



PMRH
PLANO MUNICIPAL DE
RECURSOS HÍDRICOS

VOLUME 1

PANORAMA E ESTADO DOS RECURSOS HÍDRICOS

2016



PREFEITURA DE
CAMPINAS
Um novo tempo
para nossa cidade



Esta publicação é organizada por:

Prefeitura Municipal de Campinas

Secretária Municipal do Verde, Meio Ambiente e
Desenvolvimento Sustentável - SVDS
Diretoria do Verde e Desenvolvimento Sustentável - DVDS
Avenida Anchieta, 200 Centro
Campinas/São Paulo
CEP 13.015-904
tel: (19) 2116.8487

2a Edição: 2016

Editores Técnicos:
Cezar Capacle
Patrícia Souza

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS

JONAS DONIZETTE

Prefeito

Henrique Magalhães Teixeira

Vice-Prefeito

Rogério Menezes

Secretário Municipal do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

PLANO MUNICIPAL DE RECURSOS HÍDRICOS

SUPERVISÃO GERAL

Andrea Cristina de O. Struchel
Guilherme T. N. Pereira de Lima
Sylvia Regina Domingues Teixeira

COORDENAÇÃO GERAL

Isadora Rebelo Salviano

Grupo Técnico de Trabalho

Sociedade de Abastecimento e Saneamento S/A – SANASA

Paulo Roberto Szeligowski Tinel
Gustavo Arthur Mechlin Prado
Myrian Nolandi Costa

Secretaria Municipal de Assuntos Jurídicos

Ronaldo Vieira Fernandes
Gisele Batista Tibiriçá

Secretaria Municipal de Chefia de Gabinete do Prefeito

Paulo Ribeiro Romeiro
Ivan Ricardo Klock de Oliveira

Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico, Social e de Turismo

Lucca Vichr Lopes
Nivaldo Antônio da Silva
Juliana Leite
Guilherme Parra Camargo

Secretaria Municipal de Educação

Juliano Pereira de Mello
Maria José Adami
Lúcia Helena Pegolo Gama

Secretaria Municipal de Habitação

Odil Tales Pereira
Lina Dornelas de Camargo

Secretaria Municipal de Infraestrutura

Telma Aparecida Vicentini
Vitor Rafael de Andrade Assunção

Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento Urbano

Marilis Busto Tognoli
Miriam Lizandra Lima

Secretaria Municipal de Saúde

Ivanilda Mendes
Dinah T. T. Gondim Galbes

Secretaria Municipal de Serviços Públicos

Fernando Iório Carbonari
Márcia Calamari

Secretaria Municipal do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Geraldo Ribeiro de Andrade Neto
Ivie Emi Sakuma Kawatoko
Sueli A. Thomaziello
Paulo Ricardo E. de Carvalho Neto
Phillip de Souza Cardoso

COLABORADORES

Secretaria Municipal do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável

Adriano Gomes
Alethea Borsari
Ana Luiza Beraldo
Ângela Cruz Guirao
Carlos Martins
Cezar Capacle
Daniel Prenda
José Carlos Borges
Juliano Braga
Maria Eugênia
Mariana Cisotto
Patrícia Souza
Paulo R. F. Estopa
Rafaela Lancone
Raquel Gimenez Rodrigues
Ricardo Amon
Ricardo Moreira Casetta
Roberto Alberto Rossant
Vitor Ribeiro

Sociedade de Abastecimento e Saneamento S/A – SANASA

Amanda Alves de Lima
Fábio Giardini Pedro
Natália de Freitas Colesanti Perlette

Estagiários

Ana Carla D'Arc dos Santos
Engenharia Ambiental

Bianca Maris Egger do Nascimento
Engenharia Ambiental

Bruno Nicolau Ignacio Alves
Engenharia Ambiental

Maressa Martins de Moraes
Ciências Biológicas

Vanessa Ribeiro da Silva
Ciências Biológicas

APRESENTAÇÃO

O Plano Municipal de Recursos Hídricos é o instrumento de gestão capaz de definir diretrizes gerais e específicas para nortear a implementação ou conformação dos instrumentos da Política de Recursos Hídricos para o Município de Campinas. Os principais instrumentos legais que norteiam o PMRH são: Lei Federal nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei Estadual nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, que institui Política Estadual de Recursos Hídricos e Lei Municipal nº 12.787, de 20 de dezembro de 2006, que institui a Política Municipal de Recursos Hídricos. Estes instrumentos legais definem o conteúdo mínimo para a elaboração do Plano.

A Prefeitura Municipal de Campinas, por meio da Secretaria Municipal do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SVDS inicia a articulação da elaboração do PMRH que conta com a parceria do Gabinete do Prefeito e das Secretarias Municipais de Assuntos Jurídicos; Desenvolvimento Econômico, Social e de Turismo; Educação; Habitação; Infraestrutura; Planejamento e Desenvolvimento Urbano; Saúde; Serviços Públicos e da Sociedade de Abastecimento e Saneamento S/A – SANASA.

Mais do que respeitar os conteúdos mínimos e acolher os preceitos legais, entendemos que o Plano deve traduzir a Campinas que queremos. Em outras palavras, o PMRH deve transparecer as percepções da sociedade, reconhecer suas potencialidades e fraquezas, oportunidades, demandas e ameaças para atender aos desafios de uso múltiplo e proteção das águas.

O PMRH está fundamentado nos pilares da Negociação e Articulação, sendo, portanto, participativo e assumindo um papel decisivo

no momento atual, em que a crise e os conflitos por água se estabelecem em todas as escalas sociais, desde o nível local até os contextos regional, nacional e internacional.

Além disso, pautado no princípio geral da prevenção o PMRH, espelhando a Lei Federal nº 9.433/97 (PNRH), que define “a gestão sistemática dos recursos hídricos não deve dissociar os aspectos de quantidade e de qualidade” (art. 3º, inciso I).


Neste sentido, o presente Plano se apoia nos princípios gerais de que:

1. O Município de Campinas é um importante elo de articulação político-institucional da região metropolitana;
2. O planejamento de uma bacia hidrográfica é uma atividade de fluxo contínuo e variável nas escalas temporais e espaciais;
3. É impossível dialogar as questões da água sem a negociação social microrregional e a articulação no contexto macrorregional;
4. O PMRH é um Plano integrador, estando associado às questões mínimas de Áreas Verdes, Áreas Protegidas, Educação Ambiental, Saneamento Básico e Ordenamento do Território; e
5. O PMRH deve promover e estimular a participação pública.

Com mais este Instrumento de planejamento a atual gestão reforça o compromisso com a preservação e recuperação dos recursos naturais, cujo uso sustentável deve embasar todo o desenvolvimento e o futuro da urbe.

Rogério Menezes

Secretário Municipal do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável



*“A água faz parte do patrimônio do planeta. Cada continente, cada povo, cada nação, cada região, cada cidade, cada cidadão é plenamente responsável aos olhos de todos”
(Declaração Universal dos Direitos da Água. Art 1º – Unesco 1992)*

SUMÁRIO

<i>CAPÍTULO 1: Aspectos Gerais</i>	17
<i>O processo de Construção do PMRH</i>	17
<i>Objetivo</i>	19
<i>Fundamentos e Princípios</i>	19
<i>Metodologia</i>	20
<i>Eixos Temáticos do Planejamento</i>	20
<i>Zoneamento de Restrições Hídricas</i>	24
<i>Volumes do PMRH</i>	24
<i>Outras Publicações PMRH</i>	24
<i>CAPÍTULO 2: EIXO NATURAL</i>	26
<i>2.1. Geologia, Geomorfologia e Pedologia</i>	26
<i>2.2. Recursos Hídricos</i>	28
<i>2.3. Clima</i>	30
<i>O potencial de erosão das chuvas</i>	34
<i>2.4. Cobertura Vegetal</i>	35
<i>A vegetação como elemento de proteção dos solos e dos rios</i>	36
<i>Controle do escoamento e infiltração</i>	36
<i>Controle de processos erosivos</i>	37
<i>Estabilidade das áreas ciliares, nascentes e o controle de vazão</i>	38
<i>Regulação do ciclo de nutrientes</i>	39
<i>2.5. Fragilidades e Potencialidades de Campinas</i>	40
<i>2.5.1. Fragilidade Hídrica</i>	40
<i>Metodologia</i>	40
<i>Fator Topográfico e Erodibilidade</i>	41
<i>Fator Proteção das Águas</i>	44
<i>As Fragilidades Hídricas de Campinas</i>	45
<i>2.5.1.1. Índice de Fragilidade Hídrica de Campinas</i>	48
<i>2.5.2. Fisiografia das microbacias de Campinas</i>	49
<i>2.5.2.1. Índice de Produção de Água (IPA)</i>	56
<i>2.5.2.2. Índice de Distribuição dos Recursos Hídricos (IDRH)</i>	59
<i>2.5.3. Potencialidades Hídricas de Proteção</i>	61

2.5.3.1. Índice de Cobertura da Vegetação da Microbacia (ICVr)	62
2.5.3.2. Índice de Cobertura da Vegetação das APP (IAPP)	63
3.1. Introdução	67
3.2. Regionalização Hidrológica de Vazão (Q7,10)	68
3.3. Índice de criticidade às demandas quantitativas	72
3.4. Balanço de Cargas Máximas Alocáveis	75
3.5. Caracterização Social de Campinas	83
Evolução do Uso e Ocupação	86
Deslocamento Populacional	91
Dinâmica Populacional e periferação da urbe	92
Dinâmica Demográfica e Social	95
3.6. Fragilidade Socioambiental	102
Metodologia	102
3.6.1. Uso e Ocupação do Território	103
3.6.1.1. Consumo de Água	104
Fator Uso do Solo (USO)	114
Fator Ocupações Irregulares (HI)	115
3.6.1.2. Perda de Área Permeável	115
Fator Impermeabilidade (IMP)	122
3.6.2. Criticidade à Saúde	123
3.6.2.1 Contaminação Química dos Aquíferos por Áreas Contaminadas	128
Fator Áreas Contaminadas (Com)	132
3.6.2.2 Contaminação Química dos Recursos Hídricos por Acidente com Produtos Perigosos	133
Fator Rota de Produtos Perigosos (RPP)	138
3.6.3. Criticidade ao Saneamento	139
3.6.3.1. Abastecimento de água potável	140
3.6.3.2. esgotamento sanitário	144
Fator Serviço de Esgotamento Sanitário (SES)	150
3.6.3.3. Limpeza Urbana Manejo dos Resíduos Sólidos	151
Fator Pontos de Descarte Irregular de Resíduos (PDR)	153
Fator Serviço de Manejo de Resíduos Sólidos (SMRS)	155
3.6.3.4. Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	156
Fator Pontos Críticos (PC)	159
3.6.4 Agravos à Saúde	160

<i>Leptospirose</i>	160
<i>Esquistossomose Mansônica</i>	165
<i>Febre Maculosa</i>	168
<i>3.7. Pressão Antrópica sobre os recursos hídricos</i>	171
<i>Metodologia</i>	171
<i>3.7.1. As Pressões Antrópicas de Campinas</i>	171
CAPÍTULO 4: EIXO INSTITUCIONAL	177
<i>4.1. Aspectos Legais da Água e dos Recursos Hídricos</i>	178
<i>Origem do Direito Da Água</i>	178
<i>Domínio das águas</i>	179
<i>Competência</i>	179
<i>Classificação das Águas</i>	180
<i>4.2. Fundamentação da gestão dos Recursos Hídricos no Brasil</i>	180
<i>Linha do Tempo</i>	181
<i>4.3. Arcabouço Legal</i>	182
<i>4.4. Governança e Gestão das Águas de Campinas</i>	185
<i>4.4.1. CAPACIDADE DE GERIR</i>	189
<i>4.4.2 Desafios e Oportunidades dos Recursos Hídricos –</i>	190
<i>4.4.2.1. Mapeamento Participativo</i>	190
<i>4.4.2.2. Mapeamento Participativo X Mapeamento Técnico</i>	199
<i>4.4.2.3. Resposta Institucional</i>	211
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	212

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Geologia de Campinas	26
Figura 2: Pedologia de Campinas	27
Figura 3: Recursos Hídricos de Campinas: Nascentes e Águas Superficiais	28
Figura 4: Recursos Hídricos de Campinas - Águas Subterrâneas	29
Figura 5: Médias mensais de precipitação pluvial em Campinas para os períodos de 1945 a 1975 (31 anos de dados) e 1988 a 2008 (21 anos). <i>Fonte: Lombardi Neto & Moldenhauer, 1992 e Cepagri, 2015</i>	31
Figura 6: Precipitação Média Anual das Microbacias de Campinas	32
Figura 7: Distribuição da vegetação natural de campinas (em 2010). <i>Fonte: Plano Municipal do Verde. 2015. Produzido por SVDS/PMC</i>	35
Figura 8: Gráfico da porcentagem de vegetação natural por fitofisionômia. <i>Fonte: Plano Municipal do Verde 2015</i>	36
Figura 9: Situação das Áreas de Preservação Permanente de Campinas	38
Figura 10: Fator Topográfico	42
Figura 11: Fator Erodibilidade	42
Figura 12: Fator proteção a eventos extremos	44
Figura 13: Fator proteção das águas	45
Figura 14: Índice de Fragilidade Hídrica de Campinas	48
Figura 15: Coeficiente de Compacidade por microbacia	55
Figura 16: Fator Forma por microbacias	56
Figura 17: Índice de Produção de Água por Microbacias	58
Figura 18: Redes Telemétricas do DAEE na área de influência de Campinas	59
Figura 19: Índice de Distribuição de Recursos Hídricos aplicado às Microbacias de Campinas	61
Figura 20: Percentual da cobertura vegetal por microbacia (APP e demais áreas)	62
Figura 21: Déficit de cobertura vegetal da microbacia	63
Figura 22: Déficit de cobertura vegetal na APP (por microbacia)	64
Figura 23: Regiões Hidrológicas Semelhantes. <i>FONTE: DAEE, 1988</i>	69
Figura 24: Criticidade às demandas quantitativas	74
Figura 25: Zonas de Gestão das Bacias PCJ <i>FONTE: CAMPINAS, 2014.</i>	77
Figura 26: Balanço de Cargas Máximas Alocáveis para as Microbacias	79
Figura 27: Balanço Estações de Tratamento de Esgoto nas Microbacias	82

Figura 28. Vegetação original do município de Campinas. Fonte: Lecocq-Müller (1947) adaptado por Christofoletti (1969)	84
Figura 29 Plano de Melhoramentos Urbanos de Campinas. Fonte: Prefeitura Municipal de Campinas. Acervo do Arquivo Municipal. Fev 2009	86
Figura 30: Uso e Ocupação do Solo. Fonte: Revisão da Lei de Uso e Ocupação de Campinas 2016. Produzido por SEPLAN/PMC. Realizado por FUPAM (2015)	87
Figura 31: Loteamentos Aprovados, por década em Campinas	88
Figura 32: Mancha Urbana de Campinas na Década de 1950. Fonte: Revisão da Lei de Uso e Ocupação de Campinas 2016. Produzido por SEPLAN/PMC. Realizado por FUPAM (2015)	89
Figura 33: mancha Urbana de Campinas na década de 80. Fonte: revisão da lei de uso e ocupação de campinas 2016. Produzido por seplan/pmc. Realizado por fupam (2015)	90
Figura 34: Fluxos de Deslocamento Pendular entre Municípios da RMC. Fonte: plano municipal de habitação de campinas, 2011. Dados produzidos por: “atlas da vulnerabilidade, 2009” nepo - unicamp	91
Figura 35: Eixos de Transporte de Cargas e Pessoas – Viário, Ferroviário e Aeroportuário	93
Figura 36: Densidade Demográfica de Campinas. Fonte: Revisão da Lei de Uso e Ocupação de Campinas 2016. Produzido por SEPLAN/PMC. Realizado por FUPAM (2015)	96
Figura 37: Índice Paulista de Vulnerabilidade Social/IPVS de Campinas	100
Figura 38: Médias do Consumo Total de Campinas. Fonte: SANASA, Programa Cidades Sustentáveis e IBGE	105
Figura 39: Consumo de Água Urbano por Bacia Hidrográfica de Campinas, 2014. Fonte: SANASA, 2015	106
Figura 40: Percentual de Usos do Solo em cada Bacia Hidrográfica de Campinas	107
Figura 41: Consumo de água por Tipo de Uso Urbano de Campinas, 2014. Fonte SANASA, 2015	108
Figura 42: Localização das Regiões Rurais de Campinas. Fonte: Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Social e do Turismo/SMDEST – 2014	110
Figura 43: Fator Uso do Solo	114
Figura 44: Fator Ocupações Irregulares	115
Figura 45: Relação entre qualidade e impermeabilização. Fonte: CWP (2003) apud ANA (2014)	116
Figura 46: Causas e Consequências da Diminuição da Infiltração em uma Bacia Hidrográfica	118
Figura 48: As cinco Micro Bacias mais impermeabilizadas de Campinas	119
Figura 47: Percentual de Área Impermeabilizada por ocupações em cada Micro Bacia de Campinas	119
Figura 50: Percentual de Área Construída por Fragilidade Hídrica	121
Figura 49: Área ocupada por Grau de Fragilidade Hídrica em Campinas	121
Figura 51: Percentual de Área Construída em 2015 por Fragilidade Hídrica por Microbacia	122
Figura 52: Fator Impermeabilidade	123
Figura 53: Áreas Contaminadas no Município de Campinas, dispostas conjuntamente com as captações subterrâneas por Aquífero	130
Plano Municipal de Recursos Hídricos	12

Figura 54: Áreas Contaminadas por Postos de Combustíveis - BTEX no Município de Campinas, dispostas conjuntamente com nascentes	131
Figura 55: Fator Áreas Contaminadas	133
Figura 56: Ocorrências de acidentes com Produtos Perigosos Atendidos pela CETESB no Município de Campinas de 2000 a 2014. * SRC - Sistema Retalhista de Combustíveis	134
Figura 57: ATTPP ATENDIDOS PELA CETESB NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS POR ANO	134
Figura 58: Rodovias envolvidas nos ATTPP no Município de Campinas	135
Figura 59: Classificação dos Produtos Perigosos - Transporte Terrestre	135
Figura 60: Impactos Ambientais - Meios Atingidos nos ATTPP no Município de Campinas	136
Figura 61: Mapa de Risco aos Recursos Hídricos devido à Acidentes no Transporte de Produtos Perigosos	136
Figura 62: Perfil de Elevação da Rodovia Dom Pedro no Município de Campinas	137
Figura 63: Fator Rota de Produtos Perigosos	138
Figura 64: Pontos de Captação de Água para Abastecimento Público e respectivas áreas de mananciais que contribuem para o abastecimento dentro da Cidade de Campinas	140
Figura 65: bairros sem abastecimento por água potável	141
Figura 66: Situação do Esgotamento Sanitário de Campinas	145
Figura 67: Fator Serviço de Esgotamento Sanitário	150
Figura 68: Situação do Coleta Seletiva do Município de Campinas	152
Figura 69: Ocupações Irregulares de Campinas	153
Figura 70: Fator Descarte Irregular de Resíduos	154
Figura 71: Fator Serviço de Manejo de Resíduos Sólidos	155
Figura 72: Pontos Críticos de micro e macrodrenagem em campinas	157
Figura 73: Situação da Drenagem Pluvial Urbana em Campinas	158
Figura 74: Fator Pontos Críticos	159
Figura 75: Comparação entre o Acumulado de Casos de Leptospirose x Precipitações por Mês nos Períodos 2007-2010 e 2011-2014. Fonte: SINANNET (base de 21/09/2015); Estação Meteorológica: CEPAGRI - UNICAMP	163
Figura 76: Áreas Vulneráveis à Transmissão de Leptospirose no Município de Campinas	165
Figura 77: Vulnerabilidade Ambiental à Esquistossomose e as Áreas de Risco e Atenção para Transmissão de Esquistossomose no Município de Campinas	167
Figura 78: Mapeamento dos LPI de casos de Febre Maculosa Brasileira confirmados no Município de Campinas (2007-2014)	170
Figura 79: Índice de Pressão sobre os Recursos Hídricos de Campinas (IP _{pa})	175
Figura 80: Linha do Tempo - Aspectos Legais da Água	182

Figura 81: Função da Governança	187
Figura 82: Função da Gestão	187
Figura 83: Trevo de Gestão Adaptado e Relação entre as Partes	189
Figura 85: Legenda do Mapeamento Participativo	191
Figura 84: Aplicação dos Biomapas	191
Figura 86: Tipologia de Danos e Potencialidades Mapeadas nas Oficinas por Ambiente Urbano e Rural	193
Figura 87: Danos identificados nas oficinas regionais	194
Figura 88: Resumo dos Principais Problemas amostrados nas Oficinas	196
Figura 89: Gráfico de Priorizados de Problemas por Bacia Hidrográfica	197
Figura 90: Mapa de Priorização dos Problemas Amostrados na Oficina Rural	199
Figura 91: Mapeamento Participativo X Técnico - Lançamento de Esgoto	200
Figura 92: Mapeamento Participativo X Técnico - Descarte De Lixo	204
Figura 93: Mapeamento Participativo X Técnico - Degradação da Mata Ciliar e Ocupação da APP	207
Figura 94: Mapa de Evolução do Perímetro Urbano. Fonte: Revisão da Lei de Uso e Ocupação de Campinas 2016. Produzido por SEPLAN/PMC. Realizado por FUPAM (2015)	208
Figura 95: mapeamento Participativo X Técnico - Expansão do Perímetro Urbano	210

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Precipitação Média Anual para as Microbacias de Campinas.....	33
Tabela 2: Fator Topográfico atribuição de pesos	41
Tabela 3. Fator Erodibilidade atribuição de pesos.....	43
Tabela 4: Dados de Fisiografia por Microbacia	52
Tabela 5: Tempo de concentração das Microbacia.....	54
Tabela 6: Valores das Constantes para Região Hidrológica de Campinas (G).....	70
Tabela 7: Estimativa de $Q_{7, 10}$ por Microbacia em Campinas	71
Tabela 8: Vazões de Captação Outorgadas em Campinas	72
Tabela 9: Vazões de Lançamento Outorgadas em Campinas.....	73
Tabela 10: Quantitativas (BDDQ) Cargas Máximas Alocáveis das Bacias PCJ (2008).....	76
Tabela 11: Balanço de Cargas Máximas Alocáveis nas Microbacias de Campinas	80
Tabela 12: Densidade Demográfica Total e por Bacia Hidrográfica de Campinas. Fonte: SEADE, 2010.....	97
Tabela 13: Taxa de Urbanização Total e por Bacia Hidrográfica de Campinas. Fonte; SEADE, 2010.....	98
Tabela 14: Índice Paulista de Responsabilidade Social - IPRS. Fonte: SEADE, 2014.....	99
Tabela 15: Índice Paulista de Vulnerabilidade Social – IPVS por Setores Censitários. Fonte: SEADE, 2010	101
Tabela 16: Fatores da Fragilidade Socioambiental.....	102
Tabela 17: Consumo de Água 2014 de Campinas por Bacia Hidrográfica em m ³ . Fonte: SANASA, 2015.....	105
Tabela 18: Consumo de Água Relativo por Bacia Hidrográfica	108
Tabela 19: Consumo de Água por Região Rural.....	110
Tabela 20: Origem e a Natureza dos Principais Poluentes Urbanos. Fonte: BAPTISTA et. al., 2005 apud PMSB, 2013	124
Tabela 21: Principais Poluentes, Fontes e Impactos na Drenagem Urbana	127
Tabela 22: Fontes de Abastecimento nas Áreas Rurais de Campinas (%/Bacia). Fonte: IBGE, 2012	142
Tabela 23: Esgotamento Sanitário previsto no PMSB para a Bacia do Rio Atibaia. Fonte: universalização - PMSB 2013	146
Tabela 24: Esgotamento Sanitário previsto no PMSB para a Bacia do Ribeirão das Anhumas.	147
Tabela 25: Esgotamento Sanitário previsto no PMSB para as Bacias dos Rios Capivari e Capivari-Mirim. Fonte: universalização - PMSB 2013.....	148
Tabela 26: Esgotamento Sanitário previsto no PMSB para a Bacia do Rio Quilombo. Fonte: PMSB – 2013.....	149
Tabela 27: Situação do manejo de Resíduos Sólidos das Áreas Rurais de Campinas (%). Fonte: IBGE 2012.....	151

Tabela 28: Casos de Leptospirose Confirmados em Campinas - 2007 a 2014. <i>Fonte: SINANNET (21/09/2015)</i>	161
Tabela 29: Incidências* de Leptospirose nos períodos de 2007 a 2010 e 2011 a 2014 por Centro de Saúde de residência	161
Tabela 30: Casos de Leptospirose por mês e ano no Município de Campinas no período 2007-2014. Fonte SINANNET (21/09/2015)	163
Tabela 31: Casos de Esquistossomose Autóctones no Município de Campinas-SP por ano de Diagnóstico- Período de 2007 a 2014. Fonte: SINANNET (21/09/2015)	166
Tabela 32: Número de Casos Confirmados de Febre Maculosa Brasileira em Campinas - Período de 2007-2014. <i>Fonte: Nasser (2014); SINANNET (21/09/2015)</i>	169
Tabela 33: Arcabouço Legal da Água	183
Tabela 34: Oficinas Participativas Diagnósticas do Plano Municipal de Recursos Hídricos	190
Tabela 35: Tipologia de danos e benefícios mapeados nas Oficinas Regionais do PMRH ocorridas em 2014	192
Tabela 36: problemas priorizados nas oficinas participativas/por grupo	195
Tabela 37: Resumo das ações para o equacionamento do tema Lançamento de Esgoto – Baseado nas sugestões das oficinas participativas.....	201
Tabela 38: Resumo das ações para o equacionamento do tema Descarte de Lixo – Baseado nas sugestões das oficinas participativas.....	203
Tabela 39: Resumo das ações para o equacionamento do tema Degradação da Mata Ciliar e Ocupação das APP – Baseado nas sugestões das oficinas participativas.....	206



Aspectos Gerais

Promover o desenvolvimento e o crescimento social de uma forma sustentável, equitativa e inclusiva requer o equacionamento da qualidade e quantidade dos serviços, dentre eles, o que manuseia a água. Neste contexto, a Lei Municipal nº 12.787/2006 instituiu a Política de Recursos Hídricos de Campinas e elencou os principais instrumentos legais e normativos sobre o tema. Dentre os instrumentos criados, foi estabelecido o Plano Municipal de Recursos Hídricos (PMRH).

A princípio, a elaboração do PMRH foi orientada pelas Políticas de Recursos Hídricos, Federal, Estadual e Municipal (Quadro 1). Elas definem objetivos e diretrizes gerais, conteúdos mínimos e instrumentos para a implementação das ações de planejamento e gestão.

Entretanto, entendemos que para elaborar um Plano Municipal de Recursos Hídricos, além da orientação legal, é necessário considerar o contexto local e usar de uma abordagem capaz de incorporar a diversidade de conteúdos correlatos e interações intrínsecas. Por isso a elaboração do PMRH desenvolveu estratégias metodológicas específicas ao contexto e a complexidade da gestão das águas de Campinas.

Antes de apresentar as estratégias metodológicas do Plano, é importante apresentar a base conceitual que orientou seu processo de elaboração.

TABELA A: MATRIZ DE ORIENTAÇÃO DAS LEIS DE RECURSOS HÍDRICOS VIGENTE

	Objetivo Geral	Diretriz Geral	Conteúdo Mínimo dos Planos	Instrumentos
Lei Federal - 1997	Assegurar disponibilidade de água; Uso racional e integrado; Prevenção e defesa	Gestão da quantidade e qualidade; Adequação da gestão aos usos múltiplos; Integração com a gestão ambiental e uso do solo; Planejamento articulado com os usuários e, com as 3 esferas;	Diagnóstico da situação atual; Análise de alternativas de crescimento demográfico, evolução produtiva e modificações dos padrões de uso e ocupação; Balanço de disponibilidade e demanda; Metas para racionalização, aumento da quantidade e melhoria da qualidade; Prioridades de outorgas, diretrizes e critérios para a cobrança;	Planos de RH; Enquadramento dos cursos de água; Outorgas; Cobrança pelo Uso; Compensação aos Municípios; Sistema de Informação
Lei Estadual - 1991	Assegurar controle e uso; Assegurar qualidade	Uso racional de água Superficial e Subterrânea; Maximizar os benefícios econômicos e sociais dos usos múltiplos; Proteção e defesa; Conservação e proteção contra poluição e superexploração;	Objetivo, diretrizes e critérios gerais; Metas de curto, médio e longo prazo; Planos de utilização prioritária, enquadramento e programas de proteção e recuperação	Outorgas;
Lei Municipal - 2006	Preservação e melhoria da qualidade e quantidade; Uso racional; Otimizar usos múltiplos; Integrar o município a gestão do PCJ	<i>Não define</i>	Justificativa das ações propostas; Detalhamento e especificações necessárias para o cumprimento das metas	PMRH; Fundo Municipal do Meio Ambiente – PROAMB; Avaliação Anual dos Recursos Hídricos – AARH;

Os recursos hídricos são componentes básicos do meio ambiente assim como o ar, solo e cobertura vegetal consistem em elementos e condições precípuas sob a qual o uso e a ocupação do território devem ser estabelecidos. Assim para a gestão e o planejamento dos recursos hídricos, há de se pensar que eles são submetidos constantemente a dinâmica territorial sobre a qual se constrói um município e, portanto, deve ser abordada a partir de duas perspectivas, uma inerente aos processos ambientais naturais e outra

relacionada à interface com o sistema antrópico ou a forma como os recursos naturais são utilizados e apropriados pelo homem.

Sob a perspectiva inerente aos “recursos naturais” de um território, a água é um componente da paisagem que promove, dentre outros, a manutenção da biodiversidade, o fluxo gênico, a diversidade genética, a qualidade e a autoregulação dos recursos naturais. Por outro lado, é um recurso amplamente utilizado pelo homem, direta ou indiretamente em serviços básicos de provisão e subsistência como a alimentação, a dessedentação, a saúde, o saneamento e a energia, até usos como commodities para fins de comércio, indústria e serviços.

Neste sentido, a gestão dos Recursos Hídricos significa um conjunto de ações que culminarão na regulação, controle e proteção destes recursos. A fim de que a gestão seja efetiva, o órgão gestor deve possuir instrumentos e insumos para o equacionamento da qualidade, quantidade e das condições de arranjo territorial, de modo que os usos dos recursos hídricos proporcionem o máximo de eficiência, sem o comprometimento da sustentabilidade e da manutenção das funções ecológicas naturais dos cursos d'água.

OBJETIVO

“Assegurar a quantidade e a qualidade das águas, valorizando as potencialidades e reduzindo a vulnerabilidade hídrica no Município de Campinas.”

FUNDAMENTOS E PRINCÍPIOS

Para a construção de um instrumento de gestão, como é o caso do PMRH, é preciso estabelecer um bom alicerce capaz de nortear o processo do planejamento que efetive a implementação de ações. Os fundamentos e princípios dão razão e força para alcançar o objetivo do Plano.

O primeiro pilar que sustenta o Plano, fundamenta uma gestão estruturada sobre os níveis de negociação política (entre Entes), social (com a Comunidade) e técnica (com Especialistas) e articulação entre os órgãos competentes pela gestão (nas três esferas de poder) e os prestadores de serviço e usuários (indústria e comércio).

Já os dois outros fundamentos se complementam, assumindo o desafio de equacionar as perguntas: Onde queremos chegar? Quanto recurso tem disponível? Quais são as prováveis fontes de recursos que podemos acessar com governabilidade?



FIGURA A. FUNDAMENTOS DO PMRH

Finalmente, o PMRH se sustenta nos princípios gerais de que:

TABELA B: PRINCÍPIOS GERAIS DO PMRH

1.O Município de Campinas é um importante elo de articulação político-institucional da região metropolitana;
2.O planejamento de uma bacia hidrográfica é uma atividade de fluxo contínuo e variável nas escalas temporais e espaciais;
3.É impossível discutir as questões da água sem a negociação social microrregional e a articulação no contexto macrorregional;
4.O PMRH é um Plano integrador, estando associado às questões mínimas de Áreas Verdes, Áreas Protegidas, Saneamento Básico e Ordenamento do Território; e
5.O PMRH deve promover e estimular a participação pública.

METODOLOGIA

Com o objetivo em mente, buscamos assegurar a quantidade e a qualidade dos recursos hídricos por meio de ações de regulação, controle e proteção das águas. Com isso queremos garantir o equilíbrio entre demanda e distribuição, sem comprometer a disponibilidade de águas. Para tanto, o produto final do PMRH consistirá de um zoneamento das restrições hídricas e programas, todos orientados para a valorização das potencialidades hídricas e redução das vulnerabilidades.

O PMRH foi construído a quatro mãos, encabeçado pelo Poder Executivo, o exercício de elaboração do Plano conta com consultas e debates públicos, oficinas participativas e audiência que amplia esta construção para membros da sociedade, por um lado. Por outro lado, especialistas em recursos hídricos e órgãos do Estado de São Paulo com quem compartilhamos a tarefa de gerir as águas.

Foi nessa proposta participativa que construímos, juntos, o objetivo e os programas, bem como a metodologia (Figura 2).

EIXOS TEMÁTICOS DO PLANEJAMENTO

Planejar um recurso natural, como a água, necessariamente passa por 3 temas: (i) aqueles temas relativos aos elementos e recursos naturais; (ii) aqueles temas relacionados às demandas do homem e de sua cidade; e (iii) aqueles relacionados as respostas do Poder Público a essas demandas.

Estes temas são indissociáveis, quando pensamos a cidade, entretanto, cada um tem uma função especial na gestão das águas. Por esta razão os tratamos como eixos temáticos: EIXO NATURAL ou aquele que determina quanto elemento e recurso natural dispomos. O EIXO SOCIOAMBIENTAL, que representa a demanda da sociedade sobre os recursos naturais. Finalmente o EIXO INSTITUCIONAL que é o articulador.

Eixo Natural - composto dos aspectos físicos e biológicos que compõem o ecossistema do Município e visa caracterizar a Fragilidade e a Potencialidade hídrica natural de Campinas. Fragilidades são informações que qualificam o município sobre as possibilidades de perdas ambientais, como processos erosivos, assoreamentos, carreamentos, inundações e enchentes, e todos os demais processos naturais. Já as potencialidades são determinadas pela presença de cobertura vegetal, especialmente de vegetação nativa.

Eixo Socioambiental - objetiva definir aqueles aspectos relevantes para a proteção dos recursos hídricos a fim de garantir o uso equitativo e equilibrado das águas. Portanto, é composto de aspectos sociais, econômicos e demográficos, capazes de definir a percepção social da qualidade das águas, além de aferir a vulnerabilidade e a potencialidade hídrica da cidade. Neste eixo é medida também a Percepção Social da Qualidade das Águas, onde traduzimos o reconhecimento da sociedade sobre os impactos que afetam a qualidade dos Recursos Hídricos.

Eixo institucional - define a capacidade de resposta as demandas e de equacionamento entre a disponibilidade de água e a demanda. Portanto, é composto de parâmetros qualitativos como leis, acessibilidade a informação, governabilidade, comprometimento do poder público com o tema, disponibilidade de recursos materiais, humanos e financeiros e, finalmente, a capacidade de gestão.

O eixo institucional é um tema articulador e com alta capilaridade, portanto, ele permeia os demais eixos (natural e socioambiental), principalmente como um promotor de potencialidades.

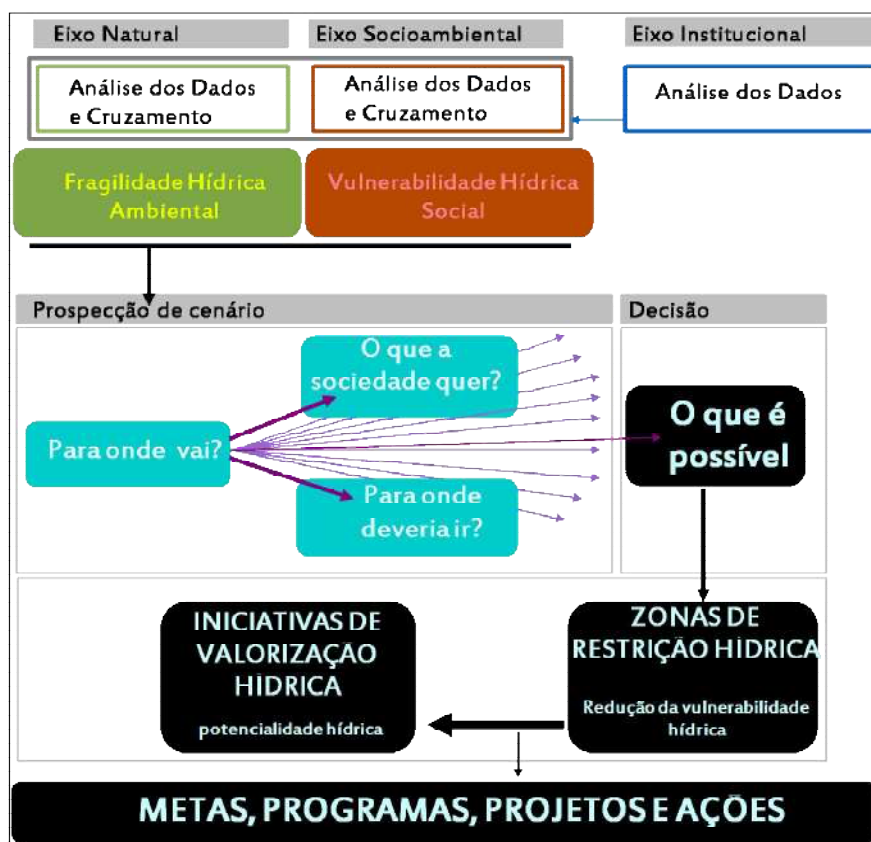


FIGURA B. RESUMO METODOLÓGICO PMRH

Elaboração de Cenários

Os Eixos Natural e Socioambiental, os quais dispõem de indicadores e índices, permitem trabalhar os dados na forma de cenários, os quais chamamos de cenários prognósticos de vulnerabilidade (fragilidade, no caso do eixo natural) e potencialidade hídrica, natural e socioambiental.

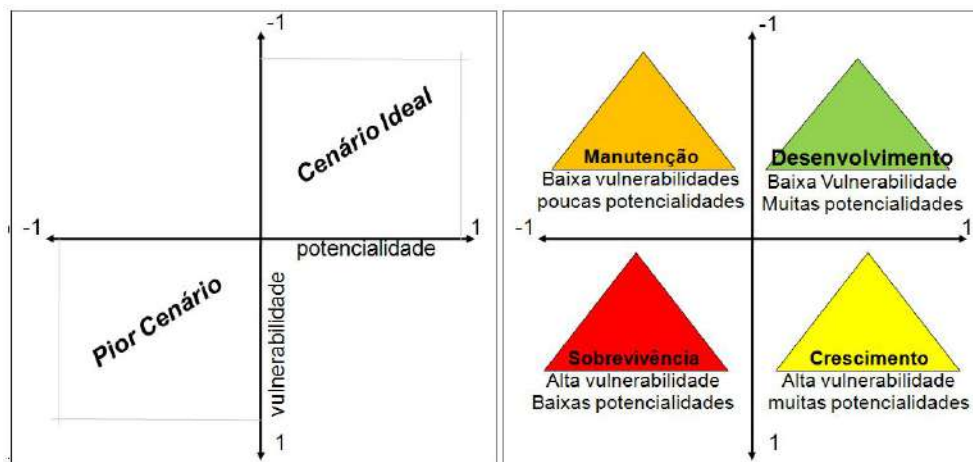


FIGURA C ELABORAÇÃO DE CENÁRIOS

Os cenários podem ser construídos com os dados reais (atuais) e comparados com os ideais e piores cenários, todos variam de 1 a -1. Sendo a potencialidade hídrica aquelas oportunidades e forças que impulsionam a gestão, manejo e a proteção das águas. Já a vulnerabilidade hídrica descreve as fraquezas que colocam as águas de Campinas em risco.

É importante destacar que a combinação da vulnerabilidade e a potencialidade hídrica descreve a natureza dos recursos hídricos, se vivemos em situação de desenvolvimento, crescimento, manutenção ou sobrevivência.

DESENVOLVIMENTO

(Baixa vulnerabilidade e Alta Potencialidade)

São muitas as oportunidades que fortalecem a gestão, manutenção e a proteção dos recursos hídricos, os quais estão em situação de controle das pressões e danos ambientais ou as vulnerabilidades são irrisórias. Neste caso as ações de planejamento e gestão, como as metas, programas, projetos e ações devem estar voltadas para a consolidação das ações positivas.

CRESCIMENTO

(Alta vulnerabilidade e Alta Potencialidade)

São muitas as oportunidades que fortalecem a gestão, manutenção e a proteção dos recursos hídricos, porém os danos ambientais que ameaçam os recursos hídricos (potenciais ou reais) e que definiram a vulnerabilidade ainda são altos e demandam ações que visem solucionar os problemas. Quando estamos em crescimento, temos oportunidades a nosso favor que favorecem a construção de metas, programas, projetos e ações robustas, bem articuladas e em diferentes escalas de tempo curtíssimo e curto (remediação) ou médio e longo prazo (visando a solução dos problemas).

MANUTENÇÃO

(Baixa vulnerabilidade e Poucas Potencialidades)

Sistemas em manutenção estão expostos a condições de poucos danos ambientais ou riscos moderados a irrisórios, por outro lado as metas, programas, projetos e ações são fragilizados pela falta de oportunidades institucional, social ou natural para que sejam consolidadas ações.

SOBREVIVÊNCIA

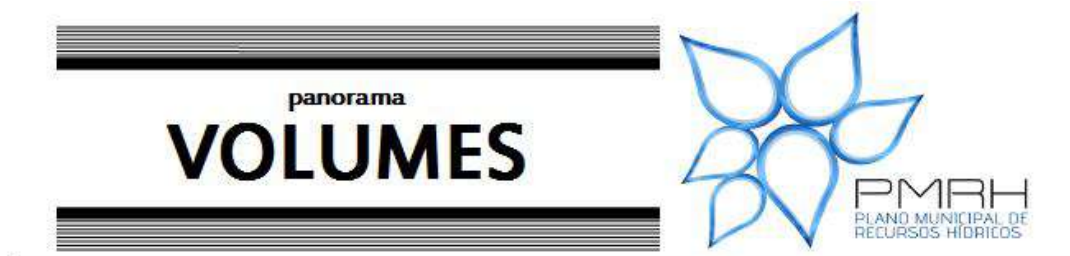
(Alta vulnerabilidade e Poucas Potencialidades)

Finalmente, o pior cenário é a situação de sobrevivência, onde assim como a manutenção, estabelecer metas, programas, projetos e ações é uma tarefa difícil e fragilizada pela falta de oportunidades

institucional, social ou natural. Além disso, neste caso o fator vulnerabilidade é um agravante, porque o sistema está exposto a danos e pressões elevados, porém sem perspectivas de respostas adequadas

ZONEAMENTO DE RESTRIÇÕES HÍDRICAS

Uma vez definidos os cenários, foi identificada a distância entre cenários reais/atuais e os cenários ideais, além da interação entre eixos (pressão, estado, impacto e resposta). A partir dessa análise construímos um zoneamento baseado em uma situação possível de ser executada no município de Campinas, tanto em termos de proteção das áreas que necessitam de restrição à proteção hídrica quanto para a construção de Metas, Programas, Projetos & Ações adequados.



VOLUMES DO PMRH

Volume 1 - Panorama e Estado dos Recursos Hídricos de Campinas	Diagnóstico
Volume 2 - Que rio queremos? Cenários para 2025	Prognóstico
Volume 3 - Programas, Ações e Áreas Estratégicas	Prognóstico
Volume 4 - Relatório Executivo	Conclusivo

OUTRAS PUBLICAÇÕES PMRH

1º Workshop PMRH 2014	Síntese dos Resultados
Oficinas Participativas 2014	Síntese dos Resultados
Levantamento dos Dados de Subsídios para a elaboração do PMRH (2014)	Pré-diagnósticos
Documento Orientador (2015)	Metodologia do Plano



Eixo Natural

CAPÍTULO 2: EIXO NATURAL

2.1. GEOLOGIA, GEOMORFOLOGIA E PEDOLOGIA

A geologia de Campinas¹ (Figura 1), conforme o Mapa Geológico do Município (Instituto Geológico, 2009) é constituída de, pelo menos, três grupos distintos de rochas: na borda leste ocorrem granitos e gnaisses do embasamento cristalino, enquanto a porção oeste é ocupada pela Bacia do Paraná, onde dominam as rochas sedimentares do Subgrupo Itararé, as quais são entremeadas na região centro-oeste e noroeste do município por diabásios da Formação Serra Geral.

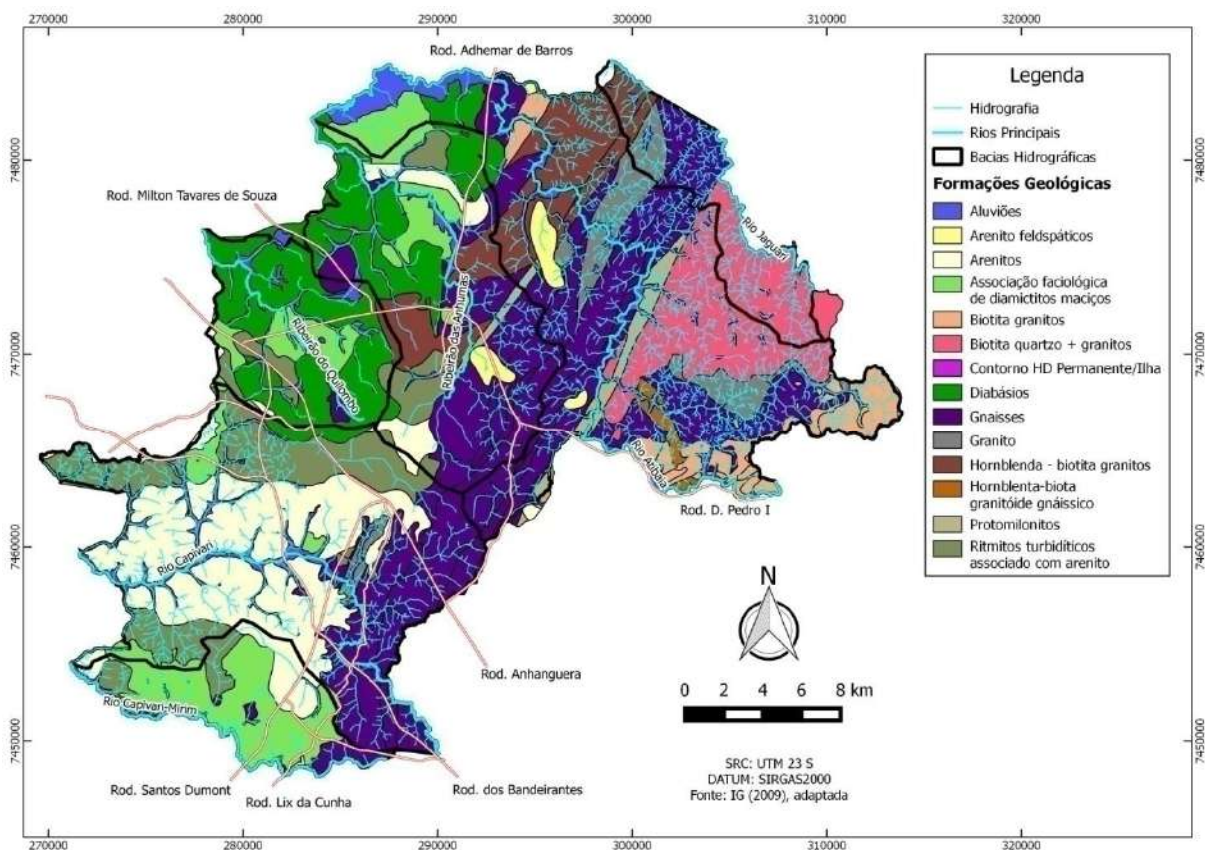


FIGURA 1: GEOLOGIA DE CAMPINAS

Sob os aspectos geomorfológicos, Campinas situa-se na região de transição entre duas Províncias Geomorfológicas, o Planalto Atlântico a leste e a Depressão Periférica, a oeste. Portanto, se observa na

¹Para mais informações vide: Caderno de Subsídios: “Levantamento de dados preliminares para a elaboração do Plano Municipal de Recursos Hídricos, disponível para acesso em <http://ambientecampinas.wix.com/dados-pmrh/>!
Vide também: sondagens executadas pelo Instituto Geológico em Campinas de 1957 a 1964 na publicação: William et al. *Geologia de subsuperfície do Estado de São Paulo*. – São Paulo: Instituto Geológico, 2738 p 2009.

cidade o embasamento cristalino com relevos declivosos e amarrados, com altitudes de até 990 metros e a Depressão Periférica com relevos mais suavizados, caracterizados por colinas e morrotes com altitudes médias entre 600 e 700 metros. É nesse último compartimento que se concentra quase todo adensamento urbano do município.

A associação de rochas sedimentares nas regiões da Depressão Periférica gera uma variação granulométrica entre areia grossa e argila, e isso se expressa no solo através de uma alta diversidade de texturas. Além disso, nessas áreas ocorre a formação de diques e silts de diábasio que dão origem a solos avermelhados de textura argilosa e eutróficos (VALLADARES *et al.* 2008), predominando os Latossolos.

Por outro lado, na porção leste do Município, a ocorrência de relevo mais dissecado, rico em falhas geológicas e fraturas em rochas metamórficas e ígneas mesocráticas e leucocráticas do Planalto Atlântico, enriquece o solo em diversidade mineralógica e textural. Em outras palavras, nessas áreas predominam os Argissolos e Cambissolos, segundo dados do Mapa Pedológico de Campinas gerado pela Embrapa (VALLADARES *et al.* 2008).

É importante destacar que Campinas encontra-se parte na Depressão Periférica e parte no Planalto Atlântico. Possui, portanto, duas regiões geomorfológicas bem definidas, cuja pedologia foi citada anteriormente, mas que também apresenta características de transição (vide o mapa pedológico do Município na Figura 2).

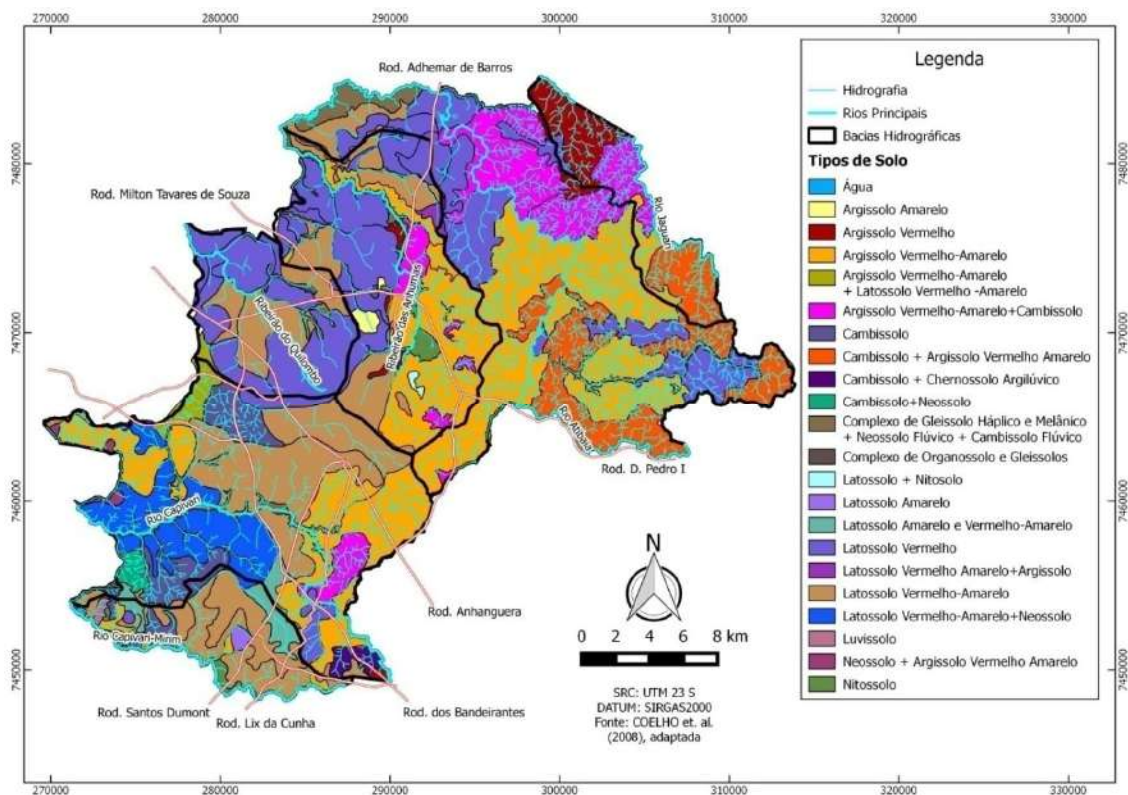


FIGURA 2: PEDOLOGIA DE CAMPINAS

2.2. RECURSOS HÍDRICOS

Os Recursos Hídricos de Campinas, águas superficiais (Figura 3) e subterrâneas (Figura 4) são condicionados pelos aspectos geologia, hidrogeologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e clima, os quais influenciam na infiltração e recargas.

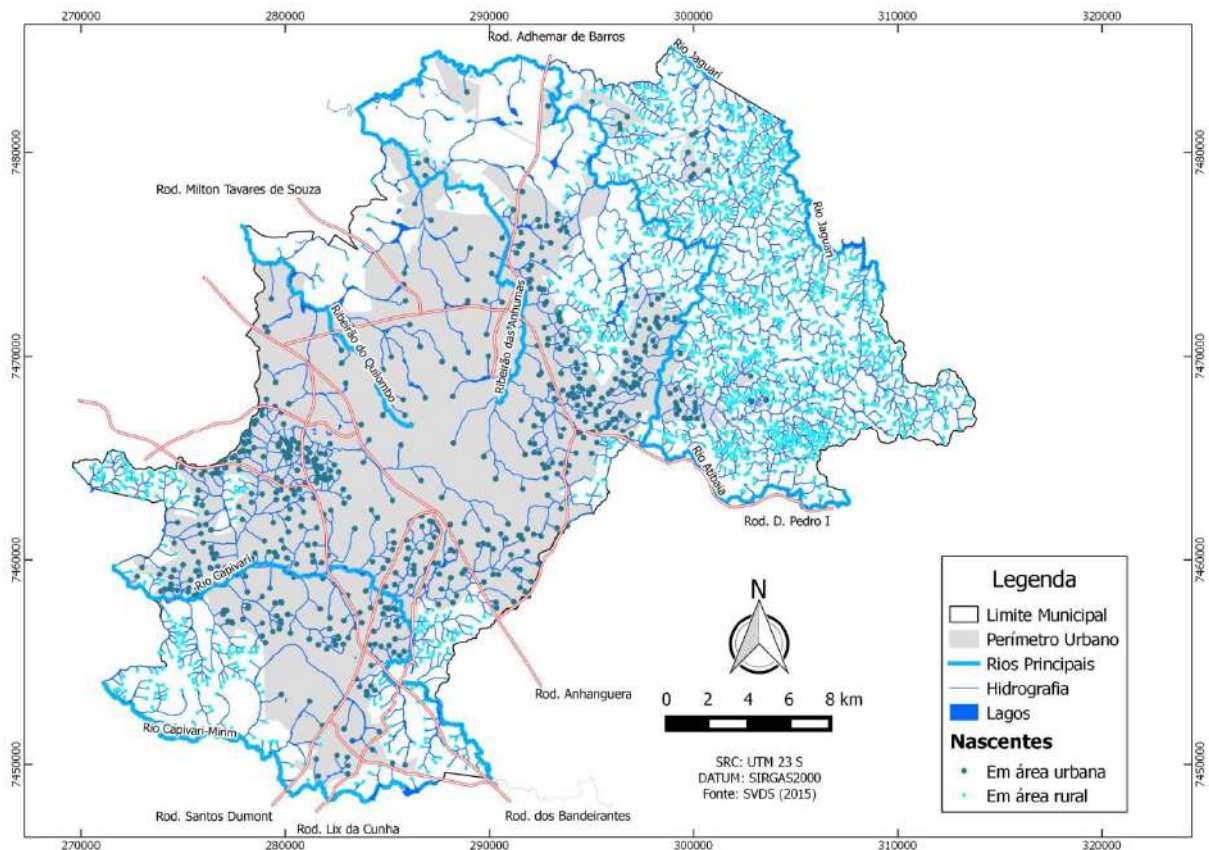


FIGURA 3: RECURSOS HÍDRICOS DE CAMPINAS: NASCENTES E ÁGUAS SUPERFICIAIS

Em termos de recursos hídricos, definem-se no município três principais porções do território:

Na porção Leste do município de Campinas, onde o substrato geológico é cristalino, os relevos apresentam maior dissecação vertical, com inúmeras nascentes, vales encaixados íngremes e erosivos, com fraturas nas rochas por onde a água percola. Nesta porção ocorre o Sistema Aquífero Cristalino (YOSHINAGA *et al*, 1997), descontínuo e fraturado, caracterizado por fluxo de água subterrânea, constituindo o escoamento básico de rios e riachos, que drenam unidades independentes em cada vale, contribuindo, assim, com o fluxo dos cursos d'água mesmo durante a estiagem.

que podem superar 300m. O contato dessas rochas com as encaixantes é abrupto, muitas vezes sub-vertical. A circulação e o armazenamento da água subterrânea, neste aquífero, estão condicionados à ocorrência de fraturas. Predominam nessas áreas relevos colinosos suavemente ondulados. A densidade de drenagens nesta região é a menor quando comparada com as áreas do Aquífero Cristalino e com as do Aquífero Tubarão. Ocorrem solos profundos e com textura argilosa, mas com estrutura granular (Latosolos), o que favorece a infiltração. A recarga está condicionada à proteção dos solos por vegetação.

Em suma, os aspectos físicos mencionados são condicionadores dos recursos hídricos, mas outros aspectos naturais, como o clima e a vegetação também são componentes que influenciam sua quantidade e qualidade. As chuvas consistem na fonte de entrada de água no sistema (Balanço Hídrico nas Bacias Hidrográficas). Já a Cobertura Vegetal, além de favorecer a infiltração, protege os solos, para que a água que entra permaneça no sistema (vide item a seguir).

2.3. CLIMA

O clima da região possui características de transição, sendo descrito como Subtropical de Altitude, com influências das Massas de Ar equatorial continental, tropical atlântica e polar atlântica. Ou seja, verão quente e úmido e inverno seco.

A amplitude térmica de Campinas estabelece-se entre as médias de 16,8°C e 28°C, segundo dados do Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura – CEPAGRI (dados de 1988 a 2008). A variação de temperatura ao longo dos meses do ano é suave, destacando-se os meses de Junho e Julho como os mais frios (média mínima de 12,9 e 12,3 respectivamente).

A importância do clima, em se tratando de Recursos Hídricos, está associada ao Ciclo Hidrológico propriamente dito; ou de maneira simplificada, às entradas e saídas de água no sistema; sendo elementos determinantes, as distribuições temporais e espaciais da precipitação média anual. Em outras palavras, a altura média de precipitação em uma área específica é um fator determinante para os dimensionamentos hidrológicos, notadamente no cálculo do balanço hídrico de uma bacia hidrográfica, uma vez que possibilita a compreensão do comportamento hidrológico de uma determinada bacia.

No entanto, a distribuição espacial de chuvas não apresenta necessariamente um padrão uniforme e juntamente com a distribuição temporal representam importantes elementos para o projeto de obras de drenagem e controle de volumes escoados superficialmente. Essa variabilidade aleatória, sempre existente com base em registros em diferentes partes do mundo, levou à elaboração de dois procedimentos básicos de estimativa: padronização de isoietas e determinação da curva altura pluviométrica-área-duração (TUCCI, 1993).

De maneira simplificada, no método das isoietas são interpoladas curvas que unem pontos de igual precipitação. Em seguida, são calculadas as áreas parciais contidas entre duas isoietas sucessivas, de modo

que a precipitação média em cada área parcial é obtida através da média aritmética dos valores das isoietas em questão.

Para o município de Campinas, foi aplicado o Método das Isoietas, por meio da interpolação linear entre cinco estações pluviométricas para o traçado das isolinhas, sendo elas: PCH Salto Grande, Fazenda Monte D'este, IAC, Fazenda Sete Quedas e Viracopos, localizadas nas Bacias do Rio Atibaia, Ribeirão das Anhumas, Ribeirão Quilombo, Rio Capivari e Rio Capivari Mirim, respectivamente.

Ressalta-se que apesar de Campinas apresentar 26 (vinte e seis) estações pluviométricas distribuídas ao longo de seu território, conforme banco de dados da Agência Nacional de Águas (ANA) – Hidroweb Séries Históricas, o critério de seleção das cinco para a interpolação baseou-se em sua distribuição espacial e também na limitação de uma série histórica contínua e mínima de dez anos – 1971 a 1980.

Ainda que haja uma limitação no número de estações com uma série histórica de dados mínima de dez anos, a confiabilidade dos dados pode ser considerada adequada para compreender o comportamento geral do município. Isto porque a pluviometria média para o município como um todo foi analisada em dois períodos, em um intervalo de 63 anos (1945 a 2008). Para ambos os períodos amostrados - 31 anos (1945 a 1975) e 21 anos (1988 a 2008) - a distribuição da pluviometria ao longo do ano apresentou perfis semelhantes, inclusive com pequena variação na sua amplitude (Figura 5). Esse comportamento já foi observado por outros estudos como LOMBARDI NETO & MOLDENHAUER, 1992 e CEPAGRI, 2015.

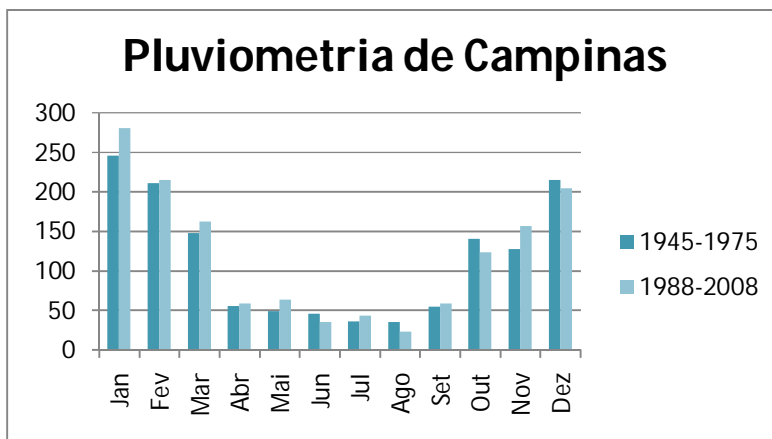


FIGURA 5: MÉDIAS MENSAIS DE PRECIPITAÇÃO PLUVIAL EM CAMPINAS PARA OS PERÍODOS DE 1945 A 1975 (31 ANOS DE DADOS) E 1988 A 2008 (21 ANOS). *FONTE: LOMBARDI NETO & MOLDENHAUER, 1992 E CEPAGRI, 2015*

A chuva não apresenta um padrão uniforme em todo o território, e necessita de estudos mais específicos, bem como monitoramento, para a compreensão do comportamento hidrológico das bacias

hidrográficas em questão. Portanto a reativação de postos inativos, bem como a criação de novas estações são pontos fundamentais para a otimização e a precisão dos métodos de simulação hidrológica.

Para o presente exercício preliminar, de se distribuir espacialmente as precipitações de maneira não uniforme, por uma área tão extensa (aproximadamente 796 km²) e com características tão distintas, para a utilização da referida série histórica, ainda foi necessária a aplicação de um método de preenchimento de falhas, conhecido como Método de Ponderação Regional, que visou à homogeneização do período de informações e a análise estatística das precipitações anuais, através da interpolação com três postos vizinhos com série histórica mínima de dez anos, conforme TUCCI (2013).

Portanto, considerando a série histórica de 1971 a 1980, foram obtidas as seguintes médias de Precipitação Anual (mm) para as 30 microbacias de Campinas (Figura 6 e Tabela 1):

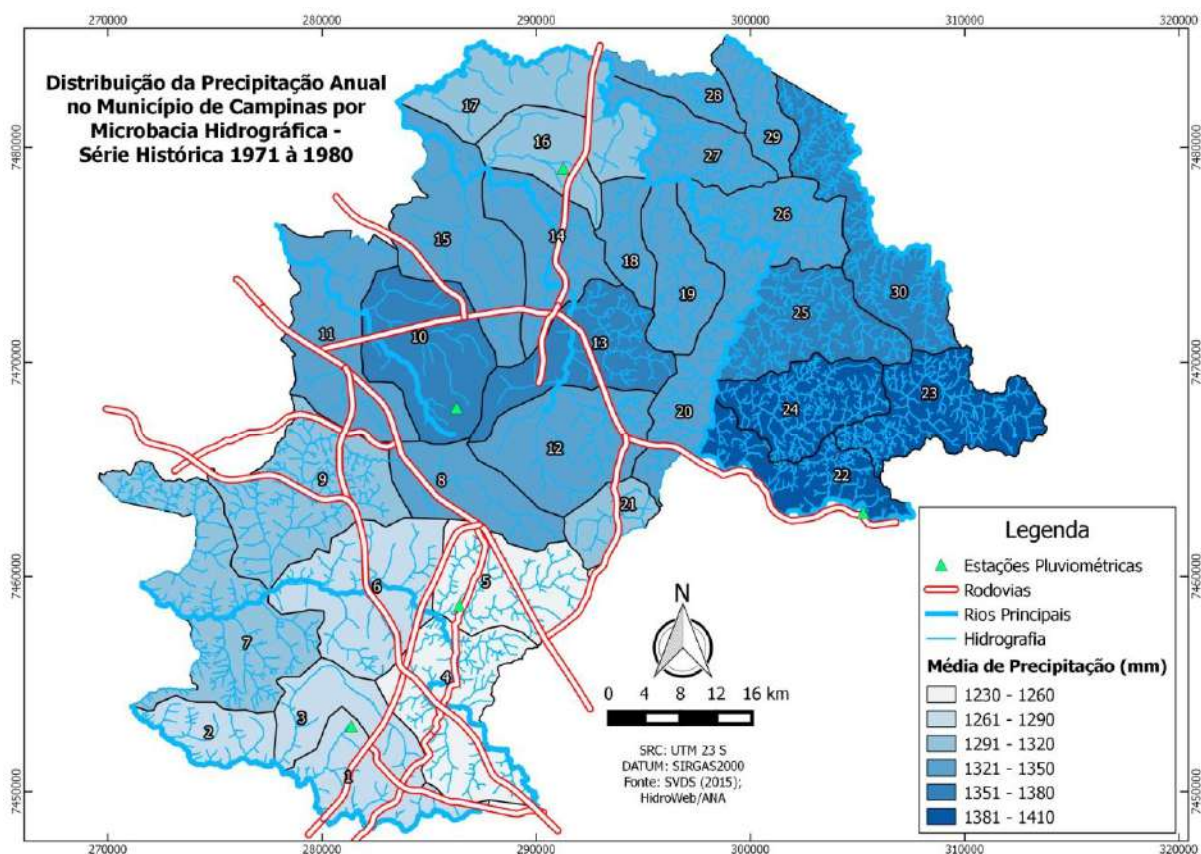


FIGURA 6: PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL DAS MICROBACIAS DE CAMPINAS

TABELA 1: PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL PARA AS MICROBACIAS DE CAMPINAS

	Microbacia	Precipitação Média Anual (mm)
1	do Rio Capivari Mirim	1.283,61
2	do Córrego da Estiva	1.286,34
3	do Ribeirão Viracopos	1.283,12
4	trecho leste do Rio Capivari	1.257,69
5	do Córrego Sete Quedas	1.243,32
6	trecho central do Rio Capivari	1.263,88
7	trecho oeste do Rio Capivari	1.291,00
8	trecho cabeceiras do Córrego Piçarrão	1.322,76
9	trecho foz do Córrego Piçarrão	1.311,00
10	do Córrego da Lagoa/Ribeirão Quilombo	1.371,75
11	do Córrego da Boa Vista/Ribeirão Quilombo	1.348,07
12	do Córrego Proença	1.344,66
13	do Córrego São Quirino/ Ribeirão das Anhumas	1.351,23
14	do Ribeirão das Anhumas	1.324,88
15	do Ribeirão das Pedras	1.336,25
16	do Córrego da Faz. Monte D'Este	1.312,73
17	trecho norte do Rio Atibaia	1.316,67
18	do Córrego do Tanquinho	1.321,07
19	do Córrego da Onça	1.322,65
20	trecho central do Rio Atibaia	1.333,70
21	do Córrego Samambaia	1.345,40
22	trecho Sul do Rio Atibaia	1.315,20
23	trecho 1 do Ribeirão das Cabras	1.402,34
24	trecho 2 do Ribeirão das Cabras	1.398,08
25	do Córrego Faz. das Pedras/Sta. Terezinha/S. Lourenço	1.366,17
26	do Córrego das Três Pontes	1.341,40
27	do Córrego Cachoeirinha	1.323,04
28	do Córrego Santa Rita do Mato Dentro	1.322,29
29	do Córrego da Fazenda Recreio	1.330,17
30	do Rio Jaguari	1.356,90

Assim, conforme a simulação de precipitação média anual pelo método das isoietas em Campinas, a amplitude de valores encontra-se entre as faixas de 1.230 à 1.410 mm, entre as quais destacam-se as Microbacias 04 (Trecho Leste do Rio Capivari) e 05 (Córrego Sete Quedas) com os menores índices de precipitação média anual, além das Microbacias 22 (Trecho Sul do Rio Atibaia), 23 e 24 (Trechos 01 e 02 do Ribeirão das Cabras) com os maiores índices; lembrando que estas últimas também são prioritárias para a produção de água, conforme será discutido na caracterização fisiográfica das bacias.

A título simplesmente comparativo entre os dois extremos, antes deste exercício de distribuição espacial das chuvas, adotava-se que a média de precipitação anual em Campinas de 1.424 mm era uniforme

por todo seu território, conforme definido na série histórica de 1988 – 2008 da Estação CEPAGRI (2015); o que resultaria em termos de volume de água anual estimado (m^3) para a Microbacia 04 (Trecho Leste do Rio Capivari) e 23 (Trecho 01 do Ribeirão das Cabras) em 53,47 milhões de m^3 e 44,54 milhões de m^3 , respectivamente.

A partir da distribuição espacial das chuvas, obteve-se como valor pluviométrico estimado 1.257,69mm (Microbacia 04) e 1.402,34mm (Microbacia 23), os quais resultam em volumes anuais de 47,2 milhões de m^3 e 43,85 milhões de m^3 , nesta ordem. Ou seja, ao se considerar uma distribuição espacial uniforme da chuva, os volumes anuais seriam superestimados em 13,29% (Microbacia 04) e 1,57% (Microbacia 23).

É necessário, portanto, incorporar fatores de distribuição tanto temporal quanto espacial das chuvas nas simulações, os quais permitam compreender o comportamento hidrológico das microbacias. Ademais, tanto dados primários superestimados quanto subestimados podem acarretar em impactos sinérgicos no dimensionamento de obras, principalmente quando se relacionarem a eventos críticos, além de causarem interferências na priorização das áreas, reduzindo a eficácia dos programas e ações.

O POTENCIAL DE EROÇÃO DAS CHUVAS

Chuvas e enxurradas em solos descobertos geram perda e degradação do solo, afetando o potencial de infiltração das águas, e conseqüentemente alterando a capacidade de produção de águas superficiais e subterrâneas nas Bacias Hidrográficas.

Na conhecida Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS), o cálculo do potencial de erosão das chuvas está associado a um modelo estatístico de predição de perdas de solo por erosão laminar. Quando todos os outros fatores, com exceção da chuva, são mantidos constantes, a perda de solo por unidade de área de um terreno desprotegido de vegetação é diretamente proporcional ao produto de duas características da chuva: energia cinética multiplicada por sua intensidade máxima em 30 minutos. Essa foi a melhor correlação encontrada para expressar o potencial erosivo da chuva (LOMBARDI NETO & MOLDENHAUER, 1992).

Os autores citados apresentaram um estudo da erosividade das chuvas para um período de 22 anos (1954 a 1975). No estudo foi determinado que o índice anual médio para Campinas foi de 6.738 MJ.mm/ha.h.ano (desvio padrão de 2.423 MJ.mm/ha.h.ano), sendo os meses mais representativos de outubro a março, período que correspondeu a 80,1% da chuva total anual. Também foram estudadas correlações de características das chuvas com perdas de solo em um Latossolo Roxo distrófico.

Porém a erosão hídrica pluvial é um fenômeno relativo não só às chuvas, mas à formação e declividade do solo, o tipo de manejo a que ele está submetido e a ocupação do território, fatores estes, todos muito variáveis e determinantes da regionalização da erosão para o município.

É notório que as chuvas são um importante fator na perda de solo, entretanto, a sua atuação/comportamento como potencial impedimento à produção de água é sujeita ao seu local de ocorrência e aos fatores que estão associados ao solo, notadamente a erodibilidade do solo e a declividade do terreno, que associadas representam a suscetibilidade do solo à erosão, com espacialização contínua já definida. Portanto, a precipitação não será incorporada no Índice de Fragilidade Hídrica, contudo será utilizada nas estimativas de vazão pelo Método de Regionalização Hidrológica, bem como no Índice de Criticidade às Demandas Quantitativas e no Balanço de Cargas Máximas Alocáveis, no Capítulo 3 – Eixo Socioambiental, como critério de decisão.

2.4. COBERTURA VEGETAL

A vegetação de Campinas, totaliza 8.852 hectares de remanescentes florestais, distribuídos em 3.215 fragmentos florestais, ou 11,1% da área total do território (Figura 7). Entretanto, a maior parte destes remanescentes encontra-se fragmentados e isolados.

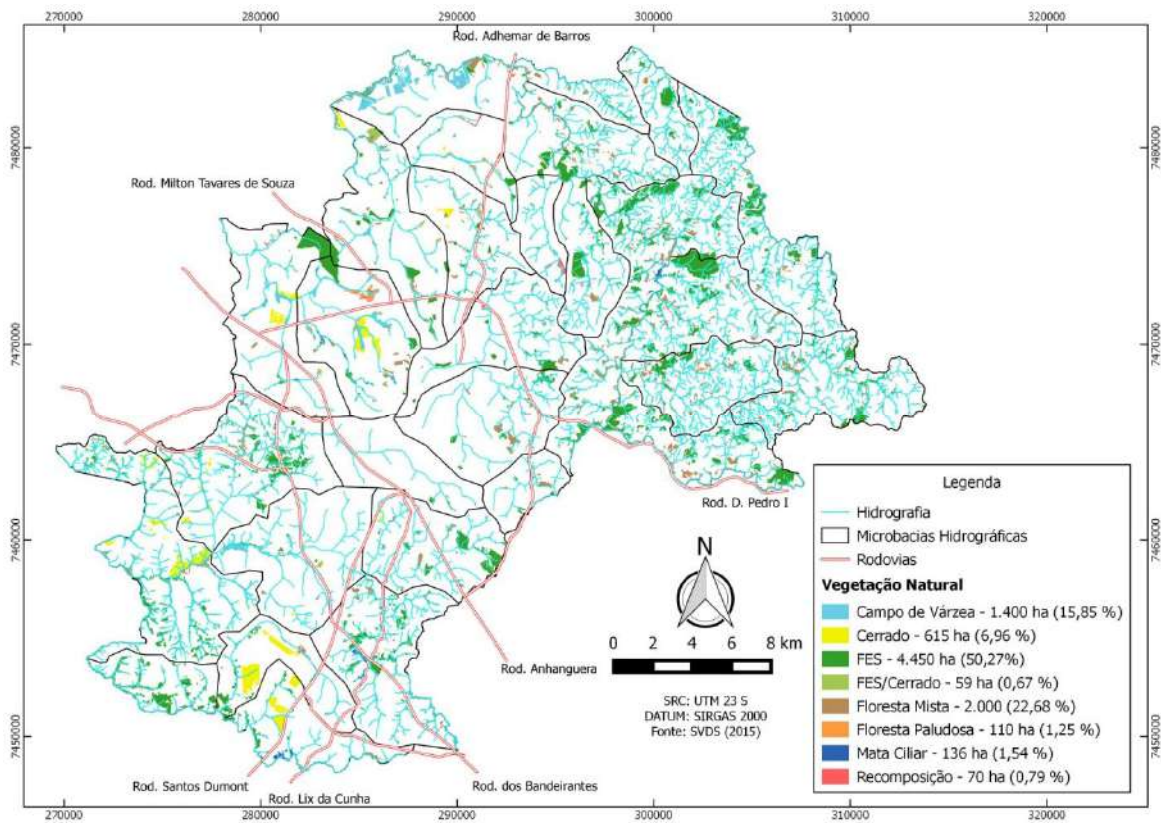


FIGURA 7: DISTRIBUIÇÃO DA VEGETAÇÃO NATURAL DE CAMPINAS (EM 2010). FONTE: PLANO MUNICIPAL DO VERDE. 2015. PRODUZIDO POR SVDS/PMC

A Floresta Estacional Semidecidual (FES) é a fitofisionomia predominante no município, correspondendo a 50% do total de vegetação natural. As demais correspondem a Floresta Mista e os Campos de Várzea (23 e 16% respectivamente), Cerrado (7%) e as Floresta Paludosa, Mata Ciliar, Recomposição e transição entre a FES e Cerrado (1% cada), como aponta o gráfico a seguir (figura 8).

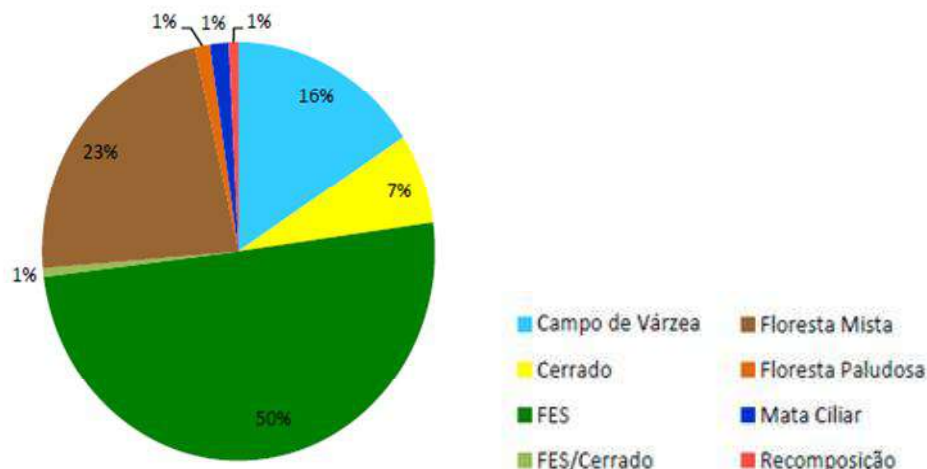


FIGURA 8: GRÁFICO DA PORCENTAGEM DE VEGETAÇÃO NATURAL POR FITOFISIONÔMIA.
 FONTE: PLANO MUNICIPAL DO VERDE 2015

A VEGETAÇÃO COMO ELEMENTO DE PROTEÇÃO DOS SOLOS E DOS RIOS

A distribuição, a fisionomia e a composição florística da vegetação de um determinado local estão associadas, entre outros, ao tipo de solo (textura, química e profundidade). (KOTCHETKOFF-HENRIQUE *et al*, 2005). Da mesma forma, a presença da vegetação influencia diretamente na proteção do solo e na produção de águas.

Se por um lado a tipologia do solo fornece condições microrregionais que influenciam no domínio de espécies nos diferentes estágios sucessionais, a própria existência da vegetação atua como reguladora das perdas de solo provocadas pelas chuvas, no controle da umidade nos solos e, portanto, na ciclagem de nutrientes.

Além disso, o impacto do processo de redução e fragmentação da vegetação nas bacias hidrográficas atinge diretamente a qualidade e quantidade das águas. As principais funções da vegetação são: controle do escoamento e infiltração; controle de processos erosivos; estabilidade das áreas ciliares, nascentes e o controle de vazão; e regulação do ciclo de nutrientes.

