



Fundação Escola de  
Sociologia e Política  
de São Paulo  
DESDE 1933

**DAE S/A – ÁGUA E ESGOTO**

**PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO DE MANANCIAIS E BACIAS HIDROGRÁFICAS  
DO MUNICÍPIO DE JUNDIAÍ – SP**

**CONTRATO Nº 011/2019**

**RELATÓRIO VIII – Resumo Executivo**

<b>REV</b>	<b>ALTERAÇÕES</b>	<b>DATA</b>	<b>ELABORAÇÃO</b>	<b>APROVAÇÃO</b>
0	Versão Inicial	30/04/2020	Equipe FESPSP	AE Giansante
1	Versão Revisada	24/06/2020	Equipe FESPSP	AE Giansante

**JUNHO / 2020**



### LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ANA	Agência Nacional das Águas
APA	Áreas de Proteção Ambiental
APP	Áreas de Preservação Permanente
AR	Área Reabilitada
ARES	Agência Reguladora dos Serviços de Saneamento
AUJ	Aglomeração Urbana de Jundiaí
BHRJM	Bacia Hidrográfica do Rio Jundiaí-Mirim
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CATI	Coordenadoria de Assistência Técnica Integral
CBH-PCJ	Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí
CD	Cenário Dirigido
CEEIBH	Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas
CETEC	Centro Tecnológico da Fundação Paulista de Tecnologia e Educação
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CF	Constituição Federal
CN	Curve Number
CONDEPHAAT	Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico Arqueológico, Artístico e Turístico
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CRHi	Coordenadoria de Recursos Hídricos
CSJ	Companhia de Saneamento de Jundiaí
CT	Cenário Tendencial
DAE Jundiaí	Cia. Municipal de Prestação de Serviços de Água e Esgotos
DAEE	Departamento de Águas e Energia Elétrica
DNAEE	Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
EEA	European Environmental Agency
EEE	Estações Elevatórias de Esgoto
ESP	Estado de São Paulo
ETA	Estação de tratamento de água
ETE	Estação De Tratamento de Esgotos
FE	Fragilidade Ambiental Emergencial
FP	Fragilidade Ambiental Potencial
FPEIR	Força-motriz, Pressão, Estado, Impacto, Resposta
FT	Fósforo Total



IAP	Índice de Qualidade das Águas para Fins de Abastecimento Público
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano Municipal
IET	Índice do Estado Trófico
IG	Instituto Geológico
IGG	Instituto Geográfico e Geológico
ILP	Instituto Legislativo Paulista
IPMCA	Índice de Variáveis Mínimas para a Preservação da Vida Aquática
IPRS	Índice Paulista de Responsabilidade Social
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IPVS	Índice Paulista de Vulnerabilidade Social
IQA	Índice de Qualidade das Águas
ISTO	Índice de Substâncias Tóxicas e Organolépticas
IVA	Índice de Proteção da Vida Aquática
LID	Low Impact Development
MCI	Medida de Controle Institucional
MMA	Ministério do Meio Ambiente
NT	Nitrogênio Total
ODS	Objetivos do Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
PCJ	Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá
PD	Plano Diretor
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PIB	Produto Interno Bruto
PLHIS	Plano Local de Habitação de Interesse Social
PMGMBHMJ	Plano Municipal de Gestão de Mananciais e de Bacias Hidrográficas do município de Jundiá
PMRH	Plano Municipal de Recursos Hídricos
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PPM	Pesquisa Pecuária Municipal
RL	Reserva Legal
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
RS	Relatórios de Situação
SA	Situação Atual



SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SES	Sistema de Esgotamento Sanitário
SIAGAS	Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
SICAR	Sistema de Cadastro Ambiental Rural
SIG (GIS)	Sistema de Informações Geográficas
SMA	Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo
SMA	Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SPR	São Paulo Railway
SS	Sólidos Suspensos
SWAT	Soil and Water Assessment Tools
UCPI	Unidades de Conservação de Proteção Integral
UGRHI	Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos
VTI	Valor de Transformação Industrial
ZCA	Zona de Conservação Ambiental
ZCAU	Zona de Conservação Ambiental Urbana
ZCH	Zona de Conservação Hídrica
ZCVS	Zona de Conservação da Vida Silvestre
ZDCU	Zona de Desenvolvimento dos Corredores Urbanos
ZDP	Zona de Desenvolvimento Periurbano
ZEE	Zoneamento econômico-ecológico do estado de São Paulo
ZEEU	Zona de Expansão e Estruturação Urbana
ZEIHC	Zonas Especiais de Interesse Histórico Cultural
ZEIS	Zonas Especiais de Interesse Social
ZERFIE	Zonas Especiais de Regularização Fundiária de Interesse Específico
ZI	Zona Industrial
ZIDRU	Zona Industrial e de Desenvolvimento Regional Urbano
ZIP	Zona de Interesse Público
ZQB	Zona de Qualificação dos Bairros
ZR	Zona Residencial
ZRC	Zona de Reabilitação Central
ZRM	Zona de Restrição Moderada
ZS	Zona de Serviços e Comércio
ZVS	Zona de Vida Silvestre



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Limites Territoriais do Município de Jundiaí.....	22
Figura 2 – Gráfico comparativo da situação domiciliar.....	24
Figura 3 – Gráfico comparativo da evolução da densidade demográfica.....	25
Figura 4 – Mapa da densidade demográfica por Bairro .....	25
Figura 5 – Gráfico do IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal.....	28
Figura 6 – SAA em operação pela DAE S.A. em Jundiaí.....	34
Figura 7 – Redes de água e esgotos.....	37
Figura 8 – Emissário de Esgoto.....	38
Figura 9 – Sistemas coletivos de esgotamento sanitário de Jundiaí .....	40
Figura 10 – Localização das Represa Cachoeira, Rio das Pedras e Ermida .....	41
Figura 11 – Localização das barragens e reservatórios na Bacia do Rio Caxambu .....	42
Figura 12 – Biomas e Cobertura Vegetal .....	44
Figura 13 – Remanescente de vegetação nativa .....	45
Figura 14 – Clima .....	47
Figura 15 – Isoietas Anuais Médias - Período de 1977 a 2006.....	49
Figura 16 – Normais de temperatura e precipitação dos municípios de Pedra Bela, Jundiaí, Rio Claro e Santa Maria da Serra.....	50
Figura 17 – Total pluviométrico médio em Jundiaí (SP).....	51
Figura 18 – Curve Number da Base Hidrográfica Ottocodificada para Jundiaí.....	54
Figura 19 – Distribuição do escoamento superficial (média anual de 1984–2013) na bacia do rio Jundiaí-Mirim .....	55
Figura 20 – Distribuição média anual do fluxo lateral subsuperficial na bacia do rio Jundiaí- Mirim.....	55
Figura 21 – Áreas de recarga de aquífero na bacia do rio Jundiaí-Mirim.....	56
Figura 22 – Produção de sedimentos que atinge os cursos d’água na bacia do rio Jundiaí- Mirim.....	56
Figura 23 – Geologia CPRM.....	59
Figura 24 – Geomorfologia .....	61
Figura 25 – Relevo Instituto Florestal (IF) .....	62
Figura 26 – Relevo CPRM, IPT (2013).....	63
Figura 27 – Pedologia Instituto Florestal (IF).....	64
Figura 28 – Pedologia CPRM, IPT (2013) .....	65
Figura 29 – Hipsometria .....	67
Figura 30 – Declividade (DATAGEO).....	67



---

Figura 31 – Declividade (DAE) .....	68
Figura 32 - Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (nível 6). .....	70
Figura 33 – Bacias e sub-bacias da UGRHI-5 (cima) e zonas e áreas de contribuição (baixo). .....	71
Figura 34 – Área de contribuição ottocodificada .....	72
Figura 35– Demanda hídrica superficial .....	73
Figura 36 – Demanda de água subterrânea.....	74
Figura 37 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo – 2016.....	79
Figura 38 - Mapa de Uso e Ocupação do Solo – Proposta de 2019 .....	79
Figura 39 – Mapa de Transformação Antrópica – 1985 a 2015. ....	81
Figura 40 – Mescla de ocupação verticalizada e horizontalizada. ....	82
Figura 41 – Vazios urbanos entremeados por núcleos de ocupação dispersa .....	83
Figura 42 – Mapa de Densidade Demográfica .....	84
Figura 43 – Mapa do Macrozoneamento.....	85
Figura 44 – Projeto apresentado no Concurso Vale do Rio Jundiáí.....	87
Figura 45 – Ilustração do Projeto apresentado.....	87
Figura 46 – Projeto apresentado no Concurso Vale do Rio Jundiáí.....	87
Figura 47 – Ilustração do Projeto apresentado.....	87
Figura 48 – Mapa do Zoneamento do Município .....	89
Figura 49 – Região próxima à ocupação de São Camilo .....	90
Figura 50 – Ocupação do território por conjuntos habitacionais e condomínios. ....	92
Figura 51 – Desarticulação da Paisagem.....	93
Figura 52 – Mapa de Loteamentos e Mananciais.....	94
Figura 53 – Condomínio Residencial de alto padrão.....	95
Figura 54 – Ocupação ao Longo da Rodovia João Cereser. ....	95
Figura 55 – Presença dos muros cria o isolamento entre os condomínios e a cidade. ....	95
Figura 56 – Mapa de Índice de redução de Vegetação no território.....	97
Figura 57 – Cenário de Referência – Bacia Do Rio Capivari .....	99
Figura 58 – Cenário de Referência – Bacia Do Estiva e Guapeva.....	100
Figura 59 – Cenário de Referência – Bacia Do Jundiáí e Jundiáí-Mirim.....	101
Figura 60 – Cenário de Referência – Bacia Do Jundiuvira e Ribeirão-Cachoeira.....	102
Figura 61 – Mapa de Uso e Cobertura da Terra da UGRHI 5 (PCJ).....	105
Figura 62 – Mapa de Índice de Vegetação no território.....	145
Figura 63 – Macrozoneamento Plano Diretor de 2012 e Macrozoneamento Plano Diretor de 2016.....	147



---

Figura 64 – Formação dos Bairros a margem esquerda do Rio Jundiáí-Mirim. ....	148
Figura 65 - Mapa Lei de Uso e Ocupação do Solo - Plano 2016 .....	150
Figura 66 – Mapa das macrozonas da proposta de Lei. ....	151
Figura 67 - Mapa Lei de Uso e Ocupação do Solo – Proposta de 2019. ....	153
Figura 68 – Comparativo da evolução da ocupação nos últimos 10 anos na parte urbanizada da bacia. ....	156
Figura 69 – Mapa do relevo e declividade.....	157
Figura 70 - Cenário tendencial de ocupação da Bacia do Rio Jundiáí-Mirim.....	158
Figura 71 - Cenário Tendencial das demais bacias do município. ....	159
Figura 72- Ilustração do LID – Low Impact Development.....	161
Figura 73 - Cartografia de Maringá.....	163
Figura 74 - Cartografia de Londrina.....	163
Figura 75 - Cartografia de Jundiáí.....	164
Figura 76 - Cenário Dirigido de ocupação da Bacia do Rio Jundiáí-Mirim. ....	165
Figura 77 - Cenário Dirigido das demais bacias do município. ....	171
Figura 78 – Cenário Tendencial e Cenário Dirigido – Bacia Do Rio Capivari .....	172
Figura 79 – Cenário Tendencial e Cenário Dirigido – Bacia Do Estiva .....	173
Figura 80 - Cenário Tendencial e Cenário Dirigido – Bacia Do Guapeva .....	174
Figura 81 – Cenário Tendencial e Cenário Dirigido – Bacia Do Rio Jundiáí.....	175
Figura 82 – Cenário Tendencial e Cenário Dirigido – Bacia Jundiáí Mirim .....	176
Figura 83 - Cenário Tendencial e Cenário Dirigido – Bacia Do Jundiuvira .....	177
Figura 84 – Cenário Tendencial e Cenário Dirigido – Bacia Do Ribeirão-Cachoeira .....	178
Figura 85 – Microdrenagem Convencional.....	254
Figura 86 – Bacias de Infiltração. ....	257
Figura 87 – Efeitos da urbanização desordenada no escoamento das águas das chuvas. ....	263
Figura 88 – Estrutura de infiltração e armazenamento de água pluvial com filtro de areia e agregados.....	269
Figura 89 – Sistema de Amortecimento e Tratamento de Águas Pluviais .....	269
Figura 90 – Pavimento permeável de blocos de concreto – FCTH-USP .....	270
Figura 91 – Sistemas de controle de vazão e poluição com filtro .....	270
Figura 92 – Sistemas de controle de vazão e poluição em pátios de estacionamento. ....	271
Figura 93 – Jardim de armazenamento e infiltração. ....	271
Figura 94 – Parque linear ao longo do rio Reno em Köln, Alemanha. ....	272
Figura 95 – Rio Reno em Bonn, Alemanha. ....	273
Figura 96 – O ciclo hidrológico urbano adotado pelo LID.....	275



Figura 97 – Sistemas convencionais de infraestrutura de drenagem e LID .....	276
Figura 98 – As diferentes e complementares escalas de implantação das tecnologias LID	277
Figura 99 – Diferentes tipologias de ruas com implantação das tecnologias LID .....	278
Figura 100 – Um novo desenho para avenidas e sistema de drenagem. ....	279
Figura 101 – Menu de estratégias LID. ....	280
Figura 102 – Análise da área através da metodologia de sobreposição de mapas .....	282



