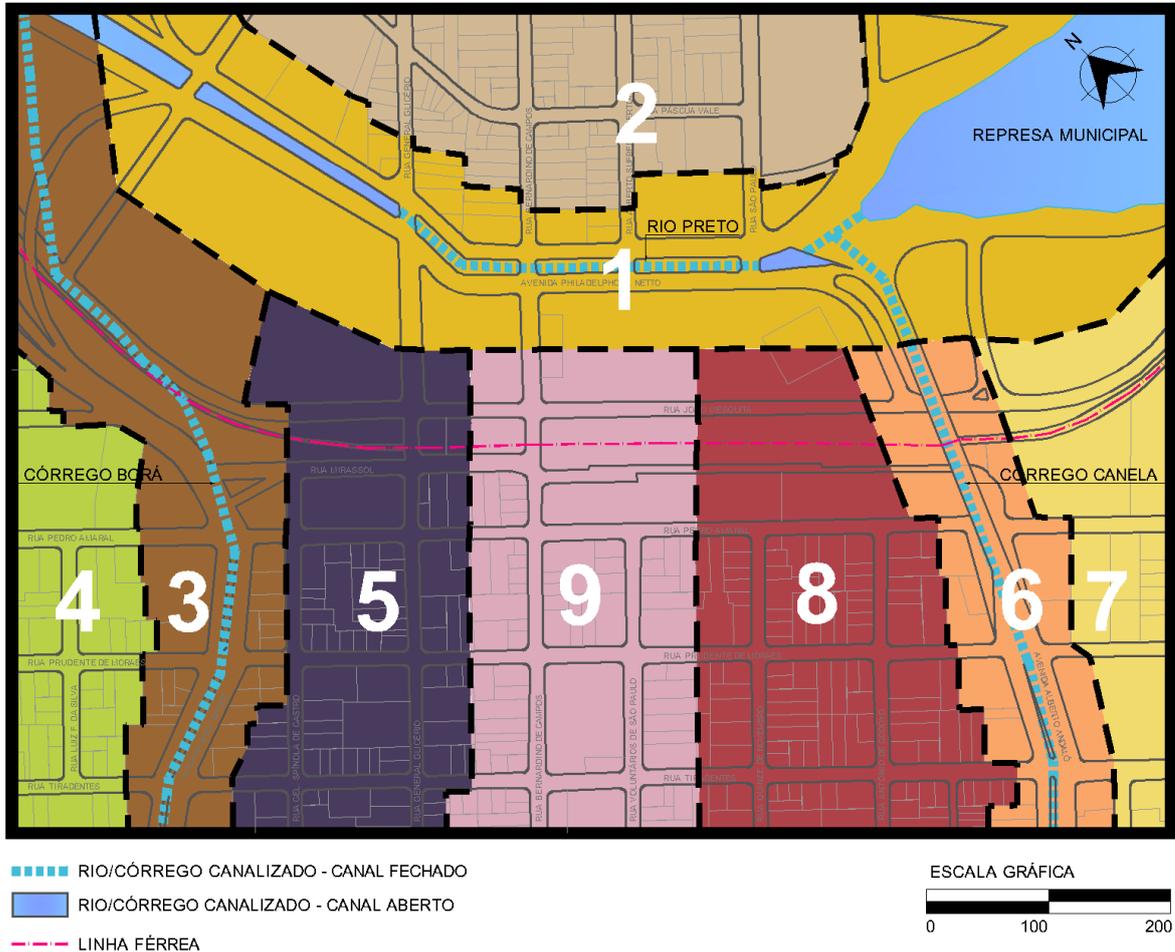
Fonte: Elaborado pela autora, 2013.

A área de aplicação foi dividida em nove partes, visando obter um diagnóstico mais preciso da região, conforme ilustra a Figura 5.4, a saber:

- **Trecho 01:** Corresponde à calha principal do Rio Preto, juntamente com a Represa Municipal e a Avenida Philadelpho Gouveia Neto;
- **Trecho 02:** Corresponde à porção de terra superior ao Rio Preto, representando o Bairro Maceno;
- **Trecho 03:** Corresponde à região canalizada do córrego Borá, juntamente com a Avenida Bady Bassitt e o viaduto Jordão Reis;
- **Trecho 04:** Corresponde à região do lado esquerdo do córrego Borá, representando o Bairro Boa Vista;
- **Trecho 05:** Corresponde à área localizada na margem direita do córrego Borá e pela área central de São José do Rio Preto-SP;
- **Trecho 06:** Corresponde à área canalizada do córrego Canela, juntamente com a Avenida Alberto Andaló;
- **Trecho 07:** Corresponde à área localizada na margem direita do córrego Canela e pelo Bairro Santa Cruz;
- **Trecho 08:** Corresponde à região situada na margem esquerda do córrego Canela, representada pela região central;

- **Trecho 09:** Corresponde à região central de São José do Rio Preto-SP.

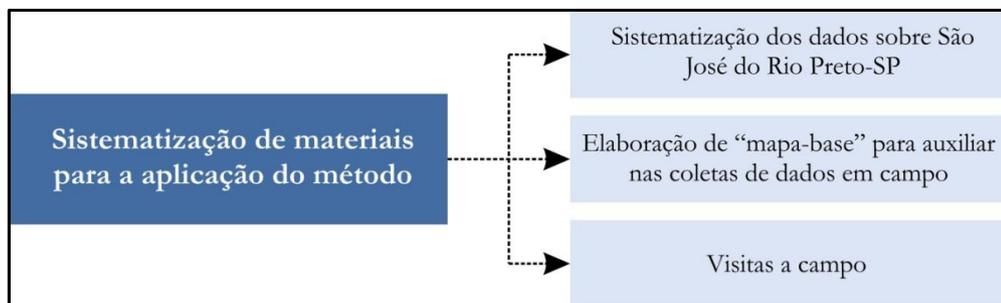
**Figura 5.4** Planta da área de estudo com os nove trechos de análise.



Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

Para a aplicação do método nas regiões referidas, foram necessárias algumas ações para sistematizar as informações a serem coletadas, conforme figura 5.5.

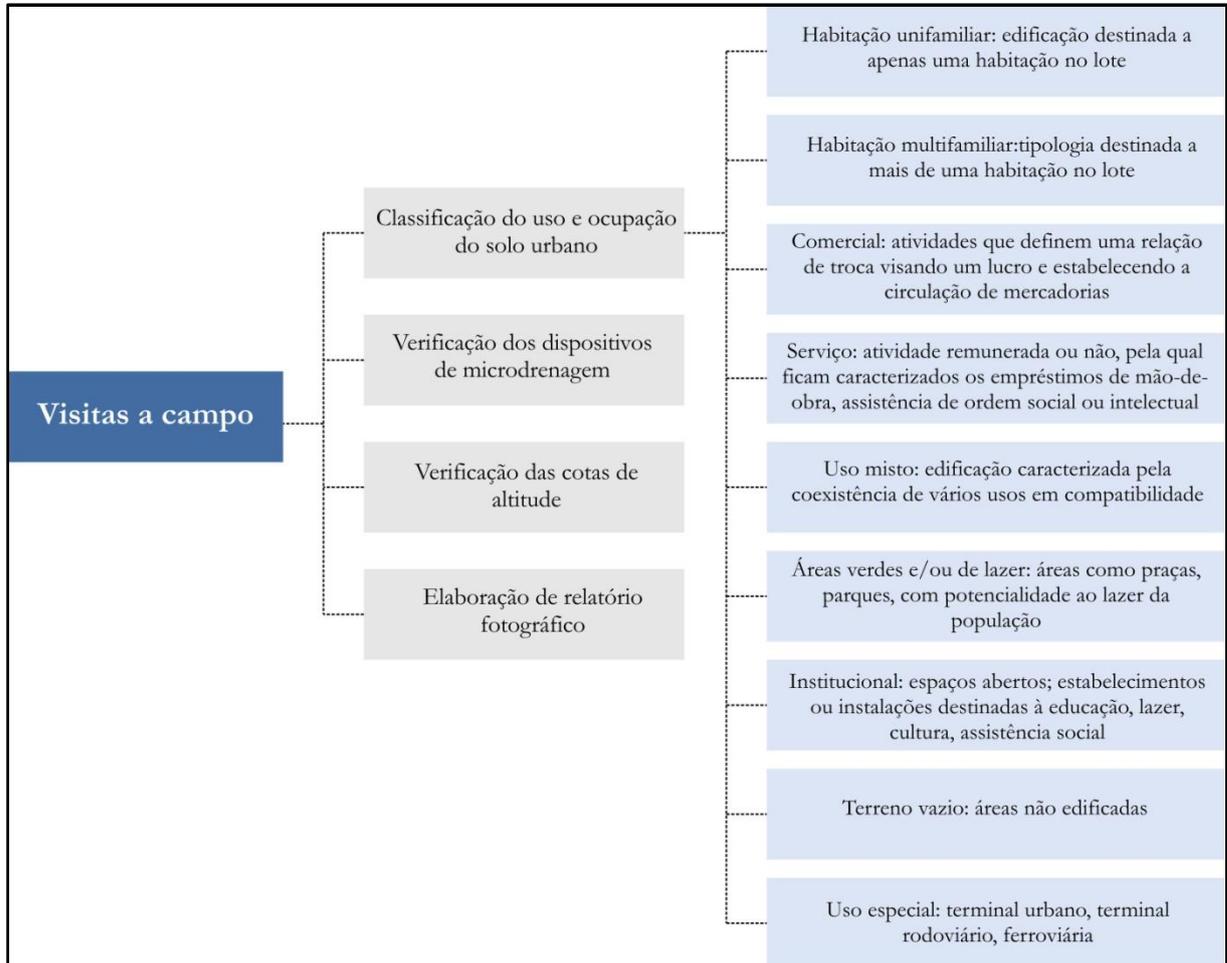
**Figura 5.5** Esquema da sistematização de dados para a aplicação do método de pesquisa.



Fonte: Elaborado pela autora, 2013.

Além disso, foram definidas algumas diretrizes para a coleta de dados elaborada em campo, conforme figura 5.6.

**Figura 5.6** Esquema das diretrizes para a coleta de dados.



Fonte: Elaborado pela autora, 2013.

### 5.3.5. ETAPA V: AVALIAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Após a aplicação do método na área estudada, os dados obtidos foram compilados e analisados com objetivo de formular um diagnóstico da região.

Como resultados foram obtidos mapas e perfis esquemáticos sobre as áreas vulneráveis a enchentes, bem como tabelas relacionadas ao grau de vulnerabilidade das regiões estudadas.

A partir desse material foram sugeridas proposições de melhorias para a região, visando obter áreas mais resilientes às enchentes, assim como, a busca da mitigação desse fenômeno sobre a população e bens existentes na área urbana.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1. ASPECTOS GERAIS

Para a análise das áreas vulneráveis a enchentes em São José do Rio Preto-SP, foram elaborados diversos levantamentos com o intuito de identificar as principais características da região e obter um panorama dos dados relevantes para a pesquisa.

É importante ressaltar que a área escolhida tem relevante impacto social, econômico e ambiental sobre a cidade, visto que abriga a área central do município e é determinada pelas principais vias de acesso às demais regiões dentro da malha urbana.

A análise dos dados obtidos na pesquisa consta a seguir, destacando os dados levantados e as discussões dos trechos analisados.

#### 6.1.1. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO URBANO

A área escolhida para a pesquisa corresponde, predominantemente, à região central de São José do Rio Preto-SP, e caracteriza-se por terrenos já consolidados dentro da malha urbana, com edificações estruturadas.

Entre os principais elementos presentes na região destacam-se: a Represa Municipal, a Estação Ferroviária, a Estação Rodoviária, o Terminal Urbano, a Praça Cívica, a Praça Dom José Marcondes, a Unidade Básica de Saúde e a Estação de Tratamento de Água. As vias principais são as avenidas Philadelpho Gouveia Neto, Bady Bassitt e Alberto Andaló, bem como seus rios e córrego, respectivamente, Rio Preto, Borá e Canela (Fig. 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 e 6.5).

**Figura 6.1** Represa municipal.



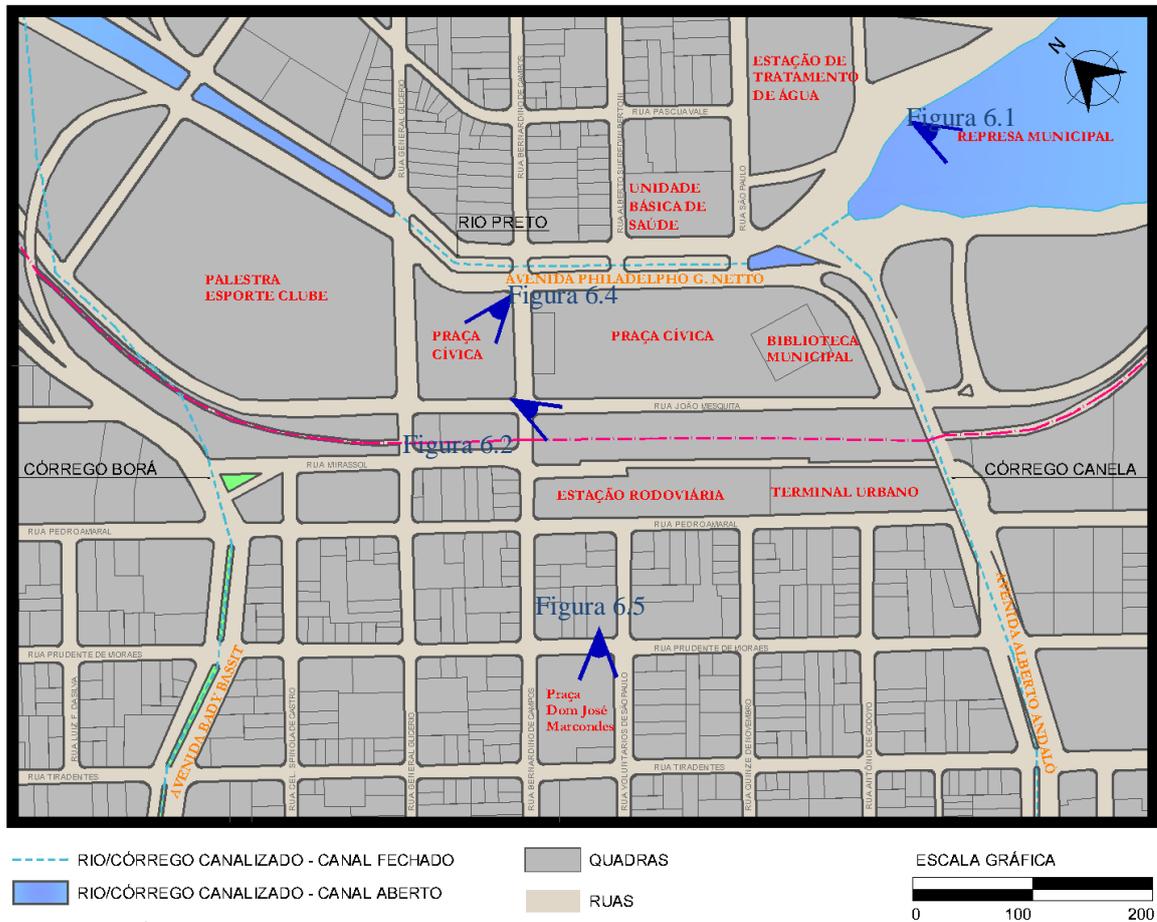
Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.2** Linha Férrea na área central.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.3** Mapa com os principais elementos da região analisada em São José do Rio Preto-SP.



Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

**Figura 6.4** Praça Cívica na região central.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.5** Praça Dom José Marcondes.



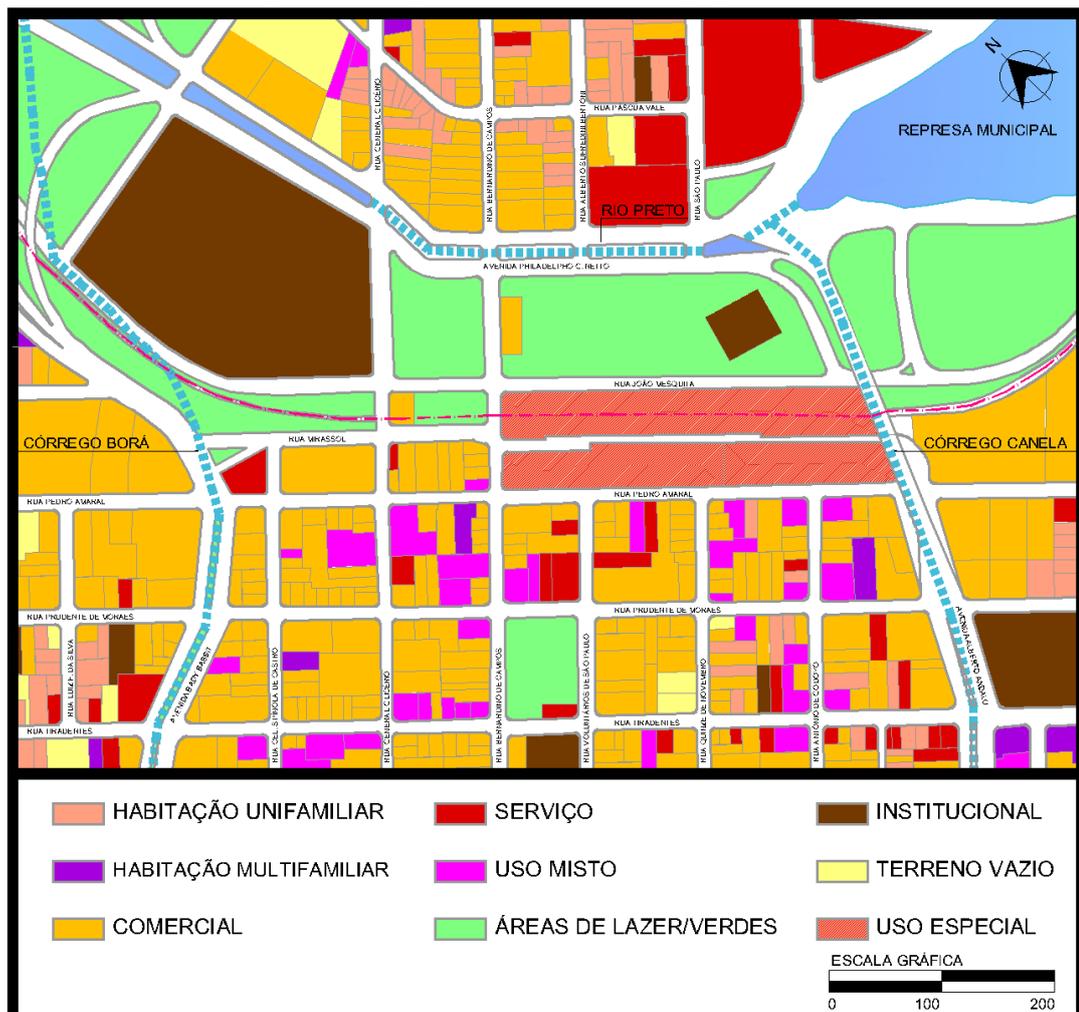
Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

Para a análise da tipologia de uso e ocupação do solo foram feitos levantamentos, por meio de visita de campo e relatórios fotográficos, com intuito de identificar os usos proeminentes na área e a presença de áreas verdes no entorno.

A Figura 6.6 e 6.7 representam, respectivamente, um mapa síntese e um gráfico das atividades de uso e ocupação do solo na área em estudo.

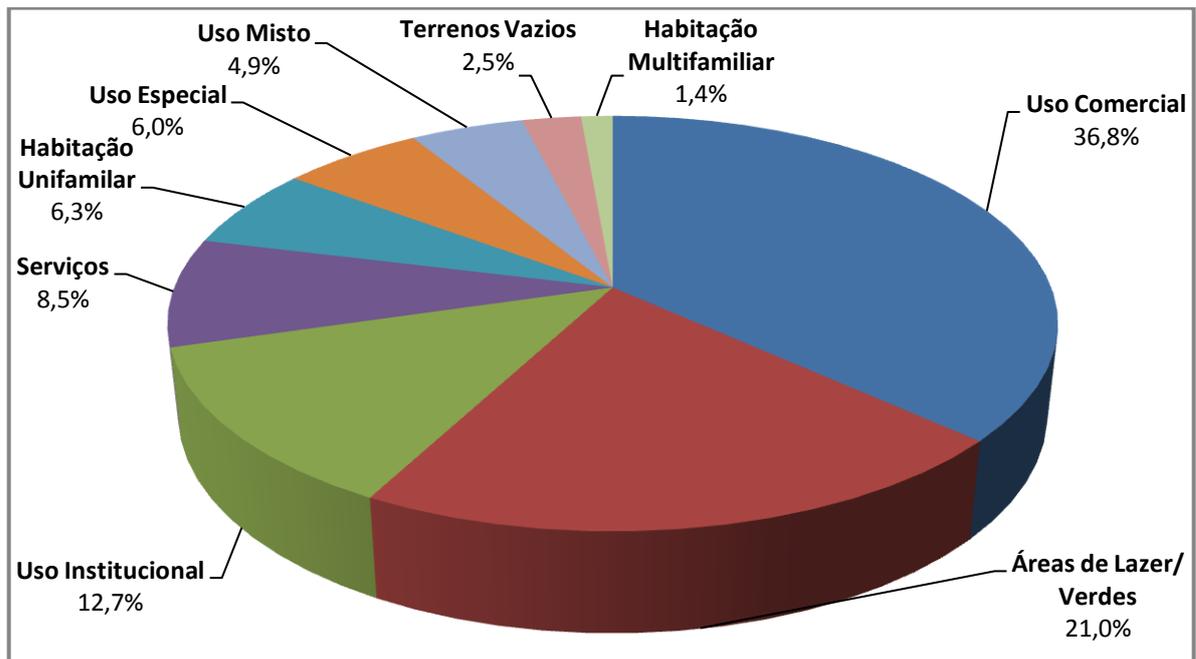
A partir da análise, é possível constatar que: a) o uso comercial corresponde a maior atividade e se estende por todas as zonas analisadas, com ênfase entre as avenidas Bady Bassitt e Alberto Andaló, presente em 36,8% da região; b) as áreas de lazer, como praças e espaços abertos, são encontrados principalmente às margens do Rio Preto, correspondendo a 21%; c) as áreas de uso institucional estão em locais pontuais, porém ocupam grandes extensões, resultando em 12,7% do total; d) os serviços representam 8,5% dos usos na área estudada; e) as habitações unifamiliares, por sua vez, são concentradas nas extremidades e correspondem a 6,3%; f) os usos especiais, caracterizados pelas estações rodoviária e ferroviária e o terminal urbano, representam 6%; g) as tipologias de uso misto são encontradas principalmente na região entre as avenidas Alberto Andaló e Bady Bassitt, somando 4,9%; h) os terrenos vazios estão em pontos espalhados pela área analisada e representam 2,5%; i) as habitações multifamiliares são representadas por pequenas áreas, com apenas 1,4% do total.