CONTROLE DO ESCOAMENTO E INFILTRAÇÃO

Em áreas cobertas por vegetação, o escoamento superficial é reduzido e a infiltração é favorecida, otimizando a retenção da água no solo e a sua percolação até o lençol freático. A capacidade do solo de

infiltrar e reter água, quando associado ao abrigo oferecido pela vegetação, viabiliza a recarga das águas subterrâneas e superficiais, além de promover a filtragem e manutenção da qualidade das águas no subsolo.

As reservas de água subterrânea estão relacionadas aos processos de recarga do aquífero. Já a presença de vegetação nas áreas de recarga é determinante na qualidade dessas reservas, inclusive influenciando no surgimento de nascentes. Portanto, essas áreas são fundamentais para a produção de água e manutenção do nível dos aquíferos. Além disso, as Zonas de Cisalhamento (faixas em que as rochas foram tensionadas, sofrendo deformação ou ruptura) são locais que, devido ao alto grau de fraturamento das rochas, favorecem a infiltração de água nos aquíferos devido à maior permeabilidade, podendo também ocorrer contaminação pela infiltração de contaminantes. Há que se ter especial atenção e proteção dos trechos de Microbacias incidentes sobre a Zona de Cisalhamento Campinas (ZCC) e sobre a Zona de Cisalhamento Valinhos (ZCV), uma vez que a proteção das nascentes dessas áreas significa a redução da susceptibilidade à erosão e o incremento da capacidade de armazenamento de água no subsolo e maior disponibilidade hídrica no período de estiagem.

A vegetação é, portanto, considerada imprescindível como elemento de proteção dos solos e como veículo de produção e proteção dos Recursos Hídricos.

CONTROLE DE PROCESSOS EROSIVOS

Além da importância supracitada, a presença dessas vegetações promove o controle de processos erosivos e garantem a estabilidade das áreas ciliares e nascentes. O controle dos processos erosivos se traduz na estabilidade das margens, que terão maior resistência a processos de solapamento e assoreamento.

Por isso, é evidente que a presença de vegetação nas áreas ciliares, bem como nas planícies de inundação, é imprescindível para a proteção dos recursos hídricos. Prova disso é a quantidade de instrumentos legais existentes a fim de garantir a integridade dessas áreas. Por exemplo, temos o Código Florestal (Lei Federal nº 12.651/2012) e a Lei da APA Campinas (Lei Municipal nº 10.850/2001) que determinam as Áreas de Preservação Permanente e, também no art. 190 da Lei Orgânica do Município que instituiu as Áreas de Proteção Permanente, protegendo as várzeas urbanas.

As Áreas de Preservação Permanente (APP) são definidas como áreas protegidas, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Lei nº 12.651/2012).

Estas áreas foram mapeadas pela Secretaria Municipal do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (Figura 9), totalizando 10.492ha de Área de Preservação Permanente, sendo que 3.389ha apresenta com algum tipo de cobertura vegetal e 7.103ha sem nenhuma cobertura vegetal. Foram mapeadas 2.311 nascentes, sendo que para o IGC (2003) ocorrem 2.498.

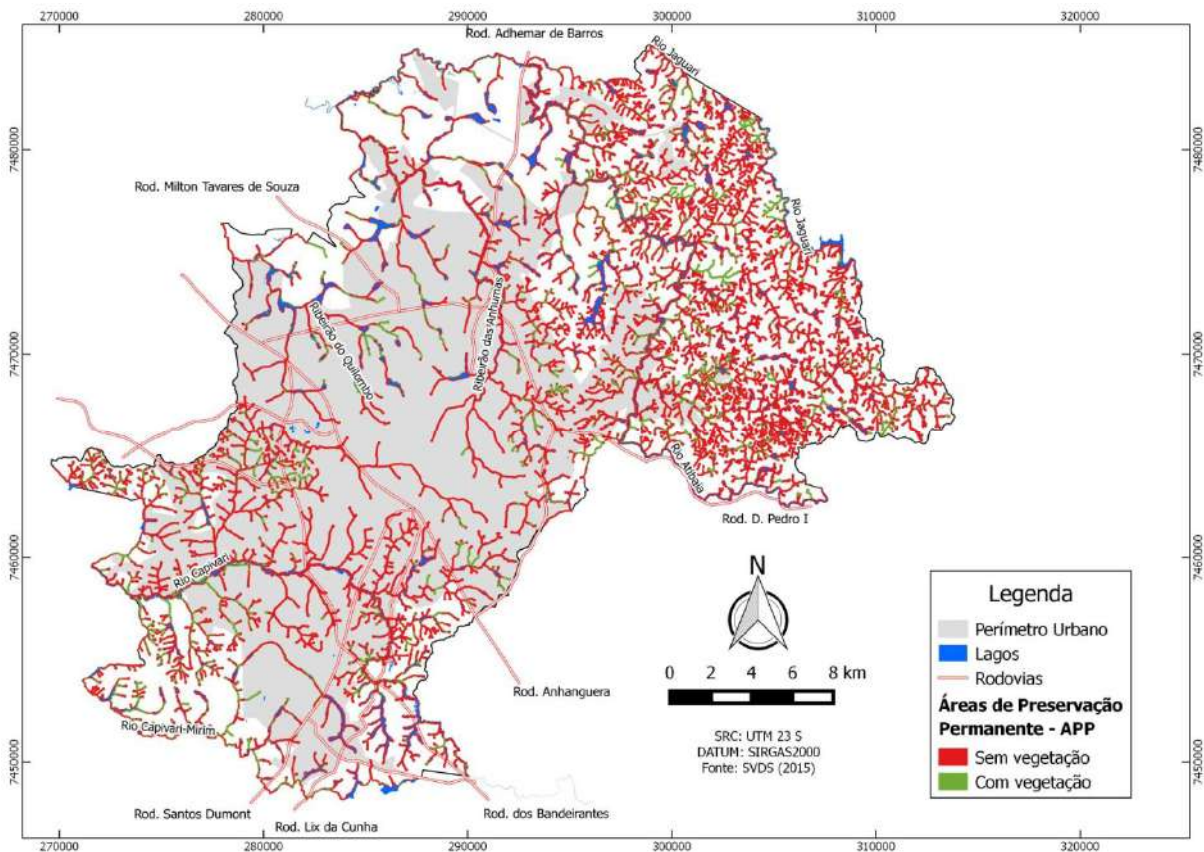


FIGURA 9: SITUAÇÃO DAS ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE CAMPINAS

Os processos de ocupação urbana, os métodos agrícolas empregados, arcaicos e rudimentares e a atividade pastoril, degradaram massivamente os biomas originalmente existentes no município de Campinas, restando poucos vestígios da cobertura vegetal original, principalmente nas APP.

ESTABILIDADE DAS ÁREAS CILIARES, NASCENTES E O CONTROLE DE VAZÃO

A presença de vegetação, especialmente as de várzea, paludosa e florestas ripárias (ciliares), é um dos elementos de controle da vazão sazonal dos rios e das cheias esporádicas (enchentes e inundações). Isto é, as áreas de planícies suscetíveis a inundações bem como as calhas dos rios, são áreas naturalmente preparadas para o controle de vazão, onde a presença de vegetação melhora a retenção das águas pluviais, favorecendo a infiltração e dificultando o escoamento superficial. É o caso, por exemplo, das planícies suscetíveis a inundações do Rio Atibaia, que abrangem os loteamentos Chácara Vale das Garças, Chácara Leandro e Mariângela, áreas frequentemente expostas ao transbordamento do rio, principalmente no período chuvoso.

O Código Florestal (Lei Federal 12.651/2012) define Planícies de Inundação como as “áreas marginais a cursos d’água, sujeitas a enchentes e inundações periódicas”.

A vegetação típica dessas áreas retém as águas pluviais, favorecendo a infiltração e dificultando o escoamento superficial. Desta forma, protegem os solos contra os processos erosivos, evitando o assoreamento dos cursos d'água. Protegem também as biotas aí estabelecidas. Este equilíbrio, uma vez rompido, dificilmente será restabelecido.

REGULAÇÃO DO CICLO DE NUTRIENTES

Finalmente a vegetação promove a manutenção da qualidade das águas, seja às margens dos rios, facilitando os processos de filtragem e depuração, ou por meio da infiltração das águas, com armazenamento de nutrientes no solo.

2.5. FRAGILIDADES E POTENCIALIDADES DE CAMPINAS

2.5.1. FRAGILIDADE HÍDRICA

Fragilidade é uma condição física identificada por meio de indicadores de suscetibilidade dos recursos hídricos a perdas ou danos ambientais, relacionados à qualidade e à quantidade dos Recursos Hídricos. O grau de fragilidade dos recursos hídricos pode ser determinado por meio de indicadores espaciais.

METODOLOGIA

A metodologia aplicada para elaboração dos mapas de fragilidade se baseou no modelo proposto por Ross (1996) de que a fragilidade é constituída por parâmetros morfométricos e declividade. Além disso, a metodologia foi construída com base nos trabalhos de Wischmeier & Smith (1978 in Ross, 1996) e Silva & Machado (2014) que determinaram a importância de cada parâmetro na forma de fatores da Equação Universal de Perda de Solos (EUPS) e por pesos, respectivamente.

Nos três casos, medir a fragilidade significa trabalhar com, pelo menos, cinco variáveis:

1. declividade (*fator topográfico*);
2. tipo de solo (*fator morfométrico*);
3. clima (*fator pluviométrico*);
4. uso e ocupação (*fator uso e manejo*) e;
5. cobertura vegetal (*fator conservação do solo*).

Entende-se que o papel do Planejamento dos Recursos Hídricos não se limita a traçar metas, programas e projetos, mas também orientar o município sobre a importância da água como um benefício dos recursos hídricos e as implicações da pressão por uso e ocupação, expansão urbana e desenvolvimento socioeconômico sobre a sua manutenção e qualidade.

Por isso, a fragilidade hídrica foi obtida a partir de parâmetros capazes de qualificar e expressar a fragilidade do meio físico - o substrato que serve de base para todas as atividades e usos humanos. Neste momento não foram utilizados dados de uso e ocupação, considerando-se somente as planícies sujeitas a inundação e as APP.

A Fragilidade Hídrica foi construída pela soma ponderada de quatro fatores: declividade, pedologia, APP e Planícies de Inundação.

EQUAÇÃO 1: $FH = [(D \times 0,40) + (P \times 0,25) + (PI \times 0,20) + (APP \times 0,15)]$

ONDE,

FH = FRAGILIDADE HÍDRICA

D = FATOR TOPOGRÁFICO (DECLIVIDADE)

P = FATOR ERODIBILIDADE DO SOLO (PEDOLOGIA)

PI = FATOR PROTEÇÃO A EVENTOS EXTREMOS (PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO)

APP = FATOR PROTEÇÃO DAS ÁGUAS (ÁREAS CILIARES DE APP)

FATOR TOPOGRÁFICO E ERODIBILIDADE

A partir do Modelo Digital de Elevação - MDE (equidistância das curvas de nível de 5m - IGC, 2003) foi calculado o percentual de declividade, onde para cada faixa foi estabelecido um valor de fragilidade de 1 a 6 (Tabela 2), o valor atribuído às classes de fragilidade baseia-se no trabalho de Ross (1996).

TABELA 2: FATOR TOPOGRÁFICO ATRIBUIÇÃO DE PESOS

Declividade		Fragilidade	
%	classe	Valor	classe
0 - 2,99	Plano	1	Muito Baixa
3 - 7,99	Suave Ondulado	2	Baixa
8 - 19,99	Ondulado	3	Média
20 - 44,99	Forte Ondulado	4	Alta
45 - 75	Montanhoso	5	Muito Alta
> 75	Escarpado	6	Muito Alta

A importância dada para a declividade é alta, isto porque o fator topográfico (Figura 10) influencia diretamente o processo de erosão, sendo, portanto, um fator catalisador da fragilidade natural dos solos. Há de se considerar que embora a amplitude de declividade do município seja alta, predomina a faixa de relevo ondulado, entre de 8 a 20% de declividade.

Apesar da fragilidade das áreas correspondentes ao relevo de classe plano e suave ondulado, para o fator erodibilidade, ser muito baixa e baixa, estas exercem a função de proteção das águas e da Bacia Hidrográfica a fatores extremos e por isso, optou-se por corrigir a importância dessas áreas por intermédio do fator proteção a eventos extremos.

O fator erodibilidade (Figura 11) consistiu na reclassificação do mapa de tipo de solos da Embrapa/IAC de 2008. Para a reclassificação foram utilizadas as recomendações de Ross (1994) onde foram agrupados diferentes tipos de solo em 5 valores de referência de fragilidade, os quais representam as classes: muito baixa (1); baixa (2); média (3); alta (4) e; muito alta (5). Conforme segue (Tabela 3).

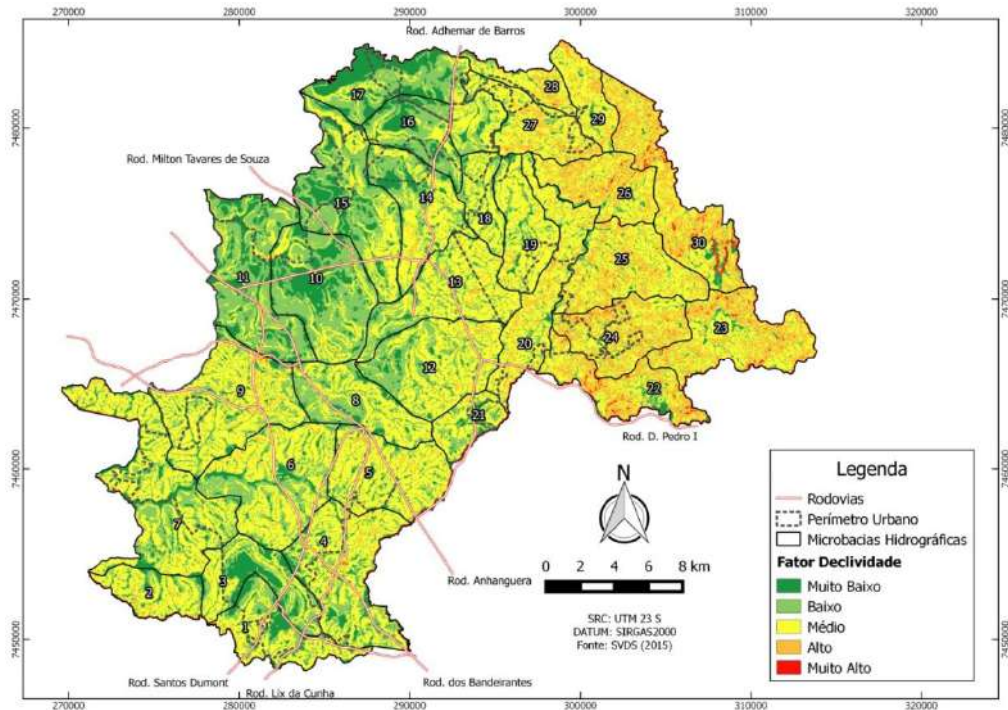


FIGURA 10: FATOR TOPOGRÁFICO

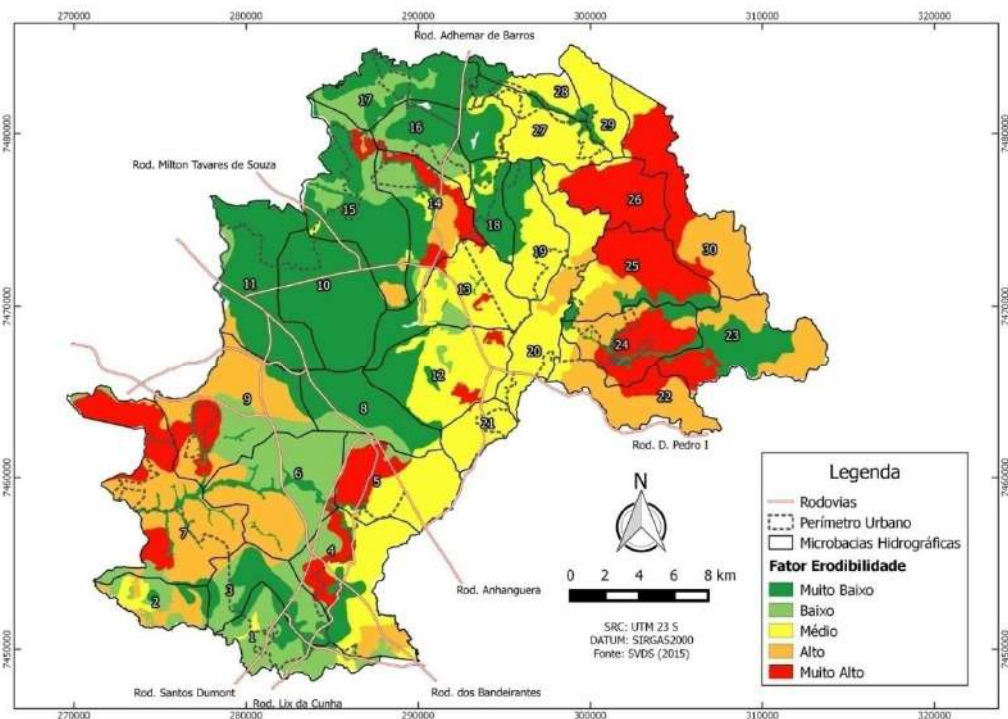


FIGURA 11: FATOR ERODIBILIDADE

TABELA 3. FATOR ERODIBILIDADE ATRIBUIÇÃO DE PESOS

Tipo de Solo	Fragilidade	
	Valor	classe
Latossolos argilosos	1	Muito Baixa
Organossolos	1	Muito Baixa
Gleissolos	1	Muito Baixa
Neossolos Flúvicos	1	Muito Baixa
Cambissolos Flúvicos	1	Muito Baixa
Latossolos textura média	2	Baixa
Latossolos argissólicos	2	Baixa
Argissolos latossólicos textura média/argilosa	2	Baixa
Nitossolos	2	Baixa
Argissolos textura média/argilosa	3	Médio
Argissolos latossólicos textura arenosa/média	3	Médio
Luvissolos textura média/argilosa	3	Médio
Argissolos textura arenosa/média	4	Alto
Cambissolos Hápticos	4	Alto
Argissolos abrupticos	5	Muito Alto
Neossolos Quartzarênicos	5	Muito Alto

Fator Proteção a Eventos Extremos

As planícies de inundação são entendidas como áreas úmidas ou secas, sujeitas a inundação, delimitadas pelo Leito Maior Excepcional dos cursos d'água e que podem extrapolar os limites das Áreas de Preservação Permanente (APP) preconizadas pelo Código Florestal.

Enchentes ou inundações, por outro lado, são fenômenos que ocorrem quando o volume da água atinge a capacidade de drenagem da calha menor do rio, extrapolando-a e atingindo a planície de inundação. Portanto, fenômeno natural passível de intensificação quando associado a processos de interrupção do meio ambiente, como é o processo de uso e ocupação dos leitos dos rios ou das suas planícies.

Essas planícies de inundação naturalmente acomodam as enchentes nas épocas de cheia ou no aumento da vazão dos rios. Por isso são depósitos aluvionares, que compõem os meandros dos rios e apresentam baixa declividade. O comportamento dessas planícies quando há uma enchente ou inundação está associado a fatores como períodos de chuvas intensas, falta de proteção ou aumento da impermeabilização do solo, assoreamento dos rios, entre outros.

Assim, considerando as planícies de inundação como um ambiente frágil passível de interferências e alterações sobre suas condições naturais, como erosão, enchentes e inundações, utilizou-se dessas áreas cuja declividade aproxima-se da cota dos rios e, portanto, exercem a função

de proteção hidráulica dos rios. Para tanto, foram utilizados dados do Plano Diretor de 2006, que identifica as principais Planícies de Inundação de Campinas (Figura 12).

Atribuiu-se importância máxima para as planícies protegidas por vegetação (PRESENTE), identificadas como “Muito Alto” e para as áreas desprovidas de vegetação (AUSENTE) como “Muito Baixo”.

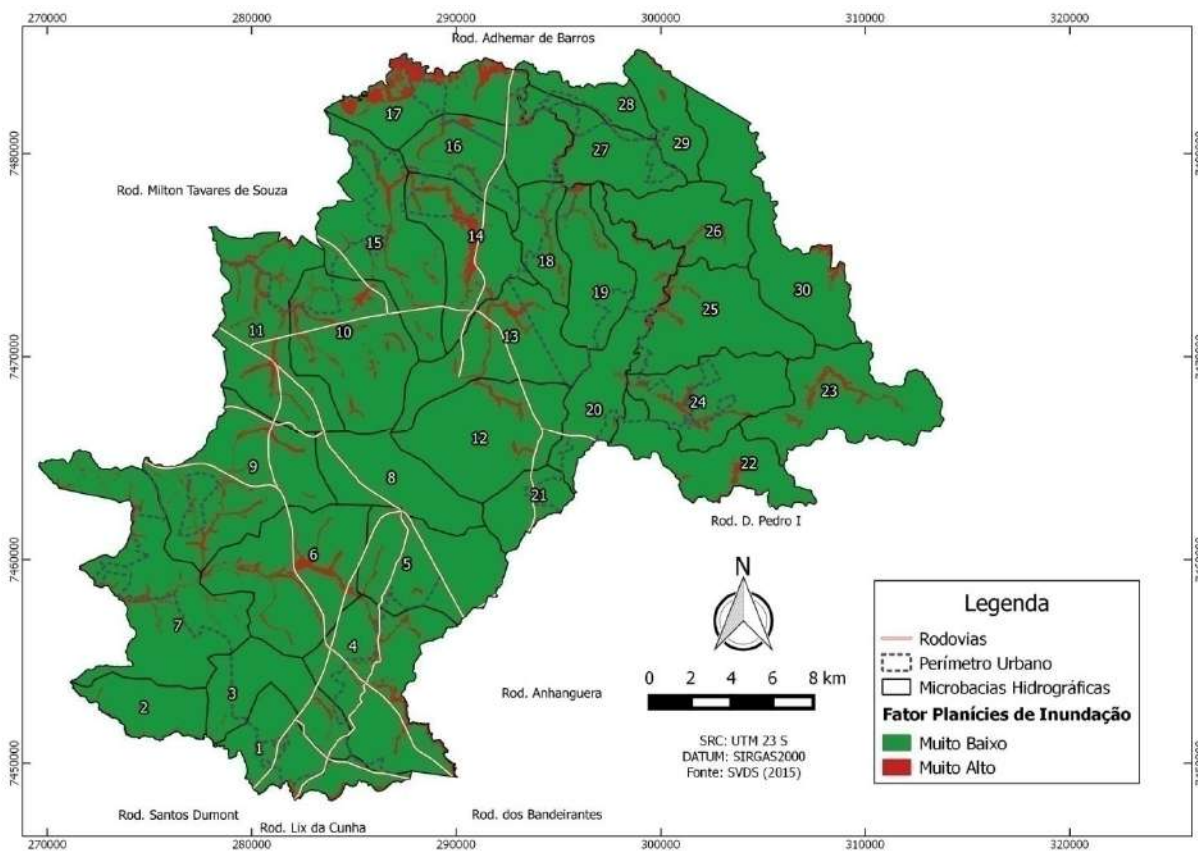


FIGURA 12: FATOR PROTEÇÃO A EVENTOS EXTREMOS

FATOR PROTEÇÃO DAS ÁGUAS

As áreas ciliares (Figura 13), que promovem a proteção dos leitos dos rios, e cuja preservação garante a produção de água com qualidade, foram delineadas pela SVDS, com base no que determina o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) e a Lei de criação da APA Campinas (Lei nº 10.850/2001), como Áreas de Preservação Permanente e, também no art. 190 da Lei Orgânica Municipal, como Áreas de Proteção Permanente.

Foi atribuída nota máxima (5) para estas áreas, ou seja, PRESENTE para as APP protegidas por vegetação, identificadas como classe “Muito Alto” e NÃO para as APP desprovidas, identificadas como classe “Muito Baixo”.

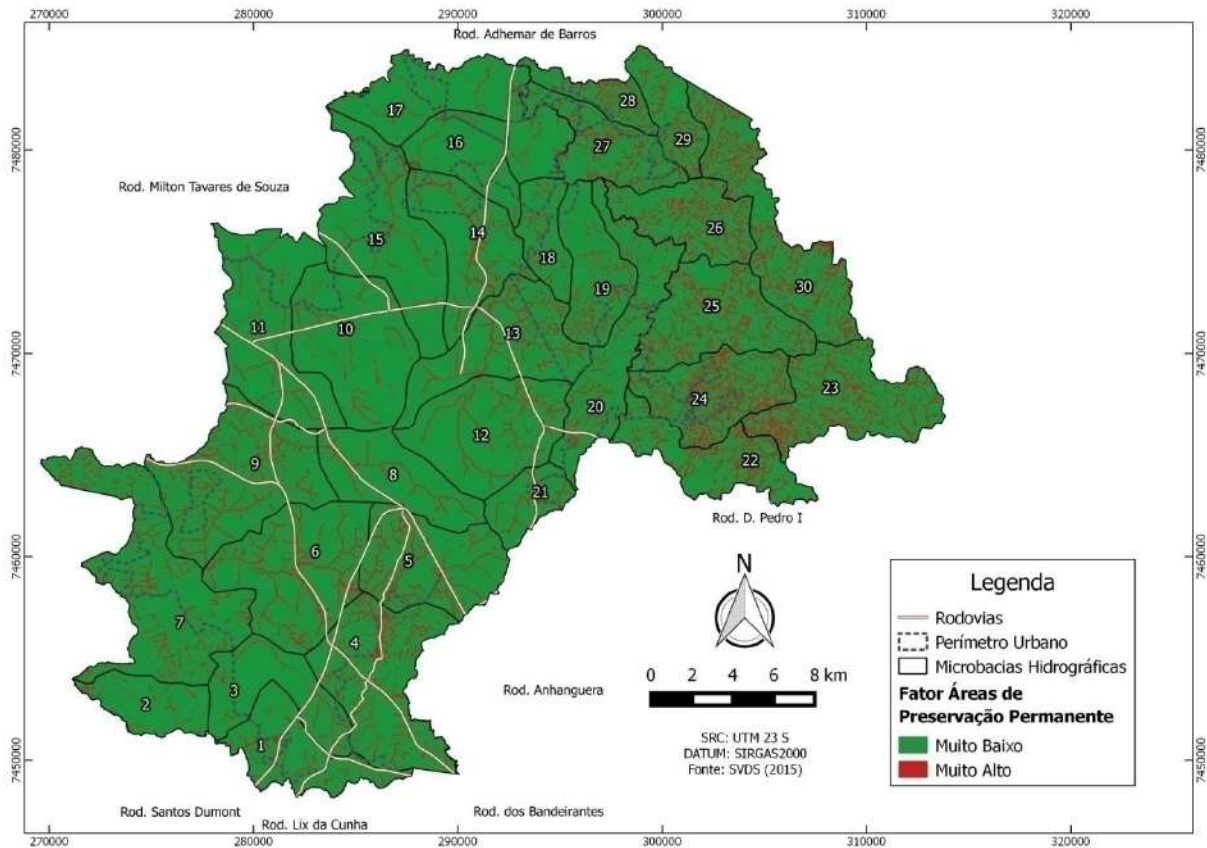


FIGURA 13: FATOR PROTEÇÃO DAS ÁGUAS

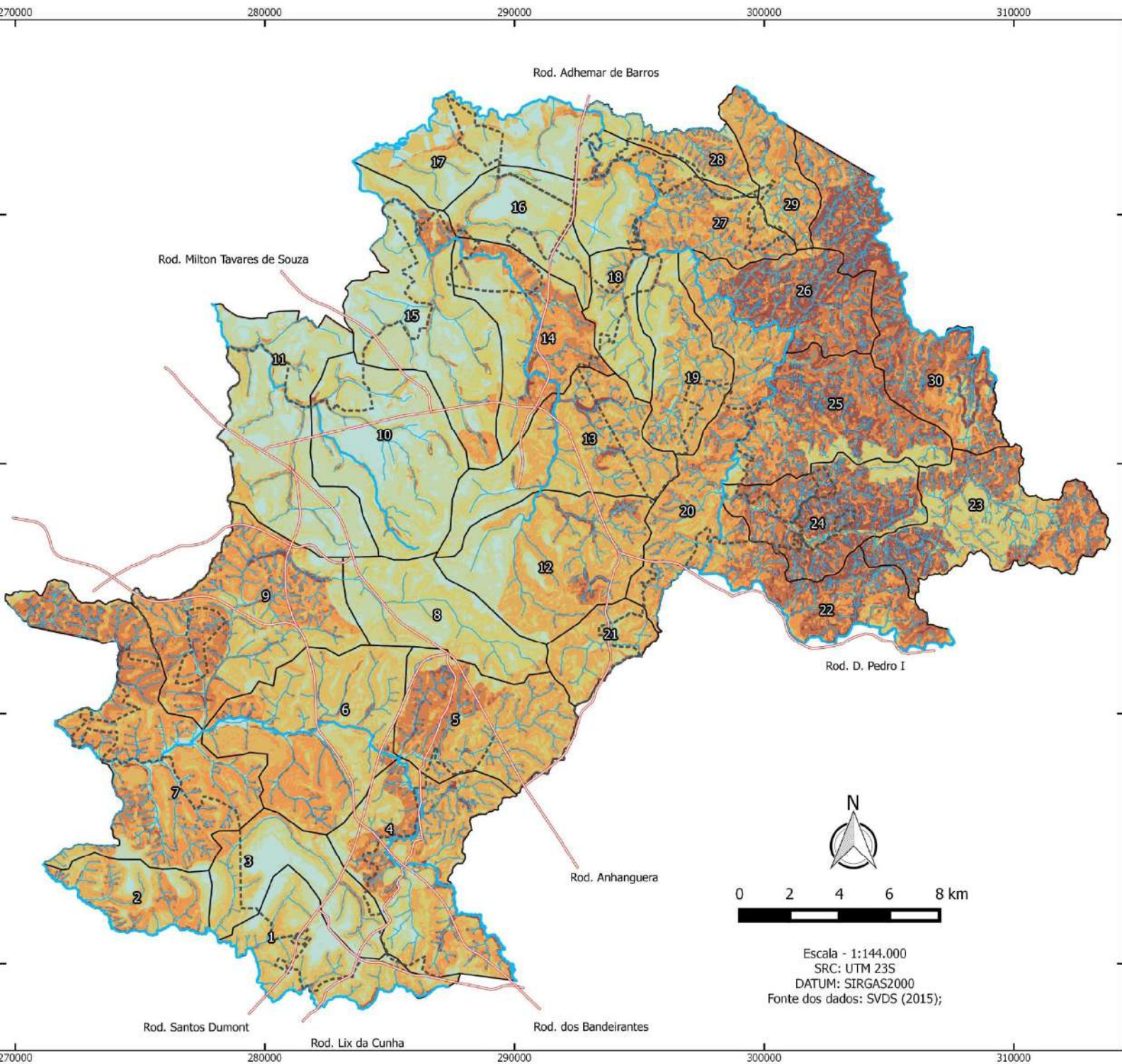
AS FRAGILIDADES HÍDRICAS DE CAMPINAS

Como resultado, da aplicação do método descrito anteriormente, foi gerado o Mapa de Fragilidade Hídrica de Campinas, que expressa a fragilidade hídrica em um índice qualitativo, variando em cinco classes: “muito baixa – baixa – média – alta - muito alta” (Mapa 1). O índice de Fragilidade Hídrica ressaltou a influência das Províncias Geomorfológicas especialmente quando relacionadas aos recursos hídricos.

Na porção do território sob domínio do Planalto Atlântico caracterizam-se as maiores fragilidades do município, variando predominantemente entre média e muito alta. Essa situação é reflexo dos fatores topográfico, erodibilidade e proteção das águas, todos com alta fragilidade. Ocorre que nessas áreas, predomina o embasamento cristalino, com falhamentos e rochas fraturadas por onde a água circula e aflora com maior facilidade. Consequentemente há maior incidência de drenagens e áreas de recarga. Entretanto, a capacidade de armazenamento dessas águas está relacionada ao manejo adequado do solo e à presença da cobertura da vegetação, sem os quais a recarga superficial ou subterrânea é comprometida, inclusive

expondo a região à contaminação das águas. As áreas de maior fragilidade nessas regiões estão justamente nos cursos fluviais e nascentes. Por esta razão, a maior potencialidade em produção de águas do município encontra-se em situação de “muito alta” fragilidade, e merece atenção diferenciada.

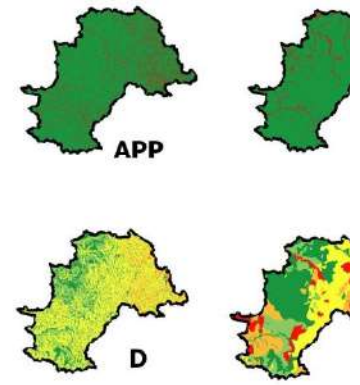
Na região sob domínio da Depressão Periférica, as principais influências nessas áreas, onde o relevo é mais aplainado, são a textura, a estrutura dos solos e a cobertura vegetal, especialmente nas áreas ciliares e planícies de inundação. A abundância de rochas sedimentares e Diabásio, configura solos com maior porosidade. Nessas áreas, na ausência de cobertura vegetal, é comum a formação de ravinamentos e voçorocas, processos erosivos intensos e que afetam diretamente a dinâmica hídrica dos solos. As fragilidades dessas áreas as tornam sensíveis a danos ambientais, porém é uma região que possui potencialidade para armazenamento de água, sendo uma das mais populosas da cidade e com menor cobertura vegetal. É preciso considerar que nessas áreas a capacidade de produção de água é importante em toda a sua extensão.



Fragilidade Hídrica aos Aspectos Naturais de: Topografia (D), Erodibilidade (P), Planície e Inundação (PI) e Área de Preservação Permanente (APP)



PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPI



Legenda

- Hidrografia
- Rios Principais
- Rodovias
- Microbacias Hidrográficas
- Perímetro Urbano

Índice de Fragilidade

- Muito Baixa
- Baixa
- Média
- Alta
- Muito Alta



Escala - 1:144.000
 SRC: UTM 23S
 DATUM: SIRGAS2000
 Fonte dos dados: SVDS (2015);



2.5.1.1. ÍNDICE DE FRAGILIDADE HÍDRICA DE CAMPINAS

Para entendermos de forma regionalizada as fragilidades hídricas, foi aplicado o IFH – Índice de Fragilidade Hídrica para cada microbacia de Campinas (Figura 14), onde nove microbacias estão em condição de média fragilidade, as quais se concentram nas regiões centro e sul do município. Três microbacias estão em condição de muito baixa fragilidade e cinco em muito alta. Cabe destacar que 70% do município encontra-se em áreas de fragilidade média a muito alta.

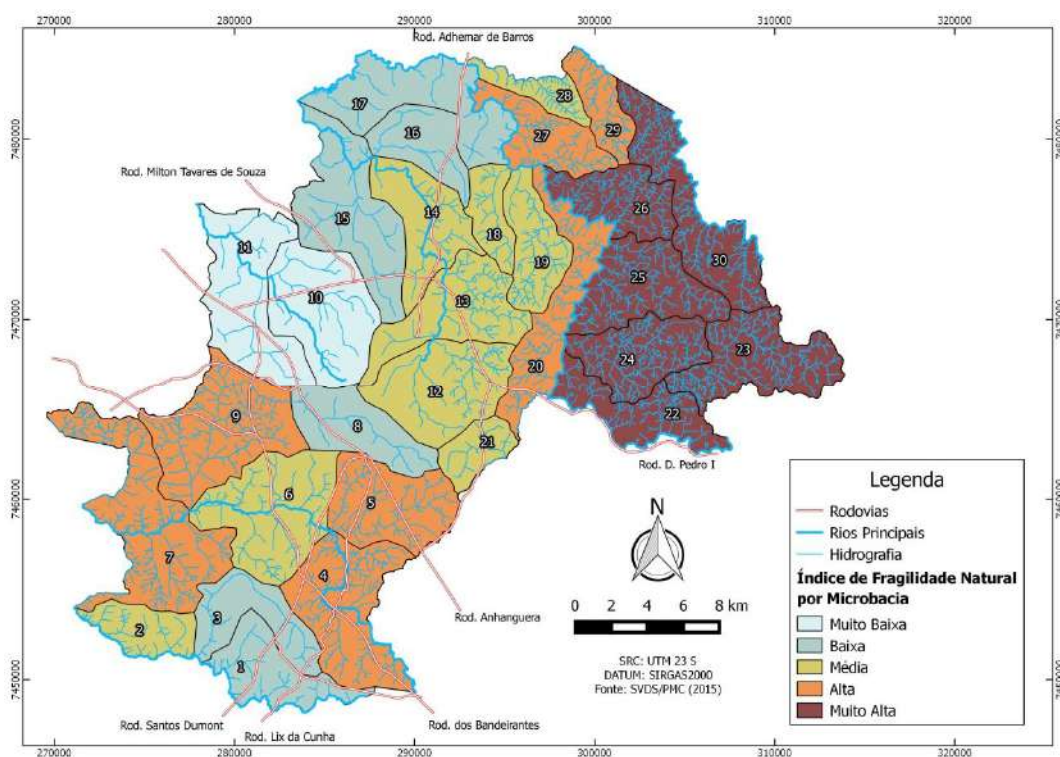


FIGURA 14: ÍNDICE DE FRAGILIDADE HÍDRICA DE CAMPINAS

A região do Ribeirão Quilombo apresenta a menor fragilidade do município (muito baixa). Ocorre que as duas microbacias que formam o Ribeirão Quilombo (10 e 11) se formam sobre o Aquífero Serra Geral e possui Latossolos com porosidade alta. São áreas capazes de produzir águas, porém sujeita ao escoamento superficial, e agravado pelo manejo inadequado dos solos ou ausência de vegetação. Além disso, sofrem com a presença de barramentos, intervenção em APP e trechos sem mata ciliar.

O índice mostra a maior fragilidade (muito alta) concentrada na Bacia do Rio Atibaia, nas MB 22, 24, 25, 26 e 30. Estas MB pertencem ao domínio do Planalto Atlântico. Apresentam terrenos mais dissecados, densidade de drenagens e nascentes. Nestas MB incide a Zona de Cisalhamento Valinhos – ZCV e, no caso da 26, também incide a Zona de Cisalhamento Campinas – ZCC. São notórios os danos aos

curtos fluviais e às nascentes, sendo a fragilidade média a alta para toda a extensão das MB, em especial nas áreas de recarga, altamente produtivas e sensíveis à contaminação das águas.

2.5.2. FIOGRAFIA DAS MICROBACIAS DE CAMPINAS

As características físicas de uma bacia são dadas por fatores naturais que influem sobre o escoamento superficial, dos quais podem ser citados: área de drenagem, forma, sistema de drenagem e relevo da bacia.

A área de drenagem (A_D) corresponde à área plana de uma bacia hidrográfica, delimitada por seus divisores topográficos. Para o Plano Municipal de Recursos Hídricos como já abordado em seu caderno de subsídios, foi adotada a subdivisão do município de Campinas em 30 microbacias, conforme seu Plano Diretor de 1991. O mapa contendo a divisão em 30 microbacias não estava em formato digital, e as linhas foram digitalizadas sem a possibilidade de um georeferenciamento.

A forma da bacia indica sua susceptibilidade à ocorrência de escoamentos rápidos. Para essa análise, o Plano utilizou os coeficientes de forma (K_f) e compacidade (K_c), dois índices propostos numericamente por Gavelius. Em síntese, esses índices demonstram a maior ou menor tendência para enchentes ou inundações em uma bacia; ou seja, a probabilidade da ocorrência de chuvas intensas cobrindo simultaneamente toda a sua extensão. Conforme:

EQUAÇÃO 2:
$$K_c = 0,28 P/\sqrt{A}$$

Onde,

K_c = coeficiente de compacidade, adimensional;

P = perímetro da bacia, em km²;

A = área da bacia, em km².

EQUAÇÃO 3:
$$K_f = A/L^2$$

Onde,

K_f = coeficiente de forma, adimensional;

A = área da bacia, em km²;

L = comprimento axial do curso d'água principal.

Porém, quando se aborda o escoamento superficial, bem como suas tendências de formar picos de vazão, **destaca-se impossível-se desvencilhar** do parâmetro tempo de concentração que, de maneira simplificada, consiste no tempo gasto por uma gota de chuva mais distante contribuir com o exutório da bacia.

Segundo Paiva (2003), há vários métodos empíricos para se determinar o tempo de concentração (t_c) das bacias, os quais são pouco flexíveis e adaptáveis a diferenças regionais. Nesse sentido, também surgem

as formulações semi-empíricas que correlacionam as ferramentas estatísticas com as variáveis fisiográficas observadas em campo, permitindo a absorção do dinamismo do uso e ocupação, além de outras variáveis sujeitas a alteração ao longo do tempo. Porto (1995) recomenda ainda que o ideal seria utilizar o método cinemático para os trechos canalizados das bacias, conforme as variações de velocidade de escoamento.

Dada a complexidade de seu dimensionamento, já que não existe uma equação universal, o DAEE recomenda a utilização do método empírico “California Culverts Practice” (TUCCI, 1993), equação 4. Complementarmente, o Plano traz O Método IPH II (equação 5), uma formulação semi-empírica recomendada para bacias urbanas com área de drenagem de 2,5 a 137 km²:

EQUAÇÃO 4:
$$tc = 57 (L^2/I_{eq})^{0,385}$$

Onde,

tc = tempo de concentração, em min;

L = comprimento total do talvegue, em km;

I_{eq} = declividade equivalente, em m/km.

EQUAÇÃO 5:
$$tc = 18,628 (L^{0,882}/Ai^{0,272})$$

Onde,

tc = tempo de concentração, em min;

L = comprimento do talvegue, em km;

Ai = taxa de impermeabilização da bacia, em %.

De maneira geral, o escoamento superficial tem uma relação intrínseca com o sistema de drenagem – formado pelo conjunto do rio principal e seus tributários. Isto porque uma bacia bem drenada apresenta menor tempo de concentração; ou seja, o escoamento se concentra mais rapidamente, propiciando altos picos de enchentes.

Além disso, as características de um sistema de drenagem podem ser razoavelmente descritas pela ordem dos cursos d’água, densidade de drenagem, densidade hidrográfica (nascentes), entre outras.

Para tanto, a ordem dos rios é uma classificação que reflete o grau de ramificação dentro de uma bacia, cujos critérios foram introduzidos por Horton e modificados por Strahler; de maneira que a ordem do rio principal mostra a extensão da ramificação da bacia. Complementarmente, a densidade de drenagem (D_D) é expressa pela relação entre o comprimento total de todos os cursos d’água de uma bacia - sejam eles efêmeros, intermitentes ou perenes - e sua área total. Enquanto a densidade hidrográfica (D_H) - também chamada de frequência de canais - corresponde ao número de rios de ordem um por unidade de área (Strahler, 1957). Segundo Christofolletti (1974), este é um indicador importante, pois representa o comportamento hidrográfico de determinada área, em um de seus aspectos fundamentais - a capacidade de gerar novos cursos d’água. Conforme:

EQUAÇÃO 6: $D_D = \Sigma l/A$

Onde,

D_D = Densidade de Drenagem, em km/km²;

Σl = Comprimento total dos cursos d'água, em km;

L = Área de drenagem da bacia, em km².

EQUAÇÃO 7: $D_H = Nu_{1ordem}/A$

Onde,

D_H = Densidade Hidrográfica, em n°/km²;

Nu_{1ordem} = Número de cursos de 1ª ordem ou nascentes;

A = Área de drenagem da bacia, em km².

Por fim, têm-se os fatores que compõem o relevo da bacia, como a declividade média, a orientação das vertentes, as curvas hipsométricas, a elevação média, entre outros; os quais não serão foco deste item, uma vez que já foram discutidos anteriormente para a elaboração do mapa de fragilidade hídrica.

Desta forma, a Tabela 4 apresenta os aspectos fisiográficos para cada microbacia do município de Campinas, tais como: área de drenagem (A_D), coeficiente de forma (K_f), densidade de drenagem (D_D), densidade hidrográfica (D_H) e ordem.

Em termos de densidade de drenagem (D_D) destacam-se com os maiores valores, as Microbacias 24 (Trecho 02 do Ribeirão das Cabras), 26 (Três Pontes), 30 (Rio Jaguari), 23 (Trecho 01 do Ribeirão das Cabras) e 22 (Trecho Sul do Rio Atibaia); - correspondentes à APA de Campinas. Enquanto os menores valores concentraram-se nas Microbacias 08 (Cabeceiras do Córrego Piçarrão), 16 (Córrego da Fazenda Monte D'este), 11 (Córrego da Boa Vista), 03 (Ribeirão Viracopos) e 10 (Córrego da Lagoa).

TABELA 4: DADOS DE FISIOGRAFIA POR MICROBACIA

MB	Área (Km ²)	C.Curso* (Km)	D.Dren.* (Km/Km ²)	Nº de Nascentes	D.Hidro.* (Nº/Km ²)	Forma	Compacidade	Ordem
1	20,60	35,49	1,72	24	1,16	0,09	1,14	4 ^a
2	13,93	32,18	2,31	32	2,30	0,13	1,16	4 ^a
3	20,91	21,30	1,02	12	0,57	0,11	1,20	2 ^a
4	37,55	84,92	2,26	104	2,77	0,10	1,21	4 ^a
5	28,97	53,48	1,85	65	2,24	0,33	1,25	4 ^a
6	39,13	60,93	1,56	58	1,48	0,40	1,28	2 ^a
7	47,50	125,91	2,65	200	4,21	0,76	1,33	5 ^a
8	23,10	17,81	0,77	9	0,39	0,25	1,33	2 ^a
9	41,96	92,83	2,21	132	3,15	0,26	1,35	4 ^a
10	36,08	36,93	1,02	16	0,44	0,56	1,36	3 ^a
11	37,18	34,08	0,92	13	0,35	0,15	1,39	4 ^a
12	34,30	47,74	1,39	50	1,46	0,56	1,40	4 ^a
13	29,76	48,22	1,62	67	2,25	1,46	1,46	5 ^a
14	25,41	32,45	1,28	29	1,14	0,22	1,49	5 ^a
15	38,21	42,35	1,11	20	0,52	0,09	1,51	5 ^a
16	17,39	15,03	0,86	5	0,29	0,29	1,51	3 ^a
17	33,73	49,56	1,47	23	0,68	0,05	1,59	6 ^a
18	11,19	18,76	1,68	21	1,88	0,28	1,60	3 ^a
19	19,27	43,02	2,23	62	3,22	0,17	1,60	4 ^a
20	27,31	79,51	2,91	98	3,59	0,05	1,60	6 ^a
21	10,50	16,04	1,53	16	1,52	0,40	1,61	3 ^a
22	21,94	73,37	3,34	114	5,20	0,08	1,68	4 ^a
23	31,28	107,54	3,44	224	7,16	0,13	1,71	4 ^a
24	24,72	94,37	3,82	196	7,93	0,27	1,85	5 ^a
25	29,40	96,87	3,30	182	6,19	0,27	1,87	4 ^a
26	20,61	77,60	3,77	127	6,16	0,73	2,02	5 ^a
27	19,14	43,16	2,25	66	3,45	0,01	2,04	6 ^a
28	8,74	28,62	3,28	48	5,49	0,10	2,05	4 ^a
29	12,24	33,86	2,77	46	3,76	0,17	2,08	5 ^a
30	33,30	122,21	3,67	252	7,57	0,11	2,40	5 ^a

*C.Curso = Comprimento dos Cursos d'Águas; D.Dren. = densidade de drenagem; D.Hidro. = Densidade Hidrográfica

De acordo com Strahler (1964), admite-se que esse índice varie de 0,5 km/km² para bacias de drenagem pobre a 3,5km/km² ou mais para bacias excepcionalmente bem drenadas. Linsley et al. (1975) complementa que uma alta densidade de drenagem reflete uma bacia altamente dissecada, que responde de maneira relativamente rápida a uma determinada quantidade de chuva, enquanto uma baixa densidade de drenagem reflete uma bacia de drenagem pobre com respostas hidrológicas lentas.

Quando se trata da densidade hidrográfica (DH) destacam-se com os valores mais altos, as Microbacias 24 (Trecho 02 do Ribeirão das Cabras), 30 (Rio Jaguari), 23 (Trecho 01 do Ribeirão das Cabras), 25 (Córrego Fazenda das Pedras) e 26 (Três Pontes) - também correspondentes à APA de Campinas, ressaltando o seu potencial para a geração de novos cursos d'água. Enquanto os valores mais baixos concentraram-se nas Microbacias 16 (Córrego da Fazenda Monte D'este), 11 (Córrego da Boa Vista), 08 (Cabeceiras do Córrego Piçarrão), 10 (Córrego da Lagoa) e 15 (Ribeirão das Pedras).

A maior ordem encontrada para os cursos d'água foi a 06^a - correspondente às Microbacias delimitadas pelo Rio Atibaia (17, 27 e 20), o que evidencia a extensão da ramificação da Bacia do Rio Atibaia. De maneira que a menor ordem (02^a) concentrou-se nas Microbacias 03, 06 e 08 - Ribeirão Viracopos, Trecho Central do Rio Capivari e Cabeceiras do Córrego Piçarrão, respectivamente.

De maneira complementar, a Tabela 5 mostra os tempos de concentração para cada microbacia de Campinas, calculados pelo método empírico "*California Culverts Practice*"; enquanto para as microbacias com vocação urbana ou consideradas de transição, também foi aplicado o Método IPH II.

As diferenças entre os resultados dos dois métodos para dimensionamento do tempo de concentração das microbacias urbanas e de transição ratifica a afirmação de Tomaz (2013) de que os hidrólogos encontrarão diferentes valores do tempo de concentração para mesma bacia; motivo pelo qual, a fim de se reduzir as incertezas no dimensionamento da vazão de pico, os tempos de concentração devem ser simulados por diversos métodos e, posteriormente, validados.

Apesar do Método "*California Culverts Practice*" ser amplamente adotado pelo DAEE, o IPH II também trouxe uma abordagem interessante ao passo que considerou as taxas de impermeabilização das microbacias urbanas e em transição (MB 03, 05, 06, 08, 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 20 e 21); ou seja, as estimativas de tempos de concentração foram menores, dadas as características de cobertura do solo.

TABELA 5: TEMPO DE CONCENTRAÇÃO DAS MICROBACIAS

MB	Vocação*	Comprimento do Talvegue (Km)	Declividade (m/Km)	Impermeabilização (%)	California Culverts Practice (min)	IPH II (min)
1	Rural	0,08	84,50	25,99	1,33	-
2	Rural	2,31	2309,90	2,71	19,69	-
3	Transição	1,62	1615,00	47,58	14,12	9,94
4	Rural	3,63	3632,90	15,57	35,25	-
5	Transição	0,87	873,00	56,57	7,01	5,51
6	Urbana	0,41	409,00	70,99	5,17	2,66
7	Rural	4,96	4959,90	23,10	34,44	-
8	Urbana	0,31	308,00	86,04	5,18	1,96
9	Transição	0,99	989,00	36,93	10,39	6,91
10	Transição	1,71	1712,00	34,27	17,91	11,44
11	Transição	2,91	2913,00	38,29	25,10	17,75
12	Urbana	2,15	2149,00	70,67	13,50	11,49
13	Transição	2,04	2043,00	45,09	22,25	12,41
14	Transição	0,87	867,00	41,18	11,84	5,97
15	Transição	2,23	2230,00	48,37	14,42	13,16
16	Rural	0,29	290,00	11,70	4,20	-
17	Rural	14,96	14957,00	17,82	87,74	-
18	Rural	0,52	516,00	20,76	6,27	-
19	Rural	1,55	1545,00	18,88	13,84	-
20	Transição	1,93	1926,00	31,21	14,03	13,03
21	Transição	0,33	331,00	53,43	4,38	2,37
22	Rural	1,50	1495,00	4,43	11,81	-
23	Rural	0,24	238,00	0,00	2,71	-
24	Rural	1,46	1464,00	8,49	13,27	-
25	Rural	8,44	8439,00	1,85	53,79	-
26	Rural	1,37	1370,00	0,20	11,35	-
27	Rural	0,14	141,00	14,03	1,70	-
28	Rural	0,69	685,00	1,03	5,94	-
29	Rural	2,48	2480,00	2,43	19,54	-
30	Rural	0,77	773,00	0,96	10,03	-

*Vocação relativa ao uso real que cada MB possui hoje. Para mais informações vide Capítulo 3 – Eixo Socioambiental

Por fim, foi calculado o Coeficiente de Compacidade (K_C) – Figura 15 - o qual aborda a relação entre os perímetros da bacia e um círculo de área similar. Tal coeficiente indicou que as Microbacias 10 (Córrego da Lagoa), 12 (Córrego Proença), 21 (Córrego Samambaia), 5 (Córrego Sete Quedas) e 6 (Trecho Central do Rio Capivari) apresentam uma propensão maior à ocorrência de enchentes, já que seu K_C aproxima-se à unidade (1); ou seja, o valor respectivo às bacias com formas mais circulares, em que aumenta-se a probabilidade de toda área contribuir de uma só vez.

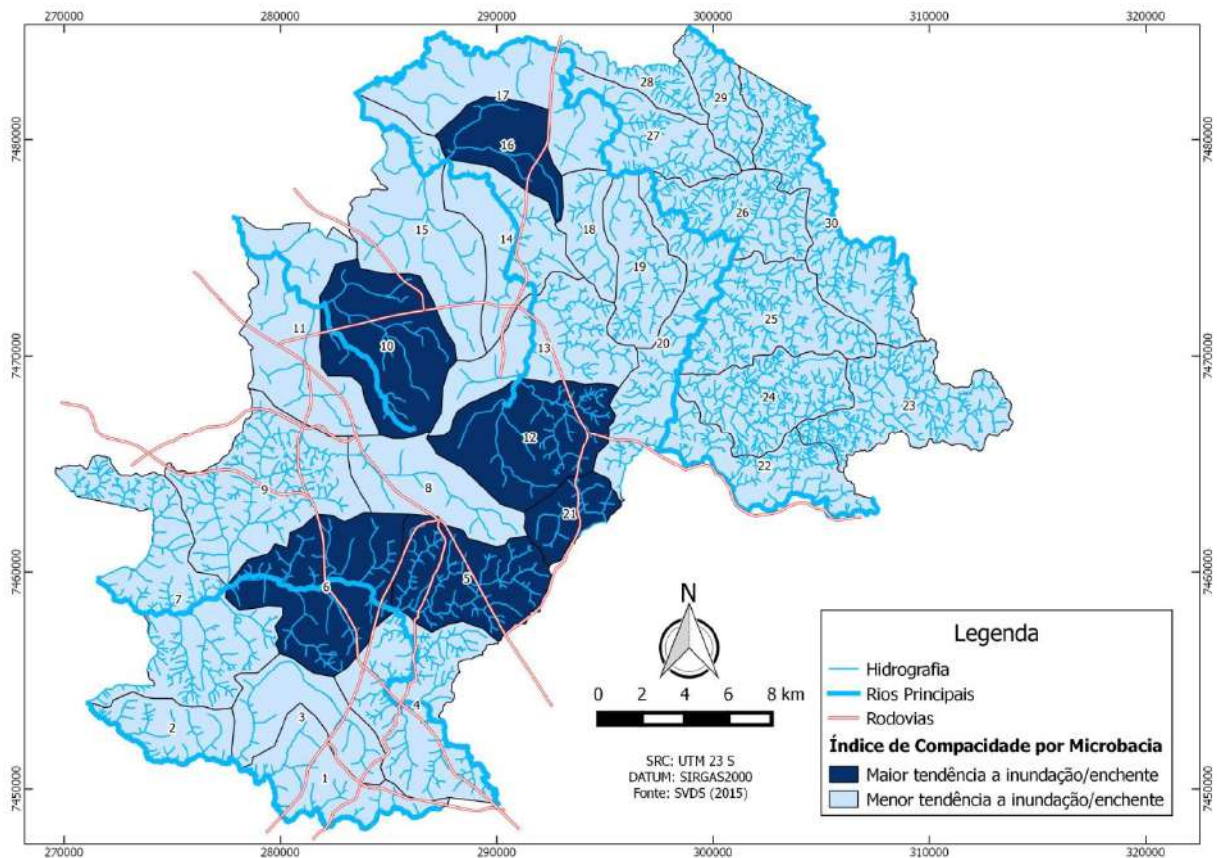


FIGURA 15: COEFICIENTE DE COMPACIDADE POR MICROBACIA

Complementarmente, foi estimado o fator de forma (K_f), para o qual as bacias hidrográficas com índice baixo - **ou seja, o comprimento axial do curso d'água é grande, implicando na menor probabilidade de ocorrência de chuvas intensas que cubram simultaneamente toda sua extensão** - terão uma propensão menor a enchentes, como no caso das Microbacias 27 (Córrego Cachoeirinha), 20 (Trecho Central do Rio Atibaia), 17 (Trecho Norte do Rio Atibaia), 22 (Trecho Sul do Rio Atibaia), 01 (Rio Capivari Mirim) se comparadas às Microbacias 13 (Córrego São Quirino), 07 (Trecho Oeste do Rio Capivari), 26 (Córrego das Três Pontes), 10 (Córrego da Lagoa) e 12 (Córrego Proença) - cujos valores de K_f são mais elevados. Vide Figura 16.

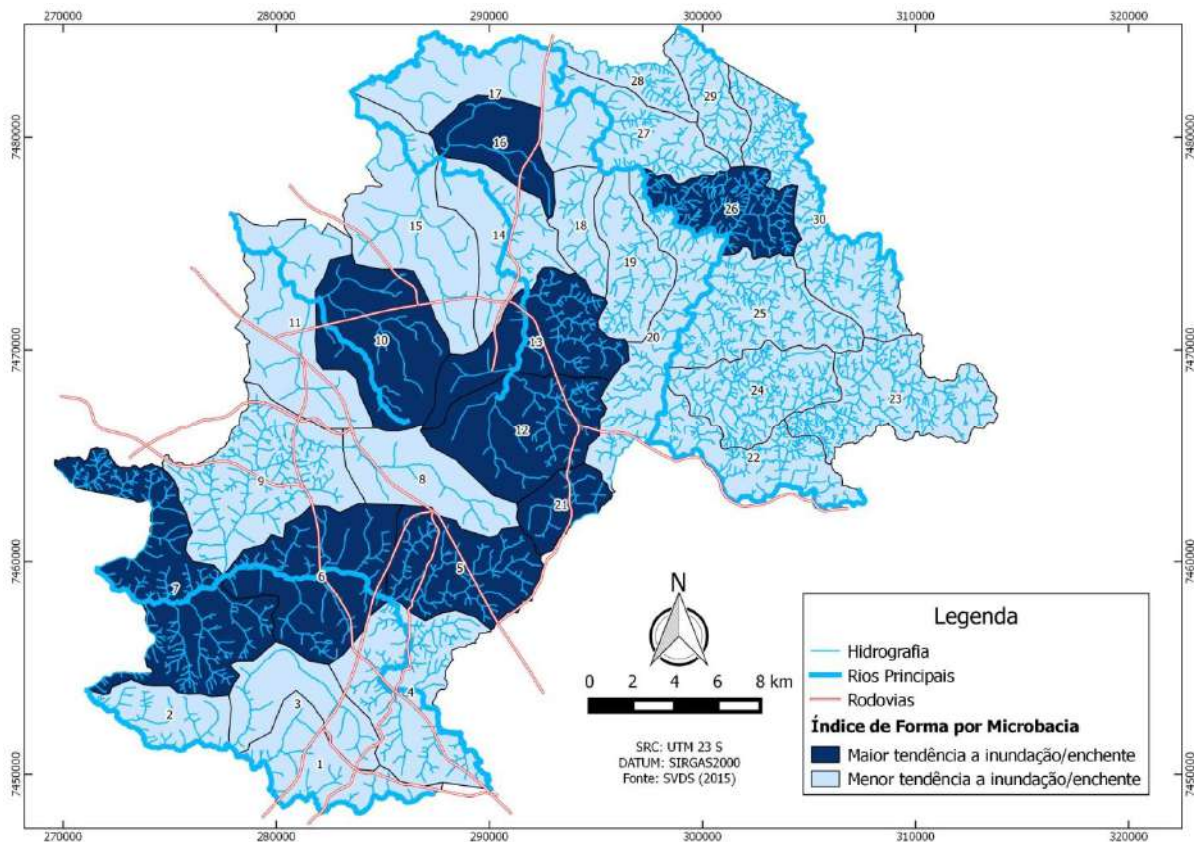


FIGURA 16: FATOR FORMA POR MICROBACIAS

Ao se traçar um comparativo entre os coeficientes de forma (K_F) e compacidade (K_C), observa-se que as mesmas microbacias com maior tendência a inundação/enchente foram indicadas, com exceção das MBs 07 (Trecho Oeste do Rio Capivari), 13 (São Quirino) e 26 (Córrego das Três Pontes). Tal fato pode ter ocorrido em função da delimitação dessas microbacias no Plano Diretor de 1991 ter-se baseado estritamente ao recorte do limite territorial municipal – como no caso da Microbacia 07 – ou ainda não terem sido considerados os divisores topográficos, como critério na subdivisão.

2.5.2.1. ÍNDICE DE PRODUÇÃO DE ÁGUA (IPA)

O Índice de Produção de Água (IPA) visa refletir a capacidade de produção de água nas microbacias inseridas no município de Campinas, baseado em aspectos fisiográficos das bacias. Deste modo, tem-se que sob suas condições naturais:

EQUAÇÃO 8:

$$\text{IPA} = \{[(D_H)^2 + 3 (\text{ORDEM})] \times 2(D_D)\}$$

Onde,

D_H = Densidade Hidrográfica;

D_D = Densidade de Drenagem.

Por conseguinte, sob o aspecto da produção de água foram priorizados parâmetros como a Densidade Hidrográfica (D_H), ou seja, o número de nascentes por suas respectivas unidades de área, seguida dos Ordenamentos de Canais das Microbacias em escala crescente - no caso 02ª, 03ª, 04ª, 05ª e 06ª ordem - uma vez que como estratégia de gestão territorial municipal, já indicada por especialistas da área desde o 1º Workshop de Recursos Hídricos - atribuiu-se maior peso àquelas microbacias com origem dentro do território campineiro. Por fim, esses parâmetros foram potencializados pela Densidade de Drenagem (D_D), com o maior peso atribuído aos seus máximos.

A Figura 17 mostra a capacidade de produção de água nas microbacias de Campinas, sob seus aspectos fisiográficos. Nota-se que as potencialidades naturais para a produção de água no município concentram-se nas microbacias da APA Campinas, com destaque para as Microbacias do Ribeirão das Cabras (23 e 24), Rio Jaguari (30), Córrego Fazenda das Pedras (25), Córrego das Três Pontes (26) e Córrego Santa Rita do Mato Dentro (28), devido principalmente às altas densidades de nascentes e drenagem. Seguidas pelas Microbacias 19, 20 e 22, pertencentes à Bacia do Rio Atibaia e a Microbacia 09 (Foz do Córrego Piçarrão), devido principalmente ao ordenamento dos canais e a densidade de drenagem entre as faixas média e alta.

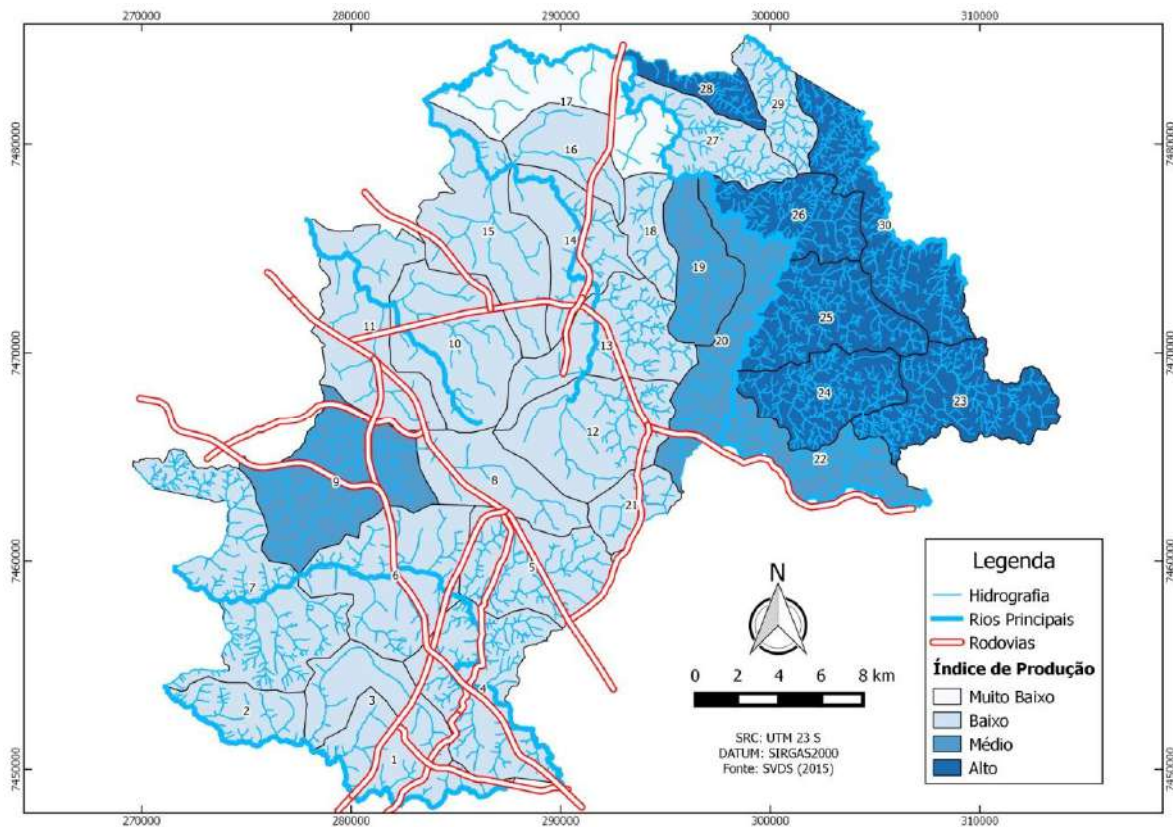


FIGURA 17: ÍNDICE DE PRODUÇÃO DE ÁGUA POR MICROBACIAS

Um fator importante a ser destacado é que a captação de água para abastecimento público da SANASA ocorre na entrada do Rio Atibaia no município de Campinas, mais especificamente, na Microbacia 20 (Trecho Central do Rio Atibaia), e dado o potencial natural de produção de água em Campinas se concentrar nas microbacias a jusante da captação, torna-se possível inferir que toda a contribuição sobre a disponibilidade quantitativa de água proporcionada pela APA de Campinas não influenciaria de forma direta a vazão no ponto de captação para abastecimento público; apesar de contribuir indiscutivelmente para a manutenção ecossistêmica da Bacia do Rio Atibaia.

Essas constatações podem ser verificadas de forma prática e em tempo real, através da rede telemétrica do DAEE nas Bacias PCJ2 (Figura 18), para a qual, a título de exemplo em uma consulta rápida no dia 13 de janeiro de 2016 às 08h50min, a vazão do Rio Atibaia era de 63,18m³/s na captação em Valinhos (Posto D3-051T). Já em Desembargador Furtado – Campinas (Posto D3-055T) era de 81,95m³/s e na saída de Campinas - próximo à Paulínia (Posto D4-120T) – esse valor subiu para 122,90m³/s.

² <http://www.sspcj.org.br/index.php/redes-telemetricas>

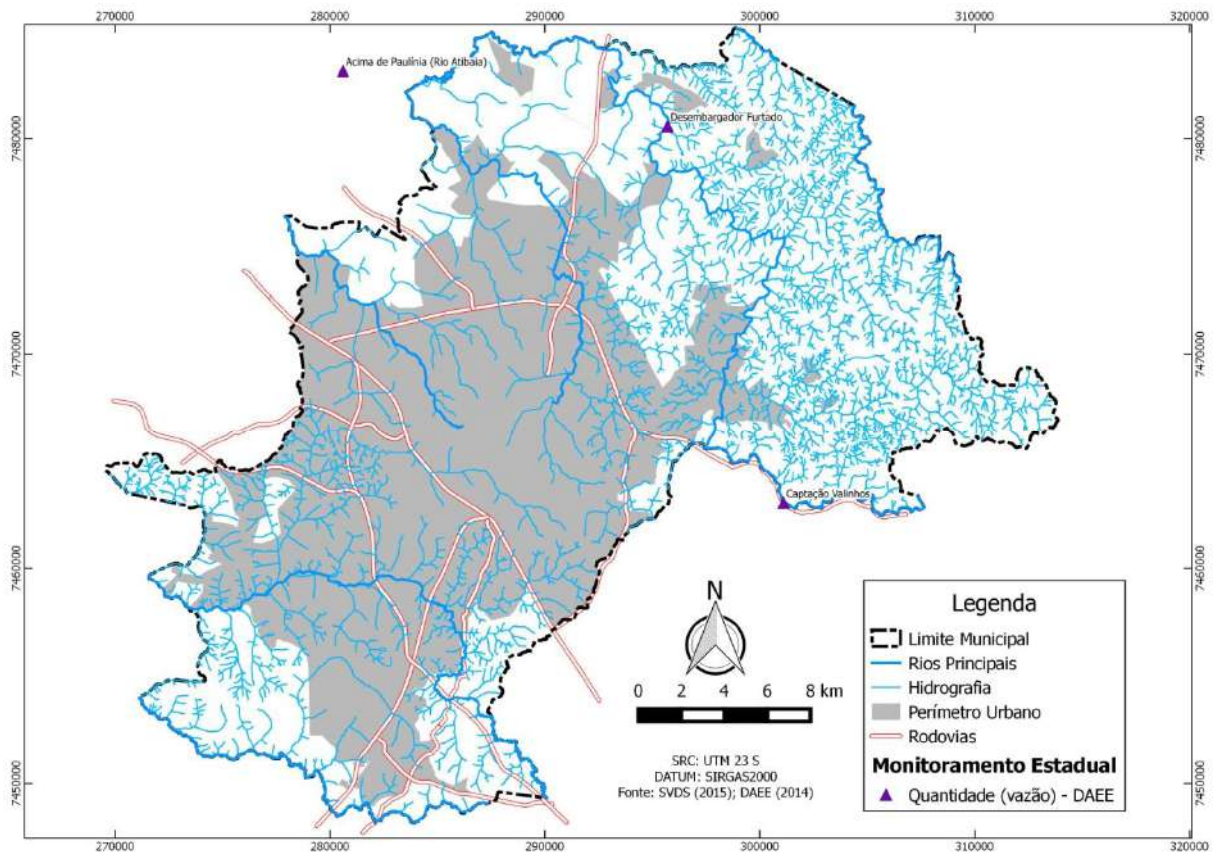


FIGURA 18: REDES TELEMÉTRICAS DO DAEE NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DE CAMPINAS

Tais variações de vazão do Rio Atibaia na área de influência do município de Campinas ressaltam a contribuição dos recursos hídricos presentes na APA de Campinas para a manutenção ecossistêmica da Bacia do Rio Atibaia, com grande potencial de produção de água que, mesmo após a captação para abastecimento público da SANASA, o Rio Atibaia atravessa os limites municipais com valores de vazão superiores aos de entrada.

2.5.2.2. ÍNDICE DE DISTRIBUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS (IDRH)

O Índice de Distribuição de Recursos Hídricos (IDRH) visa destacar o grau de fragilidade natural do sistema de drenagem das microbacias, segundo aspectos fisiográficos, primordialmente em função de sua baixa densidade de drenagem. Assim:

EQUAÇÃO 9:
$$\text{IDRH} = \{ [2(D_H) + \text{ORDEM}] \times (D_D)^2 \}$$

Onde,

D_H = Densidade Hidrográfica;

D_D = Densidade de Drenagem.

Portanto, no sentido de concentrar esforços para melhorar a distribuição de águas no território, a fim de que os sistemas de drenagens frágeis se fortaleçam, foram priorizadas as microbacias com valores de Densidade de Drenagem (D_D) baixos, uma vez que representam sistemas de drenagens pobres com respostas hidrológicas mais lentas. Além disso, também foram considerados aspectos como a Densidade Hidrográfica (D_H) e o Ordenamento de Canais, conforme a estratégia de gestão territorial municipal.

A Figura 19 mostra o grau de fragilidade natural dos sistemas de drenagem nas microbacias de Campinas, sob seus aspectos fisiográficos.

Conforme a Figura 19, as fragilidades naturais das bacias em relação ao risco de “extinção” dos cursos d’água concentram-se nas porções centrais de Campinas; com destaque para a Microbacia 08 (Cabeceiras do Córrego Piçarrão), cuja densidade de drenagem é extremamente baixa e ainda, potencializada pela baixa incidência de nascentes em sua área de drenagem. Já a Microbacia 24 (Trecho 02 do Ribeirão das Cabras) que se destaca como potencial produtora de água no índice anterior, neste aparece com a fragilidade natural muito baixa, já que suas ações deverão ser direcionadas para a conservação e manutenção ecossistêmica e não a recuperação.

Os fatores fisiográficos evidenciam a necessidade de se concentrar esforços no sentido de fortalecer a rede de drenagem de tais microbacias, uma vez que tais aspectos naturais refletem o limite da capacidade desses recursos hídricos. Há de se considerar ainda que, além dessa fragilidade natural já diagnosticada, os impactos ambientais sobre tais bacias podem resultar em efeitos sinérgicos quando associados aos fatores de pressão, decorrentes da ocupação.

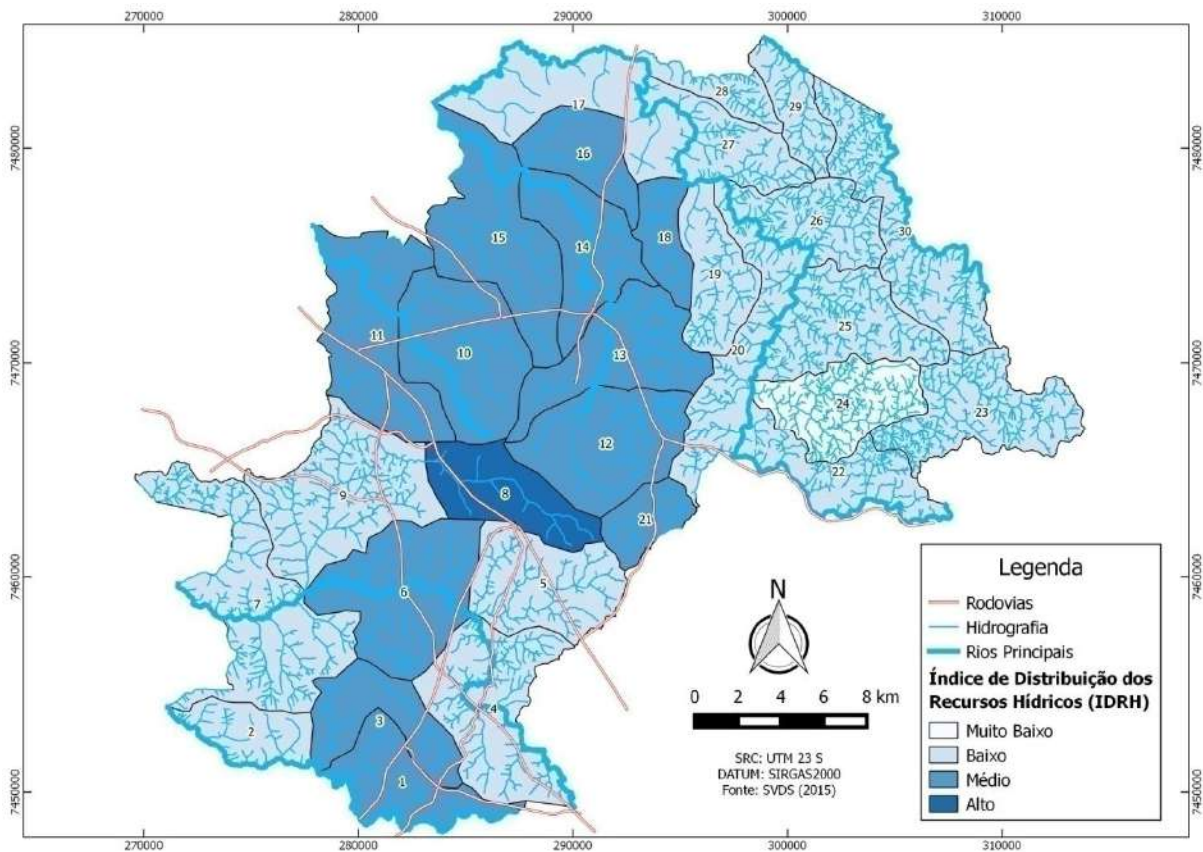


FIGURA 19: ÍNDICE DE DISTRIBUIÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS APLICADO ÀS MICROBACIAS DE CAMPINAS

2.5.3. POTENCIALIDADES HÍDRICAS DE PROTEÇÃO

Quando tratamos as potencialidades de proteção dos recursos hídricos sob a perspectiva dos aspectos naturais é evidente a importância da vegetação em toda a extensão do território, para que se garanta a permeabilidade do solo, infiltração da água e recarga dos aquíferos, assim como a estabilidade de taludes e manutenção do território. Neste sentido, foi observado o grau de proteção de cada uma das 30 microbacias de Campinas quanto ao percentual de cobertura vegetal existente em APP e ao longo do território.

Como podemos ver na Figura 20 o panorama municipal é preocupante, do total de 30 microbacias, 22 estão abaixo do mínimo desejado, 20% de cobertura vegetal. Isto representa 73% do território. Já as que possuem mais de 20% (8MB) não estão em um cenário muito melhor, elas apresentam menos de 30% de cobertura.

Se olharmos apenas para as APP o limiar das potencialidades cai drasticamente. Todas as MB possuem menos de 10% de APP com cobertura vegetal. Isto sem entrarmos no mérito da qualidade da vegetação, distribuição dos recursos ou a garantia da função social ou ecológica destas áreas (todos temas objetos do Plano Municipal do Verde de Campinas – 2016).

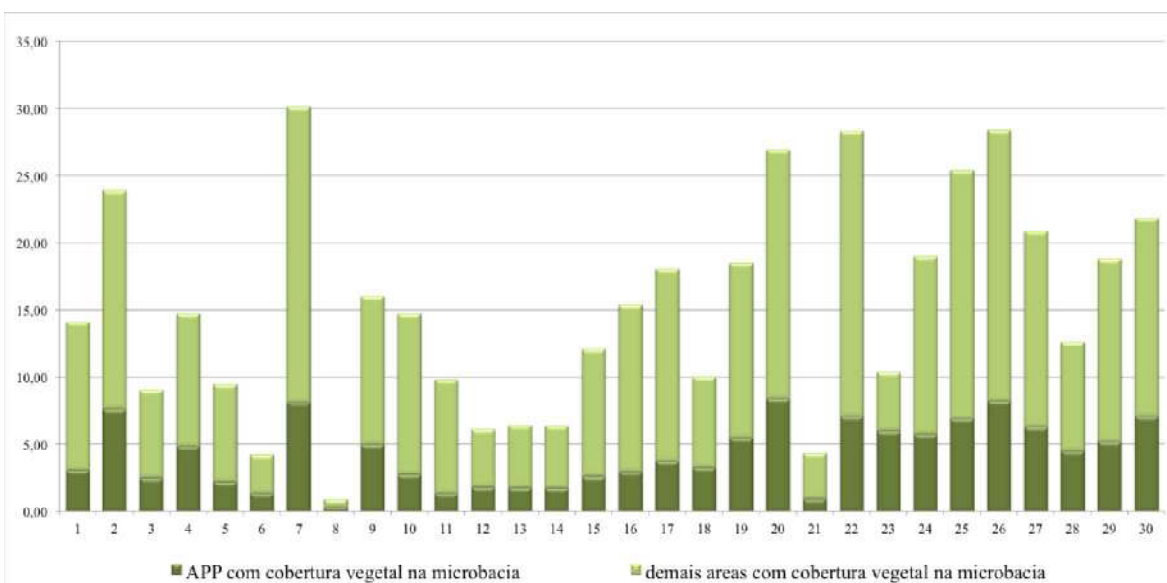


FIGURA 20: PERCENTUAL DA COBERTURA VEGETAL POR MICROBACIA (APP E DEMAIS ÁREAS)

Para entendermos melhor a condição das potencialidades naturais do município, definimos os Índices de Cobertura da Vegetação das Microbacias e das APP/MB.