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Dados gerais de Jundiaí.....	21
Quadro 2 – Jundiaí: comparativo do crescimento populacional .....	23
Quadro 3 – Jundiaí: comparativo do número de domicílios .....	24
Quadro 4 – Jundiaí: quadro resumo dos aspectos econômicos.....	26
Quadro 5 – Jundiaí: PIB municipal a preços correntes .....	26
Quadro 6 – Posição de Jundiaí no ranking industrial paulista.....	27
Quadro 7 – IRPS - Jundiaí.....	29
Quadro 8 – Número de economias e ligações interligadas à rede de coleta de esgoto .....	39
Quadro 9 – Temperaturas médias máximas, mínimas e médias mensais para a região de Jundiaí (SP).....	48
Quadro 10 – Valores extremos mensais de precipitação pluvial em Jundiaí (SP) .....	51
Quadro 11 – Resultado simplificado do balanço hídrico para Jundiaí (SP). .....	52
Quadro 12 – Volume hídrico disponível para Jundiaí.....	53
Quadro 13 – Segmentação das bacias hidrográficas.....	69
Quadro 14 – Contagem e vazões das captações de água superficial .....	73
Quadro 15 – Demanda hídrica subterrânea .....	73
Quadro 16 – Balanço hídrico do município de Jundiaí, usos contínuos e complementares, disponibilidade hídrica mínima e média.....	75
Quadro 17 – Balanço hídrico do município de Jundiaí, usos contínuos e complementares, situações de disponibilidade hídrica mínima e média, cenário considerando retorno de captação subterrânea. ....	76
Quadro 18 – Diretrizes das criticidades de cada critério .....	104
Quadro 19 – Critérios e subcritérios adotados para a análise multicritério .....	106
Quadro 20 – Pesos atribuídos para cada critério para a simulação da criticidade das bacias (situação atual) .....	107
Quadro 21 – Definição do 1º quartil para cada um dos subcritérios.....	121
Quadro 22 – Projeção populacional de Jundiaí por faixas etárias .....	141
Quadro 23 – Projeção populacional de Jundiaí urbana e rural .....	142
Quadro 24 – Projeção do crescimento do número de domicílios ocupados de Jundiaí.....	142
Quadro 25 – Projeção do populacional nos municípios da AUJ.....	143
Quadro 26 – Projeção dos domicílios ocupados nos municípios da AUJ .....	143
Quadro 27 – Potencialidade de geração de cargas difusas por classe de uso e ocupação do solo para CT e CD .....	180
Quadro 28 – Classificação dos dispositivos de armazenamento ou retenção. ....	259



Quadro 29 – Síntese das técnicas compensatórias disponíveis, com suas funções, vantagens e desvantagens .....	261
Quadro 30 – Os paradigmas da gestão das águas nas cidades.....	266
Quadro 31 – Disponibilidade hídrica em Jundiaí.....	285
Quadro 32 – Disponibilidade hídrica mínima x população abastecível.....	285
Quadro 33 – Disponibilidade hídrica média x população abastecível.....	286
Quadro 34 – Princípios orientadores de recursos hídricos.....	308
Quadro 35 – Princípios orientadores para a formulação de planejamento .....	309
Quadro 36 – Descrição das ações, por programa do PMRH Jundiaí.....	312
Quadro 37 – Descrição das ações, por programa do PMRH Jundiaí (continuação).....	313
Quadro 38 – Meta temporal de planejamento e execução das ações .....	315
Quadro 39 – Plano de execução – Programa de Uso e Ocupação do Solo .....	316
Quadro 40 – Plano de execução – Programa de Gestão dos Recursos Hídricos.....	317
Quadro 41 – Estimativa de investimento financeiro por programa.....	318
Quadro 42 - Investimentos estimados por programa por meta temporal .....	318



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Geração total de cargas difusas para cada bacia hidrográfica municipal por tipo de uso e ocupação do solo.....	107
Tabela 2 – Resultado do critério de cargas difusas para as bacias hidrográficas municipais .....	111
Tabela 3 – Extensão de área por classificação de fragilidade emergente e potencial para as bacias hidrográficas municipais.....	112
Tabela 4 – Resultado do critério de fragilidade ambiental para as bacias hidrográficas municipais.....	114
Tabela 5 - Área por faixa de Curve Number para as bacias hidrográficas municipais de Jundiaí .....	115
Tabela 6 – Resultado do critério de recarga de aquíferos para as bacias hidrográficas municipais.....	117
Tabela 7 – Hierarquia final para as bacias hidrográficas municipais.....	119
Tabela 8 – Hierarquia por pontos por faixa para o critério cargas difusas .....	120
Tabela 9 – Hierarquia por pontos por faixa para o critério fragilidade ambiental .....	120
Tabela 10 – Hierarquia por pontos por faixa para o critério recarga de aquíferos .....	121
Tabela 11 – Pesos atribuídos para cada critério para a simulação da criticidade das sub-bacias (situação atual) .....	121
Tabela 12 – Geração total de cargas difusas para a bacia do Jundiaí-Mirim por tipo de uso e ocupação do solo.....	122
Tabela 13 – Geração total de cargas difusas por tipo de uso e ocupação do solo para cada sub-bacia da bacia do Jundiaí-Mirim .....	122
Tabela 14 – Resultado do critério de cargas difusas para as sub-bacias da bacia do Jundiaí-Mirim .....	127
Tabela 15 – Extensão de área por classificação de fragilidade emergente e potencial para a bacia do Jundiaí-Mirim.....	128
Tabela 16 – Extensão de área por classificação de fragilidade emergente e potencial para a sub-bacias da bacia do Jundiaí-Mirim .....	128
Tabela 17 – Resultado do critério de fragilidade ambiental para as sub-bacias da bacia do Jundiaí-Mirim .....	132
Tabela 18 – Extensão de área por intervalo de Curve Number para a bacia do Jundiaí-Mirim .....	133
Tabela 19 – Extensão de área por intervalo de Curve Number para as sub-bacias da bacia do Jundiaí-Mirim .....	133



---

Tabela 20 – Resultado do critério de recarga de aquíferos para as sub-bacias da bacia do Jundiá-Mirim .....	137
Tabela 21 – Hierarquia final as sub-bacias da bacia do Jundiá-Mirim .....	140
Tabela 22 - Áreas Delimitadas (Cenário Tendencial e Cenário Dirigido) .....	166
Tabela 23 - classes de uso e ocupação do solo para as projeções de CT e CD .....	180
Tabela 24 – Associação entre as classes de uso e ocupação do solo desenvolvidas nas projeções de CT e CD e valores de CN .....	180
Tabela 25 – Geração total de cargas difusas para as bacias municipais por tipo de uso e ocupação do solo para o cenário tendencial .....	181
Tabela 26 – Geração total de cargas difusas por tipo de uso e ocupação do solo para cada bacia municipal para o cenário tendencial.....	181
Tabela 27 – Resultado do critério de cargas difusas para as bacias municipais para o cenário tendencial .....	184
Tabela 28 – Geração total de cargas difusas para as bacias municipais por tipo de uso e ocupação do solo para o cenário dirigido .....	185
Tabela 29 – Geração total de cargas difusas por tipo de uso e ocupação do solo para cada bacia municipal para o cenário dirigido .....	185
Tabela 30 – Resultado do critério de cargas difusas para as bacias municipais para o cenário dirigido .....	187
Tabela 31 – Comparativo dos cenários tendencial e dirigido para as bacias municipais para o critério de carga difusa .....	189
Tabela 32 – Extensão de área por intervalo de Curve Number para as bacias municipais para o cenário tendencial.....	190
Tabela 33 – Extensão de área por intervalo de Curve Number para as bacias municipais para o cenário tendencial.....	190
Tabela 34 – Resultado do critério de recarga de aquíferos para as bacias municipais para o cenário tendencial.....	192
Tabela 35 – Extensão de área por intervalo de Curve Number para as bacias municipais para o cenário dirigido .....	193
Tabela 36 – Extensão de área por intervalo de Curve Number para as bacias municipais para o cenário dirigido .....	193
Tabela 37 – Resultado do critério de recarga de aquíferos para as bacias municipais para o cenário dirigido .....	195
Tabela 38 – Comparativo dos cenários tendencial e dirigido para as bacias municipais para o critério de recarga de aquíferos.....	197



---

Tabela 39 – Hierarquia final das bacias para o cenário tendencial .....	199
Tabela 40 – Hierarquia final das bacias para o cenário dirigido .....	201
Tabela 41 – Hierarquia final das bacias para o comparativo do cenário tendencial e dirigido .....	203
Tabela 42 – Geração total de cargas difusas para a bacia do Jundiaí-Mirim por tipo de uso e ocupação do solo para o cenário tendencial .....	205
Tabela 43 – Geração total de cargas difusas por tipo de uso e ocupação do solo para cada sub-bacia da bacia do Jundiaí-Mirim para o cenário tendencial.....	205
Tabela 44 – Resultado do critério de cargas difusas para as sub-bacias da bacia do Jundiaí-Mirim para o cenário tendencial.....	210
Tabela 45 – Geração total de cargas difusas para a bacia do Jundiaí-Mirim por tipo de uso e ocupação do solo para o cenário dirigido .....	211
Tabela 46 – Geração total de cargas difusas por tipo de uso e ocupação do solo para cada sub-bacia da bacia do Jundiaí-Mirim para o cenário dirigido .....	212
Tabela 47 – Resultado do critério de cargas difusas para as sub-bacias da bacia do Jundiaí-Mirim para o cenário dirigido .....	217
Tabela 48 – Comparativo dos cenários tendencial e dirigido para as sub-bacias da bacia do Jundiaí-Mirim para o critério de carga difusa.....	218
Tabela 49 – Extensão de área por intervalo de Curve Number para a bacia do Jundiaí-Mirim para o cenário tendencial .....	219
Tabela 50 – Extensão de área por intervalo de Curve Number para as sub-bacias da bacia do Jundiaí-Mirim para o cenário tendencial.....	219
Tabela 51 – Resultado do critério de recarga de aquíferos para as sub-bacias da bacia do Jundiaí-Mirim para o cenário tendencial.....	223
Tabela 52 – Extensão de área por intervalo de Curve Number para a bacia do Jundiaí-Mirim para o cenário dirigido .....	224
Tabela 53 – Extensão de área por intervalo de Curve Number para as sub-bacias da bacia do Jundiaí-Mirim para o cenário dirigido.....	224
Tabela 54 – Resultado do critério de recarga de aquíferos para as sub-bacias da bacia do Jundiaí-Mirim para o cenário dirigido.....	227
Tabela 55 – Comparativo dos cenários tendencial e dirigido para as sub-bacias da bacia do Jundiaí-Mirim para o critério de recarga de aquíferos .....	228
Tabela 56 – Hierarquia final das sub-bacias para o cenário tendencial .....	230
Tabela 57 – Hierarquia final das sub-bacias para o cenário dirigido .....	232



Tabela 58 – Hierarquia final das sub-bacias para o comparativo do cenário tendencial e dirigido .....	234
Tabela 59 – Modelo hidrológico comparativo entre sistema de infraestrutura convencional de drenagem e um sistema misto convencional e LID. ....	281
Tabela 60 – Base para o cálculo dos investimentos .....	314



## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>19</b>
1.1. JUSTIFICATIVAS.....	19
1.2. BASE TERRITORIAL DO PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO DE MANANCIAIS E BACIAS HIDROGRÁFICAS - PMRH.....	21
<b>2. DIAGNÓSTICO .....</b>	<b>23</b>
2.1. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS .....	23
2.1.1. População e Domicílios .....	23
2.1.2. Densidade Demográfica .....	24
2.1.3. Caracterização Econômica.....	25
2.1.4. Índices Sociais.....	27
2.1.4.1. IDHM.....	28
2.1.4.2. IPRS.....	28
2.1.4.3. IPVS.....	29
2.1.5. Análise Socioeconômica .....	29
2.2. SERVIÇOS DE SANEAMENTO .....	32
2.2.1. Sistema de Abastecimento de Água (Saa).....	32
2.2.2. Sistema de Esgotamento Sanitário (Ses).....	35
2.2.3. Análise dos Serviços de Saneamento.....	40
2.3. CARACTERIZAÇÃO BIÓTICA .....	42
2.3.1. Biodiversidade .....	42
2.3.2. Remanescentes De Vegetação Nativa.....	43
2.3.3. Análise das Características da Vegetação.....	43
2.4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA.....	46
2.4.1. Climatologia.....	46
2.4.1.1. Regime Pluviométrico .....	48
2.4.1.2. Balanço Hidrológico .....	51
2.4.1.3. Escoamento das Águas Pluviais .....	53
2.4.2. Geologia, Geomorfologia E Pedologia .....	57
2.4.3. Recursos Hídricos .....	68
2.4.3.1. Caracterização.....	68
2.4.3.2. Disponibilidade, Demandas e Balanço Hídrico.....	73
2.5. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	78
2.5.1. Densidade Demográfica (Análise Ocupação Do Solo).....	83