**Figura 6.6** Mapa síntese do uso e ocupação do solo.



Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

**Figura 6.7** Gráfico síntese das tipologias de uso e ocupação do solo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2013.

Com relação às áreas de lazer/verde, é válido ressaltar que foram concebidas, em sua maioria, na década de 70 e caracterizam-se por espaços abertos com alto grau de impermeabilização do solo, geralmente com pisos acimentados e pouca vegetação. A Figura 6.8 mostra as principais áreas encontradas.

**Figura 6.8** Principais áreas de lazer/verde mapeadas na área de estudo.

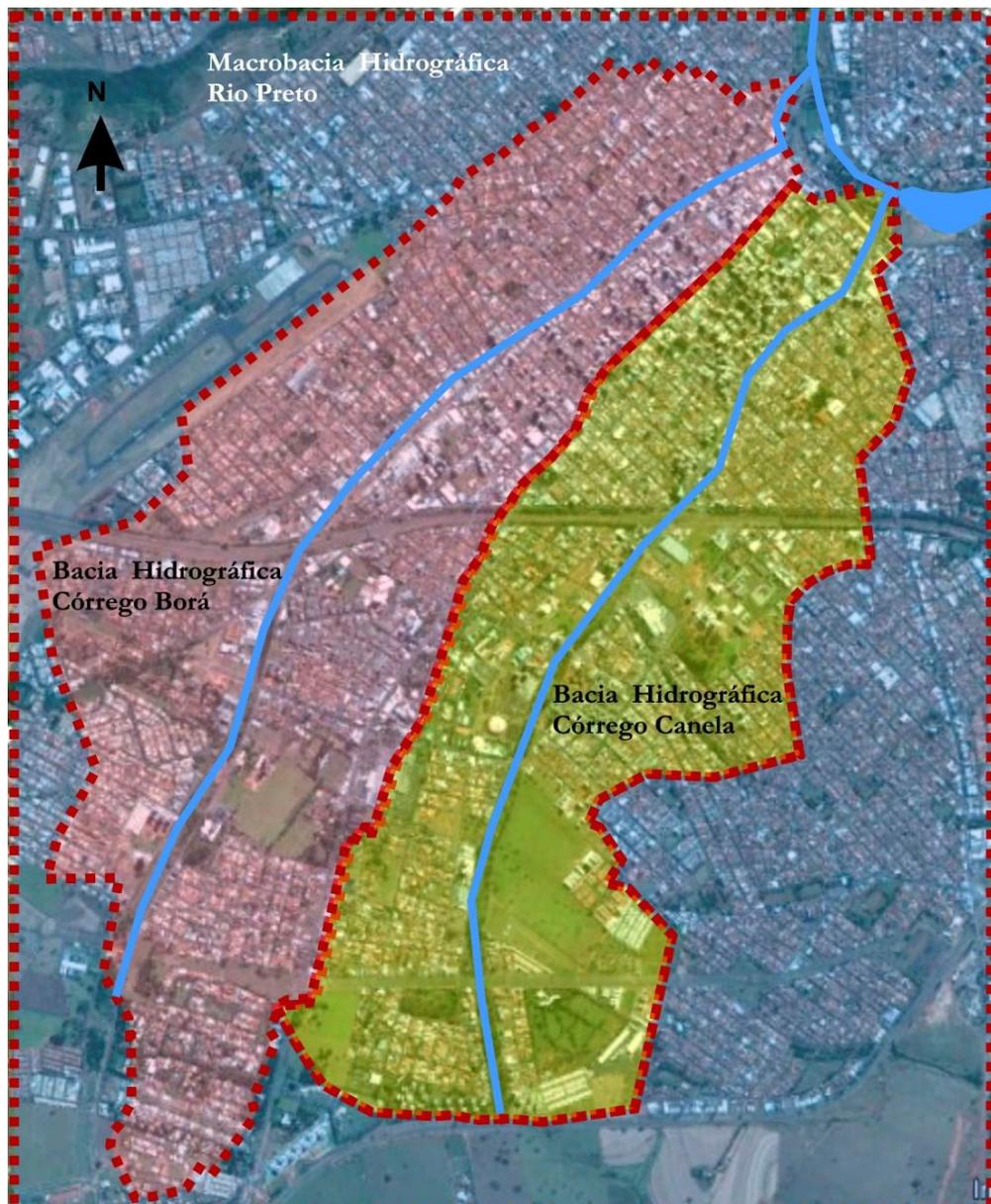


Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

### 6.1.2. BACIA HIDROGRÁFICA DOS CÓRREGOS CANELA E BORÁ E RIO PRETO

A área selecionada em São José do Rio Preto-SP têm três bacias hidrográficas – Córregos Canela e Borá e Rio Preto - localizadas em uma região consolidada em termos urbanísticos e construtivos, conforme ilustra a Figura 6.9.

**Figura 6.9** Bacias hidrográficas presentes na área de estudo.

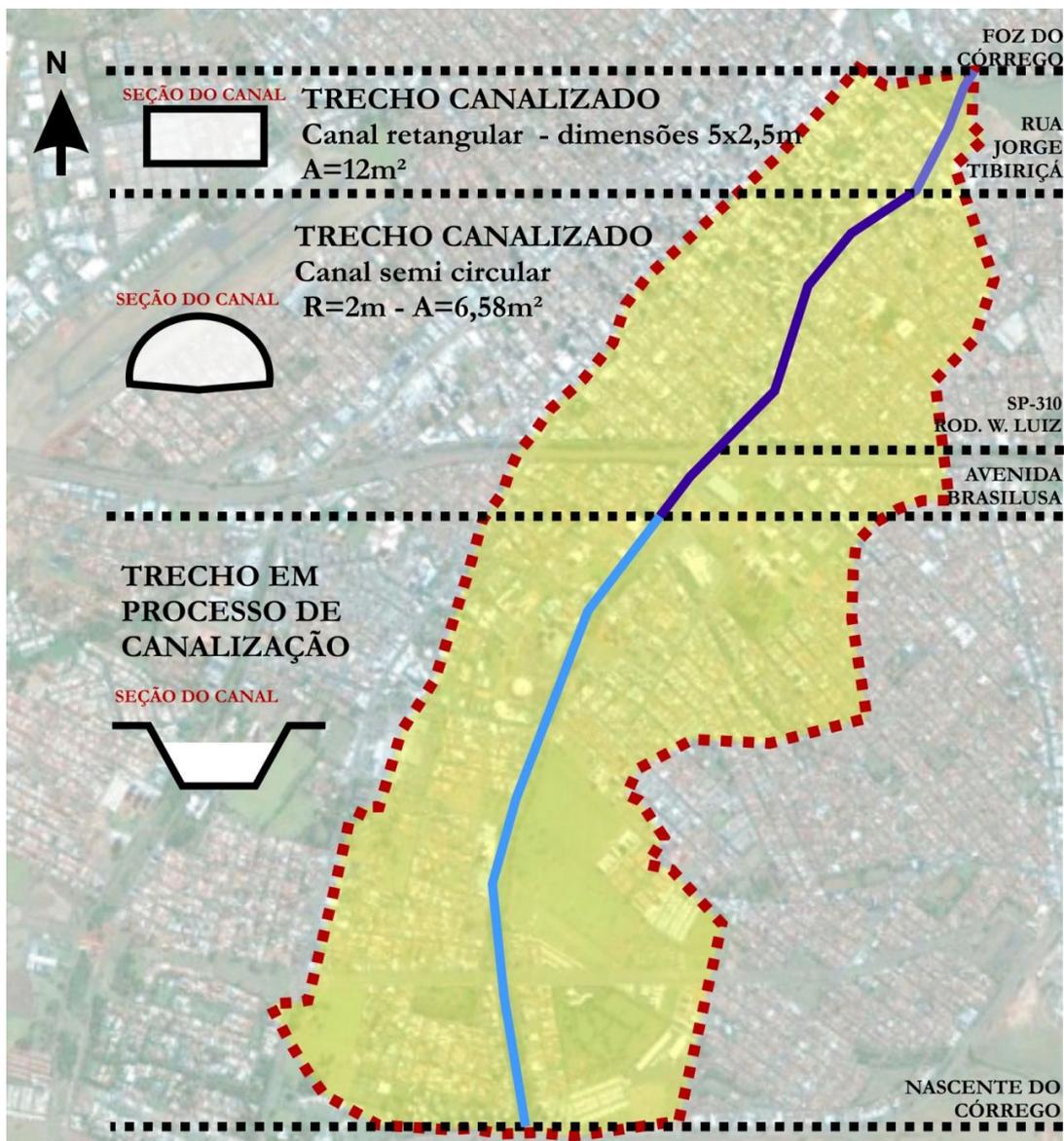


Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

Dessa forma, o entorno imediato das bacias analisadas é caracterizado por altos índices de impermeabilização do solo, ausência de vegetação e modificação dos cursos d'água. Tal fato contribui para a aceleração do escoamento superficial e a diminuição do índice de infiltração no trecho, o que resulta em áreas com propensão a enchentes.

A bacia do córrego Canela, segundo dados da Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto-SP, possui 7,61 km<sup>2</sup> e ao longo de sua superfície há diferentes características físicas e ambientais. A área próxima à nascente é uma região de expansão da cidade de São José do Rio Preto-SP, com a presença de novos loteamentos, hipermercados, lojas, *shopping centers*, bem como unidades multifamiliares de habitação. Na área entre a nascente e a Avenida Brasilusa, o córrego passa, atualmente, por um processo de transformação, devido à sua canalização e à previsão de construção de lagoas de retenção nos terrenos adjacentes ao canal. A região da foz até a Avenida Brasilusa, por sua vez, é uma área já consolidada, com altos índices de impermeabilização do solo e canalização do córrego para a formação da Avenida Alberto Andaló, conforme demonstra a Figura 6.10.

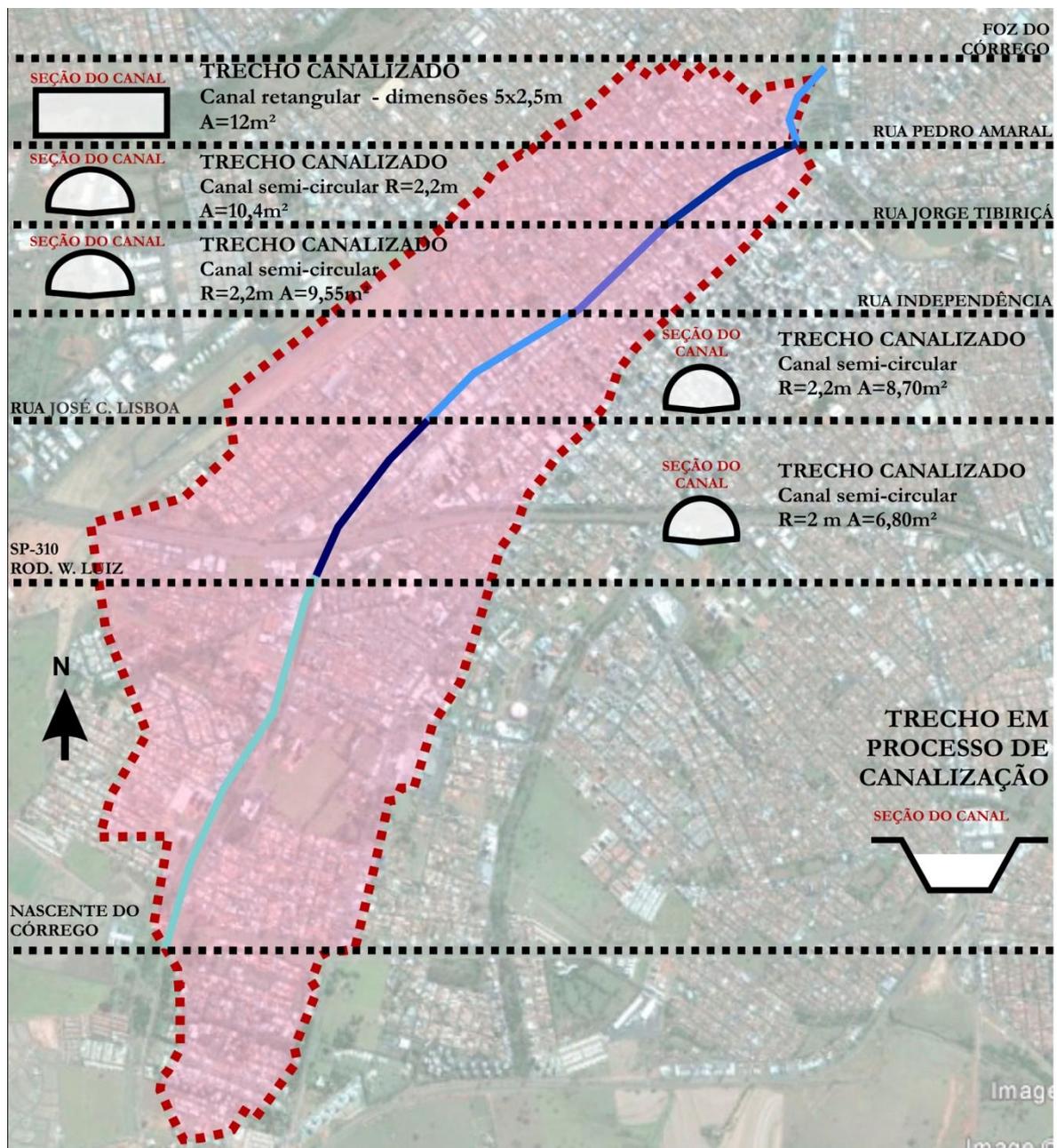
**Figura 6.10** Bacia hidrográfica do córrego Canela.



Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

A bacia do córrego Borá, segundo dados da Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto-SP, possui 12,15 km<sup>2</sup>, com seu entorno com diferentes características. A região compreendida entre a foz do córrego e a Rodovia SP-310 contém uma infraestrutura urbana consolidada, com altas taxas de impermeabilização do solo urbano e a presença da Avenida Bady Bassitt. À montante da referida avenida existe a Rodovia SP-310 que cruza a região no sentido longitudinal, dando origem a Avenida Juscelino Kubitschek. Atualmente, essa área passa por um processo de transformação, a partir da canalização do córrego e a construção de lagoas de retenção nos terrenos adjacentes ao futuro canal, conforme Figura 6.11.

**Figura 6.11** Bacia hidrográfica do córrego Borá.



Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

A bacia hidrográfica do rio Preto, segundo dados da Prefeitura Municipal de São José do Rio Preto-SP, por sua vez, possui grande extensão e têm como principais afluentes os Córregos Canela e Borá, bem como a presença da Represa Municipal. À jusante da Represa Municipal, essa bacia hidrográfica se caracteriza por altos índices de impermeabilização do solo e por áreas infraestruturadas da malha urbana. Outro fator importante dessa região é a canalização do rio que ocorreu em diferentes épocas, visando amenizar as enchentes na cidade. Na década de 70 e 80, o Rio Preto foi canalizado nos trechos entre a rua São Paulo e rua Dr. Assis Brasil. Recentemente, o trecho à jusante também recebeu canalização com intuito de solucionar as questões relacionadas às enchentes à montante, conforme ilustra a Figura 6.12.

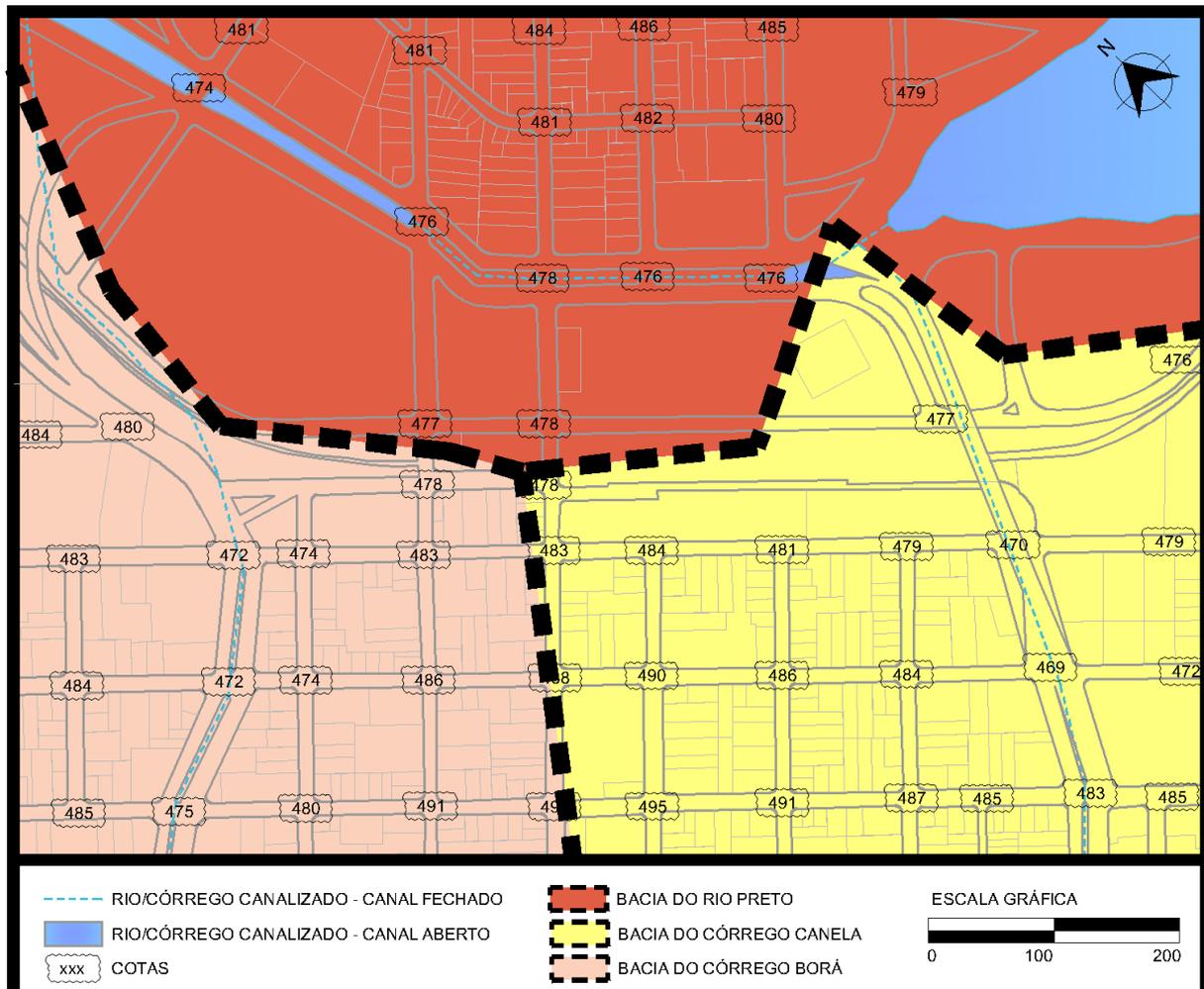
**Figura 6.12** Bacias hidrográfica do Rio Preto.



Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

Para analisar as áreas vulneráveis a enchentes, a bacia do Rio Preto foi recortada, pois compreende uma região muito extensa e com diversos afluentes. A área em análise abrange o trecho da Represa Municipal, o viaduto Jordão Reis e possui como característica a interceptação de dois afluentes: o córrego Canela a montante e o córrego Borá a jusante, conforme Figura 6.13.

**Figura 6.13** Principais bacias hidrográficas na área de estudo e as cotas de altitude.



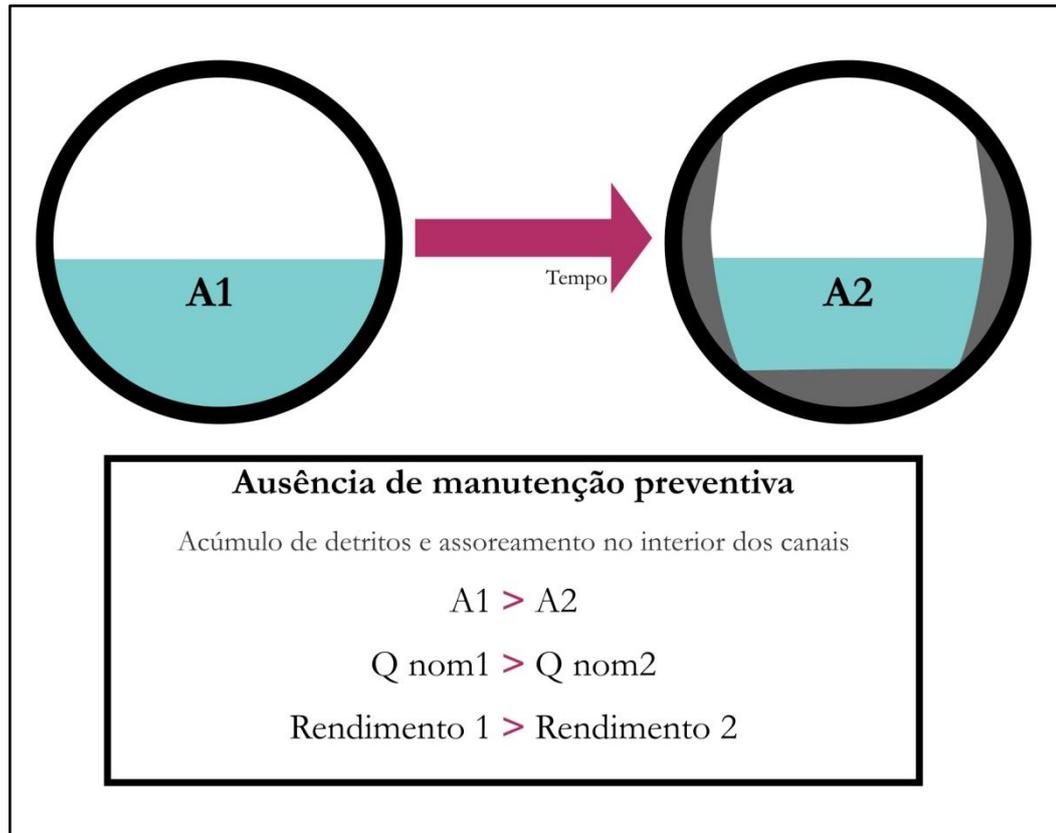
Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

Devido à amplitude da área, foram adotadas duas escalas de diagnóstico: a) macro: com intuito de observar as relações da bacia hidrográfica com seu entorno, suas características e as interações presentes ao longo de sua estrutura; b) micro: com objetivo de verificar os atributos locais da bacia hidrográfica e o entorno imediato, averiguando as relações entre as edificações e o curso d'água.

Os trechos das bacias hidrográficas pertencentes à área de pesquisa contêm alguns pontos de atenção que impactam na sistemática das enchentes, a saber:

- a) Não há manutenção preventiva das estruturas dos canais dos Córregos Canela e Borá, construídos na década de 60. Com isso, sua capacidade hidráulica de escoamento das águas pluviais possui rendimento inferior a anteriormente projetada, uma vez que, sem as devidas manutenções, ocorre o acúmulo de detritos e o assoreamento no interior dos canais.