2.5.3.1. ÍNDICE DE COBERTURA DA VEGETAÇÃO DA MICROBACIA (ICVR)

Para a preservação dos Recursos Hídricos, é fundamental a manutenção da vegetação. Para garantir a existência de água em nossos rios é essencial a manutenção da área de recarga de aquíferos ou, de um modo simplista, garantir a infiltração de água ao longo do território. Para isto é fundamental a distribuição de áreas verdes em toda a microbacia e não apenas ao longo das margens dos rios.

Para o PMRH, adotou-se como cobertura vegetal mínima necessária para uma microbacia 20%, o mesmo exigido pela Legislação Estadual³ para os processos de parcelamento de uso e ocupação do território. Portanto, esta foi a linha de corte em situação de criticidade, variando de muito alta a muito baixa, para as microbacias. Para tanto, as microbacias foram escalonadas em cinco classes: muito baixa (40 a 100) – baixa (39 a 20) – média (19 a 11) – alta (6 a 10) – muito alta (9 a 0), como podemos ver na figura 21.

³ Resolução SMA 31/2009

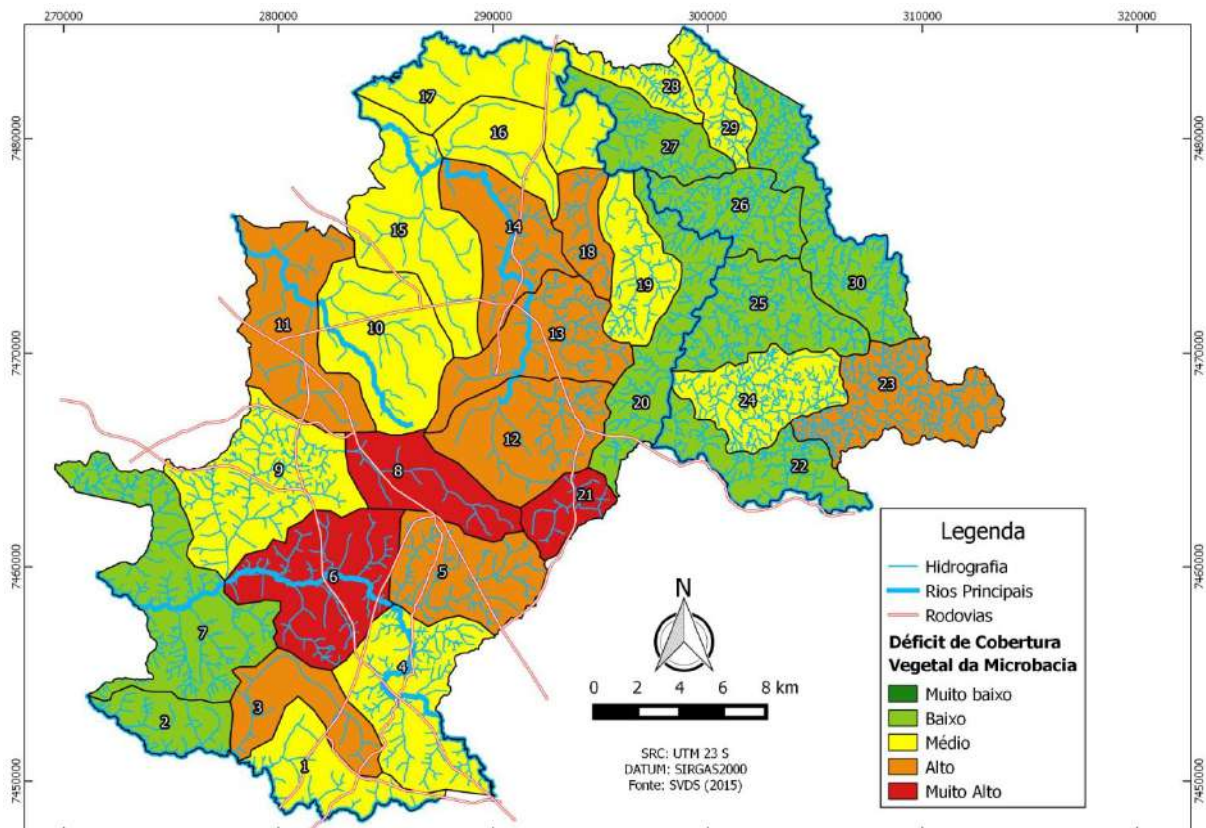


FIGURA 21: DÉFICIT DE COBERTURA VEGETAL DA MICROBACIA

2.5.3.2. ÍNDICE DE COBERTURA DA VEGETAÇÃO DAS APP (IAPP)

Como esclarecido anteriormente, para a preservação dos Recursos Hídricos, é fundamental a manutenção da vegetação. O ICV_R oferece uma perspectiva da condição da cobertura vegetal da microbacia e da possibilidade de ofertar áreas permeáveis. Porém, quando falamos dos nossos rios, o principal elemento de proteção legal é proporcionado pelas APP, promovendo a manutenção das áreas ciliares, de áreas de recarga de aquíferos, de nascentes e das planícies sujeitas a inundações. Para tanto, considerando o processo de ocupação do território municipal, as potencialidades de proteção e manutenção dessas áreas se resumem nos instrumentos legais que, através de categorias, disciplinam a utilização das áreas em função do seu escopo e possibilidades de atuação.

Assim, o Mapa 2 expressa todas as Planícies Sujeitas a Inundações e Áreas de Preservação Permanente, já amparadas por força da legislação ambiental. Contudo, a figura 22 apresenta o déficit de cobertura vegetal nas APP por microbacia. Para tanto, foram escalonadas as MB em cinco classes: muito baixa (81 a 100) – baixa (61 a 80) – média (41 a 60) – alta (21 a 40) – muito alta (0 a 20).

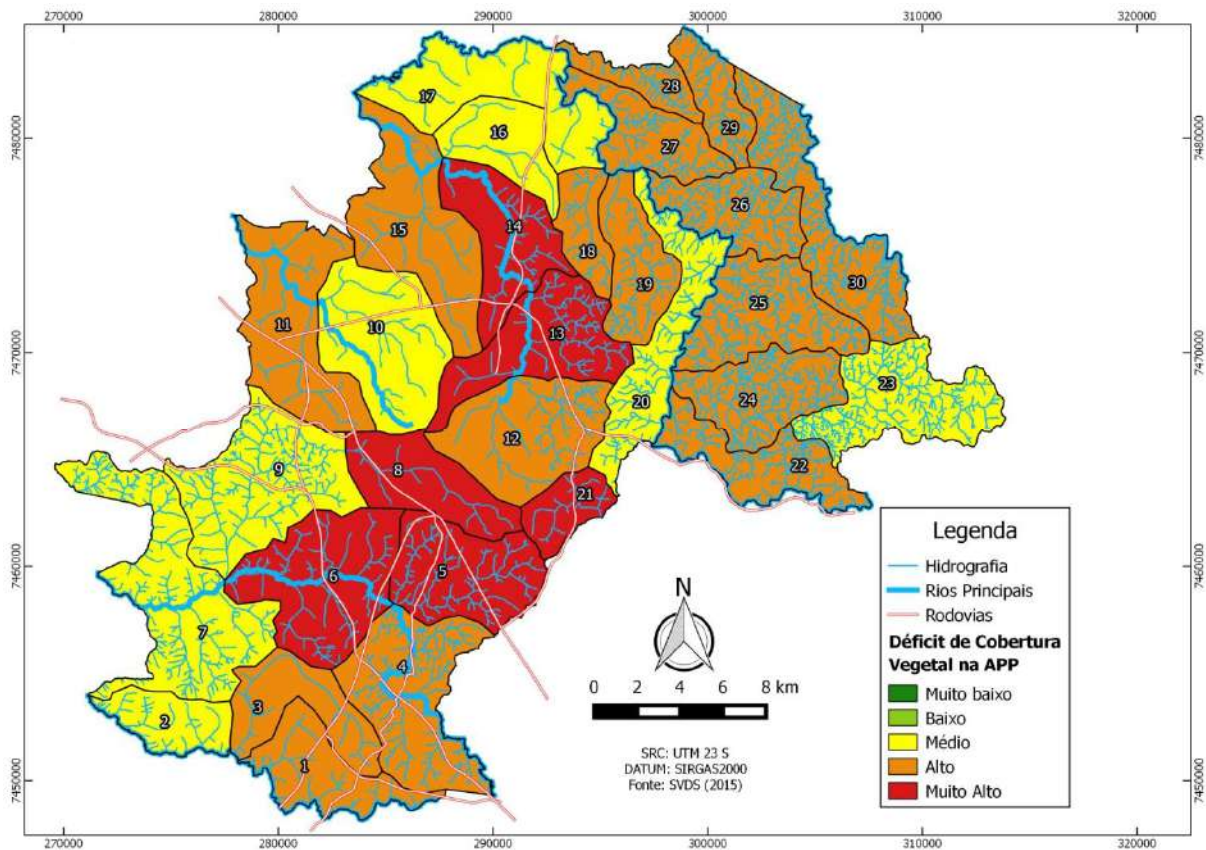
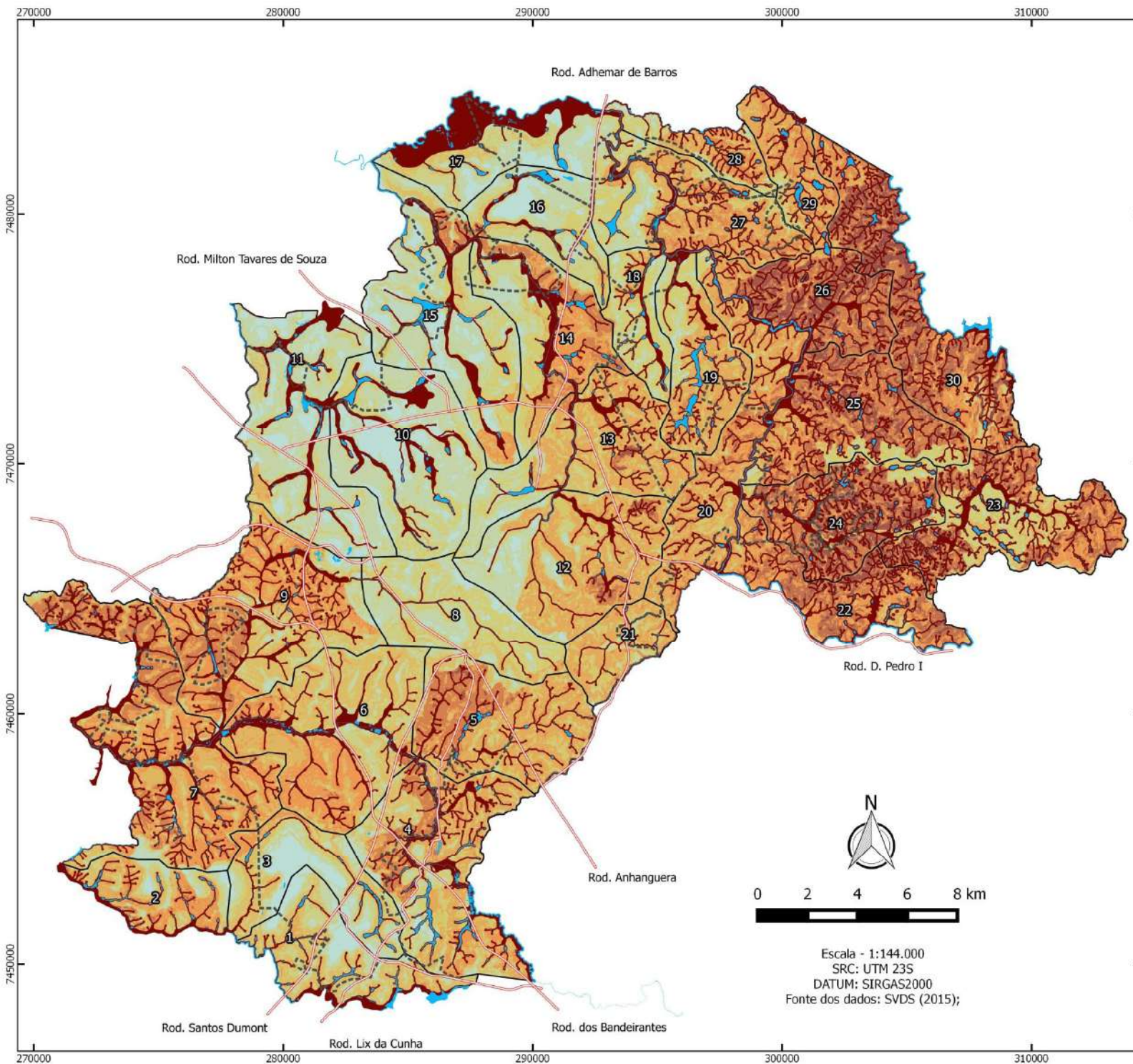
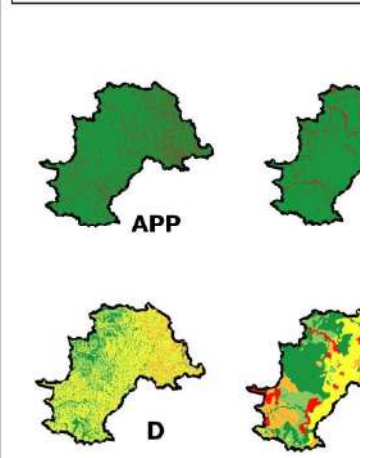


FIGURA 22: DÉFICIT DE COBERTURA VEGETAL NA APP (POR MICROBACIA)

Notadamente, as microbacias 6, 13 e 14, além de possuírem o maior déficit de APP, dispõem de extensas áreas de planícies sujeitas a inundação. Essas bacias podem representar o pior exemplo da realidade municipal de Campinas, já que os dispositivos de proteção legal dos recursos hídricos parecem não cumprir adequadamente o seu papel, e não são suficientes para garantir a manutenção da cobertura vegetal. Para equacionar esse cenário serão necessárias ações envolvendo setores do poder público e da sociedade de forma compartilhada e responsável.



Fragilidade Hídrica aos Aspe Naturais de: Topografia (D Erodibilidade (P), Planície Inundação (PI) e Área de Preservação Permanente (APP)



Legenda

- Hidrografia
- Rios Principais
- Rodovias
- Microbasias Hidrográficas
- Perímetro Urbano
- Áreas Legalmente Protegidas (APP e Planícies de Inundação)

Índice de Fragilidade

- Muito Baixa
- Baixa
- Média
- Alta
- Muito Alta





Eixo Socioambiental

3.1. INTRODUÇÃO

Discutimos no Eixo Natural a Fragilidade Hídrica, ou seja, definimos as contribuições dos aspectos ambientais como geologia, geomorfologia, pedologia e cobertura vegetal na formação das águas subterrâneas e superficiais. Isso nada mais é do que a capacidade natural de produção de água em quantidade e qualidade dentro do território de Campinas.

Quando embutimos aspectos sociais aos parâmetros ambientais, tratamos a água sob a perspectiva de um Recurso ou um Ativo Ambiental essencial à vida. Ou seja, a água é considerada um bem essencial à vida, exposta a limitações e potencialidades seja para qual uso for, por exemplo: *abastecimento, esgotamento sanitário, agricultura, pecuária, industrial, serviço, comércio, e até mesmo para o turismo, lazer e os usos ecossistêmicos.*

Garantir água para todos com qualidade e em quantidade requer o gerenciamento de aspectos que reduza a vulnerabilidade do recurso a perdas, de qualidade e quantidade.

Assim, questões sobre a dinâmica social, a forma como o município se apropria de seu território, e os aspectos fisiográficos, qualitativos e quantitativos da água compõem o escopo do Eixo Socioambiental, que tem o objetivo de destacar como a utilização do território expõem os recursos hídricos e a população a condições de vulnerabilidade hídrica.

Estrutura do Capítulo

Este capítulo apresenta aspectos socioambientais, de regionalização hidrológica de vazão, os balanços de carga máxima alocável e de disponibilidade e demanda. Estes itens permitem compreender algumas condicionantes de obtenção da qualidade e quantidade dos recursos hídricos. Na sequência são apresentadas condições que caracterizam a pressão antrópica sobre os recursos hídricos, podendo alterar sua qualidade e quantidade.

Em suma, este capítulo abrange parâmetros que compõem a vulnerabilidade, quais sejam:

1. Carga meta permitida e concentração de demanda bioquímica de oxigênio;
2. Vazão mínima, de *captação e de lançamento*;
3. *Uso e ocupação*;
4. *Habitação/ ocupações irregulares*;
5. *Áreas contaminadas*;
6. *Abastecimento*;
7. *Saneamento básico e*;
8. *Áreas Críticas.*

Além desses tópicos serão abordados aspectos que demonstram a forma de ocupação do município e os agravos à saúde que limitam a utilização dos recursos. Estes temas podem indicar o comportamento da cidade, sua história e aquelas áreas que demandam ações particulares. Em outras palavras, a relação da população com o território por meio de informação sobre: história de ocupação, a formação da periferia, dinâmica populacional, dinâmica demográfica e condição de vida (TGCA, IPRS e IPVS). Ademais, o risco de exposição da população à doenças de veiculação hídrica será tratado a fim de orientar futuras ações, sendo os indicadores selecionados: *Esquistosomose, Febre Maculosa e Leptospirose*.

3.2. REGIONALIZAÇÃO HIDROLÓGICA DE VAZÃO (Q_{7,10})

A estimativa de vazão Q_{7,10} - amplamente empregada na literatura para o dimensionamento de projetos e concessão de outorgas, dado o seu grau de criticidade - nada mais é que a vazão mínima de 07 dias de duração e 10 anos de tempo de recorrência; ou seja, com um risco de 10% de que ocorram valores menores ou iguais a este em qualquer ano (TUCCI, 2009).

Para fins de aplicabilidade, a própria Resolução CONAMA nº 357/2005 - em seus critérios de classificação dos cursos d'água para enquadramento - fez menção ao uso de uma vazão de referência, sem especificação clara; o que, na prática, se torna um problema ao passo que a vazão do rio varia no tempo e espaço, interferindo diretamente sobre a concentração dos parâmetros qualitativos. Nesse sentido, quando a capacidade de diluição do rio se reduz, a literatura tem adotado a vazão Q_{7,10} como a mais crítica ou vazão de estiagem.

Por conseguinte, para a estimativa dos valores de vazão Q_{7,10} das microbacias inseridas no território de Campinas foi adotado o Método de Regionalização Hidrológica do Estado de São Paulo (LIAZI *et al.*, 1988). Em síntese, por meio das simulações e ponderações, a metodologia permite traçar uma estimativa de disponibilidade hídrica mínima em qualquer curso d'água do Estado de São Paulo; principalmente, nos casos da inexistência de séries históricas de vazões, ou cuja extensão de série seja muito curta (REZENDE, 2009).

A partir da elaboração da carta de isoietas médias anuais para o Estado de São Paulo em conjunto com a análise de variáveis hidrológicas, dividiu-se o território em 21 regiões hidrologicamente homogêneas, identificadas por letras maiúsculas de "A" a "U". No caso, o município de Campinas localiza-se na região "G" (Figura 23).

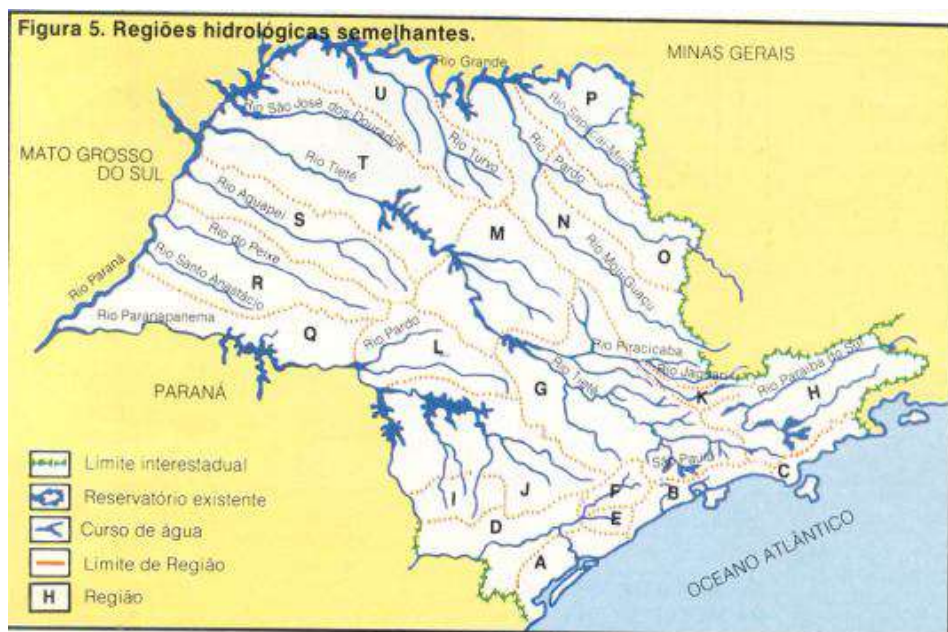


FIGURA 23: Regiões Hidrológicas Semelhantes. FONTE: DAEE, 1988

Uma vez definida a região hidrológica, aplicou-se uma equação de regressão linear ($R^2 = 0,9402$) entre a Vazão Média Plurianual em dada seção do curso d'água e o total anual médio precipitado na respectiva bacia hidrográfica (LIAZI *et al.*, 1988). Conforme:

EQUAÇÃO 9:
$$Q_{RH} = 0,0278 P - 26,23$$

Onde,

P = precipitação média anual, em mm;

Q_{RH} = vazão média plurianual, em l/s/km²;

Por conseguinte, a vazão média plurianual na seção de interesse pôde ser obtida, através da equação:

EQUAÇÃO 10:
$$Q_S = Q_{RH} \cdot \text{ÁREA}$$

Onde,

Q_S = vazão média plurianual na seção, em l/s;

Q_{RH} = vazão média plurianual, em l/s/km²;

Área = área de drenagem da bacia, em km²;

Definido o Tempo de Retorno (TR) de 10 anos para a $Q_{7,10}$ na seção dos cursos d'água de interesse, foram selecionadas as constantes tabeladas pelo método:

TABELA 6: VALORES DAS CONSTANTES PARA REGIÃO HIDROLÓGICA DE CAMPINAS (G)

XT	A	B	C
0,632	0,4069	0,0332	0,75

FONTE: LIAZI et al., 1988

Por fim, obteve-se a estimativa de vazão mínima $Q_{7,10}$, a qual apresenta como vantagem ser menos influenciada por erros operacionais e intervenções humanas no curso de água se comparada à vazão mínima diária, além de ser suficientemente mais detalhada que a vazão mínima mensal, conforme:

EQUAÇÃO 11:
$$Q_{7,10} = C \cdot XT_{10} \cdot (A + B) \cdot Q_s$$

Onde:

$Q_{7,10}$ = vazão mínima de 07 dias e período de retorno de 10 anos, em l/s;

Q_s = vazão média plurianual na seção, em l/s;

A, B, C, XT_{10} = constantes para região hidrológica G.

Assim elucidado o “Método de Regionalização Hidrológica do Estado de São Paulo”, a Tabela 7 mostra os valores de $Q_{7,10}$ estimados das 30 microbacias de Campinas. Ressalta-se que apesar de amplamente empregada em projetos, a estimativa de vazão $Q_{7,10}$ não substitui a importância das redes de monitoramento fluviométricas, as quais poderão aferir o nível de água, a velocidade e a vazão dos rios em tempo real, orientando de forma precisa qualquer tomada de decisão.

Por outro lado, tal método é de grande utilidade para se estimar a disponibilidade hídrica mínima de qualquer curso d'água, que não possua monitoramento ou série histórica de dados, como no caso das microbacias do município de Campinas.

TABELA 7: ESTIMATIVA DE $Q_{7,10}$ POR MICROBACIA EM CAMPINAS

	Microbacias	$Q_{7,10}$ (m³/s)	$Q_{7,10}$ (l/s)
1	do Rio Capivari Mirim	0,04064	40,64
2	do Córrego da Estiva	0,02769	27,69
3	do Ribeirão Viracopos	0,04118	41,18
4	do trecho leste do Rio Capivari	0,06841	68,41
5	do Córrego Sete Quedas	0,05036	50,36
6	do trecho central do Rio Capivari	0,07269	72,69
7	do trecho oeste do Rio Capivari	0,09571	95,71
8	do trecho cabeceiras do Córrego Piçarrão	0,05080	50,80
9	do trecho foz do Córrego Piçarrão	0,08943	89,43
10	do Córrego da Lagoa/Ribeirão Quilombo	0,08960	89,60
11	do Córrego da Boa Vista/Ribeirão Quilombo	0,08723	87,23
12	do Córrego Proença	0,07979	79,79
13	do Córrego São Quirino/ Ribeirão das Anhumas	0,07037	70,37
14	do Ribeirão das Anhumas	0,05619	56,19
15	do Ribeirão das Pedras	0,08703	87,03
16	do Córrego da Faz. Monte D'Este	0,03723	37,23
17	do trecho norte do Rio Atibaia	0,07298	72,98
18	do Córrego do Tanquinho	0,02450	24,50
19	do Córrego da Onça	0,04238	42,38
20	do trecho central do Rio Atibaia	0,06180	61,80
21	do Córrego Samambaia	0,02447	24,47
22	do trecho Sul do Rio Atibaia	0,04730	47,30
23	do trecho 1 do Ribeirão das Cabras	0,08322	83,22
24	do trecho 2 do Ribeirão das Cabras	0,06515	65,15
25	do Córrego Faz. das Pedras/Sta. Terezinha/S. Lourenço	0,07206	72,06
26	do Córrego das Três Pontes	0,04755	47,55
27	do Córrego Cachoeirinha	0,04213	42,13
28	do Córrego Santa Rita do Mato Dentro	0,01919	19,19
29	do Córrego da Fazenda Recreio	0,02743	27,43
30	do Rio Jaguari	0,07984	79,84

De posse das estimativas de vazão mínima $Q_{7,10}$ torna-se possível simular tanto o Índice de Criticidade às Demandas Quantitativas, quanto o Balanço de Cargas Máximas Alocáveis nas microbacias de Campinas.

3.3. ÍNDICE DE CRITICIDADE ÀS DEMANDAS QUANTITATIVAS

Preliminarmente, ressalta-se que as informações constantes no presente item contemplam apenas as águas superficiais; dada a ausência de uma rede de monitoramento quantitativo de águas subterrâneas nas áreas de influência do município de Campinas.

De acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos 2012-2015, tanto em 2007 quanto em 2010, a UGRHI 05 (PCJ) estabeleceu-se entre as unidades que apresentaram menores disponibilidades per capita de água subterrânea do Estado de São Paulo, com 140m³/hab.ano. Vale ainda lembrar que independentemente do potencial hídrico subterrâneo, devem ser consideradas as dificuldades tecnológicas e econômicas para o seu aproveitamento; o que na maioria dos casos, inviabiliza a exploração desses recursos (Agência PCJ, 2012).

Assim, como forma de contornar a ausência de uma rede de monitoramento fluviométrica dos cursos d'água para o cômputo de disponibilidade hídrica superficial nas microbacias de Campinas, foi adotada a vazão mínima $Q_{7,10}$ (l/s) - estimada a partir do Método de Regionalização Hidrológica do Estado de São Paulo (LIAZI et al., 1988), conforme apresentado em item anterior.

Paralelamente, as estimativas de demandas (l/s) basearam-se nas vazões outorgadas tanto de captação superficial quanto de lançamento do DAEE, atualizadas até outubro de 2014 (vide Tabelas 8 e 9). De modo que o Índice de Criticidade às Demandas Quantitativas (ICDQ) pôde ser calculado através da seguinte equação:

EQUAÇÃO 12:
$$\text{ICDQ} = Q_{7,10} - Q_{\text{CAP}} + Q_{\text{LANÇ}}$$

Onde:

ICDQ = Índice de Criticidade às Demandas Quantitativas, em l/s;

$Q_{7,10}$ = Vazão mínima de 07 dias e período de retorno de 10 anos, em l/s;

Q_{cap} = Vazão de captação superficial, em l/s;

$Q_{\text{lanç}}$ = Vazão de lançamento, em l/s.

TABELA 8: VAZÕES DE CAPTAÇÃO OUTORGADAS EM CAMPINAS

	Doméstico (Urbano)	Industrial	Agrícola (Rural)	Outros	Totais
Vazão (m ³ /s)	4,3263	0,1229	0,0574	0,0143	4,5209
%	95,69	2,72	1,27	0,32	100,00
Nº Captações	37	24	52	7	120
%	30,83	20,00	43,33	5,83	100,00

Fonte: DAEE (2014b) Adaptado pela SVDS

TABELA 9: VAZÕES DE LANÇAMENTO OUTORGADAS EM CAMPINAS

	Sanitário	Industrial	Mineração	Aquicultura	Outros	Totais
Vazão (m ³ /s)	3,6830	0,0611	0,0606	0,0359	0,0011	3,8417
%	95,87	1,59	1,58	0,93	0,03	100,00
Nº Lançamentos	58	19	9	33	4	123
%	47,15	15,45	7,32	26,83	3,25	100,00

Fonte: DAEE (2014b) Adaptado pela SVDS

Como limitações do método aplicado no Índice de Criticidade às Demandas Quantitativas, é importante destacar novamente que para o cômputo de disponibilidade foi adotada uma condição crítica apenas teórica de estimativa de $Q_{7,10}$ por microbacia; devido a ausência de dados quantitativos fluviométricos que pudessem valorar além do volume real de água que passa em cada corpo hídrico, a influência das demais microbacias a montante sobre essas vazões individuais.

Além disso, a incorporação dessa influência traz uma complexidade para a simulação do Índice de Criticidade às Demandas Quantitativas, cujo resultado não é alvo do escopo do Plano Municipal de Recursos Hídricos, uma vez que os diversos interferentes em questão - disponibilidade hídrica, captações, lançamentos outorgados e clandestinos à montante - extrapolam os limites territoriais de Campinas e devem ser tratados nos Comitês de Bacias PCJ, a fim de serem discutidos em seus Planos de Bacias.

Em outras palavras, optou-se através do Índice de Criticidade às Demandas Quantitativas (Figura 24) apenas apontar quais das 30 microbacias encontram-se mais pressionadas quantitativamente pela relação entre captações e lançamentos outorgados dentro do território de Campinas, independentemente dos valores reais de disponibilidade hídrica, que só serão realmente aferidos através do monitoramento.

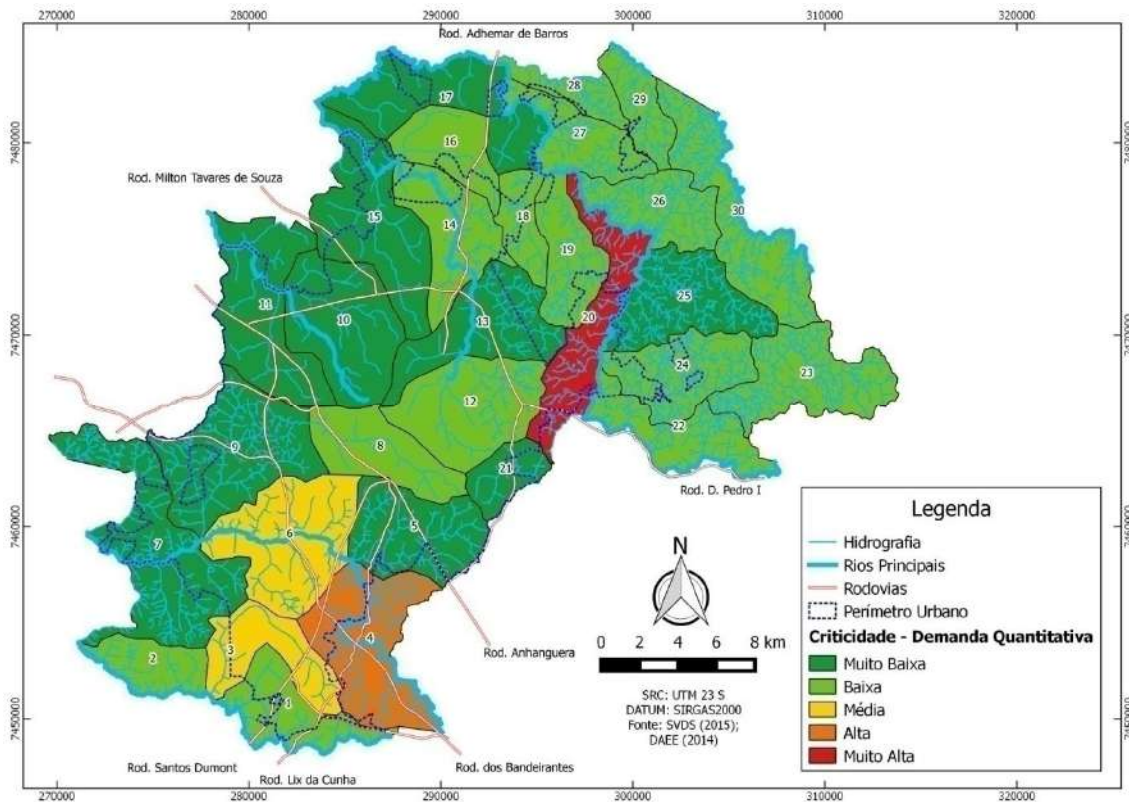


FIGURA 24: CRITICIDADE ÀS DEMANDAS QUANTITATIVAS

Em destaque as Microbacias 20 (Trecho Central do Rio Atibaia) e a 04 (Trecho Leste do Rio Capivari), para as quais o Índice de Criticidade às Demandas Quantitativas apresenta-se como Muito Alto e Alto, uma vez que nelas ocorrem as captações superficiais da SANASA para abastecimento público, na proporção de 95% e 5%, respectivamente.

Já nas Microbacias 07 (Trecho Oeste do Rio Capivari), 09 (Trecho Foz do Córrego Piçarrão), 11 (Córrego da Boa Vista), 13 (Córrego São Quirino) e 15 (Ribeirão das Pedras) a criticidade muito baixa justifica-se pelos lançamentos outorgados das Estações de Tratamento de Esgoto da SANASA, o que incrementa a disponibilidade hídrica quantitativa nestas bacias, como a(s):

- ✓ ETE Capivari I, ETE/ EPAR Capivari II, ETE Res. São José, ETE São Luiz, ETE Porto Seguro e ETE Flávia na Microbacia 07;
- ✓ ETE Piçarrão na Microbacia 09;
- ✓ ETE CIATEC, ETE Vila Reggio, ETE Mirassol e ETE Campo Florido na Microbacia 11;
- ✓ ETE Anhumas na Microbacia 13; e

- ✓ ETE Barão Geraldo e ETE Terras do Barão na Microbacia 15.

Para aquelas marcadas em verde claro (classe criticidade baixa) na Figura 24, as demandas quantitativas (captações superficiais e lançamentos outorgados) praticamente não causaram interferência no Índice de Criticidade às Demandas Quantitativas; sendo este condicionado, principalmente, pela disponibilidade hídrica (Q7, 10) do trecho analisado.

3.4. BALANÇO DE CARGAS MÁXIMAS ALOCÁVEIS

Assim como no Índice de Criticidade às Demandas Quantitativas, ressalta-se que as informações constantes no presente item contemplam apenas as águas superficiais; só que neste caso, dada a ausência de uma rede de monitoramento qualitativo de águas subterrâneas nas áreas de influência do município de Campinas.

Portanto, como forma de contornar a ausência de uma série histórica de parâmetros para avaliar a qualidade das águas nas microbacias bem como seus potenciais de autodepuração, foi empregado o mesmo Método de Cargas Máximas Alocáveis - adotado pela Agência PCJ, em seu Plano de Bacias 2010-2020⁴ - a fim de se estimar o quão distante estão os corpos d'água de Campinas de atingir suas metas de enquadramento, conforme classificação da Resolução CONAMA nº 357/2005.

⁴ <http://www.agenciapcj.org.br/novo/instrumentos-de-gestao/plano-de-bacias>

TABELA 10: QUANTITATIVAS (BDDQ) CARGAS MÁXIMAS ALOCÁVEIS DAS BACIAS PCJ (2008)

	Carga Meta Seção - CMS (kg/dia)	Carga Industrial (kg/dia)	Carga Doméstica (kg/dia)	Carga Difusa (kg/dia)	Carga Total Lançada (kg/dia)	Saldo (kg/dia)
Z04	4.566,0	0,4	270,9	36,8	308,1	4.274,9
Z08	5.274,5	120,2	5.961,1	107,1	6.188,4	-913,9
Z10	5.205,0	257,3	1.641,3	68,0	1.966,6	3.238,4
Z11	93,1	179,1	1.534,2	38,7	1.752,1	-1658,8
Z12	654,7	378,2	8.362,3	66,9	8.807,4	-8152,7
Z13	11.739,6	1.541,8	5.555,5	74,2	7.171,5	4.568,1
Z22	16.002,8	2.482,0	50.436,6	580,3	53.498,9	-37.496,2
Z28	285,9	620,8	1.883,0	22,4	2.476,2	-2190,3
Z29	818,3	11,2	8.964,3	77,1	9.052,6	-8234,3
Z30	196,0	-	500,6	25,0	525,7	-329,7

As Bacias dos Rios PCJ foram subdividas em 37 zonas de gestão, as quais estabelecem as cargas máximas admissíveis a serem observadas nos processos de renovação de licença ambiental. Para o balanço das Cargas Máximas Alocáveis (CMA) em cada zona, foram computadas as cargas metas e aquelas efetivamente lançadas – industrial, doméstica e difusa. De modo que, a partir da subtração da Carga Total Lançada (CLa) de sua Carga Meta da Seção (CMS), obteve-se o CMA; ou seja, a carga ainda passível de nela ser alocada (Saldo Positivo) ou a carga excedente (Saldo Negativo), relativa às classes de enquadramento permitidas (PCJ, 2012).

A fim de compreender o comportamento das zonas de gestão das Bacias Piracicaba, Capivari e Jundiá (PCJ), foi necessário definir em quais delas estava inserido o município de Campinas. Na Figura 25⁵, o limite municipal delimita dentro das Bacias dos Rios PCJ, suas zonas de gestão, destacando: Z04, Z08, Z10, Z11, Z12, Z13, Z22, Z28, Z29 e Z30.

Complementarmente, a Tabela 10 apresenta os valores do Balanço de Cargas Máximas Alocáveis para as zonas de gestão das Bacias PCJ, em que se encontra inserido o município de Campinas, cujos dados constam de 2008, uma vez que para todos os anos subsequentes foram simuladas projeções, conforme as metas das Bacias.

⁵ <http://ambientecampinas.wix.com/dados-pmrh>

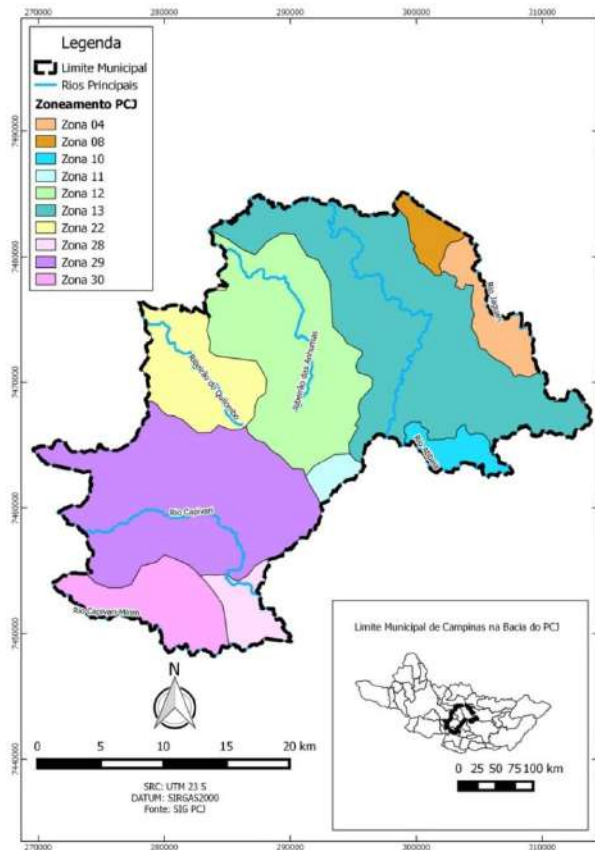


FIGURA 25: ZONAS DE GESTÃO DAS BACIAS PCJ FONTE: CAMPINAS, 2014.

Conforme a Tabela 10, observa-se que para todas as bacias hidrográficas de Campinas, há zonas de gestão do PCJ com saldos negativos, nesta ordem: Zonas 22 (Ribeirão Quilombo), 29 (Rio Capivari), 12 (Ribeirão das Anhumas), 28 (Rio Capivari Mirim), 11 (Rio Atibaia), 08 (Rio Jaguari) e 30 (Capivari Mirim). Estes valores refletem o quão distantes estão tais corpos d’água de atingir os limites do seu enquadramento, na seção considerada.

Por outro lado, destacam-se também zonas, onde os saldos positivos indicam que as cargas lançadas nos cursos d’água ainda não ultrapassaram os seus valores limites (CMS), como a 04 (Jaguari), 10 (Atibaia, próximo à captação para abastecimento público) e 13 (Atibaia). Tais zonas coincidem com a APA de Campinas, instituída pela Lei nº 10.850/2001.

A partir da compreensão do método adotado para as Bacias dos Rios PCJ, o Balanço de Cargas Máximas Alocáveis foi adaptado para as microbacias de Campinas. Assim, como passo inicial, foi calculada a Carga Meta da Seção (CMS) para cada curso d’água principal das microbacias, de acordo com os limites de enquadramento da Resolução CONAMA nº 357/2005. Conforme:

EQUAÇÃO 13: $CMS = [DBO_5] \times Q_{7,10}$

Onde:

CMS = carga meta permitida para a seção de interesse, em kg/dia;

[DBO₅] = concentração da Demanda Bioquímica de Oxigênio permitida para a seção de interesse, em mg/l;

Q_{7,10} = vazão mínima de 07 dias e período de retorno de 10 anos para a seção de interesse, em l/s.

Posteriormente, foram estimadas as Cargas Totais Lançadas (CLa) nas respectivas seções de interesse. No caso de Campinas, adotou-se apenas a Carga Doméstica (CDo) – a qual corresponde à 95% dos lançamentos totais (CAMPINAS, 2014) – dada a ausência de dados para a simulação das Cargas Industrial e Difusa, assim como aplicado pela Agência PCJ. De modo que tal adaptação do método poderá ser aprimorada nas próximas revisões do PMRH.

EQUAÇÃO 14: $CDo = QDo \times [DBO_5] \times (1-FTE)$

Onde:

CDo = Carga Doméstica de Lançamento, em kg/dia;

QDo = vazão de lançamento doméstico outorgada pelo DAEE, em m³/s;

[DBO₅] = concentração da Demanda Bioquímica de Oxigênio do esgoto, adotada como 300 mg/L, conforme literatura;

FTE = coeficiente de tratamento do esgoto, variando de 0,0 a 1,0.

O Fator de Tratamento de Esgoto (FTE) foi calibrado através de uma ponderação, cujo critério adotado baseou-se na representatividade proporcional da população urbana e rural. De modo que para as áreas urbanas foram pontuadas aquelas com cobertura do serviço de esgotamento sanitário (FTE = 0,8 - conforme limite do Decreto Estadual nº 8.468/1976), os bairros sem esgotamento sanitário, além das ocupações irregulares. Enquanto para as áreas rurais foram consideradas as condições de tratamento dos setores censitários do IBGE (2010), variando de 0,1 (péssimo) a 0,8 (ótimo). Conforme:

EQUAÇÃO 15: $FTE = [(POP.RR \times FTERR) + (POP.URB \times FTEURB)] / POP.TOTAL$

Onde:

FTE = coeficiente de tratamento do esgoto, variando de 0,0 a 1,0;

Pop. rr = população rural na microbacia;

FTE rr = coeficiente de tratamento de esgoto para área rural;

Pop. urb = população urbana na microbacia;

FTE urb = coeficiente de tratamento de esgoto para área urbana;

Pop. total = população total na microbacia.

Por fim, obteve-se a simplificação do Balanço de Cargas Máximas Alocáveis (CMA), através da equação:

EQUAÇÃO 16:

$$CMA = CMS - CDo$$

Onde:

CMA = Cargas Máximas Alocáveis na seção de interesse, em kg/dia;

CMS = Carga Meta da Seção, em kg/dia;

CDo = Carga Doméstica de Lançamento, em kg/dia.

Em suma, a Tabela 11 e a Figura 26 apresentam a simulação do Balanço de Cargas Máximas Alocáveis (CMA) para as 30 microbacias de Campinas. Na coluna respectiva ao Saldo, os valores negativos encontram-se destacados em vermelho (índice muito alto), indicando o quão distante os corpos d'água principais de cada microbacia estão de atender aos padrões de enquadramento da Resolução CONAMA nº 357/2005.

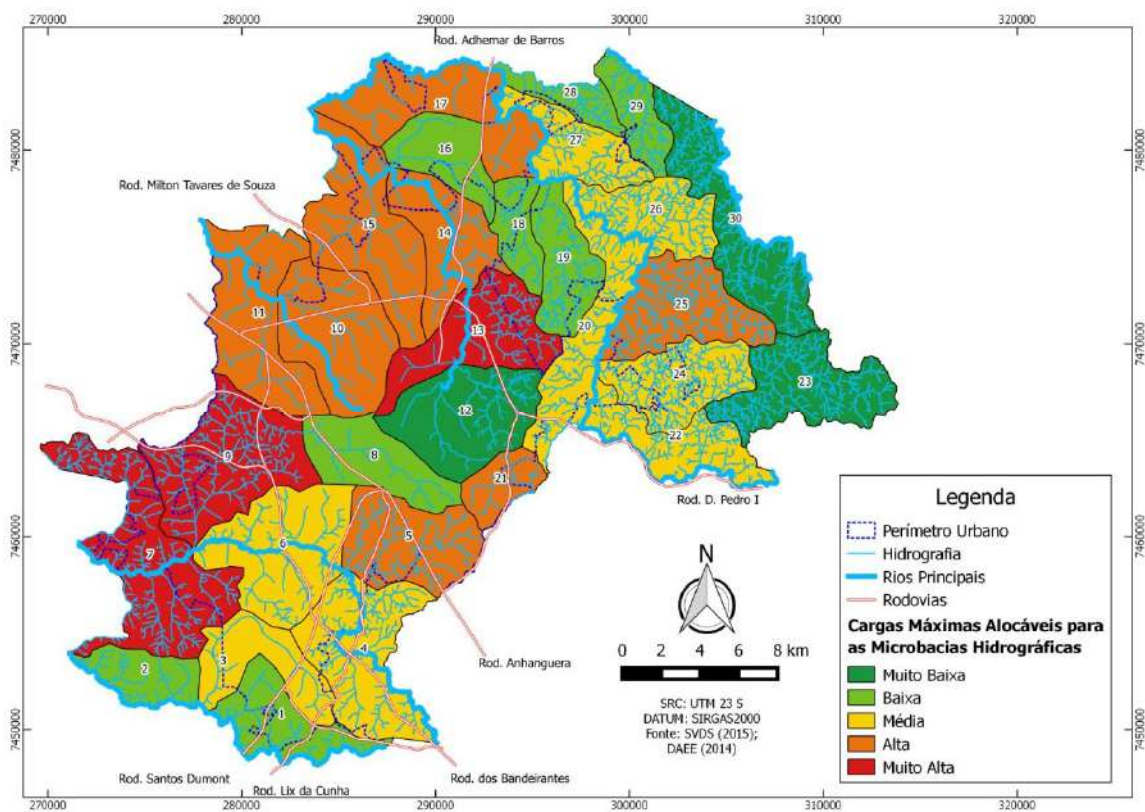


FIGURA 26: BALANÇO DE CARGAS MÁXIMAS ALOCÁVEIS PARA AS MICROBACIAS

TABELA 11: BALANÇO DE CARGAS MÁXIMAS ALOCÁVEIS NAS MICROBACIAS DE CAMPINAS

Microbacia	Vocação ¹	Classe	CMS ¹ (kg/dia)	Qlanç-dom (m³/s)	FTE ²	Carga Dom. (kg/dia)	SALDO (kg/dia)	
1	do Rio Capivari Mirim	T	2	17,555	0,000	0,45	0	17,55
2	do Córrego da Estiva	R	2	11,963	0,000	0,8	0	11,96
3	do Ribeirão Viracopos	U	2	17,791	0,003	0,56	35,732	-17,94
4	trecho leste do Rio Capivari	R	2	29,555	0,047	0,73	336,455	-306,90
5	do Córrego Sete Quedas	U	2	21,758	0,138	0,7	1069,653	-1047,90
6	trecho central do Rio Capivari	U	2	31,401	0,003	0,56	33,962	-2,56
7	trecho oeste do Rio Capivari	T	2	41,348	0,834	0,69	6770,985	-6729,64
8	trecho cabeceiras do Córrego Piçarrão	U	4*	43,891	0,005	0,8	28,440	15,45
9	trecho foz do Córrego Piçarrão	U	4*	77,263	0,620	0,7	4905,249	-4827,99
10	do Córrego da Lagoa/Ribeirão Quilombo	U	3	77,411	0,099	0,75	639,846	-562,43
11	do Córrego da Boa Vista/Ribeirão Quilombo	U	3	75,365	0,198	0,7	1564,869	-1489,50
12	do Córrego Proença	U	4*	68,938	0,000	0,73	0	68,94
13	do Córrego São Quirino/ Ribeirão das Anhumas	U	4*	60,803	1,084	0,75	7025,238	-6964,43
14	do Ribeirão das Anhumas	U	4*	48,552	0,067	0,68	563,558	-515,01
15	do Ribeirão das Pedras	U	4*	75,194	0,283	0,7	2248,279	-2173,09
16	do Córrego da Faz. Monte D'Este	R	2	16,085	0,000	0,47	0	16,08
17	trecho norte do Rio Atibaia	R	2	31,529	0,076	0,65	690,606	-659,08
18	do Córrego do Tanquinho	R	2	10,584	0,000	0,31	0	10,58
19	do Córrego da Onça	R	2	18,307	0,000	0,44	0	18,31
20	trecho central do Rio Atibaia	T	2	26,696	0,011	0,69	89,710	-63,01
21	do Córrego Samambaia	U	2	10,573	0,118	0,77	710,499	-699,93
22	trecho Sul do Rio Atibaia	R	2	20,432	0,010	0,55	122,040	-101,61
23	trecho 1 do Ribeirão das Cabras	R	2	35,952	0,000	0,65	0	35,95
24	trecho 2 do Ribeirão das Cabras	R	2	28,146	0,003	0,58	33,164	-5,02
25	do Córrego Faz. das Pedras/Sta. Terezinha/S. Loure	R	2	31,128	0,084	0,6	874,694	-843,57
26	do Córrego das Três Pontes	R	2	20,543	0,002	0,4	39,312	-18,77
27	do Córrego Cachoeirinha	R	2	18,200	0,013	0,23	261,595	-243,40
28	do Córrego Santa Rita do Mato Dentro	R	2	8,292	0,000	0,3	0,958	7,33
29	do Córrego da Fazenda Recreio	R	2	11,852	0,000	0,3	5,040	6,81
30	do Rio Jaguari	R	2	34,491	0,000	0,3	0	34,49

¹ Vocação: Urbana (U); Rural (R); Transição (T).

² FTE das Estações de Tratamento de Esgoto, estimados pela eq. 15.

*[DBO5] para Classe 4 = 10mg/L, igual da Classe 3, por ausência de padrão da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Portanto, para o Balanço de Cargas Máximas Alocáveis (CMA) destacam-se com saldo positivo, as microbacias marcadas em verde escuro (12, 23 e 30), para as quais não há lançamentos outorgados. A diferença entre elas é que a primeira se insere totalmente na área urbana coberta por coleta e tratamento de esgoto, enquanto as outras não sofrem pressão da ocupação.

Ainda com saldo positivo, porém em menor amplitude, ressalta-se o caso das Microbacias 01 e 02 pertencentes à Bacia do Rio Capivari Mirim (Classe 02), que além de manancial de captação do município de Indaiatuba, é amparada pela Lei Municipal nº 1.780/1980, a qual prevê um convênio entre municípios limítrofes para a restrição de lançamentos nesta bacia. Nessa mesma linha de mananciais de captação, no caso do município de Campinas, as Microbacias 04 (Leste do Rio Capivari) e 20 (Trecho Central do Rio Atibaia) apresentam os valores ligeiramente negativos.

Já com saldo negativo; ou seja, mais distantes de atender ao enquadramento, encontram-se as Microbacias 13 (Córrego São Quirino), 07 (Trecho Oeste do Rio Capivari) e 09 (Trecho Foz do Córrego Piçarrão). Para estas microbacias, a correlação entre qualidade e quantidade dos lançamentos outorgados é grande – ou seja, as vazões contribuem para minimizar o Índice de Criticidade às Demandas Quantitativas; por outro lado, influenciam também os saldos negativos das Cargas, dado que os pontos de lançamento outorgados para os serviços de esgotamento sanitário público encontram-se nelas, como: ETE Anhumas (MB 13); ETE Capivari I, ETE/ EPAR Capivari II, ETE Res. São José, ETE São Luiz, ETE Porto Seguro e ETE Flávia (MB 07); ETE Piçarrão (MB09).

Situações similares ocorrem nas Microbacias 05 (Córrego Sete Quedas), 10 (Córrego da Lagoa), 11 (Córrego Boa Vista), 14 (Ribeirão das Anhumas), 15 (Ribeirão das Pedras), 17 (Trecho Norte do Rio Atibaia), 21 (Córrego Samambaia) e 25 (Córrego Fazenda das Pedras), só que em menor magnitude (vide Figura 27).

Apesar da localização das Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) rebater sobre as microbacias com saldo negativo é importante ressaltar que, de fato, estas apresentam um efeito mitigador sobre as cargas brutas, as quais poderiam vir a ser lançadas em concentrações de DBO_5 muito superiores – estima-se na literatura que 300mg/L.hab. - caso não houvesse o seu Fator de Tratamento de Esgoto (FTE) aplicado.

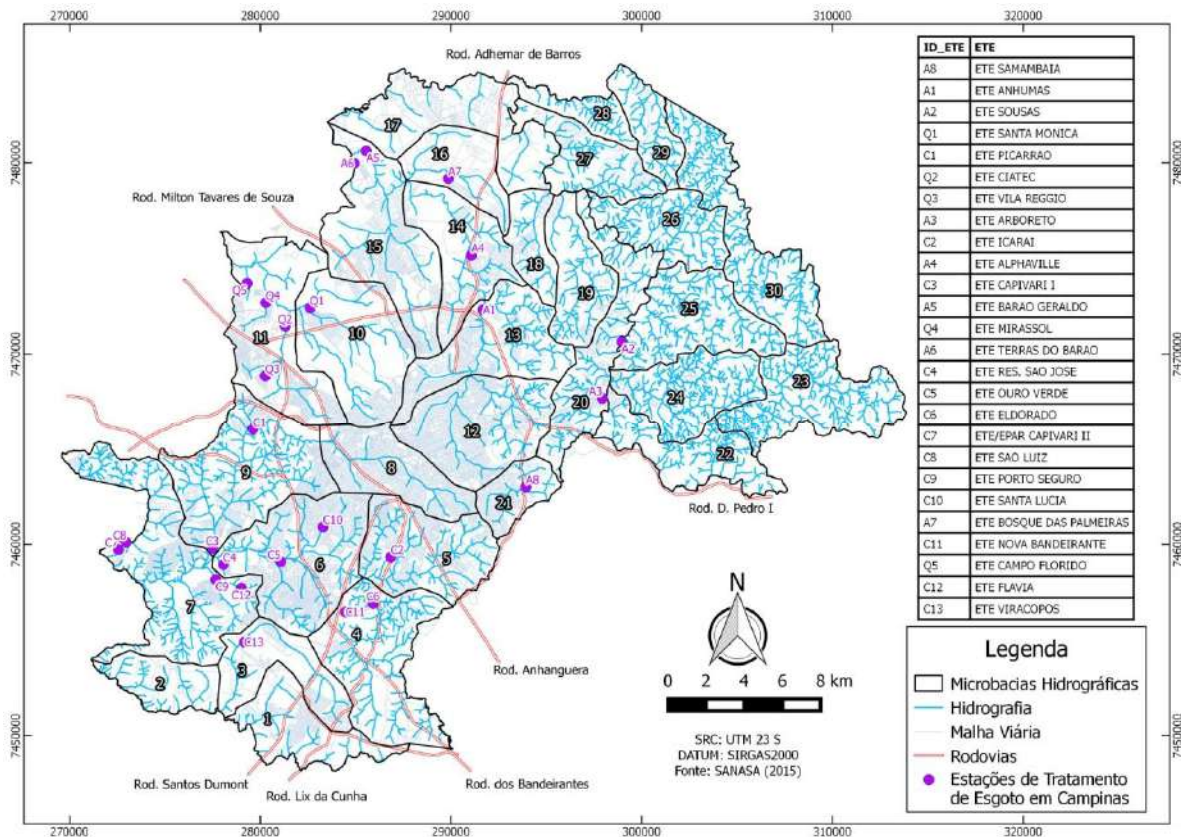


FIGURA 27: BALANÇO ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO NAS MICROBACIAS

Ainda vale ressaltar a Microbacia 07 - que apesar do saldo negativo e a alta concentração pontual de Estações de Tratamento de Esgoto (06) – também abrange a Estação Produtora de Água de Reúso – EPAR Capivari II, a qual tem capacidade de tratar 360L/s, por meio do tratamento terciário com membranas de ultrafiltração que proporcionam a qualidade necessária para o reúso da água, conforme Resolução Conjunta SVDS/SMS nº 009/2014. Ademais, conforme os relatórios mensais da SANASA (09/2014 à 09/2015) entregues ao Grupo Técnico de Acompanhamento de Água de Reúso⁶ a qualidade da água gerada e lançada pela EPAR Capivari II é bastante superior ao próprio corpo receptor – Rio Capivari (Classe 02).

Desta maneira, como limitações do método, ressalta-se que estes valores de Saldo não necessariamente refletem de forma direta a qualidade dos corpos d'água nas seções de interesse; ou seja, não substituem a necessidade do monitoramento de parâmetros qualitativos. Por exemplo, as cargas

⁶ Resolução Conjunta SVDS/SMS nº006/2015 – Disponível em:

<https://bibliotecajuridica.campinas.sp.gov.br/index/visualizaroriginal/id/128616>

lançadas pontualmente não necessariamente causam efeito somente em suas seções; isto é, os impactos sobre a qualidade dos recursos hídricos podem se estender por todas as microbacias à jusante.

Concomitantemente, o município de Campinas é drenado por cursos d'água, cujo enquadramento varia da Classe 02 (superior) a 04 (inferior); de modo que o “Balanço de Cargas Máximas Alocáveis (CMA)” consiste simplesmente em um método que permite inferir a relação entre a quantidade total de carga lançada outorgada e a capacidade de autodepuração de cada rio naquela seção, conforme a meta de seu enquadramento. Em outras palavras, um rio Classe 04 já se predispõe a receber elevadas demandas de cargas orgânicas, uma vez que a legislação ambiental não estabelece seus padrões máximos de lançamento.

Quanto ao Fator de Tratamento de Esgoto (FTE), este foi apenas um primeiro exercício; ou seja, a estimativa de um coeficiente de tratamento mais próximo da realidade será possível através da integração com os dados da prestadora de serviço de esgotamento sanitário (SANASA), bem como da obtenção de informações mais precisas sobre saneamento básico nas áreas rurais, via criação do Núcleo de Apoio ao Saneamento Rural (NASR), previsto no Plano Municipal de Saneamento Básico – conforme Decreto nº 18.199/2013.

Outrossim, para as Cargas Totais Lançadas (CLa) - como já explanado anteriormente - não foram incorporadas as Cargas Industriais e Difusas, assim como aferidos os Lançamentos Clandestinos, haja vista que apenas as vazões de lançamento doméstico outorgadas pelo DAEE compuseram a simulação; possibilitando com que a Carga Total Lançada real seja mais elevada, quando o método for refinado. Ademais, as estimativas de autodepuração dos cursos d'água poderiam ser otimizadas através do dimensionamento da Q95 (vazão mínima, durante 95% do tempo), dado que o conceito de enquadramento de um rio representa o atendimento a uma meta, a qual deve ser alcançada e garantida o maior tempo possível da série.

Por outro lado, apesar das limitações citadas, o exercício de se estimar o Balanço de Cargas Máximas Alocáveis (CMA) permite uma abordagem interessante sobre as condições dos corpos d'água em suas microbacias, ao passo que correlaciona as variáveis qualitativas do enquadramento para a seção de interesse com as vazões mínimas; ou seja, o cenário mais crítico para autodepuração dos rios.

3.5. CARACTERIZAÇÃO SOCIAL DE CAMPINAS

A cidade de Campinas originou-se quando, na década de 1720, foi aberto o “Caminho dos Goyases”, ou “boca do sertão” que serviu como pouso para descanso dos tropeiros que por aqui passavam a caminho das minas de ouro e pedras preciosas do interior do Brasil (CAMPINAS, 2006).

O pouso era construído e mantido com abundantes recursos vindos das matas da região de Campinas (SANTOS, 2002), que originalmente era constituída por um mosaico vegetal composto por Floresta

Estacional Semidecidual, Florestas Hidrófilas ou Paludosas, Cerrados ou Savanas e as Campinas (CHRISTOFOLETTI, 1969; SANTIN, 1999), conforme Figura 28.

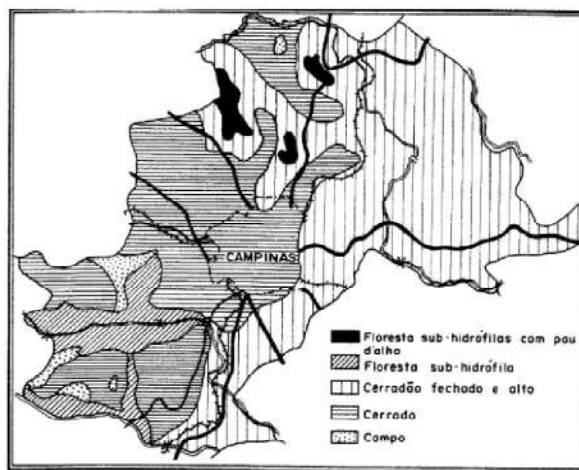


FIGURA 28. VEGETAÇÃO ORIGINAL DO MUNICÍPIO DE CAMPINAS. FONTE: LECOCQ-MÜLLER (1947) ADAPTADO POR CHRISTOFOLETTI (1969)

O início do povoamento da cidade data de 1739, com a chegada de Francisco Barreto Leme (1704-1782), o único que detinha a concessão de terras e doou ¼ de léguas, denominadas área do rossio, para a formação do núcleo urbano da povoação de Campinas (SANTOS, 2002), neste momento, como bairro rural de Jundiá, com predomínio de lavouras da agricultura familiar.

Por volta de 1741, acontece o primeiro registro de desmatamento para cultivo de milho, feijão, arroz, amendoim e cana-de-açúcar, para consumo local (LIMA, 2000; FUTADA, 2007).

Em 1770 iniciou-se a derrubada e queimada das florestas para cultura extensiva de cana-de-açúcar, ocupando primeiramente a região oeste de Campinas, na Depressão Periférica (DEAN, 1996). Sua vocação para a produção agrícola, no entanto, despertou interesse de grandes fazendeiros que, ainda na segunda metade do século 18, expandiram a instalação de lavouras e engenhos de cana de açúcar.

Posteriormente, ainda no século XVIII, houve a redução territorial por meio de corte fundiário da sesmaria, criando lotes urbanos de fazenda e chácara na área central da cidade. De acordo com SANTOS (2002), o corte da sesmaria já revela a lógica da produção urbana e do crescimento da cidade gerando um grande aumento de investimentos públicos e privados em infraestrutura, “agregando valor à suas terras, demonstrando a importância do processo especulativo na constituição da cidade de Campinas”.

Os relatos de Saint Hilaire descrevem o início do século XIX com a presença de florestas não muito distantes da sede da cidade, mas também o total de cem engenhos de açúcar e destilarias, indicando a extensão do cultivo da cana-de-açúcar nas terras do município (FUTADA, 2007). Neste ínterim, o

fortalecimento da indústria cafeeira forçou a mudança da paisagem e os engenhos começaram a substituir a cana pela produção de café.

O café, entretanto, exigiu tanto as áreas que já haviam sido desmatadas, como também as terras mais férteis, ainda cobertas pelas florestas (SERRÃO, 2007). Assim, as matas eram queimadas, mantendo-se apenas algumas árvores altas utilizadas para sombreamento. Mas, devido à intensidade da vegetação, a dificuldade de acesso, a declividade e os altos custos do desmatamento somente os grandes proprietários de terra puderam ampliar as áreas de cultivo (SANTIN, 1999).

Com a prosperidade da cultura cafeeira, Campinas recebeu novas infraestruturas e novos aparatos técnicos, como a Companhia Campineira de Carris de Ferro, a Empresa Telefônica Campineira e o Instituto Agrônômico de Campinas. Em outras palavras a expansão agrícola era uma realidade que demandava amparo técnico, escoamento e controle da produção (BADARÓ, 1996).

Em 1872, a criação da Companhia Paulista de Linhas Férreas e Fluviais fixou a cidade definitivamente como uma das mais importantes cidades agroexportadoras brasileiras. O entroncamento entre a ferrovia Paulista e São Paulo Railway fazia com que a produção campineira atingisse rapidamente o porto de Santos viabilizando o crescimento da cidade e também de sua população, assim como seu reconhecimento como polo regional, fez com que Campinas se tornasse moradia para a elite da região (CISOTTO, 2009).

Portanto, desde o início do século XIX, Campinas já se configurava como um importante nó de comunicação, centralizando as vias de transportes, conferindo um dinamismo econômico e demográfico. Entre 1836 e 1854, enquanto a província de São Paulo crescia 2,1%, Campinas crescia 4,3% (BAENINGER, 2002) mostrando o grande vigor de crescimento populacional em Campinas nos ciclos do açúcar e principalmente do café.

No entanto, a crise do café de 1930 determinou a mudança no perfil econômico de Campinas, que passou de predominantemente agrícola para industrial e prestadora de serviços. Neste período, o processo de construção do espaço urbano se consolidou aos moldes de uma reforma urbana e foi impulsionado pela mudança na articulação política do Município que, com a crise cafeeira, deixou de ser influenciada pelos “barões do café” e passou as mãos da especulação imobiliária e a produção de tecnologias.

Diante de tais mudanças em 1934, Francisco Prestes Maia elaborou o plano de reformulação e planejamento geral da cidade, denominado “*Plano de Melhoramentos Urbanos de Campinas*”.

O Plano induziu o loteamento de grandes fazendas e estabeleceu eixos viários, produzindo um novo cenário de ocupação que, inclusive, incorporou as planícies de inundação e áreas ciliares dos flúvios a paisagem urbanística higienista (VITTE *et al*, 2010).

A ocupação das margens dos rios (dos flúvios) no Município se deu porque o “Plano de Melhoramento de Campinas” levou a cabo o processo de Planejamento Higienista, iniciado no século XIX,

como medida de remediação contra o surto de febre amarela em Campinas (Projeto coordenado por Saturmino de Britto). As ações de canalização dos cursos de água estratégicos aceleraram o processo de uso e ocupação das planícies de inundação e áreas ciliares (Figura 29).

Ademais, com a construção das Rodovias Anhanguera (1948), Bandeirantes (1979) e Santos Dumont (década de 1980), o perfil econômico foi consolidado e as vias se transformaram em meios de migração e multiplicação dos bairros.

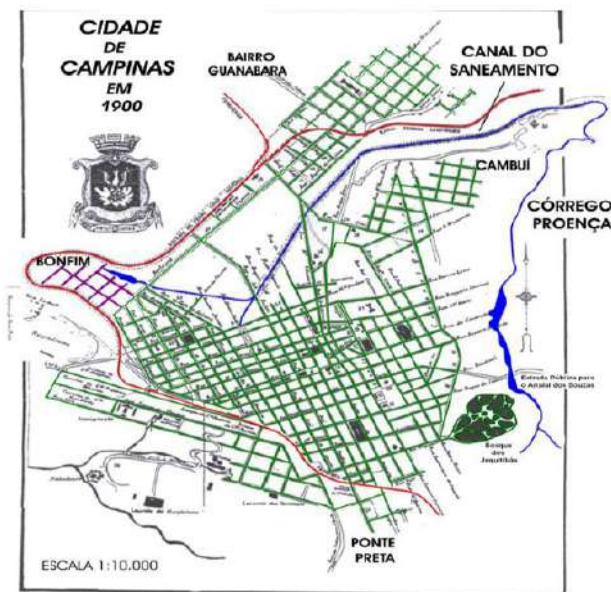


FIGURA 29 PLANO DE MELHORAMENTOS URBANOS DE CAMPINAS. FONTE: PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS. ACERVO DO ARQUIVO MUNICIPAL. FEV 2009

A relação da população com os recursos hídricos de Campinas é, até hoje, distante, provavelmente por influência desta política higienista. Prova disso é a associação frequente dos principais cursos de água com vielas e canais sanitários.

EVOLUÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO

Conforme visto, o processo de uso e ocupação do território é um reflexo da dinâmica do município. Para dizer em outras palavras, um conjunto de indutores na história de consolidação de do município forma o território como o conhecemos hoje. Compreender a forma como ocupamos e/ou utilizamos o município hoje é uma importante ferramenta de planejamento capaz de amparar ações de equacionamento do uso equitativo e equilibrado dos serviços e infraestruturas da urbe, dentre eles os Recursos Hídricos.

O panorama da cidade hoje é composto de um mosaico de usos industriais, comerciais e de serviços encravados em uma matriz puramente residencial (Figura 30). Entretanto, este perfil concentra-se nas regiões centro e sul da cidade. Nas regiões periféricas, especialmente ao norte do município, predominam usos rurais, as áreas verdes e as unidades de conservação.

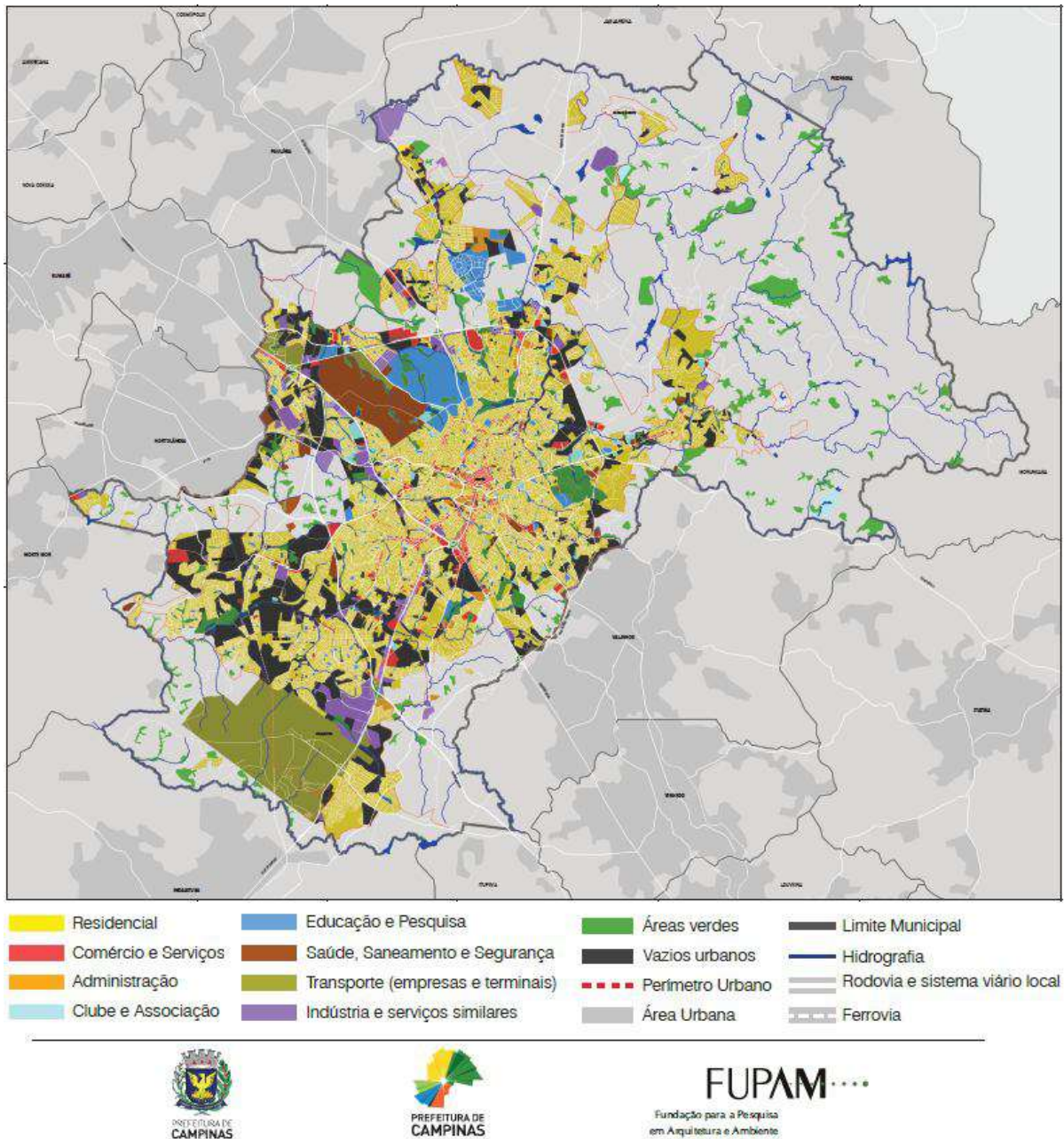


FIGURA 30: USO E OCUPAÇÃO DO SOLO. FONTE: REVISÃO DA LEI DE USO E OCUPAÇÃO DE CAMPINAS 2016. PRODUZIDO POR SEPLAN/PMC. REALIZADO POR FUPAM (2015)

A concentração de usos em determinada região da cidade não é sinônimo de extensiva cobertura da terra (taxa de ocupação da gleba empreendida), pelo contrário, para cada região a dinâmica da urbe influencia de forma específica a ocupação da terra. Contudo, é notória a importância do mercado de consumo por habitação e lazer em Campinas.

Se observarmos a cidade por esta cobertura de solo predominante (residencial) podemos compreender melhor o processo de crescimento de Campinas e o seu futuro. Ocorre que a cidade vivenciou nas décadas de 1950 e 1980 dois picos no setor habitacional (Figura 31).

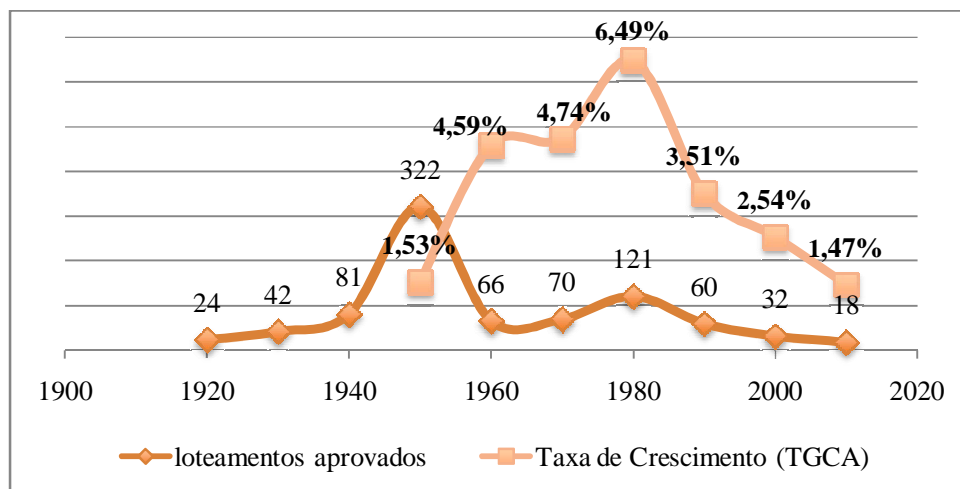


FIGURA 31: LOTEAMENTOS APROVADOS, POR DÉCADA EM CAMPINAS

No primeiro período (1950) a população passou de 129.940 (concentrada na região central) para 152.547 habitantes. O crescimento da cidade foi influenciado pela instalação da Rodovia Anhanguera, Aeroporto de Viracopos, pelo desenvolvimento industrial e pela especulação imobiliária concomitante a rumores na instalação de centro de ensino na Fazenda Helvetia (Capivari Mirim). Neste período inicia-se o fortalecimento de Campinas como eixo logístico e comercial, talvez, por esta razão a década de 50 é marcada pelo primeiro pico de crescimento do mercado habitacional. Em outras palavras, o fortalecimento econômico induziu a instalação de 322 novos loteamentos, os quais garantiram a abertura de novos bairros nas Bacias do Capivari, Capivari Mirim, Quilombo e Anhumas (figura 32).

O cenário da década de 1950 acelerou o processo de crescimento da cidade, como pudemos observar na evolução da taxa de crescimento de Campinas que começa a aumentar exponencialmente a partir da década de 1960. É possível que o fortalecimento comercial da urbe, aliada a instalação de novos bairros na década de 1950 tenha induzido os processos migratórios das décadas de 1960 e 1970, porém, de forma segregada. O efeito desenvolvimentista da Rodovia Anhanguera também operou como barreira social, favorecendo o crescimento das Bacias dos Rios Quilombo e Anhumas enquanto mercado habitacional de

classe alta, com ampla infraestrutura, lazer e serviços de base. Por outro lado, as Bacias dos Rios Capivari e Capivari Mirim sofreram um processo de periferização à qual foi catalisada à década de 1960 por influencia de grandes conjuntos habitacionais implementados pela Companhia de Habitação Popular / COHAB Campinas, do Estado de São Paulo.

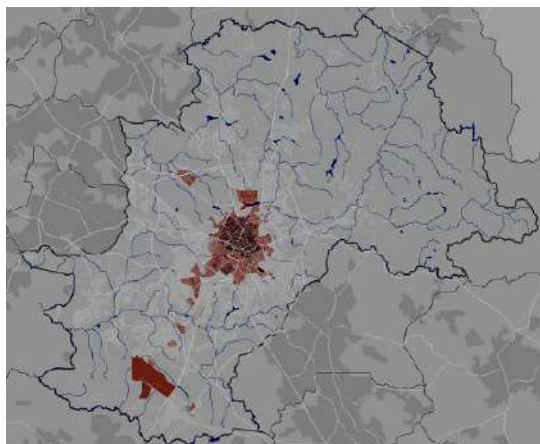


FIGURA 32: MANCHA URBANA DE CAMPINAS NA DÉCADA DE 1950. *FONTE: REVISÃO DA LEI DE USO E OCUPAÇÃO DE CAMPINAS 2016. PRODUZIDO POR SEPLAN/PMC. REALIZADO POR FUPAM (2015)*

A década de 1980, por outro lado, foi marcada pela ampliação do terceiro setor e pelo fortalecimento das tecnologias, informação e comunicação. O contexto social vivido pela RMC em meados da década de 1980 era preocupante, houve a intensificação da favelização, devido as novas políticas neoliberais, desemprego e o êxodo das áreas industriais. Neste período Campinas é ancora de processos migratórios, oferecendo boa infraestrutura e uma posição central entre municípios geradores de emprego, porém, mais uma vez de forma segregada.