---

2.5.2. Zoneamento .....	85
2.5.2.1. Macrozona de Estruturação e Qualificação Urbana .....	86
2.5.2.2. Macrozona de Proteção da Serra do Japi e Serra dos Cristais .....	88
2.5.2.3. Macrozona de Proteção Ambiental, Hídrica e de Desenvolvimento Rural ....	88
2.5.3. Áreas De Ocupações Irregulares .....	89
2.5.4. Análise: Desenvolvimento e Ocupação Urbana .....	91
2.5.5. Análise: Desenvolvimento e Ocupação Rural .....	94
2.5.6. Análise Urbanística.....	98
2.5.7 Mapas Cenário de Referência.....	99
<b>2.6. DEFINIÇÃO DAS BACIAS CRÍTICAS - DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL</b> <b>(CENÁRIO DE REFERÊNCIA).....</b>	<b>103</b>
2.6.1. Metodologia .....	103
2.6.2. Resultados por Bacias.....	106
2.6.2.1. Cargas Difusas .....	107
2.6.2.2. Fragilidade Ambiental Dos Terrenos .....	112
2.6.2.3. Recarga de Aquíferos .....	115
2.6.2.4. Hierarquização Por Bacias .....	118
<b>2.7. DEFINIÇÃO DAS SUB-BACIAS CRÍTICAS DA BACIA DO JUNDIAÍ-MIRIM</b> <b>(DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL (CENÁRIO DE REFERÊNCIA) .....</b>	<b>120</b>
2.7.1. Metodologia.....	120
2.7.2. Resultados para as Sub-Bacias do Jundiaí-Mirim.....	121
2.7.2.1. Cargas Difusas .....	121
2.7.2.2. Fragilidade Ambiental Dos Terrenos .....	128
2.7.2.3. Recarga de Aquíferos .....	133
2.7.2.4. Hierarquização das Sub-Bacias do Jundiaí-Mirim .....	138
2.7.3. Criticidade das Bacias .....	138
<b>3. PROGNÓSTICO.....</b>	<b>141</b>
3.1. PROJEÇÃO POPULACIONAL.....	141
3.2. EXPANSÃO URBANA.....	144
3.2.1. Plano Diretor: 2012, 2016 e Revisão de 2019.....	146
3.2.2. A Análise das Bacias do Rio Jundiaí-Mirim.....	153
3.2.2.1. Cenário Tendencial.....	155
3.2.2.2. Cenário Dirigido .....	159
3.2.3. Mapas Cenário Tendencial e Cenário Dirigido .....	171



---

3.3. DEFINIÇÃO DAS BACIAS CRÍTICAS - PROGNÓSTICO (CENÁRIO TENDENCIAL E CENÁRIO DIRIGIDO) .....	179
3.3.1. Metodologia .....	179
3.3.2. Bacias Hidrográficas Municipais.....	181
3.3.2.1. Carga Difusa .....	181
3.3.2.2. Fragilidade Ambiental Dos Terrenos .....	190
3.3.2.3. Recarga De Aquíferos .....	190
3.3.2.4. Balanço Final .....	198
3.4. DEFINIÇÃO DAS SUB-BACIAS CRÍTICAS – PROGNÓSTICO (CENÁRIO TENDENCIAL E CENÁRIO DIRIGIDO). BACIA DO JUNDIAÍ-MIRIM .....	204
3.4.1. Metodologia .....	204
3.4.2. Sub-Bacias Do Jundiaí-Mirim .....	204
3.4.2.1. Carga Difusa .....	205
3.4.2.2. Fragilidade Ambiental dos Terrenos .....	219
3.4.2.3. Recarga de Aquíferos .....	219
3.4.2.4 Balanço Final .....	229
3.5. CONCLUSÃO .....	235
<b>4. OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL .....</b>	<b>236</b>
<b>5. ALTERNATIVAS TÉCNICAS.....</b>	<b>246</b>
5.1. PROPOSIÇÕES RELATIVAS À POPULAÇÃO URBANA .....	248
5.1.1. Técnicas Convencionais (Cinzas) .....	250
5.1.1.1. Abastecimento de Água.....	250
5.1.1.2. Esgotamento Sanitário.....	250
5.1.1.3. Manejo de Águas Pluviais.....	251
5.1.2. Técnicas Emergentes (Verdes) .....	258
5.1.2.1. Abastecimento de Água.....	258
5.1.2.2. Esgotamento Sanitário.....	258
5.1.2.3. Manejo de Águas Pluviais.....	258
5.1.2.4. Emprego de Técnicas Compensatórias.....	263
5.1.2.5. Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto.....	273
5.1.3. Combinação de Técnicas .....	282
5.2. GESTÃO RURAL SUSTENTÁVEL.....	283
5.3. GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS .....	284
5.3.1. Mananciais Potenciais.....	285



---

5.3.2. Ações de Gestão .....	287
5.3.3. Monitoramento.....	288
5.3.4. Prestação de serviços ambientais.....	288
<b>6. AÇÕES E METAS .....</b>	<b>292</b>
6.1. PROPOSTAS DE AÇÕES PRIORITÁRIAS.....	293
6.2. PROPOSTAS DE AÇÕES SISTEMÁTICAS.....	300
<b>7. PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DOS RECURSOS HÍDRICOS .....</b>	<b>302</b>
7.1. POLÍTICA DE RECURSOS HÍDRICOS.....	302
7.2. FUNDAMENTAÇÃO DOS PROGRAMAS.....	305
7.3. PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES COM DEFINIÇÃO DE METAS PARA OS RECURSOS HÍDRICOS .....	310
<b>8. PLANO DE EXECUÇÃO DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES PARA OS SISTEMAS DE SANEAMENTO DO MUNICÍPIO DE ALTOS .....</b>	<b>314</b>
8.1. ESTIMATIVA DOS INVESTIMENTOS PARA OS RECURSOS HÍDRICOS .....	314
8.2. PLANO DE EXECUÇÃO DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES PARA OS RECURSOS HÍDRICOS .....	314
<b>9. CONCLUSÕES .....</b>	<b>319</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>321</b>



## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objeto a elaboração do Plano Municipal de Gestão de Mananciais e de Bacias Hidrográficas do município de Jundiaí – PMGMBHMJ, conforme colocado no Termo de Referência do processo de contratação da DAE Jundiaí, sociedade de economia mista, responsável pela prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

O Plano Municipal de Recursos Hídricos – PMRH, denominação resumida, constitui um instrumento poderoso para nortear os investimentos, porque estabelece quais são os empreendimentos e intervenções necessários, o porte, os custos e o prazo de implantação, com o objetivo de alcançar a sustentabilidade dos recursos hídricos no âmbito municipal. Além dos empreendimentos, o plano também abarca programas, projetos e ações decorrentes desse mesmo objetivo, bem como planos específicos para emergências e contingências relativos à operação dos sistemas.

O PMRH constitui um instrumento de gestão das águas no âmbito municipal, estruturando a respectiva política pública quanto aos recursos hídricos. A política possibilitará não somente ações objetivas e eficientes em relação à água, mas também pleitear recursos financeiros para investimentos em fundos variados, inclusive os provenientes da cobrança pelos usos das águas nas Bacias PCJ.

Para o município de Jundiaí, já existem instrumentos de planejamento como o Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB, quatro componentes (água, esgotos, resíduos sólidos e drenagem) e o Plano Diretor revisto em 2019. São instrumentos de referência, assim como estudos anteriores relacionados principalmente com a Bacia Hidrográfica do Rio Jundiaí-Mirim – BHRJM, principal manancial do município. Todos esses instrumentos mais o PMRH constituem a base de ação para o desenvolvimento sustentável de Jundiaí.

O presente documento trata-se do Relatório VIII – Resumo Executivo que consubstancia o próprio PMRH de Jundiaí. É apresentado neste documento a consolidação dos demais relatórios que compuseram as atividades desempenhadas pela equipe da FESPSP em conformidade com o contrato celebrado com a DAE Jundiaí.

### 1.1. JUSTIFICATIVAS

A elaboração do presente trabalho justifica-se por:

- Busca de equilíbrio entre disponibilidade hídrica e demanda exercida pela população dentro do horizonte de planejamento, levando à sustentabilidade da água e seus usos no longo tempo.



- Demandas domiciliares, industriais e rurais pelo consumo de água e respectiva geração de esgotos ou efluentes.
- Alterações de uso e ocupação do solo que afetam o grau de impermeabilização do solo, que levam à necessidade de definição de estruturas hidráulicas, condizentes para essa nova situação de impacto no manejo das águas pluviais.
- Alterações de uso e ocupação do solo que afetam o grau de impermeabilização do solo alterando a recarga dos aquíferos municipais, reduzindo a vazão mínima dos cursos d'água, sendo necessário redefinir a disponibilidade hídrica.
- Alterações de uso e ocupação do solo que modificam a geração das cargas difusas, alterando a qualidade das águas de recarga dos aquíferos municipais, bem como o escoamento superficial, poluindo os cursos d'água principalmente nos períodos de estiagem e ocorrência de vazão mínima.

São ainda mencionáveis outras justificativas como:

- Fortes condicionantes ambientais como a existência de parques, Áreas de Preservação Permanente - APPs e limitada disponibilidade hídrica em função do território natural do município.
- Existência de comunidades rurais tradicionais que precisam de soluções específicas.
- Avanço tecnológico do setor de saneamento que tornou mais viável em termos técnicos, econômicos e ambientais, o tratamento avançado dos esgotos e mesmo o reúso planejado da água, amplamente empregados em regiões no mundo que possuem grande desafio em relação a gestão da água como Israel e Los Angeles na Califórnia. Essas experiências serão trazidas à baila e consideradas na revisão de demandas e proposição de alternativas, desde que se adequem às necessidades.
- Consideração de princípios de Infraestrutura Verde em consonância com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS preconizados pelas atuais políticas mundiais da água.
- Eventos climáticos extremos e próximos que ocorreram no estado de São Paulo, como inundações em 2010/11 e estiagem, jamais registrada, em 2014/15 fazem com que seja necessária uma nova visão dos serviços municipais de saneamento, tendo em vista a necessidade que se tornem menos vulneráveis e mais resilientes às mudanças climáticas.
- Consolidação do Sistema Municipal de Informações de Recursos Hídricos e preparação de suporte para a permanente atualização.

Enfim, com este instrumento, o município passará contar com um roteiro seguro de Programas, Projetos e Ações, destinado a orientar todos os seus investimentos em recursos hídricos, considerando os condicionantes naturais de disponibilidade hídrica, avanços



tecnológicos de tratamento das águas residuárias mencionáveis que ampliem potencialmente a disponibilidade hídrica e aspectos de uso e ocupação do solo em zonas de mananciais.

## 1.2. BASE TERRITORIAL DO PLANO MUNICIPAL DE GESTÃO DE MANANCIAIS E BACIAS HIDROGRÁFICAS - PMRH

A base considerada é o próprio território definido pelos limites municipais, abrangendo zona urbana e rural, bem como áreas sujeitas à expansão urbana. Há instrumentos legais vigentes, como a lei municipal n°. 8.683/16, que considerou o território conforme a Macrozona de Estruturação e Qualificação Urbana, Macrozona de Proteção da Serra do Japi e Serra dos Cristais, III - Macrozona de Proteção Ambiental, Hídrica e de Desenvolvimento Rural. Na revisão do Plano Diretor, foi considerada somente macrozona urbana e rural. Além dessas, há outras zonas de interesse especial conforme a legislação ambiental em vigor como áreas de proteção permanente. Serão consideradas ao longo do trabalho as diretrizes do Estatuto das Cidades no que importa aos objetivos do PMRH.

A seguir são apontados dados gerais sobre o município de Jundiá:

**Quadro 1 – Dados gerais de Jundiá.**

<b>Coordenadas</b>					
<b>Latitude</b>		<b>Longitude</b>		<b>Altitude</b>	
-23,186		-46,884		750 m	
<b>Municípios limítrofes</b>					
<b>Norte</b>	Louveira e Itatiba	<b>Leste</b>	Várzea Paulista, Campo Limpo Paulista e Jarinu		
<b>Sul</b>	Cajamar, Franco da Rocha e Pirapora do Bom Jesus	<b>Oeste</b>	Itupeva e Cabreúva		
<b>Distâncias de Jundiá</b>					
<b>São Paulo</b>	60 km	<b>Piracicaba</b>	105 km		
<b>Campinas</b>	45 km	<b>Sorocaba</b>	100 km		
<b>Acessos a Jundiá</b>					
SP-300, SP-330, SP-348, SP-332, SP-360 e JAR-030					