**Figura 6.14** Canal sem manutenção preventiva ao longo do tempo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2013.

- b) Ao longo dos trechos canalizados dos Córregos Canela e Borá e do Rio Preto foram encontradas diferentes tipologias de seções de canais, conforme visto nas Figuras 6.10, 6.11 e 6.12. Isso é prejudicial, uma vez que na junção das seções pode haver atrito, diminuição na velocidade de escoamento e perda de carga.
- c) Não há avaliação para examinar se os dispositivos de macrodrenagem urbana das bacias hidrográficas estão em funcionamento e com resultados satisfatórios. Isso proporciona prejuízos ao sistema como um todo, uma vez que ao não constatar os problemas existentes não são feitas as correções necessárias para o bom funcionamento.

### 6.1.3. DRENAGEM URBANA

O trecho selecionado para a aplicação da pesquisa corresponde a uma área cujas características físicas - presença de rios e córregos com traçado modificado e declividade das áreas adjacentes, o que proporciona alta velocidade do escoamento superficial - exigem atenção no que diz respeito à drenagem urbana.

Para a análise dos principais elementos de drenagem urbana foram feitas visitas de campo e relatórios fotográficos com o intuito de identificar os tipos de dispositivos de microdrenagem existentes, seu estado de conservação e a presença de áreas para retenção/detenção das águas pluviais.

Entre os dispositivos de microdrenagem, destacam-se a boca de lobo simples e a boca de lobo com grelha, encontradas em praticamente todo o trecho, principalmente em locais onde há mudança de declividade longitudinal. Totalizaram 238 dispositivos, sendo 78% bocas de lobo simples e 22% bocas de lobo com grelha.

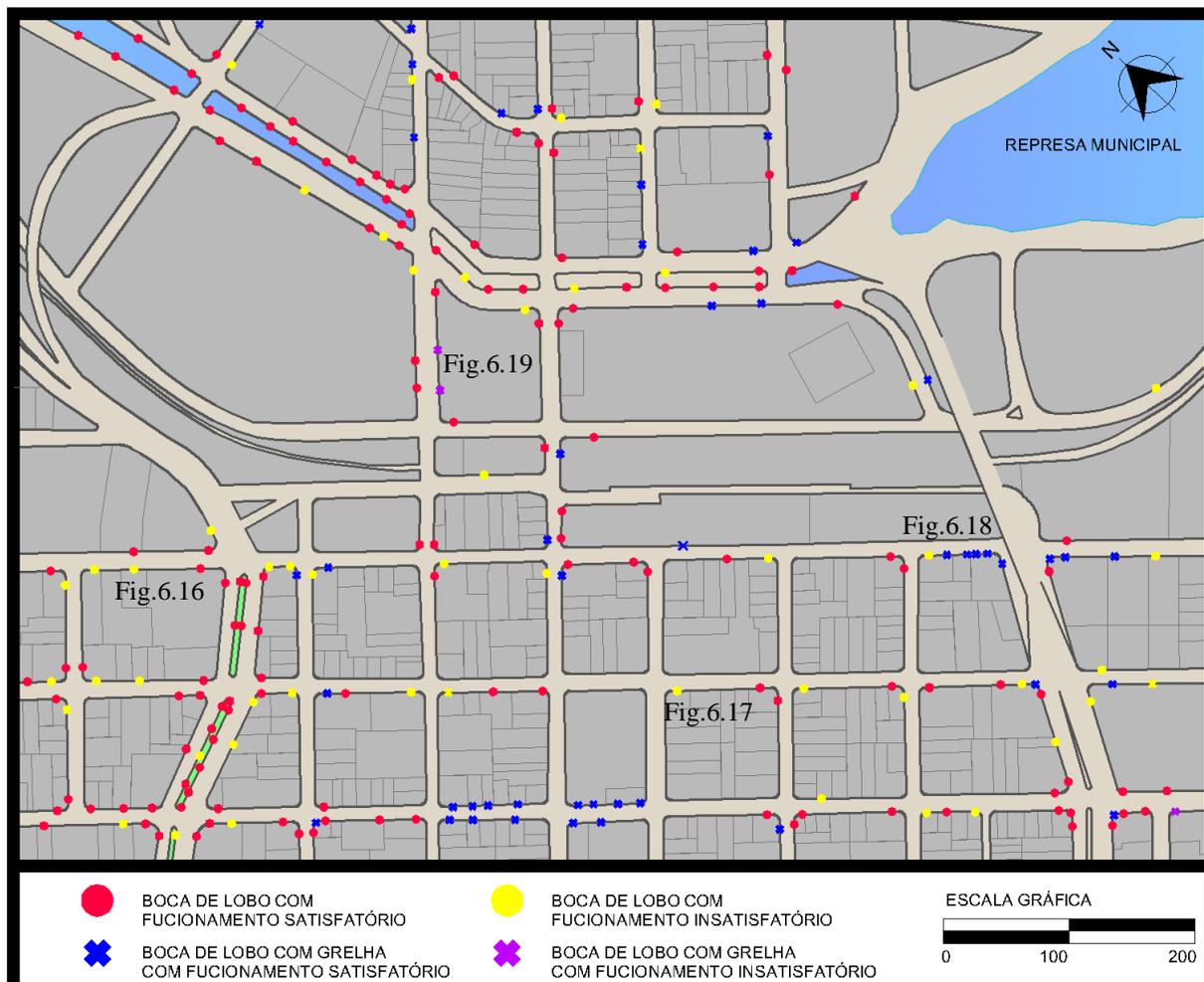
A principal vantagem da boca de lobo simples é que as obstruções por detritos, embora sejam inevitáveis, são menos frequentes, pois elas possuem aberturas maiores, se comparadas a outros tipos. As bocas de lobo com grelha, por sua vez, são mais eficientes, porém sua principal desvantagem é a obstrução com detritos transportados pelas águas pluviais, acarretando redução substancial de sua capacidade, sobretudo se situadas em pontos baixos das sarjetas, onde se tornam, em alguns casos, completamente inativas.

O bom funcionamento das bocas de lobo está diretamente ligado a sua manutenção, sendo que a conservação incorreta ou ineficiente pode trazer problemas hidráulicos e de segurança.

Ao longo do levantamento de campo, foi possível constatar resultados insatisfatórios de captação das águas pluviais em 54 bocas de lobo, ou seja, 22% do total. Os principais motivos foram: a) presença de detritos, resíduos sólidos, entre outros, resultando no entupimento dos dispositivos; b) ausência de tampas, grelhas e outros elementos, proporcionando risco à segurança da população; c) dimensionamento e posicionamento incorreto dos dispositivos, acarretando menor eficiência ao sistema.

A Figura 6.15 ilustra a localização das bocas de lobo na área de estudo e as Figuras 6.16, 6.17, 6.18 e 6.19 os principais problemas desses dispositivos de microdrenagem encontrados na pesquisa.

**Figura 6.15** Localização das bocas de lobo na área em estudo.



Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

**Figura 6.16** Boca de lobo obstruída por detritos.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.17** Boca de lobo com a tampa quebrada e obstruída.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

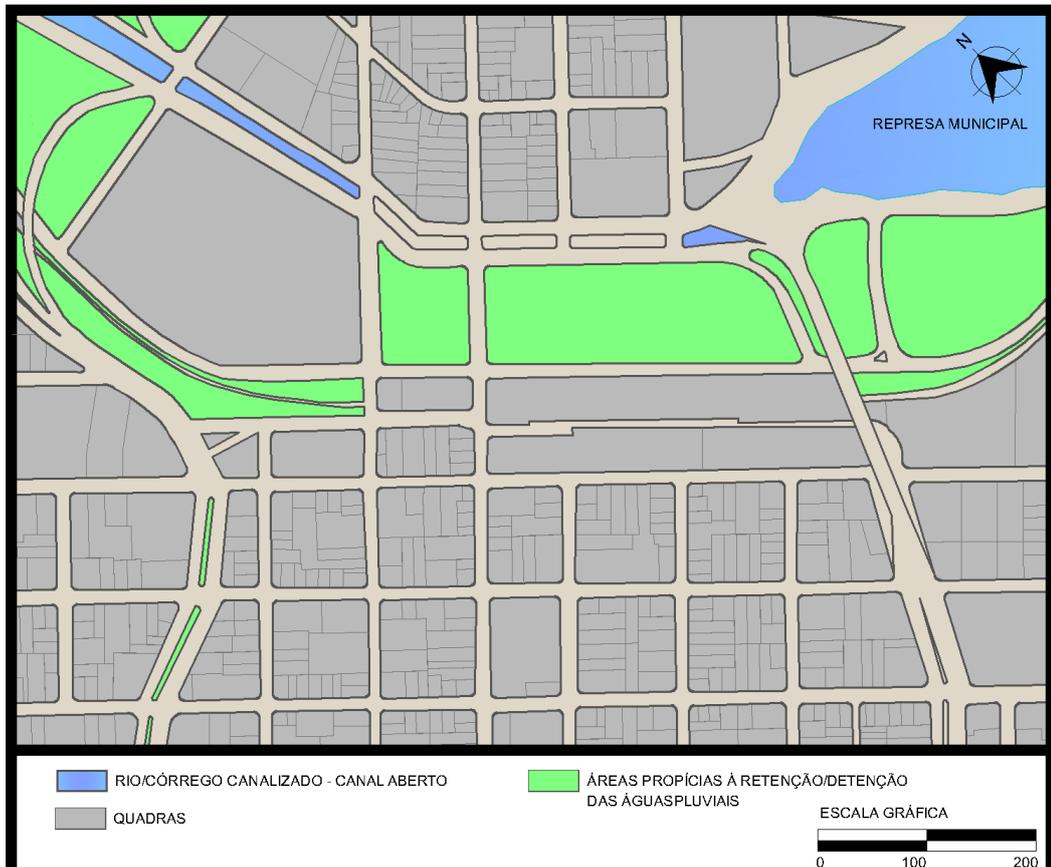
**Figura 6.18** Boca de lobo sem manutenção.

Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.19** Boca de lobo com grelha obstruída.

Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

Com relação aos dispositivos de detenção e/ou retenção das águas pluviais na área de estudo, pode-se dizer que não há presença significativa devido à consolidação da região na malha urbana. Entretanto, existem áreas com potencialidade para uso de tais dispositivos, principalmente, próximo à margem esquerda do Rio Preto, onde há praças e terrenos que poderiam ser utilizados para tal fim, conforme Figura 6.20.

**Figura 6.20** Áreas propícias à detenção/retenção das águas pluviais.

Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

Em termos gerais, percebe-se que, no que tange a drenagem urbana a região possui certas deficiências, tais como o mau funcionamento dos dispositivos de microdrenagem, a não utilização de áreas para retenção/detenção das águas pluviais e a modificação dos cursos d'água através da canalização fechada e aberta de todos os leitos que permeiam a área em estudo.

#### 6.1.4. VULNERABILIDADE E ENCHENTES

O trecho em análise, no caso a região central de São José do Rio Preto-SP, é uma área vulnerável a enchentes, principalmente nos períodos de maior precipitação.

Para avaliar a vulnerabilidade do trecho com relação ao fenômeno ao longo do tempo, foi realizado um levantamento das principais notícias veiculadas no jornal de maior expressão na cidade, o Diário da Região, sobre as enchentes ocorridas nos últimos dez anos (entre 2001 e 2011).

O Quadro 12 representa um extrato das notícias publicadas. É possível consultar a relação completa das principais notícias no Apêndice VII e visualizar algumas manchetes no Apêndice VIII, de acordo com os seguintes critérios: a) noticiar sobre a área em estudo; b) ter como conteúdo uma página sobre o assunto; c) estar publicada no caderno “Cidades” do Jornal Diário da Região.

**Quadro 12** Principais notícias sobre enchentes na área de estudo.

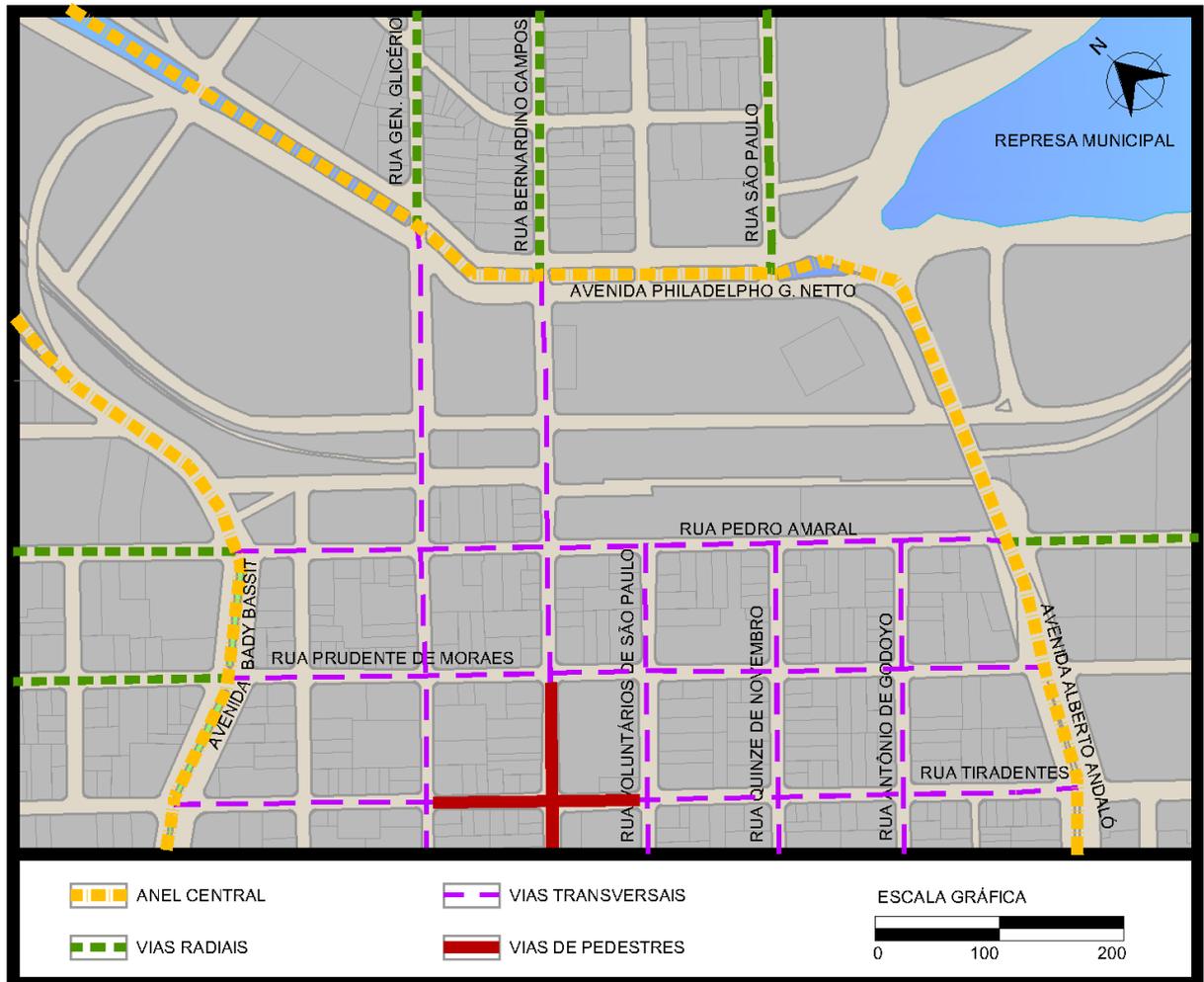
DATA	FONTE	NOTÍCIA
09/10/2001	Diário da região	Chuva de dez minutos alaga a Andaló
12/01/2002	Diário da região	Inundações castigam famílias há 9 anos
29/01/2003	Diário da região	Chuva deixa pessoas e carros ilhados em RP
27/01/2004	Diário da região	Chuva causa estragos e deixa desabrigados
05/01/2006	Diário da região	Temporal provoca estragos nas avenidas
03/01/2007	Diário da região	Cidade arrasada
15/01/2008	Diário da região	Chuva forte alaga avenidas em Rio Preto
14/03/2009	Diário da região	Chuva causa transtornos; região em estado de alerta
01/01/2010	Diário da região	Chuva alaga avenidas e prejudica voo
13/01/2011	Diário da região	Chuva interfere em obra antienchente

Fonte: Elaborado pela autora, 2013.

A mensuração da vulnerabilidade da região a enchentes passa não somente pelo fator “periodicidade”, característica notável desse fenômeno, pois se repete ao longo dos anos, mas também pela presença de pessoas e bens no entorno.

Desse modo, foram analisadas as vias existentes na área de estudo e encontradas as seguintes tipologias: a) anel central - vias públicas que facilitam o contorno da zona central e a interligação das vias radiais; b) vias radiais - interligam os anéis: central, interbairros, de contorno e rodoviário, facilitando o acesso aos centros de maior concentração de atividades; c) vias transversais - interligam pontos opostos dos anéis viários; d) vias de pedestres - destinadas exclusivamente à circulação de pedestres, separadamente do tráfego geral de veículos, conforme Figura 6.21.

**Figura 6.21** Classificação do sistema viário na área de estudo.

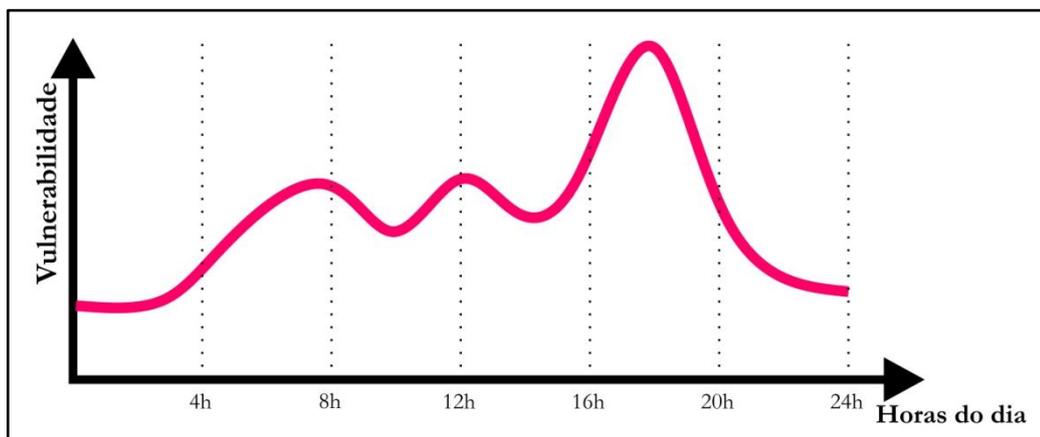


Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

A partir da análise foi possível constatar que: a) as avenidas Alberto Andaló, Bady Bassitt e Philadelpho Gouveia Neto correspondem a vias do anel central, ou seja, são áreas com grande movimentação de pessoas; b) as vias que interligam aos bairros Pedro Amaral, General Glicério, Bernardino de Campos, Prudente de Moraes e São Paulo são importantes, uma vez que escoam o tráfego das áreas centrais para as demais regiões, sendo responsável pelo deslocamento de grande número de pessoas; c) na região central, propriamente dita, já caracterizada por uma grande concentração de pessoas, têm-se as vias transversais e as vias de pedestres, representando uma movimentação significativa de pessoas na região.

Portanto, verifica-se que a área de estudo possui altos índices de movimentação de pessoas, sujeitas ao fenômeno, o que eleva o índice de vulnerabilidade, uma vez que as enchentes são recorrentes na região. É oportuno ressaltar, contudo, que o fluxo de pessoas não é constante ao longo do dia e que quanto mais próximo ao horário de pico mais vulneráveis são as áreas, conforme ilustra a Figura 6.22.

**Figura 6.22** Vulnerabilidade de pessoas e bens em função dos horários ao longo do dia.



Fonte: Elaborado pela autora, 2013.

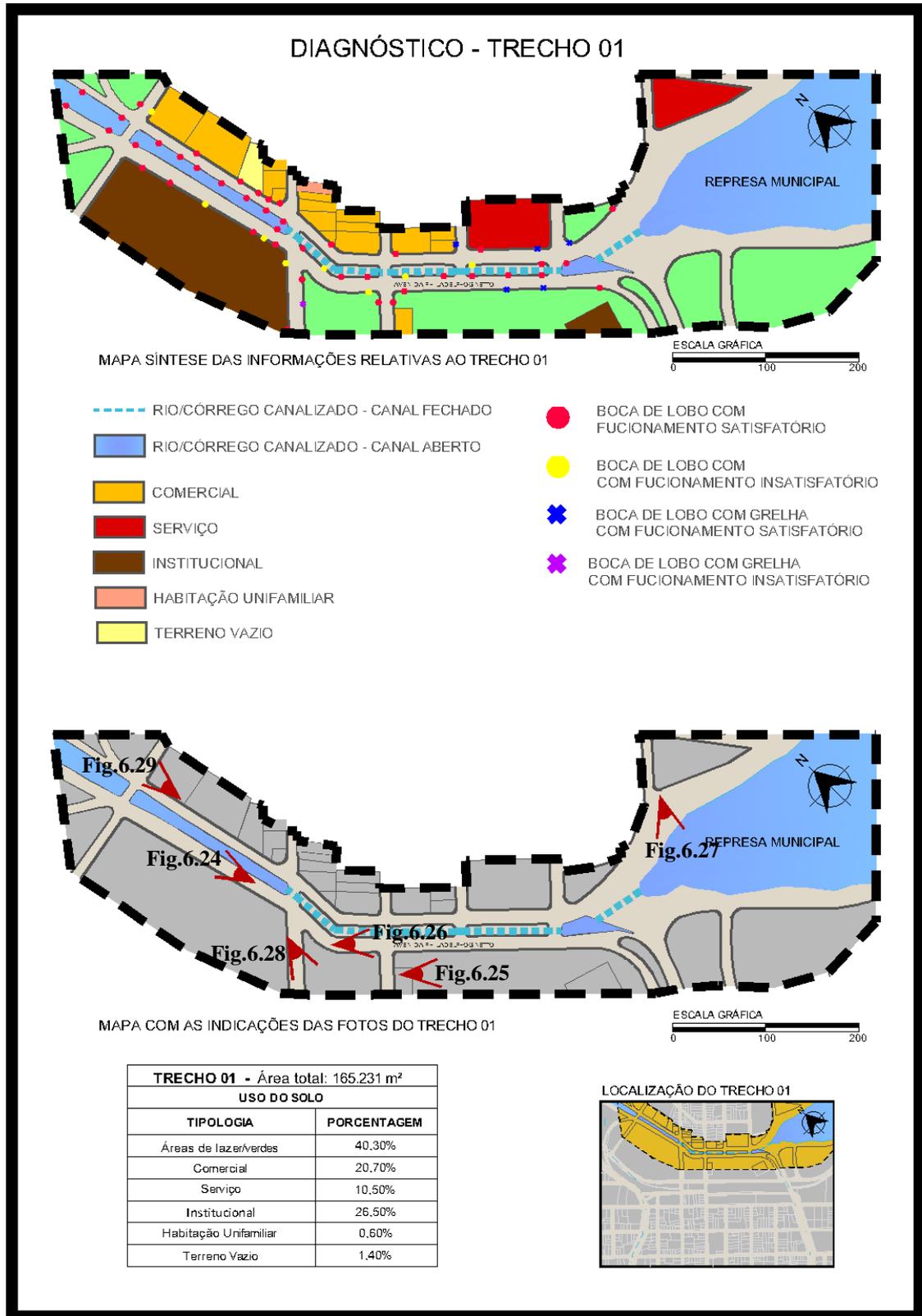
Com relação ao sistema de alerta de enchentes, não foram encontrados dispositivos eficientes, uma vez que o único canal de comunicação é a Defesa Civil, que não emite comunicados e/ou avisos à população.