Do ponto de vista do desenvolvimento econômico promovido pelas indústrias e comércio, as décadas de 1970 e 1980 otimizaram as oportunidades comerciais através da instalação das Rodovias Bandeirantes e Santos Dumont, as quais abriram espaço para consolidar novos bairros (Figura 33), além de favorecerem o escoamento de produtos e aproximarem grandes centros urbanos como São Paulo, Campinas, Santos, Piracicaba e etc. Por outro lado, a ampliação do mercado de consumo por habitação e lazer, vocação nata da cidade, induziu o fortalecimento da cadeia de serviços, à exemplo, é nesta década que se inicia a instalação dos grandes centros comerciais e shopping centers, como o Iguatemi (80) e Galleria (92)

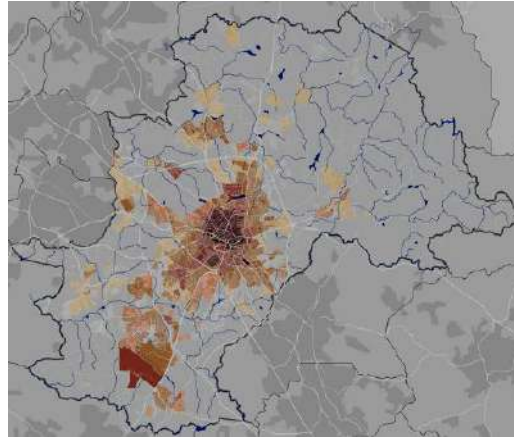


FIGURA 33: MANCHA URBANA DE CAMPINAS NA DÉCADA DE 80. *FONTE: REVISÃO DA LEI DE USO E OCUPAÇÃO DE CAMPINAS 2016. PRODUZIDO POR SEPLAN/PMC. REALIZADO POR FUPAM (2015)*

Em suma, identificamos pelo menos três forças motrizes para o uso e ocupação do território hoje, todos interdependentes: os eixos de mobilidade (rodoviários, ferroviários e aeroportuários), os quais viabilizam e fortalecem as cadeias comerciais que perpassam o município de Campinas; o mercado de consumo habitacional e de lazer, favorecidos pela infraestrutura de qualidade e pela facilidade de mobilidade entre as Regiões Metropolitanas do Estado e; o mercado de serviços e terceiro setor, que crescem concomitantemente ao desenvolvimento das duas outras forças.

Foi esta a realidade que se desenhou a matriz de uso residencial da cidade, em especial nos dois períodos de maior instabilidade social e econômica do município (1950 e 1980). Fica, portanto, evidente a importância da mobilidade urbana entre os municípios da RMC e Campinas, mas principalmente a força motriz do Estado sob o desenvolvimento econômico e social do município.

Atualmente, ainda que a Legislação tenha evoluído a relação da urbe com os rios não difere muito daquela realidade sanitária de 1900. A legislação que estimula o desenvolvimento da cidade, como o Plano Diretor e Lei de Uso e Ocupação (bem como outros instrumentos legais congêneres) não estimulam a valorização dos nossos rios e Áreas de Preservação Ambiental (APP). Essas áreas, em muitas situações, são tomadas pelo governo e população como causadoras de problemas de drenagem, utilizadas como pontos viciados de descarte de resíduos e muitas vezes, ocupadas de forma irregular. E raramente, são entendidas como um bem ambiental, essencial à vida.

A relação do município com os Recursos Hídricos pode ser interpretada pelos projetos de loteamento e uso do solo, que frequentemente marginalizam os bens ambientais, colocando-os nos fundos dos lotes ou em áreas de praça doadas ao município sem o mínimo de acessibilidade, investimento em função social, paisagismo ou se quer de recuperação ambiental. Falta a integração e a adoção dessas importantes áreas no desenvolvimento dos projetos urbanísticos para combater a marginalização de tais áreas.

DESLOCAMENTO POPULACIONAL

As características sociais, demográficas e econômicas de um município interferem na estrutura urbana e são atrativos para movimentos migratórios.

Campinas tem um dos maiores PIB do país (R\$36.712.726,00) e aproxima as relações econômicas de pelo menos 83 municípios, segundo dados do Plano Municipal de Habitação (PMHAB, 2011). Campinas se relaciona com os municípios de entorno e com as Regiões Metropolitanas de São Paulo, Baixada Santista, Sorocaba e Piracicaba, por meio dos seus eixos viários, ferroviários e aeroportuários.

Atualmente, no contexto da RMC, a agropecuária é pouco expressiva, enquanto a indústria é forte e mais concentrada nos municípios de Campinas, Paulínia, Jaguariúna e Indaiatuba.

Já o setor de serviços é a participação econômica mais forte da Região. Isto porque o fortalecimento da RMC estimula os setores produtivos de serviços e comércio, principalmente com a instalação de grandes centros comerciais, como hipermercados, *shopping centers*. Neste cenário, onde as oportunidades externas ao município são fortes, ocorre também o estímulo ao mercado de consumo da habitação e do lazer. Ou seja, há o deslocamento pendular da população que opta por morar em uma cidade, ainda que trabalhe no município vizinho.

A Figura 34 apresenta a evolução histórica do fluxo migratório de Campinas entre os municípios da RMC, até 2000, expressivo em relação a Paulínia, Hortolândia, Sumaré, Monte Mor, Indaiatuba e Valinhos. Segundo informações do PMHAB, em 2011 os municípios de Campinas, Vinhedo e Valinhos centralizavam o consumo de habitação e lazer para a população de renda mais elevada, sendo que parte desta população estaria empregada nos municípios de Paulínia, Sumaré e Hortolândia (para falar da RMC).

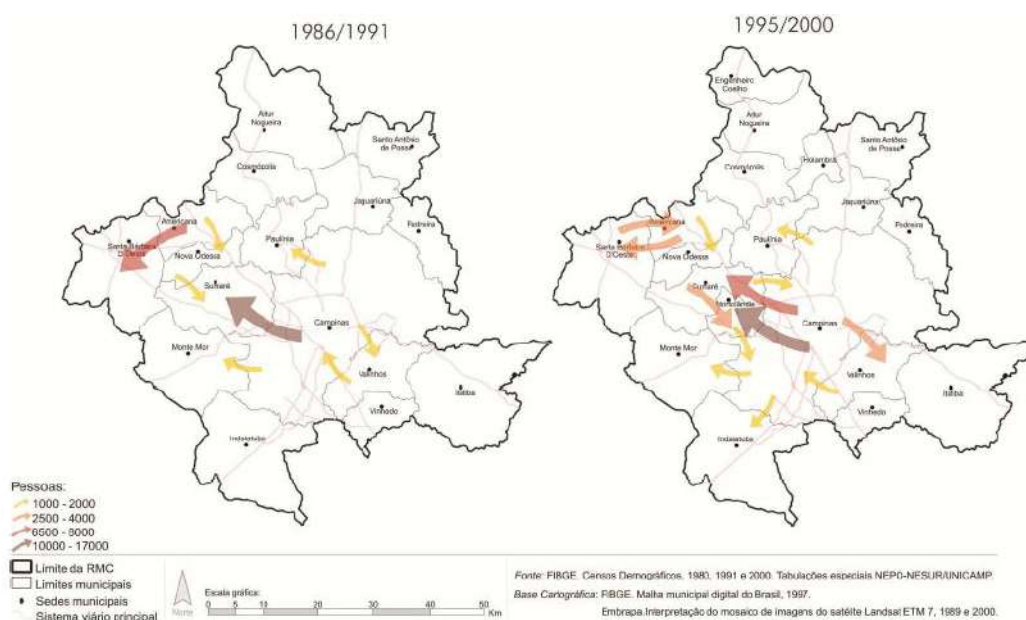


FIGURA 34: FLUXOS DE DESLOCAMENTO PENDULAR ENTRE MUNICÍPIOS DA RMC. FONTE: PLANO MUNICIPAL DE HABITAÇÃO DE CAMPINAS, 2011. DADOS PRODUZIDOS POR: "ATLAS DA VULNERABILIDADE, 2009" NEPO - UNICAMP

Em suma, os deslocamentos pendulares são vetores de crescimento da cidade à medida que essa população tende a se fixar o mais próximo do trabalho. Em consequência, as Bacias dos Rios Capivari (Sumaré e Hortolândia) e Anhumas (Paulínia), sofreriam maior pressão de ocupação e homogeneização da estrutura urbana intramunicipais.

Há de se considerar, nos deslocamentos pendulares, a importância dos eixos viários que induzem a ocupação das margens das rodovias, ou o mais próximo a elas, a fim de facilitar o escoamento de produtos e serviços, e o fluxo de pessoas.

DINÂMICA POPULACIONAL E PERIFERIZAÇÃO DA URBE

A ocupação de Campinas se assemelha ao comportamento das demais regiões metropolitanas do país, conforme apresenta Cunha e colaboradores (2006), o município cresce a taxas expressivas e caracteriza-se físico territorialmente pela periferização. A dinâmica de ocupação das periferias proposta pelos autores associa as influências externas geradas entre Campinas e seus municípios vizinhos às influências internas, definidas pelas políticas setoriais e legislação urbanística. A soma dessas influências cria uma malha urbana descontínua, agrupando núcleos populacionais em função das influências que os fixam à terra, sejam elas externas e/ou internas. Além disso, sobrepujam-se às influências o custo da terra e proximidades com eixos viários, ferroviários e aeroportuários (Figura 35).

O custo da terra no mercado imobiliário é pautado, dentre outros fatores, pela própria legislação urbanística e ambiental, que por meio de restrições ao uso e ocupação do solo alteram seu potencial de aproveitamento e seu valor diferencial.

Merece menção a procura por terrenos para habitação em áreas rurais no município de Campinas, principalmente nas regiões de Barão Geraldo (Bacia do Ribeirão das Anhumas), Sousas e Joaquim Egídio (Bacia do Rio Atibaia). Nestes locais buscam-se terrenos em áreas rurais por serem maiores e mais baratos, e próximos a regiões nobres. Mas, ainda que possam dispor de relativa boa infraestrutura e serviços, a regularidade desses processos de ocupação depende de sua inserção no perímetro urbano, caso contrário, representarão um ônus ao adquirente.

Importante como fator de atração para a ocupação destas regiões é a sua proximidade com importantes eixos rodoviários, que, dentre outros fatores, favorecem o escoamento de pessoas e produtos, especialmente o deslocamento pendular para Paulínia, Valinhos e Vinhedo. Nessas condições, o atrativo econômico e o apelo comercial e habitacional dessas regiões vão ao encontro de uma demanda por expansão urbana da população com maior poder aquisitivo.

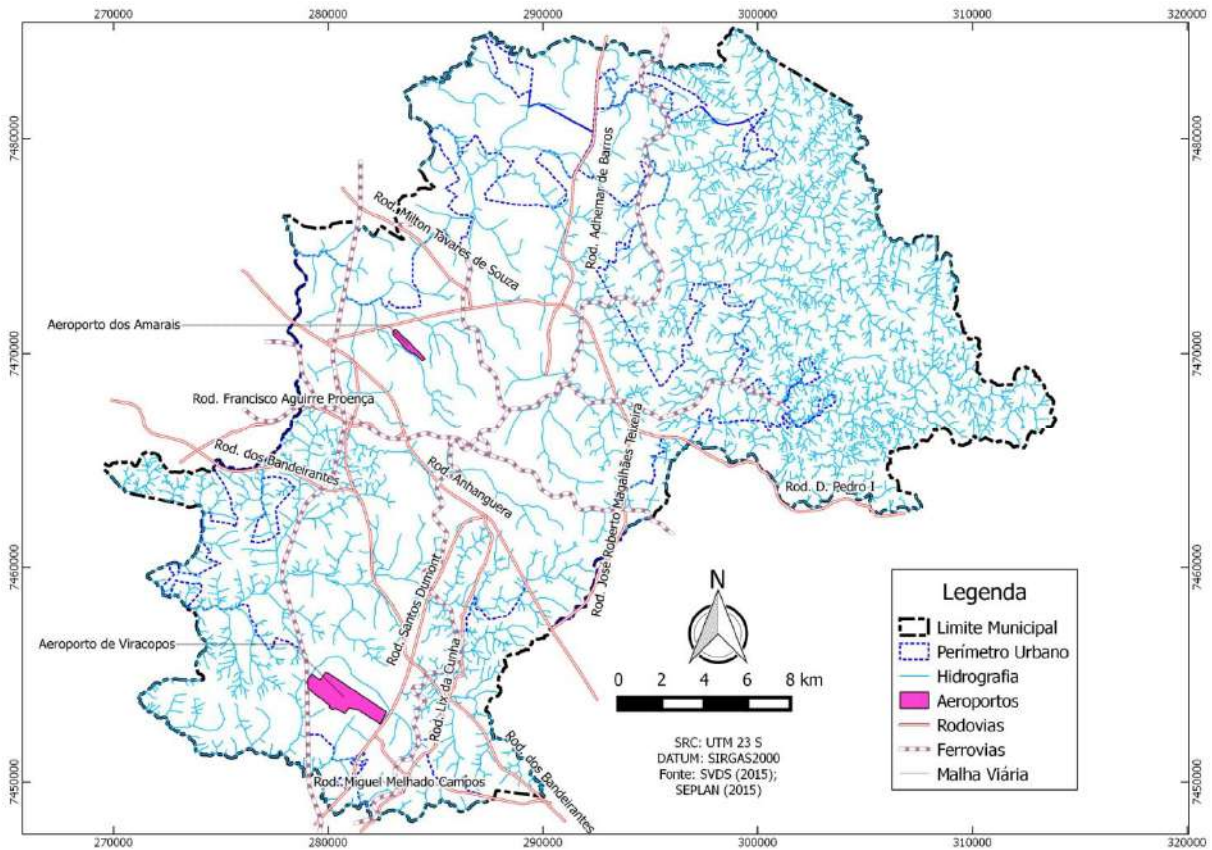


FIGURA 35: EIXOS DE TRANSPORTE DE CARGAS E PESSOAS – VIÁRIO, FERROVIÁRIO E AEROPORTUÁRIO

Por outro lado, o processo de urbanização de Campinas gerou a intensa segregação social, especialmente nas Bacias dos Rios Capivari e Capivari Mirim (região sudoeste da cidade).

Estas Bacias carregam em seu processo histórico de ocupação vetores tanto de pressões internas (legislações urbanísticas) como externas (macrometrópole, planos de bacias e programas federais de fortalecimento socioeconômico). Por exemplo, para citar apenas um vetor, a implantação dos eixos de transporte, desde antes da década de 50, estimularam em um primeiro momento a especulação imobiliária e, posteriormente, a periferização dessa região. Na década de 1960 programas de implementação de grandes conjuntos habitacionais favoreceram a ocupação das Bacias dos Rios Capivari e Capivari Mirim. Já, na década de 1990, as ocupações organizadas dos vazios urbanos intensificaram seu adensamento.

O processo de ocupação dessas Bacias é limitado pela precariedade das infraestruturas e serviços, porém, associado a um baixo custo da terra. Atualmente, a força dos vetores de desenvolvimento econômico da macrometrópole, do Estado e da RMC, todos estimulados pelos eixos de transporte, vêm induzido ao desenvolvimento social e habitacional, bem como a melhoria na oferta de infraestrutura na

região. É o caso do recém criado distrito do Campo Grande e dos Bairros Campo Belo, Jambeiro, Parque Prado, entre outros.

A região é influenciada a sudoeste pelo deslocamento pendular para Hortolândia e Sumaré; a sul pelo Aeroporto de Viracopos e a norte pela Rodovia Anhanguera. Internamente, as legislações urbanísticas consolidam a movimentação natural da urbe que hoje cresce para esta região.

Contudo, é importante compreender o processo de periferização da cidade para que haja o fortalecimento das infraestruturas daquelas regiões que tendem a ser mais adensadas e que hoje não têm condições de acolher a população. Em destaque apontamos as Bacias do Capivari e Capivari Mirim, no que tange os serviços de Abastecimento e Saneamento, ou seja, são regiões em processo de adensamento e cujas infraestruturas de base precisam ser fortalecidas para atingir a salubridade ambiental e a qualidade de vida da população. A periferização de Campinas passa por quatro fases:

1. *A 1ª periferia (1950 – 1980) foi formada por processos migratórios entre municípios influenciados pelos eixos viários. A Rodovia Anhanguera, foi o principal meio de segregação, tendo funcionado como uma barreira física, que ao mesmo tempo foi vetor de desenvolvimento econômico e separação entre ricos (ao norte da rodovia) e pobres (ao sul);*
2. *A implementação de grandes conjuntos habitacionais (1965 – 1993) pela Companhia de Habitação Popular / COHAB Campinas, do Estado de São Paulo. Foram concentrados empreendimentos na região sudoeste do município, nas Bacias dos Rios Capivari e Capivari Mirim, sendo que foram implantadas 1.736 unidade em 70 e 11.805 em 1980. Isto se deu em um período cujo Plano Preliminar de Desenvolvimento Integrado de Campinas, PDDI desaconselhava a expansão urbana da região;*
3. *Favelas em áreas públicas (1968 – atualmente). Trata-se das áreas irregulares como as favelas, ocupações e loteamento irregulares e condomínios (classes 4, 5 e 6 do IPVS) instaladas em áreas públicas como praças, sistemas de lazer, APP, etc., ou seja, ocorrem em áreas sem zoneamento específico;*
4. *Ocupação organizada nos vazios urbanos (1992 – atualmente). São ocupações que surgiram na maioria das vezes por indução do próprio dono do terreno, sendo transformados desde loteamento a assentamentos precários.*

Nestas condições, a periferização hoje ocorre em áreas com menor custo da terra e frequentemente nas áreas de APP. Os recursos ambientais são, então penalizados e degradados na tentativa de equacionar déficits habitacionais. Além disso, as APP são elementos da paisagem capazes de abrigar áreas verdes e

sistemas de lazer que trazem benefícios sociais coletivos. Nesta perspectiva, a regularização de ocupações, seja de baixa ou alta renda, em APP não deve ser estimulada, uma regra, sem exceção.

DINÂMICA DEMOGRÁFICA E SOCIAL

Como esclarecido anteriormente, nesta última década (2010), o crescimento da Cidade vem ocorrendo com maior intensidade nas regiões de Souza, Joaquim Egídio, Barão Geraldo (sentido Paulínia e Sentido Mogi Mirim), Campo Belo, região do Aeroporto de Viracopos, e no leito da Rodovia dos Bandeirantes, ou seja, nas Bacias dos Rios Atibaia, Anhumas, Capivari e Capivari Mirim.

Ademais, as dinâmicas demográficas e sociais trazem dados sobre como a dinâmica populacional vem afetando o espaço de Campinas. Ou seja, as regiões que tem mais absorvido o crescimento da cidade hoje e o grau de vulnerabilidade social que a população estaria exposta.

Compreender essa interação entre a dinâmica populacional, demográfica e social é o passo primeiro antes de compreender o uso e ocupação sobre a perspectiva da gestão dos Recursos Hídricos.

População Total

O município de Campinas apresentou um elevado incremento populacional nas últimas décadas, ainda que suas taxas anuais de crescimento venham apresentando queda desde a década de 1990. Em 1970, Campinas contava com 300 mil habitantes, contingente que saltou para mais de 1 milhão em 2000. Em 2010, segundo o censo do IBGE, a população de Campinas era de 1.080.113 habitantes. Estima-se que em 2014 a população tenha atingido 1.154.617 habitantes, dos quais 1.103.926 residem em área urbana e 19.315 residem em área rural – Projeções da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados – SEADE (2010).

Densidade Demográfica

A densidade demográfica média de Campinas é de 1.355 hab/km², com área total de 796,75 km² (Figura 36). Sua densidade é significativamente superior à densidade da RMC, de 766 hab/km², e à densidade do Estado, 166 hab/km².

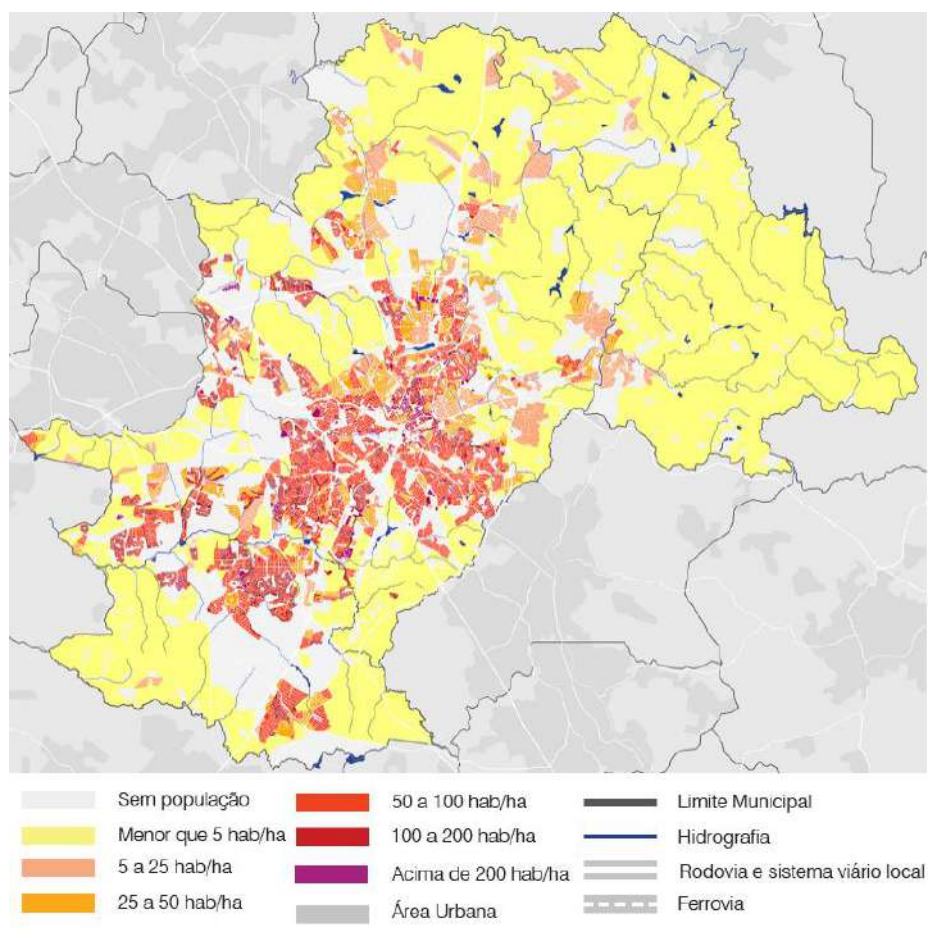


FIGURA 36: DENSIDADE DEMOGRÁFICA DE CAMPINAS. FONTE: REVISÃO DA LEI DE USO E OCUPAÇÃO DE CAMPINAS 2016. PRODUZIDO POR SEPLAN/PMC. REALIZADO POR FUPAM (2015)

O crescimento demográfico de Campinas é disperso. A ocupação do território, acompanhada de seu desenvolvimento econômico, foi estimulada, primeiramente pelos eixos viários que segregaram o município propiciando a formação de áreas de urbanização extensiva mescladas a áreas rurais. Além disso, o elevado custo da terra favoreceu os movimentos pendulares e a ocupação periférica, a norte da Rodovia Anhanguera por terras valorizadas e, a sul, pelas ocupações de baixa renda (CUNHA *et al.*, 2006; PMHAB, 2011).

A densidade demográfica por Bacia Hidrográfica, como mostra a Tabela 12, aponta a criticidade de ocupação do território de Campinas. A maior parte da população está alocada em regiões onde há menos disponibilidade de água (Bacia do Rio Capivari).

TABELA 12: DENSIDADE DEMOGRÁFICA TOTAL E POR BACIA HIDROGRÁFICA DE CAMPINAS.
 FONTE: SEADE, 2010

Região	Área	População	Densidade (hab/Km ²)
Ribeirão das Anhumas	145,96	275.414	1.887
Rio Atibaia	258,20	74.476	288
Rio Capivari	217,18	552.397	2.543
Rio Capivari Mirim	57,89	50.064	865
Ribeirão Quilombo	71,78	127.490	1.776
Rio Jaguari	44,94	272	6
CAMPINAS	795,95	1.080.113	1.355

A Bacia do Rio Atibaia é a maior e mais estratégica Bacia de Campinas nos aspectos ambientais, mas especialmente na produção de água. Em seu favor a Bacia dispõe de baixa densidade demográfica. Isso ocorre provavelmente porque, além do custo oportunidade da terra ser mais elevado, há aspectos ambientais e urbanísticos de restrição de cunho legal e/ou técnica que dificultam a sua ocupação, como por exemplo a declividade, a vegetação natural e as Leis da Mata Atlântica ou Lei da APA Campinas.

Por outro lado, as Bacias dos Rios Capivari, Anhumas e Quilombo são, nessa ordem, as regiões mais adensadas do Município. Topograficamente são áreas mais suscetíveis à ocupação por disporem de terreno ondulado a plano. No entanto, pensando na produção de águas, a Bacia do Capivari merece atenção especial se considerarmos que o Rio Capivari é um manancial que funciona como suporte operacional à captação de água de Campinas, representando incremento de 5% da captação de água para abastecimento.

Taxa de Urbanização e Taxa Geométrica de Crescimento Anual - TGCA

Atualmente Campinas cresce a uma TGCA de 1,09 a.a. embora essa taxa seja distribuída de forma desigual. Por exemplo, a Bacia do Ribeirão das Anhumas, uma das mais importantes Bacias da Cidade e berço do processo de crescimento da urbe, cresce nas regiões mais antigas e centrais a um TGCA de 0,35 a.a. Enquanto nas suas regiões mais periféricas como Barão Geraldo, a uma taxa de 2,26 a.a., semelhantemente ao crescimento da Bacia do Rio Atibaia de 2,20 a.a.. À leste da Bacia das Anhumas, ao longo do leito rodoviário da Rod. Dom Pedro I, ocorre um dos maiores crescimentos da Cidade, a 5,59 a.a. Entretanto, o maior TGCA ocorre nas Bacias dos Rios Capivari e Capivari Mirim, que crescem a 5,73 a.a.

A urbanização, por outro lado, em 2010 era de 98,28%, próxima às taxas da RMC e do Estado, respectivamente de 97,43% e 95,94%.

Ao observar a distribuição da população urbana e rural no município de Campinas (Tabela 13), é notória a concentração de pessoas na Bacia do Capivari, tanto no rural (49% dos residentes no campo) quanto no urbano (51%).

TABELA 13: TAXA DE URBANIZAÇÃO TOTAL E POR BACIA HIDROGRÁFICA DE CAMPINAS.
 FONTE: SEADE, 2010

Região	População			Grau Urb. (%)
	Urbana	Rural	Total	
Ribeirão das Anhumas	271.917	3.497	275.414	98,73
Rio Atibaia	70.088	4.388	74.476	94,11
Rio Capivari	543.216	9.181	552.397	98,34
Rio Capivari Mirim	48.999	1.065	50.064	97,87
Ribeirão Quilombo	127.320	170	127.490	99,87
Rio Jaguari	0	272	272	0,00
CAMPINAS	1.061.540	18.573	1.080.113	98,28

Contudo, se analisarmos a questão do ponto de vista da proporcionalidade, a Bacia do Atibaia dispõe de maior contingente de residentes rurais do que urbanos, sendo que 5,89% dos moradores da Bacia são residentes do campo, enquanto na Bacia do Capivari são apenas 1,6%.




Mais uma vez as Bacias em maior destaque são aquelas que abrigam os rios mais importantes para a produção de água no município. Por isso, para melhor compreender a dinâmica populacional, utilizamos dois indicadores sociais complementares, os Índices Paulista de Responsabilidade Social/IPRS e o de Vulnerabilidade Social/IPVS, além dos dados do Plano Municipal de Habitação de Campinas (2011).

Índice Paulista de Responsabilidade Social /IPRS

Segundo o Relatório de Qualidade Ambiental 2014 do Estado de São Paulo (BARROS & CAPUANO, 2014) o município enquadra-se no Grupo 2 do Índice Paulista de Responsabilidade Social (IPRS), ou seja, tem alto nível de riqueza, mas baixa escolaridade (índice construído sobre os parâmetros riqueza, longevidade e escolaridade).

A Fundação SEADE (2014), em seu relatório, detalha os dados do município para os anos base 2008 e 2010 (Tabela 14). Neste contexto, o IPRS aponta um município que dispõe de recursos urbanísticos e sociais de qualidade. Campinas oferece espaço para o suporte físico de atributos tanto ambientais como de infraestrutura e tecnológica, entretanto, ainda falha em serviços básicos, como escolaridade.

TABELA 14: ÍNDICE PAULISTA DE RESPONSABILIDADE SOCIAL - IPRS. FONTE: SEADE, 2014

Parâmetro	Score		Campinas		
	2008	2010	2008	2010	
Riqueza	37	40	42	44	
Longevidade	68	69	70	70	
Escolaridade	46	54	46	54	

É importante lembrar que o IPRS aponta a responsabilidade social do município e, portanto, traduz a resposta do Poder Público ao equacionamento das pressões econômicas à uma boa condição de vida (longevidade e escolaridade), muito diferente do IPVS que mede a condição real de vida, ou seja, a vulnerabilidade social da urbe.

Índice Paulista de Vulnerabilidade Social – IPVS

Segundo a Fundação SEADE, o IPVS incorpora um conjunto de indicadores de desenvolvimento do Estado de São Paulo, com a identificação e a localização espacial das áreas (Setores Censitários) que abrigam os segmentos populacionais mais vulneráveis à pobreza.

São considerados no IPVS parâmetros de renda, escolaridade, ciclo de vida familiar e presença de crianças pequenas, adolescentes, mulheres chefes de famílias ou chefes jovens. O referido índice classifica os setores censitários do IBGE em sete grupos de Vulnerabilidade Social, sendo que Campinas concentra 73% da população nas três primeiras classes, Baixa (3), Muito Baixa (2), Baixíssima (1), respectivamente (Figura 37).

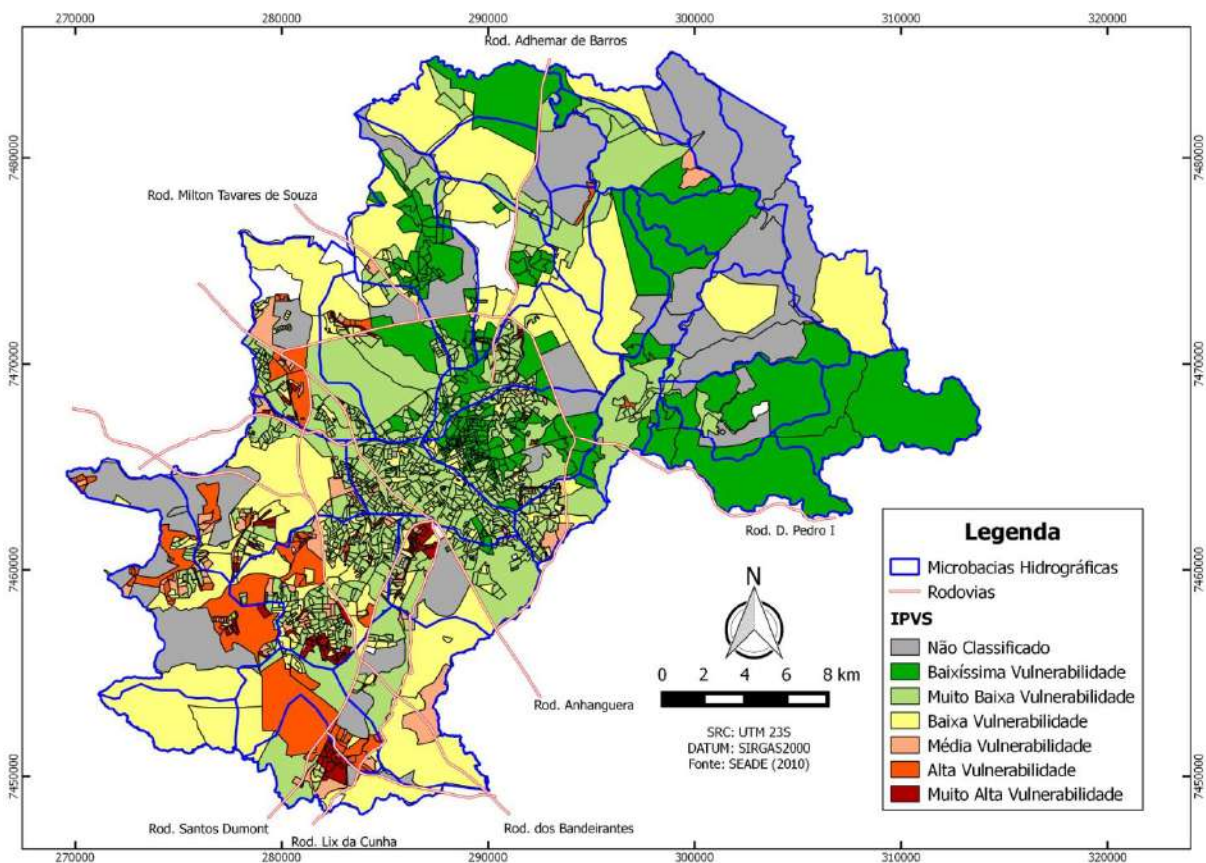


FIGURA 37: ÍNDICE PAULISTA DE VULNERABILIDADE SOCIAL/IPVS DE CAMPINAS








A maioria da população de Campinas (44,7% da população) encontra-se em situação de Vulnerabilidade Muito Baixa (grupo 2) - são 480.568 pessoas distribuída em 183,12 km² e em todas as Bacias Hidrográficas da cidade. Este grupo dispõe de renda média por domicílio na ordem de R\$ 3.112,00.

Em situação de Baixíssima Vulnerabilidade (1) estão 165.489 pessoas (15,4% da população). Este grupo possui o maior poder aquisitivo, com rendimento médio de R\$7.362,00, e nele predominam regiões como o Cambuí, Barão Geraldo, Sousas e Joaquim Egídio (Bacias do Atibaia e Anhumas).

Já os indivíduos em situação de Baixa Vulnerabilidade (3), aproximadamente 187.405 pessoas (17,4%), dispõem de renda média de R\$2.450,00. Este grupo concentra-se em regiões mais periféricas da Cidade e em todas as Bacias Hidrográficas. A disposição deste grupo ao longo do território, afastando-se do Centro, provavelmente associa-se ao custo oportunidade da terra, se fixando o mais próximo dos grandes centros comerciais e ambientes de trabalho, mas em locais cujo custo de vida é moderado.

Diferente dos três primeiros grupos é a situação da população que se concentra nas Bacias dos Rios Capivari e Capivari Mirim, regiões que abrigam muitas ocupações irregulares e novos empreendimentos. Ou seja, o processo de periferização da urbe ocorre mais intensamente nessas duas Bacias. Essas regiões abrigam a maioria da população que pertence aos grupos 5 e 6, isto é, de Alta e Muito Alta Vulnerabilidade, respectivamente 57.577 (5,4%) e 83.507 pessoas (7,8%).

TABELA 15: ÍNDICE PAULISTA DE VULNERABILIDADE SOCIAL – IPVS POR SETORES CENSITÁRIOS. FONTE: SEADE, 2010

Grupo	Setores		Área (Km2)		
1	354	19%	168,67	22%	
2	822	43%	183,18	24%	
3	293	15%	209,71	27%	
4	158	8%	21,45	3%	
5	66	3%	36,52	5%	
6	141	7%	9,09	1%	
7	68	4%	149,85	19%	
total	1902	-	778,47	-	-

1. Baixíssima Vulnerabilidade; 2. Muito Baixa Vulnerabilidade; 3. Baixa Vulnerabilidade; 4. Média Vulnerabilidade; 5. Alta Vulnerabilidade; 6. Muito Alta Vulnerabilidade; 7. Não Analisado

3.6. FRAGILIDADE SOCIOAMBIENTAL

A Fragilidade Socioambiental, assim como a Fragilidade Hídrica, é dada por um conjunto de informações capazes de indicar aqueles aspectos ambientais que podem alterar a qualidade (integridade) e a quantidade dos Recursos Hídricos. No caso da Fragilidade Socioambiental, no entanto, são considerados fatores antrópicos que interferem diretamente na qualidade e quantidade dos recursos.

METODOLOGIA

A Fragilidade Socioambiental (FS) foi construída com base na compreensão técnica de que a forma como ocupamos o território afeta ora a qualidade dos recursos, ora a quantidade. Assim, a FS se baseia em três parâmetros sociais e ambientais subdivididos em 9 fatores que afetam a quantidade ou a qualidade dos recursos hídricos (Tabela 16). Além disso, a FS foi ponderada com base na análise técnica AdHoc dos especialistas da prefeitura.

TABELA 16: FATORES DA FRAGILIDADE SOCIOAMBIENTAL

Parâmetros	Fatores que afetam	
	Qualidade das Águas	Quantidade das Águas
Uso e Ocupação	Uso	-
	-	Impermeabilidade
Críticidade à Saúde	Ocupações Irregulares	Ocupações Irregulares
	Áreas Contaminadas	-
	Produtos Perigosos	-
Críticidade de Saneamento	Serviço de Esgotamento	Serviço de Esgotamento
	Serviço de Manejo de Resíduo	-
	Descarte Irregular de Resíduos	-
	Pontos Críticos	Pontos Críticos

Assim, a FS considerou, conforme a equação 17, à contaminação, poluição, permeabilidade; os serviços atenuantes de saneamento básico ou a ausência dos mesmo e as áreas críticas de macro ou microdrenagem.

EQUAÇÃO 17: $FS = [(Uso \times IMP \times Com) + 5RPP + 15HI] + [4 \times (PDR + PC + SES + SMRS)]$

Onde,

Uso = Uso do Solo

IMP = fator Impermeabilidade

Com = Áreas Contaminadas

RPP = Rota de Produtos Perigosos

HI = Ocupações Irregulares

PDR = Ponto de Descarte Irregular de Resíduos

PC = Ponto Crítico

SES = Serviço de Esgotamento Sanitário

SMRS = Serviço de Manejo de Resíduos Sólidos

3.6.1. USO E OCUPAÇÃO DO TERRITÓRIO

A análise do perfil da sociedade e o seu *modus operandi* ajuda a entender as necessidades da população de Campinas, mas ainda é insuficiente para entender a sua relação com a água. Não obstante a dinâmica populacional e ao uso e ocupação da cidade há necessidades relacionadas ao saneamento, saúde e habitação que influenciam a gestão dos Recursos Hídricos.

Neste contexto, quando analisamos usos e ocupação para a gestão dos recursos hídricos, não é importante classificar todas as categorias de uso e ocupação do município, mas é fundamental compreender quais os usos ou ocupações que interferem na qualidade ou quantidade das águas, e conhecer como afetam as águas.

Desta forma, para a gestão dos Recursos Hídricos devem ser observados o uso e ocupação sob as duas perspectivas que geram pressão sobre o recurso: *1. Do consumo de água e portanto as implicações do uso da terra – regular ou irregular (Fatores Uso e Ocupação Irregular) e 2. Da perda de área permeável, consequência da forma de ocupação do território (Fator Impermeabilidade).*

3.6.1.1. CONSUMO DE ÁGUA

O consumo de água é um importante indicador de demanda de um município. Ele mostra a realidade de uso deste recurso e facilita o planejamento do saneamento municipal. Em outras palavras o consumo de água gera demanda para o serviço de abastecimento em seus pontos de captação. No caso de Campinas a quantidade de água utilizada em áreas urbanas não representa um estresse hídrico no local onde é consumido, isto porque a água tratada que chega as “torneiras” das casas, comércios e indústrias não provem de captação “*in loco*”, mas sim de um sistema de distribuição/abastecimento, que no caso de Campinas provêm de captação a fio d’água nos Rios Atibaia (95%) e Capivari(5%).

Contudo, o consumo tem importante papel no planejamento do uso e ocupação do território. Num primeiro momento mostra a pressão pelo uso de água, superficial ou subterrâneo (este último outorgado principalmente para classes industriais) e este é um bom indicador de crescimento da cidade e capacidade de suporte das Microbacias Hidrográficas que concentraram os impactos gerados pelos diferentes usos. Outro benefício é a utilização dos dados de consumo como um termômetro que pode ser alinhado aos serviços de infraestrutura de saneamento.

O consumo traduz o quanto de água foi utilizado em um ponto de recebimento, não havendo distinção entre tipos de ocupação, se vertical ou horizontal, por exemplo. Nota-se que o consumo é influenciado pelo uso e, portanto, não demanda grandes classificações, bastando distinguir em um primeiro momento o uso urbano do rural e dentre eles aqueles residenciais, industriais, comerciais, públicos e irrigação. Além disso o consumo é a informação primária na construção do Fator Uso do Solo (US).

Consumo Urbano

A título de referencia, o panorama do consumo total de água em ambiente urbano de Campinas variou pouco ao longo dos anos. Ainda com a população em crescimento, o cenário da Crise Hídrica internacional e ainda mais intensa no município influenciaram o consumo, que sofreu uma perda significativa de 2010 para 2014, respectivamente de 6,47m³/hab/mês para 5,42 m³/hab/mês (Figura 38).

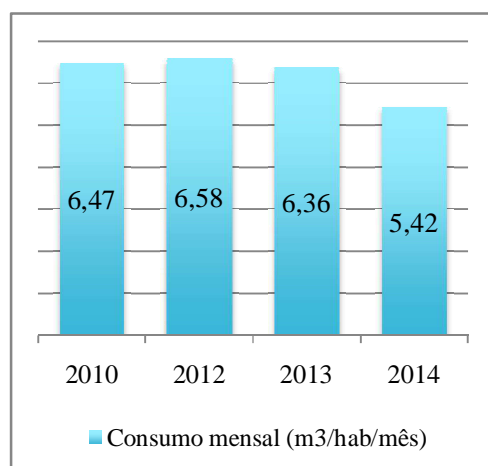


FIGURA 38: MÉDIAS DO CONSUMO TOTAL DE CAMPINAS. FONTE: SANASA, PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS E IBGE

No entanto, para a gestão da qualidade e quantidade dos Recursos Hídricos o que importa é indicar quem são os maiores consumidores de água, se os usos residenciais, industriais, comerciais ou o próprio poder público.

Conforme dados da SANASA (2015) o principal consumidor de água de Campinas é o uso Residencial (84,36%), seguido do comércio (11,68%), Poder Público (3,20%) e Indústria (1,36%). Em 2014 foram consumidos 63.257.942,73m³ (Tabela 17 e Figura 39).

TABELA 17: CONSUMO DE ÁGUA 2014 DE CAMPINAS POR BACIA HIDROGRÁFICA EM M³. FONTE: SANASA, 2015

	Residenc	Indúst	Comerc	Públic	TOTAL
Anhumas	1.773.519,60	16.075,56	362.266,23	112.528,95	2.264.390,34
Atibaia	345.394,40	1.002,11	19.299,92	5.455,94	371.152,37
Capivari	2.467.177,84	36.993,76	219.737,37	57.576,75	2.781.485,72
Capivari Mirim	184.492,13	21,41	27.108,52	2.526,70	214.148,76
Jaguari	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a
Quilombo	508.694,72	31.021,79	64.926,42	22.122,61	626.765,54
TOTAL	5.279.278,69	85.114,63	693.338,46	200.210,95	6.257.942,73
%	84,36%	1,36%	11,08%	3,20%	-

Como vimos anteriormente, a dinâmica da cidade hoje é dominada pelo mercado habitacional, de lazer e de serviços. Portanto, era de se esperar que o maior consumidor fosse o uso residencial. Mas, mais importante que isso é compreender como este consumo se distribui no espaço.

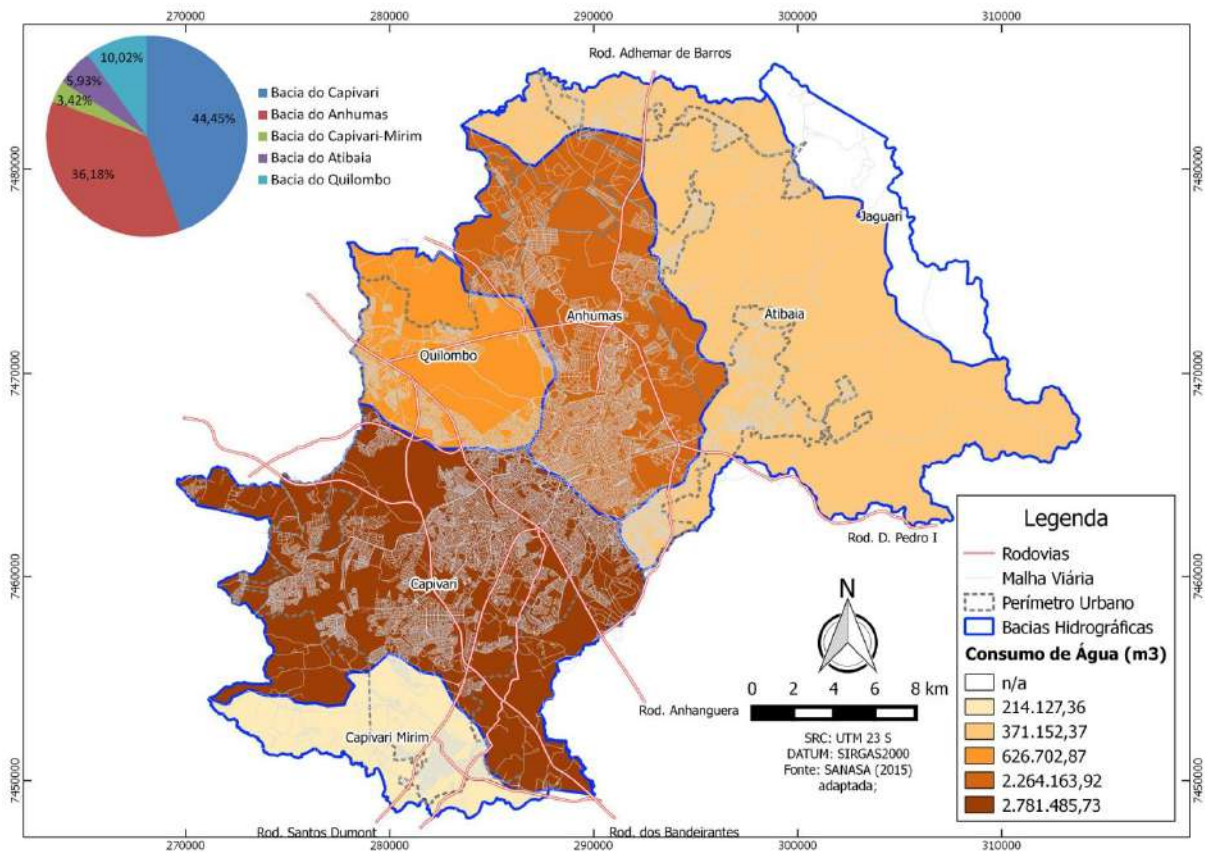


FIGURA 39: CONSUMO DE ÁGUA URBANO POR BACIA HIDROGRÁFICA DE CAMPINAS, 2014. FONTE: SANASA, 2015

Se observarmos a distribuição do uso pela cidade (Figura 40) fica evidente que apesar do uso residencial ser o maior, ele concentra-se em apenas duas Bacia, Capivari e Anhumas, respectivamente 47% e 34%. As demais Bacia tem uma representação de uso residencial baixa Quilombo com 10%, Atibaia, 7% e Capivari - Mirim 3%.

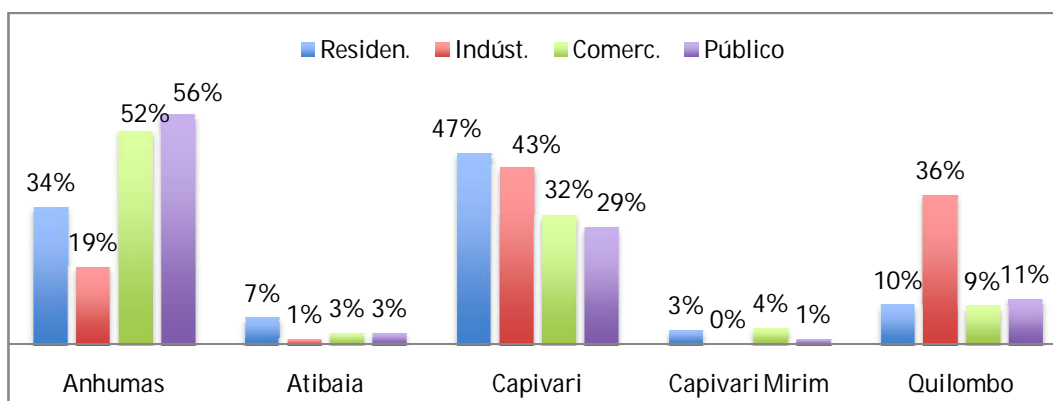


FIGURA 40: PERCENTUAL DE USOS DO SOLO EM CADA BACIA HIDROGRÁFICA DE CAMPINAS

Ainda assim, é evidente a vocação de cada uma das Bacias. Enquanto a Bacia do Ribeirão das Anhumas abriga a segunda maior concentração de uso residencial, os seus principais usos são comerciais e públicos (institucionais). Isto ocorre por ser uma Bacia central, com um longo histórico de ocupação, pautado na gestão centralizada. Como consequência é uma região rica em infraestrutura e serviço, mas também que detém os maiores IPRS e IPVS.

Na contramão está a Bacia do Rio Capivari, com a maior concentração de uso residencial e, como visto na contextualização, em crescimento acelerado. A região é estimulada a uma mudança de valores, cultura e custo de oportunidade da terra, os antigos bairros sem infraestrutura dão lugar a novos bairros de classe média-baixa e a cidade cresce com um IPVS baixo à vulnerável. Isto ocorre porque, ainda que o cenário seja de transformação urbanística, ainda há muitas ocupações irregulares e a vocação da Região, que abriga as principais rotas de escoamento de pessoas e produtos (rodoviária e ferroviária), além de ser limítrofe ao Aeroporto de Viracopos, é industrial. É importante compreender que esta bacia, além de ter uma baixa produção de água, sofreu um processo de ocupação irregular e com a instalação de conjuntos habitacionais, bastante segregados do contexto centro-norte do município. Nesta bacia, as infraestruturas e serviços estão paulatinamente se instalando, mas ainda apresenta carência.

Outra região com vocação industrial é o Ribeirão Quilombo, que abriga importantes remanescentes florestais, mas sofre pressão imobiliária impulsionada pelas rodovias que a fragmentam. A região absorve o remanescente residencial da Bacia do Ribeirão das Anhumas e Capivari, sendo portanto região que tende a crescer.

Analisar o uso da terra sob a perspectiva de cada bacia (Figura 41), é importante quando falamos de consumo de água. Isto porque a Bacia Hidrográfica é a unidade geográfica que absorve todos os impactos em seu território e são carreadas para o rio principal. Assim, a capacidade de suporte ou a vulnerabilidade de um

território é inerente ao limite geográfico da sua Bacia Hidrográfica. A Tabela 18 e a Figura 41 demonstram a distribuição dos usos da águas em relação a Bacia Hidrográfica.

TABELA 18: CONSUMO DE ÁGUA RELATIVO POR BACIA HIDROGRÁFICA

	consumo total	Residen.	Indúst.	Comerc.	Público
Anhumas	2.264.163,92	78%	1%	16%	5%
Atibaia	371.152,37	93%	0%	5%	1%
Capivari	2.781.485,73	89%	1%	8%	2%
Capivari Mirim	214.127,36	86%	0%	13%	1%
Quilombo	626.702,87	81%	5%	10%	4%

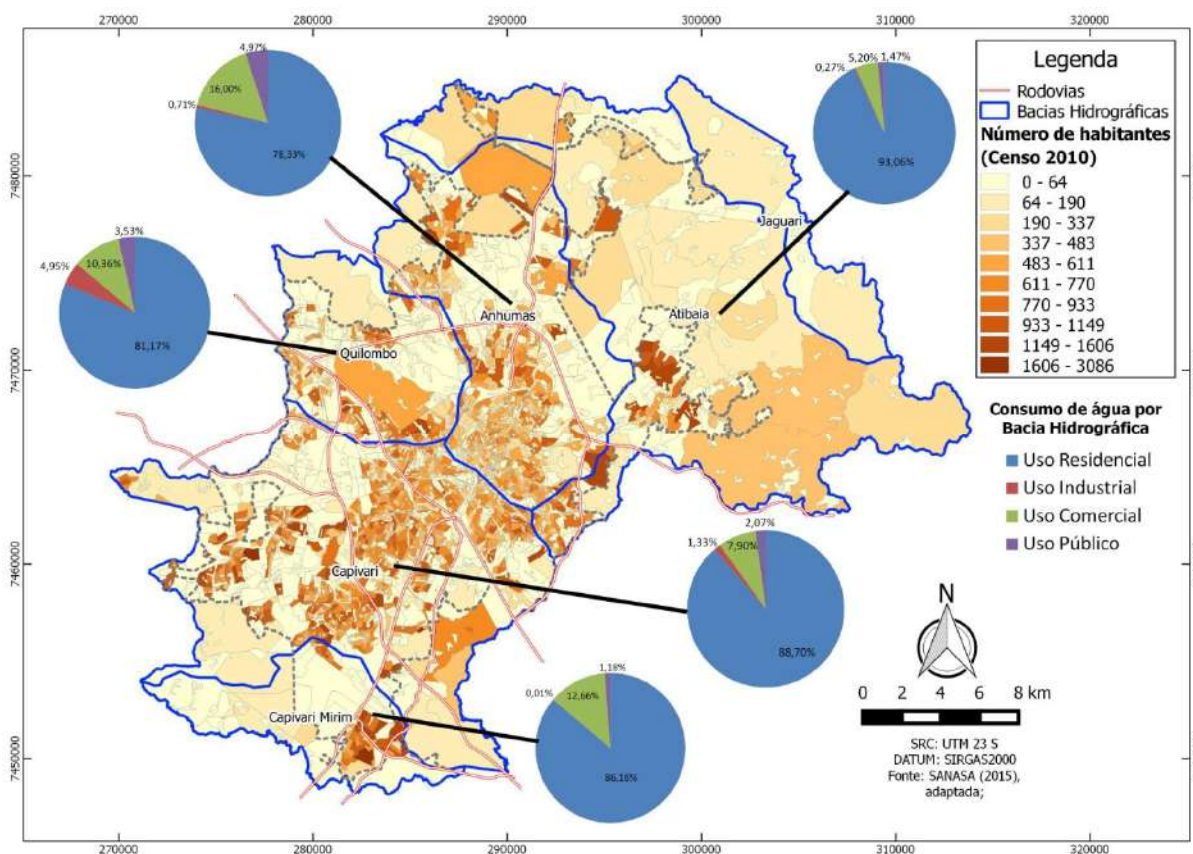


FIGURA 41: CONSUMO DE ÁGUA POR TIPO DE USO URBANO DE CAMPINAS, 2014. FONTE SANASA, 2015

Na Bacia do Rio Capivari, onde é captada 5% da água para abastecimento, ocorre o maior consumo de água de Campinas, em 2014 valeu-se 44% do consumo total ou 2.781.485m³/mês, sendo que deste consumo 89% foi destinado ao Uso Residencial e apenas 8% para o comércio, 2% para o setor Público e 1% para a Indústria.

Já na Bacia do Rio Atibaia, área de elevado interesse à proteção ambiental, responsável por 95% do abastecimento da Cidade e onde há a maior produção de água, tem um dos menores consumos. Com relação ao consumo total de Campinas, esta Bacia utiliza-se de 7% de água para consumo residencial, 1% industrial e 3% para comércio e setor público (Tabela 18). Nessa Bacia 93% do seu consumo é residencial urbano (Tabela 19), ainda que sua maior vocação seja o turismo, turismo gastronômico e proteção ambiental.

Além do perfil de consumo desta Bacia ser baixo, potencialidades como a produção de água, proteção da biodiversidade e até mesmo a manutenção da futura represa do Rio Jaguari, em estudo, merecem destaque. No entanto, cabe ressaltar que trata-se de uma região de alta fragilidade ambiental e com restrições topográficas à ocupação urbana.

A Bacia do Rio Capivari Mirim, que abriga o aeroporto de Viracopos e alguns importantes remanescentes florestais, também possui baixo consumo urbano de água, com relação ao consumo total, sendo, residencial (86%) e o comércio (13%), e os demais inexpressivos (Tabela 18).

Ocorre que o suporte logístico e comercial aos eixos viários e aeroportuários que perpassam a região são uma intensa força motriz a este perfil de consumo. Entretanto, mesmo com consumo e ocupação baixo frente ao município, a Bacia é ambientalmente crítica a ocupação, já que também é uma importante produtora de água.

Finalmente a Bacia do Ribeirão das Anhumas, segunda mais importante em termos de consumo residencial, ou seja, 78% do consumo total desta Bacia é destinado ao uso Residencial (Tabela 18).

Consumo Rural

Medir o consumo real de água em área rural é um desafio para o município de Campinas. Nestas áreas predominam outras fontes de abastecimento, como a captação direta de rios, poços e nascentes (59%) ou por dispositivos de armazenamento, como as cisternas (13%), segundo dados do IBGE (2010).

Campinas dispõe de 8 regiões rurais (Figura 42), com perfil de usos e consumo diferentes. A Tabela 19 descreve a média estimada de consumo residencial e para produção agropecuária por região.

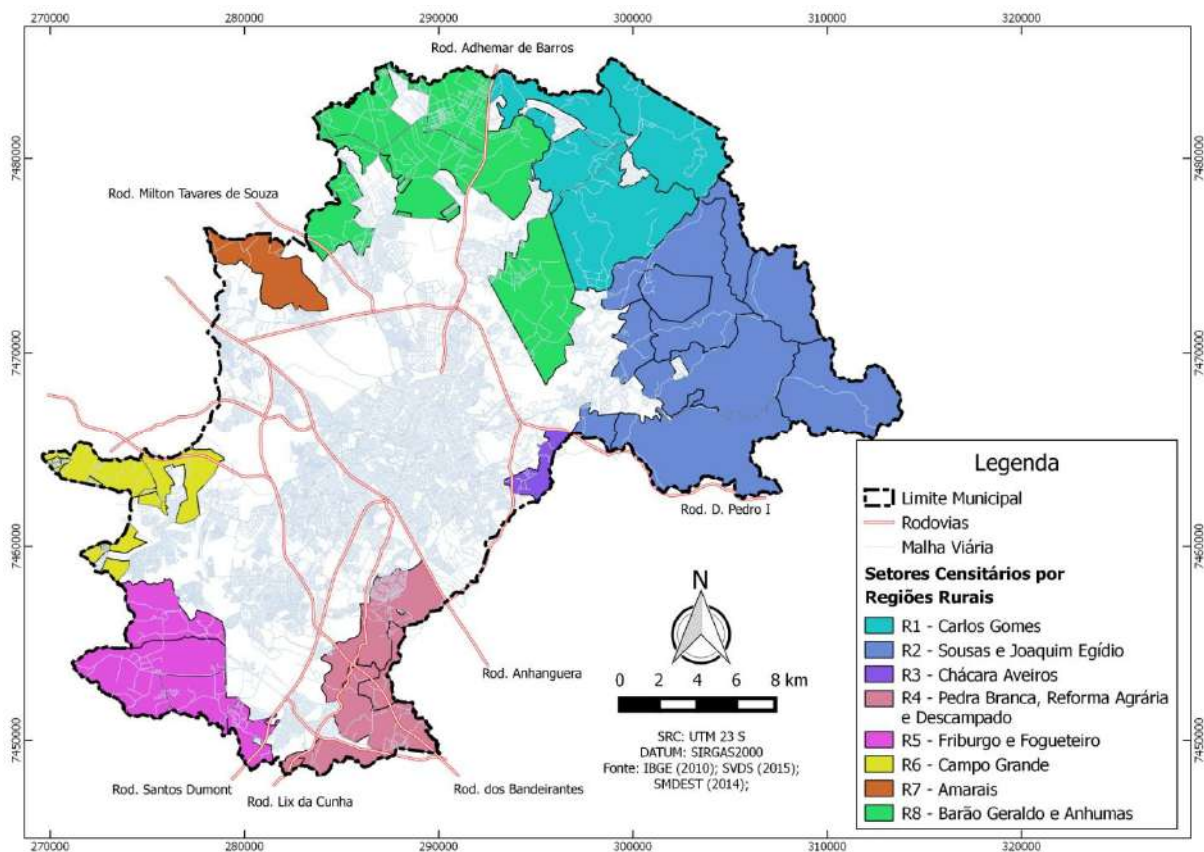


FIGURA 42: LOCALIZAÇÃO DAS REGIÕES RURAIS DE CAMPINAS. FONTE: SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, SOCIAL E DO TURISMO/SMDEST – 2014

A maioria dos residentes em área rural estão concentrados na Região 6 (R6) - Campo Grande, são 35%, portanto é o maior consumidor residencial da Cidade, seguido da R8 com 25% da população, R4 e R2, respectivamente 14% e 12%.

Por outro lado, se observarmos a produção agropecuária, o consumo maior ocorre na R2 (Sousas e Joaquim Egídio), que possui a maior área produtiva das regiões rurais.

TABELA 19: CONSUMO DE ÁGUA POR REGIÃO RURAL

	Residencial⁷	Produção⁸
R1	213.515 L/dia	--
R2	500.196 L/dia	10.528 m³/ t¹
R3	42.924 L/dia	1.808 m³/ t¹
R4	559.545 L/dia	8.712 m³/ t¹

⁷ Estimado com base no consumo per capita de 219 L/hab.dia utilizado pela SANASA para projetar demanda

⁸ Estimativa baseadas na pegada hídrica (Mekonnen & Hoestra, 2011) dos produtos produzidos em cada Região

R5	251.412 L/dia	4.930 m ³ / t ¹
R6	1.417.587 L/dia	--
R7	37.230 L/dia	479 m ³ / t ¹
R8	1.004.772 L/dia	1.474 m ³ / t ¹

A Região 1 (Carlos Gomes) abriga 975 moradores e 292 domicílios, sendo a principal fonte de abastecimento a captação direta de poços ou rios (90%). Embora haja armazenamento (9%) e abastecimento por rede (1%). Em outras palavras, a R1 demanda 213.515 L/dia, sendo que 90% desta demanda é captada diretamente dos rios e poços. Competindo com o consumo residencial, as áreas rurais vivem da produção agropecuária, que no caso do Carlos Gomes, dispõem de vocação para a ranicultura, piscicultura, plantas fitoterápicas, aspargos e o turismo rural. A produção de plantas fitoterápicas e aspargos, somente, consomem em média 1.208 m³/ t¹. Já a ranicultura e piscicultura têm uso direto dos recursos hídricos.

Já a R2 (Sousas e Joaquim Egídio) abriga 2.284 moradores (742 residências), ou seja, 12% da população do campo reside nesta região. A R2, junto com R1 integram a Bacia do Rio Atibaia, Bacia predominantemente rural. E, assim como a R1, utiliza o abastecimento por captação direta (71%), porém com maior abastecimento por rede (16%) do que por armazenamento (9%). A R2 tem vocação para a produção de gado, café, orgânicos e turismo rural e gastronômico. Os dois primeiros com a maior pegada hídrica da região, de 15.415 m³/ t¹ e 15.897 m³/ t¹. Talvez por isso a região disponha do maior consumo estimado.

A Bacia do Ribeirão das Anhumas abrange as regiões R3 (Chácara Aveiros) e R8 (Barão Geraldo e Anhumas). A Bacia abriga 26% de todos os habitantes do campo (4.784 pessoas).

A R3 abriga apenas 196 moradores em 50 domicílios permanentes, onde não há qualquer tipo de abastecimento por rede municipal, mas 76% é proveniente de captação direta e 24% por armazenamento. A produção rural desta região é frequentemente associada à irrigação por pivô, nas hortaliças e gotejamento, no figo. Em outras palavras o consumo de água dessas produções é em média, 297 m³/ t¹ e 3.350 m³/ t¹, respectivamente.

Ainda na Bacia das Anhumas, a R8 abriga 4.588 pessoas em regiões rurais (1.355 domicílios). Porém, a R8 recebe 32% de abastecimento por rede e capta diretamente 42%. A proximidade com a área urbana e a facilidade de abastecimento por rede nestas regiões, aliados ao custo oportunidade da terra define uma pressão por uso urbano de classe média e alta, semelhantemente como ocorre nas R2. Ainda assim, a produção rural da região é forte e baseada na produção de oleaginosas, legumes, frutas, banana, caqui, manga, hortaliças e granja (ovos/frango).

As Bacias dos Rios Capivari e Capivari Mirim dispõem de três regiões rurais, R4 (Pedra Branca, Reforma Agrária e Descampado), R5 (Friburgo e Fogueteiro) e R6 (Campo Grande). Três áreas que sofrem pressão de expansão do perímetro urbano com perfil de população de menor poder aquisitivo e jovens. São bairros novos e próximos aos meios de circulação e frequentemente influenciados pela expansão do Aeroporto de Viracopos e as pressões de ocupação que a precede. Ainda assim a região abriga produção rural forte, tradicional e para exportação.

A R4 dispõe de 2.555 habitantes distribuídos em 686 domicílios. A região é um dos principais contribuintes e produtores de água antes da captação da SANASA no Rio Capivari. É, portanto, estratégica, assim como a R2 para o Rio Atibaia. Entretanto a R4 utiliza-se de armazenamento como principal fonte de abastecimento (58%), seguido de abastecimento pela rede (37%) e captação direta (4%). Predomina nesta região produção de frutas, especialmente goiaba e figo para exportação, as quais consomem em média 8.712 m³/ t^l.

Já na R5, a produção de frutas, grãos, hortaliças e suínos e gados de corte consome em média 4.930 m³/ t^l. Isto em uma região que abrange 1.148 habitantes em 331 residenciais fixas. Para manter o consumo residencial de 251.412 L/dia e a produção agropecuária, a região utiliza-se, principalmente de armazenamento em poços e cisternas (72%), captação direta (15%) e rede (13%).

Diferente do perfil agropecuário das R4 e R5, a R6 é a região das Bacias que tem maior ocupação com caráter urbano, são 6.473 habitantes (1.747 residenciais). Além de ser produtora de bromélias e orquídeas para exportação. O perfil diferenciado desta região reflete-se também nas suas fontes de abastecimento, prioritariamente advinda da rede (94%), apenas 5% é oriundo de armazenamento e 1% de captação direta.

Finalmente, a Bacia do Rio Quilombo possui apenas uma região rural, R7 (Amarais). A R7 possui o menor contingente rural da cidade, com apenas 170 habitantes em 50 residências, sem nenhum abastecimento por rede, mas com predomínio de captação direta (92%). A produção rural na região é de cana-de-açúcar, permeada por hortaliças, ambos com baixo consumo de água.

Portanto, quando falamos de consumo de água, seja em área rural ou em área urbana é primário considerar os vetores de ocupação e crescimento do município, pois é um desafio levar água tratada a todo e qualquer lugar. Com o rápido crescimento populacional os recursos hídricos sofrem maior uso e degradação, seja para esgotamento sanitário ou abastecimento, para citar apenas dois usos.

No panorama da dinâmica territorial, a falta de infraestrutura de abastecimento ou a dificuldade de obter outorgas de uso dos recursos não é uma barreira para o uso e ocupação do território. Por exemplo, a irrigação dispõe da captação direta dos cursos d'água com ou sem outorga. Outro exemplo, agora em área

urbana, é o aumento do uso das minas d'água urbanas, ainda que haja o risco ambiental e sanitário na exposição direta as águas de nascentes urbanas sem o devido tratamento ou monitoramento.

Neste sentido, para garantir a quantidade e qualidade dos recursos hídricos ofertados em toda a cidade para consumo é necessário que o uso e ocupação do território, crescente nas regiões periféricas e em novas regiões ocorra de forma ordenada e, preferencialmente nas regiões providas de infraestruturas.

Portanto, é salutar que os estímulos ao desenvolvimento sustentável de Campinas contemplem áreas de proteção hídrica e áreas verdes que garantam a permeabilidade do solo e, conseqüentemente, a produção de água. Esta recomendação é essencial, especialmente na Bacia do Rio Capivari, mais adensada e que vem se redesenhando de um processo histórico de periferação e, portanto, está mais ameaçada à degradação dos aspectos ambientais de proteção dos recursos hídricos.

FATOR USO DO SOLO (USO)

O Uso do Solo foi definido para nove classes, sendo elas Vegetação Natural e Corpos de Água; Áreas Verdes; Agricultura; Vazios Urbano; Clubes e Associações; Industrial; Comercial e Educacional; Residencial; Saúde, Saneamento e Segurança. Correspondendo, respectivamente as notas 1; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 10 e 10. (Figura 43).

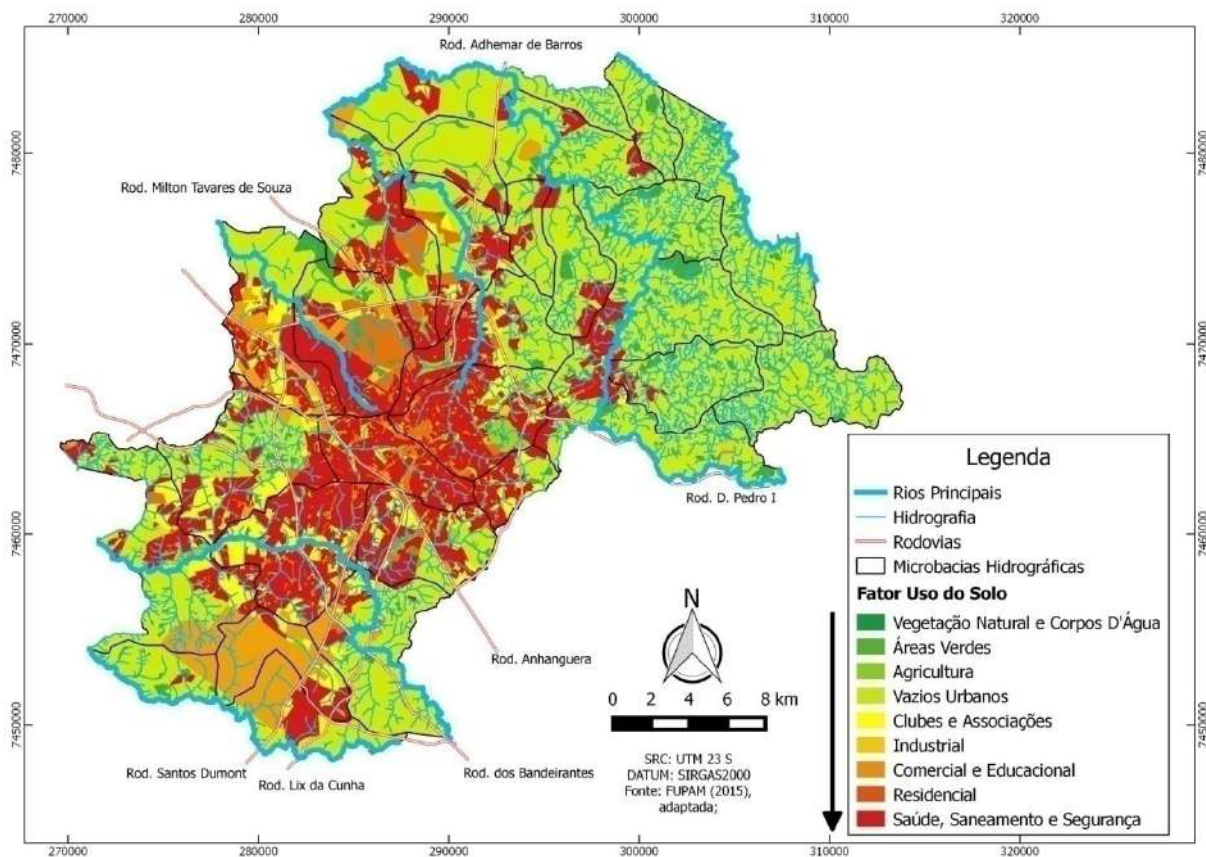


FIGURA 43: FATOR USO DO SOLO

FATOR OCUPAÇÕES IRREGULARES (HI)

As Ocupações Irregulares, são um agravo significativo para os recursos hídricos, são áreas que concentram diferentes impactos, como saneamento, resíduos e exposição da população á áreas de risco. Portanto foi atribuída nota 1 para áreas que não dispõem de áreas de ocupação irregular (Figura 44).

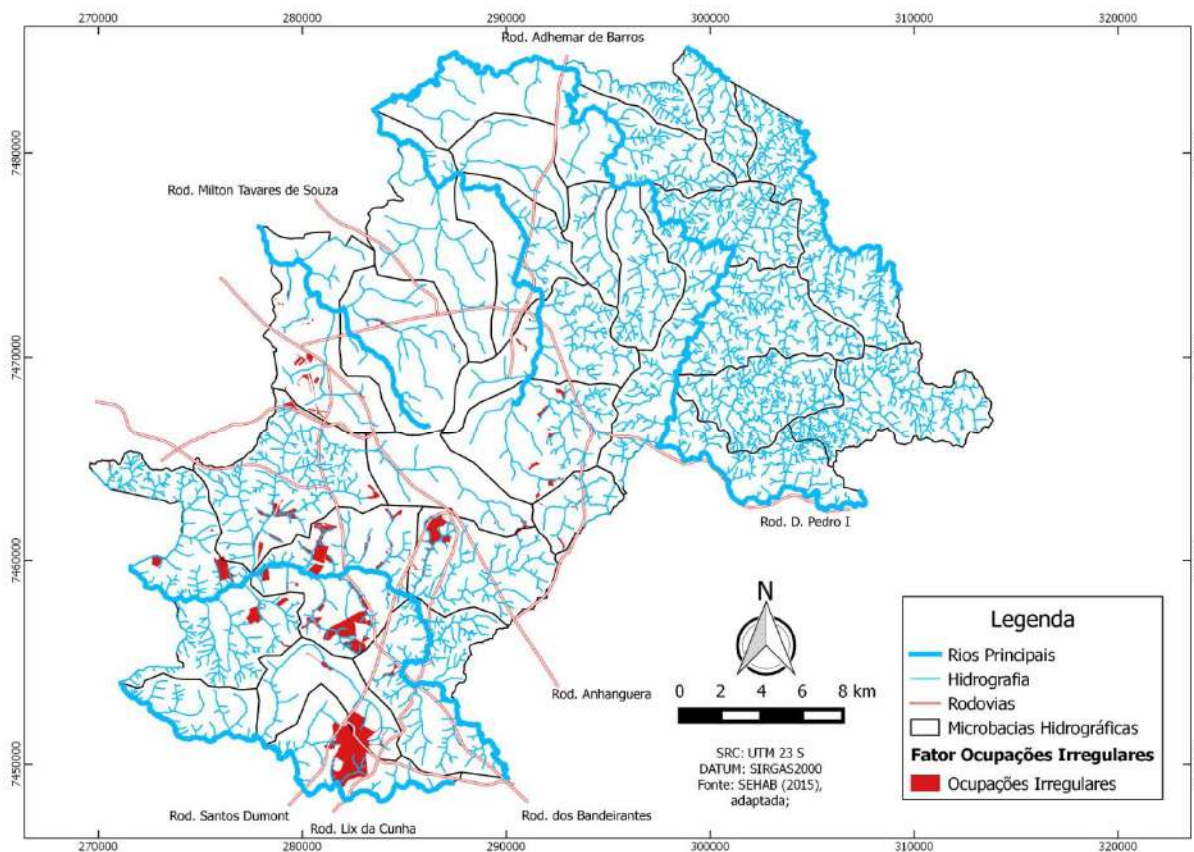


FIGURA 44: FATOR OCUPAÇÕES IRREGULARES

3.6.1.2. PERDA DE ÁREA PERMEÁVEL

Para Silva (2013), em seu trabalho sobre a democratização e a governança da água, a importância das áreas urbanas no desenvolvimento das cidades é fundamental para a gestão eficaz dos recursos hídricos, ainda mais se considerada a sua capacidade suporte. Segundo a autora, a despeito dos interesses sociais, a urbanização tem pressionado as Bacias Hidrográficas nos âmbitos municipais, afetando a proteção das águas, especialmente na região sudeste.

Nesse sentido, a pressão antrópica sobre as águas pode ser computada através do consumo/ usos e ocupações. A pressão por consumo se dá nos dois pontos de abastecimento e, portanto, pouco importa a tipologia do uso, se residencial, não residencial ou misto. Por outro lado, a forma como o solo é ocupado

influencia o território como um todo, por meio da impermeabilização, a qual compromete a manutenção das águas subterrâneas e superficiais.

Segundo *The Center of Watershed Protection – CWP (2003) apud ANA (2014)*, a partir de 10% da impermeabilização de uma Bacia, podem ser notadas influências sobre a qualidade da água, de maneira que após 25%, há uma degradação significativa (Figura 45).

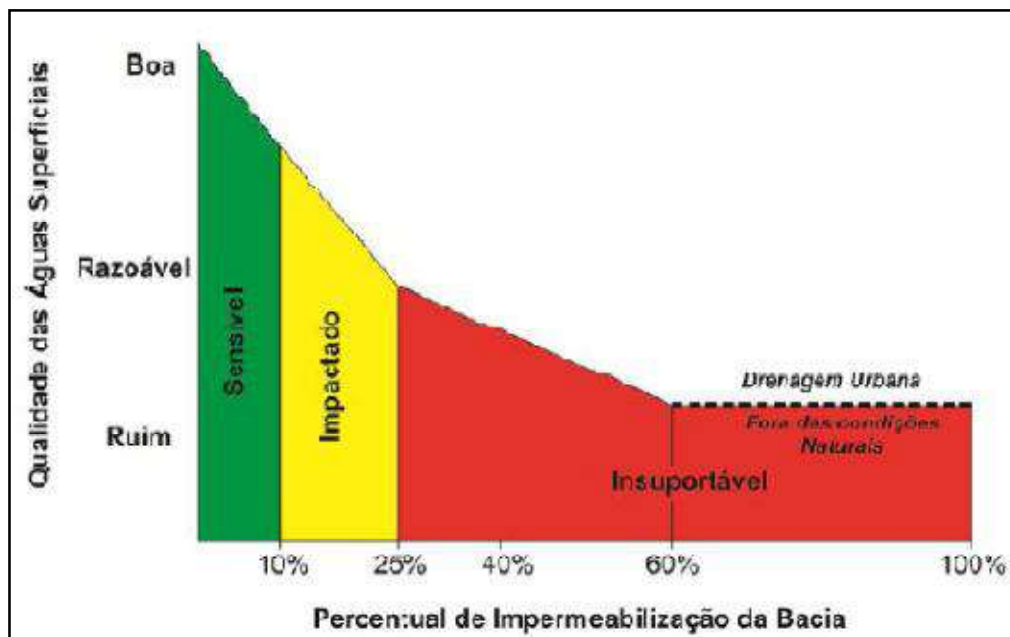


FIGURA 45: RELAÇÃO ENTRE QUALIDADE E IMPERMEABILIZAÇÃO. FONTE: CWP (2003) APUD ANA (2014)

A nível Estadual, a Resolução SMA 31/2009 estabelece que nos processos de licenciamento de novos parcelamentos de solo e empreendimentos habitacionais, deverá ser exigida a manutenção das características naturais de permeabilidade do solo em, no mínimo, 20% da área total do imóvel, preferencialmente em bloco único, destinado a revegetação, visando assegurar, entre outros aspectos, a infiltração.

Já a nível municipal, o Plano Diretor assegura mais 10% de permeabilidade em todo o território para novas aprovações edilícias, mas, esta taxa pode ser mais restritiva quando em áreas de proteção ambiental como as Áreas de Preservação Ambiental (APA Campinas, APA Campo Grande e afins), envoltórias de Bens Tombados ou conforme apontar os Planos Locais de Gestão das Macrozonas. Ademais, é preciso observar as recomendações do Decreto n.º 18.084, de 27 de agosto de 2013, que estabelece a aplicação de critérios de permeabilidade do solo e revegetação de áreas em sede de Licenciamento Ambiental.

Posta a permeabilidade legal imposta sobre a ocupação do território Campineiro, é importante ressaltar que os processos de infiltração consistem em elementos naturais que promovem o equilíbrio entre

os meios solo e água, garantido produção de água em quantidade e qualidade. A perda de área permeável diminui a capacidade de infiltrar dos solos, isto é, gera impactos ambientais nas dimensões “solo e água” (Figura 46). Sendo que o efeito máximo da perda de área permeável traduz-se pela impermeabilização ou compactação do solo, quando se reduz a sua capacidade de infiltração.

Na prática, as duas principais causas da perda de área permeáveis (redução da infiltração) são a ocupação do território e a remoção da vegetação natural. Processos agravados ainda pela perda dos sistemas radiculares bem desenvolvidos, a compactação do solo, a dispersa de argilas, assim como o selamento ou vitrificação do solo.

Sabe-se que um sistema radicular profundo e bem desenvolvido auxilia no processo de infiltração, movimentação e armazenamento de águas no solo. Por outro lado, a remoção da vegetação natural para implementação de monoculturas, por exemplo, altera essa proteção do solo; fazendo com que o sistema radicular passe a ser uniforme, sempre com a mesma profundidade, o que compromete a qualidade da infiltração.