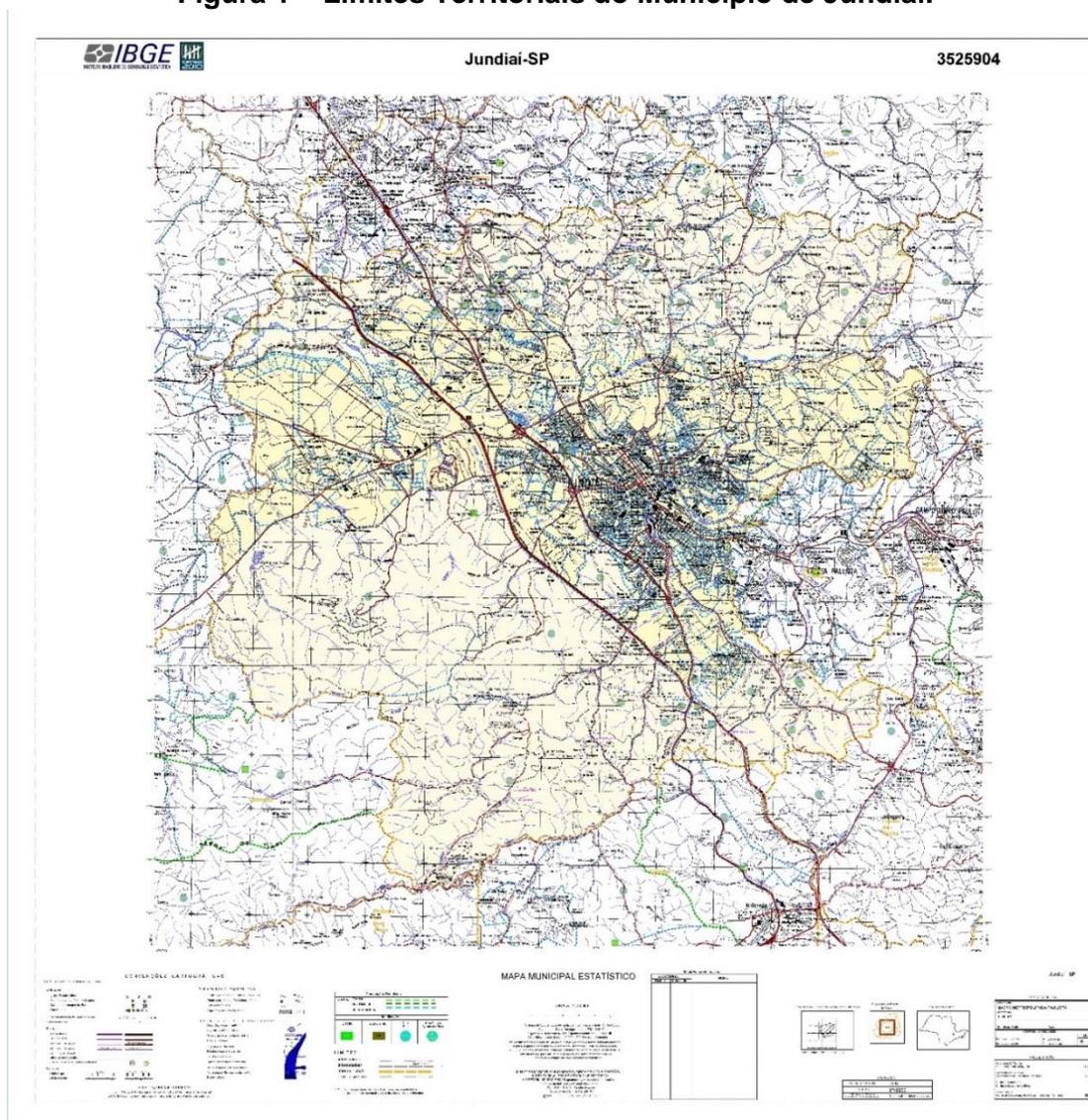
Fonte: IBGE, 2015.

O município conta hoje com 414 mil habitantes (IBGE, 2018) e sua área territorial é igual a 431,207 km<sup>2</sup>, com índice de esgotamento sanitário (IBGE, 2010) igual a 96,6% e abastecimento de água praticamente universalizado na zona urbana. Conforme dados do SNIS de 2017, Jundiá apresenta índice de atendimento de abastecimento de água igual a 99,07%, de esgotamento sanitário equivalente a 98,23% e 100% de esgoto tratado por água consumida. Esses dados colocam a cidade entre as 20 melhores no Ranking de Saneamento do Instituto Trata Brasil (atualmente figura a 19ª posição).

Os índices de atendimento pelos sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário indicam que o município já atingiu um nível bastante elevado de prestação de serviços de saneamento, o que é raro na situação brasileira. Esse quadro possibilita que se invista cada vez mais na eficiência da prestação dos serviços, reduzindo as perdas de água potável, diminuindo as fugas de esgotos e mesmo melhorando o processo de tratamento de esgotos, abrindo possibilidade para o reúso do efluente tratado até para a recarga de aquíferos.

Segundo o IBGE, o território municipal está composto e tem os limites oficiais mostrados na Figura 1.

**Figura 1 – Limites Territoriais do Município de Jundiaí.**



Fonte: IBGE, 2010.



## 2. DIAGNÓSTICO

No presente capítulo será apresentada a análise dos dados levantados com intuito de compreender a complexa posição e relação do município de Jundiaí na sua região e, particularmente, com os recursos hídricos, imprescindíveis para o seu desenvolvimento sustentável.

### 2.1. ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS

O levantamento de dados socioeconômicos do PMRH teve como premissa a escolha de dados secundários de diversas fontes oficiais que caracterizam o município de Jundiaí. A prioridade no levantamento procurou as informações que faziam sentido à elaboração do estudo e que ajudem a entender como as dinâmicas sociais e econômicas podem influenciar as propostas do PMRH. Nesse sentido, as informações apresentadas procuram determinar o perfil do município de forma geral e outros indicadores que se relacionam de forma mais direta às demandas do consumo de água e do uso e ocupação do solo.

#### 2.1.1. População e Domicílios

Jundiaí possui hoje cerca de 414 mil habitantes<sup>1</sup>. A cidade está entre as 15 mais populosas do estado. Enquanto o crescimento da população Brasileira ficou em torno de 22%, no período de 2000 a 2018, Jundiaí registrou um crescimento de 28,2%, o maior dentre as unidades territoriais destacadas, segundo as projeções do IBGE.

**Quadro 2 – Jundiaí: comparativo do crescimento populacional**

Jundiaí: comparativo do crescimento populacional					
	População (x 1.000)			Crescimento (%)	
	2000	2010	2018	2000-2018	2010-2018
Jundiaí	323	370	414	28,2	11,9
Campinas	969	1.080	1.194	23,2	10,6
Estado SP	14.391	41.262	45.538	23,0	10,4
São Paulo	10.434	11.253	12.176	16,7	8,2
Brasil	169.799	195.755	208.494	22,8	6,5

Fonte: IBGE, 2019.

É possível notar que o número de domicílios cresceu relativamente mais do que a população, no intervalo entre 2000 e 2018, enquanto a população cresceu 28,2%, os domicílios 48,15%.

<sup>1</sup> População estimada em 2018 – IBGE.

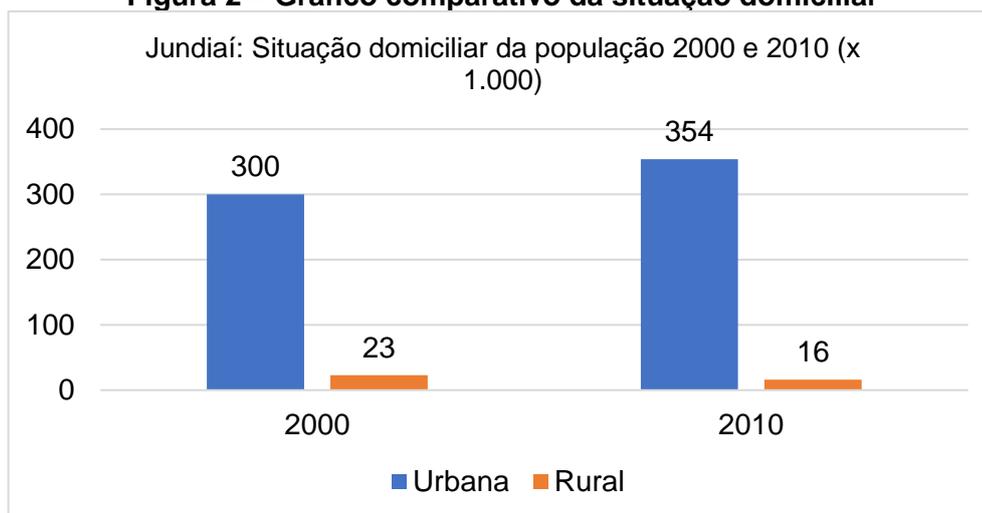
**Quadro 3 – Jundiá: comparativo do número de domicílios**

Jundiá: comparativo do número de domicílios particulares permanentes						
Domicílios	2000	2010	2018	Crescimento (%)		
				2000 – 2018	2000 – 2010	2010 – 2018
Total	92.399	118.265	136.888	48,15	27,96	15,77
Urbanos	86.265	113.593	-	-	31,63	-
Rurais	6.134	4.672	-	-	-23,54	-

Fonte: IBGE (Censo Demográfico), Fundação Seade (Informação dos Municípios Paulistas) e FESPSP (2019).

O crescimento populacional em Jundiá é um fenômeno urbano e a população residente em área urbana representava 95% da população em 2010. A população rural, no entanto, diminuiu 30% entre 2000 e 2010, passando de 23 mil para 16 mil habitantes. São registros comuns a outros municípios paulistas que têm condições semelhantes.

**Figura 2 – Gráfico comparativo da situação domiciliar**



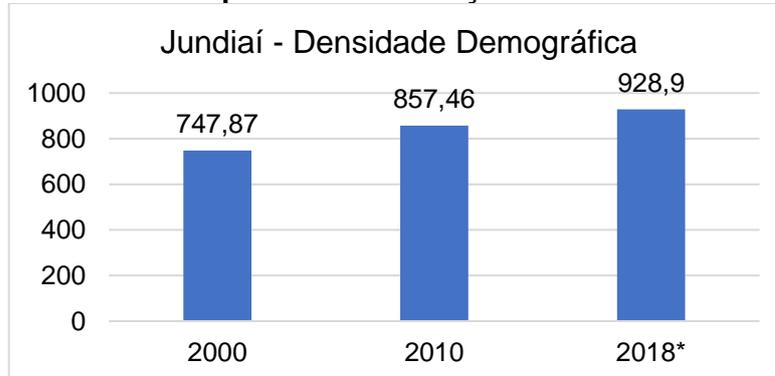
Fonte: IBGE, 2019.

### 2.1.2. Densidade Demográfica

Entre os anos 2000 e 2018 a densidade demográfica de Jundiá cresceu 24,2%, em 2000 a densidade era de 747,87 hab/km<sup>2</sup>, em 2010, 857,46 hab/km<sup>2</sup> e em 2018<sup>2</sup>, 928,9 hab/km<sup>2</sup>. Portanto, acompanhando o crescimento populacional e o maior ainda do número de domicílios, houve o adensamento o que se verifica pela verticalização da zona urbana.

<sup>2</sup> SEADE – Informações dos Municípios Paulistas, consulta em 30/07/2019.

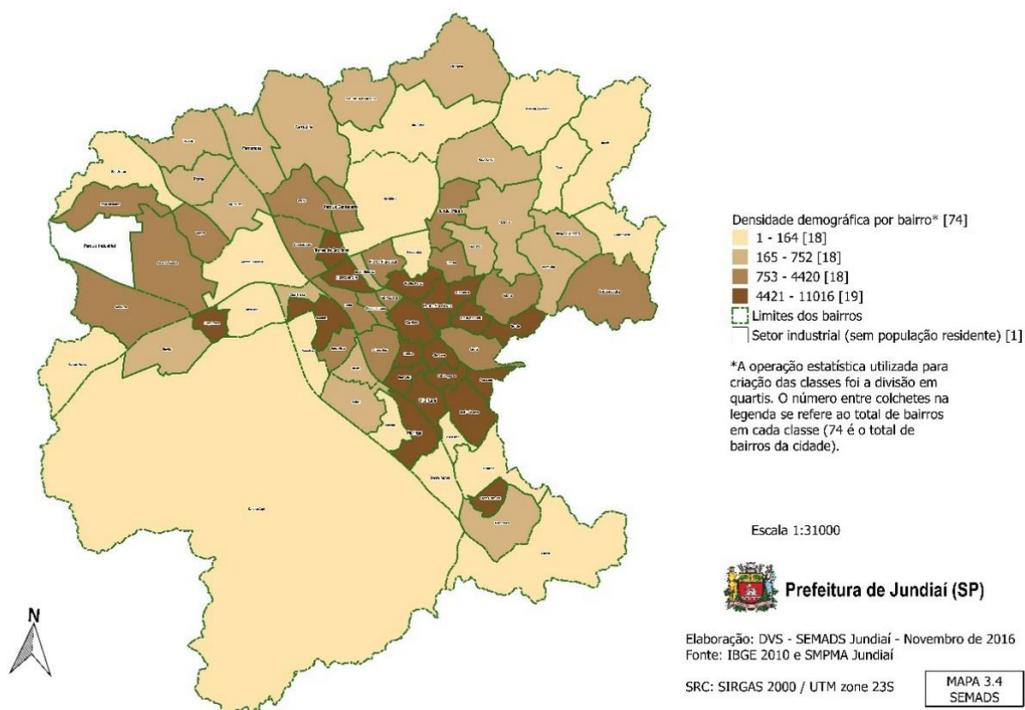
**Figura 3 – Gráfico comparativo da evolução da densidade demográfica**



Fonte: IBGE, 2019.

**Figura 4 – Mapa da densidade demográfica por Bairro**

**MAPA 3.4 DENSIDADE DEMOGRÁFICA POR BAIRRO, JUNDIAÍ (SP)**



Fonte: Prefeitura do Município de Jundiaí, 2016.

### 2.1.3. Caracterização Econômica

No Quadro 4 é possível observar que o número de empresas e os salários e outras remunerações aumentaram 15% e 88%, respectivamente. Por outro lado, o pessoal ocupado recebendo salário e o salário médio registraram pequenos decréscimo, -0,22% e -3% respectivamente.

**Quadro 4 – Jundiaí: quadro resumo dos aspectos econômicos**

<b>Jundiaí - quadro resumo dos indicadores econômicos</b>		
	<b>2010</b>	<b>2016</b>
Número de empresas atuantes (empresas)	15.399	17.707
Pessoal ocupado assalariado (empregados)	162.137	161.787
Salário médio mensal (Salários mínimos)	3,5	3,4
Salários e outras remunerações (em reais correntes)	R\$ 3.615.310,00	R\$ 6.796.542,00

Fonte: IBGE, 2019.