## 6.2. DIAGNÓSTICO DOS TRECHOS ANALISADOS

A seguir, são apresentados os resultados obtidos com a aplicação do método de avaliação, trecho a trecho, do seguinte modo: a) mapa da área e do trecho em específico, contendo as informações necessárias às avaliações; b) diagnóstico fotográfico (seleção de fotos); c) ficha de avaliação; d) diagnóstico com pontos fortes e fracos, ameaças e oportunidades (análise SWOT).

6.2.1. TRECHO 01

Figura 6.23 Mapa síntese do Trecho 01.



Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

**Figura 6.24** Vista da avenida Philadelpho G. Netto e o trecho do Rio Preto em canal aberto.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.25** Praça cívica com vocação para área de detenção/retenção das águas pluviais.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.26** Vista da avenida Philadelpho G. Netto e o trecho do Rio Preto em canal fechado.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.27** Represa Municipal próximo ao trecho analisado.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.28** Boca de lobo com grelha próxima a avenida Philadelpho G. Netto.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.29** Boca de lobo sem a tampa de proteção.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

## Ficha de avaliação do trecho 01

CURSO D'ÁGUA: RIO PRETO										
TRECHO: 01										
ÁREA TOTAL: 165.231 m <sup>2</sup>										
DATA DA COLETA: 22/07/2012										
PARA ME TROS	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO									Σ
I. Uso e Ocupação do Solo	A. Tipologia de uso e ocupação do solo urbano			B. Presença de áreas verdes			C. Distância entre o eixo do rio e edificações			Σ I
	Acima de 60% ocupado por áreas comerciais e serviços	De 30 a 60% ocupado por áreas comerciais e serviços	Menos de 30% ocupado por áreas comerciais e serviços	Ausência de áreas verdes	Presença de pequenas áreas verdes, como canteiro central, calçadas, jardins, etc., com baixo potencial para retenção das águas pluviais	Presença grandes áreas verdes, como praças, parques lineares, etc., com potencialidade para retenção das águas pluviais	Menos de 50 metros entre eixo do rio e edificações	Entre 50 - 100 metros de distância entre eixo do rio e edificações	Acima de 100 metros entre eixo do rio e edificações	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	6
II. Bacia Hidrográfica	A. Forma da bacia hidrográfica			B. Permeabilidade da bacia hidrográfica			C. Declividade da bacia hidrográfica			Σ II
	Bacia hidrográfica compacta	Bacia hidrográfica alongada	Bacia hidrográfica ramificada	Mais de 60% impermeabilizada	Entre 30 e 60% impermeabilizada	Menos de 30% impermeabilizada	Acima de 30% de declividade	De 10 a 30% de declividade	Até 10% de declividade	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	8
III. Drenagem Urbana	A. Dispositivos de Microdrenagem			B. Dispositivos de Retenção/Detenção			C. Modificação no Curso d'água			Σ III
	Ausente totalmente.	Presente nos principais pontos, com mau funcionamento e/ou obstruções	Presente em toda a extensão analisada, com desempenho satisfatório.	Ausência de dispositivos de retenção e/ou detenção de águas pluviais	Presença de dispositivos de retenção e/ou detenção em áreas adjacentes	Presença de dispositivos de retenção e/ou detenção na área analisada	Canalizado e/ou Tamponado totalmente no trecho analisado	Canalizado e/ou Tamponado parcialmente no trecho analisado	Sem modificações	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	7
IV. Vulnerabilidade a Enchentes	A. Incidência de enchentes			B. Fluxo de Pessoas			C. Sistema de Alerta de Enchentes			Σ IV
	Periódicas	Esporádicas	Nunca	Grande fluxo de pessoas durante o dia, caracterizado por vias de estruturais e coletoras	Fluxo moderado de pessoas durante o dia, caracterizado por vias secundárias no sistema viário	Fluxo baixo de pessoas, caracterizado por vias de acesso local no sistema viário	Nenhum sistema de alerta de enchentes	Sistema de alerta parcial de enchente, sem a comunicação com as partes interessadas	Sistema de alerta de enchentes, com funcionamento adequado e sistema de comunicação as partes afetadas	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	9
<b>Σ TOTAL</b>									<b>30</b>	

## DIAGNÓSTICO TRECHO 01

O Trecho 01 corresponde à região pertencente à calha principal do Rio Preto, juntamente com a Represa Municipal, a Avenida Philadelpho Gouveia Neto e áreas adjacentes. Localiza-se em região com alta concentração de pessoas e seu acesso é feito por vias importantes da malha urbana.

A região se reporta à bacia hidrográfica do Rio Preto, possui altas taxas de impermeabilização do solo e declividade média de 13%. Os dispositivos de microdrenagem, por sua vez, encontram-se ao longo de todo o trecho, porém há vários elementos com obstruções, ausência de manutenção e funcionamento insatisfatório.

O trecho tem como principal característica a presença de praças, áreas de lazer e grandes espaços que podem ser utilizados para a detenção/retenção das águas pluviais.

De acordo com a metodologia proposta, foi possível constatar que o trecho possui alta vulnerabilidade a enchentes.

A Figura 6.30 representa análise SWOT das principais características da área avaliada, com o intuito de reforçar as potencialidades e vocações do Trecho 01.

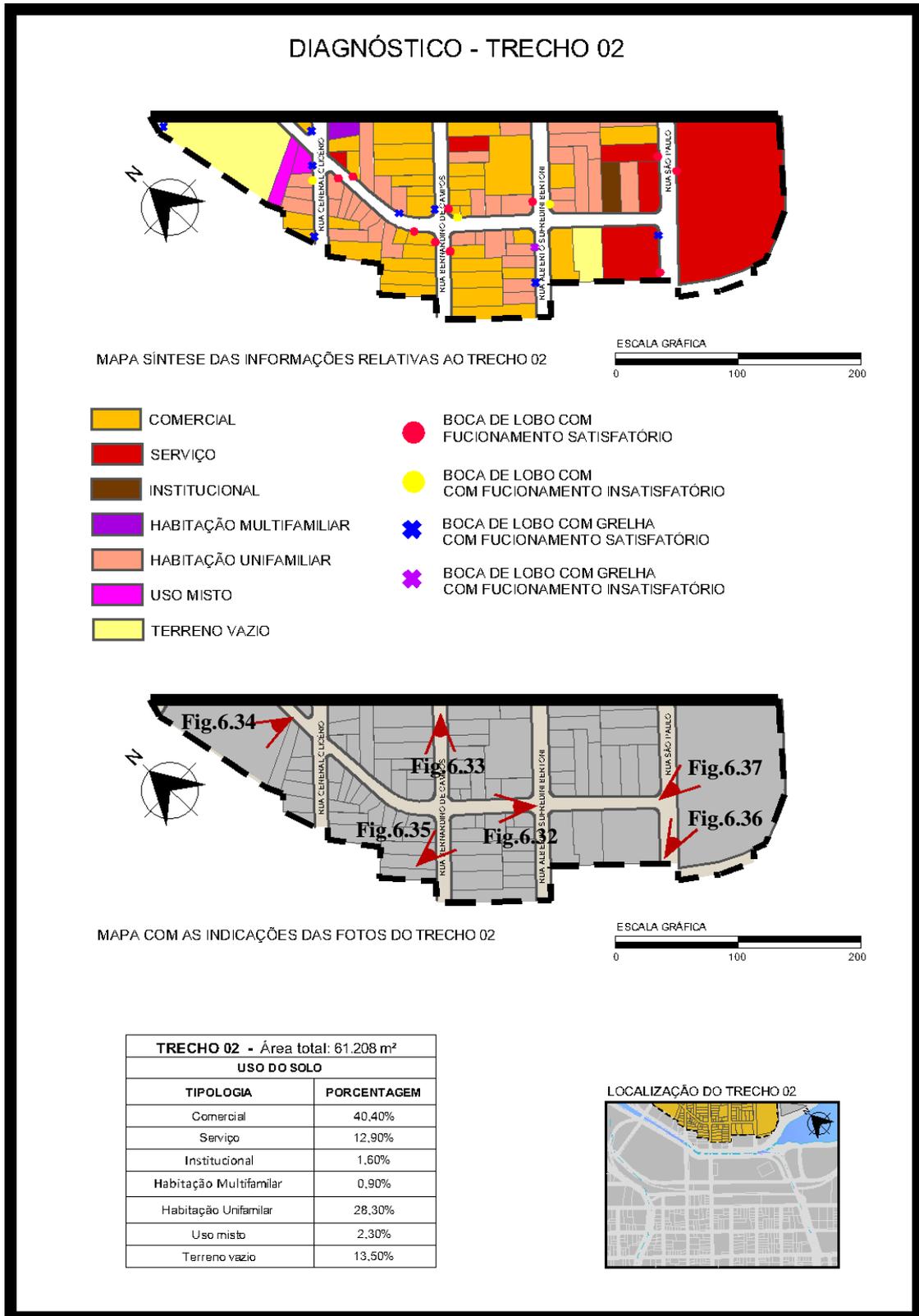
**Figura 6.30** Análise SWOT – Trecho 01.



Fonte: Elaborado pela autora, 2013.

6.2.2. TRECHO 2

Figura 6.31 Mapa síntese do Trecho 02.



Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

**Figura 6.32** Vista das unidades habitacionais presentes no trecho analisado.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.33** Vista da rua Bernardino de Campos.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.34** Vista do centro de São José do Rio Preto-SP.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.35** Boca de lobo com grelha.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.36** Vista da Estação de Tratamento de Água a partir da Represa Municipal.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.37** Estação de Tratamento de Água de São José do Rio Preto-SP



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

## Ficha de avaliação do trecho 02

CURSO D'ÁGUA: RIO PRETO										
TRECHO: 02										
ÁREA TOTAL: 61.208 m <sup>2</sup>										
DATA DA COLETA: 23/07/2012										
PARA ME TROS	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO									Σ
I. Uso e Ocupação do Solo	A. Tipologia de uso e ocupação do solo urbano			B. Presença de áreas verdes			C. Distância entre o eixo do rio e edificações			Σ I
	Acima de 60% ocupado por áreas comerciais e serviços	De 30 a 60% ocupado por áreas comerciais e serviços	Menos de 30% ocupado por áreas comerciais e serviços	Ausência de áreas verdes	Presença de pequenas áreas verdes, como canteiro central, calçadas, jardins, etc., com baixo potencial para retenção das águas pluviais	Presença grandes áreas verdes, como praças, parques lineares, etc., com potencialidade para retenção das águas pluviais	Menos de 50 metros entre eixo do rio e edificações	Entre 50 - 100 metros de distância entre eixo do rio e edificações	Acima de 100 metros entre eixo do rio e edificações	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
II. Bacia Hidrográfica	A. Forma da bacia hidrográfica			B. Permeabilidade da bacia hidrográfica			C. Declividade da bacia hidrográfica			Σ II
	Bacia hidrográfica compacta	Bacia hidrográfica alongada	Bacia hidrográfica ramificada	Mais de 60% impermeabilizada	Entre 30 e 60% impermeabilizada	Menos de 30% impermeabilizada	Acima de 30% de declividade	De 10 a 30% de declividade	Até 10% de declividade	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
III. Drenagem Urbana	A. Dispositivos de Microdrenagem			B. Dispositivos de Retenção/Detenção			C. Modificação no Curso d'água			Σ III
	Ausente totalmente.	Presente nos principais pontos, com mau funcionamento e/ou obstruções	Presente em toda a extensão analisada, com desempenho satisfatório.	Ausência de dispositivos de retenção e/ou detenção de águas pluviais	Presença de dispositivos de retenção e/ou detenção em áreas adjacentes	Presença de dispositivos de retenção e/ou detenção na área analisada	Canalizado e/ou Tamponado totalmente no trecho analisado	Canalizado e/ou Tamponado parcialmente no trecho analisado	Sem modificações	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
IV. Vulnerabilidade a Enchentes	A. Incidência de enchentes			B. Fluxo de Pessoas			C. Sistema de Alerta de Enchentes			Σ IV
	Periódicas	Esporádicas	Nunca	Grande fluxo de pessoas durante o dia, caracterizado por vias de estruturais e coletoras	Fluxo moderado de pessoas durante o dia, caracterizado por vias secundárias no sistema viário	Fluxo baixo de pessoas, caracterizado por vias de acesso local no sistema viário	Nenhum sistema de alerta de enchentes	Sistema de alerta parcial de enchente, sem a comunicação com as partes interessadas	Sistema de alerta de enchentes, com funcionamento adequado e sistema de comunicação as partes afetadas	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	
<b>Σ TOTAL</b>									<b>27</b>	

## DIAGNÓSTICO TRECHO 02

O Trecho 02 localiza-se próximo à calha principal do Rio Preto, tendo como principal característica as áreas comerciais, de serviços e as habitações unifamiliares. O destaque relacionado ao uso e ocupação do solo no trecho analisado é a Estação de Tratamento de Água de São José do Rio Preto-SP, responsável pelo abastecimento, tratamento e distribuição de água para o município.

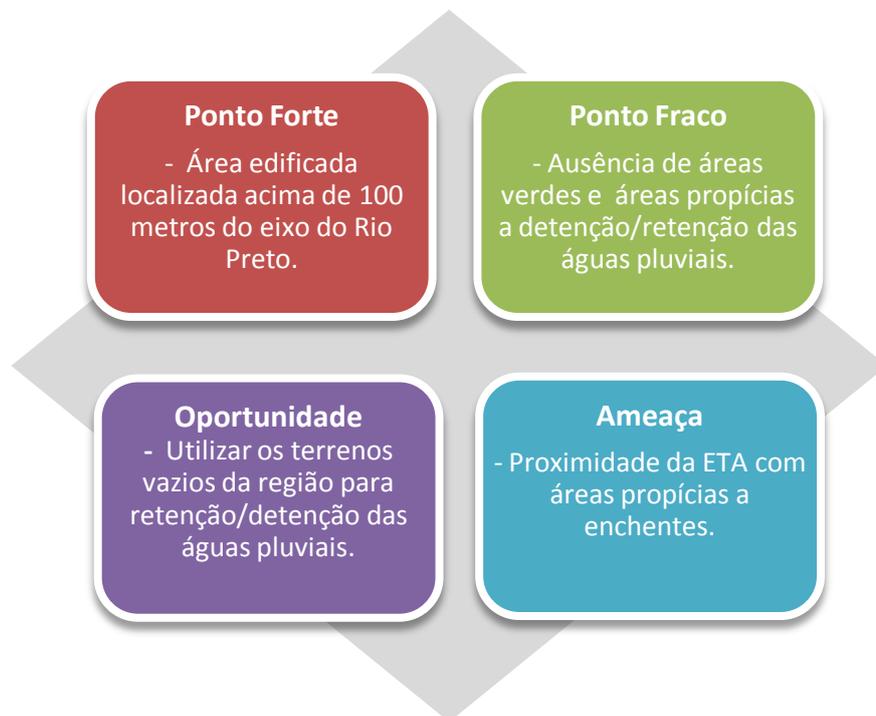
As principais vias de acessos – Rua Bernardino de Campos e Rua General Glicério – são importantes na malha urbana, visto que são responsáveis pela interligação da área central à zona norte da cidade.

A região pertence à bacia hidrográfica do Rio Preto, possui altas taxas de impermeabilização do solo e declividade média de 8%. Os dispositivos de microdrenagem estão presentes ao longo de todo o trecho, porém com ausência de manutenção.

A ausência de áreas verdes e áreas propícias à detenção/retenção das águas pluviais são fatores prejudiciais. Ademais, a proximidade da Estação de Tratamento de Água com áreas propícias a enchentes pode ser considerada um ameaça.

O trecho ainda foi avaliado com vulnerabilidade mediana a enchentes. A Figura 6.38 ilustra análise SWOT das principais características do Trecho 02.

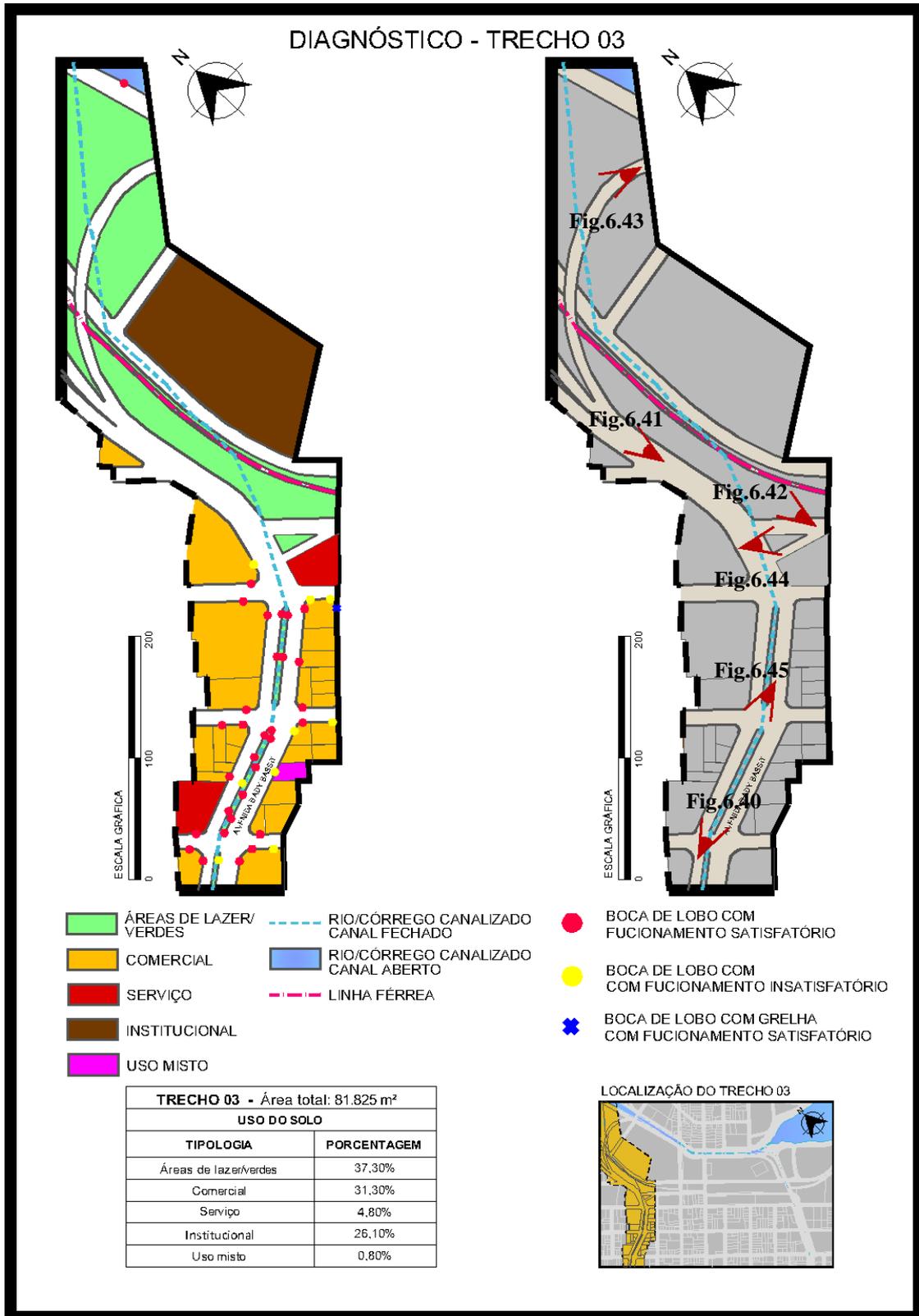
**Figura 6.38** Análise SWOT – Trecho 02.



Fonte: Elaborado pela autora, 2013.

6.2.3. TRECHO 3

Figura 6.39 Mapa síntese do Trecho 03.



Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

**Figura 6.40** Vista da Avenida Bady Bassitt a partir do canteiro central.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.42** Viaduto de acesso para a área central.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.44** Via de acesso à avenida Bady Bassitt, próximo ao trilho da ferrovia.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.41** Esquina da Avenida Bady Bassitt com rua Bernardino de Campos.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.43** Viaduto Jordão Reis.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.45** Terminal urbano de integração do sistema de transporte coletivo.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

## Ficha de avaliação do trecho 03

CURSO D'ÁGUA: CÓRREGO BORÁ										
TRECHO: 03										
ÁREA TOTAL: 81.825 m <sup>2</sup>										
DATA DA COLETA: 24/07/2012										
PARA ME TROS	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO									Σ
I. Uso e Ocupação do Solo	A. Tipologia de uso e ocupação do solo urbano			B. Presença de áreas verdes			C. Distância entre o eixo do rio e edificações			Σ I
	Acima de 60% ocupado por áreas comerciais e serviços	De 30 a 60% ocupado por áreas comerciais e serviços	Menos de 30% ocupado por áreas comerciais e serviços	Ausência de áreas verdes	Presença de pequenas áreas verdes, como canteiro central, calçadas, jardins, etc., com baixo potencial para retenção das águas pluviais	Presença grandes áreas verdes, como praças, parques lineares, etc., com potencialidade para retenção das águas pluviais	Menos de 50 metros entre eixo do rio e edificações	Entre 50 - 100 metros de distância entre eixo do rio e edificações	Acima de 100 metros entre eixo do rio e edificações	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	6
II. Bacia Hidrográfica	A. Forma da bacia hidrográfica			B. Permeabilidade da bacia hidrográfica			C. Declividade da bacia hidrográfica			Σ II
	Bacia hidrográfica compacta	Bacia hidrográfica alongada	Bacia hidrográfica ramificada	Mais de 60% impermeabilizada	Entre 30 e 60% impermeabilizada	Menos de 30% impermeabilizada	Acima de 30% de declividade	De 10 a 30% de declividade	Até 10% de declividade	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	6
III. Drenagem Urbana	A. Dispositivos de Microdrenagem			B. Dispositivos de Retenção/Detenção			C. Modificação no Curso d'água			Σ III
	Ausente totalmente.	Presente nos principais pontos, com mau funcionamento e/ou obstruções	Presente em toda a extensão analisada, com desempenho satisfatório.	Ausência de dispositivos de retenção e/ou detenção de águas pluviais	Presença de dispositivos de retenção e/ou detenção em áreas adjacentes	Presença de dispositivos de retenção e/ou detenção na área analisada	Canalizado e/ou Tamponado totalmente no trecho analisado	Canalizado e/ou Tamponado parcialmente no trecho analisado	Sem modificações	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	8
IV. Vulnerabilidade a Enchentes	A. Incidência de enchentes			B. Fluxo de Pessoas			C. Sistema de Alerta de Enchentes			Σ IV
	Periódicas	Esporádicas	Nunca	Grande fluxo de pessoas durante o dia, caracterizado por vias de estruturais e coletoras	Fluxo moderado de pessoas durante o dia, caracterizado por vias secundárias no sistema viário	Fluxo baixo de pessoas, caracterizado por vias de acesso local no sistema viário	Nenhum sistema de alerta de enchentes	Sistema de alerta parcial de enchente, sem a comunicação com as partes interessadas	Sistema de alerta de enchentes, com funcionamento adequado e sistema de comunicação as partes afetadas	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	9
<b>Σ TOTAL</b>										<b>29</b>

### DIAGNÓSTICO TRECHO 03

O Trecho 03 pertence ao trecho canalizado do córrego Borá, juntamente com a Avenida Bady Bassitt e áreas adjacentes. Localiza-se em região com alta concentração de pessoas e seu acesso é feito por vias importantes da malha urbana.