O processo de remoção da vegetação ou de cultura por meio de queimada ou mesmo a queima de resíduos ou “mato” - ação comum em ambientes urbanos cuja população residente possui uma relação cognitiva dissociativa ao meio ambiente – desencadeia na vitrificação do solo. Em outras palavras, o solo endurece em sua camada mais superficial após ser submetido a temperaturas elevadas. Nestas condições, há perdas significativas na capacidade de infiltração do solo e recuperação das áreas; de modo que os plantios de restauração florestal ou a introdução de novo ciclo produtivo requerem manejo adequado do solo.

De maneira similar, ocorre o processo de selamento; porém, neste caso pode ser de origem química ou física, respectivamente - pela salinização do solo ou pelo impacto da chuva ou aspersão no solo com nenhuma ou pouca proteção vegetal.

Já a compactação do solo é um agravo frequentemente associado as práticas agropecuárias. Nestes casos, a capacidade de infiltração fica comprometida se não forem aplicadas práticas adequadas de manejo do solo, como terraceamento, bacias de retenção, plantio em curvas de nível, entre outras intervenções sem a adequação ao tipo de solo e a inclinação do terreno. Paralelamente, o manejo inadequado dos insumos agrícolas ocasiona desagregação do solo e, conseqüentemente, alteram a porosidade, formando blocos de solos impermeabilizados.

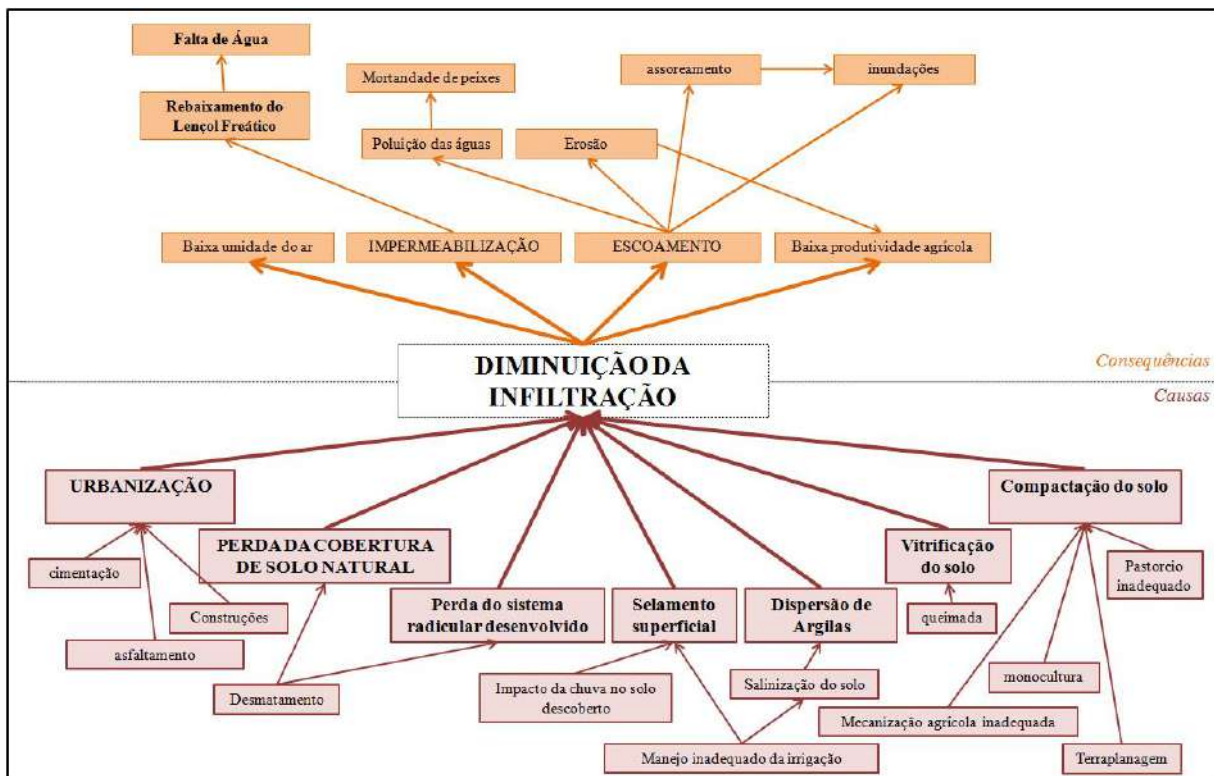


FIGURA 46: CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS DA DIMINUIÇÃO DA INFILTRAÇÃO EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA

Já nas áreas urbanas, a compactação do solo ocorre associada a ocupação do território; isto é, pelo nível máximo de perda de área permeável (impermeabilização). Assim, a impermeabilização por ação antrópica ocorre durante o processo de cimentação, asfaltamento e construções – desde a movimentação de terras, corte de terreno, aterros e bota foras das obras de construção civil e infraestrutura, por sistemas de drenagem até por ocupações públicas ou privadas, residenciais ou não residências, por abertura de vias e obras subterrâneas (Carvalho *et al* 2012). Esta impermeabilização afeta pontualmente a área, mas também a sua circunvizinhança. Isto se dá pela alteração no escoamento superficial e subsuperficial e a capacidade de infiltração; como consequência há problemas socioambientais, além de processos erosivos, inundações e rupturas de encostas, entre outros (Carvalho *et al* 2012).

Na atualidade, 30% do território de Campinas é edificado e, portanto, impermeabilizado por meio de ocupações, segundo mapa de uso e ocupação de Campinas de 2015 (SEPLAN, 2015). A Figura 47 mostra o grau de ocupação urbana nas Microbacias (MB) de Campinas. Das 30 MB do município, cinco apresentam a maior taxa de ocupação - possuem mais de 50% do território ocupado por edificações que impermeabilizam o solo. A maioria, no entanto, possui entre 10 - 50% do território impermeabilizado (16 das MB). Há de se destacar, no entanto, que neste levantamento, foram observadas apenas as ocupações urbanas, sendo a

impermeabilização por edificações no rural desconsiderada, isto reflete nas MB 4, 22, 23, 25, 26, 29 e 30, que são predominantemente rurais.

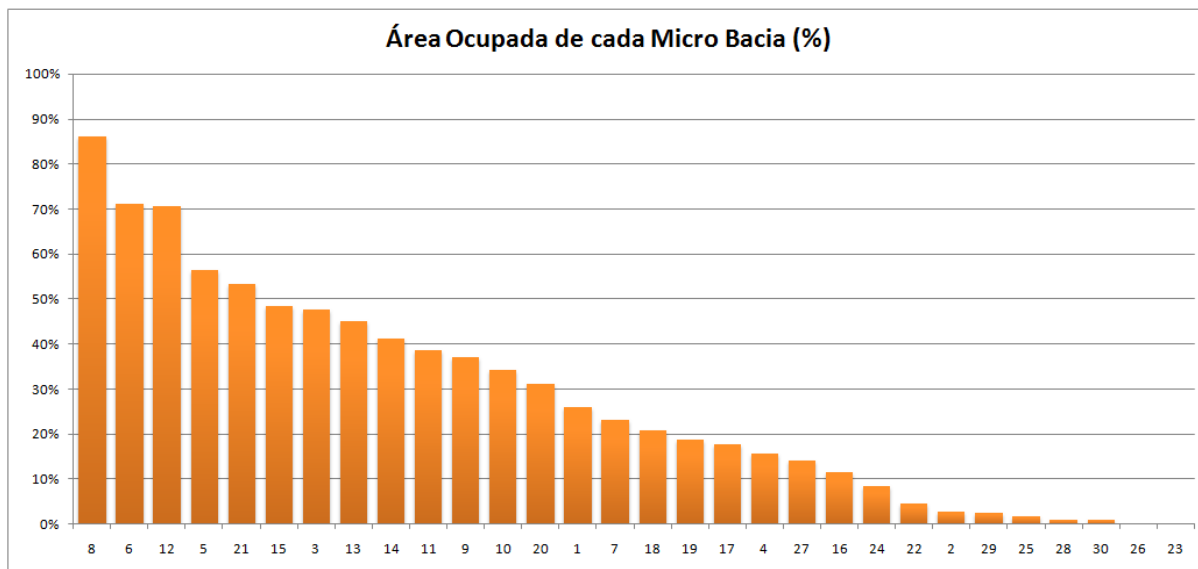


FIGURA 47: PERCENTUAL DE ÁREA IMPERMEABILIZADA POR OCUPAÇÕES EM CADA MICRO BACIA DE CAMPINAS

De maneira que as cinco Microbacias mais ocupadas são: a MB Trecho Cabeceira do Córrego Piçarrão (MB 8), na Bacia do Rio Capivari, com 86% da área ocupada, seguida das MB 6 (Trecho Central do Rio Capivari) e 12 (Córrego Proença), ambas com 71% do território ocupado. Com 57% da área ocupada, ainda na Bacia do Rio Capivari está a MB do Córrego 7 Quedas (MB 5) e, finalmente, com 53% a MB do Córrego Samambaia (MB 21), na Bacia do Rio Atibaia (Figura 48).



FIGURA 48: AS CINCO MICRO BACIAS MAIS IMPERMEABILIZADAS DE CAMPINAS

Estas MB abrigam um complexo sistema viário que facilita tanto o uso quanto a ocupação do solo. A exemplo, as MB 08 e MB 05 são cortadas pela Rodovia Anhanguera, enquanto a MB 6 pelas Rodovias Bandeirantes e Santos Dumont. Ademais, as MB 12, MB 21 e MB 05 são interligadas pela Rodovia Magalhães Teixeira. Isto desconsiderando as principais avenidas e vias que interligam regiões estratégicas do município e que estão inseridas nestas Microbacias.

Não é coincidência que as cinco MB mais impermeabilizadas sejam circunvizinhas. Por exemplo, a Rodovia Anhanguera foi a primeira força motriz que acelerou a ocupação da região. E é essa complexa malha viária que facilitou o desenvolvimento e continua a estimular a ocupação nestas áreas. Contudo, ao cortar as MB 08 e MB 05, a Rodovia Anhanguera segregou o município e determinou uma ocupação diferenciada no sentido das MB 12 e MB21 daquela característica da MB 06.

Este comportamento pode ser observado também através do IPVS da região; por exemplo, nas MB 05 e MB 06 em que se destacam trechos com maior grau de vulnerabilidade (Muito Alta), há um histórico de ocupação irregular e periferização que está em processo de transformação, demandando, portanto, mais pressão sobre o território. Paralelamente, a MB 21 possui um agravante a mais, pois trata-se de uma das três MB estratégicas para o abastecimento, uma vez que drena para o Rio Atibaia antes da captação de Campinas, onde ocorre a retirada de 95% do abastecimento municipal.

Ao observar estas cinco MB, nota-se o cenário preocupante do crescimento da cidade para os Recursos Hídricos, o qual sofre estímulos externos e internos a urbe pelos eixos viários. Para a permeabilidade do solo e, conseqüentemente para a produção de água em quantidade e qualidade, estas cinco MB estão saturadas, demandando por ações de transformação urbanística e ambiental, as quais garantam o crescimento e desenvolvimento equilibrado.

Outra forma de abordar o processo de ocupação do território é através do seu cruzamento com a Fragilidade Hídrica. Isto porque a importância do tema permeabilidade para os recursos hídricos diz respeito a mecânica dos solos. Ou seja, a capacidade física do solo de absorver mudanças sem perder a habilidade de infiltração, de movimentação e armazenamento de água nos poros. Para tanto, foi sobreposta a ocupação no mapa síntese do Eixo Natural, onde a Fragilidade do território é qualificada entre Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muito Alta (Figura 49).

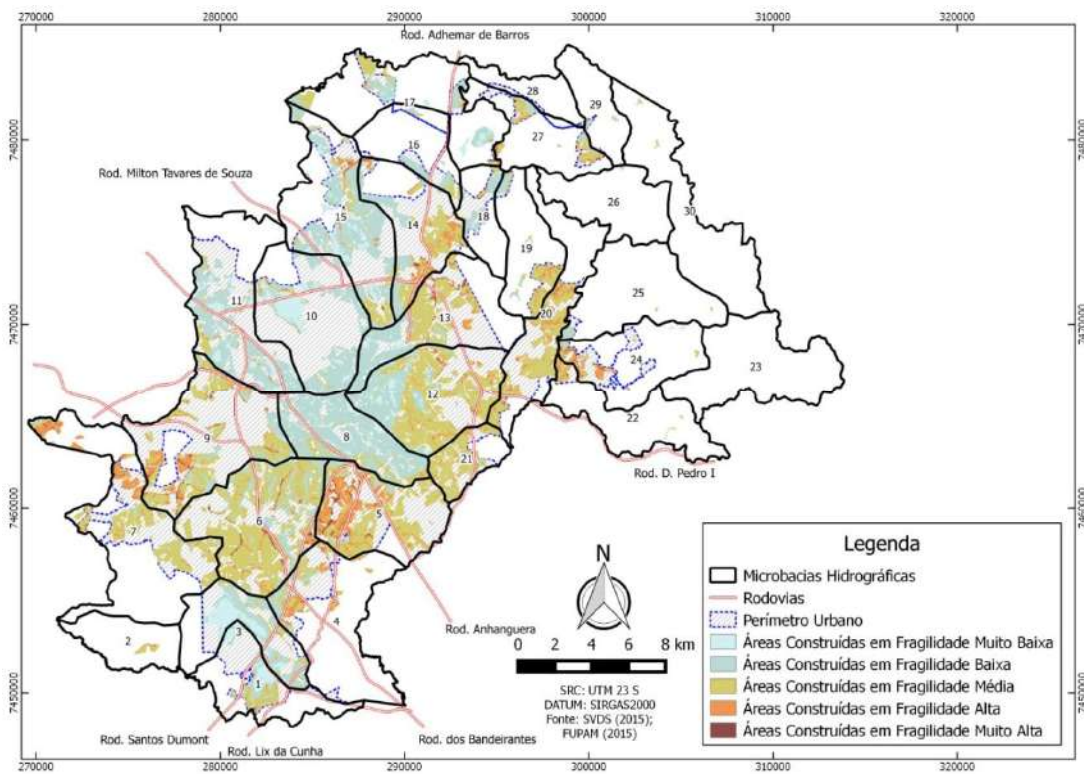


FIGURA 49: ÁREA OCUPADA POR GRAU DE FRAGILIDADE HÍDRICA EM CAMPINAS

Atualmente, as ocupações em Campinas estão fixadas em sua maioria naquelas áreas de Fragilidade Média (43%) e Baixa (39%). Como pode ser visualizado no gráfico a seguir, embora haja poucas ocupações em áreas de fragilidade alta (9%) e muito alta (1%), a existência de ocupações nessas áreas é um termômetro negativo à gestão municipal, que deve assegurar a proteção ambiental e evitar a exposição da urbe a áreas como estas. (Figura 50). Já a figura 51, descreve a distribuição das fragilidades por Microbacia.

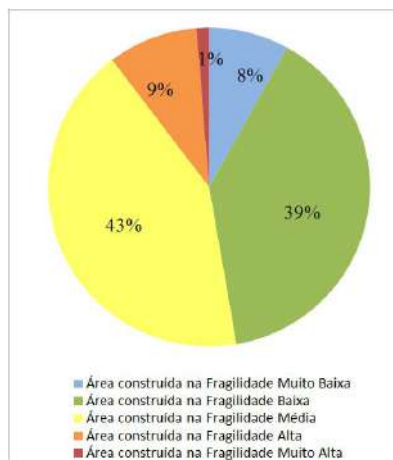


FIGURA 50: PERCENTUAL DE ÁREA CONSTRUÍDA POR FRAGILIDADE HÍDRICA

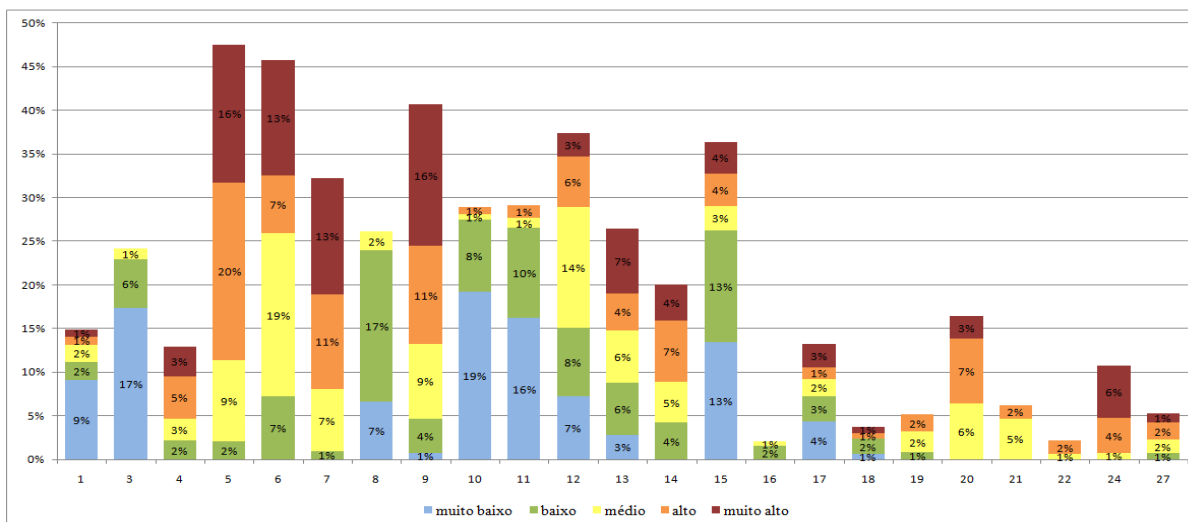


FIGURA 51: PERCENTUAL DE ÁREA CONSTRUÍDA EM 2015 POR FRAGILIDADE HÍDRICA POR MICROBACIA

Assim, a mitigação dos impactos gerados pela impermeabilização deve objetivar a restauração das características originais de infiltração do solo. Contudo, há de se considerar que a restauração de processos naturais deve ser bem estruturada, pois em ambiente de intensa ocupação antrópica é comum que tais ações acarretem em novos impactos, como a subsidência, erosão interna ou a contaminação do solo e das águas subterrâneas, como esclarece Carvalho e colaboradores (2012).

FATOR IMPERMEABILIDADE (IMP)

Como simplificação do método, a impermeabilização do solo (IMP) foi determinada pelas áreas ocupadas, independentemente dos usos associados, de maneira binária, sendo atribuída a nota 2 para estas áreas (Figura 52).

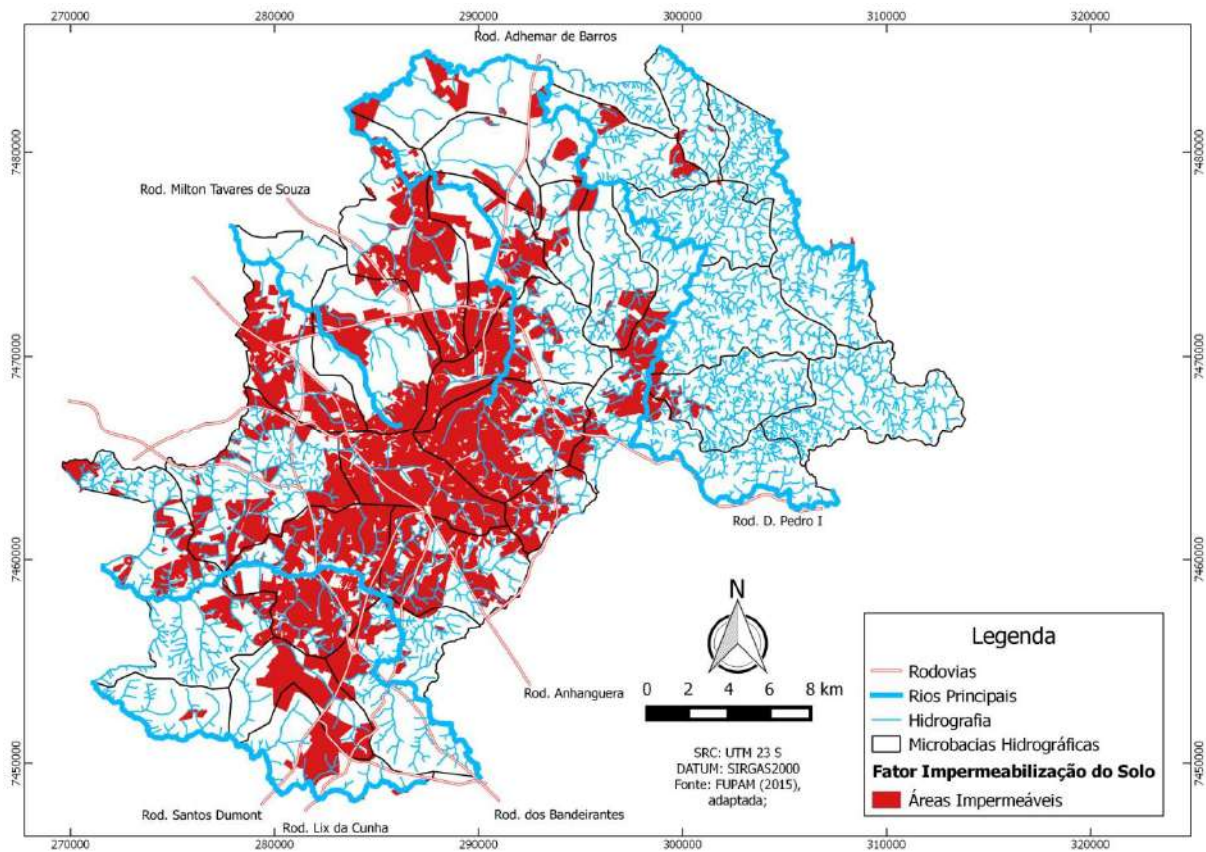


FIGURA 52: FATOR IMPERMEABILIDADE

3.6.2. CRITICIDADE À SAÚDE

O uso e a ocupação do território constituem uma profunda transformação no ambiente natural ocasionada pela ação do homem na transformação dos aspectos físicos e bióticos para adequá-los as necessidades antrópicas. Este processo de construção da cidade pode ser exemplificado pelas aglomerações de populações, que são dinâmicas e crescentes (MOREIRA, 1997).

Ainda que o crescimento fosse estancado, a simples presença e atuação do homem modifica a dinâmica do ambiente natural ao causar alterações nos seus fluxos de matéria e energia, alterando o equilíbrio do ecossistema e testando ao máximo a resiliência do meio natural. Justamente por interpretar que a ação do homem é deletéria ao meio em que vive, a Lei nº 6.938/1981 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, em seu artigo 3º - define **poluição** como sendo qualquer alteração adversa das características do meio ambiente, resultante de atividades que direta ou indiretamente:

- *prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;*
- *criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;*
- *afetem desfavoravelmente a biota;*

- *afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;*
- *lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.*

Quando a poluição ultrapassa os limites aceitáveis pela Lei e passa a afetar a saúde humana, seja pela introdução no meio ambiente de organismos patogênicos, substâncias tóxicas ou outros elementos ela passa a se chamar de contaminação⁹.

As formas e fontes de poluição em um município são de tal maneira distintas que tornam a simples listagem de fontes de poluição e de suas consequências inviáveis. No entanto, é necessário discriminar no neste documento, as principais fontes de poluição presentes em Campinas, a fim de possibilitar um entendimento sobre como a ação humana no território afeta ou não a qualidade dos recursos hídricos. Para tanto, serão analisadas primeiramente as fontes de poluição difusas¹⁰ nas áreas urbana e rural, sendo que para a área urbana, serão utilizadas as informações já contidas no Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), de forma a promover um ponto de convergência entre os dois documentos.

Na sequência serão analisadas as áreas contaminadas de Campinas e as rotas de produtos perigosos – ou seja, áreas identificadas e monitoradas pela municipalidade como potenciais fontes de contaminação de origem química aos recursos hídricos, conseqüentemente, colocando a população em situação de criticidade à saúde.

Poluição em Áreas Urbanas

Entende-se por poluição de origem difusa na área urbana aquela proveniente de atividades que depositam poluentes de forma esparsa na drenagem urbana, sobre a área de contribuição da bacia hidrográfica, gerada pelo escoamento superficial de águas. Da Silva (2009) caracteriza as fontes de poluição, pelas seguintes condições:

- Descargas difusas de água que entram na área de drenagem e em intervalos intermitentes, relacionados em sua maioria à ocorrência de eventos meteorológicos;
- Fontes difusas que são difíceis ou impossíveis de serem monitoradas na origem;
- Poluição que surge sobre áreas extensas e permanece em trânsito antes de atingir as águas superficiais ou infiltrar em aquíferos rasos;
- Ainda segundo o autor, os impactos na qualidade da água são avaliados conforme o tamanho da área da bacia e as cargas poluidoras estão relacionadas a certos eventos climáticos incontrolláveis, tais como: precipitações, condições climatológicas, etc.; e elas podem variar bruscamente de lugar para lugar ou de ano

⁹ Fonte: <http://www.cetesb.sp.gov.br/institucional/glossario/>; acessado em 15/10/2015.

¹⁰ Entende-se por poluição difusa, aquela proveniente de atividades que depositam poluentes de forma esparsa, sobre a área de contribuição da bacia hidrográfica

para ano. Ao visar o controle da poluição, os indicadores mais importantes de fontes difusas são os sólidos suspensos, nutrientes, patogênicos fecais e componentes tóxicos.

Ressalta-se que é difícil calcular ou prever a distribuição temporal das concentrações de poluentes. Na maioria dos estudos de poluição por cargas difusas, o objetivo principal é a avaliação do impacto do lançamento da drenagem urbana sobre o corpo receptor, medido através das concentrações dos poluentes, geralmente, ao final do evento de precipitação. Isto implica que raramente é necessário conhecer a distribuição temporal das concentrações ao longo do evento de precipitação, bastando ter conhecimento da carga total de poluentes lançada no corpo receptor. No caso de ser necessário prever essa distribuição temporal, há que se fazer estudos detalhados com levantamento extensivo de dados durante períodos chuvosos específicos para a bacia em questão (SMDU, 2012 apud PMSB, 2013).

Quanto à origem da poluição difusa nas áreas urbanas, esta é bastante diversificada e pode estar vinculada à abrasão e ao desgaste das ruas pelos veículos, ao lixo acumulado nas vias públicas, os resíduos orgânicos de pássaros e animais domésticos, as atividades de construção, os resíduos de combustível, óleos e graxas deixados por veículos, poluentes em suspensão na atmosfera, etc.. Os principais poluentes assim carregados são: sedimentos, matéria orgânica, bactérias, metais como cobre, zinco e chumbo, hidrocarbonetos provenientes do petróleo, tóxicos, como os pesticidas, e os poluentes em suspensão no ar, que se depositam sobre as superfícies (Porto, 1995).

Baptista *et. al.* (2005) estimaram que 15% a 25% da carga de poluição de origem pluvial é diretamente atribuída ao arraste de poluentes atmosféricos pela chuva. O restante provém do escoamento das águas pluviais sobre as superfícies impermeabilizadas, onde os poluentes se acumulam em tempo seco. Em síntese, a Tabela 20 a seguir apresenta a origem e a natureza dos principais poluentes urbanos.

Segundo Tomaz (2006) *apud* ANA (2014), estima-se em 25% a participação da poluição difusa na degradação dos cursos de água. De acordo com Porto (1995), os efeitos dessa poluição fazem-se sentir sobre toda a infraestrutura urbana relativa aos recursos hídricos: abastecimento de água, transporte e tratamento de esgotos e drenagem pluvial.

A magnitude do impacto causado pelo lançamento na drenagem urbana depende de fatores como o estado do corpo d'água antes do lançamento, a sua capacidade assimilativa, o fluxo de substâncias tóxicas aportadas, o uso do solo na bacia e o tipo e quantidade de poluente arrastado. Os impactos podem ser divididos em seis grandes categorias: alterações estéticas; depósitos de sedimentos; depleção da concentração de oxigênio dissolvido; contaminação por organismos patogênicos; eutrofização; e danos devido à presença de tóxicos (PORTO 1995).

TABELA 20: ORIGEM E A NATUREZA DOS PRINCIPAIS POLUENTES URBANOS.

FONTE: BAPTISTA ET. AL., 2005 APUD PMSB, 2013

ORIGEM	NATUREZA DOS POLUENTES
Circulação de automóveis	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Hidrocarbonetos (óleos, graxas e gasolina). ✓ Metais provenientes do desgaste dos pneus (cádmio, cobre) dos freios (zinco) e de peças metálicas (titânio, cromo, alumínio...). ✓ Óxido de nitrogênio (gases de escapamento).
Indústria	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Metais (chumbo, cádmio, zinco). ✓ Resíduos de petróleo e micro poluentes orgânicos rejeitados sob a forma líquida ou gasosa podendo ser carreados por longas distâncias.
Animais	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Matéria orgânica proveniente de dejetos de animais (domésticos ou selvagens) que podem constituir-se em fonte de contaminação bacteriana ou viral.
Resíduos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Matéria orgânica, plástico, metais diversos, papéis, etc, rejeitados diretamente nas bocas de lobo, provenientes da lixiviação das superfícies urbanas pelas águas pluviais, de depósitos ilegais de resíduos ou de aterros sanitários mal geridos. ✓ Poeiras contendo diferentes poluentes (em particular, o zinco que provém de usinas de incineração emitindo grandes quantidades de poluentes).
Erosão dos solos, dos pavimentos e em canteiro de obras	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Matéria em suspensão (poluição mineral que pode conter agentes aditivos como o asfalto). ✓ Poluentes provenientes da erosão de pavimentos de vias (elementos procedentes do cimento ou do pavimento das calçadas, das pinturas do pavimento, notadamente o chumbo).
Vegetação	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Matérias carbônicas, mais ou menos biodegradáveis (folhas mortas, polens). ✓ Nitratos e fosfatos provenientes de adubos. ✓ Compostos organo-clorados (pesticidas e herbicidas).

A Tabela 21 relaciona os principais poluentes do escoamento superficial urbano às suas fontes e aos seus danos causados (Silva, 2009). Estes poluentes são comuns a qualquer município, especialmente aqueles com intensa urbanização, como é o caso de Campinas.

TABELA 21: PRINCIPAIS POLUENTES, FONTES E IMPACTOS NA DRENAGEM URBANA

POLUENTES	PRINCIPAIS FONTES	IMPACTOS RELACIONADOS
Nutrientes: Nitrogênio e Fósforo	Escoamento urbano, falta de fossa séptica, florestas, lavouras, jardins, gramados, pomares, rebanhos, fertilizantes, perda de solo em construção.	Crescimento de algas, redução da claridade, baixo nível de oxigênio dissolvido, prejuízo visual, impacto na recreação, prejuízo no abastecimento de água.
Sólidos: sedimento (limpo e contaminado)	Construções, outros distúrbios e/ou terras não vegetadas, lixiviamento de estrada, escoamento urbano, mineração, madeiras e erosão de solos.	Aumento da turbidez, redução da claridade, baixo nível de oxigênio dissolvido, depósito de sedimentos, soterramento do habitat aquático incluindo locais de desova; sedimentos e toxicidade bentônica.
Sustâncias depreciadoras de oxigênio	Material orgânico biodegradável tal como: planta, peixe, restos de animais, folhas, estrume, esgoto, sólidos de leite, desperdícios na manufatura de alimentos, produtos químicos.	Sufocação ou estresse de peixes adultos, resultando na mortalidade dos peixes; redução na reprodução dos peixes por sufocação/estresse de ovos sensíveis e larvas; morte de larvas aquáticas; aumento da atividade bacteriana aeróbica resultando em gases tóxicos ou em odores ruins muitas vezes associados a corpos d'água poluídos; liberação de partículas poluentes vinculadas.
Patogênicos: bactéria, vírus e protozoários	Lixo doméstico e de natureza animal, escoamento urbano, falta de fossa séptica, conexões ilegais de esgoto, aterro, geração natural.	Riscos à saúde humana via água "potável", contaminação de áreas de crescimento de crustáceos e de praias, ingestão ou contato acidental.
Metais: Chumbo, Cobre, Cádmio, Zinco, Mercúrio, Cromo, Alumínio e outros	Processos industriais, mineração, emissões de automóveis, fluido de freios, desgaste de freio e pneu, telhas e calhas de metal, corrosão, escoamento urbano, erosão do solo, deposição atmosférica, solos contaminados.	Toxicidade da água e sedimento. Bioacumulação em espécies aquáticas e em outras espécies através de sua ingestão.
Hidrocarbonetos: Óleos e graxas, PAHs, naftalenos, pirenos	Processos industriais, desgaste e emissões de automóveis, fluido de freio, vazamento de óleo, combustão toxicidade da água e sedimento. Bioacumulação em espécies aquáticas e em outras.	Toxicidade da água e sedimento. Bioacumulação em espécies aquáticas e em outras espécies através de sua ingestão, redução de oxigênio dissolvido, impacto na respiração de organismos aquáticos por meio de fechamento das brânquias.
Orgânicos: Pesticidas, PCBs, químicos sintéticos	Pesticidas aplicados (herbicidas, inseticidas, fungicidas, etc.), processos industriais, jardins, viveiros, pomares.	Toxicidade dos sedimentos e do lençol freático, bioacumulação em espécies aquáticas e em outras espécies através de sua ingestão.
Ácidos Inorgânicos e sais (NaCl, HS ₂)	Terras irrigadas, mineração, falta de fossa séptica, poços, lixiviamento de estrada, precipitação ácida.	Toxicidade do sedimento e do lençol freático.

Poluição em Áreas Rurais

Como visto no tópico anterior, as 8 regiões rurais de Campinas (Figura 25) são responsáveis pelo desenvolvimento de atividades agrosilvipastoris, que incluem: ranicultura, piscicultura, gado, granja (ovos/frango), suínos, plantas fitoterápicas, aspargos, café, hortaliças, figo, oleaginosas, legumes, banana, caqui, manga, goiaba, grãos e cana-de-açúcar, além do turismo rural e gastronômico.

As bacias com essas características estão em um estágio intermediário entre as bacias urbanas e as naturais. Isso porque elas não apresentam o potencial de infiltração de uma área natural, aquela com baixo ou nenhum impacto ambiental, porém, também não se caracterizam pela alta taxa de impermeabilização, como a

do centro urbano. Mesmo assim, o escoamento superficial é um dos responsáveis pela degradação das águas no meio rural (PMSB, 2013).

Na área rural, a poluição difusa é devida, em grande parte, à drenagem pluviométrica de solos agrícolas e ao fluxo de retorno da irrigação, sendo associada aos sedimentos (carreados quando há erosão do solo), aos nutrientes (nitrogênio e fósforo) e aos defensivos agrícolas. A drenagem das precipitações em áreas de pecuária é associada, ainda, aos resíduos da criação animal – nutrientes, matéria orgânica e coliformes. A deposição atmosférica de nutrientes – especialmente nitrogênio – provenientes de emanações industriais e queimadas de matas e cana-de-açúcar, bem como o arraste de partículas e gases da atmosfera por águas pluviais, também são considerados poluição difusa (Mansor et al., 2006).

As consequências associadas a esse tipo de atividade estão relacionadas ao assoreamento dos rios e a eutrofização dos corpos hídricos. Mansor *et al.* (2006) avaliando a sazonalidade das cargas difusas de origem rural, em uma sub-bacia do Rio Jaguari (SP), estimou que a 31,8% da carga anual de nitrogênio total que chegava ao rio era transportada nos meses de estiagem (abril-setembro), enquanto 68,2% era nos meses chuvosos (outubro-março). No caso do fósforo total, 22,7% da carga anual fora transportada nos meses de estiagem, enquanto 77,3% fora nos meses chuvosos. Para ambos nutrientes estudados, o maior escoamento superficial durante o período chuvoso foi fundamental para determinar a quantidade de nutrientes entrando nos sistemas aquáticos. Os autores concluíram que "a redução das altas concentrações de nutrientes observadas no Rio Jaguari deve passar, necessariamente, pelo combate às cargas difusas, em especial de fósforo total, de origem rural".

Outro fator importante que também deve ser considerado nas áreas rurais é a presença das Áreas de Preservação Permanente (APP). A degradação dessas APP, especialmente daquelas próximas aos cursos de água, afeta diretamente a vida aquática, seja pelo assoreamento, que diminui a profundidade da calha, aumenta a temperatura, a evaporação e a turbidez, seja pela redução das fontes primárias de carbono, pela diminuição da quantidade de folhas, galhos e frutos que caem na água. Segundo Furtado e König (2008) apud ANA (2014), as fontes primárias de carbono podem responder por até 70% do fluxo de energia anual desses ecossistemas. Nesse sentido, é de fundamental importância a conservação e recuperação das APP, com destaque as nascentes, produtoras de água.

3.6.2.1 CONTAMINAÇÃO QUÍMICA DOS AQUÍFEROS POR ÁREAS CONTAMINADAS

Ainda que as contaminações químicas do solo tenham seu início no período da industrialização, as nações desenvolvidas se voltaram de fato ao problema apenas nas três últimas décadas. No Brasil, esta preocupação se iniciou no Estado de São Paulo, que concentra a maior parte da produção do país (VALENTIN, 2007).

O estudo de contaminação de solos e águas subterrâneas por compostos orgânicos ganhou importância a partir da década de 1980, embora tenha se iniciado nos Estados Unidos ainda na década de

1950. Em 1961, foram relatados no Primeiro Simpósio de Contaminação de Águas, casos de vazamentos de orgânicos ocorridos na década anterior. A expansão da exploração petrolífera e o grande crescimento das indústrias petroquímicas a partir da década de 1940 nos Estados Unidos aumentou o número de vazamentos ou lançamento de resíduos nos solos (SCHMIDT, 2010).

No início da década de 1990 a CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, órgão da Secretaria de Estado de Meio Ambiente, aprimorou suas ações para enfrentamento de maneira mais estruturada dos passivos ambientais que geram contaminação no solo. A partir da contaminação do solo, um dos meios mais impactados é a água subterrânea, que pode ser atingida em diferentes níveis de acordo com a característica do contaminante.

O planejamento urbano em regiões com número significativo de áreas contaminadas necessita levar em consideração as características ambientais, mas também o cenário de área contaminada, visando à implantação de políticas ambientais e de saúde pública.

De acordo com a CETESB (2014), Campinas possui 133 áreas contaminadas (Figura 56), sendo que a predominância é por atividades de postos de combustível (71,43%), seguido da indústria (21,05%), resíduos (4,51%) e comércio (3,01%). Este cenário mostra a relevância da internalização das questões relativas aos impactos dos riscos químicos nas águas subterrâneas, no Plano Municipal de Recursos Hídricos.

A contaminação dos Aquíferos

Aquífero é uma formação geológica do subsolo, constituída por rochas permeáveis, que armazena água em seus poros ou fraturas. O aquífero livre ou freático é um extrato permeável, parcialmente saturado de água, cuja base é uma camada impermeável ou semipermeável, sujeita as vulnerabilidades de contaminações de superfície.

Próximo de solos contaminados estes aquíferos podem estar sujeitos a influência de contaminantes (Figura 53) principalmente aos NAPL (*Non-Aqueous Phase Liquid*, ou em português, para contaminantes de fase líquida não aquosa).

Os NAPL são usualmente divididos em dois grupos, de acordo com sua densidade relativa à da água: LNAPL (light NAPL), de densidade mais baixa que a da água e DNAPL (dense NAPL), de densidade superior à da água. Os LNAPL estão presentes em combustíveis automotivos e de aviação. As contaminações por DNAPL resultam de diversas atividades, como indústrias químicas e metalúrgicas, manufatura de pesticidas, tratamento de madeiras e ainda vazamento de óleo de transformadores.

Os principais compostos orgânicos tóxicos e não miscíveis (NAPL), verificados em contaminações de solo podem ser divididos em: hidrocarbonetos monoaromáticos de petróleo; hidrocarbonetos poliaromáticos (HPA ou PAH – “*polycyclic aromatics hydrocarbon*”); orgânicos halogenados /solventes organoclorados; defensivos agrícolas ou pesticidas.

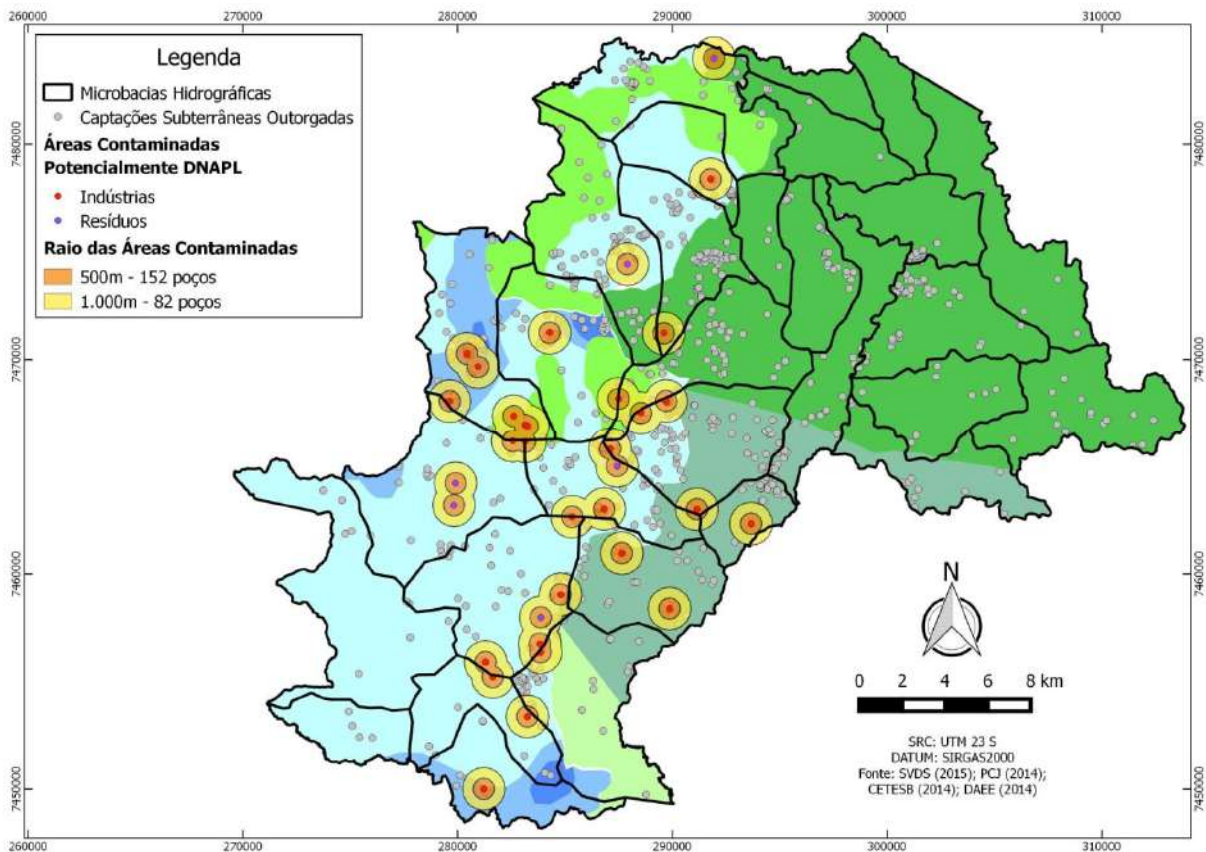


FIGURA 53: ÁREAS CONTAMINADAS NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS, DISPOSTAS CONJUNTAMENTE COM AS CAPTAÇÕES SUBTERRÂNEAS POR AQUÍFERO

Os hidrocarbonetos monoaromáticos - benzeno, tolueno, etilbenzeno e os três xilenos orto, meta e para, chamados compostos BTEX - são os constituintes da gasolina, que dada sua maior solubilidade em água, atingem primeiro o lençol freático. Em um derramamento de gasolina, uma das principais preocupações é a possível contaminação de aquíferos que sejam usados como fonte de abastecimento de água para consumo humano.

Por ser muito pouco solúvel em água, a gasolina derramada - contendo mais de uma centena de componentes - inicialmente se fará presente no subsolo, como líquido de fase não aquosa (NAPL). Em contato com a água subterrânea, a gasolina se dissolverá parcialmente. Estes contaminantes são considerados substâncias perigosas por serem depressantes do sistema nervoso central e por causarem leucemia em exposições crônicas. Dentre os BTEX, o benzeno é considerado o mais tóxico por ser cancerígeno (CORSEUIL, 1992).

A Figura 54 mostra as áreas com contaminação de solo por BTEX, decorrentes de postos de combustíveis, em cruzamento com a presença de nascentes. As delimitações no entorno de cada área

contaminada representam raios de 500 e 1.000 metros, respectivamente e indicam atenção para a utilização de água superficial para consumo humano.

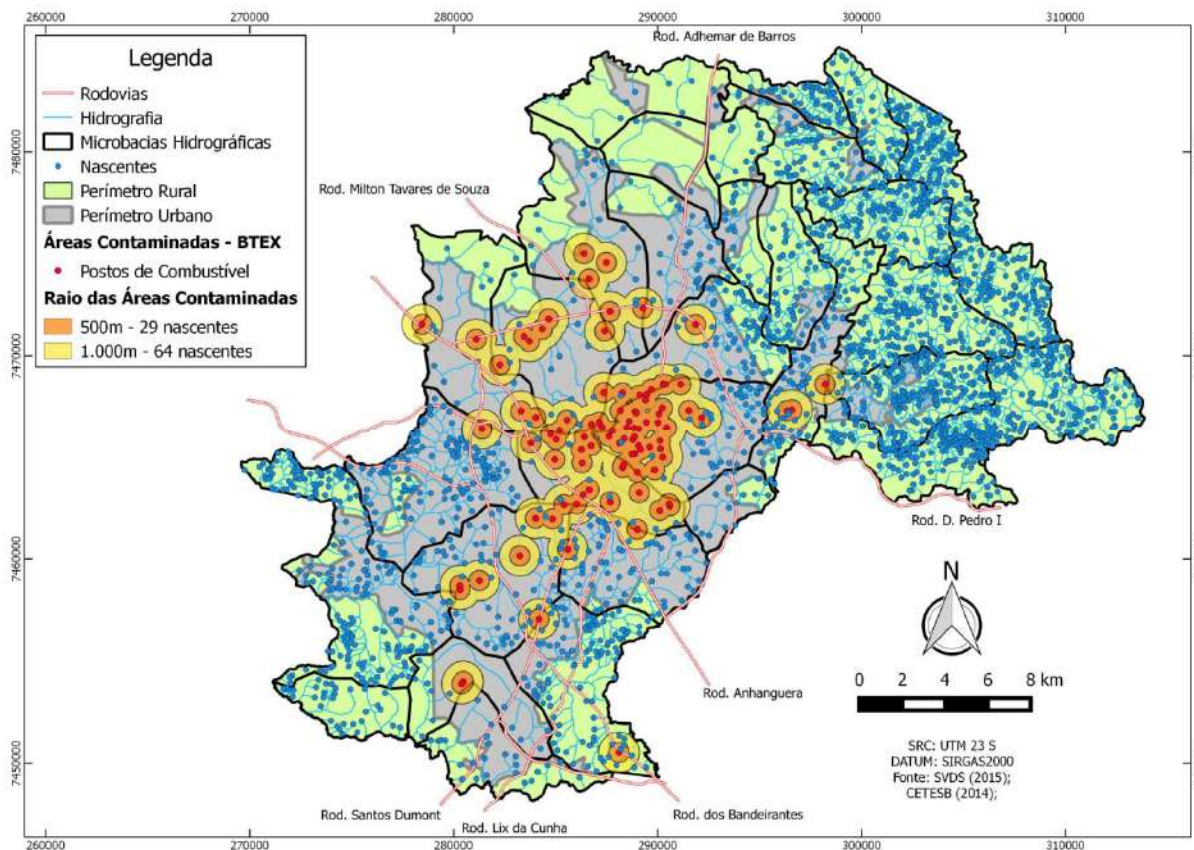


FIGURA 54: ÁREAS CONTAMINADAS POR POSTOS DE COMBUSTÍVEIS - BTEX NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS, DISPOSTAS CONJUNTAMENTE COM NASCENTES

Além disso, a Figura 54 mostra o impacto que as águas superficiais podem sofrer, considerando o efeito de cossolvência dos solventes em contato com a água, o qual amplia a sua capacidade de dispersão e consequentemente, aumenta a extensão das plumas do contaminante; principalmente, a do benzeno enquanto o local não é remediado. Este fator eleva o risco de contaminação destas águas incluindo as nascentes e poços rasos ou freáticos.

Já os compostos de Fase Líquida Densa Não Aquosa - DNAPL são caracterizados por serem mais densos que a água e atingirem lençol mais profundo. Estes compostos tendem a migrar pelo interior da zona saturada por ação da gravidade e, eventualmente, são exauridos por processos de saturação residual. Contudo, caso este processo não consuma o DNAPL completamente, o composto continuará a migrar verticalmente até ser retido em zonas de baixa permeabilidade (SCHMIDT, 2010).

Os compostos DNAPL - por migrarem verticalmente - podem contaminar os poços profundos, os quais quando utilizados para consumo humano, acarretam em riscos à saúde.

A Figura 53 apresentou as captações de água subterrânea outorgada pelo Departamento de Água e Energia Elétrica – DAEE, e a presença de áreas contaminadas por indústrias e resíduos sólidos. Estas captações ocorrem normalmente através de poços profundos que são outorgados para diversos usos e finalidades, sendo que aqueles que possuem captação com utilização para consumo humano devem ser regularizados na Vigilância em Saúde, e tem obrigatoriedades de controle de qualidade da água diário, mensal e semestral, conforme preconizado em normas estaduais e federais.

Quando a captação está localizada próxima a uma área contaminada e utiliza ou pretende utilizar água subterrânea para consumo humano em um raio de 500 metros deste local, além das obrigatoriedades previstas na Portaria MS 2914/2011, deve ser obtido também parecer técnico da CETESB, conforme preconiza a Resolução Conjunta SMA/SERHS/SS/2006 de forma a ser obter informação sobre a extensão da pluma dos contaminantes e se existe processo de remediação, para que o uso seja seguro e não apresente riscos de exposição aos contaminantes destas áreas.

O raio de 1.000 metros do entorno de uma área contaminada, é um limite considerado para investigação de rota potencial de exposição humana conforme preconiza a Metodologia da *Agency for Toxic Substances and Registry – ATSDR*, cuja a finalidade é avaliar os riscos à saúde decorrentes de exposição nestas áreas. O uso de água subterrânea se configura como uma das principais rotas, a qual deve ser avaliada e se necessário, intervir em casos de exposição humana.

Portanto, a inclusão do diagnóstico de riscos químicos e impactos no aquífero subterrâneo em Campinas, indica a necessidade de avanços, principalmente no que tange a ações de monitoramento desta água.

FATOR ÁREAS CONTAMINADAS (COM)

As Áreas Contaminadas, enquanto fator da Fragilidade Socioambiental, foram definidas somente para aquelas áreas onde existem os poços (Figura 53) e as nascentes (Figura 54) nos raios de 500 e 1.000m. De modo que foi atribuída nota 2 para áreas que incidem num raio de 500m e 1,5 para aquelas entre 500 e 1000m (Figura 55).

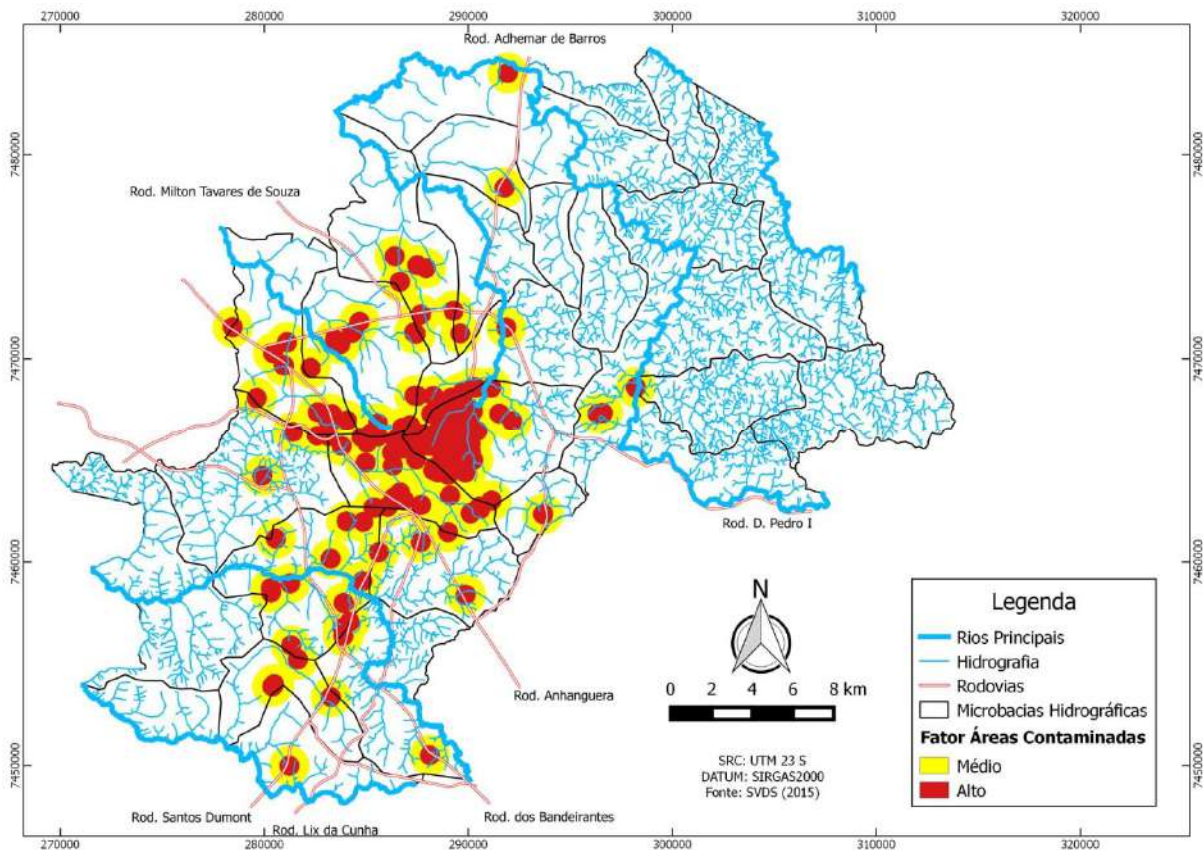


FIGURA 55: FATOR ÁREAS CONTAMINADAS

3.6.2.2 CONTAMINAÇÃO QUÍMICA DOS RECURSOS HÍDRICOS POR ACIDENTE COM PRODUTOS PERIGOSOS

Acidentes químicos no transporte rodoviário de cargas perigosas possuem o potencial de causar simultaneamente múltiplos danos ao meio ambiente e à saúde dos seres humanos expostos, constituindo uma preocupação para a Saúde Pública (FREITAS & AMORIM, 2001).

O estudo dos acidentes com produtos perigosos é uma das áreas de atuação da vigilância em saúde ambiental. Os riscos associados ao seu transporte são grandes e estão diretamente relacionados às propriedades das substâncias envolvidas, à qualidade da malha viária, à presença de áreas densamente povoadas no entorno, à presença de pedestres na via, entre outros; podendo suas consequências serem muito severas (NARDOCCI & LEAL, 2006).

Uma das questões relevantes em acidentes com produtos perigosos é o risco de atingir mananciais causando impactos na água. Para a área de Vigilância em Saúde Ambiental além do impacto no meio aquático, se o manancial atingido possuir captação para abastecimento humano, há o risco de interrupção dessa captação até que a situação seja devidamente reconhecida e controlada.

A magnitude do impacto dependerá do produto químico presente no derramamento, e caso não haja monitoramento e controle da situação, bem como da qualidade da água captada e tratada, podendo causar danos à saúde humana. Segundo o Sistema de Informações sobre Emergências Químicas da CETESB - SIEQ, a mesma atendeu nos últimos 15 anos (2000 a 2014) 138 ocorrências com produtos perigosos, no Município de Campinas conforme Figura 56. Destas ocorrências, 82 tratam-se de acidentes envolvendo atividades de transporte terrestre, como acidentes rodoviário, ferroviário e dutos.

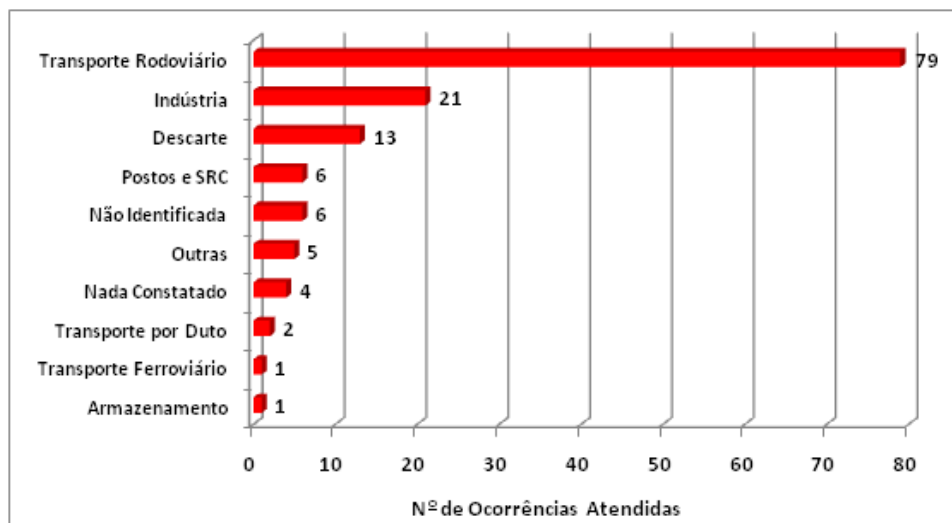


FIGURA 56: OCORRÊNCIAS DE ACIDENTES COM PRODUTOS PERIGOSOS ATENDIDOS PELA CETESB NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS DE 2000 A 2014. * SRC - SISTEMA RETALHISTA DE COMBUSTÍVEIS

A Figura 57 mostra os números de atendimentos de acidentes no transporte terrestre de produtos perigosos - ATTPP, respectivo ao período de 2000 à 2014, no Município de Campinas.

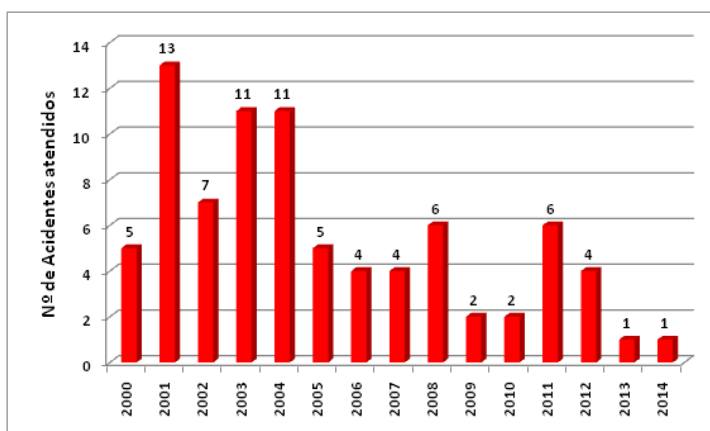


FIGURA 57: ATTPP ATENDIDOS PELA CETESB NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS POR ANO

A Figura 58 mostra os números de acidentes no período de 2000-2014 por rodovias, na qual destaca-se a Rodovia Bandeirantes com 28 ocorrências, o que representa 34% do total somente nesta rodovia.

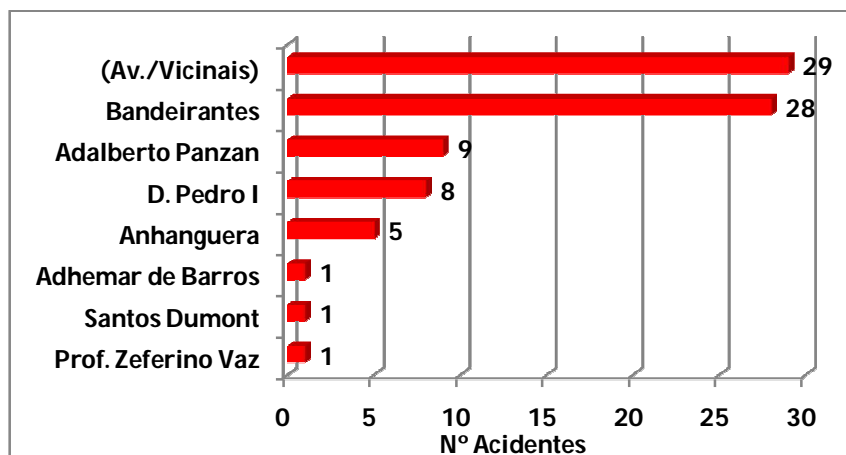


FIGURA 58: RODOVIAS ENVOLVIDAS NOS ATTPP NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS

Dos 82 acidentes no transporte terrestre com produtos perigosos – ATTPP, houve 92 substâncias envolvidas, onde 41,3% delas eram classificadas como inflamáveis, para as quais destacam-se os combustíveis, como: gasolina, álcool e óleo diesel. Assim, das 92 substâncias 38 produtos pertencem a Classe 3, conforme demonstra Figura 59. Já quanto aos impactos ambientais, a Figura 60 apresenta os meios atingidos pelos ATTPP.

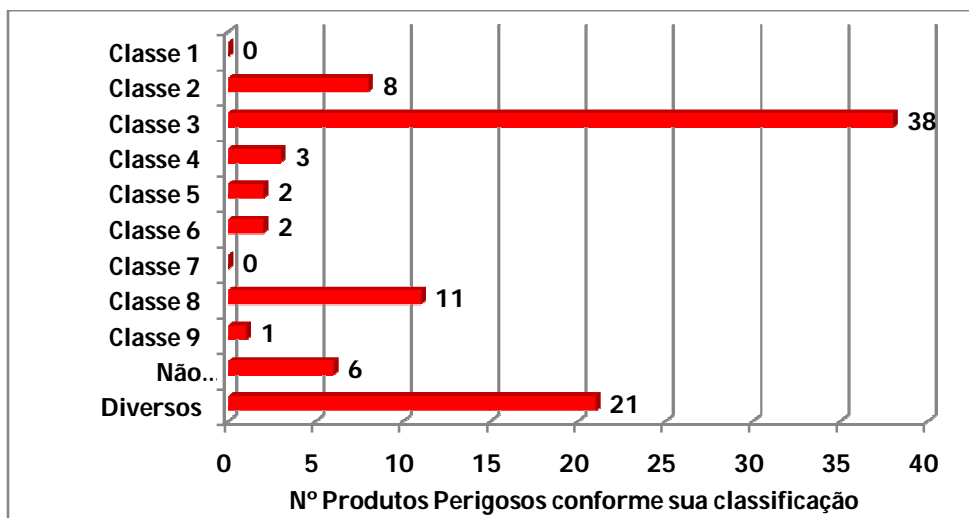


FIGURA 59: CLASSIFICAÇÃO DOS PRODUTOS PERIGOSOS - TRANSPORTE TERRESTRE

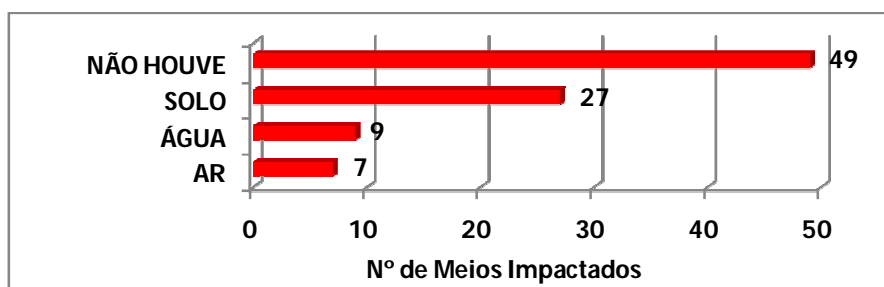


FIGURA 60:IMPACTOS AMBIENTAIS - MEIOS ATINGIDOS NOS ATTPP NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS

A Figura 61 representa as áreas críticas quanto aos riscos de contaminação dos recursos hídricos superficiais, considerando os ATTPP. As áreas de risco (destacadas em amarelo, laranja e vermelho) foram mapeadas, considerando a estatística de acidentes com produtos perigosos nas principais rodovias do Município de Campinas, além das intercepções das mesmas com a malha hídrica do Município. Por fim, adotaram-se ponderações diferenciadas, ou seja, pesos maiores, para os pontos de intercepções rodovia x mananciais de abastecimento público (Rio Jaguari, Atibaia, Capivari e Capivari Mirim). O maior peso foi dado para as intercepções supracitadas situadas a montante das captações de água para abastecimento público do Município de Campinas, localizadas no Rio Atibaia e Capivari.

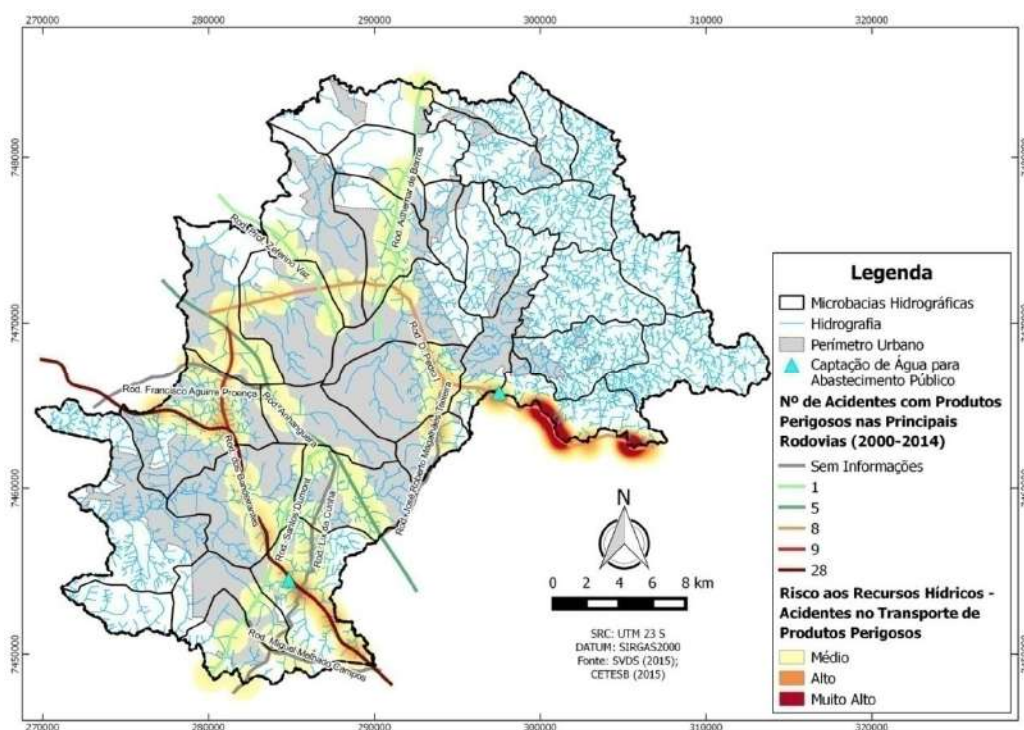


FIGURA 61: MAPA DE RISCO AOS RECURSOS HÍDRICOS DEVIDO À ACIDENTES NO TRANSPORTE DE PRODUTOS PERIGOSOS

De acordo com as ocorrências para Campinas de ATTPP no período de 2000 a 2014, o mapa (Figura 61) mostra que as áreas críticas para impactos aos recursos hídricos, classificadas como Risco Muito Alto, estão localizadas nas regiões das Rodovias D. Pedro (responsável por 8 acidentes) e Bandeirantes (responsável por 28 acidentes), ambas à montante as captações de água para abastecimento público, nas suas confluências com os Rios Atibaia e Capivari respectivamente.

A Rodovia D. Pedro I é a principal rodovia à ser analisada para os Recursos Hídricos, haja vista que traspõem o ponto de captação de água para abastecimento público. A Figura 62 apresenta o perfil de elevação desta, detalhando os trechos críticos, que conforme observado na Figura 61, apresentam as duas principais áreas de risco para os recursos hídricos.

Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT (antigo DNER), a declividade (inclinação) implica diretamente na segurança da estrada e na velocidade máxima permitida para o tráfego, pois tanto incide no diferencial de velocidade entre veículos leves e caminhões nos aclives, quanto na capacidade de controle da velocidade, através de redução de marchas ou frenagem, nos declives.

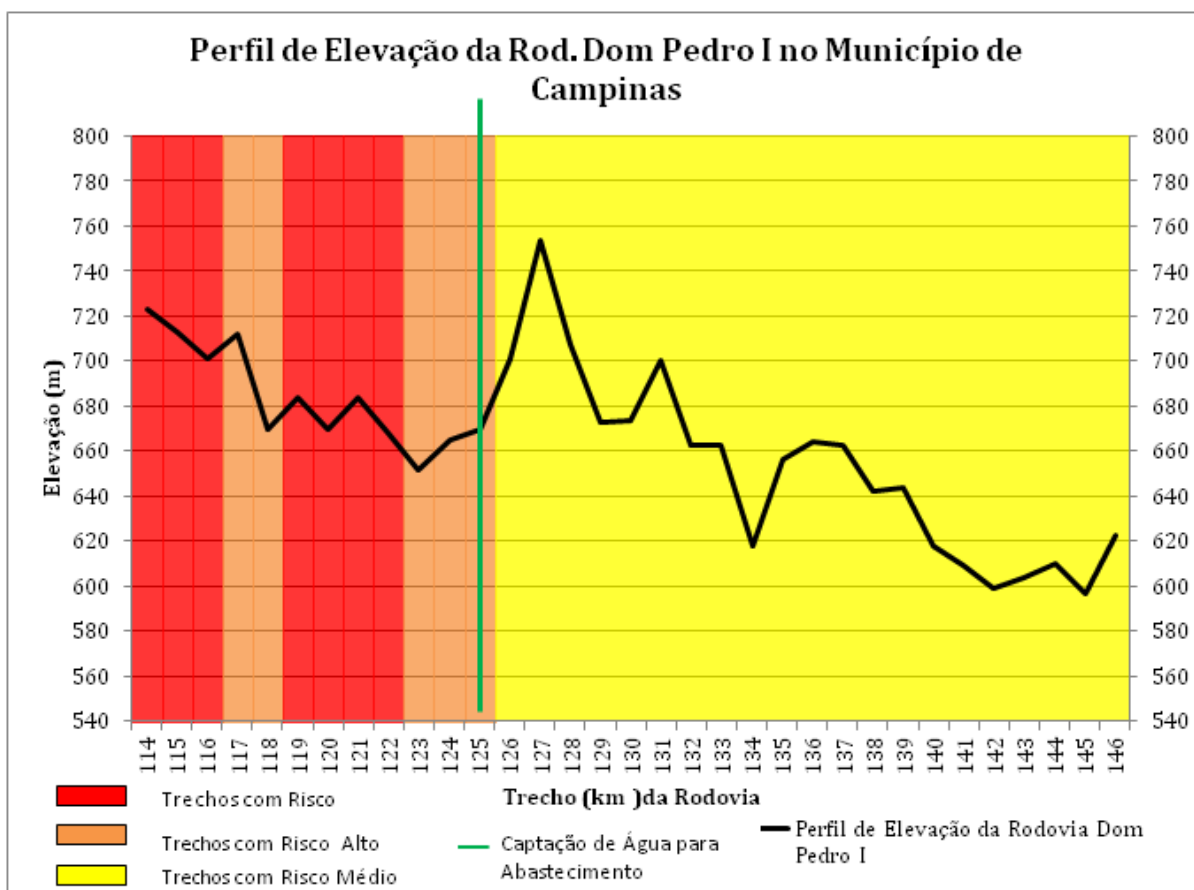


FIGURA 62: PERFIL DE ELEVAÇÃO DA RODOVIA DOM PEDRO NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS

Assim, as declividades máximas recomendadas pelo DNIT para vias expressas - onde o volume de tráfego é o mais alto, como é o caso da Rodovia D. Pedro I - são de 5% (DNER, 1999). Convém ressaltar, que as declividades encontradas no primeiro trecho crítico da Rod. D. Pedro I (km 114 a 116), classificado como risco muito alto, superam esta recomendação. Além dos impactos aos mananciais, os dados apresentados na Figura 60, mostram que o solo é um dos meios fortemente atingidos, o que pode provocar contaminações químicas de água subterrânea, em lençol raso.

FATOR ROTA DE PRODUTOS PERIGOSOS (RPP)

A Rota de Produtos Perigosos foi considerada em função da transposição de grandes rodovias aos principais mananciais, especialmente aqueles que contribuem para o abastecimento de Campinas. Para isso, foram atribuídas notas em um gradiente de 0 a 1, sendo o valor 1, o maior risco para a contaminação e abastecimento (Figura 63).

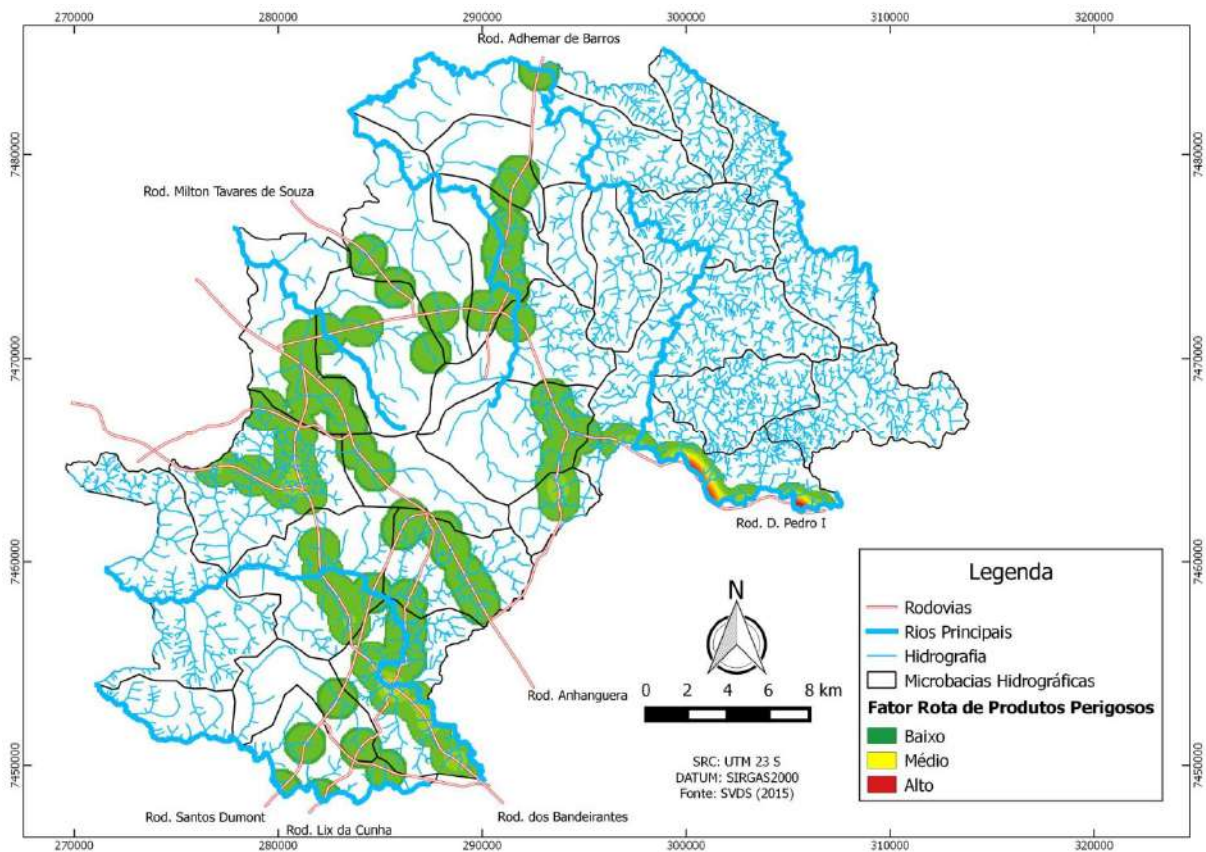


FIGURA 63: FATOR ROTA DE PRODUTOS PERIGOSOS

3.6.3. CRITICIDADE AO SANEAMENTO

Atualmente, a universalização do Saneamento Básico é um desafio, não apenas para Campinas, mas para o Brasil. De maneira que, para avançar nas melhorias sociais e ambientais, é de fundamental importância ampliar o acesso da população aos serviços de saneamento.

No panorama nacional, o Município de Campinas dispõe do recém aprovado Plano Municipal de Saneamento Básico/ PMSB (Decreto Municipal nº 18.1999/2013), contemplando os quatro principais tipos de serviços previstos na Lei Federal nº 11.445/2007 (Política Nacional de Saneamento Básico), isto é:

- Abastecimento de água potável;
- Esgotamento sanitário;
- Limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos e;
- Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

Ao adotar a Bacia Hidrográfica como Unidade de Planejamento, nota-se a forte interação dos Recursos Hídricos com os quatro serviços que compõem o Saneamento Básico seja em seus aspectos qualitativos ou quantitativos. Ademais, devido ao Saneamento Básico ser uma peça importante dentro dos processos de ocupação do território, a ausência da prestação desses serviços torna-se uma potencial ameaça às águas e, conseqüentemente, aos Recursos Hídricos.

Assim, a precariedade do saneamento é tanto causa como consequência da insalubridade dos Recursos Hídricos. Essa relação com as águas é indissociável; deve ser tratada como potencial geradora de risco e, também, como desafio e oportunidade para a melhoria da qualidade, quantidade e, quiçá, a proteção das águas.

Sob essa perspectiva, o PMSB se destaca como um instrumento de planejamento orientado para a universalização do Saneamento e que, hoje, dispõem de 128 ações, distribuídas em 31 objetivos, os quais permeiam desde a gestão e os serviços específicos de cada componente do saneamento até objetivos integradores, como educação ambiental, saneamento rural e gestão da informação; todos com um horizonte de vinte anos.

De acordo com o PMSB (2013), o Município de Campinas tem, para os próximos 20 anos, diversos desafios relacionados ao Saneamento Básico. Considerando o risco associado à ausência/ deficiência para os recursos hídricos, podemos citar os seguintes:

- atingir 100% na cobertura do serviço de distribuição de água potável;
- diminuir as perdas na distribuição de água tratada;
- atingir 100% de coleta, afastamento e tratamento de esgoto doméstico;
- coletar e destinar de forma ambientalmente adequada os resíduos sólidos domiciliares (RSD) e de limpeza urbana (RLU);
- atingir 100% da cobertura no atendimento da coleta seletiva;
- atingir 100% da coleta de Resíduos Sólidos Domiciliares na área rural;
- mitigar os pontos críticos, sujeitos a inundações, enchentes e alagamentos.

3.6.3.1. ABASTECIMENTO DE ÁGUA POTÁVEL

O abastecimento de água potável compreende desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição. Isso significa as atividades e infraestruturas envolvidas desde a captação em um corpo hídrico superficial ou subterrâneo, ao tratamento, a reservação e a adução até os pontos de ligação.

Em Campinas, a SANASA abastece quase a totalidade da população urbana utilizando-se dos recursos provenientes dos Rios Atibaia (95%) e Capivari (5%), como visto no Capítulo 3.1. No entanto, um dos grandes entraves enfrentados nas Bacias dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá - nas quais está inserido o Município - é a redução da oferta hídrica, devido à reversão das águas da Bacia do Rio Piracicaba para o Sistema Cantareira, que abastece a Região Metropolitana de São Paulo – RMSP. Por essa razão, para fins de abastecimento público, torna-se necessário ainda promover a produção e reservação de água, no intuito de garantir uma melhor distribuição de água tratada com qualidade e em quantidade.

Sob a perspectiva da produção das águas, a problemática envolve a proteção de nascentes e áreas ciliares, com priorização de microbacias de ordens menores, bem como a recarga de aquíferos. Tal tema já foi apresentado no eixo natural. Contudo, é fundamental a compatibilização das ações para garantir o serviço de abastecimento, especialmente naqueles mananciais que contribuem para a produção de água antes da captação (Figura 64): Microbacias 4, 20, 21 e 22, onde as intervenções antrópicas são um risco para o serviço de abastecimento. Neste caso, em particular, há a necessidade de ações conjuntas com os municípios à montante, a fim de tornar efetivas as ações de conservação, recuperação e proteção dos mananciais do Município de Campinas.