As atividades econômicas em Jundiaí tiveram um crescimento acentuado no período entre 2010 e 2016. Todos os setores econômicos registraram um aumento na riqueza gerada. A mensuração da riqueza é avaliada pela variação do PIB do município tanto no geral como por atividade econômica. Os dados expõem que o PIB de Jundiaí registrou, na primeira metade da presente década, um crescimento acentuado em todos os segmentos e recortes analisados. Em 2016, as informações econômicas consolidadas pelo IBGE na elaboração do PIB Municipal colocaram o município na posição 17ª no ranking das cidades com os maiores PIB do país e na posição 55ª dentre as cidades com o maior PIB per capita do Brasil. Em âmbito estadual, Jundiaí figura na sétima posição em relação ao PIB e na vigésima posição quando analisado o PIB per capita nos 645 municípios paulistas. Logo, sua pujança econômica.

**Quadro 5 – Jundiaí: PIB municipal a preços correntes**

<b>Jundiaí – PIB a preços correntes</b>			
<b>Ano</b>	<b>2010 (X1000) R\$</b>	<b>2016 (X1000) R\$</b>	<b>Crescimento (%)</b>
<b>PIB</b>	23.155.495,00	39.782.735,72	71,8%
<b>PIB por atividade econômica</b>			
<b>Ano</b>	<b>2010 (X1000) R\$</b>	<b>2016 (X1000) R\$</b>	<b>Crescimento (%)</b>
<b>Agropecuária</b>	53.170,00	130.551,25	146%
<b>Indústria</b>	6.531.719,00	7.409.989,10	13%
<b>Serviços</b>	11.302.712,00	23.110.009,69	104%
<b>Administração, defesa, educação e saúde públicas e seguridade social</b>	999.551	1.842.819,71	84%

Fonte: IBGE, 2019.

O Mapa da Indústria Paulista, estudo desenvolvido pela Fundação SEADE que procura identificar e quantificar a participação dos municípios no Valor de Transformação Industrial (VTI) no Estado de São Paulo, publicado em abril de 2019, coloca Jundiaí em posição de destaque, conforme se observa no Quadro 6.

**Quadro 6 – Posição de Jundiaí no ranking industrial paulista**

Segmento	2003		2016	
	Posição	Participação	Posição	Participação
Classificação Geral	10 <sup>o</sup>	1,7%	8 <sup>o</sup>	2,4%
Produtos alimentícios	16 <sup>o</sup>	1,2%	6 <sup>o</sup>	1,6%
Bebidas	1 <sup>o</sup>	23,4%	1 <sup>o</sup>	18,9%
Produtos têxteis	11 <sup>o</sup>	1,6%	13 <sup>o</sup>	1,7%
Vestuário e acessórios	10 <sup>o</sup>	1%	NA	-
Produtos de madeira	2 <sup>o</sup>	13,5%	11 <sup>o</sup>	1,3%
Papel e Celulose	14 <sup>o</sup>	1,8%	9 <sup>o</sup>	3,5%
Produtos Farmoquímicos e Farmacêuticos	-	-	17 <sup>o</sup>	1,1
Impressão e reprodução de gravações	14 <sup>o</sup>	0,9%	9 <sup>o</sup>	2,2%
Produtos de borracha e de material plástico	8 <sup>o</sup>	3,6%	5 <sup>o</sup>	4,8%
Produtos de minerais não metálicos	7 <sup>o</sup>	3,7%	9 <sup>o</sup>	2,9%
Produtos de metal	5 <sup>o</sup>	2,9%	10 <sup>o</sup>	2,3%
Informática, produtos eletrônicos e ópticos	7 <sup>o</sup>	3,5%	2 <sup>o</sup>	11,4%
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	7 <sup>o</sup>	3,1%	5 <sup>o</sup>	5,6%
Máquinas e equipamentos	14 <sup>o</sup>	2,1%	8 <sup>o</sup>	3,2%
Veículos automotores, reboques e carrocerias	19 <sup>o</sup>	0,9%	15 <sup>o</sup>	1,3%

Fonte: Fundação SEADE, 2019.

Sobre as atividades agrícolas, segundo informações do Censo Rural, as áreas destinadas a essas no município de Jundiaí, diminuíram em 61%, passando de 21.212 hectares utilizados para lavouras, pastagens, matas, florestas e sistemas agroflorestais para 8.181 hectares. O número de estabelecimentos também diminuiu em 47%, passando de 747 estabelecimentos em 2006 para 399, em 2017.

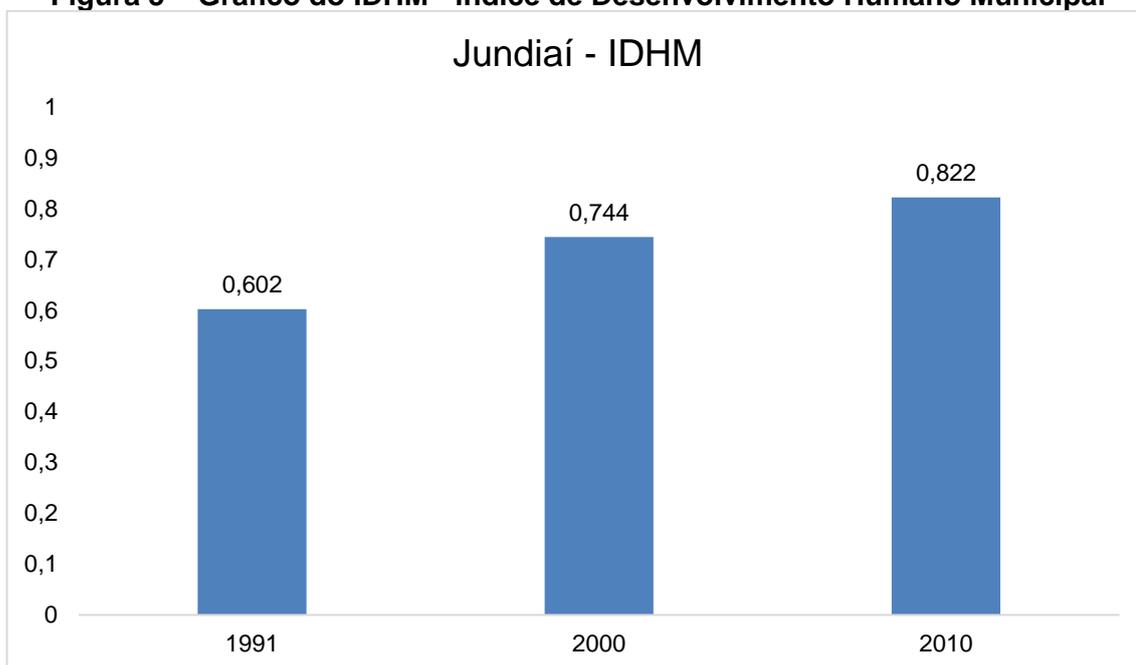
#### 2.1.4. Índices Sociais

São apresentados a seguir os índices levantados.

#### 2.1.4.1. IDHM

O índice de Desenvolvimento Humano Municipal IDHM<sup>3</sup> evoluiu de 0,602 em 1991 para 0,822 em 2010, o valor é considerado muito alto, ou seja, com esse índice a unidade territorial é considerada desenvolvida segundo os parâmetros da Organização das Nações Unidas. Vale destacar que, entre 2000 e 2010, Jundiaí subiu no ranking do IDHM no estado de São Paulo, passando da nona para a quarta posição dentre os 645 municípios paulistas.

**Figura 5 – Gráfico do IDHM - Índice de Desenvolvimento Humano Municipal**



Fonte: FESPSP, 2020.

#### 2.1.4.2. IPRS

Índice Paulista de Responsabilidade Social – IPRS assemelha-se conceitualmente ao do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH), cujo conceito de desenvolvimento considera não somente a renda per capita, mas também as condições objetivas que impactam diretamente a qualidade de vida da população. Jundiaí está posicionado no Grupo 1 de municípios. O referido grupo caracteriza-se por municípios que possuem elevado nível de riqueza e bons indicadores sociais. Vale destacar ainda que dentro da série disponível, Jundiaí apresentou melhoria nas dimensões de riqueza e escolaridade. A título de referência dos valores das dimensões, como os indicadores variam de 0 (zero) a 100 (cem), quanto maior o valor melhor o desempenho na dimensão.

<sup>3</sup> A sigla do indicador é IDH, quando a unidade territorial é o município, acrescenta-se a letra M na sigla.



### Quadro 7 – IRPS - Jundiaí

Jundiaí– IRPS				
Ano	IPRS	Dimensão Riqueza	Dimensão Longevidade	Dimensão Escolaridade
2010	Grupo 1	49	73	56
2014	Grupo 1	52	73	68

#### 2.1.4.3. IPVS

Em relação ao Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS), os setores censitários em Jundiaí com ao menos 50 domicílios particulares permanentes foram classificados em um dos sete grupos:

- Grupo 1 – baixíssima vulnerabilidade;
- Grupo 2 – vulnerabilidade muito baixa;
- Grupo 3 – vulnerabilidade baixa;
- Grupo 4 – vulnerabilidade média;
- Grupo 5 – vulnerabilidade alta e
- Grupo 6 – vulnerabilidade muito alta.
- Grupo 7 – setores censitários rurais de alta ou muito alta vulnerabilidade.

Jundiaí apresenta 5,8% do total da sua população nos Grupo 5 (vulnerabilidade alta) com 6.037 pessoas e no Grupo 6 (vulnerabilidade muito alta) com 17.064 habitantes. O grupo 6 apresenta uma participação um pouco maior que a média do estado, porém, no geral a condição de vulnerabilidade Jundiaí é melhor que os demais municípios paulistas.

#### 2.1.5. Análise Socioeconômica

A análise socioeconômica partiu da premissa de comparar informações sociais e econômicas do município de Jundiaí, utilizando momentos distintos de acordo com a disponibilidade dos dados. Os dados e informações selecionados procuram caracterizar o município e subsidiar uma análise que ajude a identificar setores que possam pressionar a disponibilidade da água e o consumo no futuro, logo a dinâmica socioeconômica impactando os recursos hídricos municipais ao ocupar espaços da água.

O primeiro grupo de dados comparados e comentados dizem respeito à evolução populacional. Jundiaí cresceu relativamente, nas últimas décadas, mais do que a média do Brasil e do Estado de São Paulo. O crescimento populacional é explicado a partir de dois movimentos. O primeiro relaciona-se com o processo de industrialização da região. O



segundo movimento foi a migração de famílias de classe média e média alta para condomínios e loteamentos abertos nas últimas duas décadas, em virtude de seu território apresentar um bom nível de preservação ambiental, portanto qualidade de vida. Além disso, a cidade é uma boa opção para quem trabalha na capital ou em Campinas e deseja “morar no interior” ou com “qualidade de vida”. Isso aumentou a pressão de abertura de lotes em diversas áreas, alguns deles em áreas de mananciais.

Os dados de densidade demográfica confirmam que a ocupação do território não ocorre apenas em bairros residenciais estruturados. O mapa da densidade demográfica de 2010 aponta diversas manchas de ocupação com alta densidade em locais afastados do centro urbano ou até mesmo isolados, confirmando a presença de aglomerações subnormais (comunidades ou ocupações irregulares) no território, inclusive em áreas protegidas e de mananciais.

Vale destacar ainda uma característica mais subjetiva da ocupação que reflete ainda mais as questões hídricas e ambientais: a presença já consolidada e cada vez maior de pessoas das mais distintas origens econômicas e sociais que não têm vínculos com o território. Hoje nota-se que uma parcela considerável da população da cidade, que migrou para o território não possui esse vínculo. A noção de pertencimento, seja por características de raça, etnia, cultura entre outras, tem uma forte ligação com o território. Historicamente os grupos sociais tendem a agir de forma a proteger e preservar o seu território, pois o lugar de origem faz parte da sua história e do seu lugar no mundo. Consequência disso é uma população despreocupada ou incapaz de se mobilizar em torno das questões sensíveis tradicionais da cidade, sejam os problemas urbanos, sociais, ambientais etc. A baixa mobilização na atenção e cuidado com o território e, neste estudo em especial, as questões correlatas da produção e disponibilidade da água, podem servir de brecha para uma exploração predatória do território que colocaria em risco a oferta de água e ameaçar os principais atrativos da cidade em diversos aspectos sociais, econômicos e ambientais.

Apesar de a pressão habitacional, a cidade apresenta excelentes níveis de qualidade de vida e desenvolvimento humano. O indicador calculado a partir do Censo de 2010 colocou Jundiaí no grupo de cidade desenvolvidas, como visto. O IDH de Jundiaí ficou em 0,822 considerado muito alto. O resultado também mostra que a cidade se encontra em uma condição excepcional quando comparado com outros municípios paulistas e brasileiros.

Indicadores como o IDHM e IPRS posicionam Jundiaí em um grupo de municípios com ótimos indicadores de desenvolvimento quando consideram a análise da totalidade dos dados no território. Porém, como foi possível observar no detalhamento da densidade demográfica, o Índice Paulista de Vulnerabilidade Social - IPVS, que apresenta os resultados detalhados



no território, revela que alta correspondência entre os locais muito mais adensados e aqueles com altos níveis de vulnerabilidade social. Essa condição oferece riscos aos recursos hídricos caso ocorram movimentos de ocupação em áreas ligadas à produção de água do município. Nesse sentido, a cidade precisa pensar se vai adotar um modelo de desenvolvimento predatório e sem planejamento que em médio e longo prazo diminuiria os índices de desenvolvimento ou um modelo sustentável e planejado que procure mitigar os problemas ambientais e sociais. A construção desse futuro está diretamente ligada às escolhas de como a sociedade organizará a ocupação do seu território e qual o tamanho a cidade pretende chegar ou manter.