A região, pertencente à bacia hidrográfica do córrego Borá, possui altas taxas de impermeabilização do solo e declividade média de 9%. Os dispositivos de microdrenagem estão presentes em todo o trecho, porém com rendimento insuficiente. É válido destacar, com relação à macrodrenagem, que o trecho apresenta uma área canalizada do córrego Borá cuja manutenção do canal não tem periodicidade, bem como possui diversas tipologias de seções no canal que propiciam a perda de carga e o vazamento da água pluvial no canal.

A área analisada tem como característica a presença de praças, áreas de lazer, bem como grandes espaços que podem ser utilizados para a detenção/retenção das águas pluviais, localizadas próximas à linha férrea.

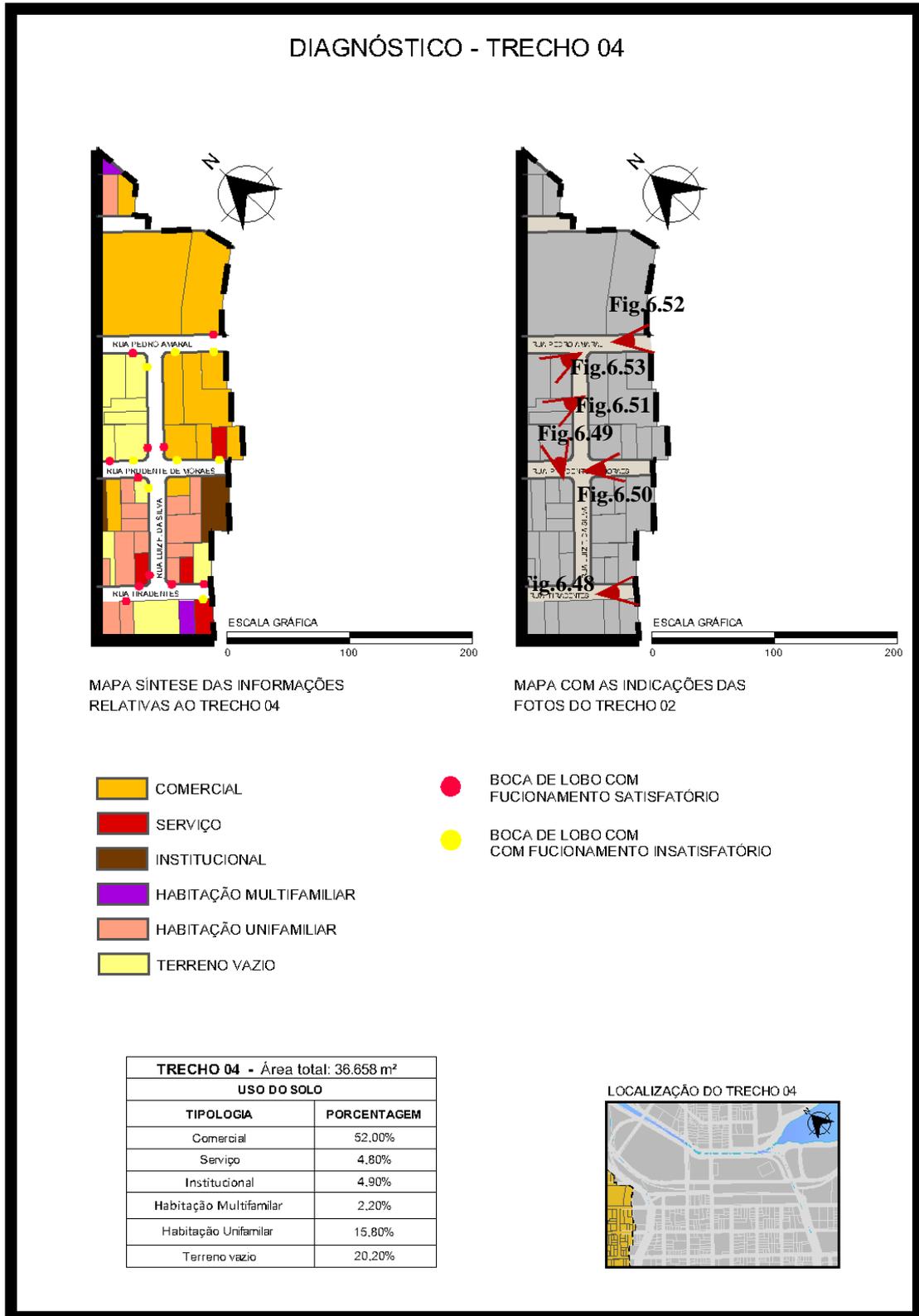
De acordo com a metodologia proposta, foi possível constatar que o trecho possui alta vulnerabilidade a enchentes. A Figura 6.46 representa análise SWOT das principais características da área avaliada, com o intuito de reforçar as potencialidades e vocações do Trecho 03.

**Figura 6.46** Análise SWOT – Trecho 03.



6.2.4. TRECHO 4

Figura 6.47 Mapa síntese do Trecho 04.



Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

**Figura 6.48** Vista da rua Tiradentes, ao fundo a Avenida Bady Bassitt.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.49** Vista da rua Prudente de Moraes, ao fundo a Avenida Bady Bassitt .



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.50** Galpões antigos utilizados para o uso comercial.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.51** Área comercial da região formada por antigas residências.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.52** Vista da rua Pedro Amaral.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.53** Boca de lobo obstruída por resíduos.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

## Ficha de avaliação do trecho 04

CURSO D'ÁGUA: CÓRREGO BORÁ										
TRECHO: 04										
ÁREA TOTAL: 36.658 m <sup>2</sup>										
DATA DA COLETA: 25/07/2012										
PARA ME TROS	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO									Σ
I. Uso e Ocupação do Solo	A. Tipologia de uso e ocupação do solo urbano			B. Presença de áreas verdes			C. Distância entre o eixo do rio e edificações			Σ I
	Acima de 60% ocupado por áreas comerciais e serviços	De 30 a 60% ocupado por áreas comerciais e serviços	Menos de 30% ocupado por áreas comerciais e serviços	Ausência de áreas verdes	Presença de pequenas áreas verdes, como canteiro central, calçadas, jardins, etc., com baixo potencial para retenção das águas pluviais	Presença grandes áreas verdes, como praças, parques lineares, etc., com potencialidade para retenção das águas pluviais	Menos de 50 metros entre eixo do rio e edificações	Entre 50 - 100 metros de distância entre eixo do rio e edificações	Acima de 100 metros entre eixo do rio e edificações	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	6
II. Bacia Hidrográfica	A. Forma da bacia hidrográfica			B. Permeabilidade da bacia hidrográfica			C. Declividade da bacia hidrográfica			Σ II
	Bacia hidrográfica compacta	Bacia hidrográfica alongada	Bacia hidrográfica ramificada	Mais de 60% impermeabilizada	Entre 30 e 60% impermeabilizada	Menos de 30% impermeabilizada	Acima de 30% de declividade	De 10 a 30% de declividade	Até 10% de declividade	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	6
III. Drenagem Urbana	A. Dispositivos de Microdrenagem			B. Dispositivos de Retenção/Detenção			C. Modificação no Curso d'água			Σ III
	Ausente totalmente.	Presente nos principais pontos, com mau funcionamento e/ou obstruções	Presente em toda a extensão analisada, com desempenho satisfatório.	Ausência de dispositivos de retenção e/ou detenção de águas pluviais	Presença de dispositivos de retenção e/ou detenção em áreas adjacentes	Presença de dispositivos de retenção e/ou detenção na área analisada	Canalizado e/ou Tamponado totalmente no trecho analisado	Canalizado e/ou Tamponado parcialmente no trecho analisado	Sem modificações	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	8
IV. Vulnerabilidade a Enchentes	A. Incidência de enchentes			B. Fluxo de Pessoas			C. Sistema de Alerta de Enchentes			Σ IV
	Periódicas	Esporádicas	Nunca	Grande fluxo de pessoas durante o dia, caracterizado por vias de estruturais e coletoras	Fluxo moderado de pessoas durante o dia, caracterizado por vias secundárias no sistema viário	Fluxo baixo de pessoas, caracterizado por vias de acesso local no sistema viário	Nenhum sistema de alerta de enchentes	Sistema de alerta parcial de enchente, sem a comunicação com as partes interessadas	Sistema de alerta de enchentes, com funcionamento adequado e sistema de comunicação as partes afetadas	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	7
<b>Σ TOTAL</b>									<b>27</b>	

#### DIAGNÓSTICO TRECHO 04

O Trecho 04 localiza-se próximo ao Córrego Borá, tendo como principal característica a presença de áreas comerciais e habitações unifamiliares. O destaque relacionado ao uso e ocupação do solo está na presença de casas e galpões que foram transformados em locais comerciais, permitindo à região maior diversificação de usos e, conseqüentemente, maior movimento de pessoas.

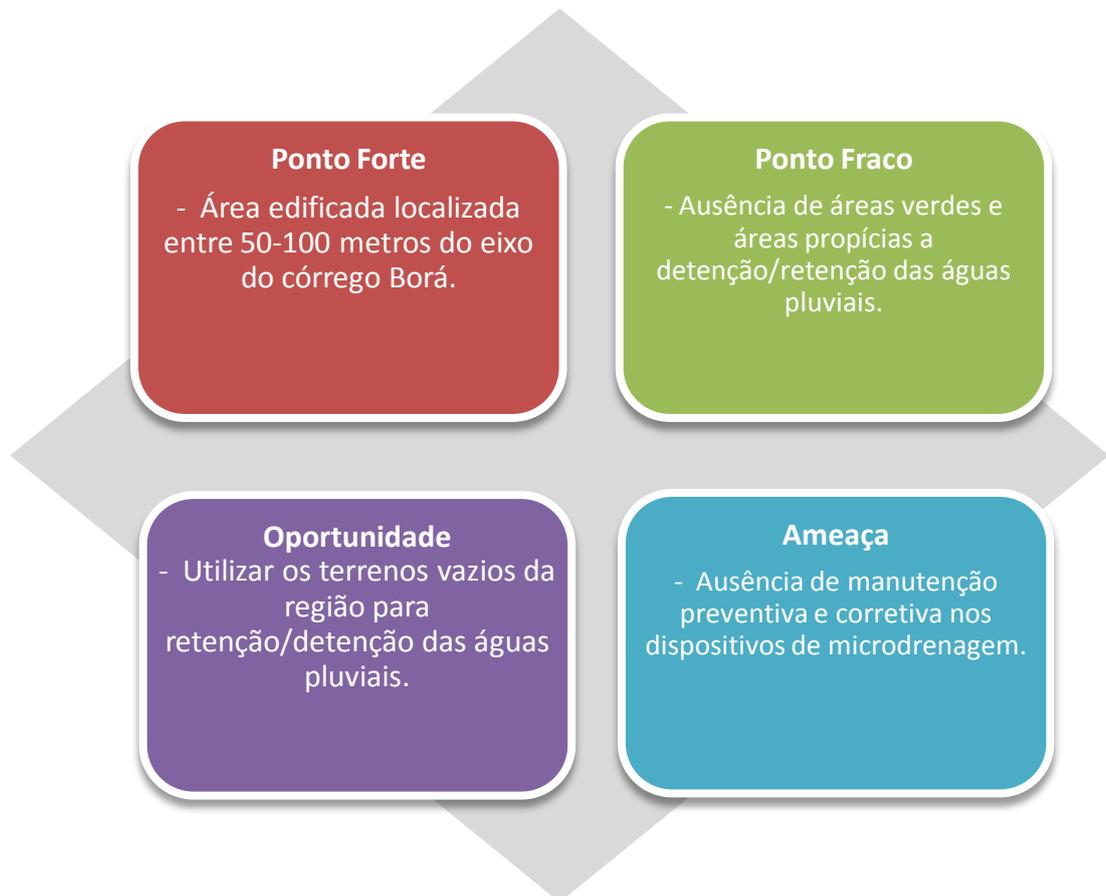
A área analisada pertence à bacia hidrográfica do córrego Borá, possui altas taxas de impermeabilização do solo e declividade média de 9%. Os dispositivos de microdrenagem estão presentes em todo o trecho, porém com rendimento insuficiente.

O trecho estudado tem por característica a ausência de praças, áreas de lazer, bem como grandes espaços que poderiam ser utilizados para detenção/retenção das águas pluviais.

De acordo com a metodologia proposta, o trecho avaliado tem vulnerabilidade mediana a enchentes.

A Figura 6.54 representa análise SWOT do Trecho 04.

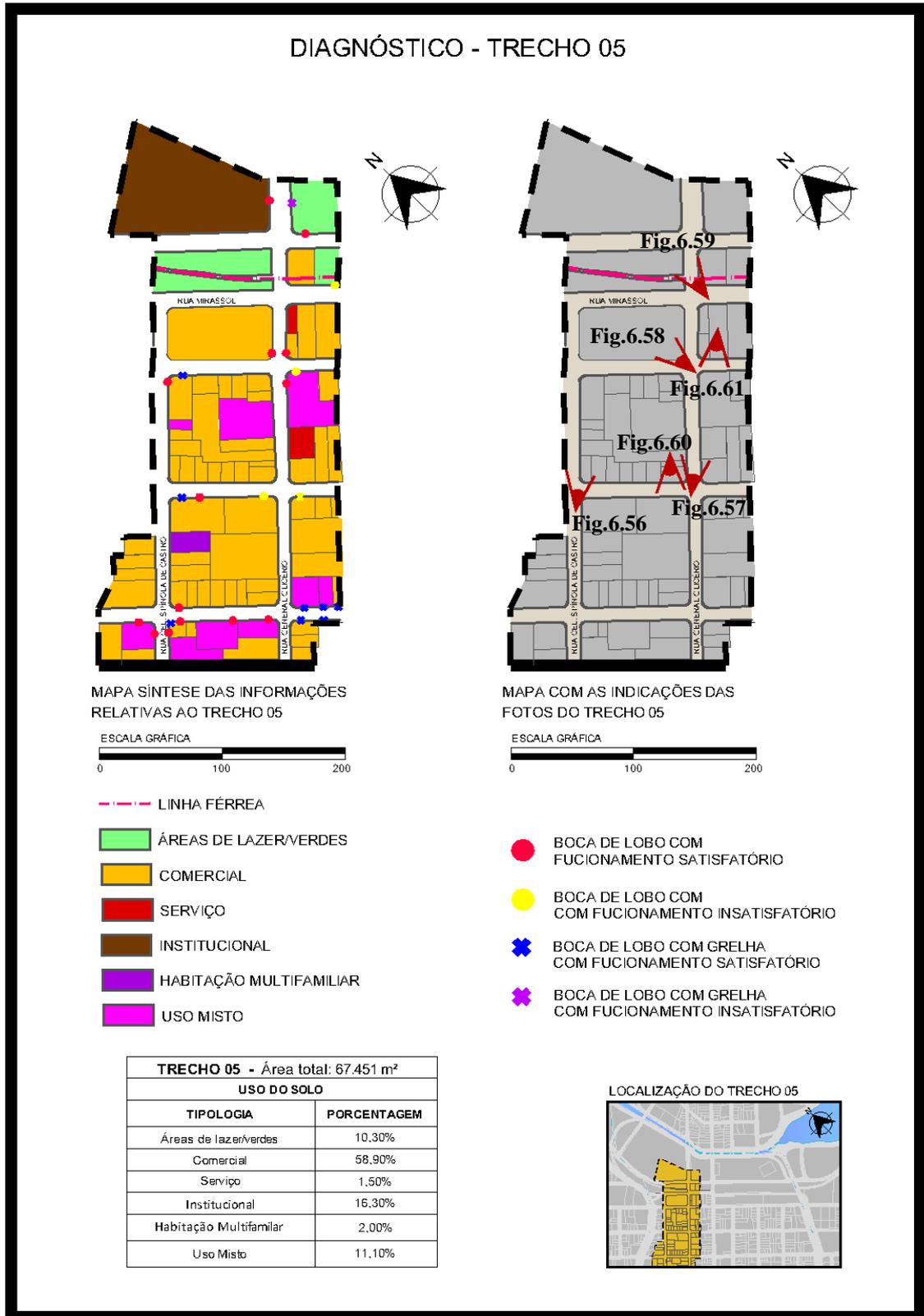
**Figura 6.54** Análise SWOT – Trecho 04.



Fonte: Elaborado pela autora, 2013.

6.2.5. TRECHO 5

Figura 6.55 Mapa síntese do Trecho 05.



Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

**Figura 6.56** Vista da rua Coronel Spínola de Castro, ao fundo o terminal de integração urbano.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.57** Vista da rua General Glicério.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.58** Área comercial no trecho analisado.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.59** Trilhos da Ferrovia, ao fundo área com potencialidade de retenção águas pluviais.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.60** Boca de lobo danificada.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.61** Boca de lobo com a tampa quebrada.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

## Ficha de avaliação do trecho 05

CURSO D'ÁGUA: CÓRREGO BORÁ										
TRECHO: 05										
ÁREA TOTAL: 67.451 m <sup>2</sup>										
DATA DA COLETA: 26/07/2012										
PARA ME TROS	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO									Σ
I. Uso e Ocupação do Solo	A. Tipologia de uso e ocupação do solo urbano			B. Presença de áreas verdes			C. Distância entre o eixo do rio e edificações			Σ I
	Acima de 60% ocupado por áreas comerciais e serviços	De 30 a 60% ocupado por áreas comerciais e serviços	Menos de 30% ocupado por áreas comerciais e serviços	Ausência de áreas verdes	Presença de pequenas áreas verdes, como canteiro central, calçadas, jardins, etc., com baixo potencial para retenção das águas pluviais	Presença grandes áreas verdes, como praças, parques lineares, etc., com potencialidade para retenção das águas pluviais	Menos de 50 metros entre eixo do rio e edificações	Entre 50 - 100 metros de distância entre eixo do rio e edificações	Acima de 100 metros entre eixo do rio e edificações	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	6
II. Bacia Hidrográfica	A. Forma da bacia hidrográfica			B. Permeabilidade da bacia hidrográfica			C. Declividade da bacia hidrográfica			Σ II
	Bacia hidrográfica compacta	Bacia hidrográfica alongada	Bacia hidrográfica ramificada	Mais de 60% impermeabilizada	Entre 30 e 60% impermeabilizada	Menos de 30% impermeabilizada	Acima de 30% de declividade	De 10 a 30% de declividade	Até 10% de declividade	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	6
III. Drenagem Urbana	A. Dispositivos de Microdrenagem			B. Dispositivos de Retenção/Detenção			C. Modificação no Curso d'água			Σ III
	Ausente totalmente.	Presente nos principais pontos, com mau funcionamento e/ou obstruções	Presente em toda a extensão analisada, com desempenho satisfatório.	Ausência de dispositivos de retenção e/ou detenção de águas pluviais	Presença de dispositivos de retenção e/ou detenção em áreas adjacentes	Presença de dispositivos de retenção e/ou detenção na área analisada	Canalizado e/ou Tamponado totalmente no trecho analisado	Canalizado e/ou Tamponado parcialmente no trecho analisado	Sem modificações	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	8
IV. Vulnerabilidade a Enchentes	A. Incidência de enchentes			B. Fluxo de Pessoas			C. Sistema de Alerta de Enchentes			Σ IV
	Periódicas	Esporádicas	Nunca	Grande fluxo de pessoas durante o dia, caracterizado por vias de estruturais e coletoras	Fluxo moderado de pessoas durante o dia, caracterizado por vias secundárias no sistema viário	Fluxo baixo de pessoas, caracterizado por vias de acesso local no sistema viário	Nenhum sistema de alerta de enchentes	Sistema de alerta parcial de enchente, sem a comunicação com as partes interessadas	Sistema de alerta de enchentes, com funcionamento adequado e sistema de comunicação as partes afetadas	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	7
<b>Σ TOTAL</b>										<b>27</b>

## DIAGNÓSTICO TRECHO 05

O Trecho 05 localiza-se próximo ao Córrego Borá, sendo caracterizado pela existência de áreas comerciais, de uso misto, áreas verdes e institucionais.

Situado na área central de São José do Rio Preto-SP, o trecho analisado possui várias edificações com mais de oito pavimentos e movimentação/fluxo de pessoas intenso ao longo de todo o dia.

As principais vias de acesso são: rua Coronel Spínola de Castro e rua General Glicério. É válido destacar a presença da linha férrea e o cruzamento em nível sobre os trilhos (pedestres, veículos e trem), que prejudicam a mobilidade neste trecho, sendo um risco aos usuários da região no caso de enchentes.

A área analisada pertence à bacia hidrográfica do córrego Borá, possui altas taxas de impermeabilização do solo e declividade média de 8%. Os dispositivos de microdrenagem estão presentes em todo o trecho, porém há vários elementos com obstruções, ausência de manutenção e funcionamento insatisfatório.

Existem áreas que podem ser utilizadas para a detenção/retenção das águas pluviais, no entanto, o trecho apresenta vulnerabilidade mediana a enchentes, de acordo com a metodologia proposta.

A Figura 6.62 representa análise SWOT do Trecho 05.