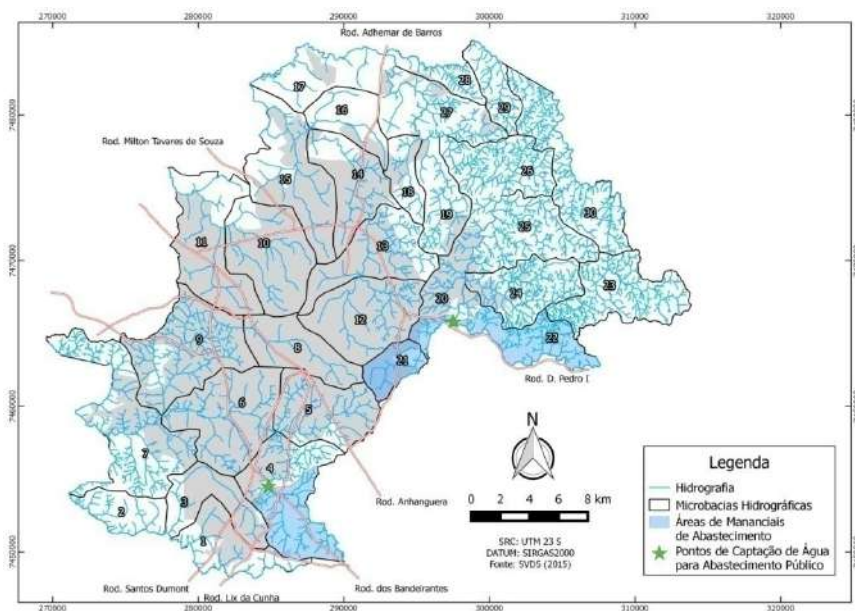


FIGURA 64: PONTOS DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO E RESPECTIVAS ÁREAS DE MANANCIAIS QUE CONTRIBUEM PARA O ABASTECIMENTO DENTRO DA CIDADE DE CAMPINAS

Além disso, outras microbacias como a 08 e a 09 (cabeceira e foz do Piçarrão) devem receber atenção especial; uma vez que após a captação para abastecimento público (Microbacia 04), o Córrego Piçarrão - que nasce no Município de Campinas - contribui para a regularização da vazão do Rio Capivari em paralelo à reversão de águas do Rio Atibaia via lançamentos das Estações de Tratamento de Esgoto.

Já sob a perspectiva da distribuição de água potável, provenientes dos Rios Atibaia (95%) e Capivari (5%), o serviço de abastecimento urbano é atendido sem grandes dificuldades. A oferta do serviço de abastecimento atende bem a urbe, ainda que haja fatores limitantes como o distanciamento e obras de engenharia. Prova disso, são as poucas metas de instalação para o Município: cinco bairros na Bacia Atibaia; três bairros sem abastecimento no Capivari e; nas Bacias do Capivari Mirim e Anhumas, cada qual com um bairro deficiente em abastecimento (Figura 65).

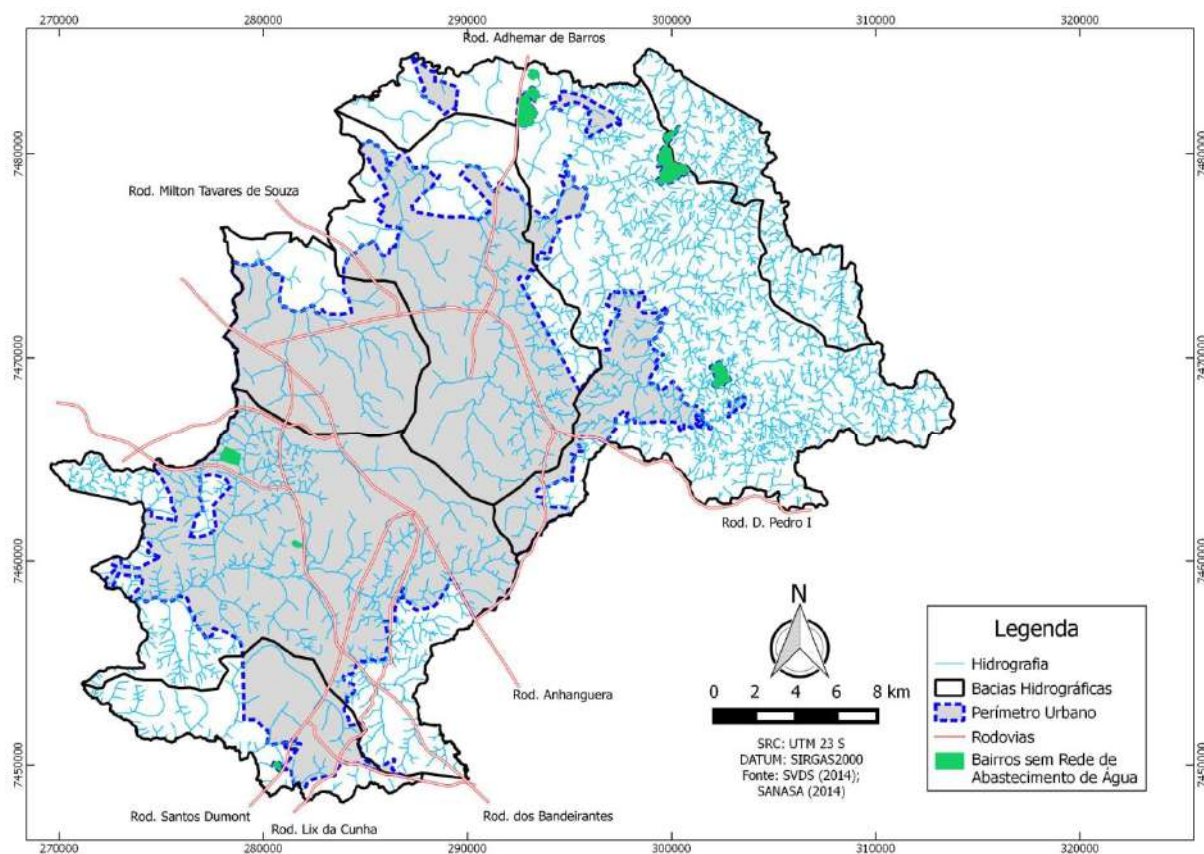


FIGURA 65: BAIROS SEM ABASTECIMENTO POR ÁGUA POTÁVEL

Por outro lado, nas áreas rurais predominam fontes alternativas de abastecimento, como a captação direta de rios, poços e nascentes (59% da fonte de abastecimento no meio rural) ou por dispositivos de armazenamento, como as cisternas (13%). Contudo, as fontes de abastecimento não são distribuídas

uniformemente no Município, ou seja, variam entre as Bacias Hidrográficas (Tabela 22) ou mesmo entre as Regiões Rurais.

TABELA 22: FONTES DE ABASTECIMENTO NAS ÁREAS RURAIS DE CAMPINAS (%/BACIA). FONTE: IBGE, 2012

	Rede	Poço ou nascente	Outros
Atibaia	12%	78%	10%
Anhumas	36%	43%	21%
Capivari	78%	20%	2%
Capivari Mirim	13%	72%	15%
Quilombo	0%	92%	8%
Jaguari	n/a	n/a	n/a

Na Bacia do Rio Capivari, por exemplo, onde predomina a exportação de frutas, bromélias e orquídeas; o abastecimento é majoritariamente oriundo da Rede (78%). Neste caso, a fonte de abastecimento é consonante com a demanda de controle do produto e, conseqüentemente, da qualidade das águas para exportação. Além disso, a região demanda um consumo acumulado de água para produção (pegada hídrica) na ordem de ~8.712m³/t (MEKONNEN & KOESTRA, 2011). Nesta perspectiva, considerando que os fatores ambientais da região favorecem o abastecimento por rede, isto é, terrenos mais aplainados e solos profundos pouco argilosos, a região dispõe de oportunidades de melhoria no serviço. Por outro lado, a distribuição espacial dos núcleos rurais abrangidos em tal Bacia - Campo Grande, Pedra Branca, Reforma Agrária e Descampado - de forma periférica e encravada por sistemas viários de grande porte, associada à expansão do Aeroporto Internacional de Viracopos, além da ocupação extensiva e muitas vezes desordenada do território, representa um desafio ao serviço de infraestrutura igualitário. A região é a mais populosa e mesmo com a complementação de 5% de água do Rio Capivari, o sistema ainda é dependente do Rio Atibaia.

Embora na Bacia do Rio Capivari predomine o abastecimento por rede - segundo dados do IBGE (2012), ao se observar o abastecimento por Região Rural, nota-se que o cenário muda. De modo que a Região do Campo Grande, a qual concentra a maior população e abrange a produção de Bromélias para exportação, sofre extensiva pressão de urbanização e já dispõem de 94% do seu abastecimento por rede. Por outro lado as Regiões do Pedra Branca, Descampado e Reforma Agrária - todos inseridos na Microbacia 4 - estratégica para a produção de água, utiliza-se prioritariamente de abastecimento direto por poços ou captação superficial em rios e nascentes (72%). Esta situação é preocupante, se considerada a pressão de uso naqueles mananciais que, além de acolherem a necessidade de 2.555 municípios residentes em área rural (uso residencial e rural), produzem 5% do abastecimento público municipal (usos residenciais, industriais, comerciais e institucionais). É, portanto, salutar equacionar as questões de abastecimento rural na região, para garantir o uso equitativo e equilibrado, tanto para a população rural e urbana.

Diferentemente da Bacia do Rio Capivari, onde predomina o abastecimento por rede, nas demais Bacias e regiões rurais predomina a captação direta das águas subterrâneas (poços) ou superficiais (nascentes e rios).

É este o cenário das Bacias do Ribeirão Anhumas - Região de Barão Geraldo e do Rio Atibaia – Região Chácara Aveiros. Estes dois núcleos possuem vocação produtiva diferente (PMDR, 2014): no primeiro predomina a produção hortifrutigranjeiro e no segundo predomina a produção de hortaliças e figo. Mesmo que os cenários social, econômico e produtivo sejam diferentes, em termos de consumo de água, os dois núcleos acumulam um valor elevado, o primeiro pelo uso de aspersores e o outro pela produção de figo (com consumo médio de 3.350m³/ t de água). Nestas condições, mesmo que a água utilizada para a produção retroalimente o lençol freático via infiltração no solo, ainda permanece o risco de contaminação dos recursos hídricos por meio de uso de defensivos, a redução na produção de água da cabeceira a foz, o que afeta a distribuição igualitária entre produtores rurais circunvizinhos e, por fim, compromete os cursos d'água tributários que contribuem na vazão do Rio Atibaia e Ribeirão das Anhumas.

Em condições semelhantes está a Região dos Amarais, na Bacia do Ribeirão Quilombo, onde predomina a produção de hortaliças e cana-de-açúcar. Uma particularidade desta região é a fragilidade do solo ao manejo inadequado, que favorece a formação de ravinas e voçorocas. O consumo acumulado de água é baixo, em torno de 479m³/t, porém, a potencialidade de produção de água também é baixa e, neste caso, a dependência de abastecimento via poços e nascentes (92%) compromete a quantidade e qualidade das águas e até mesmo a produção rural. É necessário fortalecer o abastecimento via rede ou estimular a utilização de cisternas, sempre associado ao manejo adequado do solo e estimulando a recuperação florestal, especialmente nas APP.

Já a Bacia do Rio Capivari Mirim compreende as Regiões de Friburgo e Fogueteiro, onde tradicionalmente se produz frutas, grãos, hortaliças, suínos e gado de corte. Embora esta Bacia tenha um perfil social de urbanização e desenvolvimento econômico semelhante ao da Bacia do Rio Capivari e, também, seja comparável ao Núcleo Pedra Branca em termos de tradicionalidade e organização, o meio rural do Capivari Mirim encontra-se ainda mais isolado, periférico e sobre forte influência da expansão do Aeroporto de Viracopos, além disso conta pouco com o abastecimento por rede (7%) e utiliza, principalmente, o abastecimento direto. Esta porção da Bacia é dotada de solos mais novos, com capacidade de absorção e recarga das águas, o que lhe confere potencial produção de água. Nesta perspectiva, é oportuno estimular os meios alternativos de abastecimento mais igualitários, como as cisternas ou mesmo o abastecimento por rede, mas, garantindo a proteção ambiental e produção de água por meio do manejo adequado do solo, tecnologia e infraestrutura.

Finalmente, na Bacia do Rio Atibaia, as Regiões de Carlos Gomes, Sousas e Joaquim Egídio - todos, associados ao meio periurbano e urbano - dispõem do perfil mais específico de todos os núcleos rurais de Campinas. No caso da Região de Carlos Gomes, onde predomina a ricultura, piscicultura, plantas fitoterápicas, aspargos e o turismo rural, a dependência do consumo direto está intimamente associada ao tipo de produção rural; consequentemente, na região é fundamental buscar o aprimoramento tecnológico e de infraestrutura para que a utilização dos recursos hídricos gere o mínimo impacto possível. Já naqueles cultivos e produções que podem explorar fontes alternativas, é necessário o fortalecimento dessas fontes,

especialmente a rede. Em seus aspectos naturais, a região é rica em produção de água, porém, associada a terrenos mais acidentados, o que dificulta o acesso aos serviços. A infraestrutura na região é um desafio, o qual compromete a utilização adequada dos recursos hídricos para o abastecimento e para o turismo rural.

Nas Regiões de Sousas e Joaquim Egídio, onde há produção de orgânicos, gado, café e turismo rural/gastronômico, também predomina a utilização direta das águas, talvez pela mesma dificuldade da região do Carlos Gomes – que dispõe de terrenos acidentados de difícil acesso. Contudo tais regiões abrangem as principais Microbacias do município (20, 21 e 22) sob a ótica do abastecimento público – aquelas que produzem água para contribuir com a vazão do Rio Atibaia, paralelamente à captação de água da rede. Estes dois núcleos são amplos e estão submetidos à forte pressão imobiliária e de turismo em crescimento. Ocorre que aos finais de semana, a população flutuante dessas regiões dobra a população habitual e, conseqüentemente, aumenta o consumo de água. Nesta perspectiva, é fundamental investir e fortalecer o sistema de abastecimento em rede e a utilização de fontes alternativas de abastecimento que primem pelo uso igualitário e respeitem as especificações ambientais das Áreas de Proteção Ambiental em que estão inseridas (APA Campinas). Além disso, a região é prioritária para os programas voltados à proteção e recuperação ambiental de áreas produtoras de água, como áreas de recargas dos aquíferos, cabeceiras, nascentes, Áreas de Preservação Permanente e planícies de inundação.

3.6.3.2. ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O esgotamento sanitário compreende desde a coleta, transporte, tratamento até a disposição final adequada do esgotamento sanitário. O esgoto lançado *in natura*, principalmente em rios, altera a qualidade das águas e, conseqüentemente, influencia o abastecimento das populações à jusante. Não obstante, a poluição que o lançamento de esgoto provoca no corpo receptor depende de outras condições que influenciam a sua capacidade de autodepuração, como a vazão do rio, a declividade, a qualidade do corpo hídrico receptor, a natureza dos dejetos, a carga orgânica do composto, entre outros, os quais sempre estarão impactando, em maior ou menor magnitude, a qualidade das águas.

Um adequado sistema de esgotamento sanitário é o objetivo maior do Plano de Bacias dos Rios PCJ, com gerência no território Campineiro, o que converge também com as metas da SANASA, assumidas nas ações do PMSB; principalmente no que diz respeito à ampliação e modernização do sistema para a universalização do acesso a esse serviço. De modo que o escopo do Plano de Meta de Universalização do Saneamento Básico da SANASA é atender 100% da população urbana com sistema de coleta, afastamento e tratamento de esgoto. Segundo a SANASA, atualmente, 88,26% da população urbana é contemplada com a coleta de esgoto (Figura 66).

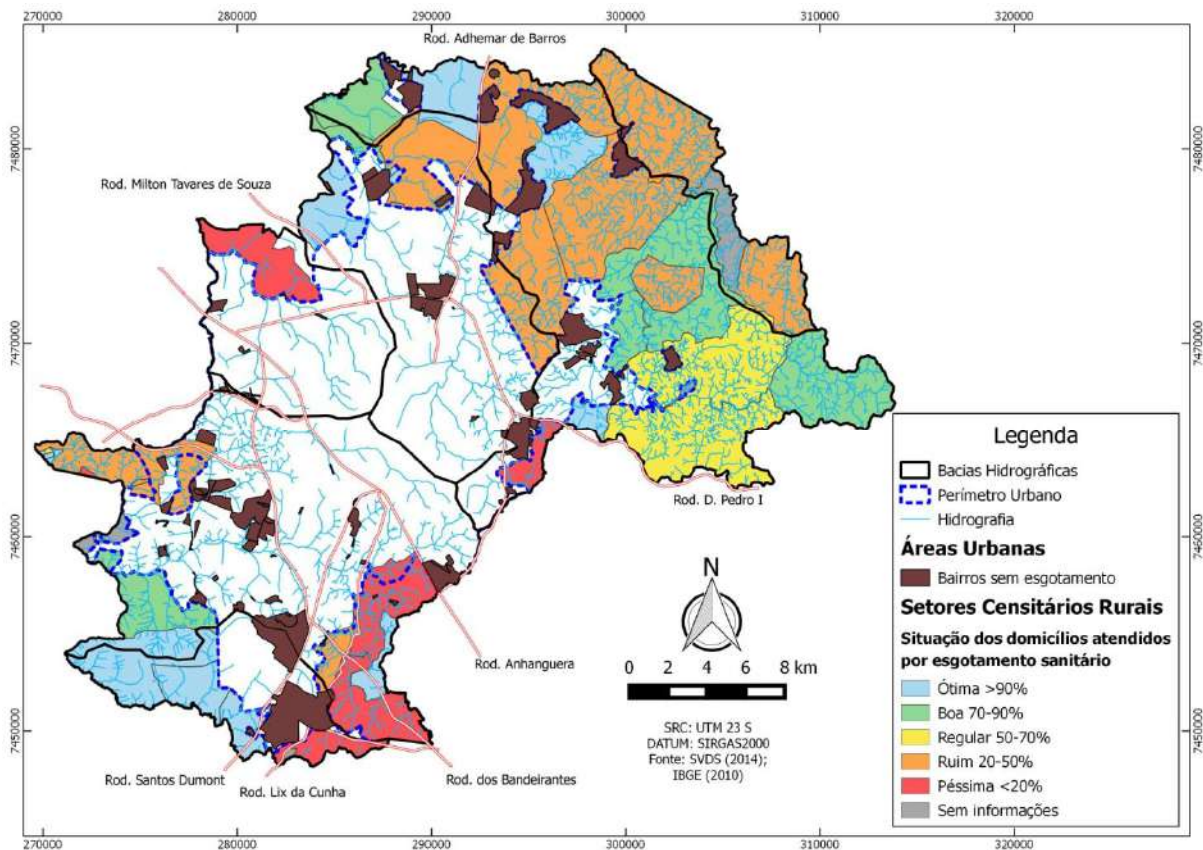


FIGURA 66: SITUAÇÃO DO ESGOTAMENTO SANITÁRIO DE CAMPINAS

Por outro lado, a área rural do município de Campinas - aproximadamente 407 km² ou a metade do seu território - não é atendida pelos serviços de esgotamento sanitário municipal. Nestas áreas, devido à indisponibilidade de dados oficiais, optou-se por classificar a situação do esgotamento por parâmetros qualitativos (Péssima, Ruim, Regular, Boa, Ótima) determinados com base nas informações do IBGE (2010), em número de domicílios por tipo de esgotamento: *in natura*, por fossa negra, por fossa séptica e por rede de esgoto.

Assim, Campinas possui uma população rural de 18.389 habitantes; dos quais, 5.389 moradores possuem esgotamento sanitário via fossa rudimentar, ou seja, mais de 29% da população rural de Campinas utiliza-se de “fossa negra”. Somando-se ainda aquela parcela que lança esgoto diretamente no ambiente (vala, rios e lagos), estima-se que aproximadamente 35% da população rural de Campinas não possui esgotamento sanitário adequado.

Em suma, o esgotamento sanitário de Campinas se dá nas regiões mais centrais e em áreas urbanas consolidadas. É evidente que a distribuição do serviço deve ser norteadada pelo processo de ocupação do território; de modo que as áreas que ainda carecem dos serviços são, predominantemente, ocupações mais recentes ou irregulares.

Por outro lado, seja pelo afastamento da urbanização, das áreas florestadas e dos corredores do agronegócio, seja pelo elevado custo de oportunidade para exploração de áreas mais distantes ou de terrenos escarpados, criou-se uma situação peculiar nas extremidades do Município.

Na Bacia do Rio Jaguari (100% rural), 78% dos 86 domicílios utilizam fossa negra. Lembrando que a Bacia do Jaguari pertence ao eixo estratégico de abastecimento da Bacia do PCJ, sendo prevista, pelo menos uma represa para a região (Plano da Macrometrópole, 2015). Ou seja, esta área é essencial para produção de águas, porém, exposta a uma carga orgânica descartada irregularmente e que interfere na qualidade das águas.

Já a Bacia do Atibaia, principal fonte de abastecimento de água de Campinas (captada ao entrar no Município), detém o maior potencial de produção de água. Entretanto, o mosaico de áreas urbanas, periurbanas e rurais cria um gradiente de focos de contaminação por falta de esgotamento sanitário, especialmente quando o Rio Atibaia se aproxima de Paulínia, no limite final do município. Ao longo de seu percurso, o Rio Atibaia recebe a carga de 21 bairros e/ou núcleos residenciais não atendidos por sistema de esgotamento sanitário, na área urbana (Tabela 23). Já na sua porção rural, o Atibaia dispõe de 1.319 residências permanentes (IBGE 2010) onde, ao contrário do Rio Jaguari, a maioria dispõe de fossa séptica, 51,40% (29,49% fossas negras e 8,57% *in natura*). Esse cenário pode ser reflexo do perfil socioeconômico da região, mas também estar associado à especificidade do perfil rural da Bacia do Rio Atibaia, por exemplo, o turismo gastronômico e a produção de orgânicos.

TABELA 23: ESGOTAMENTO SANITÁRIO PREVISTO NO PMSB PARA A BACIA DO RIO ATIBAIA. FONTE: UNIVERSALIZAÇÃO - PMSB 2013

Bairros / Núcleos Residenciais	Sistemas	Ações	Meta
Pq. Dos Pomares	Anhumas	9 e 22	CP
Chácaras São Raphael	Anhumas	9 e 22	CP
Village CPS/ Chác. Leandro	Barão Geraldo	8 e 21	MP
Jd. Monte Libano	Samambaia	6 e 19	I
Chác. Buriti	Samambaia	6 e 19	I
Vila Toscana/ Vila Ophélia / Novo Gramado	Samambaia	6 e 19	I
Caminhos de San Conrado	Sousas	7 e 20	MP
Pq. Irapuã/ Sousas Park e Sto. Antonio Maracaju	Sousas	7 e 20	MP
Pq. Jatiabaia e Residencial Jaguari	Sousas	7 e 20	MP
Colina das Nações e Portal da Mata	Sousas	7 e 20	MP
Colinas do Ermitage	Sousas	7 e 20	MP
Recanto dos Dourados	Barão Geraldo	8 e 21	MP
Jd. Monte Belo I e II	Próprio	2	MP

I – Imediato/ CP – Curto Prazo/ MP – Médio Prazo

A Bacia do Ribeirão das Anhumas - que abrange os núcleos rurais de Barão Geraldo e Anhumas - representa um cenário intermediário de saneamento, apenas 13% fazem descarte *in natura*, mas predomina na Bacia as Fossas Sépticas (45%), porém, ainda há 21% em situação de risco, com a utilização de fossas negras. Especialmente, porque 31% do abastecimento é proveniente da captação direta. Em áreas urbanas, a

Bacia demanda por serviços de esgotamento sanitário em pelo menos 13 Bairros, segundo as metas acordadas em 2013 para universalização do Saneamento (Tabela 24).

As Bacias do Capivari e Capivari Mirim representam a Região com maior taxa de crescimento, ou seja, para onde o Município tende a crescer. Acumulam-se, nessas áreas, forças que impulsionam o desenvolvimento comercial, econômico e logístico nas três esferas de poder. Por estas áreas perpassam os corredores de escoamento viário, ferroviário e aeronáutico. Esse perfil utilitarista e estratégico dessas Bacias é mais recente, havendo um distanciamento histórico entre a ocupação do território na década de 1950, quando da instalação do Aeroporto de Viracopos e o recente fortalecimento do eixo econômico da Bacia. Talvez, por esta razão, a região abrigue muito vazios urbanos e ocupações irregulares, permeados por comunidades rurais tradicionais e pólos indústrias.

A diversidade de usos dessas Bacias se traduz em um perfil de esgotamento sanitário mais crítico (especialmente nas regiões periféricas do Município), são 53 bairros e/ou núcleos residenciais não atendidos por sistema de esgotamento sanitário em área urbana (Tabela 25) e 2.764 domicílios em área rural, dos quais 92% possuem deficiência no esgotamento sanitário.

TABELA 24: ESGOTAMENTO SANITÁRIO PREVISTO NO PMSB PARA A BACIA DO RIBEIRÃO DAS ANHUMAS.

FONTES: PMSB - 2013

Bairros / Núcleos Residenciais	Sistemas	Ações	Meta
Pq. Das Universidades	Anhumas	9 e 22	CP
Santa Cândida	Anhumas	9 e 22	CP
Santa Cândida II e III	Anhumas	9 e 22	CP
Solar Campinas	Barão Geraldo	8 e 21	MP
Chác. Sta. Margarida/ Belveder/ Bairro Guará	Barão Geraldo	8 e 21	MP
Chác. Santa Luzia	Barão Geraldo	8 e 21	MP
Chác. Boa Sorte	Barão Geraldo	8 e 21	MP
Estância Paraíso	Barão Geraldo	8 e 21	MP
Chác. Alto da Nova Campina	Samambaia	6 e 19	I
Colinas de Santander e Cond. Bel-Air	Samambaia	6 e 19	I
Sítios de Recreio Gramado	Samambaia	6 e 19	I
NR. Vila Brandina	Anhumas	9 e 22	CP
NR. Jd. Nilópolis	Anhumas	9 e 22	CP

I – Imediato/ CP – Curto Prazo/ MP – Médio Prazo

TABELA 25: ESGOTAMENTO SANITÁRIO PREVISTO NO PMSB PARA AS BACIAS DOS RIOS CAPIVARI E CAPIVARI-MIRIM.

FONTE: UNIVERSALIZAÇÃO - PMSB 2013

Bairros / Núcleos Residenciais	Sistemas	Ações	Meta
Chác. São Martin	Piçarrão	15 e 26	MP
Jd. Sulamérica	Capivari I	16 e 27	MP
Cidade Satélite Iris I	Capivari I	16 e 27	MP
Cidade Satélite Iris II	Capivari I	16 e 27	MP
Cidade Satélite Iris III	Capivari I	16 e 27	MP
Cidade Satélite Iris IV	Capivari I	16 e 27	MP
Jd. São Judas Tadeu	Capivari I	16 e 27	MP
Jd. Uruguai	Capivari I	16 e 27	MP
Chácara Morumbi	Capivari I	16 e 27	MP
Chác. São Judas Tadeu	Capivari I	16 e 27	MP
Jd. Lisa II	Capivari II	17 e 28	CP
Chácaras Santos Dumont	Capivari II	17 e 28	CP
Distrito Industrial	Capivari II	17 e 28	CP
Jd. Irajá	Capivari II	17 e 28	CP
Jd. do Lago III	Capivari II	17 e 28	CP
Pq. Centenário	Capivari II	17 e 28	CP
Vila Saltinho	Capivari II	17 e 28	CP
Pq. Aeroporto de Viracopos	Capivari II	17 e 28	CP
Recanto dos Pássaros	Capivari II	17 e 28	CP
VI. Palmeiras/Jd. S. Domingos/Jd. Marisa/Jd. Itaguaçu/Jd. D. Gilberto/ Jd. Campo Belo	Nova América	5 e 18	MP
NR. Novo Anchieta II	Piçarrão	15 e 26	MP
NR. Shalon I	Piçarrão	15 e 26	MP
NR. Shalon II	Piçarrão	15 e 26	MP
NR. São Judas Tadeu I e II	Capivari I	16 e 27	MP
NR. Parque da Amizade	Capivari I	16 e 27	MP
NR. Monte Alto	Capivari I	16 e 27	MP
NR. Princesa D'Oeste	Capivari I	16 e 27	MP
NR. Três Estrelas	Capivari I	16 e 27	MP
NR. Unidos Venceremos	Capivari II	17 e 28	CP
NR. Mauro Marcondes I	Capivari II	17 e 28	CP
NR. São Pedro de Viracopos	Capivari II	17 e 28	CP
NR. São Francisco II	Capivari II	17 e 28	CP
NR. Sto Antonio e Todescan	Capivari II	17 e 28	CP
NR. Jd. Rosalina (DIC VI)	Capivari II	17 e 28	CP
NR. Vila Vitória I	Capivari II	17 e 28	CP
NR. Jd. Maracanã	Capivari II	17 e 28	CP
NR. Ilha do Lago	Capivari II	17 e 28	CP
NR. Jd. Canaã	Capivari II	17 e 28	CP
NR. Jd. Camboriú	Capivari II	17 e 28	CP
NR. Jd. das Bandeiras II	Capivari II	17 e 28	CP
NR. da Paz	Nova América	5 e 18	MP
Distrito Industrial	Capivari II	17 e 28	CP
Jd. S. João/ Jd. S. Jorge/ Jd. PUCCAMP/ Jd. Fernanda II/Jd. Sta. Maria II/ Jd. Columbia	Nova América	5 e 18	MP

I – Imediato/ CP – Curto Prazo/ MP – Médio Prazo

A Bacia do Ribeirão Quilombo se caracteriza por uma situação crítica em relação ao Saneamento, especialmente no que diz respeito às suas áreas rurais, onde o esgotamento é predominantemente por fossa negra (76%) ou *in natura* (24%), não havendo nenhum sistema adequado em área rural. O panorama é

crítico se associada, ainda, a predominância de captação direta de rios, poços e nascentes para o abastecimento e consumo, especialmente por ser uma região produtora de hortaliças. A região carece de solução para o Esgotamento Sanitário, consorciada a formas alternativas de abastecimento. O cenário de precariedade em áreas urbanas não é muito diferente; entretanto, há quatro bairros com demandas por esgotamento sanitário, cujas metas previstas no PMSB (Tabela 26) já foram iniciadas em 2015.

TABELA 26: ESGOTAMENTO SANITÁRIO PREVISTO NO PMSB PARA A BACIA DO RIO QUILOMBO. FONTE: PMSB – 2013

Bairros / Núcleos Residenciais	Sistemas	Ações	Meta
Terminal Intermodal de Cargas - TIC	San Martin	3 e 12	MP
Chác. Anhanguera	Boa Vista	4 e 14	CP
NR. Agreste e Campineiro	Santa Mônica	3 e 25	CP
NR. Chico Amaral I e Universal I	Santa Mônica	3 e 25	CP

I – Imediato/ CP – Curto Prazo/ MP – Médio Prazo

FATOR SERVIÇO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO (SES)

O Serviço de Esgotamento Sanitário foi definido para aquelas áreas com déficit no serviço e que, portanto, estão expostas em diferentes magnitudes às perdas na qualidade dos Recursos Hídricos. Para isso foram atribuídas notas - 0; 0,5; 1,5 e 2 - para as áreas que possuem serviço, com baixa vulnerabilidade, média e alta, respectivamente (Figura 67).

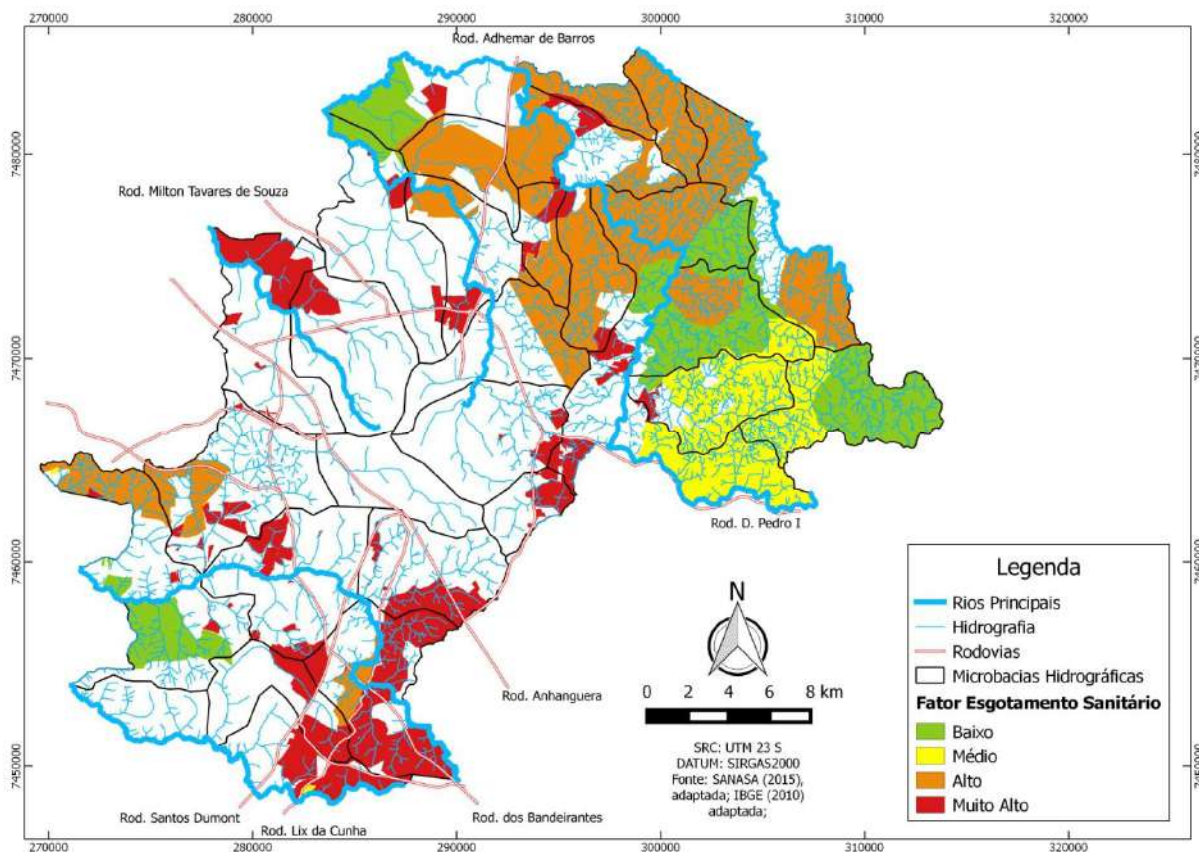


FIGURA 67: FATOR SERVIÇO DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

3.6.3.3. LIMPEZA URBANA MANEJO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A limpeza urbana e o manejo de resíduos sólidos representam o conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final dos resíduos domiciliares e originários da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas.

Conforme informações diagnosticadas no PMSB de Campinas, a coleta convencional de resíduos sólidos domiciliares e comerciais abrange 100% da área urbana do Município; no entanto, atende apenas 50% das áreas rurais (SVDS, 2013).

Segundo dados do IBGE (2012), as áreas rurais das Bacias do Ribeirão das Anhumas e do Rio Capivari recebem o melhor serviço de coleta (Tabela 27), 93% e 95%, respectivamente, o que corresponde aos núcleos rurais de Barão Geraldo, Campo Grande, Pedra Branca, Reforma Agrária e Descampado. Na contramão está a Bacia do Jaguari, que não recebe nenhum tipo de coleta e tem o maior percentual de descarte irregular de resíduos (46%).

TABELA 27: SITUAÇÃO DO MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DAS ÁREAS RURAIS DE CAMPINAS (%). FONTE: IBGE 2012

	Serviço de Coleta	Queima/ Enterra	Descarte irregular
Atibaia	71%	20%	9%
Anhumas	93%	6%	1%
Capivari	95%	4%	1%
Capivari Mirim	73%	26%	1%
Quilombo	0%	84%	16%
Jaguari	22%	36%	42%

Outro serviço de limpeza e manejo dos resíduos é a coleta seletiva de recicláveis. Este serviço não abrange todo o território, concentrando-se nas regiões urbanas e mais centrais do município (Figura 68). A Bacia do Ribeirão Quilombo, por exemplo, se insere minimamente na área de abrangência da prestação desse serviço, enquanto a área rural não é atendida. Sendo que, atualmente, há cinco Cooperativas ou Associações de Catadores e dois Ecopontos em operação no Quilombo.

Já nas Bacias do Ribeirão das Anhumas e Atibaia, a inserção da área rural é parcial, mas a abrangência urbana é quase total, contendo três Cooperativas ou Associações de Catadores, cinco Pontos Verdes e um Ecoponto no Ribeirão das Anhumas, enquanto há um Ecoponto na Bacia do Rio Atibaia.

Já a Bacia do Capivari se insere apenas na abrangência central, o que representa pouco do seu território, especialmente por sua porção rural, não atendida. Contudo, a Bacia do Rio Capivari é a que mais dispõe de Cooperativas ou Associações de Catadores (sete), além de três Pontos Verdes e seis Ecopontos.

Nos extremos estão as Bacias do Rio Jaguari e Capivari Mirim, sem nenhuma cobertura do serviço ou Cooperativas/Associações de Catadores, Ecopontos e Pontos Verdes em operação.

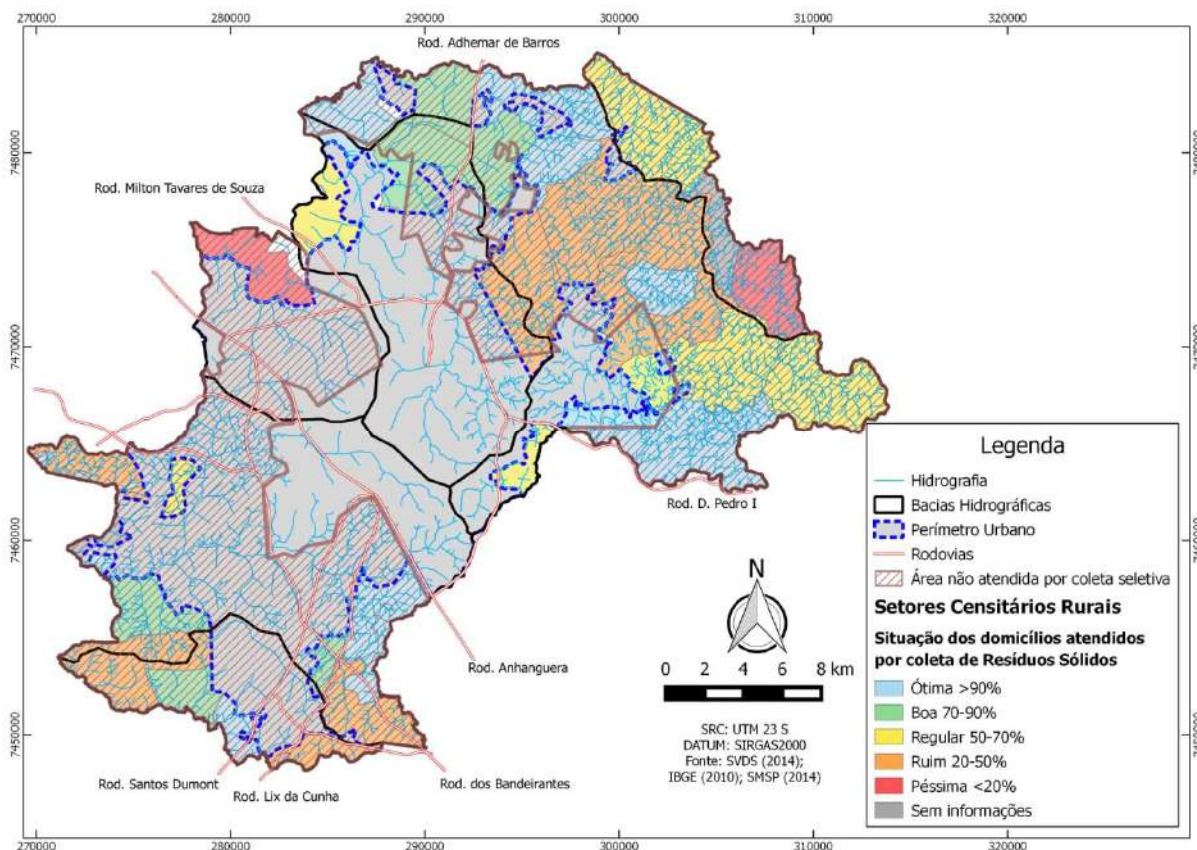


FIGURA 68: SITUAÇÃO DO COLETA SELETIVA DO MUNICÍPIO DE CAMPINAS

A criticidade do manejo de resíduos sólidos para os recursos hídricos está na geração de pontos viciados de descarte irregular de resíduos; além do armazenamento inadequado de resíduos no interior dos domicílios, ou em áreas do entorno, bem como locais de convívio. Geralmente, os pontos de descarte irregular estão associados a terrenos baldios ou áreas de APP degradadas. Tal prática representa um risco à saúde pública e à qualidade das águas, as quais se tornam vulneráveis à poluição difusa, uma vez que em um evento chuvoso, por exemplo, haja o arraste desses resíduos sólidos descartados irregularmente para os corpos hídricos superficiais. Ou mesmo, através da percolação dos lixiviados originários da decomposição da fração orgânica dos resíduos, que quando não gerenciados adequadamente por técnicas de engenharia que envolvam a impermeabilização e respectiva drenagem, podem acarretar numa contaminação das águas subterrâneas.

Campinas apresenta este tipo de passivo ambiental associado em maior magnitude com os aterros Santa Barbara e Pirelli. Já a ocorrência desses pontos viciados de descarte irregular, geralmente, está

associada às áreas de ocupação irregular, mais frequentes nas Bacias dos Rios Capivari, Capivari Mirim, Quilombo e Anhumas (Figura 69). Contudo, como supracitado, o problema abrange toda a extensão territorial do município, como aponta os PMSB (2013) e de Desenvolvimento Rural (2014); principalmente, no que tange às áreas rurais sem cobertura do serviço público de coleta.

Dessa forma, as ações mais urgentes de gerenciamento dos resíduos deverão ser consorciadas aos projetos de remoção e/ou regularização fundiária, educação ambiental, além do estabelecimento de Parques Lineares e Praças.

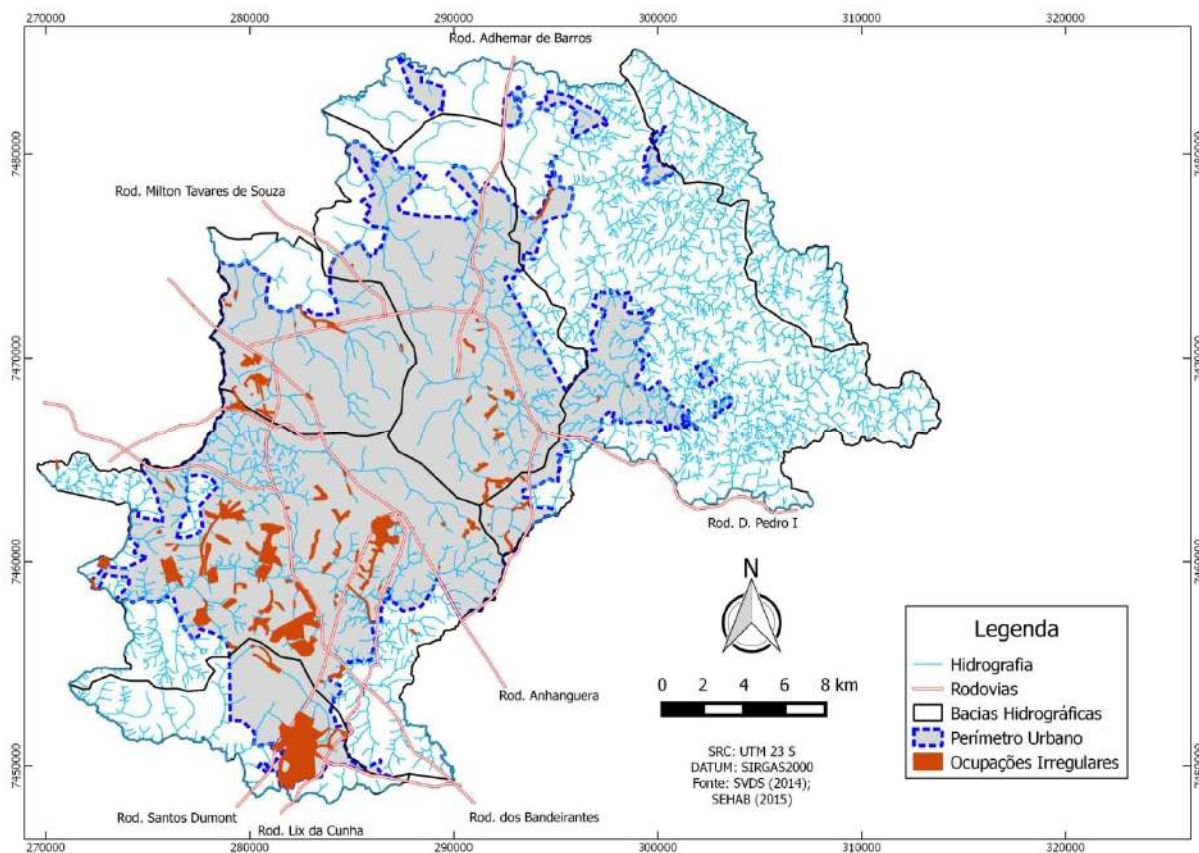


FIGURA 69: OCUPAÇÕES IRREGULARES DE CAMPINAS

FATOR PONTOS DE DESCARTE IRREGULAR DE RESÍDUOS (PDR)

Os pontos viciados em descarte irregular de resíduos sólidos foram mapeados e considerados na Fragilidade Socioambiental para as áreas monitoradas nos raios de 500 e 1000m, sendo atribuída nota 1 para áreas que incidem num raio de 500m e 0,5 para aquelas entre 500 e 1000m (Figura 70).

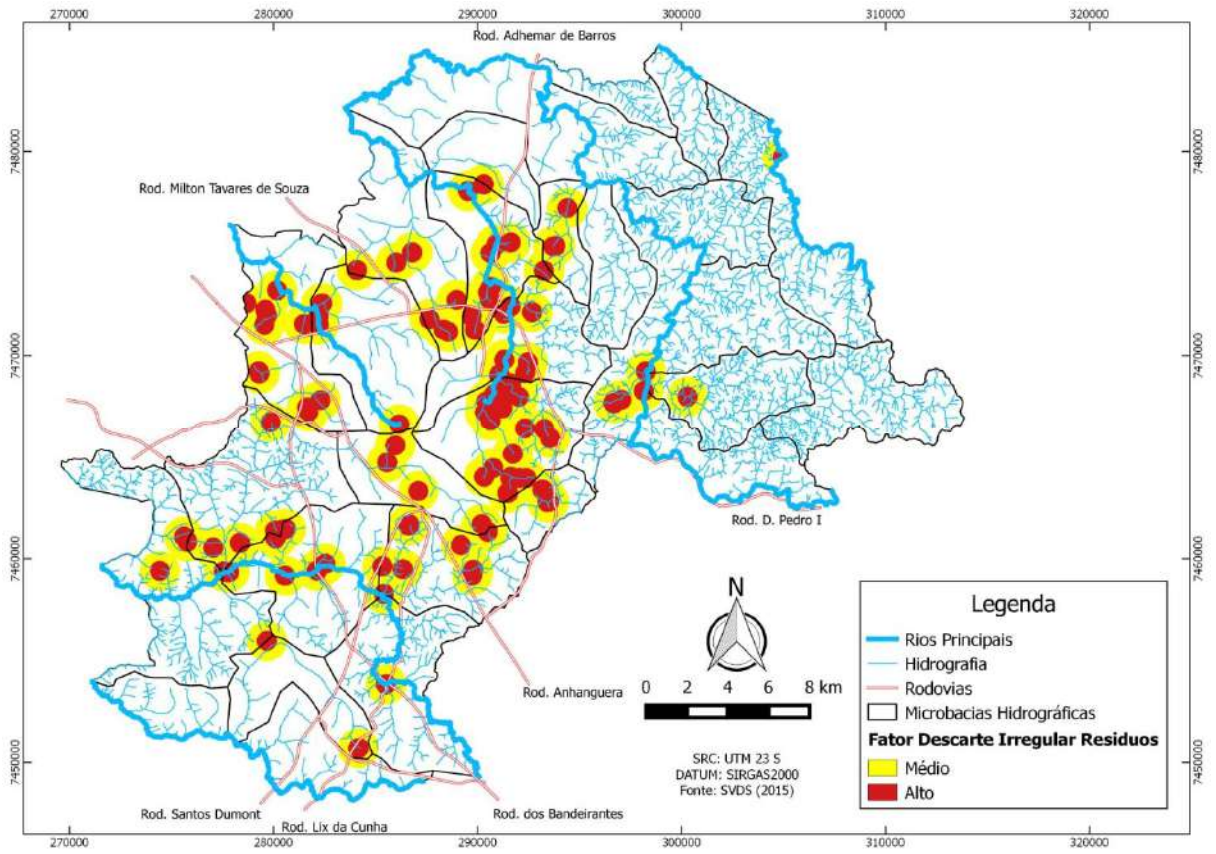


FIGURA 70: FATOR DESCARTE IRREGULAR DE RESÍDUOS

FATOR SERVIÇO DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS (SMRS)

O Serviço de Manejo de Resíduos Sólidos foi definido para aquelas áreas com déficit no serviço e que, portanto, estão expostas às perdas na qualidade dos Recursos Hídricos. Para isso foi atribuída nota 1 para áreas que não dispõem do serviço (Figura 71).

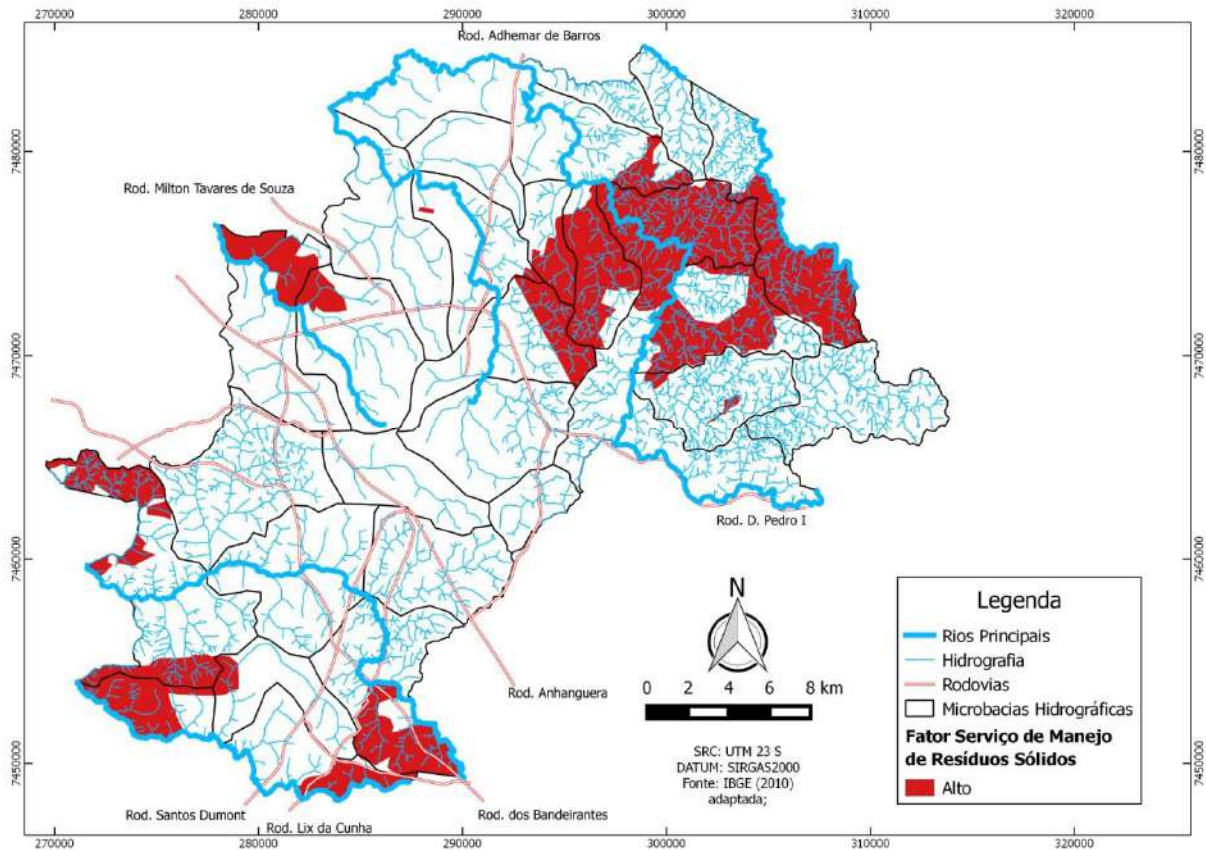


FIGURA 71: FATOR SERVIÇO DE MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

3.6.3.4. DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

A drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas consistem no conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

Conforme já indicado no Plano Municipal de Saneamento Básico (2013), Campinas possui 14 pontos críticos relacionados à microdrenagem, distribuídos da seguinte forma: Anhumas (10), Capivari (3) e Quilombo (1) – dos quais um na Bacia do Ribeirão Anhumas encontra-se sanado parcialmente. Notadamente, tais pontos se concentram nas áreas urbanas mais centralizadas, adensadas e, conseqüentemente, impermeabilizadas, onde a capacidade de suporte da infraestrutura instalada é superada pelos picos de vazão de escoamento superficial, ocasionando alagamentos de sistemas viários, por exemplo.

Na área urbana, o efeito pode ainda ser sinérgico, quando este escoamento superficial se associa aos resíduos descartados irregularmente, contribuindo para a poluição difusa dos recursos hídricos.

Paralelamente, no PMSB (2013) também foram identificados 24 pontos críticos relacionados à macrodrenagem, cuja distribuição se estabelece da seguinte forma: Anhumas (10); Capivari (11) e Quilombo (3) – dos quais sete encontram-se sanados. Tais pontos se caracterizam pela susceptibilidade a enchentes e/ou inundações; geralmente, associadas às ocupações irregulares das planícies de inundação.

Diante do exposto, observa-se o alto grau de influência da constante impermeabilização do solo - frente à expansão urbana do Município – sobre sua rede de drenagem. Aspectos fisiográficos, como - forma, compacidade, declividade, tempo de concentração - já indicam uma maior ou menor tendência à ocorrência de inundações e enchentes; assim, quando a expansão urbana vem dissociada do planejamento do uso e ocupação da terra, a capacidade do sistema de absorver os picos de vazão pode ser insuficiente e superada, promovendo a formação de pontos críticos.

Este cenário é recorrente nas regiões centrais do município - Bacias do Ribeirão Anhumas, Ribeirão Quilombo e Rio Capivari (Figura 72) - com destaque para a Microbacia 13 (Proença), 10 (Córrego da Lagoa) e 06 (Trecho Central do Rio Capivari); para as quais o **Índice de Compacidade (K_C)** – apresentado no eixo natural – já indicava **uma maior tendência à formação de pontos críticos**, dada a sua forma circular e maior probabilidade de que chuvas intensas cobrissem simultaneamente toda sua área e, com a expansão urbana, foram extremamente impermeabilizadas.

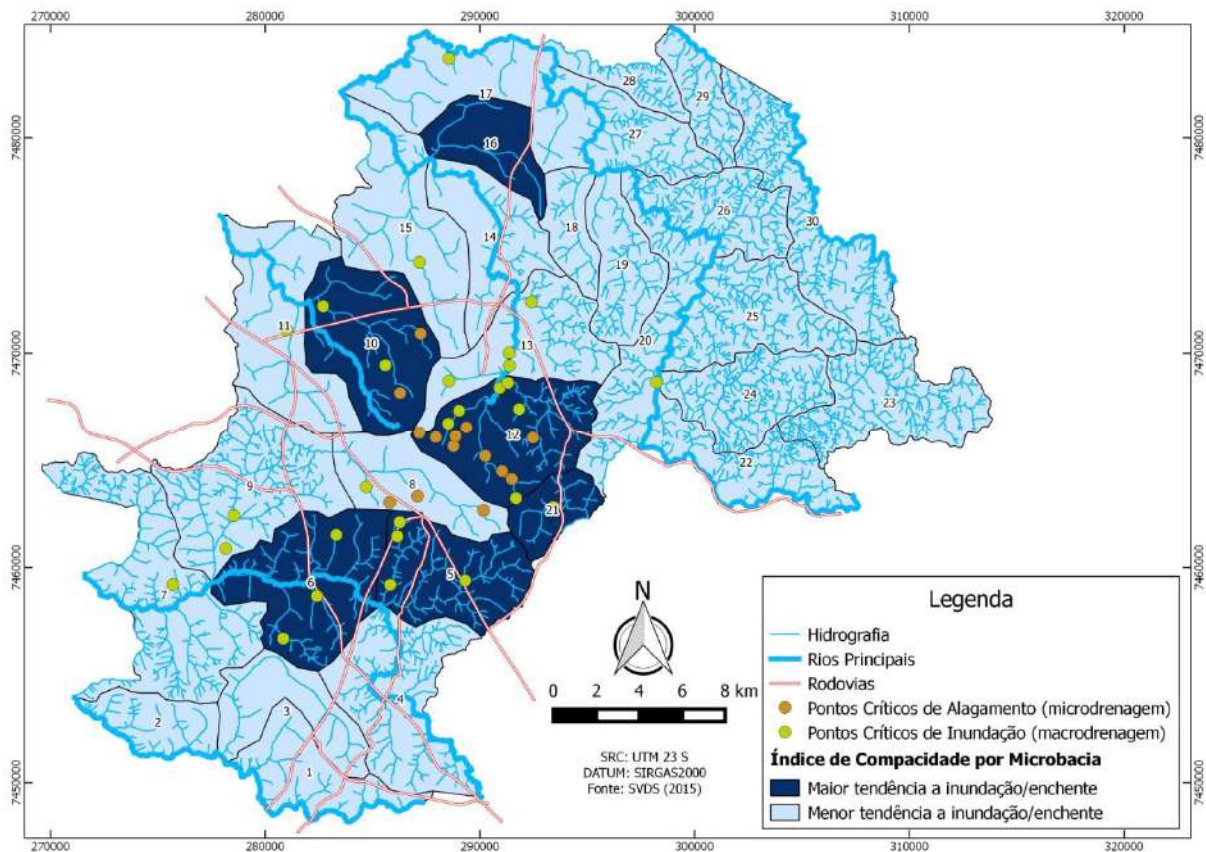


FIGURA 72: PONTOS CRÍTICOS DE MICRO E MACRODRENAGEM EM CAMPINAS

Por outro lado, há ainda aqueles setores de risco (áreas em vermelho, destacadas no mapa da Figura 73); geralmente, associados à macrodrenagem, em decorrência da capacidade natural de absorver a água das chuvas e extravasar o leito maior dos rios em cheias, promovendo enchentes. É o caso do Vale das Garças e Piracambaia, na Bacia do Rio Atibaia.

As áreas de risco são aquelas de maior criticidade de drenagem por serem naturalmente frágeis e cujas obras de infraestrutura para drenagem, mesmo quando possíveis, devem estar submetidas ao comportamento do rio e a carga hidrológica que este pode suportar. Em suma, são áreas críticas com vocação à proteção ambiental.

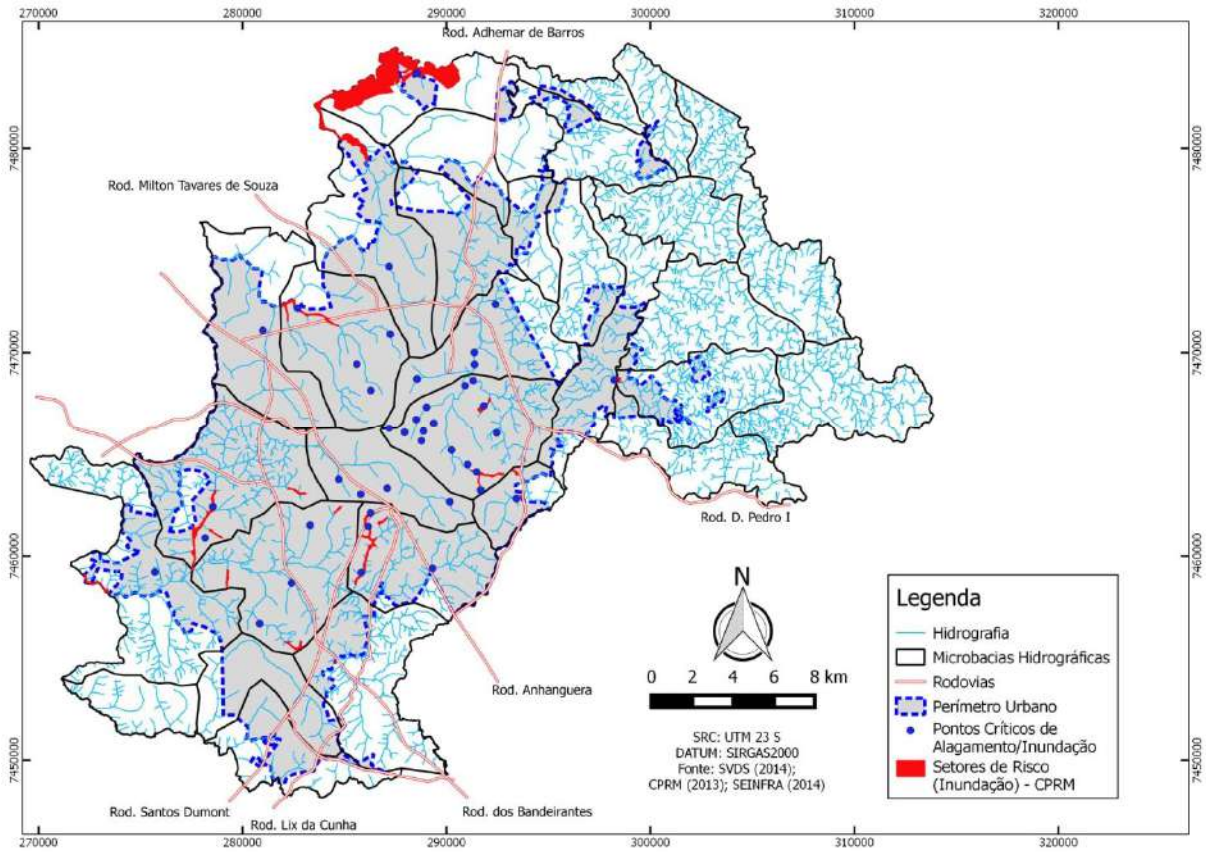


FIGURA 73: SITUAÇÃO DA DRENAGEM PLUVIAL URBANA EM CAMPINAS

FATOR PONTOS CRÍTICOS (PC)

Os pontos críticos de macro e microdrenagem, monitorados pela Defesa Civil e mitigados pela Secretaria de Infraestrutura, foram definidos apenas para as áreas monitoradas nos raios de 500 e 1000m, sendo atribuída nota 1 para áreas que incidem num raio de 500m e 0,5 para aquelas entre 500 e 1000m (Figura 74).

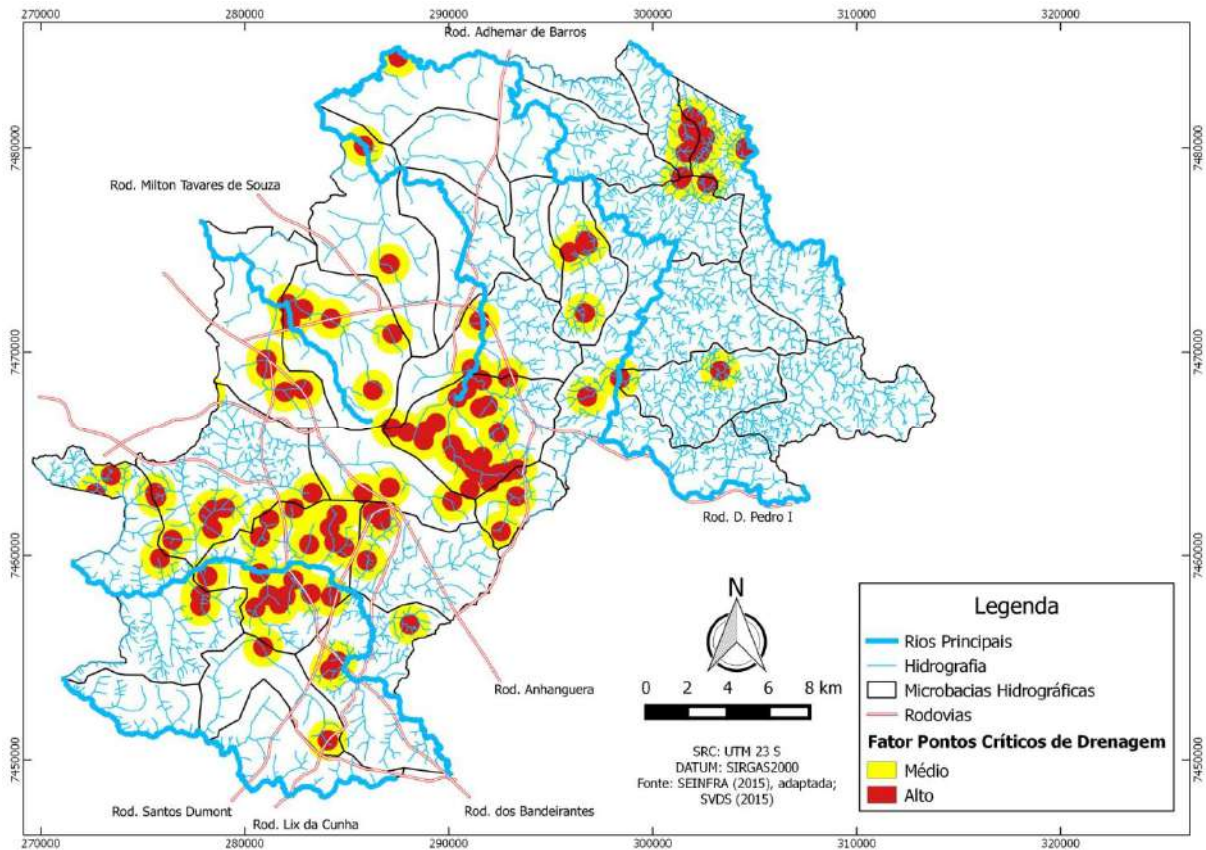


FIGURA 74: FATOR PONTOS CRÍTICOS

3.6.4 AGRAVOS À SAÚDE

Para o PMRH, foram definidos como indicadores de tomada de decisão relacionados aos recursos hídricos, os agravos leptospirose, esquistossomose e febre maculosa. Haja vista que os indicadores de contaminação biológica não afetam a vulnerabilidade dos recursos hídricos diretamente, porém afetam a qualidade de vida e a saúde da população residente.

Em suma, definir o risco à saúde por contaminação biológica nada mais é do que estabelecer um termômetro para os gestores públicos escolherem a melhor ação, programas ou projetos para uma determinada área. Por exemplo, melhorar a qualidade dos recursos hídricos por meio de parquesurbanos como a Lagoa do Taquaral (bacia do rio Anhumas) ou a Lagoa do Mingone (bacia do rio Capivari) é um instrumento eficaz. Contudo, deve ser evitado o estímulo à criação destes parques em áreas de alto risco biológico. Eventualmente, quando houver demanda por áreas verdes de função social em uma microbacia, cuja única alternativa locacional for uma área de risco, a criação desses parques deve ocorrer com cuidado, especialmente junto à ação consorciada de educação ambiental e mitigação do risco epidemiológico local.

LEPTOSPIROSE

A leptospirose é uma zoonose de grande importância social e econômica por apresentar elevada incidência em determinadas áreas, alto custo hospitalar e perdas de dias de trabalho das pessoas acometidas. A média de internações de pacientes chega a 75%, mostrando a gravidade dos casos. Sua letalidade média é de 10%, podendo chegar a 50% nos casos mais graves (BRASIL, 2014a). A ocorrência do agravo está relacionada às precárias condições de infraestrutura sanitária e alta infestação de roedores infectados pela bactéria *Leptospira interrogans*, agente causador da doença. As inundações propiciam a disseminação e a persistência da bactéria no ambiente, facilitando a ocorrência de surtos.

A doença vem se mostrando com nítida sazonalidade, sendo que os elevados índices pluviométricos do verão estão associados a uma maior incidência de casos de leptospirose, devido ao risco potencial de enchentes e inundações que têm colocado moradores de diversas localidades em risco de infecção.

A alta densidade populacional urbana, com grande oferta de alimentos aos roedores, especialmente em locais próximos aos recursos hídricos e carentes de infraestrutura favorecem a infestação por roedores, e, conseqüentemente levam a situações de risco para a ocorrência da leptospirose. As enchentes proporcionam o contato entre a urina de roedores - contaminada com a

bactéria causadora da doença -e as pessoas, proporcionando situações de risco. Assim, aTabela 28 apresenta a série histórica de casos de leptospirose confirmados no Município de Campinas-SP no período de 2007 a 2014.

TABELA 28: CASOS DE LEPTOSPIROSE CONFIRMADOS EM CAMPINAS - 2007 A 2014. *FONTE: SINANNET (21/09/2015)*

Início de sintomas	casos confirmados
2007	31
2008	26
2009	46
2010	21
2011	52
2012	45
2013	43
2014	39

A Tabela 29 apresenta as incidências acumuladas de leptospirose no Município de Campinas, nos períodos de 2007 a 2010 e 2011 a 2014 por Centro de Saúde de residência.

TABELA 29: INCIDÊNCIAS* DE LEPTOSPIROSE NOS PERÍODOS DE 2007 A 2010 E 2011 A 2014 POR CENTRO DE SAÚDE DE RESIDÊNCIA

Centros Saúde - CS		Casos 2007-2010			Casos 2011-2014		
		Casos	Pop/CS 2009	Incidência	Casos	Pop/CS 2013	Incidência
1	CS Conceição	1	23.041	4	5	22.206	23
2	CS V Rica	0	14.724	0	3	15.319	20
3	CS O Maia	5	22.001	23	2	20.530	10
4	CS C Silva	1	24.381	4	1	30.462	3
5	CS Perseu	1	10.966	9	3	11.306	27
6	CS S Monica	2	9.958	20	4	10.153	39
7	CS Integração	0	26.679	0	2	23.275	9
8	CS U Bairros	1	29.257	3	4	19.190	21
9	CS Esmeraldina	4	12.421	32	2	9.915	20
10	CS S Lucia	2	21.583	9	2	15.547	13
11	CS Figueira	0	17.615	0	3	20.353	15
12	CS S Quirino	5	20.676	24	3	20.874	14
13	CS Aeroporto	3	15.407	19	1	17.036	6
14	CS B Vista	4	10.323	39	3	12.379	24
15	CS T Neves	3	21.652	14	2	21.880	9
16	CS S Jose	4	31.437	13	4	31.750	13
17	CS S Vicente	0	11.462	0	1	11.966	8
18	CS V Alegre	3	20.274	15	4	24.994	16
19	CS Valença	1	26.678	4	3	20.495	15
20	CS Capivari	1	13.491	7	4	13.685	29

*Casos por 100000 habitantes. Fonte: SINANNET (base de 21/09/2015); TABNET (<http://2009.campinas.sp.gov.br/saude/tabnet-home/index.htm>)

Centros Saúde - CS		Casos 2007-2010			Casos 2011-2014		
		Casos	Pop/CS 2009	Incidência	Casos	Pop/CS 2013	Incidência
21	CS 31 de Marco	2	7.281	27	0	7.148	0
22	CS Florence	4	27.669	14	7	26.485	26
23	CS DIC I	1	31.952	3	2	25.904	8
24	CS DIC III	0	23.083	0	0	18.939	0
25	CS Eulina	3	19.097	16	1	21.535	5
26	CS F Lima	6	34.734	17	4	45.099	9
27	CS Aurélia	2	38.506	5	4	39.478	10
28	CS S Odila	1	15.322	7	0	16.502	0
29	CS Taquaral	2	38.992	5	6	47.577	13
30	CS B Geraldo	12	34.855	34	7	39.643	18
31	CS Anchieta	5	20.721	24	6	21.979	27
32	CS Sousas	3	25.002	12	5	27.188	18
33	CS J Egrídio	3	2.753	109	2	3.260	61
34	CS P Aquino	3	18.415	16	4	17.628	23
35	CS Ipaussurama	4	14.858	27	2	10.263	19
36	CS S Marcos	6	12.585	48	13	17.690	73
37	CS S Cristóvão	5	20.608	24	2	18.985	11
38	CS Centro	3	63.721	5	3	72.863	4
39	CS Ipê	3	28.544	11	1	27.592	4
40	CS Paranapanema	2	25.344	8	4	26.228	15
41	CS Itatinga	0	2.998	0	1	3.644	27
42	CS Floresta	1	8.003	12	3	11.863	25
43	CS S Domingos	3	11.111	27	3	13.662	22
44	CS S Barbara	1	25.408	4	5	18.184	27
45	CS V União/CAIC	0	13.779	0	0	13.880	0
46	CS S Antonio	1	11.040	9	1	11.582	9
47	CS C Moura	0	11.460	0	3	11.008	27
48	CS Itajaí	1	9.851	10	2	7.364	27
49	CS Cassio R. Amaral	0	4.878	0	0	13.572	0
50	CS Rossin	1	7.206	14	1	6.455	15
51	CS Carlos Gomes	1	3.189	31	1	4.089	24
52	CS B Esperança	0	6.792	0	1	6.788	15
53	CS Village	0	4.900	0	13	5.549	234
54	CS Rosália	0	3.634	0	4	7.550	53
55	CS C Belo	2	10.638	19	2	16.553	12
56	CS Fernanda	0	11.765	0	3	13.688	22
57	CS N America	0	7.237	0	0	6.405	0
58	CS Oziel	0	11.424	0	0	11.177	0
59	CS S Rosa	0	0	SI	2	8.080	25
60	CS Satélite Iris I	0	7.930	0	3	5.079	59
61	CS Lisa	0	5.076	0	0	6.605	0
62	CS Campina Grande	0	6.031	0	0	4.944	0

*Casos por 100000 habitantes. Fonte: SINANNET (base de 21/09/2015);
TABNET (<http://2009.campinas.sp.gov.br/saude/tabnet-home/index.htm>)

A Tabela 30 apresenta os casos da doença em Campinas - por mês e ano - de início de sintomas nos dois quadriênios de análise, seguida da Figura 75 que correlaciona em um único gráfico os casos de leptospirose com as precipitações mensais nos mesmos períodos.

TABELA 30: CASOS DE LEPTOSPIROSE POR MÊS E ANO NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS NO PERÍODO 2007-2014. FONTE SINANNET (21/09/2015)

ano/mês	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL
2007	3	4	1	5	2	1	-	2	1	3	8	1	31
2008	4	4	2	1	3	-	2	1	3	2	2	2	26
2009	3	7	9	3	3	2	-	3	3	1	6	6	46
2010	3	3	1	3	2	-	1	1	1	1	2	3	21
Sub -Total	13	18	13	12	10	3	3	7	8	7	18	12	124
2011	17	4	5	7	5	3	1	-	1	2	5	2	52
2012	8	6	3	3	5	2	5	1	1	5	4	2	45
2013	4	5	8	3	6	4	-	3	2	3	3	2	43
2014	7	5	3	12	4	2	1	3	1	-	1	-	39
Sub -Total	36	20	19	25	20	11	7	7	5	10	13	6	179
TOTAL	49	38	32	37	30	14	10	14	13	17	31	18	303

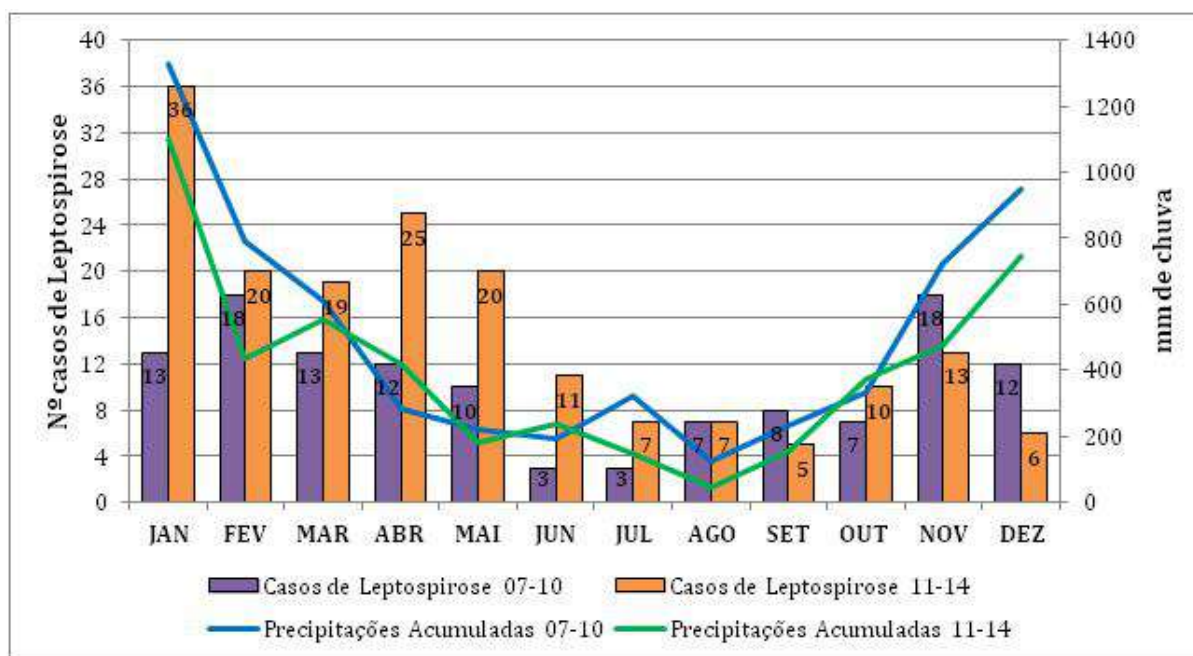


FIGURA 75: COMPARAÇÃO ENTRE O ACUMULADO DE CASOS DE LEPTOSPIROSE X PRECIPITAÇÕES POR MÊS NOS PERÍODOS 2007-2010 E 2011-2014. FONTE: SINANNET (BASE DE 21/09/2015); ESTAÇÃO METEOROLÓGICA: CEPAGRI - UNICAMP

Embora a relação dos casos de leptospirose seja claramente associada à precipitação anual e os transbordos dos leitos dos rios, o gráfico indica a existência de outros fatores que afetam a exposição à doença. Isto porque, o segundo quadriênio de análise teve uma redução nos seus índices pluviométricos, mesmo que sutil nos primeiros anos, ainda assim, os casos de doença tiveram um aumento de 30%.

Como o agravo tem relação com as precárias condições de infraestrutura sanitária e alta infestação de roedores infectados, é provável que a doença tenha se estabelecido também, por meio da exposição às áreas viciadas de descarte irregular de resíduos e a presença de catadores e acumuladores. Entretanto, esta afirmação requer um estudo mais aprofundado dos casos.

A Figura 76 apresenta as áreas vulneráveis à transmissão de leptospirose em Campinas, baseada na sobreposição das situações com determinantes socioambientais que favorecem a contaminação pela doença. São elas: ocupação urbana consolidada, áreas carentes de infraestrutura e sub-habitações, áreas sujeitas à inundação, locais próximos a recursos hídricos, pontos críticos de alagamento e locais com disposição irregular de resíduos em solo.

Como pode ser observado na Figura 76, as áreas mais vulneráveis são as de várzeas; ou seja, as planícies de inundação dos principais cursos d'água de Campinas, especialmente aqueles com intenso processo de ocupação.

O agravo na bacia do rio Capivari, especialmente nas microbacias 05 e 06 é preocupante. São regiões que ainda dispõem de sub-habitações e regularizações de baixa renda em Áreas de Preservação Permanente (APPs). Ainda que haja investimento em transformação destas regiões, de um intenso processo de favelização para novos bairros dotados de infraestrutura e empregos, estas microbacias ainda são muito deficitárias e o estímulo a sua ocupação deveria ser concomitante a recuperação dos passivos ambientais, sociais e epidemiológicos.

Outras microbacias dos rios Anhumas e Atibaia são dotadas de infraestrutura e de ocupações de alta renda, mas dispõem de alta vulnerabilidade, como é o caso das microbacias 12, 13 e 20. São áreas de maior IPVS da cidade, que recebem plenamente os serviços de saneamento. Ainda assim, a intensidade das ocupações aproxima a população das áreas de risco. Há ainda muitas áreas viciadas de descarte de resíduos que precisam ser equacionadas a fim de melhorar a salubridade ambiental nestas áreas.