Em relação aos aspectos econômicos, verifica-se que o desenvolvimento econômico de Jundiaí foi muito expressivo. A localização privilegiada, entre as regiões metropolitanas de São Paulo e Campinas, proporcionou a atração de investimentos e empresas e tornou a AUJ uma das mais relevantes na economia paulista, tanto que o número de empresas atuantes, em Jundiaí, passou de 15.399 em 2010 para 17.707 em 2016. O PIB municipal, no período entre 2010 e 2016, obteve um crescimento de 72%, com especial destaque as atividades de agropecuária e os serviços que registraram um crescimento de 146% e 104%, respectivamente, como visto, o que tem consequências na dinâmica urbana.

Segundo informações do Mapa da Indústria Paulista de 2019, Jundiaí subiu da décima posição (1,7%) na participação na indústria paulista em 2003 para a oitava posição (2,4%) em 2016. Analisando em detalhe dos 22 segmentos estudados, está entre as vinte cidades com maior participação em 13 destes segmentos. No período, a cidade melhorou de posição em 10 deles, mantendo o protagonismo no setor de alimentos, bebidas e equipamentos de informática. Vale citar que algumas das indústrias de destaque na cidade demandam água em grandes quantidades e qualidade adequada a seus fins.

Por fim, destaca-se a caracterização da atividade agropecuária em Jundiaí, a partir dos resultados dos Censos Agropecuários. Entre o que foi possível comparar, pois os resultados do Censo de 2017 ainda não estão totalmente disponíveis, a cidade diminuiu em 61% a área destinada às atividades agropecuárias e 47% em número de estabelecimentos. Jundiaí passa por um resgate das atividades agrícolas dos colonos italianos que povoaram a região. O movimento é protagonizado pelas terceira e quarta gerações dos descendentes desses emigrados. A dinâmica vem associada à aplicação de tecnologia no campo e de instrumentos de marketing que orientam a atividade agrícola na região no sentido de atender um crescente turismo rural ligado a gastronomia, ao cultivo de uva e a produção de vinhos. O grande atrativo, além da qualidade dos produtos, é a paisagem natural que os visitantes



desfrutam nas rotas. A atividade agrícola, nesse caso, é ligada à noção de pertencimento que ajuda na preservação dos mananciais e ao mesmo tempo impulsionar a economia na região.

O setor agrícola historicamente é um grande usuário de água, o que o coloca no centro do debate sobre produção, consumo e preservação desse bem natural. Por outro lado, as propriedades rurais, estrategicamente, também podem desempenhar um papel relevante para a conservação de locais de produção de água. A preservação das zonas rurais deve ser considerada como uma das alternativas de ação no PMRH. A zona rural e suas atividades produtivas, ao mesmo tempo que utilizam intensamente os recursos hídricos para a dessedentação animal e irrigação, também possuem um papel importante na sua preservação ao manter a vegetação que contribui para a infiltração das águas pluviais que pereniza os cursos d'água. O manejo adequado das culturas agrícolas também contribui para reduzir as cargas orgânicas afluentes aos cursos d'água, sempre considerando que a preservação e a recuperação das matas ciliares são fundamentais.

Jundiaí já possui alguns instrumentos que ajudam a manter as atividades rurais. Possui regulamentação para o pagamento de serviços ambientais ligados à preservação de nascentes e matas ciliares. Porém, existe a necessidade de incrementar a oferta de instrumentos que valorizem a atividade rural no município, hoje muito alinhada às práticas modernas de sustentabilidade e fundamental para a conservação da disponibilidade hídrica no território. É possível casar esses princípios.

## **2.2. SERVIÇOS DE SANEAMENTO**

O setor de saneamento é o grande usuário do recurso hídrico no município e assim justifica-se ser tratado de forma mais detalhada. A prestação dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, na maior parte do território municipal, é realizada pela DAE Jundiaí, empresa de economia mista cuja acionista majoritária é a Prefeitura do Município.

Dados da rede de abastecimento de água e da rede de coleta e afastamento de esgoto são apresentados a seguir, baseando-se em informações existentes.

### **2.2.1. Sistema de Abastecimento de Água (Saa)**

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico de Jundiaí (Jundiaí, 2017), existem também duas Associações de Moradores que atuam como operadores de soluções alternativas coletivas de abastecimento de água na zona rural do município, uma no Condomínio Fazenda Campo Verde e outra no Loteamento Vivendas. Em regiões não atendidas por rede geral de distribuição de água e nem por soluções alternativas coletivas, o



abastecimento de água é realizado por carros-pipa, captação superficial em rios ou nascentes e captação subterrânea.

O Sistema de Abastecimento de Água (SAA) operado pela DAE na zona urbana municipal é composto por:

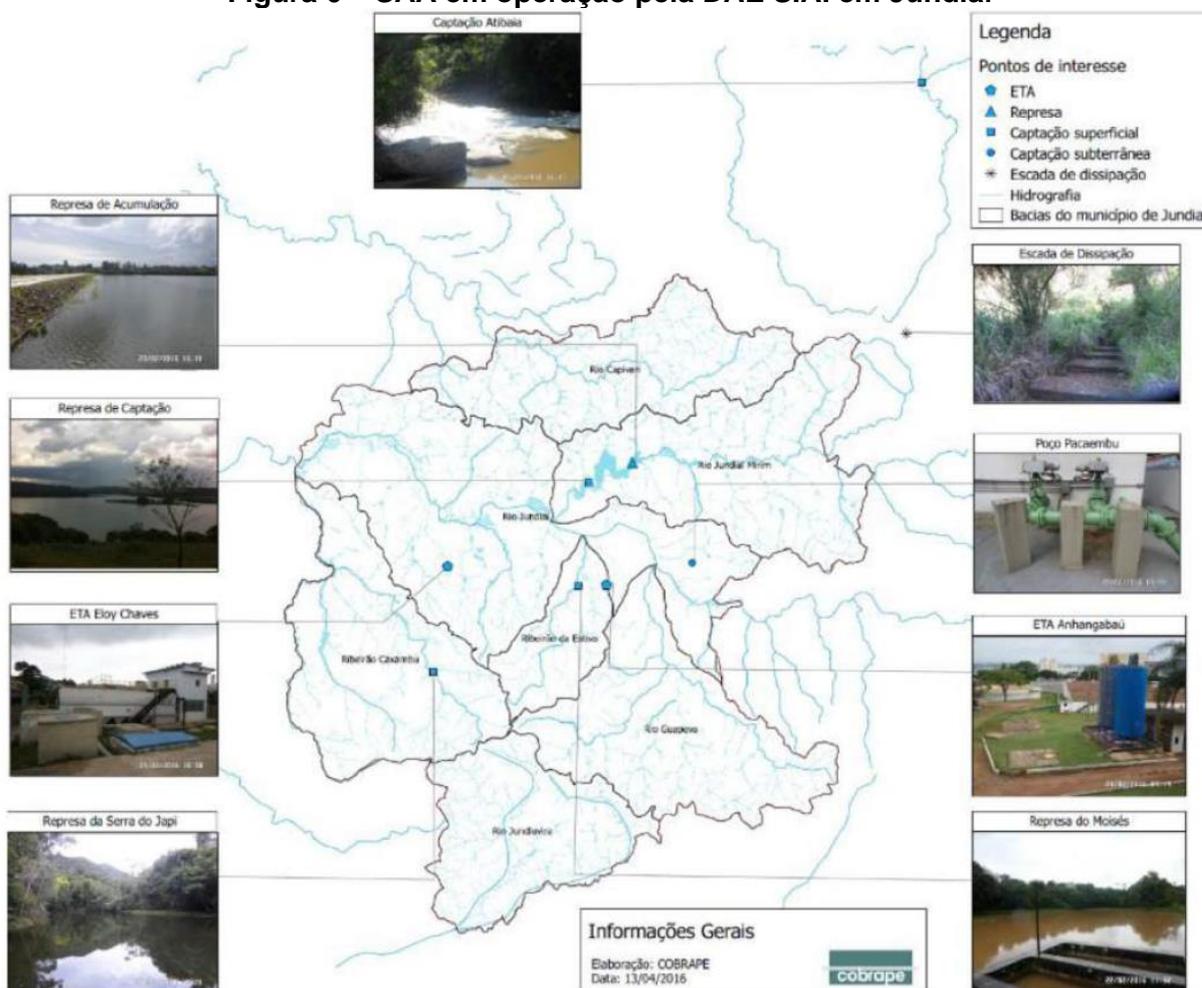
- Quatro captações superficiais, com os seguintes mananciais e vazões outorgadas:
  - Rio Jundiá-Mirim: 1.809 l/s;
  - Córrego da Estiva ou Japi: 50 l/s;
  - Ribeirão da Ermida: 45 l/s;
  - Rio Atibaia: 1.200 l/s (transposição feita durante o período de estiagem).
- Estação de tratamento de água (ETA) Anhangabaú, cujo tratamento é de ciclo completo (coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção) com capacidade nominal de 2.000 l/s. Captação feita nos mananciais Rio Atibaia, Rio Jundiá-Mirim e Córrego da Estiva;
- Estação de tratamento de água (ETA) Eloy Chaves, tipo compacta e possui tratamento tipo ciclo completo, mas é utilizada apenas como filtração, com capacidade nominal de 40 l/s. Captação feita no Ribeirão da Ermida;
- Captação subterrânea (poço tubular) denominada Poço Pacaembu, com capacidade de produção e tratamento por hipoclorito de sódio de 5,5 l/s;
- Quarenta e sete reservatórios;
- Cinco elevatórias de água bruta;
- Quarenta e cinco elevatórias de água tratada;
- Rede de distribuição, com malha estimada em 1.860.992m de extensão.

A imagem a seguir localiza as estruturas do SAA discutidas acima.

O Rio Jundiá-Mirim deságua na Represa de Acumulação a qual, de forma controlada, abastece a Represa de Captação, responsável por cerca de 95% do abastecimento público gerenciado pela DAE. Segundo o PMSB (Jundiá, 2017), 97,8% da população é atendida por rede de distribuição de água, totalizando 393.191 habitantes.

Como citado anteriormente, além da DAE, o Plano identifica duas Associações de Moradores em Jundiá que atuam como operadores de sistemas coletivos de abastecimento de água na zona rural.

Figura 6 – SAA em operação pela DAE S.A. em Jundiaí



Fonte: Jundiaí, 2017.

O Sistema Fazenda Campo Verde abastece o condomínio particular de mesmo nome e são atendidas 48 famílias, totalizando 144 pessoas, sendo composto por captação superficial e subterrânea, tratamento, reservação e distribuição. A água é captada de uma represa localizada na área interna do condomínio, abastecida por um córrego pertencente à bacia do Rio Jundiaí Mirim. O tratamento é realizado a partir do processo de floculação, decantação, seguido de filtração e desinfecção.

O Sistema Vivendas abastece o loteamento particular de mesmo nome com um total de 295 lotes. O SAA é composto por captação superficial e subterrânea, tratamento, reservação e distribuição. A água é captada de um afluente do Rio Capivari que atravessa o loteamento. Assim como no Condomínio Fazenda Campo Verde, o tratamento é realizado a partir do processo de floculação-decantação seguido de filtração e desinfecção.



### 2.2.2. Sistema de Esgotamento Sanitário (Ses)

A prestação dos serviços de coleta e afastamento de esgoto no município de Jundiaí, como visto, é feita pela DAE-Jundiaí, enquanto o serviço de tratamento de esgoto é de competência da Companhia de Saneamento de Jundiaí (CSJ), mediante Contrato de Concessão com a Prefeitura do Município de Jundiaí.

Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico de Jundiaí (2017), existem três sistemas coletivos de esgotamento sanitário:

- Sistema coletivo 1: constituído de redes coletoras, interceptores, emissário, sete estações elevatórias de esgoto (EEE) e a estação de tratamento de esgotos (ETE) Jundiaí, para atendimento das áreas de contribuição das bacias hidrográficas dos rios Guapeva e Jundiaí e parte das bacias hidrográficas dos rios Jundiaí-Mirim e Capivari e do Ribeirão Caxambu;
- Sistema coletivo 2: constituído de redes coletoras, interceptores, uma EEE e a ETE Fernandes, para atendimento ao bairro Fernandes, pertencente à bacia hidrográfica do Rio Capivari;
- Sistema coletivo 3: constituído de redes coletoras, interceptores, uma EEE e a ETE São José, para atendimento de parte das sub-bacias São José, Rio Acima, Corrupira e calha do Rio Capivari, pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Capivari.

Em locais onde não há rede coletora de esgoto, principalmente na zona rural, normalmente emprega-se sistemas individuais como fossas sépticas, filtros anaeróbios e sumidouros. Segundo o Plano, em muitos casos as construções ocorrem sem autorização ou fiscalização efetiva da DAE, portanto tanques sépticos podem ter características de fossas rudimentares, as quais consistem em uma escavação no solo sem revestimento interno onde os dejetos caem no terreno, parte se infiltrando e parte sendo decomposta no fundo, ocasionando a contaminação do solo e do lençol freático.