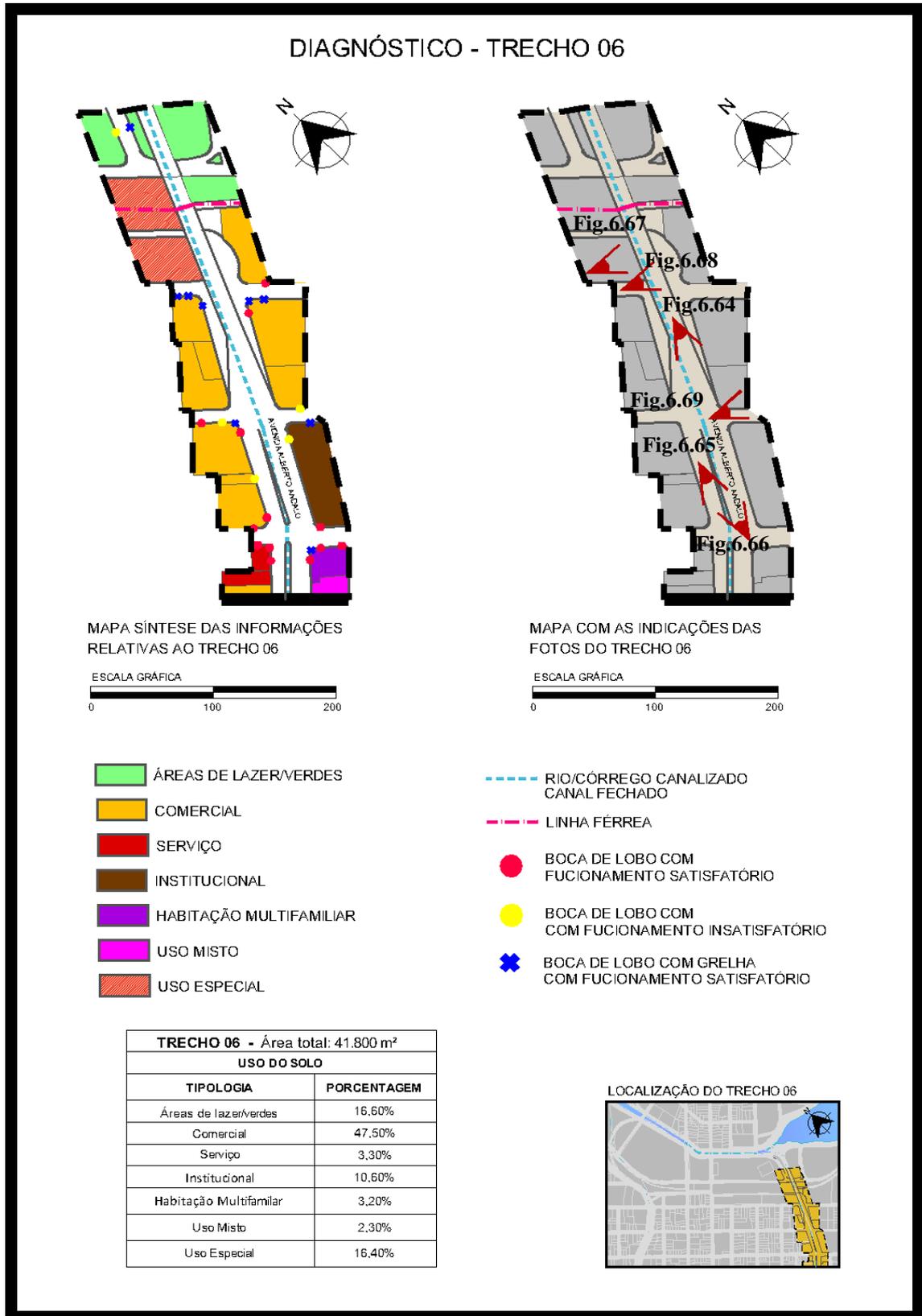
**Figura 6.62** Análise SWOT – Trecho 05.



Fonte: Elaborado pela autora, 2013.

6.2.6. TRECHO 6

Figura 6.63 Mapa síntese do Trecho 06.



Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

**Figura 6.64** Vista da Avenida Alberto Andaló.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.65** Vista da Avenida Alberto Andaló.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.66** Avenida Alberto Andaló esquina com rua Tiradentes.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.67** Viaduto para acesso a Avenida Alberto Andaló.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.68** Terminal urbano de ônibus, ao fundo o viaduto sobre os trilhos da ferrovia.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.69** Boca de lobo danificada.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

## Ficha de avaliação do trecho 06

CURSO D'ÁGUA: CÓRREGO CANELA										
TRECHO: 06										
ÁREA TOTAL: 41.800 m <sup>2</sup>										
DATA DA COLETA: 27/07/2012										
PARA ME TROS	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO									Σ
I. Uso e Ocupação do Solo	A. Tipologia de uso e ocupação do solo urbano			B. Presença de áreas verdes			C. Distância entre o eixo do rio e edificações			Σ I
	Acima de 60% ocupado por áreas comerciais e serviços	De 30 a 60% ocupado por áreas comerciais e serviços	Menos de 30% ocupado por áreas comerciais e serviços	Ausência de áreas verdes	Presença de pequenas áreas verdes, como canteiro central, calçadas, jardins, etc., com baixo potencial para retenção das águas pluviais	Presença grandes áreas verdes, como praças, parques lineares, etc., com potencialidade para retenção das águas pluviais	Menos de 50 metros entre eixo do rio e edificações	Entre 50 - 100 metros de distância entre eixo do rio e edificações	Acima de 100 metros entre eixo do rio e edificações	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	5
II. Bacia Hidrográfica	A. Forma da bacia hidrográfica			B. Permeabilidade da bacia hidrográfica			C. Declividade da bacia hidrográfica			Σ II
	Bacia hidrográfica compacta	Bacia hidrográfica alongada	Bacia hidrográfica ramificada	Mais de 60% impermeabilizada	Entre 30 e 60% impermeabilizada	Menos de 30% impermeabilizada	Acima de 30% de declividade	De 10 a 30% de declividade	Até 10% de declividade	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	6
III. Drenagem Urbana	A. Dispositivos de Microdrenagem			B. Dispositivos de Retenção/Detenção			C. Modificação no Curso d'água			Σ III
	Ausente totalmente.	Presente nos principais pontos, com mau funcionamento e/ou obstruções	Presente em toda a extensão analisada, com desempenho satisfatório.	Ausência de dispositivos de retenção e/ou detenção de águas pluviais	Presença de dispositivos de retenção e/ou detenção em áreas adjacentes	Presença de dispositivos de retenção e/ou detenção na área analisada	Canalizado e/ou Tamponado totalmente no trecho analisado	Canalizado e/ou Tamponado parcialmente no trecho analisado	Sem modificações	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	8
IV. Vulnerabilidade a Enchentes	A. Incidência de enchentes			B. Fluxo de Pessoas			C. Sistema de Alerta de Enchentes			Σ IV
	Periódicas	Esporádicas	Nunca	Grande fluxo de pessoas durante o dia, caracterizado por vias de estruturais e coletoras	Fluxo moderado de pessoas durante o dia, caracterizado por vias secundárias no sistema viário	Fluxo baixo de pessoas, caracterizado por vias de acesso local no sistema viário	Nenhum sistema de alerta de enchentes	Sistema de alerta parcial de enchente, sem a comunicação com as partes interessadas	Sistema de alerta de enchentes, com funcionamento adequado e sistema de comunicação as partes afetadas	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	9
<b>Σ TOTAL</b>										<b>28</b>

## DIAGNÓSTICO TRECHO 06

O Trecho 06 pertence ao trecho canalizado do córrego Canela, juntamente com a Avenida Alberto Andaló e áreas adjacentes. Localiza-se em região com concentração alta de pessoas e seu acesso é feito por vias importantes da malha urbana.

A área analisada pertence à bacia hidrográfica do córrego Canela, possui altas taxas de impermeabilização do solo e declividade média de 9%. Os dispositivos de microdrenagem estão presentes em todo o trecho, porém, vários há elementos com obstruções, ausência de manutenção e funcionamento insatisfatório.

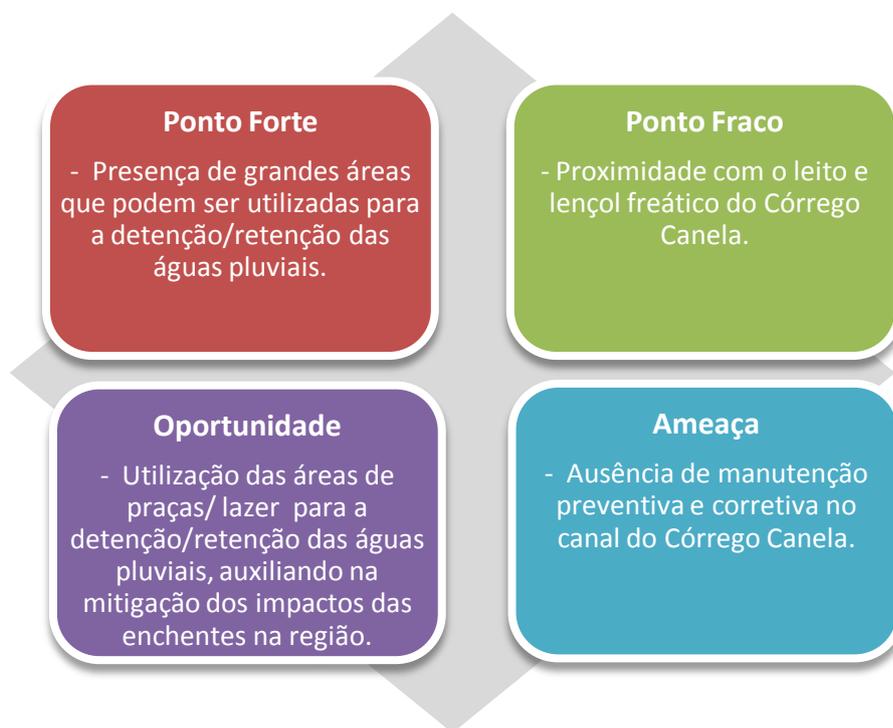
Com relação à macrodrenagem, o trecho possui uma área canalizada do córrego Canela cujo canal não apresenta manutenção periódica. Além disso, ao longo do trecho canalizado foram encontradas diversas tipologias de seções, o que propicia a perda de carga e o vazamento da água pluvial no canal.

O trecho estudado contém áreas que podem ser utilizadas para a detenção/retenção das águas pluviais, próximo à linha férrea.

Com relação à vulnerabilidade a enchentes, de acordo com metodologia proposta no trabalho, o trecho é classificado como vulnerabilidade alta.

A Figura 6.70 representa análise SWOT do Trecho 06.

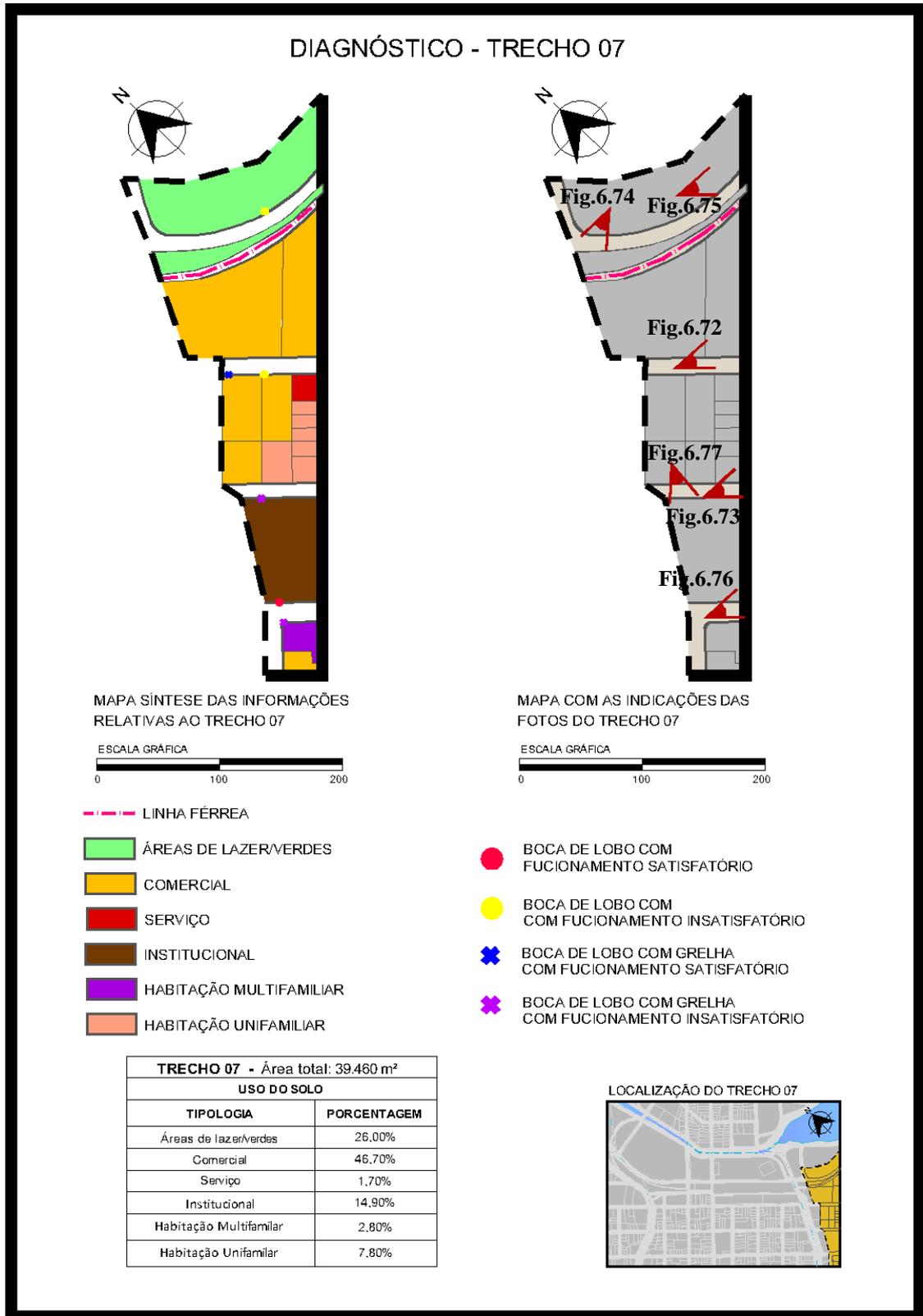
**Figura 6.70** Análise SWOT – Trecho 06.



Fonte: Elaborado pela autora, 2013.

6.2.7. TRECHO 7

Figura 6.71 Mapa síntese do Trecho 07.



Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

**Figura 6.72** Rua Prudente de Moraes, ao fundo Avenida Alberto Andaló.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.73** Vista da rua Pedro Amaral.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.74** Área verde propícia a retenção/detecção das águas pluviais, ao fundo a linha férrea.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.75** Área verde propícia a retenção/detecção das águas pluviais, ao fundo a represa municipal.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.76** Avenida da Saudade (lado esquerdo a área institucional do Automóvel Clube).



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.77** Boca de lobo com grelha.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

## Ficha de avaliação do trecho 07

CURSO D'ÁGUA: CÓRREGO CANELA										
TRECHO: 07										
ÁREA TOTAL: 39.460 m <sup>2</sup>										
DATA DA COLETA: 28/07/2012										
PARA ME TROS	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO									Σ
I. Uso e Ocupação do Solo	A. Tipologia de uso e ocupação do solo urbano			B. Presença de áreas verdes			C. Distância entre o eixo do rio e edificações			Σ I
	Acima de 60% ocupado por áreas comerciais e serviços	De 30 a 60% ocupado por áreas comerciais e serviços	Menos de 30% ocupado por áreas comerciais e serviços	Ausência de áreas verdes	Presença de pequenas áreas verdes, como canteiro central, calçadas, jardins, etc., com baixo potencial para retenção das águas pluviais	Presença grandes áreas verdes, como praças, parques lineares, etc., com potencialidade para retenção das águas pluviais	Menos de 50 metros entre eixo do rio e edificações	Entre 50 - 100 metros de distância entre eixo do rio e edificações	Acima de 100 metros entre eixo do rio e edificações	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	5
II. Bacia Hidrográfica	A. Forma da bacia hidrográfica			B. Permeabilidade da bacia hidrográfica			C. Declividade da bacia hidrográfica			Σ II
	Bacia hidrográfica compacta	Bacia hidrográfica alongada	Bacia hidrográfica ramificada	Mais de 60% impermeabilizada	Entre 30 e 60% impermeabilizada	Menos de 30% impermeabilizada	Acima de 30% de declividade	De 10 a 30% de declividade	Até 10% de declividade	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	6
III. Drenagem Urbana	A. Dispositivos de Microdrenagem			B. Dispositivos de Retenção/Detenção			C. Modificação no Curso d'água			Σ III
	Ausente totalmente.	Presente nos principais pontos, com mau funcionamento e/ou obstruções	Presente em toda a extensão analisada, com desempenho satisfatório.	Ausência de dispositivos de retenção e/ou detenção de águas pluviais	Presença de dispositivos de retenção e/ou detenção em áreas adjacentes	Presença de dispositivos de retenção e/ou detenção na área analisada	Canalizado e/ou Tamponado totalmente no trecho analisado	Canalizado e/ou Tamponado parcialmente no trecho analisado	Sem modificações	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	8
IV. Vulnerabilidade a Enchentes	A. Incidência de enchentes			B. Fluxo de Pessoas			C. Sistema de Alerta de Enchentes			Σ IV
	Periódicas	Esporádicas	Nunca	Grande fluxo de pessoas durante o dia, caracterizado por vias de estruturais e coletoras	Fluxo moderado de pessoas durante o dia, caracterizado por vias secundárias no sistema viário	Fluxo baixo de pessoas, caracterizado por vias de acesso local no sistema viário	Nenhum sistema de alerta de enchentes	Sistema de alerta parcial de enchente, sem a comunicação com as partes interessadas	Sistema de alerta de enchentes, com funcionamento adequado e sistema de comunicação as partes afetadas	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	7
<b>Σ TOTAL</b>									<b>26</b>	

## DIAGNÓSTICO TRECHO 07

O Trecho 07 localiza-se próximo ao Córrego Canela e sua principal característica são as áreas comerciais, as habitações unifamiliares, as áreas verdes e institucionais.

A região possui fluxo moderado de pessoas e seu acesso é feito por vias importantes da malha urbana, tais como: rua Prudente de Moraes e rua Pedro Amaral.

A área analisada pertence à bacia hidrográfica do córrego Canela, possui altas taxas de impermeabilização do solo e declividade média de 8%. Os dispositivos de microdrenagem estão presentes em todo o trecho, porém há vários elementos com obstruções, ausência de manutenção e funcionamento insatisfatório.

A linha férrea passa pelo trecho em análise e, nas suas proximidades, são encontradas áreas que podem ser utilizados para a detenção/retenção das águas pluviais. No entanto, a presença da linha férrea prejudica a região, uma vez que seu cruzamento com as demais modalidades de transporte ocorre em nível.

De acordo com metodologia proposta no trabalho, o trecho possui vulnerabilidade mediana a enchentes.

A Figura 6.78 representa análise SWOT do Trecho 07.

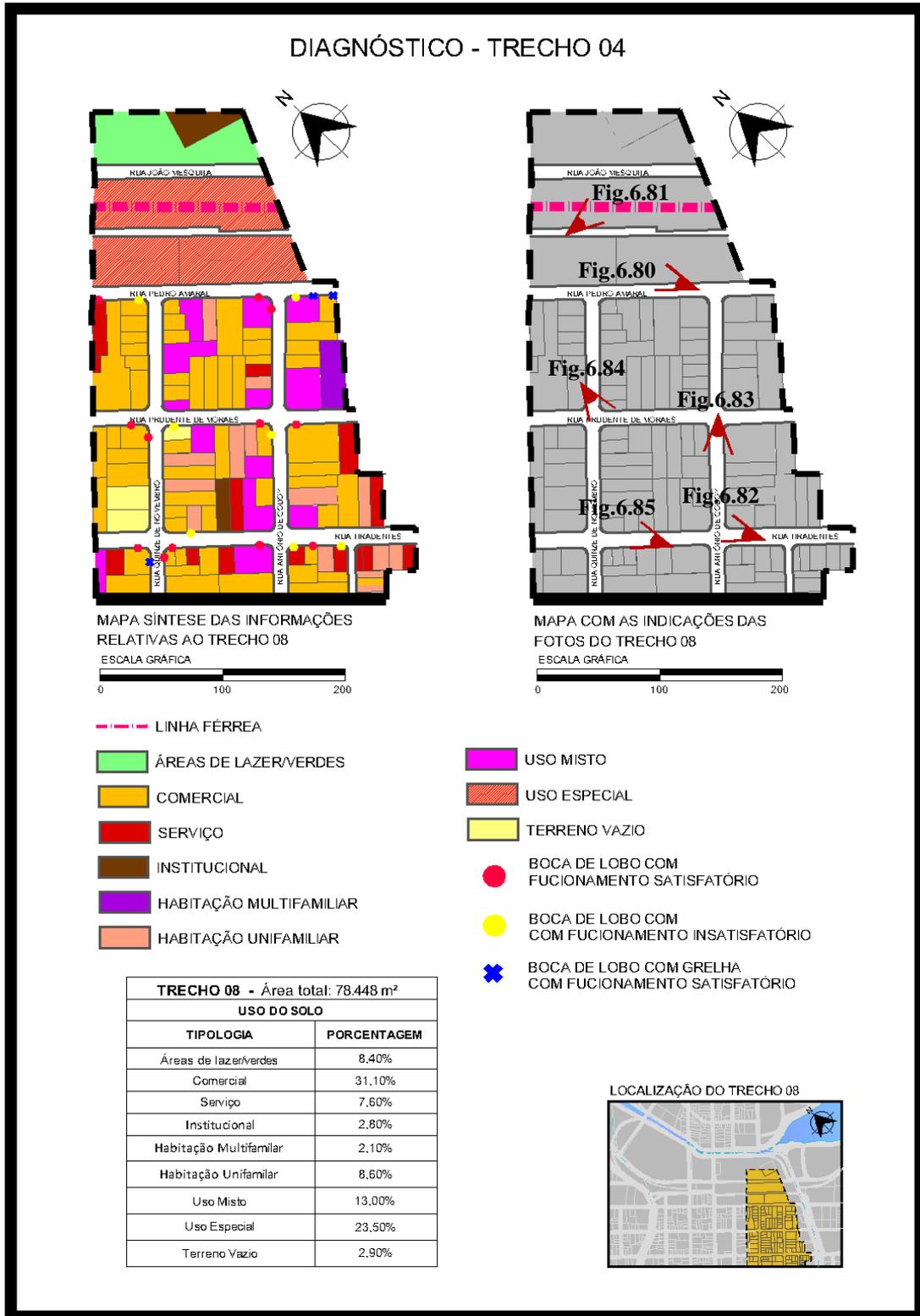
**Figura 6.78** Análise SWOT – Trecho 07.



Fonte: Elaborado pela autora, 2013.

6.2.8. TRECHO 8

Figura 6.79 Mapa síntese do Trecho 08.



Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

**Figura 6.80** Terminal urbano de transporte coletivo.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.81** Vista da linha férrea e estação ferroviária.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.82** Vista da rua Tiradentes, ao fundo Avenida Alberto Andaló.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.83** Vista da rua Antonio de Godoy, via de acesso a área central.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.84** Boca de lobo com abertura projetada incorretamente.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.85** Boca de lobo executada com abertura frontal muito grande.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

## Ficha de avaliação do trecho 08

CURSO D'ÁGUA: CÓRREGO CANELA										
TRECHO: 08										
ÁREA TOTAL: 78.448 m <sup>2</sup>										
DATA DA COLETA: 29/07/2012										
PARA ME TROS	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO									Σ
I. Uso e Ocupação do Solo	A. Tipologia de uso e ocupação do solo urbano			B. Presença de áreas verdes			C. Distância entre o eixo do rio e edificações			Σ I
	Acima de 60% ocupado por áreas comerciais e serviços	De 30 a 60% ocupado por áreas comerciais e serviços	Menos de 30% ocupado por áreas comerciais e serviços	Ausência de áreas verdes	Presença de pequenas áreas verdes, como canteiro central, calçadas, jardins, etc., com baixo potencial para retenção das águas pluviais	Presença grandes áreas verdes, como praças, parques lineares, etc., com potencialidade para retenção das águas pluviais	Menos de 50 metros entre eixo do rio e edificações	Entre 50 - 100 metros de distância entre eixo do rio e edificações	Acima de 100 metros entre eixo do rio e edificações	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	5
II. Bacia Hidrográfica	A. Forma da bacia hidrográfica			B. Permeabilidade da bacia hidrográfica			C. Declividade da bacia hidrográfica			Σ II
	Bacia hidrográfica compacta	Bacia hidrográfica alongada	Bacia hidrográfica ramificada	Mais de 60% impermeabilizada	Entre 30 e 60% impermeabilizada	Menos de 30% impermeabilizada	Acima de 30% de declividade	De 10 a 30% de declividade	Até 10% de declividade	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	6
III. Drenagem Urbana	A. Dispositivos de Microdrenagem			B. Dispositivos de Retenção/Detenção			C. Modificação no Curso d'água			Σ III
	Ausente totalmente.	Presente nos principais pontos, com mau funcionamento e/ou obstruções	Presente em toda a extensão analisada, com desempenho satisfatório.	Ausência de dispositivos de retenção e/ou detenção de águas pluviais	Presença de dispositivos de retenção e/ou detenção em áreas adjacentes	Presença de dispositivos de retenção e/ou detenção na área analisada	Canalizado e/ou Tamponado totalmente no trecho analisado	Canalizado e/ou Tamponado parcialmente no trecho analisado	Sem modificações	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	8
IV. Vulnerabilidade a Enchentes	A. Incidência de enchentes			B. Fluxo de Pessoas			C. Sistema de Alerta de Enchentes			Σ IV
	Periódicas	Esporádicas	Nunca	Grande fluxo de pessoas durante o dia, caracterizado por vias de estruturais e coletoras	Fluxo moderado de pessoas durante o dia, caracterizado por vias secundárias no sistema viário	Fluxo baixo de pessoas, caracterizado por vias de acesso local no sistema viário	Nenhum sistema de alerta de enchentes	Sistema de alerta parcial de enchente, sem a comunicação com as partes interessadas	Sistema de alerta de enchentes, com funcionamento adequado e sistema de comunicação as partes afetadas	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	7
<b>Σ TOTAL</b>										<b>26</b>

## DIAGNÓSTICO TRECHO 08

O Trecho 08 localiza-se próximo ao Córrego Canela e se caracteriza pela presença de áreas comerciais, de uso misto e de uso especial. Entre os destaques de uso e ocupação do solo, temos o Terminal Rodoviário, o Terminal Urbano de Transporte Público Coletivo e a Estação Ferroviária.

A região possui fluxo moderado de pessoas e seu acesso é feito por vias importantes da malha urbana, tais como: rua Quinze de Novembro e rua Antonio de Godoy.

A área analisada pertence à bacia hidrográfica do córrego Canela, possui altas taxas de impermeabilização do solo e declividade média de 6%. Os dispositivos de microdrenagem estão presentes em todo o trecho com rendimento insatisfatório.

O trecho possui áreas verdes/lazer que podem ser utilizadas para a detenção das águas pluviais. Outro local que poderia ser utilizado para esse fim, seria a área correspondente à Estação Ferroviária e seu entorno imediato, uma vez que a linha férrea é um impeditivo aos deslocamentos na área central e deveria ser desativada no trecho urbano.

De acordo com metodologia proposta no trabalho, o trecho possui vulnerabilidade mediana a enchentes.

A Figura 6.86 representa análise SWOT do Trecho 08.

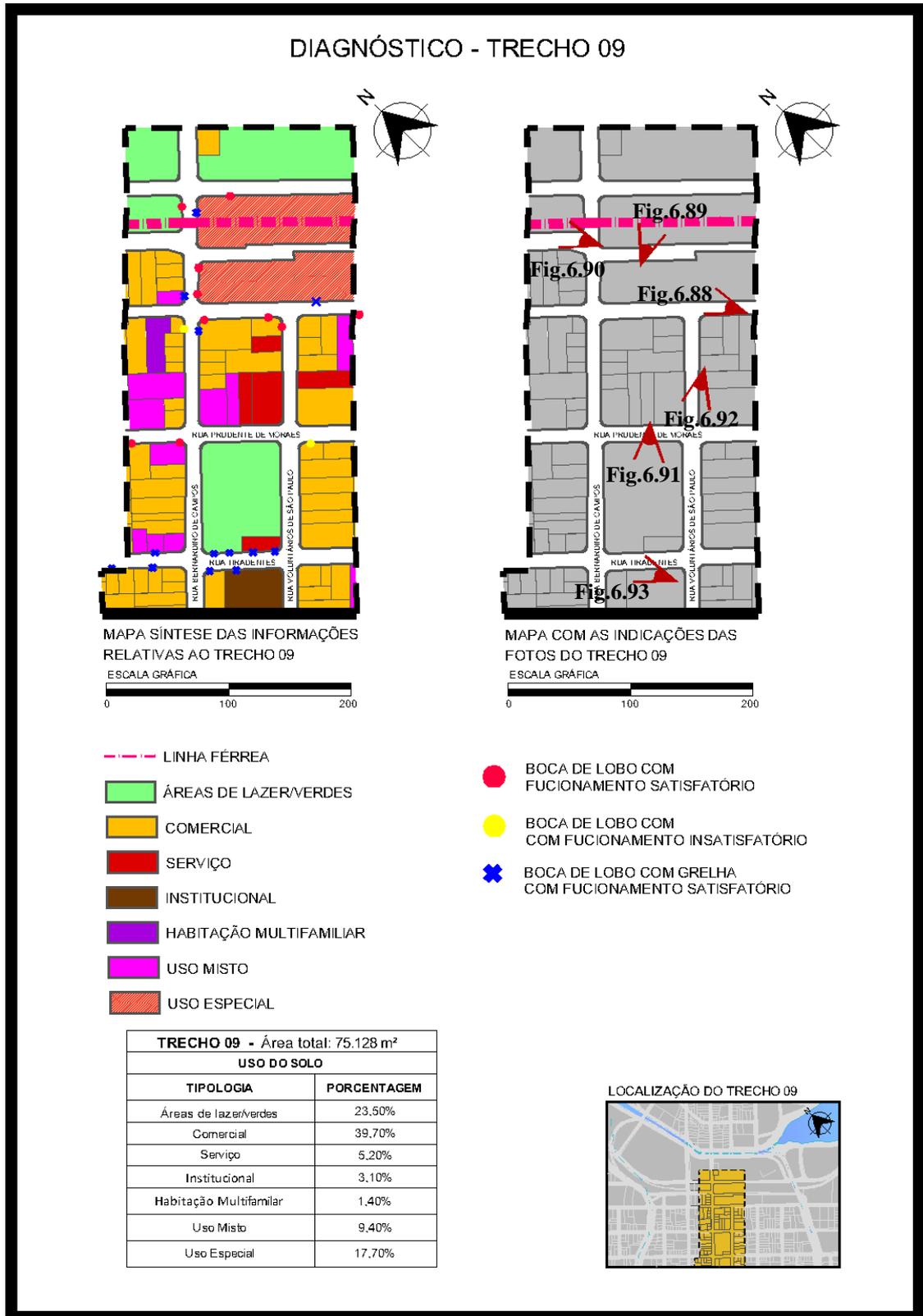
**Figura 6.86** Análise SWOT – Trecho 08.



Fonte: Elaborado pela autora, 2013.

6.2.9. TRECHO 9

Figura 6.87 Mapa síntese do Trecho 09.



Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

**Figura 6.88** Terminal rodoviário de São José do Rio Preto-SP.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.89** Vista da estação ferroviária a partir do terminal rodoviário.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.90** Cruzamento em nível da linha férrea na rua Bernardino de Campos.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.91** Praça Dom José Marcondes na área central da cidade.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.92** Comércio e serviço na rua Voluntários de São Paulo.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

**Figura 6.93** Boca de lobo com grelha na região do central de São José do Rio Preto-SP.



Fonte: Beatriz de Carvalho Ártico, 2013.

## Ficha de avaliação do trecho 09

CURSO D'ÁGUA: CÓRREGO CANELA/BORÁ – ÁREA DIVISOR DE ÁGUAS										
TRECHO: 09										
ÁREA TOTAL: 78.448 m <sup>2</sup>										
DATA DA COLETA: 29/07/2012										
PARA ME TROS	CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO									Σ
I. Uso e Ocupação do Solo	A. Tipologia de uso e ocupação do solo urbano			B. Presença de áreas verdes			C. Distância entre o eixo do rio e edificações			Σ I
	Acima de 60% ocupado por áreas comerciais e serviços	De 30 a 60% ocupado por áreas comerciais e serviços	Menos de 30% ocupado por áreas comerciais e serviços	Ausência de áreas verdes	Presença de pequenas áreas verdes, como canteiro central, calçadas, jardins, etc., com baixo potencial para retenção das águas pluviais	Presença de grandes áreas verdes, como praças, parques lineares, etc., com potencialidade para retenção das águas pluviais	Menos de 50 metros entre eixo do rio e edificações	Entre 50 - 100 metros de distância entre eixo do rio e edificações	Acima de 100 metros entre eixo do rio e edificações	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	4
II. Bacia Hidrográfica	A. Forma da bacia hidrográfica			B. Permeabilidade da bacia hidrográfica			C. Declividade da bacia hidrográfica			Σ II
	Bacia hidrográfica compacta	Bacia hidrográfica alongada	Bacia hidrográfica ramificada	Mais de 60% impermeabilizada	Entre 30 e 60% impermeabilizada	Menos de 30% impermeabilizada	Acima de 30% de declividade	De 10 a 30% de declividade	Até 10% de declividade	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	6
III. Drenagem Urbana	A. Dispositivos de Microdrenagem			B. Dispositivos de Retenção/Detenção			C. Modificação no Curso d'água			Σ III
	Ausente totalmente.	Presente nos principais pontos, com mau funcionamento e/ou obstruções	Presente em toda a extensão analisada, com desempenho satisfatório.	Ausência de dispositivos de retenção e/ou detenção de águas pluviais	Presença de dispositivos de retenção e/ou detenção em áreas adjacentes	Presença de dispositivos de retenção e/ou detenção na área analisada	Canalizado e/ou Tamponado totalmente no trecho analisado	Canalizado e/ou Tamponado parcialmente no trecho analisado	Sem modificações	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	8
IV. Vulnerabilidade a Enchentes	A. Incidência de enchentes			B. Fluxo de Pessoas			C. Sistema de Alerta de Enchentes			Σ IV
	Periódicas	Esporádicas	Nunca	Grande fluxo de pessoas durante o dia, caracterizado por vias de estruturais e coletoras	Fluxo moderado de pessoas durante o dia, caracterizado por vias secundárias no sistema viário	Fluxo baixo de pessoas, caracterizado por vias de acesso local no sistema viário	Nenhum sistema de alerta de enchentes	Sistema de alerta parcial de enchente, sem a comunicação com as partes interessadas	Sistema de alerta de enchentes, com funcionamento adequado e sistema de comunicação as partes afetadas	
	3	2	1	3	2	1	3	2	1	6
<b>Σ TOTAL</b>										<b>24</b>

## DIAGNÓSTICO TRECHO 09

O Trecho 09 localiza-se no trecho correspondente ao divisor de águas dos córregos Canela e Borá. É caracterizado por áreas comerciais, verdes/lazer e de uso especial, com destaque para: o Terminal Rodoviário, o Terminal Urbano de Transporte Coletivo e a Praça Dom José Marcondes.

A região possui fluxo moderado de pessoas e seu acesso é feito por vias importantes da malha urbana, tais como: rua Bernardino de Campos e rua Voluntários de São Paulo.

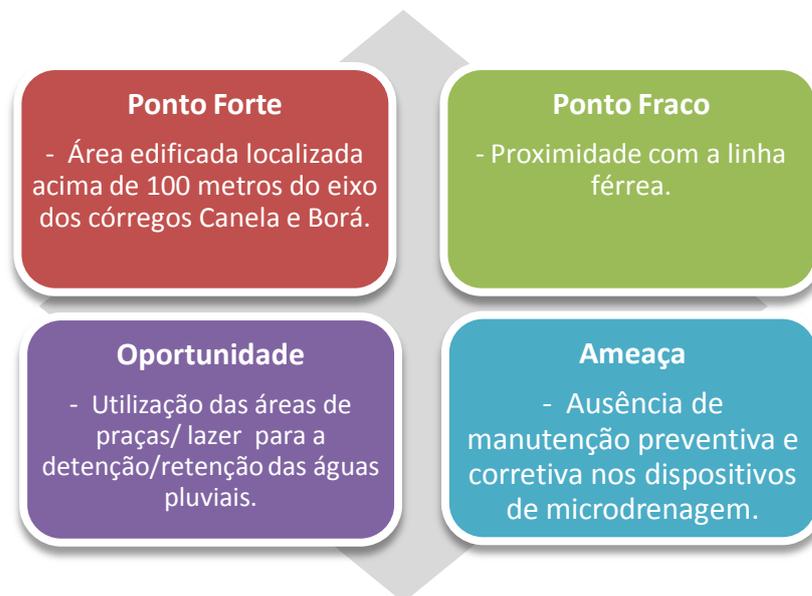
A área analisada pertence a duas bacias hidrográficas - córregos Canela e Borá – refletindo em altas taxas de impermeabilização do solo e declividade média de 5%. Os dispositivos de microdrenagem (bocas de lobo simples e com grelha) estão presentes no trecho analisado com rendimento insatisfatório devido à presença de diversas obstruções e ausência de manutenção.

Por pertencer a uma área de divisor de águas, ou seja, com trecho de maior altitude dentro da área avaliada, a região não sofre com as enchentes e alagamentos. Porém, decidiu-se por avaliá-la devido o histórico de enchentes em suas áreas adjacentes histórico de enchentes. A presença de áreas verdes/lazer, bem como área correspondente à Estação Ferroviária, poderiam ser utilizadas para a retenção/detenção das águas pluviais.

De acordo com metodologia proposta no trabalho, o trecho possui vulnerabilidade baixa a enchentes.

A Figura 6.94 representa análise SWOT do Trecho 09.

**Figura 6.94** Análise SWOT – Trecho 09.



Fonte: Elaborado pela autora, 2013.

### 6.3. DIAGNÓSTICO DAS ÁREAS VULNERÁVEIS A ENCHENTES

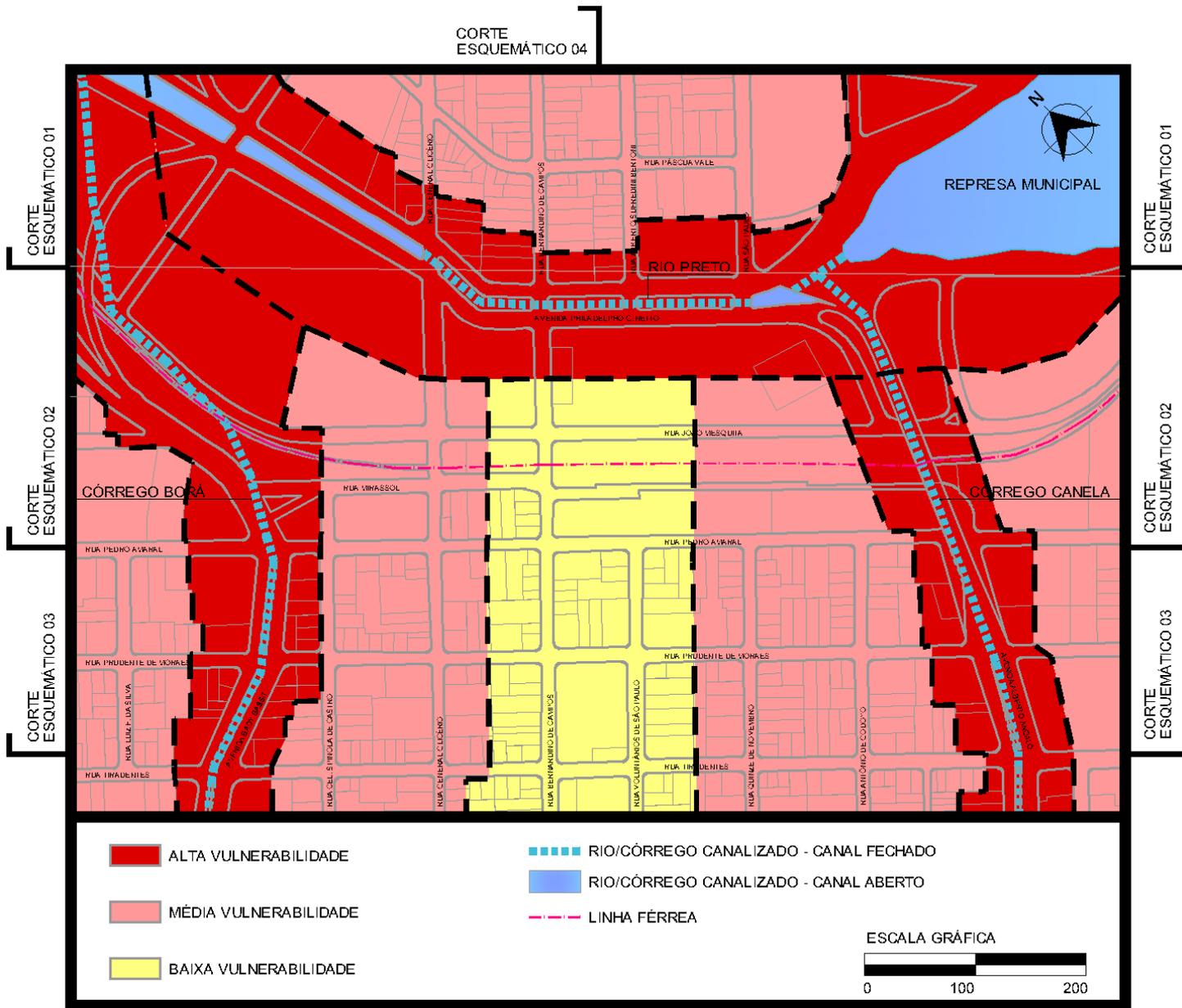
Após a análise trecho a trecho das áreas vulneráveis a enchentes em São José do Rio Preto-SP, verifica-se a necessidade de expor os diagnósticos obtidos através de análises, bem como mapa síntese e cortes esquemáticos para a visualização da metodologia aplicada.

Com isso constatou-se que:

- a) O uso e ocupação do solo na área analisada têm como característica a presença de grandes áreas ocupadas por comércios e serviços, o que propicia à maior exposição de bens e de pessoas, aumentando o grau de vulnerabilidade da região;
- b) As áreas verdes/lazer presentes em grandes extensões poderiam ser utilizadas para a retenção/detenção das águas pluviais, auxiliando a mitigação dos impactos das enchentes;
- c) As bacias hidrográficas estudadas possuem alto índice de impermeabilização do solo, acelerando o escoamento superficial e, conseqüentemente, tornando a área mais vulnerável a enchentes;
- d) As áreas presentes no entorno imediato do eixo dos rios/córregos são mais vulneráveis a enchentes, devido, entre outros fatores, a proximidade das edificações com os cursos d'água;
- e) As áreas com cotas mais baixas são mais suscetíveis, visto que as águas pluviais escoam rapidamente para esses lugares, devido às altas taxas de impermeabilização do solo;
- f) A ausência de manutenção corretiva e preventiva nos dispositivos de micro e macrodrenagem são prejudiciais à região, tornando-a mais vulnerável a enchentes;
- g) A região tem intenso fluxo de pessoas e bens ao longo de todo o dia, o que propicia à exposição dos mesmos ao fenômeno das enchentes;
- h) Ao analisar o histórico de enchentes, verifica-se que a região sofre constantemente com o fenômeno, sendo necessários estudos e ações que visam minimizar os impactos na área analisada.

A Figura 6.95 representa um mapa síntese das áreas vulneráveis a enchentes em São José do Rio Preto-SP, demonstrando a classificação dos trechos avaliados quanto a suscetibilidade ao fenômeno.

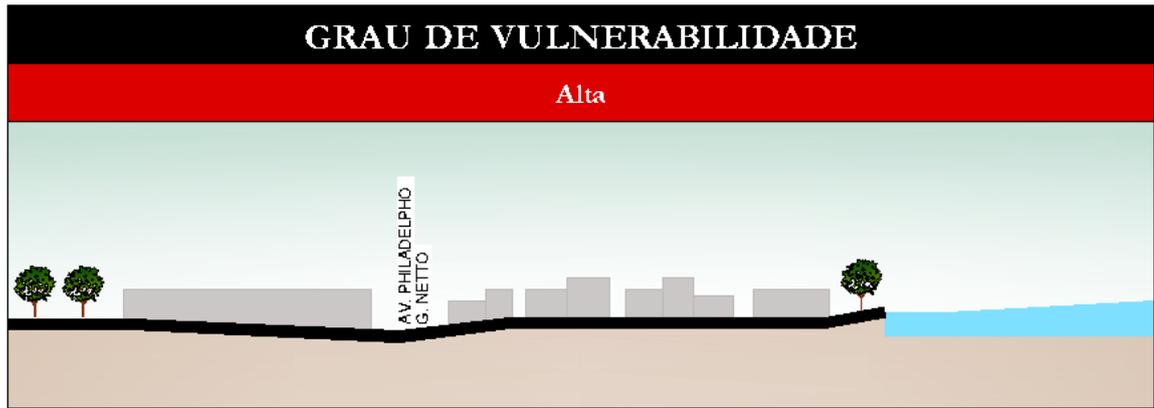
**Figura 6.95** Mapa síntese das áreas vulneráveis a enchentes em São José do Rio Preto-SP.



Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

A Figura 6.96 representa um corte esquemático longitudinal que tangencia a região próxima a Avenida Philadelpho Gouvêa Neto, cujo alto grau de vulnerabilidade a enchentes relaciona-se com: a) a presença de uma grande área que recebe rapidamente as águas pluviais por meio do escoamento superficial e das altas declividades nas áreas adjacentes; b) a interceptação do Rio Preto com os Córregos Canela e Borá; c) ao estrangulamento do canal do Rio Preto próximo a Represa Municipal. Contudo, verifica-se que há possibilidade de mitigação das enchentes no trecho, uma vez que as áreas destinadas ao uso de praças e recreação poderiam ser acrescidas de uma nova função, ou seja, para a retenção/detenção das águas pluviais.

**Figura 6.96** Corte esquemático 01 – Grau de vulnerabilidade a enchentes.

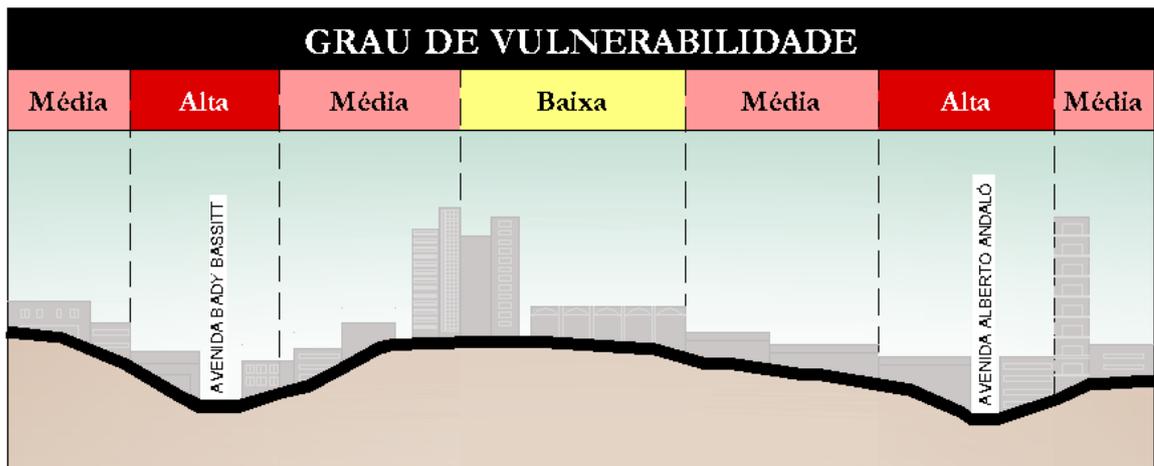


CORTE ESQUEMÁTICO 01

Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

As Figuras 6.97 e 6.98 ilustram a região entre os Córregos Canela e Borá. Constatase que a área possui vulnerabilidade alta a enchentes nos trechos correspondentes às avenidas Bady Bassitt e Alberto Andaló, devido: a proximidade entre as edificações e o leito dos córregos, a presença de grandes áreas de comércio e de serviços, a ausência de áreas verdes, as altas taxas de impermeabilização do solo e a ausência de sistema de alerta de enchentes. As áreas situadas no entorno imediato das avenidas possuem vulnerabilidade mediana, pois apesar de muito adensadas, possuem distância maior de 100 metros entre eixo dos córregos e edificações e situam-se em cotas mais altas. Por fim a região central possui vulnerabilidade baixa, visto que é uma área cujas características físicas, históricas e hidráulicas permitem uma segurança maior com relação à suscetibilidade ao fenômeno das enchentes.

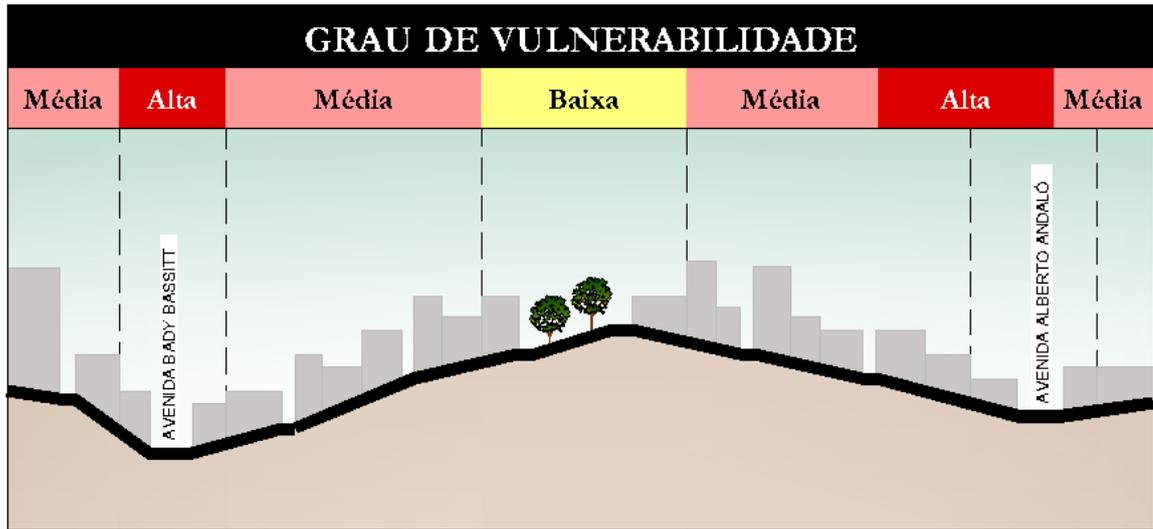
**Figura 6.97** Corte esquemático 02 – Grau de vulnerabilidade a enchentes.



CORTE ESQUEMÁTICO 02

Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

**Figura 6.98** Corte esquemático 03 – Grau de vulnerabilidade a enchentes.

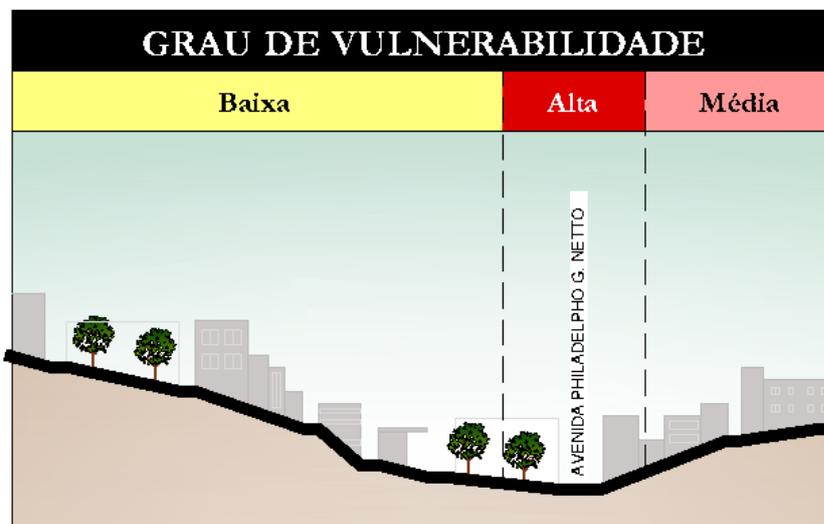


CORTE ESQUEMÁTICO 03

Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

A Figura 6.99, por sua vez, representa um corte esquemático transversal da área analisada. A região correspondente à Avenida Philadelpho Gouvêa Neto apresenta vulnerabilidade alta a enchentes, visto sua proximidade com o leito do Rio Preto, a presença de grandes áreas impermeabilizadas, bem como o recebimento das águas dos córregos Canela e Borá, propiciam tal fenômeno. A área situada no entorno imediato da avenida, do lado direito, possui vulnerabilidade mediana, uma vez que, entre outros fatores, distancia-se mais de 100 metros entre eixo dos córregos e edificações. Contudo, a área representada pelo entorno imediato ao Rio Preto na margem esquerda apresenta baixa vulnerabilidade a enchentes, pois, entre outros fatores, situa-se em cotas mais elevadas.

**Figura 6.99** Corte esquemático 04 – Grau de vulnerabilidade a enchentes.



CORTE ESQUEMÁTICO 04

Fonte: Elaborado pela autora, baseado em mapa digital fornecido pela PM-SJRP, 2013.

## 7. CONCLUSÕES

A discussão sobre áreas vulneráveis a enchentes pauta-se, principalmente, em ações que visam mitigar os impactos desse fenômeno para o desenvolvimento mais sustentável das cidades. A presente pesquisa estabelece uma relação entre tal problemática com os principais pontos de atenção que atuam direta ou indiretamente sobre a temática, tais como uso e ocupação do solo, bacia hidrográfica, drenagem urbana e vulnerabilidade.

Outrossim, essa dissertação teve como ferramenta o desenvolvimento de um método para identificar a vulnerabilidade de áreas propícias a enchentes, visando mensurar seu grau de suscetibilidade e promover conhecimento para a disseminação da importância da mitigação dos impactos desse fenômeno nas áreas urbanas. Com isso, conclui-se que:

- A pesquisa identificou os fatores que atuam direta e indiretamente na sistemática das enchentes: uso e ocupação do solo, bacia hidrográfica, drenagem urbana e vulnerabilidade e enchentes;
- O método de avaliação das áreas vulneráveis a enchentes desenvolvido ao longo da pesquisa relaciona parâmetros e critérios que devem ser analisados para mitigar os impactos do fenômeno na área urbana;
- Os resultados obtidos com a aplicação do método gerou um panorama do grau de vulnerabilidade a enchentes na área em estudo, o que pode ser um instrumento para auxiliar as áreas expostas à mitigação dos impactos;
- O diagnóstico das áreas vulneráveis a enchentes estabeleceu as características da região frente ao fenômeno, bem como a proposição melhorias para as mesmas;
- Os dados resultantes, juntamente com o mapa síntese e os cortes esquemáticos representaram um diagnóstico da área analisada, com o intuito de demonstrar o grau de vulnerabilidade a enchentes através de um sistema de identificação visual com as fichas de avaliação;
- A metodologia desenvolvida para analisar as áreas vulneráveis a enchentes pauta-se em uma ferramenta para mitigar os impactos do fenômeno sobre o âmbito citadino;

Portanto, a partir dos resultados alcançados, conclui-se que a metodologia proposta para análise das áreas vulneráveis a enchentes pode servir como referência para estudos sobre a temática, bem como para planejadores do meio urbano.

## 8. SUGESTÕES E RECOMENDAÇÕES

Tem-se como sugestões para as áreas vulneráveis a enchentes em São José do Rio Preto-SP:

- A utilização dos terrenos vazios, das áreas de praças e de lazer como áreas para auxiliar na detenção/retenção das águas pluviais, tais como a inclusão de planos de infiltração, poços de retenção, pavimentos porosos, entre outros dispositivos que possam auxiliar nesse processo;
- A desativação da linha férrea na área central da cidade, uma vez que a mesma representa um risco para os usuários do entorno imediato, e a utilização da área pertencente à Estação Ferroviária para a retenção da água pluvial, bem como para auxiliar na mitigação dos impactos das enchentes da região central;
- A adoção de medidas regulatórias para o crescimento da cidade próximo as nascentes dos Córregos Canela e Borá, evitando a retirada da massa vegetativa e preservando altas taxas de permeabilidade do solo;
- O desenvolvimento de sistema de alerta para as áreas vulneráveis a enchentes, a fim de monitorar e sinalizar a população sobre o fenômeno para mitigar os impactos negativos aos bens e pessoas sujeitos às áreas próximas a enchentes;
- Por fim, recomenda-se o planejamento dos recursos hídricos, bem a manutenção corretiva e preventiva dos dispositivos de micro e macro drenagem, visando o efetivo funcionamento dos mesmos.

Tem-se como recomendações para as futuras pesquisas relacionadas às áreas vulneráveis a enchentes:

- A realização de estudos mais aprofundados sobre as bacias hidrográficas, buscando identificar as principais características das mesmas;
- A verificação das áreas selecionadas, bem como a aplicação do método em diferentes épocas do ano, visando obter um diagnóstico mais conciso;
- A revisão acerca dos principais parâmetros que norteiam a pesquisa, com o intuito de obter mais critérios de avaliação para o método;
- Por fim, a presença de uma equipe multidisciplinar para auxiliar na elaboração dos levantamentos e diagnósticos, uma vez que cada especialista contribua com seus conhecimentos para a mitigação dos impactos das enchentes nas áreas urbanas.

## REFERÊNCIAS

ACIOLY, C.; DAVIDSON, F. **Densidade Urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana**. Rio de Janeiro: Mauad, 1998.

AMORIM, L. M. de. **Ocupação de Fundos de Vale em Áreas Urbanas**. Estudo de Caso: Córrego do Mineirinho, São Carlos – SP. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.

ARCE, M. F. **Center for Geophysical Research**. Disaster Research Program, University of Costa Rica, 2005

AZEVEDO, A.M. **Territorialidade e Plano Diretor de São José do Rio Preto**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, 2004.

BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. O.; BARRAUD, S. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH, 2005. 266p

BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I.; WISNER, B. **Vulnerabilidad: el entorno social, político y económico de los desastres**. Tercer Mundo Editores, Colombia, 1996.

BOTELHO, R.G.M. Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica. In: Guerra, A. J. T.; Silva, A. S. da; Botelho, R. G. M. et al. **Erosão e Conservação de Solos Conceitos, temas e aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasi, 3ª edição, 2007, p. 269.

BUENO, J.C.L. **A Expansão Física de São José do Rio Preto de 1980 a 2000**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Urbanismo e Arquitetura de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.

BRASIL. **Lei Federal nº 6.766/79, de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Diário Oficial da União, Brasília, 1979.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 2001.

BRASIL, Ministério das Cidades. **Programa de Drenagem Sustentável: Apoio ao Desenvolvimento do Manejo das Águas Pluviais Urbanas**. Brasília: Ministério das Cidades, Secretaria Nacional do Meio Ambiente, 2005.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União, Brasília, 2007.

BRASIL. Ministério das Cidades/Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios**. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

CAMERON, J.W. **Managing risks across the public sector – Good practice guide**. Auditor General Victoria. Austrália, 2004. Disponível em: [http://www.audit.vic.gov.au/reports\\_better\\_practice/Risk\\_guide\\_final.pdf](http://www.audit.vic.gov.au/reports_better_practice/Risk_guide_final.pdf), acesso em agosto de 2011.

CAMPANA, N.A; TUCCI, C.E.M. **Estimativa de área impermeável de macro-bacias urbanas**. RBE - Revista Brasileira de Engenharia: Caderno de Recursos Hídricos, vol.12, n.2, 1994.

CARVALHO, J.G. **Dimensões regionais e urbanas do desenvolvimento socioeconômico em São José do Rio Preto**. São José do Rio Preto: Editora Microlins, 2007.

CERRI, L.E.S.; AMARAL, C.P. Riscos geológicos. In: Oliveira, A.M. dos S.; Brito, S.N.A. de. **Geologia de Engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Ed. Edgard Blucher, 1974.

CÔRREA, R.L. **O espaço urbano**. São Paulo: Ática, 1989.

DEFESA CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Boletim da Operação Verão 2011**. Defesa Civil do Estado de São Paulo, 2011.

DIÁRIO DA REGIÃO. Consultado em junho de 2012. <[www.diarioweb.com.br](http://www.diarioweb.com.br)>.

EM-DAT Emergency Databse. OFDA/CRED – The Office of US Foreign Disaster Assistance/Centre for Research on the Epidemiology of Disasters – Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium, 2009. Disponível em: <http://www.emdat.be/Database>, acesso em agosto de 2011.

FERREIRA, A.B.H. **Dicionário da Língua Portuguesa**. São Paulo: Positivo, 2010.

FIGUEIREDO, I.B.S. **Os Reflexos da Urbanização no Sistema de Drenagem em Fundos de Vale**. Estudo de Caso: Parque do Povo: Presidente Prudente – SP. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

FORMAN, R.T.T. **Land mosaics: The ecology of landscapes and regions**. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

GELDOF, G.D. **Adaptative water management: integrated water management on the edge of chaos**. Water Science and Technology, v.32, p. 7-13, 1995.

GENZ, F; TUCCI, C.E.M. **Infiltração em superfícies urbanas**. Revista Brasileira de Engenharia. Caderno de Recursos Hídricos, v.13, n.1, jun, 1995.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 372 p.

HIGUEIRAS, E. **Urbanismo bioclimático. Criterios medioambientales en la ordenación de asentamientos**. Resumo da Tese de Doutorado apresentado a Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, 1997. Disponível em: <<http://habitat.aq.upm.es/ub/>>. Acesso em 17 maio 2011.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia Estatística**. Disponível em: [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)

LIMA, W.P. **Princípio de manejo de bacias hidrográficas**. Piracicaba: ESALQ-USP, 1976.

LIRA, A.M. **Avaliação das Condições do Sistema de Macrodrenagem da Cidade de São Carlos – SP.** Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2003, p. 188.

MENDIONDO, E.M. **Reducing vulnerability to disasters in urban areas of humid tropics**, In: J. Goldenfum et al (eds) “Urban water management in humid tropics”, UNESCO, Paris, 2008.

MONTE-MÓR, R.L.M. **O que é o urbano, no mundo contemporâneo.** Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2006.

MORRIS, A.E.J. **La historia da forma urbana desde sus Orígenes hasta la revolución industrial.** Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1998.

MOTA, S. **Urbanização e Meio Ambiente.** Rio de Janeiro: ABES, 1999

MOTA, S. **Planejamento urbano e preservação ambiental.** Fortaleza: Edições UFC, 1981.

NOCETTI, T.F. **A visão dos atores no sistema de drenagem urbana: uma análise crítica na gestão dos recursos humanos.** Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2008.

PINHO, P.M. **Aspectos Ambientais da Implantação de “Vias Marginais” em Áreas Urbanas de Fundo de Vale.** Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO. **Conjuntura Econômica de São José do Rio Preto.** Prefeitura Municipal, 2011.

INSTITUTO PÓLIS. **Estatuto da Cidade: guia para implementação pelos municípios e cidadãos.** Brasília, 2001.

POMPÊO, C. A. **Drenagem Urbana Sustentável.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v.5, n.1, 2000.

PORTO, R.M, ZAHEF, F., TUCCI, C.E.M., BIDONE, F. Drenagem Urbana. In: **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** Porto Alegre: Editora da Universidade – UFRGS/ABRH, 2.ed. , 2001.  
RIBEIRO, E.R. **Avaliação de impactos ambientais em assentamentos urbanos de interesse social: estudo de viabilidade de aplicação de matrizes de interação.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1999.

RAMOS, M.M.G. **Drenagem Urbana: aspectos urbanísticos e metodológicos em Belo Horizonte.** (Dissertação de Mestrado) Escola de Engenharia - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1998.

ROMERO, M.A.B. **O desafio da construção de cidades.** Revista Arquitetura e Urbanismo, Ed.142, 2006. Disponível em: <<http://www.revistaau.com.br/arquitetura-urbanismo/142/o-desafio-da-construcao-de-cidades-21835-1.asp>>. Acesso em 15 maio 2011.

SANTOS, D.G.; SILVA, M.K.A.; FLORÊNCIO, B.A.B.; COLESANTI, R.M. **A mudança na rede de drenagem provocada pela canalização e urbanização da microbacia do**

**córrego São Pedro, no município de Uberlândia – MG.** Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. São Paulo, 2005. p. 1043-1052.

SÃO JOSÉ DO RIO PRETO. **Lei nº.535 de 25 de fevereiro de 1958** - Zoneamento e Ordenamento Urbano. São José do Rio Preto, 1958.

SÃO JOSÉ DO RIO PRETO. **Lei nº.10.290 de 24 de dezembro de 2008** - Programa Permanente de Gestão das Águas Superficiais (PGAS) da Bacia Hidrográfica do Rio Preto. São José do Rio Preto, 2008.

SERRA, G. **O espaço natural e a forma urbana.** São Paulo: Nobel, 1987.

SILVA, R.S.; TEIXEIRA, B.N.A.R. **Urbanismo e saneamento urbanos sustentáveis: desenvolvimento de métodos para análise e aprovação de projetos.** São Carlos: Universidade Federal de São Carlos. Relatório de Atividades, 1999.

SILVA, R.S.; MAGALHÃES, H. **Ecotécnicas urbanas.** Ciência & Ambiente. n.7, p. 33 -42. 1993.

SILVEIRA, A.L.L. **Drenagem Urbana, Aspectos e Gestão.** Artigo Técnico. Rio Grande do Sul, 1º edição, 2002.

TEODÓZIO, D. M. **Do Sertão à Cidade - Planejamento urbano em São José do Rio Preto: dos anos 50 aos anos 2000.** Tese de Doutorado - Faculdade de Urbanismo e Arquitetura de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.

TRIBUNAL DAS ÁGUAS. El Tribunal de las Aguas de Valencia. Disponível em: <http://www.tribunaldelasaguas.com>, acesso em agosto de 2012.

TSUTIYA, M.T.; BUENO, R.C.R. **Contribuição de águas pluviais em sistemas de esgoto sanitário no estado de São Paulo.** In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, n.23, 2005, Campo Grande. Disponível em: [www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/II-364.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/II-364.pdf), acesso em agosto de 2012.

TUCCI, C.E.M.; SILVEIRA, A. **Gerenciamento da drenagem urbana.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2001.

TUCCI, C.E.M.; MENDES, C.A. **Curso de Avaliação ambiental integrada de bacia hidrográfica.** Ministério do Meio Ambiente/SQA. Brasília: MMA/SQA, 2006.

TUCCI, C.E.M. Inundações Urbanas. In: Tucci, C.E.M.; Porto, R.L.L.; Barros, M.T. **Drenagem Urbana.** Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 1995, v.5, p.15-36.

TUCCI, C.E.M.; MARQUES, D.M. **Gerenciamento Ambiental da Drenagem Urbana.** Porto Alegre: ABRH; 2000.

TUCCI, C.E.M. **Gerenciamento da Drenagem Urbana.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 7, n.1, p.5-27, Jan/Mar 2002.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia Ciência e Aplicação.** Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH). Porto Alegre: Editora da UFRGS, 3ª ed., 2004, p. 943.

UN-ISDR – **United Nations International Strategy for Disaster Reduction**. 2009. Terminology on Disaster Redution. Disponível em: <http://www.unisdr.org>, acesso em janeiro de 2011.

VENDRAMINI, P.R.J.; BRUNA, G.C.; MARQUES, J.C.M.. **Fragilidade ambiental das áreas urbanas: o metabolismo das cidades**. Arqtextos, São Paulo, 05.059, Vitruvius, 2005. Disponível em: <<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arqtextos/05.059/472>>. Acesso em 11 maio 2011.

VEYRET, Y. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007.

VILLELA, S.M.; MATTOS, A. **Hidrologia Aplicada**. São Paulo: Editora Mc Graw Hill, 1975. p.245.

VILLAÇA, F. **Espaço intra-urbano no Brasil**. São Paulo: Studio Nobel, 1998. 376p.

WILSON, E.M. **Engineering Hydrology**. London: Mcmillan, 1969.

YIN, R.K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2001.