Em suma, a vulnerabilidade à leptospirose não é uma questão exclusiva das ocupações de baixa renda ou sub-habitações. Mas é uma particularidade da disposição dos rios de Campinas, suas várzeas e a relação cognitiva da população com o resíduo. Portanto, é uma realidade comum a todo o território, devendo ser equacionada por meio de ações consorciadas.

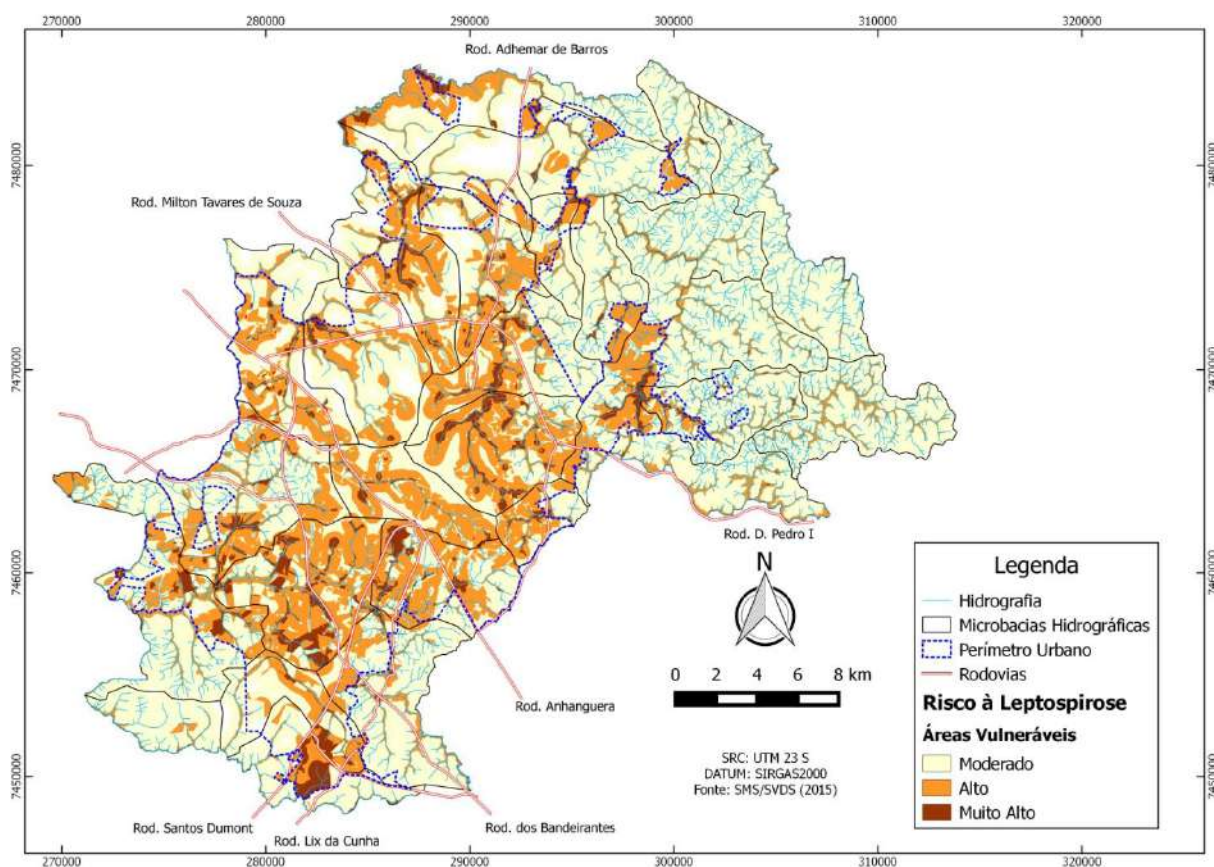


FIGURA 76: ÁREAS VULNERÁVEIS À TRANSMISSÃO DE LEPTOSPIROSE NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS

ESQUISTOSSOMOSE MANSÔNICA

A esquistossomose mansônica é uma doença infecto parasitária provocada por helmintos do gênero *Schistosoma*, que têm como hospedeiros intermediários caramujos de água doce do gênero *Biomphalaria*, e que pode evoluir, no humano, desde formas assintomáticas até formas clínicas extremamente graves.

A introdução da esquistossomose no Brasil se deu por meio do tráfico de escravos originários da costa ocidental da África, que ingressaram no país principalmente pelos portos de Recife e Salvador para trabalharem nas lavouras de cana-de-açúcar. Uma vez introduzido em nosso território, o helminto causador da esquistossomose encontrou condições favoráveis à sua transmissão, e consequente ocorrência do agravo constituindo hoje, pela sua magnitude e transcendência, importante problema de saúde pública, especialmente nas regiões Nordeste e Sudeste do país (BRASIL, 2014b).

O homem é o principal hospedeiro e reservatório do *Schistosoma mansoni*, mas o ciclo de vida do parasita depende de um hospedeiro intermediário, sendo o caramujo do gênero *Biomphalaria* responsável pela disseminação do *S. mansoni*.

No Município de Campinas existem coleções hídricas colonizadas por diferentes espécies de *Biomphalaria* (*B. glabrata*, *B. tenagophila* e *B. Straminea*), caracterizando concentrações de criadouros deste gênero de caramujo, situadas nos perímetros urbanos, sobretudo de periferia.

A esquistossomose é, fundamentalmente, uma doença resultante da ausência ou precariedade de saneamento básico, e para o controle dos hospedeiros é necessário observar as condições locais que favorecem a instalação de focos de transmissão da doença tomando medidas de saneamento ambiental, para dificultar a proliferação e o desenvolvimento dos hospedeiros intermediários, bem como impedir que o homem infectado contamine as coleções de águas com ovos de *S. mansoni*, eliminados nas suas fezes.

A doença pode se manifestar de forma aguda ou crônica, incluindo formas mais graves, como a esquistossomose hepatoesplênica, cardiopulmonar e a neuroesquistossomose medular.

A Tabela 31 apresenta o histórico dos casos de esquistossomose autóctones no Município de Campinas no período de 2007 a 2014.

TABELA 31: CASOS DE ESQUISTOSSOMOSE AUTÓCTONES NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS-SP POR ANO DE DIAGNÓSTICO- PERÍODO DE 2007 A 2014.
FONTE: SINANNET (21/09/2015)

Ano do diagnóstico	Casos confirmados
2007	9
2008	0
2009	6
2010	11
2011	7
2012	23
2013	5
2014	14

O mapeamento da vulnerabilidade ambiental para esquistossomose caracteriza áreas de concentração de fatores ambientais favoráveis à ocorrência de casos novos da doença. Certas características do ambiente podem contribuir para alguma fase do ciclo natural da doença, sendo, por isso, caracterizados como fatores indutores da esquistossomose.

Assim, o curso d'água que corta a várzea, com baixa velocidade de fluxo ou as lagoas com vegetação abundante favorecem a instalação e proliferação do caramujo hospedeiro intermediário *Biomphalaria sp*; uma área de ocupação urbana sem afastamento de esgoto ou com despejo de esgoto *in natura* no curso d'água favorece a contaminação do caramujo pelo parasita *Schistosoma*

mansoni; o rio ou lagoa utilizados para lazer ou trabalho favorece a contaminação de pessoas pela forma infectante do parasita, eliminada pelo caramujo na água.

A sobreposição ou concentração de fatores indutores delimita uma área vulnerável. A Figura 77 delinea para o Município de Campinas, cada área de acordo com o seu grau de vulnerabilidade, isto é, condições de maior ou menor risco e mais ou menos favoráveis à transmissão do agravo, descritas como: moderada, elevada e muito elevada, e também as lagoas localizadas nessas áreas.

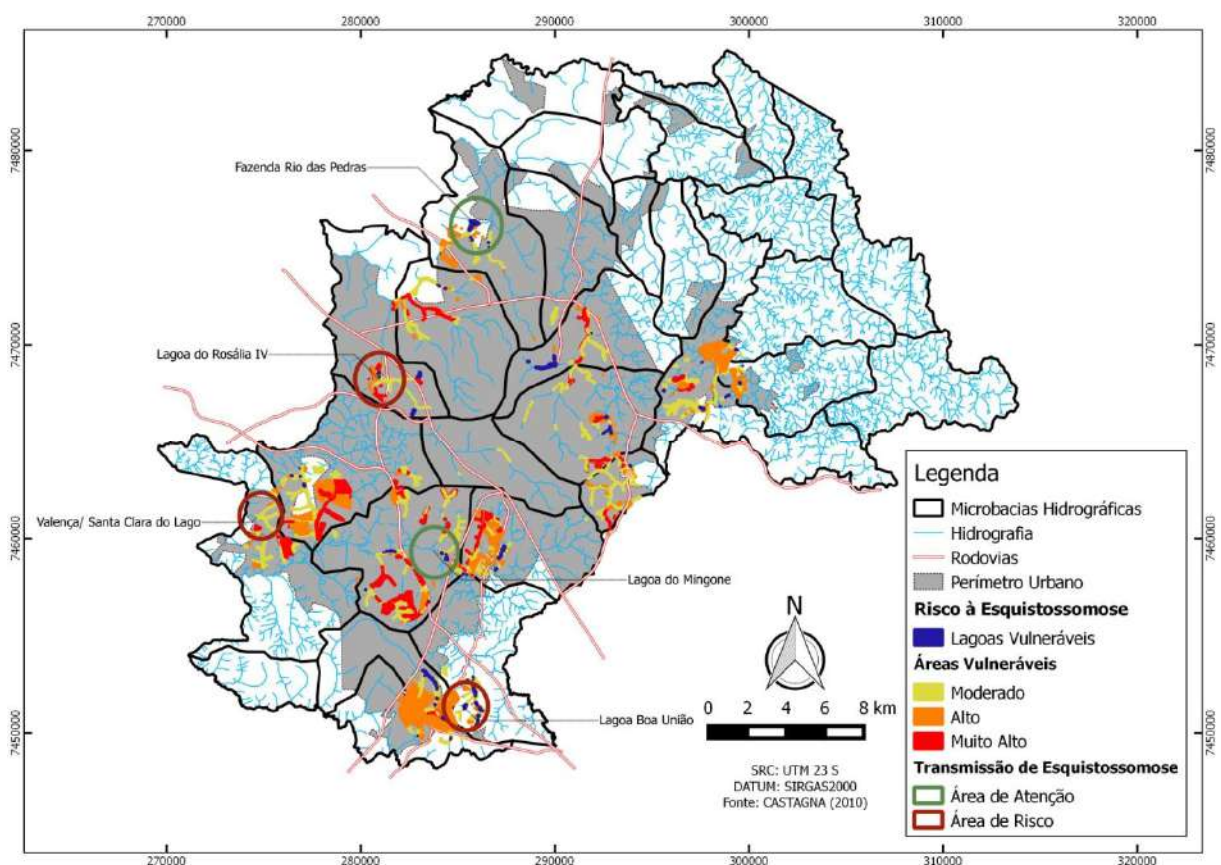


FIGURA 77: VULNERABILIDADE AMBIENTAL À ESQUISTOSSOMOSE E AS ÁREAS DE RISCO E ATENÇÃO PARA TRANSMISSÃO DE ESQUISTOSSOMOSE NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS

Atualmente em Campinas existem três áreas consideradas de risco para a transmissão de esquistossomose, sendo estas:

1. Lagoa Boa União: localizada na Bacia do Rio Capivari Mirim, região Sul do Município em propriedade rural particular;
2. Lagoas situadas próximas às hortas da Vila Padre Anchieta e Rosália na região Norte do Município (bacia do ribeirão Quilombo), com exposição laboral e de lazer e;

3. Córrego próximo à divisa com o Município de Monte Mor, onde fica o Clube Santa Clara do Lago (bacia do rio Capivari).

Estas áreas, não necessariamente apresentam transmissão ativa até hoje, mas têm sua importância na série histórica do agravo no Município. Além disso, há duas áreas que merecem atenção; no entanto, devido a recentes projetos de urbanização, podem não representar mais focos ativos de transmissão da doença em Campinas. São elas:

1. Lagoa da Fazenda Rio das Pedras (bacia do ribeirão das Anhumas), localizada no distrito de Barão Geraldo;

2. Lagoa do Mingone (bacia do rio Capivari), localizada na região Sudoeste da cidade.

Mais uma vez, a região dos rios Capivari e Capivari Mirim concentra as microbacias de maior criticidade, com destaque as microbacias 01, 03, 05, 06, 07 e 09, as quais são caracterizadas pela presença tanto de áreas de ocupação irregular ou sub-habitacões, quanto servem de abrigo para a região do Município que está em processo de crescimento.

Também é importante destacar as microbacias 20, 21 e 22, as quais dispõem de áreas ambientalmente suscetíveis a existência do agravo, mas também são produtoras de água para abastecimento público.

FEBRE MACULOSA

A febre maculosa brasileira é uma doença causada pela bactéria *Rickettsia rickettsii*, cuja transmissão ocorre através da picada de carrapatos do gênero *Amblyomma* infectados pela bactéria causadora da doença. No humano, a doença provoca exantema máculo-papular, febre alta, cefaleia, mialgias, mal-estar generalizado, hiperemia das conjuntivas, vômitos, diarreia e dor abdominal. Na ausência de tratamento, a doença pode evoluir para grave encefalite, hemorragias e comprometimento renal, podendo ser fatal. De acordo com dados do Centro de Vigilância Epidemiológica do Estado de São Paulo, entre 2010 e 2013, este agravo apresentou letalidade próxima a 50%.

Municípios da região de Campinas, interior do Estado de São Paulo, são considerados endêmicos para a febre maculosa. Nestes, o vetor responsável pela transmissão da bactéria ao humano é o *A. sculptum*, popularmente conhecido por carrapato estrela. Este carrapato tem como hospedeiros primários equinos, capivaras, antas e suínos. Dada sua baixa especificidade parasitária, sobretudo nas fases imaturas (larva e ninfa), o carrapato estrela pode parasitar dezenas de espécies de mamíferos e aves (hospedeiros secundários), bem como o humano.

As capivaras estão inseridas na cadeia epidemiológica da febre maculosa, uma vez que estes mamíferos são implicados como amplificadores tanto de carrapatos hospedeiros como de *R. rickettsii*.

A presença e a abundância do *A. sculptum* em determinado local tem relação direta com o tipo de cobertura vegetal encontrado, uma vez que o carrapato necessita de um microclima propício para o seu bom desenvolvimento. Assim, áreas de pastos sujos, capoeiras e matas favorecem o estabelecimento destes carrapatos no ambiente. No contexto da região de Campinas, as áreas de mata ciliar são importantes ecossistemas para o estabelecimento de populações de carrapatos; são ainda de grande importância na epidemiologia da febre maculosa, uma vez que estas áreas funcionam como refúgio às populações de capivaras (SÃO PAULO, 2004).

De acordo com Souza (2015), a febre maculosa sempre ocorre em áreas de baixa altitude e próximas a coleções hídricas. Esta mesma conclusão foi obtida por Nasser *et. al.* (2015) que, no Município de Valinhos (Município limítrofe à Campinas), apontou relação entre o Local Provável de Infecção (LPI) para febre maculosa com proximidade a coleções hídricas.

Em Campinas, considerando a série histórica de febre maculosa (Tabela 32) e o LPI há evidências claras da relação entre as bacias hidrográficas e os casos da doença. O mapa (Figura 78) demonstra que há casos em toda a extensão do Rio Atibaia com maior concentração no trecho do ribeirão das Cabras, situado no distrito de Joaquim Egídio. Há também ao longo da série histórica concentração de casos no ribeirão das Anhumas e ribeirão Quilombo. Embora, em menor número há casos na extensão dos rios Capivari e Capivari Mirim.

A Figura 78 apresenta o mapeamento dos Locais Prováveis de Infecção - LPIs dos casos de febre maculosa confirmados no Município de Campinas (2007-2014).

TABELA 32: NÚMERO DE CASOS CONFIRMADOS DE FEBRE MACULOSA BRASILEIRA EM CAMPINAS - PERÍODO DE 2007-2014.
FONTE: NASSER (2014); SINANNET (21/09/2015)

Ano de notificação	Casos confirmados
2007	5
2008	3
2009	5
2010	12
2011	6
2012	6
2013	4
2014	1

Embora o mapa demonstre os locais de infecção, a grande mobilidade destes mamíferos e a sua íntima relação com os estratos vegetais das APPs indicam a criticidade das bacias dos rios Atibaia, Anhumas e Quilombo. Nestas bacias, deve ser prioritário o manejo ambiental (animal e florestal) associado a ações de Educação Ambiental, sempre em parceria com as Vigilâncias Ambiental e Epidemiológica. Isto é, nelas - especialmente nas áreas que se caracterizam como LPI - a atenção deve ser voltada às ações de proteção dos recursos hídricos por intermédio de instrumentos como parques lineares, parques municipais ou matas ciliares, os quais não podem estar desvinculados do manejo de espécies sinantrópicas pelo Departamento de Bem Estar Animal (DPBEA). Tampouco deve haver o estímulo à ocupação urbana, ou mesmo sua permissão pelos órgãos responsáveis, uma vez que as APPs dos rios são áreas vulneráveis que devem ser protegidas.

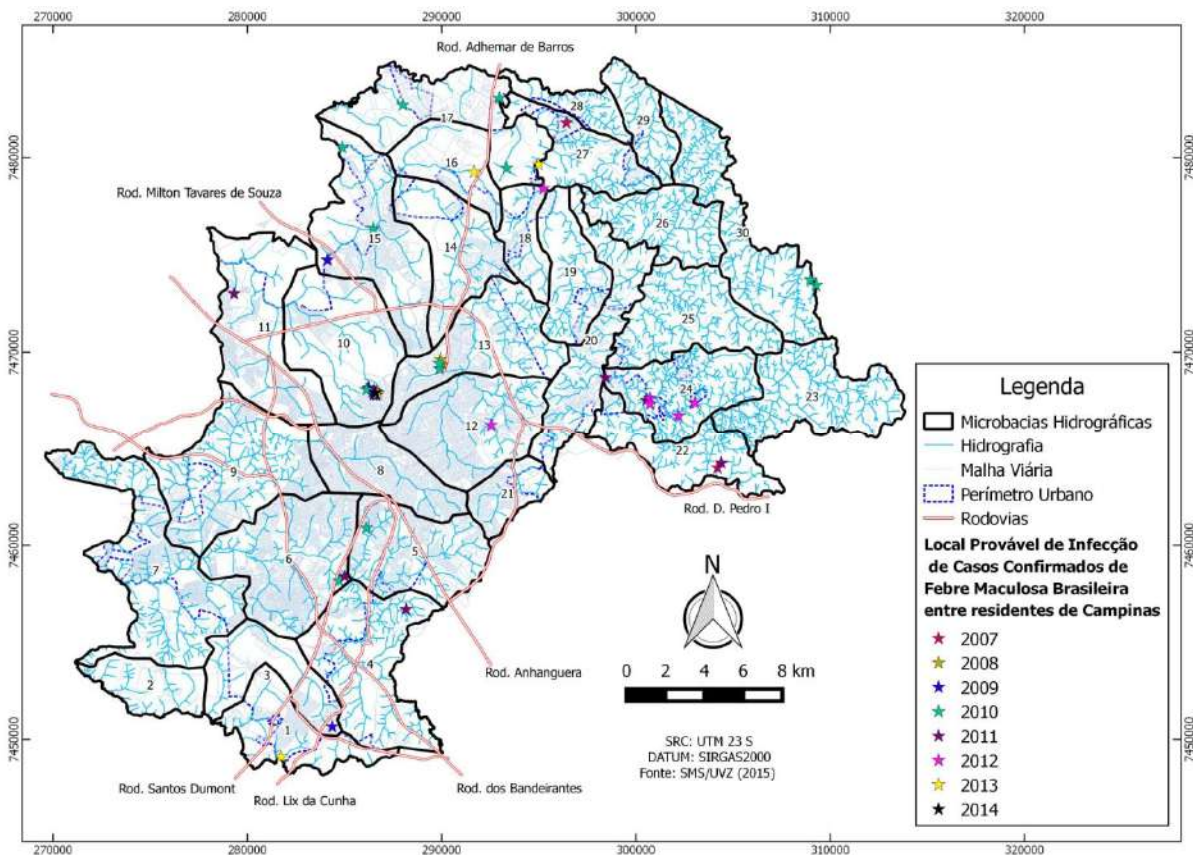


FIGURA 78: MAPEAMENTO DOS LPI DE CASOS DE FEBRE MACULOSA BRASILEIRA CONFIRMADOS NO MUNICÍPIO DE CAMPINAS (2007-2014)

3.7. PRESSÃO ANTRÓPICA SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS

A Pressão Antrópica consiste no cruzamento do Eixo Socioambiental com o Eixo Natural, no intuito de medir a vulnerabilidade ou o potencial de perda da qualidade e quantidade dos recursos hídricos, a partir da forma como se ocupa o território. Assim, todos os Temas anteriores agora convergem na construção de um único índice (IP_{pa}) capaz de indicar aquelas áreas do município que estão expostas a condições sociais, de infraestrutura ou ambientais que colocam em risco a produção de água.

O IP_{pa} foi construído sobre parâmetros qualitativos e quantitativos associados à água. Como visto no início deste Capítulo, não são todos os dados que compuseram o mapa síntese que demonstra a vulnerabilidade de Campinas. Ocorre que algumas informações dão suporte à tomada de decisão, isto porque trazem a tona a tônica do município, mas não interferem diretamente nos recursos hídricos. Por exemplo, a dinâmica populacional ou demográfica que explica a relação da urbe com o processo de ocupação do território e; portanto, opera como um termômetro para entender o passado e projetar o futuro.

METODOLOGIA

Os parâmetros que definem o IP_{pa} (Equação 18) são fatores socioambientais associados à contaminação, poluição, pressão do consumo, permeabilidade; constam ainda aqueles atenuantes aos serviços de saneamento básico; bem como os morfométricos e biológicos inerentes ao território, representados pela vegetação e a fragilidade hídrica.

Em outras palavras, a Pressão Antrópica é produto da relação entre a Fragilidade Socioambiental e a Fragilidade Hídrica natural do município, atenuado pela presença de vegetação.

EQUAÇÃO 18:

$$IP_{PA} = (FS/AV) \times FH$$

Onde,

IP_{pa} = Índice de Pressão Antrópica

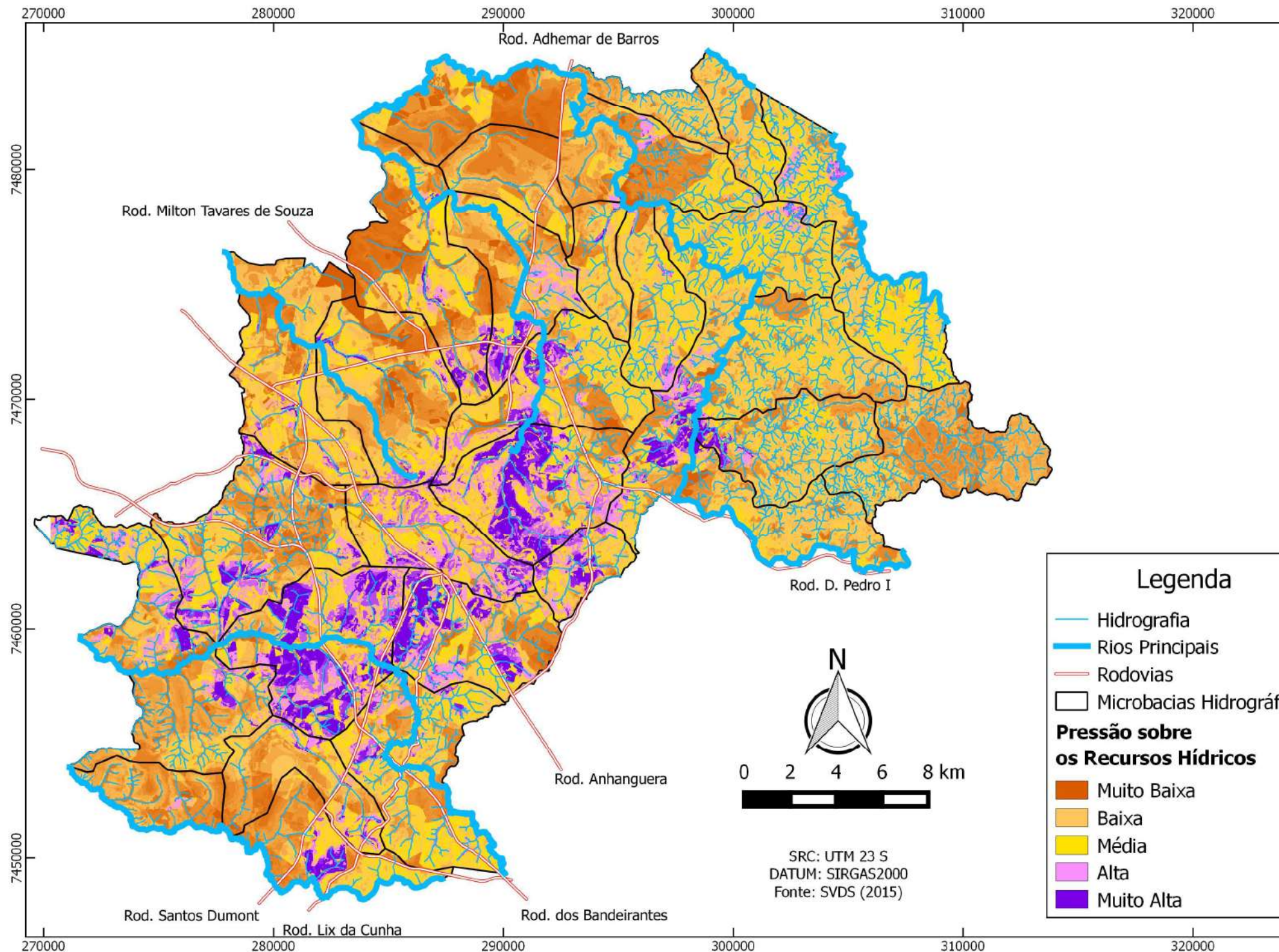
FS = Fragilidade Socioeconômica

AV = Cobertura Vegetal

FH = Fragilidade Hídrica

3.7.1. AS PRESSÕES ANTRÓPICAS DE CAMPINAS

O Índice de Pressão Antrópica de Campinas é expresso em um gradiente que varia em 5 classes: “muito baixa – baixa – média – alta - muito alta” para todo o território (Mapa 3).



O IP_{pa} representa a suscetibilidade a perdas na qualidade ou quantidade dos Recursos Hídricos; ou seja, quanto maior a pressão, maior a vulnerabilidade ou exposição do território às perdas provocadas por fatores naturais, ambientais ou sociais.

Embora o IP_{pa} tenha embutido em sua fórmula parâmetros naturais e socioambientais, foram os fatores naturais, ou seja, a Fragilidade Hídrica (FH), o maior determinante do IP_{pa} . Assim, mais uma vez o município se dividiu em duas principais porções, muito por influência das Províncias Geomorfológicas na formação do território, especialmente quando relacionadas aos Recursos Hídricos.

Os demais parâmetros, em especial as Ocupações Irregulares (HI), operaram como um catalisador das perdas ambientais em regiões que concentram passivos ambientais. Em outras palavras, os parâmetros socioambientais apontaram alta e muito alta vulnerabilidade naquelas áreas que já concentravam elevada FH. Para resumir o perfil de Campinas em relação ao IP_{pa} trataremos a Cidade em três porções, duas Geomorfológicas que sofrem influência da FH e uma terceira, dispersa no vetor centro sul que apontou maior influência da Fragilidade Socioambiental (FS):

Na porção do território sob domínio do Planalto Atlântico (MB 12 – 14 e 18 – 30) caracteriza-se as maiores FH do município, mas também a maior concentração da vegetação, proporcionando uma VH moderada (média à Baixa). Como apresentado no Capítulo 2, com relação a FH,

essa “...situação é reflexo dos fatores topográfico, erodibilidade e proteção das águas, todos extremamente fragilizados nessa região. Ocorre que nessas áreas, predomina o embasamento cristalino, com falhamentos e rochas fraturadas por onde a água circula e aflora com maior facilidade. Consequentemente há maior incidência de drenagens e áreas de recarga. Entretanto, a capacidade de armazenamento dessas águas está relacionada ao manejo adequado do solo e a presença da cobertura da vegetação, sem o qual a recarga superficial ou subterrânea é comprometida, inclusive expondo a região à contaminação das águas.”

Nesta porção, a perspectiva da FS é diferenciada por questões relativas ao saneamento, em que há deficiências no serviço de esgotamento sanitário (baixo a médio) e resíduos sólidos em partes do território; por outro lado, não há incidência de áreas contaminadas, ocupações irregulares ou grandes áreas impermeabilizadas. Quanto as áreas impermeabilizadas, os usos são predominantemente residenciais e, em sua maioria, limítrofes a transição entre Planalto Atlântico e Depressão Periférica. Deste modo, as áreas de maior Vulnerabilidade são encostas e APP; aquelas que dispõem de Áreas Verdes, mas com pouca proteção por Vegetação Natural. Ainda naquelas áreas que há incidência de uso e ocupação urbana do território, o IP_{pa} salta para situação de alta a muito alta.

É importante ressaltar que a região é estratégica na produção de água e que a presença de áreas verdes e vegetação são os maiores atenuantes do IP_{pa} , sendo portanto essencial a proteção ambiental de tal

região. A condição do IP_{pa} moderado é resultante de suas características naturais, não sendo recomendada a ocupação e/ou o adensamento dessas áreas, dada a vocação à produção de água e proteção ambiental.

Na região sob domínio da Depressão Periférica (MB 1 – 4, 10, 11 e 15 – 17) também há maior influência do FH, conforme descrito no Capítulo 2:

“...as principais influências nessas áreas, onde o relevo é mais aplainado, são a textura, a estrutura dos solos e a cobertura vegetal, especialmente nas áreas ciliares e planícies de inundação. A abundância de rochas sedimentares e Diabásio, configura solos com maior porosidade. Nessas áreas, na ausência de cobertura vegetal, é comum a formação de ravinamentos e voçorocas, processos erosivos drásticos e que afetam diretamente a dinâmica hídrica dos solos. As fragilidades dessas áreas a tornam sensível a danos ambientais, porém é uma região que possui potencialidade para armazenamento de água, sendo uma das mais populosas da cidade e com menor cobertura vegetal.”

Sob a ótica da FS, a Depressão Periférica é uma região mais aplainada e mais fácil de ser ocupada, até por isso abriga os bairros mais antigos de Campinas e a maior cobertura de serviços de saneamento. A impermeabilização do solo devido as ocupações nas regiões mais periféricas foi o fator que mais influenciou as áreas de Baixa FH e que passaram a figurar com IP_{pa} médio, ainda que permeada por Áreas Verdes. Já nas regiões centrais, há forte influência das áreas contaminadas, que associadas aos usos residenciais, industriais, à impermeabilização do solo e aos pontos críticos de drenagem tornaram o IP_{pa} alto e muito alto.

Na região centro-sul - de transição, onde os terrenos são ondulados - com maior afloramento de nascentes e rios mesmo com solos com perfil próximo a Depressão Periférica, há maior influência à VH oriunda da atuação antrópica (FS) do que natural (FH). Nestes caso (mais comuns as MB 5 – 9) o IP_{pa} alto a muito alto foi determinada pelas Ocupações Irregulares que ocorrem em áreas de APP ou Planícies Sujeitas à Inundação. Estas áreas, ambientalmente frágeis, estão sujeitas não só à contaminação e impermeabilização, mas também às deficiências de infraestrutura de saneamento (esgotamento, manejo de resíduos e pontos críticos de micro ou macro drenagem).

Nesta perspectiva, os aspectos sociais destas regiões agravam um cenário de fragilidade natural e ambiental, sendo premente as ações de equacionamento dos passivos habitacionais e de uso e ocupação do território. Para tanto, é necessário priorizar a regularização de ocupações ou o estímulo às atividades e empreendimentos fora das APP e Planícies de Inundação; concomitantemente a ações de valorização das áreas de maior vulnerabilidade devem incorporar projetos urbanísticos, a fim de de forma positiva a paisagem desta importante região do município.

Para melhor entender o panorama apresentado, o Índice da Pressão Antrópica (IP_{pa}) reclassificou as 30 microbacias em função do seu grau de Pressão predominante (Figura 79):

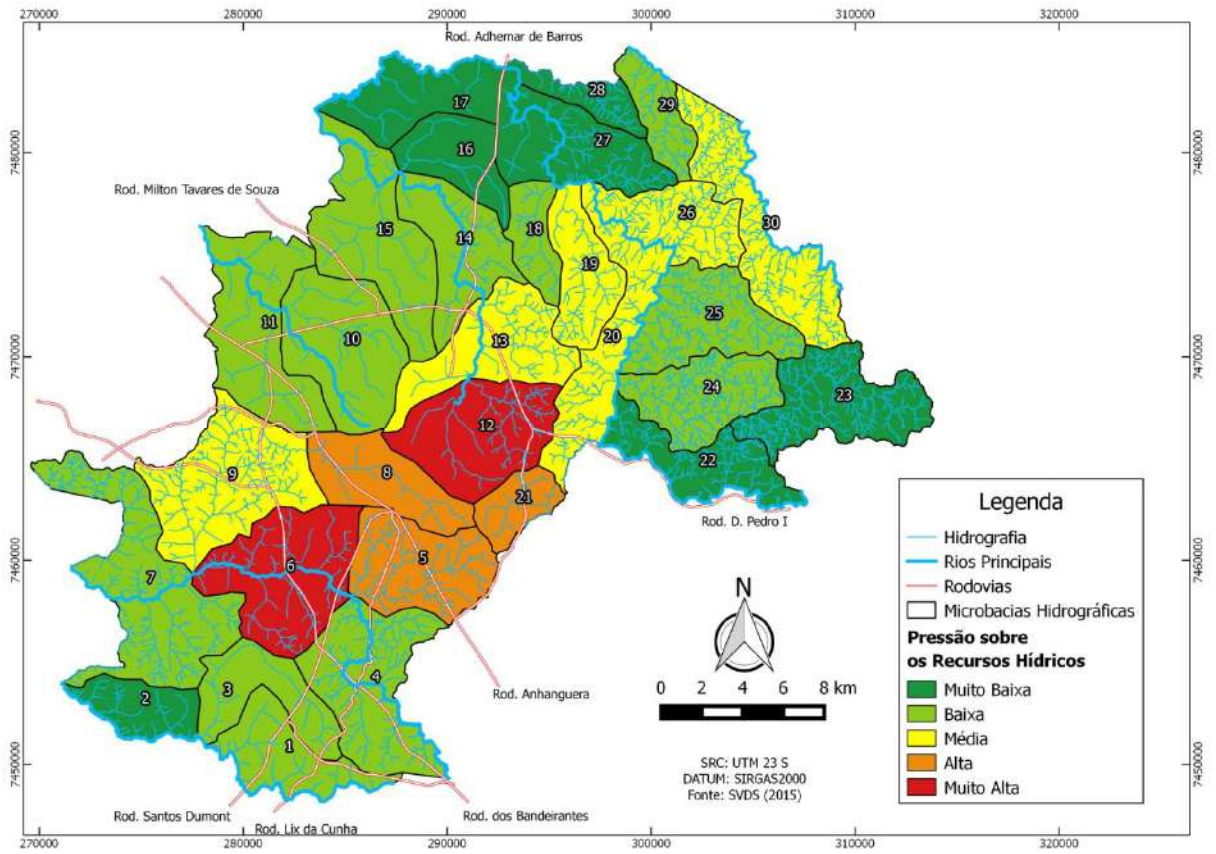
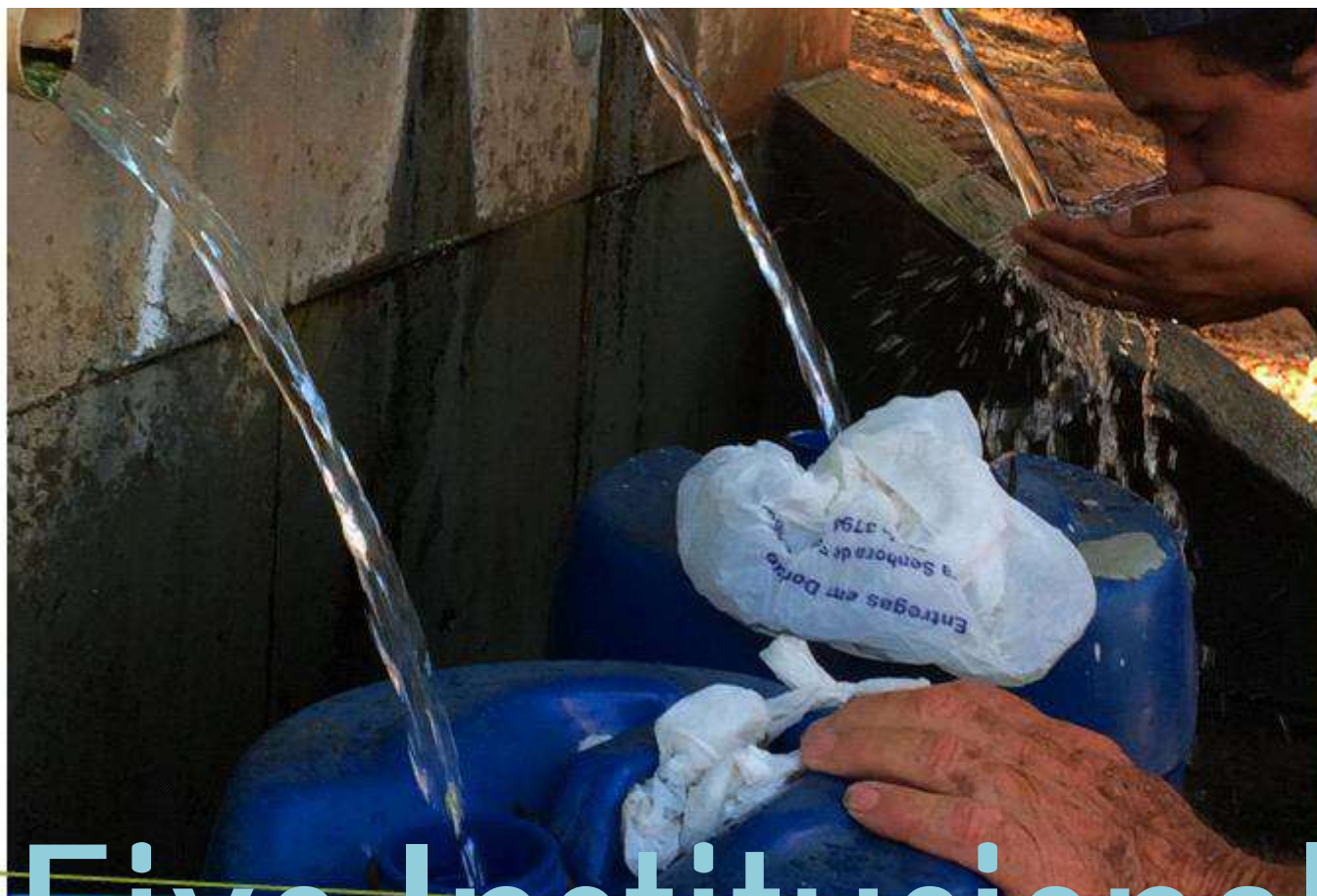


FIGURA 79: ÍNDICE DE PRESSÃO SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS DE CAMPINAS (IP_{PA})



Eixo Institucional

CAPÍTULO 4: EIXO INSTITUCIONAL

Frente a crescente escassez hídrica, garantir a água e os recursos hídricos se tornou um dos maiores desafios internacionais, em especial com a declaração da assembleia Geral das Nações Unidas que, em resposta ao Relatório Mundial de Desenvolvimento de Recursos “Água para as pessoas; água, fonte de vida” declarou o período de 2005 a 2015 a Década Internacional para Ação, “Água, fonte de vida”.¹¹

A Resolução define como objetivo a priorização das questões relacionadas as águas em todos os níveis, assim como estimula os programas relacionados à água, alinhados aos acordos internacionais da Agenda 21 e aos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio das Nações Unidas e do Plano de Implementação de Johannesburgo.¹²

O Brasil é detentor de reservas de água doce de relevância estratégica no cenário internacional e, como Estado-Membro das Nações Unidas, partilha das diretrizes de proteção, de gerenciamento e de uso sustentável dos recursos hídricos; nesse sentido, corroborou a resolução internacional e instituiu em 22 de março de 2005 a Década Brasileira da água, cujo objetivo é:

“Art. 2º A Década Brasileira da Água terá como objetivos promover e intensificar a formulação e implementação de políticas, programas e projetos relativos ao gerenciamento e uso sustentável da água, em todos os níveis, assim como assegurar a ampla participação e cooperação das comunidades voltadas ao alcance dos objetivos contemplados na Política Nacional de Recursos Hídricos ou estabelecidos em convenções, acordos e resoluções, a que o Brasil tenha aderido.”

A década da água vivenciada atualmente advém de iniciativas, pactos e tratados internacionais de longa data, sendo destacado o esforço internacional sobre as questões da água já em 1966 que, com a Convenção de Helsinque ou Convenção da Água, introduziu o tema à pauta mundial, porém não assinado pelo Brasil. Ainda em 1977, com o tratado internacional do Rio da Prata, de 1977, o Brasil pactuou uma gestão equilibrada e transfronteiriça entre águas internacionais afetas às Bacias do Sul-Sudeste Brasileiro, Argentina e Uruguai.

Posteriormente, com a RIO-92, o Brasil passou a engrossar a Convenção da Água, momento este que ampliou sua atuação e escopo; além disso, a compreensão internacional da água ganhou força e estabeleceu o direito a cada Estado de uma Bacia, à parte razoável e equitativa das águas de drenagem internacional, consequentemente priorizando as pessoas em detrimento aos usos.

Garantir a água e os recursos hídricos, é um importante desafio nacional e internacional pois a água é o elemento natural primordial a vida e ao desenvolvimento das sociedade, porém, é um recurso limitado e finito. Em outras palavras, além de manter a vida 'per si', as águas são essenciais para manter os usos

¹¹Resolução A/RES/58/217. Acesso em 18/12/2014. Disponível no endereço eletrônico:<http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/>

¹² UNESCO, 2005-2015 - Década Internacional para Ação “Água, Fonte de Vida”. Acesso em 18/12/2014. Disponível no endereço eletrônico: <http://www.unesco.org/new/pt/brasil/ia/about-this-office/prizes-and-celebrations/2005-2015-international-decade-for-action-water-for-life/>

múltiplos, como: agricultura, abastecimento, urbano, hidroelétrico, industrial, comercial, recreação, turismo, pesca, navegação, mineração entre outros, enquanto a disponibilidade da água é limitado.

Neste sentido, antes de estabelecer ações para promover e intensificar o gerenciamento e uso sustentável da água (como preconiza a Década da Água), é necessário compreender a Política Municipal de Recursos Hídricos e por conseguinte, enxergar as limitações legais e institucionais afetas à gestão das águas dentro dos limites municipais. Outro esforço primário é estabelecer e estruturar uma infraestrutura administrativa, financeira e legal que possa sustentar a gestão e absorver as demandas do planejamento.

Desta forma, o eixo político-institucional é o elo que orienta a capacidade de gestão dos recursos hídricos, isto é, visa garantir a governabilidade, a administração, o desenvolvimento, o monitoramento e controle, além de estabelecer os instrumentos de gestão, avaliação, regulação e fiscalização.

4.1. ASPECTOS LEGAIS DA ÁGUA E DOS RECURSOS HÍDRICOS

As águas estejam nos espaços públicos ou privados, são todas da categoria pública, bem ambiental de uso de todos, nos moldes do seu art. 225 da Constituição Federal de 1988.

ORIGEM DO DIREITO DA ÁGUA

O Direito da Água (também conhecido como Direito Hidráulico) pode ser definido como o “conjunto de princípios e normas jurídicas que disciplinam o domínio, uso, aproveitamento, a conservação e preservação das águas, assim como a defesa contras suas danosas consequências” (POMPEU 2004).

No Brasil a importância dada a gestão da água data de 1824 com a Constituição do Império (HENKES 2003), onde visava-se a proteção da saúde humana e da sustentabilidade dos recursos, a fim de estabelecer o crescimento econômico do País.

Em 1920, como reflexo da importância da gestão da água, foi criado o primeiro órgão responsável pelo seu entendimento - a Comissão de Estudos de Forças Hidráulicas, do Serviço Geológico e Mineralógico, vinculado ao Ministério da Agricultura², onde era tratado pela perspectiva do direito de navegação e pesca. Porém, durante este período acreditava-se que o recurso hídrico era um bem infinito e por conseguinte, a legislação brasileira só foi acompanhar de fato a gestão dessa importância em 1934 - 14 anos depois, com a Constituição Republicana, onde o tema água passou a ser abordado como bem de valor econômico coletivo.

Além disso, ainda em 1934, com a publicação do Marco Legal do Gerenciamento dos Recursos Hídricos - O Código das Águas –a água deixou de ser tratada apenas como direito de navegação e pesca, para empenhar esforços em prol do desenvolvimento econômico a qualquer custo e com ele, a segurança da produção energética.

Historicamente, o direito de propriedade das águas era tratado pela Constituição do Império apenas como propriedade particular do solo e, por conseguinte, as águas subterrâneas também assumiam um caráter particular. A partir de 1934, com a Constituição Republicana e o Código das Águas, as águas

passaram a ter valor econômico tanto limitado pelo domínio essencialmente privado (direito de vizinhança), quanto pelo valor de elemento básico para o desenvolvimento de domínio público (União, Estados e Municípios). Semelhantemente, no momento da promulgação das referidas leis, as águas subterrâneas passaram a ser tratadas como uma classe de riqueza de subsolo diferenciada.

Em suma, o ano de 1934 cravou uma política complexa, baseada em questões de penalidades, propriedade, domínio, aproveitamento, navegação, regulação, concessões, fiscalização, desapropriação e força hidráulica. E, portanto marcou o cenário legal do País, subsidiando a elaboração das Políticas Públicas subsequentes.

Posteriormente, com a atualização da Constituição Republicana em 1946, o domínio das águas passou a figurar nos moldes atuais, de competência exclusiva da União e dos Estados. O ano de 1967 foi outro marco legal da gestão da água, momento da publicação da Política Nacional de Saneamento, que deliberou sobre a drenagem de águas superficiais, controle das modificações das massas de água, controle das inundações e erosões. Essa Política foi reflexo de um período, que perdurou toda a década de 70 até a publicação da Política Nacional do Meio Ambiente, em 1981, onde novos tipos de uso para a água passaram a competir com o setor energético, inclusive, por exemplo, a irrigação.

A partir da década de 80, as Resoluções CONAMA disciplinaram o ordenamento de muitos dos usos da água, como por meio de Estudos de Impactos Ambientais (EIA) para implementação de obras hidráulicas. Além disso, a União passou a figurar como responsável por legislar sobre as águas e a energia, podendo autorizar apenas os Estados a legislar sobre os referidos temas. Sendo, portanto as águas municipais e particulares permanentemente extintas.

DOMÍNIO DAS ÁGUAS

Conforme ensina José Afonso da Silva, a água é um bem insuscetível de apropriação privada, por ser indispensável à vida (SILVA 2004).

Pertencem à União os lagos, rios e qualquer corrente de água em terrenos de seu domínio, ou que banhem mais de um Estado (BRASIL, Constituição Federal de 1988 – CF/88, art. 20, III), assim como os potenciais de energia hidráulica (art. 20, VIII e art. 176). Pertencem aos Estados as águas superficiais ou subterrâneas, fluentes, emergentes e em depósito, ressalvadas as decorrentes de obras da União (art. 26, I).

Note-se que a Constituição não menciona águas de domínio do Município, motivo pelo qual o art. 29 do Código de Águas (Decreto Federal 24.643/34) não tem mais aplicação (CARVALHO FILHO 1999).

COMPETÊNCIA

A competência para legislar sobre águas é privativa da União, conforme o art. 22, IV da CF/88 (BRASIL, Constituição Federal, 1988). Todavia, seu art. 24, inciso VI refere-se a competência concorrente entre a União, os Estados, Distrito Federal (e art. 30, inciso I, no caso dos Municípios), o que leva à interpretação de que a competência pode ser escalonada, conforme o interesse do ente federativo.

Em outras palavras, quando de competência do Estado, cabe legislar sobre o aproveitamento e a utilização dos recursos hídricos sob o seu domínio. Nas demais situações, legislar sobre a água é competências concorrentes com a União.

Cabe aos municípios, o tocante à competência material ou administrativa, a qual é comum (BRASIL, Constituição Federal, 1988 - CF/88, art. 23, VI) e deverá ser verificada ainda que o ente federativo não tenha exercido a sua competência legislativa.

CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS

As referências às águas em nosso ordenamento jurídico são baseadas em vocábulos que expressam conceitos decorrentes de classificações distintas, relativamente à incidência das normas que as regulamentam, a saber:

Quanto à localização das águas no solo:

a) águas subterrâneas - são as águas que constituem os lençóis freáticos, abertos e confinados, localizados debaixo da terra, no subsolo (BRASIL, Constituição Federal, 1988 - CF/88, art. 26, I, e Lei 6.938/81, art. 3º, V);

b) águas superficiais - são as que se situam na superfície da terra. Subdividem-se em:

b.1) águas internas - são aquelas que se situam no interior dos espaços territoriais nacionais (rios, lagos, pantanais etc.);

b.2) águas externas - são aquelas circundam as linhas divisórias dos espaços territoriais nacionais (mar territorial, alto mar e águas contíguas);

b.3) águas fluentes - são as águas correntes, ou seja, as águas que fluem; e

b.4) águas emergentes - são as águas que emergem do solo de forma permanente, conformando-se em depósitos aquáticos (lagos ou pântanos), sem possuírem, no entanto, fluência ou formação de correntes (BRASIL, Constituição Federal, 1988 - CF/88, art. 26, I).

Quanto ao uso preponderante:

Conforme preconiza a Resolução CONAMA nº 357/05, tem-se Águas Doces, Salobras ou Salinas:

a) Doce, que é a água com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰;

b) Salobra, que é a água com salinidade superior a 0,5‰ e inferior a 0,30‰; e

c) Salina, que é água com salinidade igual ou superior a 0,30‰.

4.2. FUNDAMENTAÇÃO DA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NO BRASIL

Conceitualmente, há uma grande diferença entre discutir a água ou os recursos hídricos. A água é o elemento natural que, desvinculado de qualquer uso antrópico exerce uma função vital para o suporte da

vida no ecossistema em que se insere. Já os recursos hídricos consistem em termo associado, a valoração econômica ou a possibilidade de uso da água para um determinado fim (MIRANDA 2012).

A sustentabilidade do uso da água, sua proteção, seu uso racional, se estabelece com a gestão, que por sua vez, se fundamenta com uma Política de Recursos Hídricos.(BARROS,2005)

No Brasil, a primeira norma que disciplina o tema é a Política Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo (Lei 7.663,1991), que se apoia nos pilares da descentralização, participação e integração e alça mão das outorgas como principal instrumento (MARCON & PHILLIPI 2007).

O regime jurídico das águas internas sofreu radical transformação com a promulgação da Lei 9.433/97, inspirada no modelo francês, ao prever a gestão participativa e descentralizada dos recursos hídricos, “instituiu a Política Nacional dos Recursos Hídricos, criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos ao regulamentar o inciso XIX, do art. 21, da Constituição Federal”. Na Política Nacional, a abordagem dos recursos hídricos avançou ao ampliar os instrumentos de gestão, de apenas a outorga da Política Estadual para, dentre outros, os Planos de Recursos Hídricos o Enquadramento dos Corpos de Água e a cobrança pelo uso.

Outro avanço da Política Nacional foi a ampliação dos objetivos que, para o Estado de São Paulo consistiam em assegurar controle e uso e qualidade, e que para a União, aprofundou-se o escopo no sentido de assegurar a disponibilidade de água; o uso racional e integrado; a prevenção e defesa.

Em suma, as mudanças advindas da promulgação da Política Nacional são mais do que doutrinárias, mudam os princípios que deverão nortear a gestão no território nacional, de um caráter controlador e reativo, para uma proposta proativa de caráter integrador e articulador.

LINHA DO TEMPO

A partir da década de 1980, a revolução legal da água passa a deliberar diretamente na forma de Políticas Públicas que regulamentam metas, programas e projetos, destravam fundos e criam colegiados nas três esferas de poder. Em outras palavras, a União, os Estados e o Município passam a criar instrumentos de Gestão dos Recursos Hídricos (Figura 80).

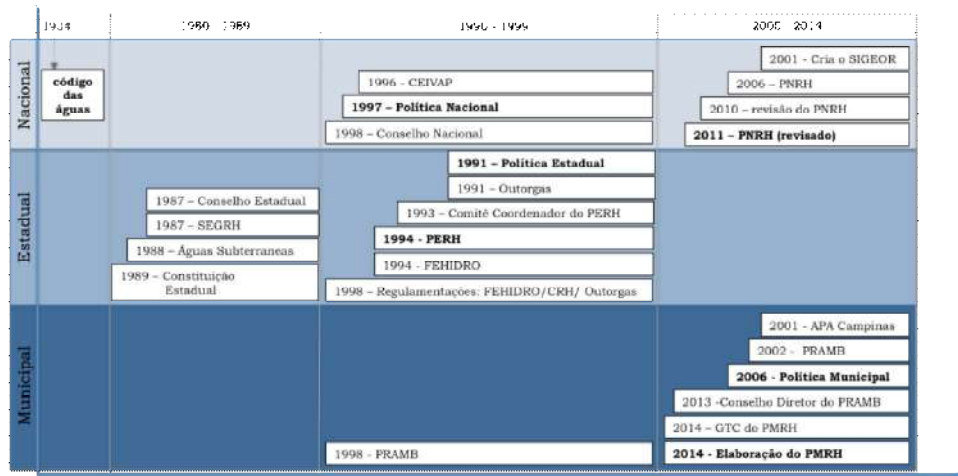


FIGURA 80: LINHA DO TEMPO - ASPECTOS LEGAIS DA ÁGUA

4.3. ARCABOUÇO LEGAL

As principais leis que sustentam os fatos jurídicos e administrativos sobre os recursos hídricos de Campinas, bem como seus instrumentos são:

TABELA 33: ARCABOUÇO LEGAL DA ÁGUA

INSTRUMENTO	ESCOPO	NATUREZA
Lei Federal nº 9.433, de 1º de janeiro de 1997	Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos	Normativa
Lei Federal nº 9.984, de 17 de julho de 2000.	Criação da Agência Nacional de Águas. Entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos.	Normativa
Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 – Art 2º, Inciso II	Racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;	Normativa
Decreto Estadual nº 41.258/96	Regulamento da Outorga de Direitos de Usos dos Recursos Hídricos	Normativa
PORTARIA DAEE 717/96	Aprova a Norma e os anexos I a XVIII que disciplinam o uso dos recursos hídricos	Administrativa
Lei Federal 12.651/12 Art3º Inciso II e Art4º (Código Florestal)	Estabelece as Áreas de Preservação Permanente APP e dá recomendações de uso	Normativa
Lei Federal nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 – Art 2º, Inciso II	Racionalização do uso do solo, do subsolo, da água e do ar;	Normativa
Lei Federal 12.651/12 Art3º Inciso II e Art4º (Código Florestal)	Estabelece as Áreas de Preservação Permanente APP e dá recomendações de uso	Normativa
Lei Municipal 10.729/00	Orienta sobre a recuperação das APP	Normativa
Lei Complementar Municipal 49/13		Normativa
Decreto Municipal 18.705/15		Administrativa
Lei Complementar Municipal 15/06 Art 36 Item V (Plano Diretor) nos termos do Art 190 da Lei Orgânica do Município	Estabelece as Áreas de Proteção Permanente e Planícies de Inundação	Normativa
Lei Federal nº 13.081, de 02 de janeiro de 2015.	Construção e a operação de eclusas ou de outros dispositivos de transposição hidroviária de níveis em vias navegáveis e potencialmente navegáveis	Normativa
Lei Estadual nº. 9.509, de 20 de março de 1997 - Artigo 19	Controle e fiscalização de obras, atividades, processos produtivos e empreendimentos possam causar degradação ao meio ambiente.	Normativa

INSTRUMENTO	ESCOPO	NATUREZA
CONAMA 357/05	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes	Normativa
CONAMA 430/11	Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a resolução CONAMA 357/05	
Decreto nº 5.440, de 4 de maio de 2005.	Controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento	Administrativa
Lei nº 9.782, 26 de Janeiro de 1999.	Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, - Inclui normas de abastecimento	Normativa
Lei Federal Nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007	Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico	Normativa
Lei Municipal Nº 9724 de 28 de abril de 1998	Autoriza a SANASA a cobrar por serviços de esgotamento decorrentes do despejo de efluentes sanitários utilizando fontes alternativas de abastecimento de água.	Normativa
Decreto nº 7.217, de 21 de Junho de 2010	Estabelece normas para execução da Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007.	Administrativa
Decreto Municipal nº 18.199 de 19 de dezembro de 2013	Institui o plano municipal de saneamento básico e outras providências.	Administrativa
Lei Federal nº 6.437, de 20 de agosto de 1977,	Estabelece as sanções respectivas para Infrações à legislação sanitária federal	Normativa
Decreto nº 7.217, 21 de Junho de 2010	Regulamenta a Lei no 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico.	Administrativa
Portaria MS nº 518/ 2004	Norma de Qualidade da Água para Consumo Humano	Normativa
Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011.	Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade	Normativa
Decreto nº 79.367, de 9 de março de 1977	Normas e o padrão de potabilidade de água;	Normativa
Decreto nº 5.440, de 4 de maio de 2005,	Divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano	Administrativa
Lei Federal nº 6.437, de 20 de agosto de 1977.	Configura infrações à legislação sanitária federal, estabelece as sanções respectivas, e dá outras providências.	Normativa
Lei Federal nº 12.334, de 20 de setembro de 2010.	1) Política Nacional de Segurança de Barragens 2) Disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais 3) Informações sobre Segurança de Barragens	Normativa
Lei Estadual Nº 13.577, 08 de julho de 2009	Proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas	Normativa

4.4. GOVERNANÇA E GESTÃO DAS ÁGUAS DE CAMPINAS

Como visto nos capítulos anteriores, as Leis da Água são robustas e inovadoras. A origem conceitual para a elaboração desse arcabouço legal está no trabalho do Francês Molle (2008, *apud* SILVA 2013) que argumenta sobre a construção de políticas públicas estruturadas ou construídas em conjunto com a sociedade; ou seja, a sua gestão democrática.

Na prática, entretanto, a abordagem participativa que prevê o Código das Águas e suas normas subsequentes é baseada em visões idealistas que frequentemente não incorporam o aspecto político da matéria, conforme Silva (2013). É considerado o papel de cada uma das partes (sociedade, técnico científico e político) como componentes estáticos e empoderados de suas atribuições, quando na realidade tem-se uma sociedade dinâmica, moldada por conflitos, interesses e disputa de poder.

Assim, para entender melhor a gestão democrática das águas postas no cenário político atual, é necessário compreender primeiro os modelos teóricos de gestão da Administração Pública.

A Administração pública é definida por Pedro Muñoz Amato¹³ como o próprio sistema de governo, composto de ideias, atitudes, normas, processos e instituições que atendem aos interesses públicos e exercem a autoridade política. Portanto, perpassa sociedade, técnico e político.

Contudo, historicamente a administração pública passou por 03 principais modelos teóricos: patrimonialista, burocrático e gerencial. O modelo patrimonialista está associado a extensão do poder do soberano e portanto dominou o cenário político mundial oligárquico. Com a mudança da sociedade (Mercantil para Capitalista – Industrial) foi adotado o modelo Burocrático, cujas premissas são: o combate a corrupção; profissionalização; hierarquia funcional; impessoalidade; formalismo e; poder racional-legal.

O cenário mundial pós industrial, na década de 80, passou por uma revolução na administração pública mundial, migrando do paradigma burocrático para o gerencial. Com isso, passou a figurar na administração pública a transparência, redução de custos, eficiência, eficácia e o compromisso com o cidadão.

No Brasil, pós ditadura militar, a máquina do Estado retomou a política democrática em 1985 e, alheio a revolução administrativa mundial reforçou o modelo burocrático através da Constituição de 1988. Somente dez anos depois - em 1998, a partir da Emenda Constitucional (EC) nº 19 que o modelo gerencial se tornou possível no Brasil. Na citada Emenda, foi estabelecido o Princípio da Eficiência na administração pública nas 03 esferas de poder (Federal, Estadual e Municipal).¹⁴

¹³ Amato, P. M. *Introducción a la administración pública: teoría general, planificación, presupuestos*, Volume 1. Editora Fondo de Cultura Económica. Texas, EUA. 275p 2007

¹⁴ Castro, R.B. *Eficácia, Eficiência na Administração Pública*. 30o Encontro ANPAD. Salvador, Brasil. 2006

Efetividade, Eficiência e Eficácia

Aplicar o Princípio da Eficiência na Administração Pública significa que o modelo teórico para administrar o setor público deve ser definido por processos flexíveis, eficazes e eficientes, além de uma gestão transparente, efetiva nas externalidades e voltada ao atendimento da cidadania.

A eficácia é definida por Chiavenato (1994)² quanto à capacidade de alcançar os objetivos e metas, ou seja, a eficácia mede os resultados. Já a eficiência é definida como as ações necessárias para se chegar nestes resultados, isso é, a relação custo/benefício entre as ações necessárias e os recursos disponíveis, portanto mede processos.

Note que eficácia e a eficiência atingem o mesmo fim/resultados, entretanto, a primeira avalia tão somente o resultado obtido e a segunda a qualidade da execução das ações e recursos. Quanto a efetividade, abre-se a escala espacial para avaliar todo o processo gerencial e de governança, inclusive os produtos derivados dos resultados e ações.

Governança x Gestão

O conceito de governança na Administração Pública costuma estar associado à capacidade de implantação de políticas. Atualmente, este conceito é expandido para a “governança corporativa para o setor público”, ou seja, incorpora ao conceito tradicional a questão da governabilidade (legitimidade). Em outras palavras, o Estado assume o seu papel inteligente-mediador-indutor, o que exige uma gestão orientada, dentre outros, pela eficácia e efetividade (MATIAS PEREIRA, 2010).

A Federação Internacional - *International Federation of Accountants* (IFAC) - define os princípios da governança no setor público: **Responsabilidade, Integração e Transparência**. Já para a *Australian National Audit Office* (ANAO) são definidos como **Liderança, Integridade e Compromisso**. Estas são abordagens complementares que ajudam a orientar a Governança no Setor Público.

A governança está associada às organizações superiores - aquelas que detém a prerrogativa legal sobre determinada matéria, ou seja, aqueles atores envolvidos nas esferas federal ou estadual, podendo atingir o município. A boa governança direciona a gestão, monitora e avalia os resultados (Figura 81). Na União e no Estado, a boa governança ocorre por intermédio das Bacias Hidrográficas e Políticas Públicas intraestaduais, abarcando macroindicadores e controlando dados e informações. No município, representa o elo de capilaridade destas Políticas Públicas e compatibilização com o uso e ocupação do território, direcionando com maior precisão as ações às devidas Secretarias, Diretorias, Coordenadorias, funcionários, técnicos e/ou a sociedade.

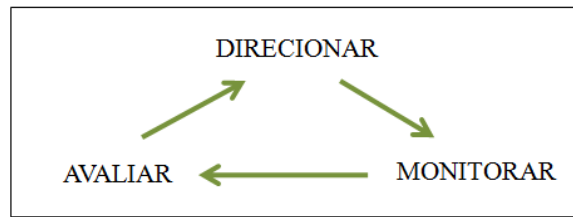


FIGURA 81: FUNÇÃO DA GOVERNANÇA

Embora a governança e a gestão sejam próximas, a governança é orientada pela Efetividade e Eficácia, enquanto a Eficiência é o carro chefe da gestão. Isto significa que a função da Gestão é primar pelos processos, portanto cabe aos entes gestores desde o planejamento até as ações, o monitoramento e a fiscalização (Figura 82).

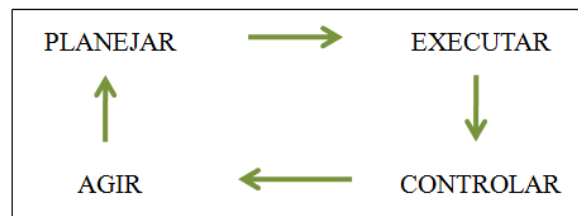


FIGURA 82: FUNÇÃO DA GESTÃO

A gestão consiste em um processo de tomada de decisão que assume as responsabilidades de todos os envolvidos - desde a legitimidade do espaço público à distribuição do poder entre os responsáveis, negociação com os atores sociais e a descentralização da autoridade e das funções. Ou seja, é a capacidade dos governos de planejar programas, políticas e cumprir funções.

Panorama de Gestão das Águas no Brasil

A gestão dos recursos hídricos ganhou notoriedade na década de 1990 quando a Participação Pública, a transparência e o compromisso com a gestão tornaram-se pilares; permitindo que o Código das Águas (1997) refletisse o terceiro modelo de administração. Em decorrência, passou-se de uma gestão das águas centralizada e orientada para o desenvolvimento por intermédio dos setores energético, agrícola e de transporte para um modelo descentralizado, o qual integra parâmetros sociais e ambientais àqueles desenvolvimentistas.

Neste momento o quadro de governança nacional foi estabelecido composto de: Ministério do Meio Ambiente, Secretarias Estaduais de Meio Ambiente, Comitês de Bacias Hidrográficas e a Agência Nacional de Águas; a unidade de planejamento foi cravada nas Bacias Hidrográficas e o meio de comunicação entre entes foi posto de forma integrada (Gestão Integrada dos Recursos Hídricos – GIRH).

Ao longo dos últimos 20 anos, a Gestão das Águas ganhou força, ao deixar de ser fragmentada e se tornar descentralizada, porém com uma fundamentação legal integrada e bem estruturada, através da promulgação da Política Nacional de Recursos Hídricos e a criação da Agência Nacional das Águas/ANA (JACOBI & BARBI, 2007).

Na prática, essa postura descentralizada nas Bacias Hidrográfica se traduziu nas Unidades de Planejamento e Gerenciamento dos Recursos Hídricos, em São Paulo, as UGRHI (*unidades de gerenciamento dos recursos hídricos*). Nestas unidades a gestão é colegiada e, portanto, pauta-se na articulação e negociação sociotécnica entre entes e sociedade (JACOBI & BARBI, 2007), cabendo aos Comitês de Bacia essa difícil missão.

Os Comitês são órgãos consultivos e deliberativos que, por intermédio legal, trazem a sociedade civil para assumir a corresponsabilidade na condução da política, planejamento e gestão das águas. Isso implica em assumir também a instância de decisão tarifária, de taxas ou de outras formas de cobranças ou orientações ao uso da água. A estrutura dos comitês visa atingir a efetividade da gestão, ao primar por ações transparentes e permeáveis, efetivas e eficientes com responsabilidade social e econômica. A junção de atores governamentais, empresariais e atores sociais devem limitar as chances de abuso do poder. Todavia é a capacidade de organização de uma sociedade civil forte e empoderada que atenua a manipulação do executivo.

Em suma, a responsabilidade sobre a avaliação da efetividade de gestão dos recursos hídricos no Brasil é consorciada e deve ser garantida pelos seus gestores, sob o acompanhamento da sociedade civil.

Entretanto para ser efetiva, a gestão depende de uma cultura institucional voltada para o modelo gerencial; caso contrário, os processos burocráticos serão entraves para se atingir os objetivos. Ademais, a gestão é dinâmica, muda rapidamente acompanhando as crescentes demandas por água, mas a disponibilidade, assim como a institucionalização e a participação social é morosa.

O trabalho de Silva (2013) exemplifica a importância da gestão pública orientada pela eficácia, eficiência e efetividade por meio do Encontro dos Comitês de Bacias Hidrográficas do Brasil (ENCOB) de 2012. Na oportunidade, foram apresentados os resultados e avanços na questão das águas – porém, a autora alerta que os interesses do governo central e dos técnico-científicos estão sendo atingidos, mas os da sociedade não são claros ou não são atendidos. Isto significa que os processos ou a eficácia das ações não estão sendo medidas.

Além disso, a importância das áreas urbanas no desenvolvimento dos municípios e dos Estados lhes confere poder de toma de decisão maior que a capacidade de suporte dos recursos hídricos. De modo que as falhas de governança e gestão das águas residem no processo participativo de sua democratização e na definição de prioridades da alta administração dos municípios (menos unidade de planejamento dentro das Bacias Hidrográficas).

4.4.1. CAPACIDADE DE GERIR

A capacidade de gerir Recursos Hídricos no contexto municipal é limitado, uma vez que participam da Governança e da Gestão entes Federativos, Estaduais e o próprio município. Conceitualmente, a capacidade de gerir significa a forma como um determinado assunto será gerido, desde a sua legitimidade (quem pode gerir) à distribuição do poder entre os responsáveis, negociação com os atores sociais e a descentralização da autoridade e das funções, até mesmo a busca pela excelência, valorização do público e da sociedade, flexibilidade e inovação. Ou seja, é a capacidade dos governos de planejar programas, políticas e cumprir funções (Figura 83).

Para a gestão dos Recursos Hídricos de Campinas, foi adaptado o modelo de Trevo de Gestão para a realidade municipal, visto que na gestão das águas é de responsabilidade Federal ou Estadual, a calha do Rio para dentro; gerida prioritariamente pelo Comitê de Bacias PCJ. Por outro lado, da calha do Rio para Fora, ou seja, na extensão territorial do município passível de gerenciamento do uso e ocupação do solo, a gestão é municipal. Neste cenário, tem-se tanto a dimensão de governança como a gestão de forças internas (município) e externas (Estado e União).

Assim, a capacidade de gerir os recursos hídricos será abordada no Prognóstico (Volume 2), sendo o Governo - a Governança Interna (Alta governança municipal) e Externa (Estado e União) - e as demais partes avaliadas sob a perspectiva da Gestão Municipal. Em outras palavras, na esfera de Governo concentra-se a capacidade de AVALIAR – MONITORAR – DIRECIONAR e para as demais partes a capacidade de PLANEJAR – EXECUTAR – CONTROLAR – AGIR (Figura 83).

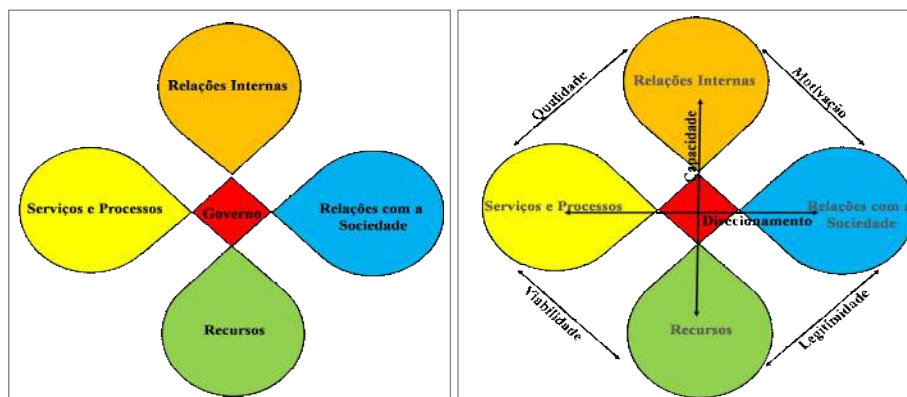


FIGURA 83: TREVO DE GESTÃO ADAPTADO E RELAÇÃO ENTRE AS PARTES

4.4.2 DESAFIOS E OPORTUNIDADES DOS RECURSOS HÍDRICOS

4.4.2.1. MAPEAMENTO PARTICIPATIVO

A participação pública é uma condição fundamental para o sucesso e a garantia da manutenção das ações propostas ao longo do tempo. Se for bem conduzida assegura a redução dos custos de implantação de projetos (MCPHERSON & JOHNSON, 1998) e possibilita a inclusão dos interesses da população, antes de sua implantação, evitando ou minimizando assim, os conflitos (CAETANO & OGERA, 1996; SCARABELLO FILHO, 2003).

É a partir do estudo do que os usuários percebem, como e com que intensidade, que podem ser definidas diretrizes para a organização físico-ambiental (DEL RIO, 1999). Por isso, a participação popular não deve ser só na tomada de decisões, mas também em todas as fases de planejamento (HOFFMAN, 1984).

Nesta perspectiva, foram realizadas oficinas participativas do PMRH no período de 2014 (Tabela 34); cujo escopo foi definido por uma Câmara Técnica do GT Coordenador do Plano, com a participação das Secretarias: do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, da Educação, da Saúde, da Defesa Civil, da Habitação e do Desenvolvimento Econômico, qual seja: *a capacitação dos participantes para melhor contribuir com propostas e o levantamento de questões quantitativas referentes à relação entre atividades humanas e os recursos hídricos nas bacias hidrográficas.*

Ressalta-se que as oficinas participativas são um modo de estimular a produção coletiva do conhecimento; em que pressupõe-se que todos têm algo a ensinar, mas também a aprender. Assim, as oficinas descentralizadas (por bacia hidrográfica), bem como a do setor rural foram divididas em três momentos: A Capacitação em leitura de mapas e sobre os Recursos Hídricos; (ii) O trabalho coletivo em grupos por meio da Metodologia de Biomapas (Figura 84); e (iii) A apresentação dos Biomapas produzidos em grupos para todos os demais participantes.

TABELA 34: OFICINAS PARTICIPATIVAS DIAGNÓSTICAS DO PLANO MUNICIPAL DE RECURSOS HÍDRICOS

	Bacia	Data	Local
01	Anhumas	07/10/2014	EMEF Raul Pila
02	Atibaia	20/10/2014	Subprefeitura de Joaquim Egídio
03	Quilombo	04/11/2014	EMEF Dr. João Alves dos Santos
04	Capivari I	11/11/2014	EMEF Geny Rodrigues
05	Capivari II	18/11/2014	EMEF Zeferino Vaz
06	Rural	06/11/2014	CATI – Coord. Ass. Téc. Integral
07	Indústria	25/11/2014	Centro das Indústrias do Estado de São Paulo



FIGURA 84: APLICAÇÃO DOS BIOMAPAS

A metodologia de biomapas¹⁵ (adaptada para o Plano Municipal de Recursos Hídricos) é uma forma de mapeamento feito pela comunidade local, ou seja, uma representação física da realidade em que se vive, transcrita de uma forma participativa, fácil e lúdica, de modo a estimular o processo de aprendizagem.

Durante a oficina foi solicitado aos participantes que mapeassem as principais atividades que afetam os Recursos Hídrico, sendo a legenda inicial descrita na Figura 85. Além disso, nas oficinas regionais os mapas representavam a Bacia objeto da oficina, ou seja, mapas das Bacias do Ribeirão Anhumas, Atibaia, Quilombo, Capivari e etc.; enquanto na oficina do setor rural foi debatida toda a extensão do território de Campinas.



FIGURA 85: LEGENDA DO MAPEAMENTO PARTICIPATIVO

¹⁵ Para mais informações sobre a metodologia e os resultados brutos das oficinas vide endereço eletrônico: <http://campinas.sp.gov.br/governo/meio-ambiente/plano-hidricos.php>

Outra particularidade da oficina do setor “rural” foi a validação das informações geradas nas oficinas do PMRH em comparação com os resultados da oficina participativa do Plano Municipal de Desenvolvimento Rural (PMDR)¹⁶, a qual utilizou a metodologia de construção de cenários.

Finalmente, a oficina da “indústria, comércio e serviço” consistiu de inquirição eletrônica e palestra para debate da problemática dos recursos hídricos e a interface com o setor. No entanto, dada a discussão na rede CIESP/FIESP permear pelas cadeias Estadual e Federal, a perenidade do Plano Municipal não atingiu a participação esperada, sendo importante trabalhar melhor as questões da indústria por intermédio da articulação e negociação entre esferas de poder.

Resultado - Oficinas Regionais

As oficinas regionais contaram com um total de 357 participantes, representantes da Sociedade Civil, das Universidades PUC Campinas e UNICAMP, da Prefeitura de Campinas, Subprefeitura de Joaquim Egídio, SANASA, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo (SAA/CATI) e dos Conselhos CONDEMA e CONGEAPA. Já a participação da Sociedade Civil ocorreu predominantemente entre alunos do programa Educação de Jovens e Adultos – EJA das escolas que recebiam a atividade, o que representa um desafio na participação social do Plano. Através das Oficinas, foi possível ler a percepção deste universo amostrado sobre os elementos que causam dano ou benefícios ao “Rio que queremos”.

De forma geral, foram mapeados 25 tipos de dano ou benefícios (Tabela 35), totalizando 1.219 ocorrências (pontos marcados nos mapas). Seus resultados expressam a vivência do território, o que fica mais evidente quando observa-se a distribuição dos problemas em ambiente urbano e rural (Figura 86). Isto ocorre porque foi atingido um público predominantemente urbano e, com esse perfil, a diferença de mapeamento entre urbano e rural é expressivo.

TABELA 35: TIPOLOGIA DE DANOS E BENEFÍCIOS MAPEADOS NAS OFICINAS REGIONAIS DO PMRH OCORRIDAS EM 2014

Tipo	Ocorrência	
	rural	urbano
Área Contaminada	0	2
Áreas Verdes	39	67
Assoreamento	1	2
Aterro de Inertes	0	2
Cemitério	0	1
Criação de Animais	2	3
Degradação da Mata Ciliar	68	155
Descarte de lixo	28	140
Desmatamento	0	1
Erosão	32	42
Inundação ou Alagamento	5	106

¹⁶ **Plano Municipal de Desenvolvimento Rural (PMDR).** Oficina realizadas em 25/09/2014 (08h30 às 17h30) na CATI com representantes de Entidades Públicas, ONG, Conselhos, Sindicatos Produtores e Moradores

Bueiro entupido	0	2
Irrigação	15	27
Lançamento de esgoto	8	180
Lazer	19	36
LEV	0	31
Ecoponto	3	13
Lixão/Aterro	0	3
Mineração	7	28
Nascente	0	2
Ocupação em Área Rural	1	0
Ocupação em APP	4	99
Ocupação irregular	2	39
Queimada	0	1
Urbanização intensa	0	3
subtotal	234	985
total		1219

Nesse íterim, a diferença entre os elementos mapeados em ambiente rural (19% das ocorrências) e urbano (81%), possivelmente, podem ser um reflexo do distanciamento histórico das áreas verdes ou das áreas rurais dos centros urbanos de Campinas. Nestes casos, mesmo que haja o uso intensivo do ambiente rural, como é o caso da Bacia do Rio Atibaia, este convívio permanece restrito aos finais de semana ou ao circuito gastronômico; bem como usos para esportes de aventura; não sendo característica uma vivência diária, o que distancia a percepção de impactos pontuais.