Cabe destacar que de acordo com a Lei Federal 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, em seu artigo 5º estabelece:

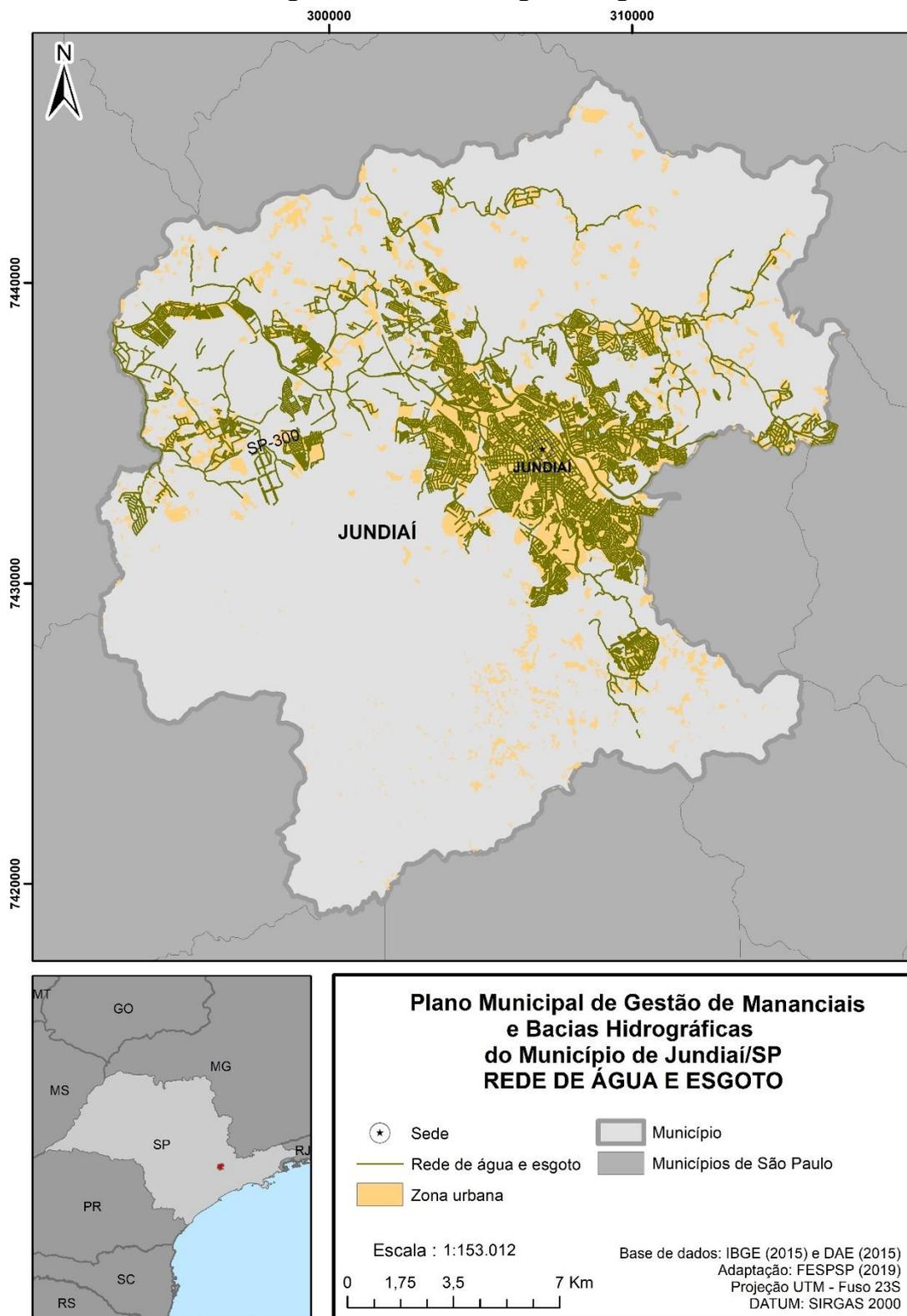
“Não constitui serviço público a ação de saneamento executada por meio de soluções individuais, desde que o usuário não dependa de terceiros para operar os serviços, bem como as ações e serviços de saneamento básico de responsabilidade privada, incluindo o manejo de resíduos de responsabilidade do gerador” e também do artigo 45, “§ 1o “Na ausência de redes públicas de saneamento básico, serão admitidas soluções individuais de abastecimento de água e de afastamento e destinação final dos esgotos sanitários, observadas as normas



editadas pela entidade reguladora e pelos órgãos responsáveis pelas políticas ambiental, sanitária e de recursos hídricos”.

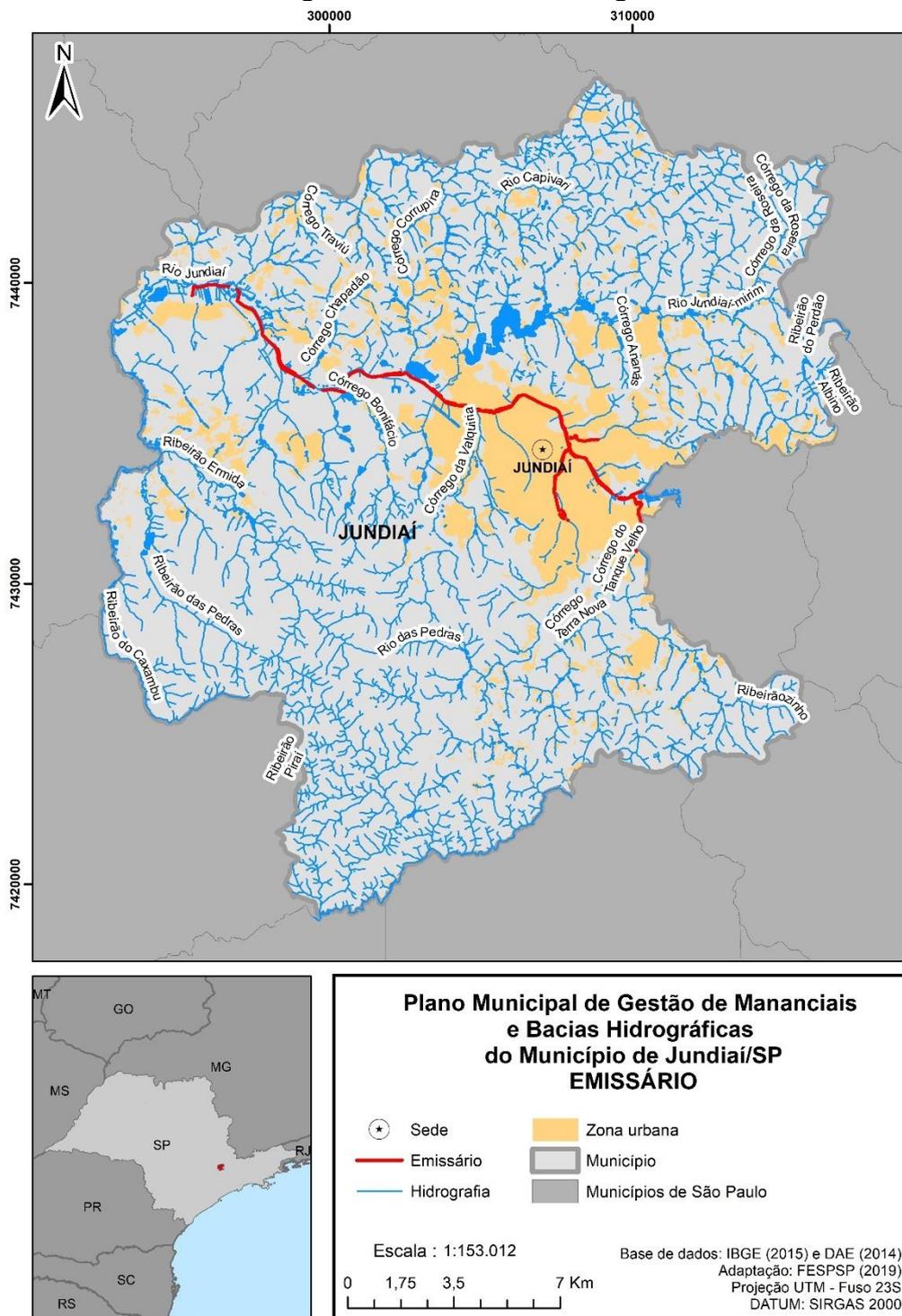
Os mapas a seguir, elaborados a partir de dados disponibilizados pela DAE-Jundiaí, apresentam a rede de esgoto sanitário e de abastecimento de água de Jundiaí, com destaque para a zona urbana e o emissário de esgoto, ou interceptor, correndo junto ao rio Jundiaí. A malha tubulação dos três sistemas de esgotamento sanitário totalizam 964.616m, segundo estimativa do PMSB (Jundiaí, 2017), englobando redes coletoras, interceptores, emissários e cadastro esquemáticos. Percebe-se um serviço extenso e abrangente no município, mas com algumas zonas urbanizadas espalhadas no município que não contam com rede de atendimento coletiva, principalmente ao sudeste da sede.

Figura 7 – Redes de água e esgotos



Fonte: FESPSP,2020.

Figura 8 – Emissário de Esgoto



Fonte: FESPSP, 2020.

Existe um total de 164.680 economias e 104.388 ligações ativas no município de Jundiaí. A tabela a seguir apresenta esse dado categorizado em seus tipos de atividades.



**Quadro 8 – Número de economias e ligações interligadas à rede de coleta de esgoto**

Tipo de atividade	Número de economias			Número de ligações		
	Ativas	Inativas	Total	Ativas	Inativas	Total
Residenciais	153.945	5.200	159.145	94.620	2.860	97.480
Comerciais	9.609	569	10.178	8.728	561	9.289
Industriais	633	111	744	630	111	741
Públicas	493	33	526	410	32	442
Total	164.680	5.913	170.593	104.388	3.564	107.952

Fonte: Jundiáí, 2017.

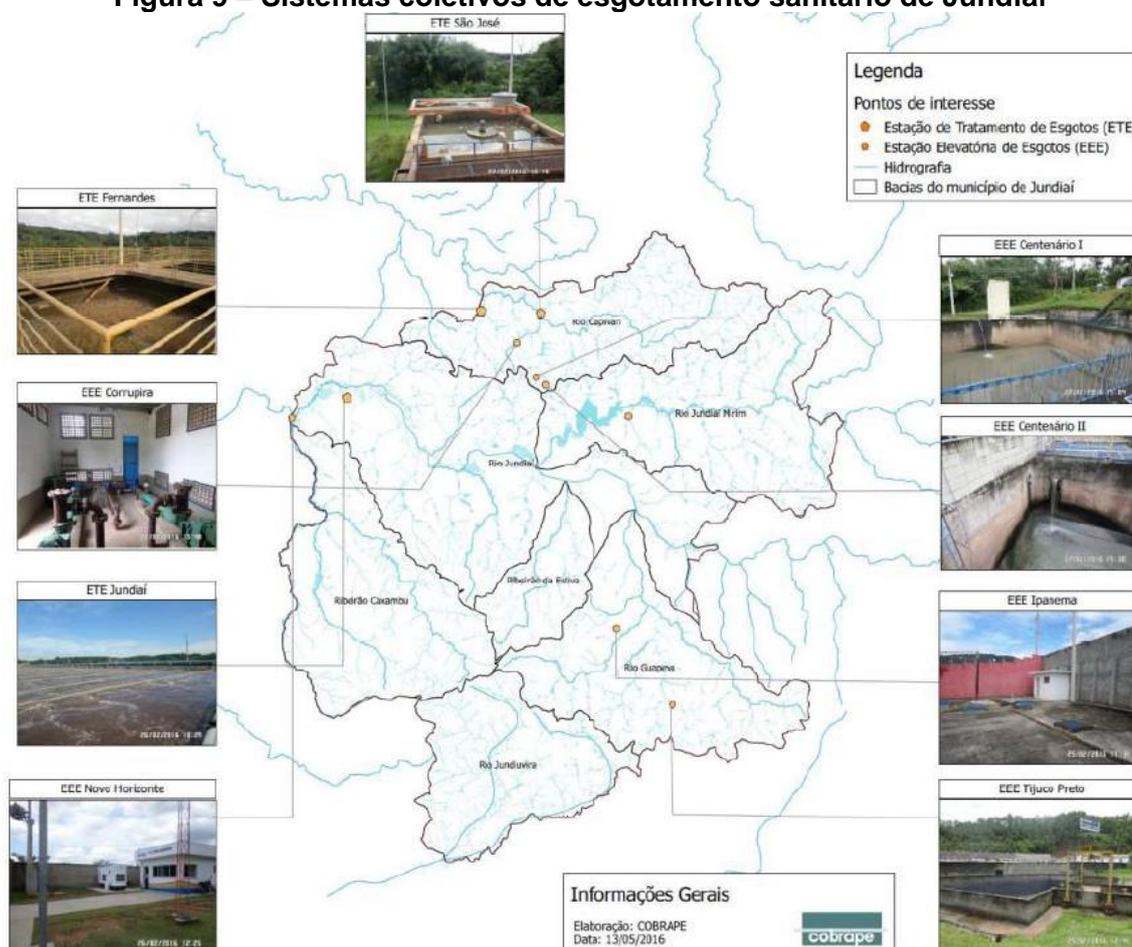
A ETE Jundiáí trata todo o esgoto coletado no sistema coletivo 1 e sua operação é de responsabilidade da CSJ. o tratamento empregado consiste em gradeamento, estação elevatória, desarenadores, lagoas aeradas de mistura completa, lagoas de decantação e desidratação do lodo, sendo que possui capacidade para tratar uma vazão máxima de 2.520 l/s e recebe uma vazão média de 1.530 l/s. Os lodos das ETEs Fernandes e São José são encaminhados via caminhão para tratamento na ETE Jundiáí.