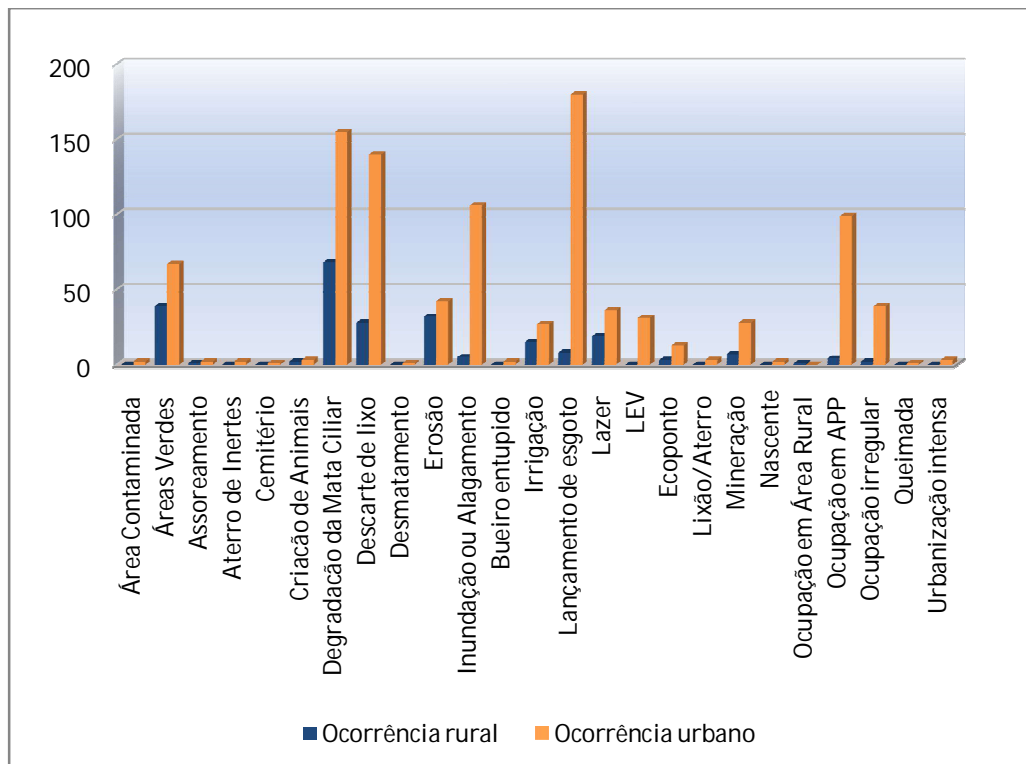


FIGURA 86: TIPOLOGIA DE DANOS E POTENCIALIDADES MAPEADAS NAS OFICINAS POR AMBIENTE URBANO E RURAL

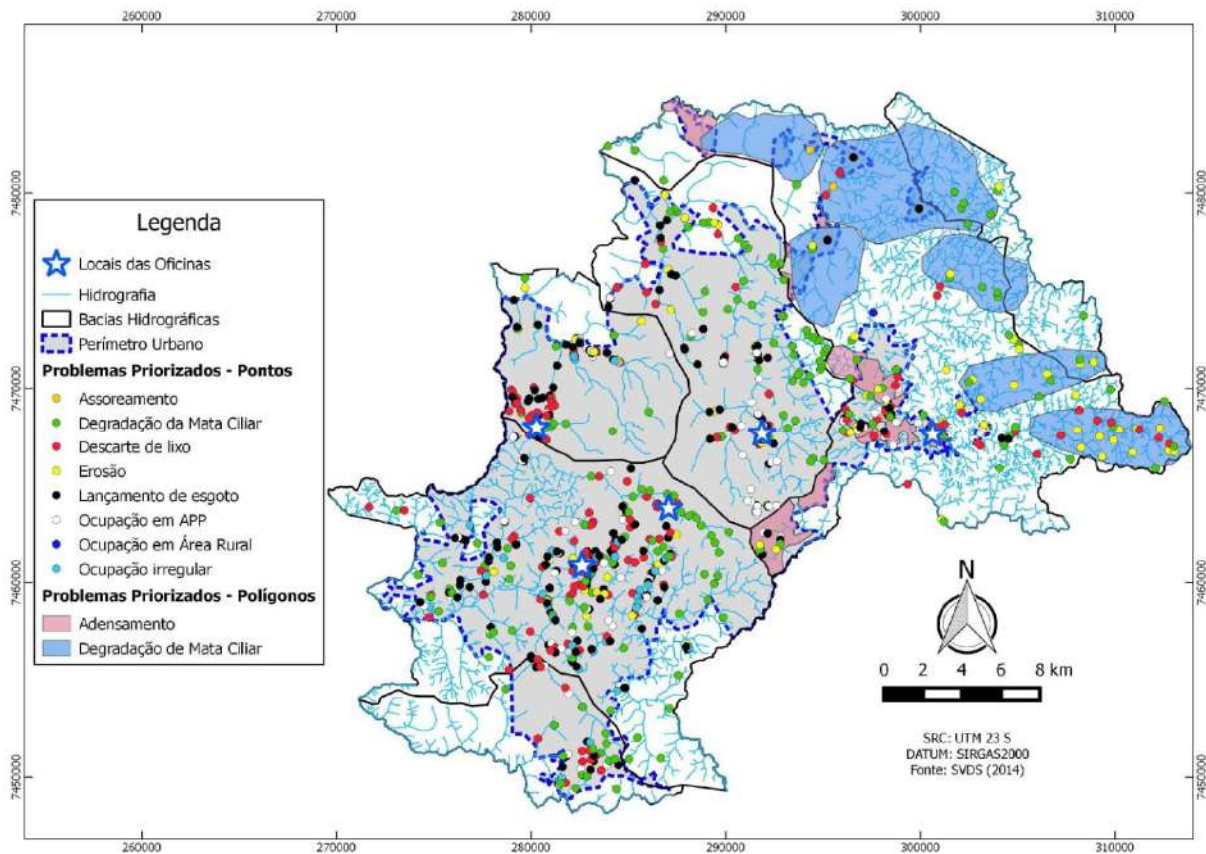


FIGURA 87: DANOS IDENTIFICADOS NAS OFICINAS REGIONAIS

Enquanto no ambiente urbano concentram-se as ocorrências de lançamento de esgoto (180), foram identificados apenas oito pontos de lançamento em ambiente rural, ainda que essa porção do território tenha deficiência em atendimento de coleta e afastamento ou em alternativas de esgotamento sanitário, segundo dados do Plano Municipal de Saneamento Básico de Campinas (2013).

Considerando as ocorrências mapeadas nas oficinas regionais (Figura 87), em meio urbano - o lançamento de esgoto (180), degradação da mata ciliar (155), descarte de lixo (140), inundação (106) e ocupação de APP (99) são os principais danos ambientais sobre os recursos hídricos. Já em ambiente rural podem ser observados problemas com degradação da mata ciliar (68) e erosão (32). Quanto aos benefícios à qualidade e quantidade dos recursos hídricos, em ambos os casos se destacam as áreas verdes e de lazer.

Outro resultado obtido pelas oficinas regionais é a priorização dos três danos que mais interferem no “Rio que Queremos”. De modo que a Tabela 36 apresenta a priorização dos problemas, de acordo com os grupos de cada oficina.

TABELA 36: PROBLEMAS PRIORIZADOS NAS OFICINAS PARTICIPATIVAS/POR GRUPO

Grupo		Prioridade 1º	Prioridade 2º	Prioridade 3º
Ribeirão Anhumas	1	Degradação da Mata Ciliar	Lançamento de Esgotos	Alagamento / Inundação / Impermeabilidade
	2	Lançamento de Esgotos	Descarte de Lixo	Falta de Educação Ambiental
	3	Lançamento de Esgotos	Descarte de Lixo	Degradação da Mata Ciliar
	4	Lançamento de Esgotos	Degradação da Mata Ciliar	Descarte de Lixo
	5	Lançamento de Esgotos	Impermeabilidade/ Ocupação	Degradação da Mata Ciliar
Rios Atibaia / Jaguari	1	Rural - Degradação Mata Ciliar/ Erosão	Urbano - Ocupação da Mata Ciliar	Urbano Lançamento Esgoto/Lixo
	2	Degradação Mata Ciliar	Erosão e Assoreamento	Lançamento de Esgotos
	3	Ocupação da Mata Ciliar	Descarte de Lixo	Degradação dos espaços urbano/rural
	4	Saneamento	Atividades Econômicas degradantes	Adensamento na APA
	5	Degradação da Mata Ciliar	Descarte de Lixo / esgoto	Ocupação da Mata Ciliar
Ribeirão Quilombo	1	Degradação Mata Ciliar	Ocupação da Mata Ciliar	Descarte de Lixo / Inundação
	2	Descarte de Lixo	Queimadas	-
	3	Descarte de Lixo	Lançamento de Esgoto	-
	4	Descarte de Lixo	Lançamento de Esgoto	Ocupação da Mata Ciliar
	5	Descarte de Esgoto/Lixo	-	-
Rio Capivari I	1	Ocupação da Mata Ciliar	Lançamento de Esgoto	Descarte de Lixo
	2	Descarte de Lixo/esgoto	Carência de Áreas Verdes	Mobilidade Urbana
	3	Ocupação da Mata Ciliar	Lançamento de Esgoto	-
	4	Descarte de Lixo	-	-
	5	Poluição (Esgoto/Lixo)	Degradação Mata Ciliar	-
Rio Capivari II	1	Lançamento de Esgoto	Descarte de Lixo	-
	2	Descarte de Lixo	Lançamento de Esgoto	Carência de Áreas Verdes
	3	Lançamento de Esgoto	Descarte de Lixo	Degradação Mata Ciliar
	4	Lançamento de Esgoto	Descarte de Lixo	Degradação Mata Ciliar

Os principais problemas hierarquizados foram resumidos no gráfico da Figura 88: aspectos relacionados ao Saneamento Básico, como o Esgotamento Sanitário (31%) e o Manejo de Resíduos (30%), e os aspectos ligados a degradação (16%) e ocupação (10%) das Áreas Ciliares. É interessante observar que durante a priorização, as tipologias mais citadas foram justamente as três maiores ocorrências no mapeamento participativo (*Lançamento de Esgoto, Descarte de Resíduos e Mata Ciliar*).



FIGURA 88: RESUMO DOS PRINCIPAIS PROBLEMAS AMOSTRADOS NAS OFICINAS

O destino dado aos resíduos e esgoto é uma grande preocupação, entretanto, é mais associada ao local específico onde se mora do que ao município, como um todo. Por exemplo, no mapeamento participativo esses danos ocorreram mais concentrados nas proximidades das casas, mas dificilmente foram identificados longe da área de vivência dos participantes.

Já o mapeamento da degradação da Mata Ciliar ocorreu de forma mais homogênea no território. Na maioria das vezes, isto representava um simples mapeamento de presença e ausência de vegetação o que tornou mais fácil a identificação do dano. Em geral, os participantes tinham dificuldade de definir o tipo de degradação ou as suas causas, especialmente quando a origem do dano era uma relação causal entre o usuário e a mata ciliar, ou seja, a própria população como gerador do dano. É possível que isso ocorra porque a percepção dos participantes sobre danos ambientais está associada ao que afeta diretamente a sua saúde ou o seu cotidiano. Por outro lado, nota-se que a degradação da vegetação afeta o rio, a fauna e a flora.

Em suma, o reconhecimento dos danos aos recursos hídricos ocorre quando associado a incomodidade, isto é, o mau cheiro, falta de beleza cênica e outros fatores de desconforto que afetam o dia a dia da população. Isso fica muito claro no descarte de resíduos e esgotamento sanitário. Já no caso da degradação da Mata Ciliar, este só se torna um fator de incomodidade quando a área ciliar é associada a um “matagal”, sem manutenção ou limpeza o que a transforma em um espaço abandonado que finalmente acaba sendo utilizado para descarte de resíduo e/ou ocupação irregular.

Contudo, a priorização não pode ser mantida somente pela perspectiva municipal, é necessário analisar os resultados das oficinas por Bacia. Isso porque cada Bacia tem um perfil socioeconômico e de caracterização ambiental próprio, o que define um conjunto de danos diferente para cada situação (Figura 89). Por exemplo, nas Bacias do Ribeirão das Anhumas e Capivari I a 1ª prioridade consiste no Lançamento de Esgoto enquanto na Bacia do Rio Atibaia é a Degradação da Mata Ciliar. A seguir são destacadas as priorizações por Bacias.

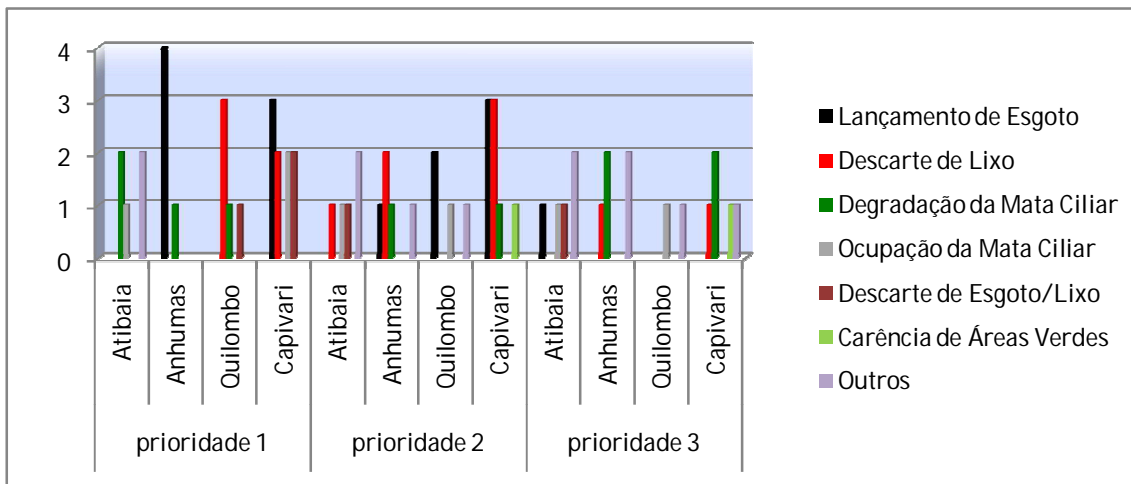


FIGURA 89: GRÁFICO DE PRIORIZADOS DE PROBLEMAS POR BACIA HIDROGRÁFICA

O terceiro resultado das oficinas foi o apontamento das responsabilidades e soluções para cada um dos itens priorizados, sendo que tal resultado será discutido no cruzamento dos mapeamentos técnico e participativo.

Bacia do Ribeirão das Anhumas

A oficina regional da Bacia do Ribeirão das Anhumas contou com 73 participantes distribuídos em cinco grupos, os quais identificaram como principal problema (1ª prioridade) o Lançamento de Esgoto, somado a questões como Degradação da Mata Ciliar, os quais afetam a qualidade e a quantidade das águas. Cabe destacar que os participantes identificaram como problemas prioritários para essa Bacia, a impermeabilização excessiva, alagamento e inundação, os quais são prioridades exclusivamente nesta região.

Bacia dos Rios Atibaia/Jaguari

A oficina regional da Bacia do Rio Atibaia e Jaguari contou com 58 participantes (cinco grupos), principalmente com representantes de Conselhos e entidades públicas, representantes da população e ONG engajadas nas questões ambientais que envolvem a Área de Preservação Ambiental de Campinas/APA Campinas. Neste cenário social foi destacada a importância primária da Degradação das Matas Ciliares e Ocupações nas APP. Ademais, as questões de Saneamento Básico permearam timidamente nas três prioridades, sendo identificado como 3ª prioridade para apenas um grupo.

Bacia do Ribeirão Quilombo

A oficina regional da Bacia do Rio Quilombo contou com 84 participantes (5 grupos), os quais definiram o Descarte de Resíduos como principal problema desta Bacia.

Bacia do Rio Capivari (I e II)

A oficina regional da Bacia do Rio Capivari I contou com 89 participantes (5 grupos) enquanto a do Rio Capivari II, 53 participantes (4 grupos). Nesta Bacia destaca-se, também as questões de Lançamento de Esgoto e Descarte de Resíduos. As Bacias do Capivari e Capivari Mirim, aqui unidas, apresentam uma importante particularidade - a reivindicação popular por áreas verdes, à exemplo do Parque da Vila União.

Resultados – Oficina Setor Rural

Os resultados do Setor Rural dizem respeito as Oficinas do Plano Municipal de Desenvolvimento Rural e o de Recursos Hídricos, ambas ocorridas em 2014 e contando com a participação de: Moradores / Produtores: de Joaquim Egídio, Carlos Gomes, Gargantilha, Amarais, Friburgo, Fogueteiro e Pedra Branca; e representantes das instituições: APTA Jaguatibaia; CEASA; COMDEMA; CATI; COOPERAF; EMBRAPA; FEAGRI / UNICAMP; IMA; IAC; IBGE; INCRA; ITAL; SEBRAE; Sindicato dos Empregados Rurais de Cosmópolis, Artur Nogueira, Paulínia e Campinas - Sindicato Rural de Campinas (SRC); CEPAGRI / UNICAMP; SEINFRA/ SMSP/ SVDS/ SMS/ SEPLAN/ SMCAIS/SMCASP; SANASA; Subprefeituras de Joaquim Egídio, Sousas e Barão Geraldo.

A relação do setor rural com o meio em que vive e dos problemas das águas é muito maior que a relação da urbe com a água. Por um lado, os produtores rurais agregam valores de uso econômico a terra e a água. Por outro, ocorre o pertencimento daqueles que residem em área rural, especialmente sobre os danos ambientais relacionado aos rios. Ou seja, a visão utilitarista do rio cria uma consciência das águas como insumo para produção de *commodities* e, conseqüentemente, aproxima o usuário do recurso ambiental, inclusive despertando a necessidade de conhecimento e proteção do recurso.

Um exemplo disso é a diferença de percepção do ambiente rural pelos participantes das oficinas regionais e das oficinas do setor rural. No primeiro caso, destacaram-se preocupações com a Degradação da Mata Ciliar, Erosão e Descarte de Resíduos e as oportunidades associadas a Lazer e Áreas Verdes; porém todas essas ocorrências consistiram apenas 19% da percepção do território de Campinas. Já na oficina do setor rural (Figura 90), a discussão foi muito mais profunda, destacando ameaças como a expansão do aeroporto e do perímetro urbano e a falta de infraestrutura (das estradas rurais, saúde, segurança, saneamento e educação).

A percepção do setor sobre dano ambiental, como esclarecido anteriormente, está associada a questões utilitarista e por isso a origem de todos os danos está no êxodo rural. Para os participantes “*manter*

o produtor rural na área é assegurá-lo como guardião das águas”, isto é, os recursos naturais são fundamentais para a produção rural e por isso, se o homem ficar no campo é uma garantia que haverá preocupação e cuidado com o recurso. Para que isso ocorra, no entanto, primeiramente é preciso conter as questões que ameaçam o êxodo rural e em segundo plano, estimular com políticas públicas o manejo e as práticas agrícolas conservacionistas para conter demais danos como Degradação da Mata Ciliar, Erosão e Saneamento.

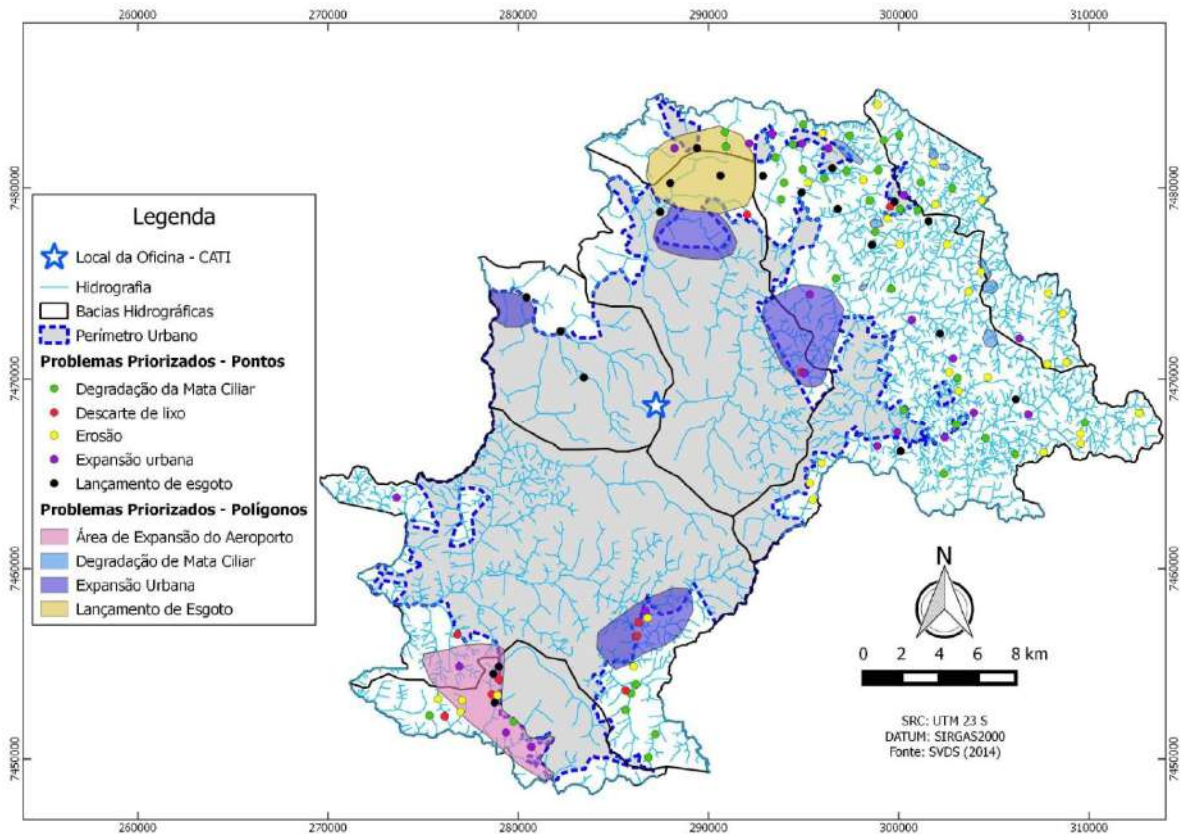


FIGURA 90: MAPA DE PRIORIZAÇÃO DOS PROBLEMAS AMOSTRADOS NA OFICINA RURAL

4.4.2.2. MAPEAMENTO PARTICIPATIVO X MAPEAMENTO TÉCNICO

Para melhor compreender a dimensão dos problemas identificados pela sociedade, foram consolidadas as prioridades hierarquizadas nas oficinas participativas e as propostas de soluções em um cruzamento com o mapeamento técnico.

Primeiro, ao olhar para o território de Campinas, a demanda social é muito maior que a demanda ambiental, provavelmente por isso há uma visão imediatista e utilitarista do território, o que dificulta a percepção do meio ambiente ou dos danos/impactos ambientais e cria uma resistência às questões inerentes aos recursos naturais. Também deve ser considerado que para muitos, o meio ambiente é periférico e que o

centro da cidade não faz parte do meio ambiente, o que é um grande equívoco; uma vez que há uma dependência dos recursos naturais em toda a extensão territorial.

Além disso, o equacionamento dos problemas demandados é afeto a múltiplas pastas e, por isso, são danos que precisam de ação consorciada. É necessário integrar projeto, programas e ações e juntos organizar campanhas, como, por exemplo, o modelo de gestão do PAC.

Lançamento de Esgoto

A Figura 91 mostra que os pontos de lançamento de efluentes identificados pelos participantes estão concentrados, em sua maioria, dentro do perímetro urbano. Esses pontos incidem em áreas, em que as informações técnicas indicam bairros sem sistema de esgotamento sanitário ou ocupações irregulares. Para esse tema, as informações coletadas nas oficinas estão muito próximas às técnicas, reforçando a importância de equacionamento destas questões.

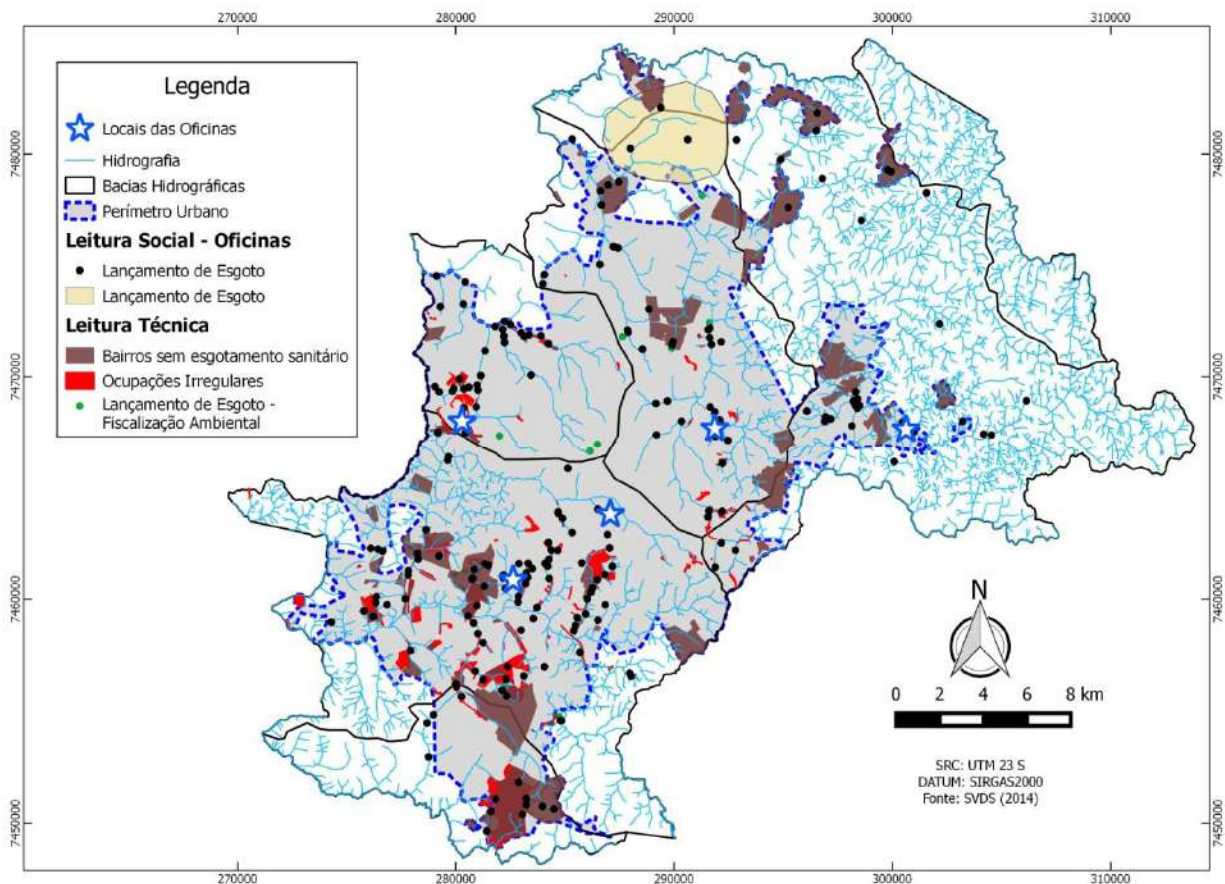


FIGURA 91: MAPEAMENTO PARTICIPATIVO X TÉCNICO - LANÇAMENTO DE ESGOTO

No caso, o Lançamento de Esgoto (Esgotamento Sanitário) é um objeto da Universalização do Saneamento promovido pelo Plano Municipal de Saneamento Básico/ PMSB, o qual dispõem de metas e objetivos próprios. Contudo, as oficinas do PMRH, bem como as oficinas de desenvolvimento rural puderam estruturar soluções e diretivas gerenciais para o “Rio que queremos”. (Tabela 37).

Primeiramente, foi estabelecida a corresponsabilidade entre a comunidade e a Prefeitura, sendo que a Comunidade pode atuar como elo de fiscalização através de cobranças e denúncias coletiva ou individual, mas que para isso é necessário um trabalho de conscientização e organização coletiva, a fim de que a população de Campinas possa se unir e tornar-se multiplicadora de boas práticas. Além disso, os participantes propuseram a atuação social na educação ambiental local para promover a utilização de fossas ou sistemas alternativos naqueles bairros sem esgotamento e no combate ao lançamento de efluente.

Por outro lado, a sociedade enxerga que a principal função da Prefeitura é o Poder de Polícia. Em contraposição, ainda que os participantes exijam a atuação efetiva da fiscalização por meio da punição e multas, frequentemente, foi destacada a necessidade do papel Disciplinador e Educador do Município por meio de Políticas Públicas que incentivem as boas práticas, conscientizem e sensibilizem a população, como por exemplo, as práticas de incentivo fiscal ou tarifário.

TABELA 37: RESUMO DAS AÇÕES PARA O EQUACIONAMENTO DO TEMA LANÇAMENTO DE ESGOTO – BASEADO NAS SUGESTÕES DAS OFICINAS PARTICIPATIVAS

Ação	Contribuição		
	Social	PMC	Outros
Comunicação (orientação e Educação)	X	X	X
Educação Ambiental	X	X	X
Denúncia e Acompanhamento	X	X	
Cobrar o Poder Público	X		
Promover ações alternativas de remediação até receber o serviço de esgotamento sanitário	X	X	X
Fiscalizar		X	
Multar		X	
Incentivar e Orientar praticas corretas		X	X
Campanhas de sensibilização com estímulo tarifário ou fiscal		X	
Atender as denúncias da sociedade		X	
Colocar funcionários focado no diálogo com a comunidade permanentemente		X	
Comunicação (Planejamento e Gestão)		X	X
Gestão participativa e intersetorial	X	X	X
Fazer cumprir o PMSB		X	
Mobilizar a comunidade na formulação de parcerias	X	X	
Promover fossas sépticas no rural		X	X
Reconstituir as APP	X	X	X
Regulamentar a Lei 10.850/2001		X	
Promover a Regularização Fundiária		X	

A questão da Educação Ambiental é um fator recorrente, permeando todos os atores envolvidos no dia-a-dia dos recursos hídricos (usuários, gestores, controladores e fiscais). Entretanto as proposições se

resumem a promover a educação ambiental e são pouco direcionadas. Salvo, por exemplo, a proposta de Programa de Sensibilização do meio ambiente do local onde vivem as pessoas, a começar pelos nomes dos rios ou a necessidade de funcionários da prefeitura focados (permanentemente) no diálogo com a comunidade.

Do ponto de vista rural, foi destacada a necessidade urgente de promover a reconstituição da APP e da implementação do esgotamento via fossas sépticas.

Além dessa corresponsabilidade, foi identificada a necessidade de estabelecer parcerias com outros atores para que as ações de Esgotamento Sanitário possam ser melhor solucionadas, são eles: mídia (jornais e TV); as associações de moradores, centros comunitários, condomínios, cooperativas e catadores; as escolas, comércio, empresas e indústrias; Universidades e Instituições de Pesquisa; ONG e outros órgãos como CETESB, CATI e outros.

Em suma, embora as questões relacionadas ao lançamento de esgoto sejam fundamentais em todo o território municipal, seja urbano ou rural, a demanda social das oficinas prioriza a atuação do poder público nas Bacias do Ribeirão Anhumas, Capivari e Capivari Mirim.

Descarte de Resíduos

Com relação ao descarte irregular de resíduos sólidos, a Figura 92 mostra que esse problema também foi majoritariamente, perceptível dentro do perímetro urbano. De modo que na região oeste, quase todas as áreas com ocupações irregulares apresentaram esse problema. Além disso, a concentração de pontos viciados e os poucos pontos vistoriados pela Fiscalização Ambiental podem indicar a dificuldade de realizar vistorias e trabalhos preventivos nessas áreas.

Os descartes irregulares, assim como o Lançamento de Esgoto também são objeto do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), previstos no eixo Limpeza Urbana e Manejo de Resíduos Sólidos, para o qual são tratadas as metas e as orientações de gestão dos resíduos. Nesta oportunidade, foi compatibilizada a perspectiva social através das oficinas dos PMRH e PMDR, as quais permitiram descrever soluções e diretivas gerenciais para o “Rio que queremos” percebidas pelo universo amostrado. (Tabela 38).

TABELA 38: RESUMO DAS AÇÕES PARA O EQUACIONAMENTO DO TEMA DESCARTE DE LIXO – BASEADO NAS SUGESTÕES DAS OFICINAS PARTICIPATIVAS

Ação	Contribuição		
	Social	PMC	Outros
Comunicação (orientação e Educação)	X	X	X
Educação Ambiental	X	X	X
Denúncia e Acompanhamento	X	X	
Cobrar o Poder Público	X		
Descartar resíduo no local certo	X	X	X
Sugerir novos pontos de coleta para a prefeitura	X		
Promover ações individuais como compostagem, reciclagem de embalagens, separação de lixo	X		
Promover ações coletivas de limpeza por meio de multirões	X		
Fiscalizar		X	
Multar		X	
Incentivar e Orientar práticas corretas		X	X
Campanhas de sensibilização com estímulo tarifário ou fiscal		X	
Aumentar a rede de coleta em locais mais próximos as comunidades		X	
Comunicação (Planejamento e Gestão)		X	X
Gestão participativa e intersetorial	X	X	X
Desenvolver programa de Educação Ambiental		X	X
Promover a limpeza de estradas vicinais e locais públicos rurais		X	
Disponibilizar serviço de coleta no rural		X	

A proximidade das questões de Saneamento faz com que as informações sobre o Lançamento de Esgoto e Descarte de Lixo sejam similares, como é o caso da corresponsabilidade entre a comunidade e a Prefeitura. O papel da Comunidade como elo de fiscalização através de cobranças e denúncias coletiva ou individual continuou a aparecer com grande frequência, mas acrescido do papel mais ativo da sociedade, por meio de sugestões de mobilização popular para adoção e limpeza de praças e áreas expostas ao dano.

Já da Prefeitura, é esperado, além do Poder de Polícia, Disciplinador e Educador, tanto o aumento das redes de coleta - através de mais ecopontos, contêineres para recicláveis e lixeiras, pontos de coleta seletiva e o incentivo às operações “cata-treco” - quanto a ampliação e melhoria das formas de divulgação, inclusive informando melhor a população sobre horários de coleta seletiva, “cata-treco” e mudanças relacionadas a coleta de lixo.

Embora a questão do descarte irregular de resíduos em meio rural esteja pouco mapeada, ocorrem os mesmos problemas e soluções apontados em área urbana. Ademais, é comum ao ambiente rural as práticas de disposição direta no solo e queima clandestina associada às estradas vicinais e outros locais públicos. Em oficina, foi levantado que a mudança de práticas requer ações de educação ambiental e disponibilização serviço de coleta. Entretanto, a situação atual do rural requer uma atuação de gestão paulatina, sendo em um primeiro momento necessária a orientação sobre novas práticas, as quais devem ser monitoradas e assessoradas; para que posteriormente as práticas irregulares possam ser coibidas por meio de fiscalização e multas.

Também foi identificada a necessidade de estabelecer parcerias com outros atores, como: associações de moradores, centros comunitários, condomínios, cooperativas e catadores informais; as escolas, comércios, empresas e indústrias; as Cadeias de Logística Reversa, Universidades e Instituições de Pesquisa; ONG e outros órgãos do Poder Público Estadual e Federal.

Em suma, embora as questões relacionadas ao descarte de resíduos sejam fundamentais em todo o território municipal, seja urbano ou rural, a demanda social das oficinas prioriza a atuação do poder público nas Bacias do Ribeirão Quilombo, Capivari e Capivari Mirim.

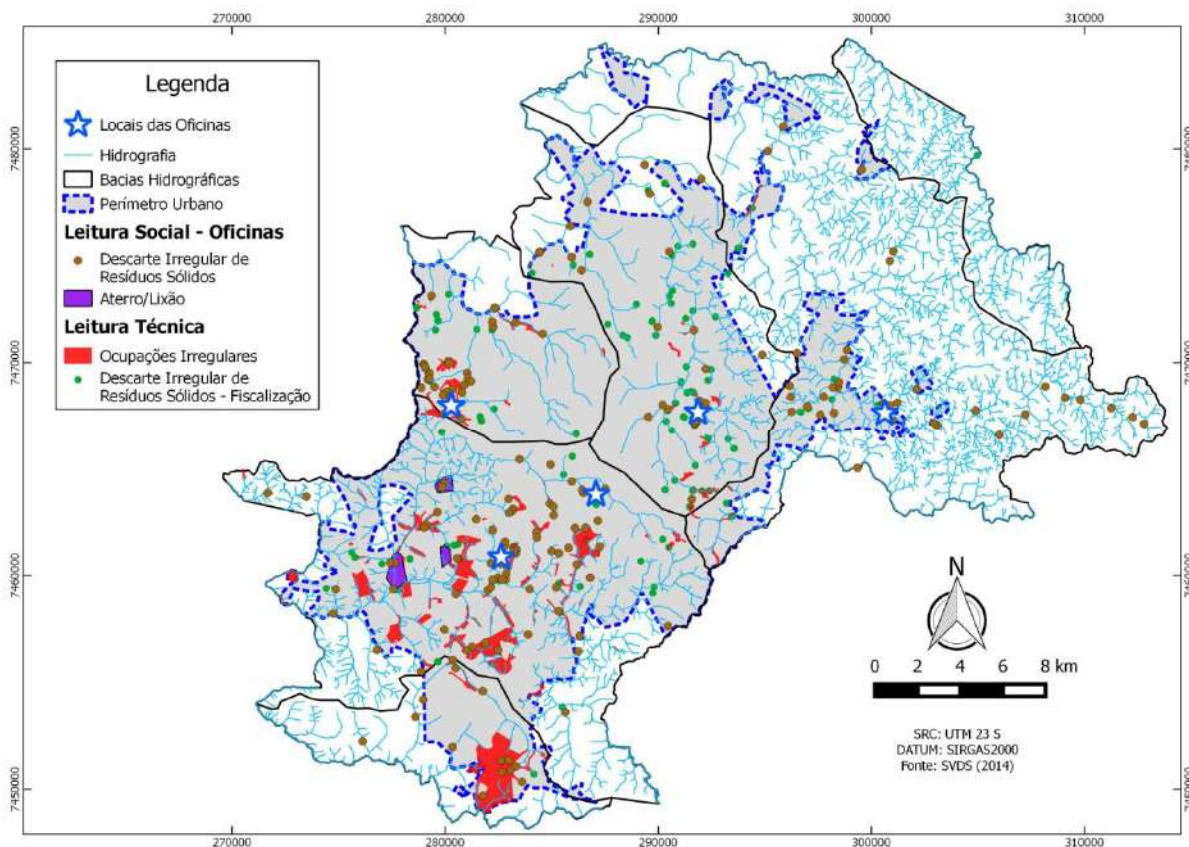


FIGURA 92: MAPEAMENTO PARTICIPATIVO X TÉCNICO - DESCARTE DE LIXO

Degradação das Matas Ciliares e Ocupações nas APP

Analisando a Figura 93, nota-se que os pontos de degradação da mata ciliar e erosão estão em destaque na área rural, principalmente na região leste; essa área tem a maior densidade de malha hídrica do município e, também, o maior índice de Área de Preservação Permanente (APP) degradada, segundo dados da SVDS. Destaca-se, também ao leste do município, setores dentro do perímetro urbano que contém vários pontos de ocupação em APP que não são categorizados como ocupações irregulares.

Os resultados das oficinas apontam a degradação e a ocupação da mata como um importante problema para a proteção das águas, bem como foram mapeadas e identificadas soluções e diretrizes gerenciais para o “Rio que queremos”, isto sob a perspectiva social percebida nas oficinas dos PMRH e PMDR (Tabela 39).

A corresponsabilidade definida entre a comunidade e a Prefeitura neste e em outros temas, lida com questões ainda mais proativas da sociedade, como através da produção de mudas e banco de sementes e na promoção de plantios independentes do Poder Público. Alguns dos participantes parecem defender uma postura mais firme da sociedade, no sentido da própria população cumprir a legislação urbanística, ou seja, empreender atividades e usos urbanos apenas em ambiente urbano, para, assim, atenuar conflitos em ambiente rural. Além disso, mantêm-se a expectativa da comunidade como atores da fiscalização através de cobranças e denúncias coletiva ou individual.

Por parte da Prefeitura, é esperado tanto o Poder de Polícia quanto o papel Disciplinador e Educador, por meio de políticas mais claras, flexíveis e passíveis de serem executadas. É preciso que o Poder Público incentive ações para a resolução de problemas e que não penalize, mas pelo contrário, incentive e facilite a população a agir corretamente. Além disso, a população espera maior transparência, comunicação e divulgação dos instrumentos de gestão e controle da manutenção das áreas ciliares, como Projetos de Recuperação, Plantios e do próprio Banco de Áreas Verdes (BAV).

As questões-chaves desta problemática são as soluções relacionadas à ocupação das APP, onde os participantes indicaram a maior atuação conjunta e multidisciplinar do Poder Público com atores - parceiros em programas habitacionais, regularização fundiária e projetos do PAC, inclusive sugerindo a priorização de projetos de urbanização dos assentamentos em áreas de APP, a fim de trazer soluções coletivas que visem a sustentabilidade ambiental e a salubridade da população. Mesmo com a necessidade de soluções sociais nas APP, foi expressiva as sugestões para equacionamento das ocupações por meio de ações utilitaristas das APP, como projetos de hortas ou promoção de parques lineares. Defendia-se que uma boa área ciliar seria áreas roçadas e bosqueadas (gramíneas e alguns elementos arbóreos para sombreamento), áreas contemplativas e de ampla visibilidade, de onde o rio possa ser contemplado. A ideia de uma mata ciliar densa não agrada a população, mas sim áreas ciliares com utilidade, a exemplo destacaram-se os casos da Rua Moskou e a Praça Conceição em Sousas.

Já em ambiente rural, a percepção sobre o campo é fundamental, os participantes defendem que a água e o alimento que abastecem a cidade são produzidos no campo, além de garantirem a biodiversidade da fauna e da flora. Por isso, o morador urbano deve reconhecer a fundamental importância da conservação das áreas rurais e da manutenção do produtor rural no campo – guardião, protetor e conservador dos atributos e recursos naturais. Em suma, assegurar a imagem do Campo é um primeiro passo para a manutenção das áreas rurais como um todo. Seguindo das ações de turismo, cuja valorização permeia aspectos das mais variadas ordens - musical, histórico, gastronômico, cultural, ambiental. A preservação das áreas ciliares, de

fato ocorre em ambiente rural quando há conscientização dos produtores e incentivo público por meio de programas e projetos como o PSA e o CAR/PRA

TABELA 39: RESUMO DAS AÇÕES PARA O EQUACIONAMENTO DO TEMA DEGRADAÇÃO DA MATA CILIAR E OCUPAÇÃO DAS APP – BASEADO NAS SUGESTÕES DAS OFICINAS PARTICIPATIVAS

Ação	Contribuição		
	Social	PMC	Outros
Comunicação (orientação e Educação)	X	X	X
Educação Ambiental	X	X	X
Denúncia e Acompanhamento	X	X	
Cobrar o Poder Público	X		
Participar mais dos meios de diálogo com a prefeitura	X		
Promover mutirões de pantio	X		
Não promover danos	X		
Produzir mudas e sementes	X		
Cumprir a classe de capacidade de uso da terra no rural	X		
Cumprir a legislação em área rural, como código florestal e meio de uso e conservação do agrícola (6.171/88)	X		
Fiscalizar		X	
Multar		X	
Incentivar e Orientar praticas corretas		X	X
Promover projetos de recuperação de Matas Ciliares e Plantios		X	X
Criar mais parques lineares		X	
Comunicação (Planejamento e Gestão)		X	X
Controle e impedimento de ocupação urbana em área rural		X	
Desenvolver programa de Educação Ambiental		X	X
Promover a limpeza e manutenção das áreas ciliares		X	
Programas habitacionais e promover a regularização fundiária		X	
Ampliar perímetro de preservação entorno das nascentes		X	

Também foi identificada a necessidade de estabelecer parcerias com outros atores, como: as associações de moradores, centros comunitários, proprietários rurais, as escolas; Bancos, inclusive o BNDES; comércio, empresas e indústrias, inclusive Petrobrás, SEBRAE, SENAC e Sindicatos; Universidades e Instituições de Pesquisa; ONG, inclusive a Fundação Mata Atlântica; e outros órgãos do Poder Público Estadual e Federal, Polícia Ambiental e Rodoviária, Promotoria Geral, MP e GAEMA, comitê PCJ, concessionárias água/energia, defesa agropecuária, dentre outros.

Em suma, embora as questões relacionadas a Degradação das Áreas Ciliares e Ocupação das APP sejam fundamentais em todo o território municipal, seja urbano ou rural, houve uma priorização nas Bacias do Rio Atibaia e Jaguari.

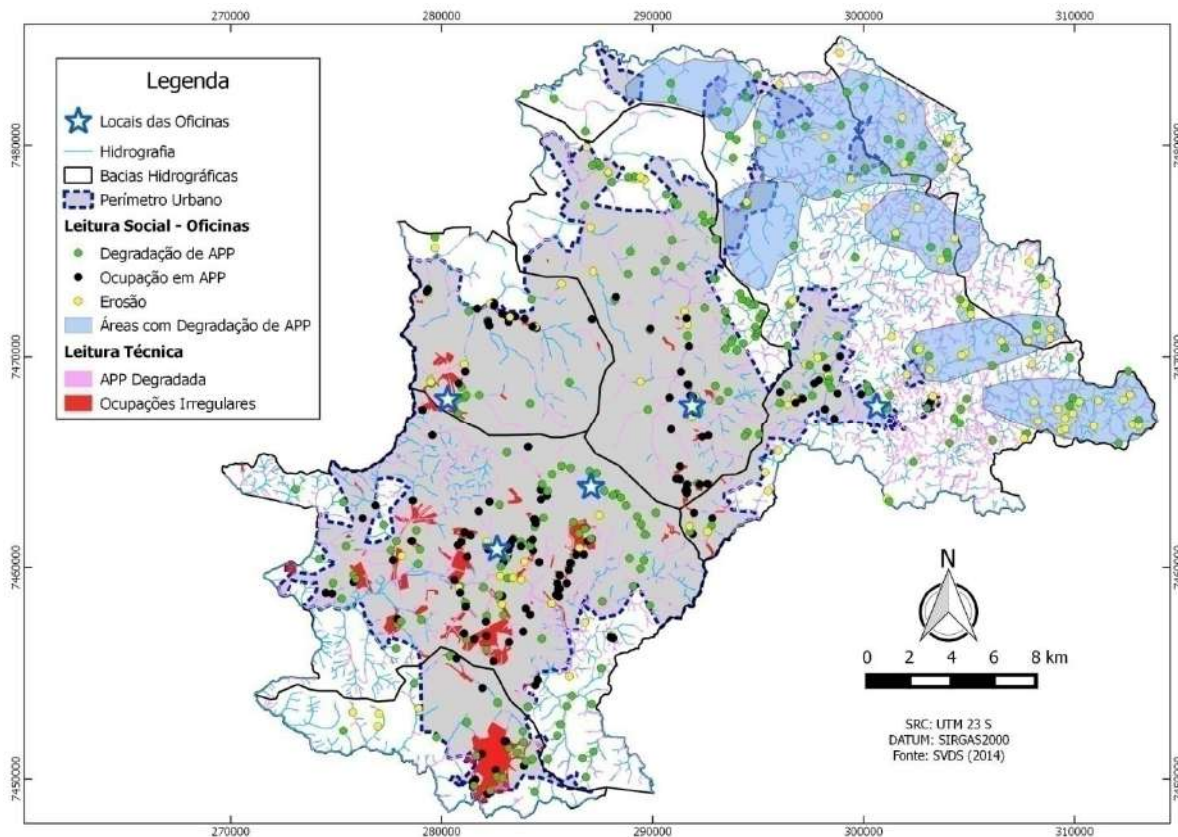


FIGURA 93: MAPEAMENTO PARTICIPATIVO X TÉCNICO - DEGRADAÇÃO DA MATA CILIAR E OCUPAÇÃO DA APP

Expansão do aeroporto e do perímetro urbano

As áreas sujeitas à expansão urbana (Figura 94) e aos adensamentos, segundo Badaró (2004) acompanha a valorização imobiliária, mas nem sempre a sua infraestrutura. Em muitos casos, a alocação das infraestruturas vem depois do crescimento da malha urbana. É possível observar na Figura 95 que as áreas ameaçadas pela expansão urbana são muito próximas àquelas que dispõem de danos ambientais relativos lançamento de efluentes domésticos sem tratamento, como ao descarte irregular de resíduos sólidos ou mesmo à degradação das matas ciliares, principalmente por ocupações irregulares.

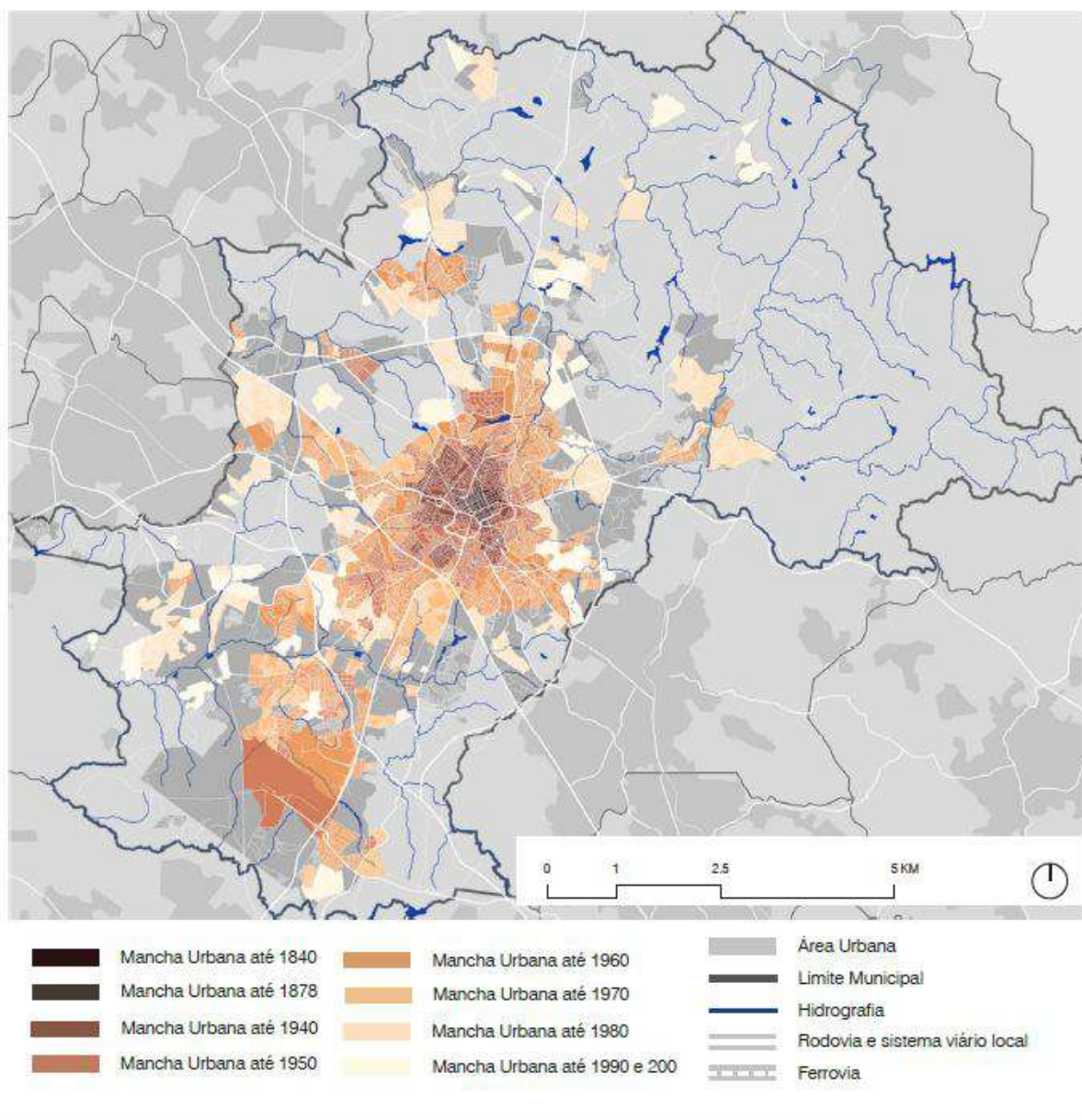


FIGURA 94: MAPA DE EVOLUÇÃO DO PERÍMETRO URBANO. FONTE: REVISÃO DA LEI DE USO E OCUPAÇÃO DE CAMPINAS 2016. PRODUZIDO POR SEPLAN/PMC. REALIZADO POR FUPAM (2015)

O Plano de Desenvolvimento Rural (2014) esclarece que:

“A expansão urbana consiste em um dos principais entraves ao desenvolvimento sustentável rural em função de seu caráter irreversível. Em suma, a importância da manutenção das áreas rurais consiste na preservação dos recursos naturais

disponíveis, responsáveis pela qualidade do ar, água, fauna e flora, além da produção de alimentos – essenciais tanto para áreas urbanas quanto para rurais”.

Já a expansão do Aeroporto Internacional de Viracopos significa uma perda significativa da área rural na Bacia do Capivari Mirim, sendo que tal fator pode acarretar na deterioração e abandono de áreas produtoras de água.

Diferente dos outros temas, a expansão do perímetro urbano, bem como do aeroporto tem uma importante interface com o setor rural e, por isso, as priorizações e proposições foram trabalhadas em uma dinâmica diferente. Foram identificadas regiões que precisam de atenção e atuação do poder público a fim de atenuar o efeito cumulativo dos impactos da expansão urbana, são eles:

- 1. O Aeroporto Internacional de Viracopos nas regiões de Friburgo e Fogueteiro;**
- 2. Áreas de apoio logístico ao aeroporto nas regiões de Reforma Agrária, Descampado e Pedra Branca;**
- 3. As ocupações irregulares na região dos Amarais; e**
- 4. A criação de loteamentos e condomínios fechados nas regiões de Barão Geraldo, Sousas e Joaquim Egídio.**

Para que a atuação nessas áreas seja efetiva é necessário, primeiramente, rever os limites das Macrozonas 4 e 6, além de regulamentar o uso urbano em área rural, com a definição de vocações, diretrizes e, até mesmo, o estabelecimento de usos e atividades compatíveis com a capacidade de suporte dos recursos naturais. Com isso, é esperado preservar tanto aspectos ambientais, como atributos culturais e tradicionais do campo e da produção rural.

Foi sugerido que as leis mestras ‘Plano Diretor’ e ‘Lei de Uso e Ocupação’ do Município atuem como instrumentos de ordenamento territorial também no rural. Estas leis deveriam propor usos e dar condições de sustentabilidade às áreas rurais. Ademais, foi sugerido ampliar a competência municipal no Licenciamento Ambiental de áreas rurais, principalmente no que diz respeito ao parcelamento irregular de terras.

Outra proposição das oficinas do PMDR é a criação de indicadores para as áreas rurais, a fim de que haja monitoramento das condições ou parâmetros de utilização das propriedades rurais para o cumprimento de suas funções sociais.

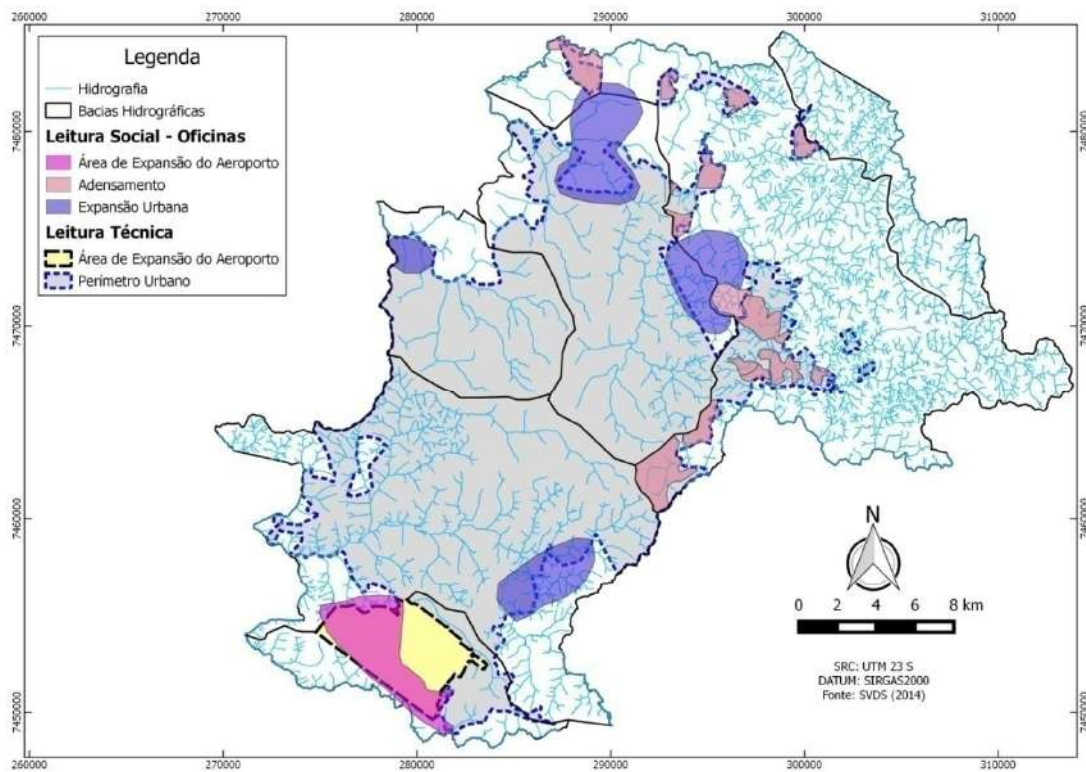


FIGURA 95: MAPEAMENTO PARTICIPATIVO X TÉCNICO - EXPANSÃO DO PERÍMETRO URBANO

Falta de infraestrutura Rural

A manutenção da população no campo deve contemplar a melhoria local de infraestrutura e oferta de serviços públicos, tais como escolas rurais, unidades de saúde, transporte, estradas vicinais, habitação e serviços como previdência e financiamento. Ou seja, a falta de infraestrutura em ambiente rural é um dos fatores que enfraquece a valorização do Campo e que afeta o êxodo rural.

Nessa situação, a distância entre os moradores das áreas rurais e o Poder Público é uma ameaça às melhorias dos serviços e infraestrutura no rural. A maioria dos produtores rurais tem pouca ou nenhuma interface com o Poder Público. Para os participantes é necessário que aquelas infraestruturas já existentes possam estar devidamente equipadas e preparadas para o atendimento a quaisquer demandas da sociedade civil. Ademais, quatro infraestruturas são destacadas como primárias para a qualidade de vida em ambiente rural - *estradas rurais, saúde, segurança, saneamento e educação*. Destacam-se:

Estradas rurais

As estradas são vetores que concentram inúmeros impactos sobre os recursos hídricos, sejam eles pela falta de manutenção ou de uma estruturação adequada, tanto em área urbana quanto rural. Além disso, as estradas rurais sem manutenção também acarretam em impactos socioeconômicos.

Nesta perspectiva, os participantes sugerem que a manutenção das estradas, especialmente as vicinais, ocorra periodicamente, seguindo critérios técnicos e parâmetros de durabilidade e conservação dos recursos naturais. Foi sugerido que as estradas rurais absorvam as demandas múltiplas de passagem como de pedestres, ciclistas e transporte por tração animal. Já nas estradas principais, foi sugerido o uso de bloquetes ou outras tecnologias que não impermeabilizem o solo, mas que tenham capacidade de receber o maior fluxo de veículos.

Paralelamente, foi destacada a necessidade de georreferenciamento dessas estradas e de atualização das bases de dados específicas para melhor atuação dos serviços promovidos pelo '*Projeto Rural Inteligente*'.

Como alternativa, os participantes sugerem convênios e parcerias com órgãos e instituições como CODASP, CATI e INCRA.

Saúde e Educação

As áreas rurais são periféricas e limítrofes, sendo que o atendimento de muitos residentes do Campo ocorre em outros municípios. Foi destacado na oficina do PMDR, por exemplo, que a educação básica nas regiões de Friburgo e Fogueteiro ocorre em Indaiatuba e o atendimento do SAMU em Gargantilha é muitas vezes feito por Pedreira. O desafio de Campinas é o atendimento regionalizado dos serviços de saúde e educação, que muitas vezes não vê a distinção dos núcleos rurais.

Os participantes sugeriram que em um primeiro momento o atendimento da saúde deveria ser itinerante, mas que a ampliação da rede de ensino e saúde para ambiente rural, deve ser ampliado para próximo da população em cenários descentralizados, instrumentalizados e equipados à exemplo do Programa Médico da Família. Ademais, foi sugerida a valorização do campo por meio de toda a rede de ensino, através de material específico que leve o conhecimento da realidade rural moderna, tecnológica e, acima de tudo, essencial a vida.

4.4.2.3. RESPOSTA INSTITUCIONAL

A Prefeitura Municipal de Campinas dispõem de Planejamento Estratégico para equacionamento de muitas das questões apontadas pela população, porém, nem todas tem interface com a gestão dos recursos hídricos. À exemplo tem-se o Plano de Desenvolvimento Rural (2014), o Plano de Habitação (2013), o Plano Municipal de Saneamento Básico (2013) e o Plano Municipal do Verde (2016); os quais organizam os assuntos em prioridades de atuação do Poder Público, bem como recursos necessários para empenhar o equacionamento de ações de transformação das condições do município.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA DAS BACIAS PCJ. 2012. **Sistema de Informações Geográficas das Bacias PCJ**. Disponível em: <https://sig.agenciapcj.org.br:9083/k2gisapp/map>. Acesso em 25 de janeiro de 2016.

AGÊNCIA PCJ. **Plano de Bacias dos Rios PCJ – 2010 à 2020 (Relatório Final)**. 2012. Disponível em: <http://www.agenciapcj.org.br/novo/instrumentos-de-gestao/plano-de-bacias>. Acesso em 21 de janeiro de 2016.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Hidroweb: Séries Históricas**. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb>. Acesso em 15 de janeiro de 2016.

BADARÓ, R.S.C. **Campinas, o Despontar da Modernidade**. 1ª ed. Campinas-SP: Centro de Memória UNICAMP, 1996.

BAENINGER, R.A.A. População em Movimento. In: GONÇALVES, M.F. , Galvão, A.C., Brandão, C.A. (Orgs.). **Livro Verde: Desafios para a Gestão da Região Metropolitana de Campinas**. 1ª ed. Campinas-SP: Editora da UNICAMP, 2002.

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

BARROS, M. T. L.. Gestão de recursos hídricos. In: PHILLIPPI Jr. Arlindo; ALVES, AlaôrCaffé (edit.). **Curso interdisciplinar de direito ambiental**. Barueri:Manole, 2005. p. 811-861.

BRASIL Código Florestal Brasileiro de 2012. Promulgado em 25 de maio de 2012. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>

BRASIL Constituição Federal de 1988. Promulgada em 5 de outubro de 1988. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Leptospirose: Diagnóstico e Manejo Clínico**. Brasília – DF, 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Vigilância da Esquistossomose mansoni: diretrizes técnicas**. 4ª edição. Brasília – DF, 2014.

BRASIL. **Política Nacional de Meio Ambiente**, lei Federal 6.938/81, 1981 Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm>

CAETANO, P.M.D. & OGERA, R.C. Aspectos da participação pública em planejamento ambiental. In: **SVMA que sigla é essa?** São Paulo: Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente, 1996. 117p

CAMPINAS. **Subsídios para Discussão do Plano Diretor**. PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINAS, 1991. Campinas: IMA.

CAMPINAS. **Plano de Gestão da Área de Proteção Ambiental da Região de Sousas e Joaquim Egídio**. Secretaria Municipal de Planejamento e Meio Ambiente da Prefeitura de Campinas/SP, 1996.

CAMPINAS. Prefeitura Municipal de Campinas. **Dados Preliminares para a Elaboração do PMRH**. Campinas: (SVDS) Secretaria Municipal do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2014. Disponível em: <http://ambientecampinas.wix.com/dados-pmrh>. Acesso em 22 de janeiro de 2016.

CAMPINAS. Prefeitura Municipal de Campinas. **Lei nº 10.850, de 07 de junho de 2001.** Cria a Área de Proteção Ambiental – APA do Município de Campinas, que regulamenta o uso e ocupação do solo e o exercício de atividades pelo setor público e privado. Campinas-SP, 2001.

CAMPINAS. Prefeitura Municipal de Campinas. **Plano Diretor de Campinas.** Campinas: (SEPLAMA) Secretaria de Planejamento e Meio Ambiente, 2006.

CAMPINAS. Prefeitura Municipal de Campinas. **Resolução Conjunta SVDS/SMS nº 006/2015, de 01 de julho de 2015** - Cria o Grupo de Trabalho Técnico de Acompanhamento do Reúso de Água proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) de sistemas públicos para fins de usos múltiplos no município de Campinas-SP. Disponível em: <https://bibliotecajuridica.campinas.sp.gov.br/index/visualizaroriginal/id/128616>. Acesso em 26 de janeiro de 2016.

CAMPINAS. Prefeitura Municipal de Campinas. **Resolução Conjunta SVDS/SMS nº 009/2014, de 04 de agosto de 2014** - Estabelece modalidades, diretrizes e critérios gerais para o reúso direto não potável de água, proveniente de Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs) de sistemas públicos para fins de usos múltiplos no município de Campinas. Disponível em: <http://campinas.sp.gov.br/governo/meio-ambiente/resolucao-09-2014.pdf>. Acesso em 26 de janeiro de 2016.

CAMPINAS. Secretaria Municipal de Habitação. **Plano Municipal de Habitação.** Campinas, 2011. Disponível em: <<http://www.campinas.sp.gov.br/governo/habitacao/plano-habitacao.php>>. Acesso em: Agosto de 2015.

CAMPINAS. Secretaria Municipal do Verde, Meio Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável. **Plano Municipal de Saneamento Básico.** Campinas, 2013. Disponível em: <<http://campinas.sp.gov.br/governo/meio-ambiente/plano-saneamento-basico.php>>. Acesso em: Agosto de 2015.

CAMPINAS. Secretaria Municipal do Verde, Meio Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável. **Plano Municipal do Verde.** Campinas, 2016. Disponível em: <http://campinas.sp.gov.br/governo/meio-ambiente/plano_municipal_verde.php>. Acesso em: Março de 2016

CARVALHO FILHO, José dos Santos. **Manual de Direito Administrativo**, 17ª ed. Rio de Janeiro: Lumen Júris, 2007, p. 1.024, e PIETRO, Maria Sylvia Di. **Direito Administrativo**. 11ª ed. São Paulo: Atlas, 1999, p. 570.

CARVALHO, J.C, CARVALHO, J.T.C & LEUZINGER, M.D. **A infiltração no contexto da Educação Ambiental, da Engenharia e do Direito.** In: CARVALHO, J.C, GITIRANA JUNIOR, G.F.N & CARVALHO, E.T.L. org, *Tópicos sobre infiltração: teoria e prática aplicada a solos tropicais*. Série Geotecnia. Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Volume 4. Capítulo 1 Brasília 2012

CARVALHO, J.C, GITIRANA JUNIOR, G.F.N & CARVALHO, E.T.L. org, *Tópicos sobre infiltração: teoria e prática aplicada a solos tropicais*. Série Geotecnia. Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Volume 4. Brasília 2012

CASTAGNA, Claudio Luiz. **Medida da vulnerabilidade ambiental para esquistossomose mansoni em função da estrutura da paisagem.** Campinas: Faculdade de Engenharia Civil – UNICAMP, 2010. 62p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP, 2010.

CEPAGRI. Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura - UNICAMP. **Estação Meteorológica - 22°48'57"S, 47°03'33"W, 640m** – Campinas-SP.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relação de Áreas Contaminadas – Dezembro de 2013**. São Paulo: CETESB, 2014. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/relacoes-de-areas-contaminadas/15-publicacoes>>. Acesso em: Janeiro de 2015.

CETESB. **Sistema de Informações sobre Emergências Químicas da CETESB - SIEQ**. Disponível em: <<http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/emergencia/relatorio.php>>. Acessado em: 21 de Maio de 2015.

CHRISTOFOLETTI A. 1969. Análise morfométrica de bacias hidrográficas. *Notícia Geomorfológica*, 9 (18): 35-64

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

CISOTTO, M.F. **Natureza e Cidade: relações entre os fragmentos florestais e a urbanização em Campinas (SP)**. Dissertação de mestrado. Unicamp. 2009. 260p.

COELHO, R.M.; VALLADARES, G.S.; CHIBA, M.K. **Mapa pedológico semidetalhado do município de Campinas, SP (Cartas, mapas ou similares/Mapa)**, 2008.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. 2005. **Resolução nº 357/05 - Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional**. Brasília – DF.

CORSEUIL, H.X.; WEBER, W.J. **Potential biomass limitations on rates of degradation of monoaromatic hydro carbons by indigenous microbes in subsurface soils**. *Water Research*, Volume 28, Issue6, June 1994, Pages 1415-1423

CUNHA, J.M.P, JAKOB, A.A., HOGAN, D.J.; CARMO.R.L. **A vulnerabilidade social no contexto metropolitano: o caso de Campinas** In: CUNHA, J.M.P org. *A Novas Metrôpoles Paulistas - População, Vulnerabilidade e Segregação*. ed. 1, NEPO/UNICAM 2006

DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. **Sala de Situação PCJ / Redes Telemétricas**. Disponível em: <http://www.sspcj.org.br/index.php/redes-telemetricas>. Acesso em 13 de janeiro de 2016, às 08:50.

DAEE - DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA). **Regionalização Hidrológica no Estado de São Paulo**. *Revista Águas e energia elétrica*, ano 5, nº 14, 1988.

DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica. 2014. **Pesquisa de Dados dos Recursos Hídricos do Estado de São Paulo (atualização diária)**. São Paulo, 2014b. Disponível em: <http://www.aplicacoes.dae.sp.gov.br/usuarios/fchweb.html>. Acesso em 18/11/2014.

DEAN, W. **A ferro e a fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

DEL RIO, V & OLIVEIRA, L. (orgs.). **Percepção Ambiental: a experiência brasileira**. São Paulo: Studio Nobel, 1999 (1994). 265p.

DNER. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **Diretrizes básicas para elaboração de estudos e projetos rodoviários** (escopos básicos / instruções de serviço). Rio de Janeiro, 1999. 375p.

FREITAS, C. M.; AMORIM, A. E. **Vigilância ambiental em saúde de acidentes químicos ampliados no transporte rodoviário de cargas perigosas**. *Inf. Epidemiol. Sus v.* 2001 n.1 Brasília, 2001. Disponível em: <<http://www6.ensp.fiocruz.br/repositorio/sites/default/files/arquivos/VigilanciaAmbiental.pdf>>. Acessado em: 15 de Junho de 2015.

FUTADA, S. de M. **Fragmentos remanescentes da bacia do ribeirão das Anhumas (Campinas-SP): evolução e contexto**. Dissertação de mestrado. UNICAMP. 2007.

HENKES, S. L. **Histórico legal e institucional dos recursos hídricos no Brasil**. Jus Navigandi, Teresina, ano 8, n. 66, 1 jun. 2003. Disponível em: <<http://jus.com.br/artigos/4146>>. Acesso em: 11 jul. 2014.

HOFFMAN, U. Problemas e Perspectivas da Participação Popular no poder local. *In: Democracia feito em casa*. Câmara dos Deputados, 1984.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <<http://censo2010.ibge.gov.br>> Acessado em fevereiro de 2015.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - Banco de Dados Agregados**. 2012. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/pnad/pnadpb.asp?o=3&i=P>>. Acesso em 20 de janeiro de 2015.

INSTITUTO GEOLÓGICO - IG. **Projeto: publicação em mídia eletrônica das cartas geológicas executadas pelo Instituto Geológico (SMA/SP) para subsidiar a ocupação e uso do meio físico na região entre Sorocaba e Campinas: Subsídios do meio físico-geológico ao planejamento do Município de Campinas (SP)**. Vol.2 (Relatórios Técnicos do Instituto Geológico). São Paulo, 2009.

JACOBI, P.R.; BARBI, F. **Democracia e participação na gestão dos recursos hídricos no Brasil**. Rev Katál. Florianópolis. V10 n2 p 237-244. 2007.

KOTCHETKOFF-HENRIQUE, O., JOLY, C.A. & BERNACCI, L.C. **Relação entre solo e a composição florística de remanescentes de vegetação natural no Município de Ribeirão Preto, SP**. Revista Brasil. Bot. v28. N.3, p.541-562. 2005

LIAZI, A.; CONEJO, J. L.; PALOS, J. C. F.; CINTRA, P. S. 1988. **Regionalização Hidrológica no Estado de São Paulo**. São Paulo: Revista Águas e Energia Elétrica – DAEE, ano 5, nº 14. p 4-10.

LIMA, S.B. **Os Jardins de Campinas: o surgimento de uma nova cidade (1850-1935)**. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade Católica de Campinas. 2000.

LINSLEY, R.K. Jr. et al. **Hydrology for Engineers**. 2nd ed. New York: McGraw-Hill, 1975. (McGraw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering)

LOMBARDI NETO F. L.; MOLDENHAUER, W.C. **Erosividade da Chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP)**. in VIII: Conservação de Solo Bragantia, Campinas, 51(2): 189-192, 1992

MANSOR, M.T.C.; FILHO, J.T.; ROSTON, D.M. Avaliação preliminar das cargas difusas de origem rural, em uma subbacia do Rio Jaguari, SP. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, n. 3, p. 715-723, 2006.

MARCON, G. & PHILLIP Jr, A. **Avaliação da Política Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH. V.12, n3, pp199-209. 2007

MATIAS-PEREIRA, J. **A Governança Corporativa aplicada no Setor Público Brasileiro**. Administração Pública e Gestão Social – APGS, Viçosa. V2 110-135pp 2010

MIRANDA, G. M., **Indicadores do Potencial de Gestão de Recursos Hídricos**. Dissertação de mestrado aplicada ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Campi Rio Claro. Rio Claro/SP 2012.

MOREIRA, A.C.M.L. **Mega-projetos & Ambiente Urbano: uma metodologia para elaboração de relatório de impacto de vizinhança**. 1997. Tese – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997

NASSER, J. T. **A Febre Maculosa Brasileira na Região Metropolitana de Campinas/SP: sua distribuição espacial e os desafios das ações de prevenção e controle locais**. Tese de Doutorado. Campinas-SP, 2014.

NASSER, JT; LANAI, RC; SILVA, CMS; LOURENÇO, RW; SILVA, DCC; DONALÍSIO, MR; **Urbanization of Brazilian spotted fever in a municipality of the southeastern region: epidemiology and spatial distribution**; REV.BRAS EPIDEMIOL APR-JUN 2015; 18(2): 299-312.

PAIVA, J.B.D. de, PAIVA, E.M.C.D. de. **Hidrologia Aplicada à Gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas**. Porto Alegre, Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH, 2003.

POMPEU, C. T. **Direito de Águas no Brasil**. Bauru: Office, 2004, 227p.

PORTO, M. F. A. **Aspectos Qualitativos do Escoamento Superficial em Áreas Urbanas**. In: Tucci, C.E.M.; Porto, R.L.L.; Barros, M.T. Drenagem Urbana. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 1995, V.5.

Resolução **A/RES/58/217**. Acesso em 18/12/2014. Disponível no endereço eletrônico:<http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/environment/water/>

REZENDE, J. H. 2009. **Análise fluviológica e ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Jaú –SP**. Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), São Carlos – SP.

ROSS, J L S. **Geomorfologia: ambiente e planejamento**. São Paulo: Contexto, 1996

ROSS, J.L.S. **Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados**. Revista do Departamento de Geografia n8 FFLCH-USP. São Paulo. 1994

SANTIN, D. A. **A vegetação remanescente do município de Campinas (SP): mapeamento, caracterização fisionômica e florística, visando à conservação**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, 1999.

SANTOS, A. da C. **Campinas, das origens ao futuro: compra e venda da terra e água e um tombamento na primeira sesmaria da Freguesia de Nossa Senhora Conceição das Campinas do Mato Grosso de Jundiá (1732-1992)**.Campinas-SP: Editora Unicamp, 2002.

SARTORI, A. LOMBARDI NETO, F. GENOVEZ, A.M. **Classificação Hidrológica de Solos Brasileiros para a Estimativa da Chuva Excedente com o Método do Serviço de Conservação do Solo dos Estados Unidos Parte 1: Classificação**. RBRH. Volume 10.n4. p5-18. 2005

SCARABELLO FILHO, S. **Além dos conflitos a participação pública na construção do cenário futuro. Estudo de caso áreas da Serra do Japi – Jundiá – Sp**. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, 2003, p.155.

SCHMIDT, C. A. B. **Remediação in situ de solos e águas subterrâneas contaminados por líquidos orgânicos não miscíveis em água (NAPLs)**. Série Temática: Resíduos Sólidos e Geotecnia Ambiental – Volume1. Rio de Janeiro: COAMB / FEN / UERJ / 2010. 62 p.

SEADE. CENSO 2010 – Município de São Paulo. Disponível em: < <http://www.seade.gov.br/censo-2010/>>

SEADE. IPRS. Versão 2014 – Município de São Paulo. Disponível em: <<http://indices-ilk.al.sp.gov.br/view/index.php?prodCod=1>>

SEADE. IPVS. Versão 2010a – Município de São Paulo. Disponível em: <http://www.iprsipvs.seade.gov.br/view/pdf/ipvs/mun3550308.pdf>

SERRÃO, S. M. **Para além dos domínios da Mata: Uma discussão sobre o processo de preservação da Reserva da Mata Santa Genebra, Campinas SP.** Annablume, 2007

SILVA, A. H. C. L. **Controle da Poluição Difusa de Origem Pluvial em uma Via de Tráfego Intenso por Meio de Trincheira de Infiltração e Vala de Detenção.** Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos): UFMG. Belo Horizonte, 2009.

SILVA, J. A. **Direito ambiental constitucional.** 5ª ed. São Paulo: Malheiros, 2004, p. 116.

SILVA, T.S. A governança das águas no Brasil e os desafios para sua democratização. rev. UFMG, belo horizonte, v. 20, n.2, p. 236-253, jul./dez. 2013

SILVA, V. C. B.; MACHADO, P.S. **SIG na Análise Ambiental: Susceptibilidade Erosiva da Bacia Hidrográfica do Córrego Mutuca, Nova Lima. Minas Gerais.** Revista de Geografia (UFPE) v 31, No 2, 2014

SINAN. Sistema de Informação de Agravos de Notificação. **Notificações Registradas: banco de dados, 2014.** Ministério da Saúde. Disponível em: <<http://dtr2004.saude.gov.br/sinanweb/>> Acesso em: 11 set. 2015.

SOUZA, C.E. **Mapeamento pode antecipar diagnóstico da febre maculosa.** Jornal da Unicamp nº 628. Campinas, 15 de junho de 2015. Disponível em: <http://www.unicamp.br/unicamp/ju/628/mapeamento-pode-antecipar-diagnostico-da-febre-maculosa>, acesso em 09/09/15.

SOUZA, CE; CALIC, SB; CAMARGO, MCGO; SAVANI, ESM; SOUZA, SSL; LIMA, VLC; NETO, EJ; YOSHINARI, NH; **O papel da capivaras *Hydrochaeris hydrochaeris* na cadeia epidemiológica da febre maculosa brasileira.** XIII Congresso Brasileiro de Parasitologia Veterinária & I Simpósio Latino-Americano de Rickettsioses, Ouro Preto, MG, 2004.

STRAHLER, A.N. **Quantitative analysis of watershed geomorphology.** New Haven: Transactions: American Geophysical Union, 1957. 38: 913-920.

STRAHLER, A.N. **Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks.** In: CHOW, Ven Te (Ed.). Handbook of applied Hidrology. New York: McGraw-Hill, 1964. p. 4.39-4.76

TOMAZ, P. E-Book - **Tempo de Concentração.** 2013. Disponível em: http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/Novos_livros/livro_calculoshidraulicos/capitulo04.pdf. Acesso em 19 de janeiro de 2016.

TUCCI, C. E. M. 2009. **Vazão de Referência.** Disponível em: <http://rhama.net/wordpress/>. Acesso em 17 de janeiro de 2016.

TUCCI, C.E.M. (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação.** 1ª ed. Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, 1993.

TUCCI, C.E.M. (Org.) **Hidrologia: ciência e aplicação.** 4ª ed. Porto Alegre: Editora da Universidade: ABRH, 2013. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos; v.4)

UNESCO, 2005-2015 - **Década Internacional para Ação “Água, Fonte de Vida”**. Acesso em 18/12/2014. Disponível no endereço eletrônico: <http://www.unesco.org/new/pt/brasil/about-this-office/prizes-and-celebrations/2005-2015-international-decade-for-action-water-for-life/>

VALENTIM, L. S. O. **Requalificação urbana, contaminação do solo e riscos à saúde: um caso na cidade de São Paulo**. São Paulo:Annablume: Fapesp, 2007. 160 p.

VALLADARES, G.S.; COELHO, R.M.; CHIBA, M.K. **Mapa pedológico semidetalhado do município de Campinas, SP (Comunicado Técnico, n 24)**, 2008. Campinas, SP Mapa Pedológico do Município de Campinas, SP:Legenda Expandida

VITTE, A. C., CISOTTO, M. F.; VILELA FILHO, L. R. **A urbanização e a incorporação das várzeas ao espaço urbano de Campinas (SP), Brasil**. Revista Geografar. Curitiba, v5, n1, p.105-132. 2010