A ETE Fernandes, integrante do sistema coletivo 2, é operada pela DAE, com tratamento composto por tratamento preliminar, lodos ativados, tanque de clarificado, filtro de areia, desinfecção por ozônio e desidratação do lodo. A ETE Fernandes foi projetada para tratar uma vazão média de 5,30 l/s, mas a vazão afluyente média indicada pelo Plano é de 1,4 l/s, inferior à vazão média de projeto.

A ETE São José é integrante do sistema coletivo 3 e sua operação é de responsabilidade da DAE. O tratamento empregado consiste em gradeamento, caixa de areia, calha Parshall, lodos ativados, unidade de desinfecção e desidratação do lodo, sendo essa projetada para tratar uma vazão média de 3,30 l/s. No entanto, a vazão média afluyente atual é igual a 9,5 l/s, indicando ocorrência de extravasamento (by pass) de parte do esgoto afluyente, chegando, portanto, sem tratamento ao Rio Capivari.

A figura seguir localiza as estruturas discutidas acima no município de Jundiáí.

**Figura 9 – Sistemas coletivos de esgotamento sanitário de Jundiaí**



Fonte: Jundiaí, 2017.

### 2.2.3. Análise dos Serviços de Saneamento

Em relação ao sistema de abastecimento de água (SAA), de acordo com o Plano, as atuais capacidades instaladas (captação e tratamento) são suficientes para atender as necessidades da população fixa e flutuante, bem como dos setores econômicos nas respectivas áreas de abrangência dos setores de abastecimento. Entretanto, é importante ressaltar que o cenário provável considerou a redução progressiva de perdas e o aumento das capacidades de captação e de tratamento previstas, sendo fundamental a manutenção desses projetos para que o sistema seja capaz de atender às demandas até o horizonte final do Plano (2037).

Em relação ao volume de reservação, observou-se saldo em relação à capacidade total disponível e, com a implantação dos novos reservatórios previstos, o volume de reservação aumentará em 25.500 m<sup>3</sup>, produzindo um saldo durante todo o horizonte do Plano.

Considerando a expansão da cidade no sentido oeste, a DAE Jundiaí possui o indicativo da instalação de três novas represas conforme apresentado nas figuras a seguir. Conforme a DAE Jundiaí (2015), são propostas as seguintes barragens e reservatórios:

- Barragem Ermida – instalação a 700m da antiga Barragem Ermida, no ribeirão Ermida, contando com uma área de drenagem de 21,9 km<sup>2</sup>.
- Barragem Rio das Pedras – barragem já existente na Fazenda Rio das Pedras, com área de drenagem de 10,6 km<sup>3</sup>, sendo necessárias obras de adaptação na tomada d'água, sistema vertente e crista da barragem.
- Barragem Cachoeira – com área de drenagem de 18,3 km<sup>2</sup>, a ser instalada no ribeirão Cachoeira.

**Figura 10 – Localização das Represa Cachoeira, Rio das Pedras e Ermida**

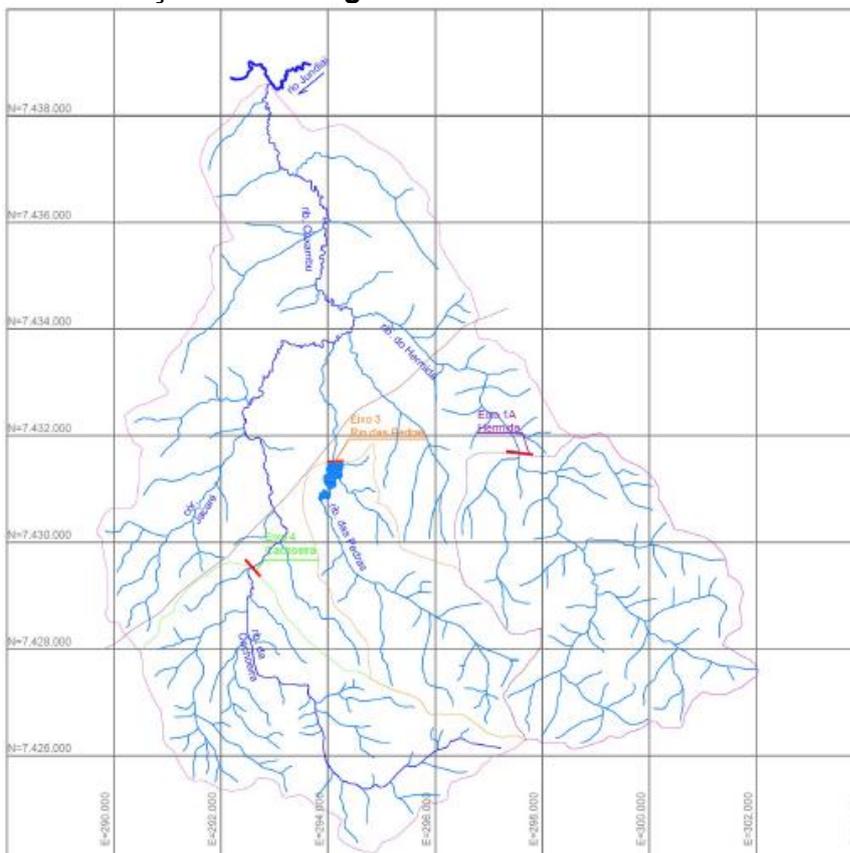


**Fonte: Novo Sistema de Abastecimento do Votorantim (DAE Jundiaí, 2015).**

Quanto ao sistema de esgotamento sanitário (SES), foi avaliado apenas o sistema coletivo 1, pois este abrange a maior área contribuinte. A capacidade instalada da ETE Jundiaí é suficiente para atender a geração de esgoto na área de contribuição para o sistema coletivo 1, tanto em termos de vazão como de carga orgânica, durante todo o horizonte do Plano.

Embora a ETE Jundiaí tenha capacidade para atender todo o sistema coletivo 1, tanto em termos de vazões como de carga orgânica, a questão da alteração do enquadramento do Rio Jundiaí da classe IV para a classe III, também precisa ser avaliada. De acordo com o Plano, com a configuração de tratamento atual, diversos padrões de cursos d'água enquadrados como classe III não são atendidos. O processo de tratamento por lagoas aeradas se mostra resistentes quanto à variação de vazões e carga, mostra menos possibilidades operacionais em relação a outros estabelecidos como o de lodos ativados.

**Figura 11 – Localização das barragens e reservatórios na Bacia do Rio Caxambu**



Fonte: Cheias e Máximas e Pré-Dimensionamento dos Reservatório – (DAE Jundiáí, 2015).

### 2.3. CARACTERIZAÇÃO BIÓTICA

Neste item são apresentados temas do meio biótico de interesse geral que se relacionam com a gestão dos recursos hídricos no âmbito municipal. A interceptação das águas pluviais e a sequente infiltração provocados pela vegetação são fenômenos de interesse.

#### 2.3.1. Biodiversidade

O município de Jundiáí se encontra dentro do bioma da Mata Atlântica e possui cobertura vegetal caracterizada como Floresta Ombrófila Densa. No domínio dessa mata, concentram-se 70% da população brasileira, distribuída em 15 Estados. Apesar de a devastação de 71% de sua área original, a Mata Atlântica ainda conserva uma parcela significativa da diversidade biológica do país com altíssimos níveis de endemismo. Estima-se que existam na Mata Atlântica cerca de 20 mil espécies vegetais (35% das espécies brasileiras) e que essa abriga inúmeras populações tradicionais e garante o abastecimento de água para mais de 120 milhões de pessoas (MMA, 2019).



### **2.3.2. Remanescentes De Vegetação Nativa**

Existem extensas áreas à sudoeste do município de Jundiaí com remanescentes de vegetação nativa, onde se encontra a Serra do Japi. No restante do município, onde há urbanização e atividade rural, encontram-se áreas espalhadas com bolsões de vegetação nativa preservada, muitas vezes descontínuos.

Não é possível afirmar se esses remanescentes conseguem formar um corredor ecológico expressivo para manter a fauna que depende inicialmente da mata.

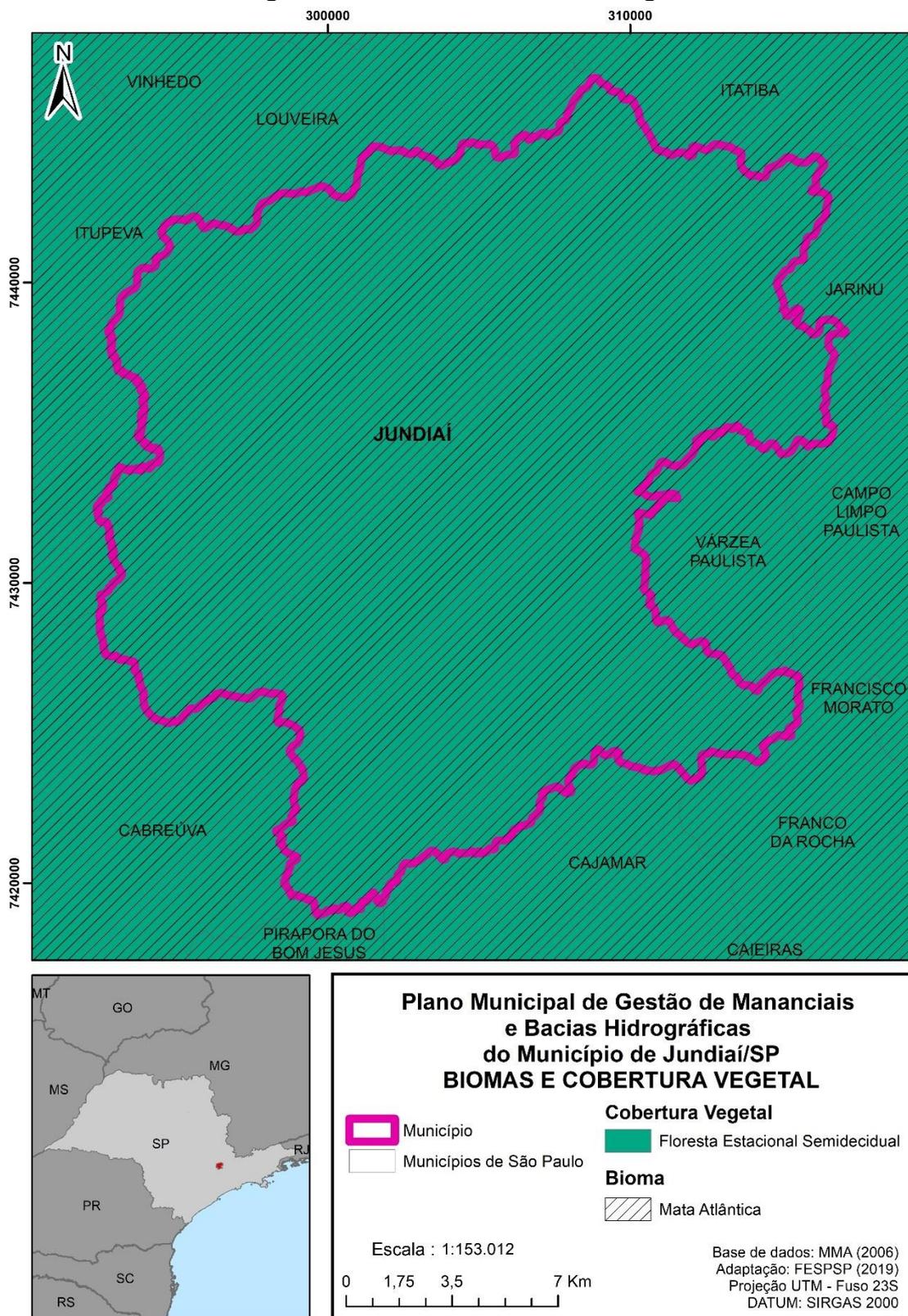
### **2.3.3. Análise das Características da Vegetação**

A vegetação densa e com vários estratos possui uma função muito importante perante o ciclo hidrológico em Jundiaí. As folhas diminuem a velocidade de queda das gotas de chuva, fenômeno conhecido como interceptação, que passam a escoar nos troncos e caules. Ao chegarem no solo, as raízes tornam o solo mais fofo, facilitando a infiltração e o armazenamento das águas pluviais, logo a recarga dos aquíferos, sendo o subsuperficial o responsável pela perenização dos cursos d'água. Essas propriedades serão utilizadas nas simulações a efetuar nos próximos produtos em nível de sub-bacia de interesse, incluindo a zona urbana. A recuperação da vegetação também aí contribui para preservar a água em Jundiaí.

Pelo exposto, a preservação e a conservação de água no território municipal é uma necessidade não somente na zona rural, disciplinando a ocupação do solo, mas também na zona urbana. Trata-se de repensar o manejo das águas urbanas, principalmente das águas pluviais, procurando retê-las e não meramente acelerá-las a jusante, como se propõem as estruturas hidráulicas convencionais. Adiante são colocadas diretrizes que se coadunam com as principais tendências mundiais nas quais a vegetação urbana distribuída em parques e ruas desempenham um papel fundamental em melhorar a qualidade de vida da população ao mesmo que retêm e infiltram as águas pluviais. As águas pluviais simplesmente aceleradas não recarregam em todo o seu potencial os aquíferos e se encaminham para jusante, aumentando potencialmente os riscos de inundação.

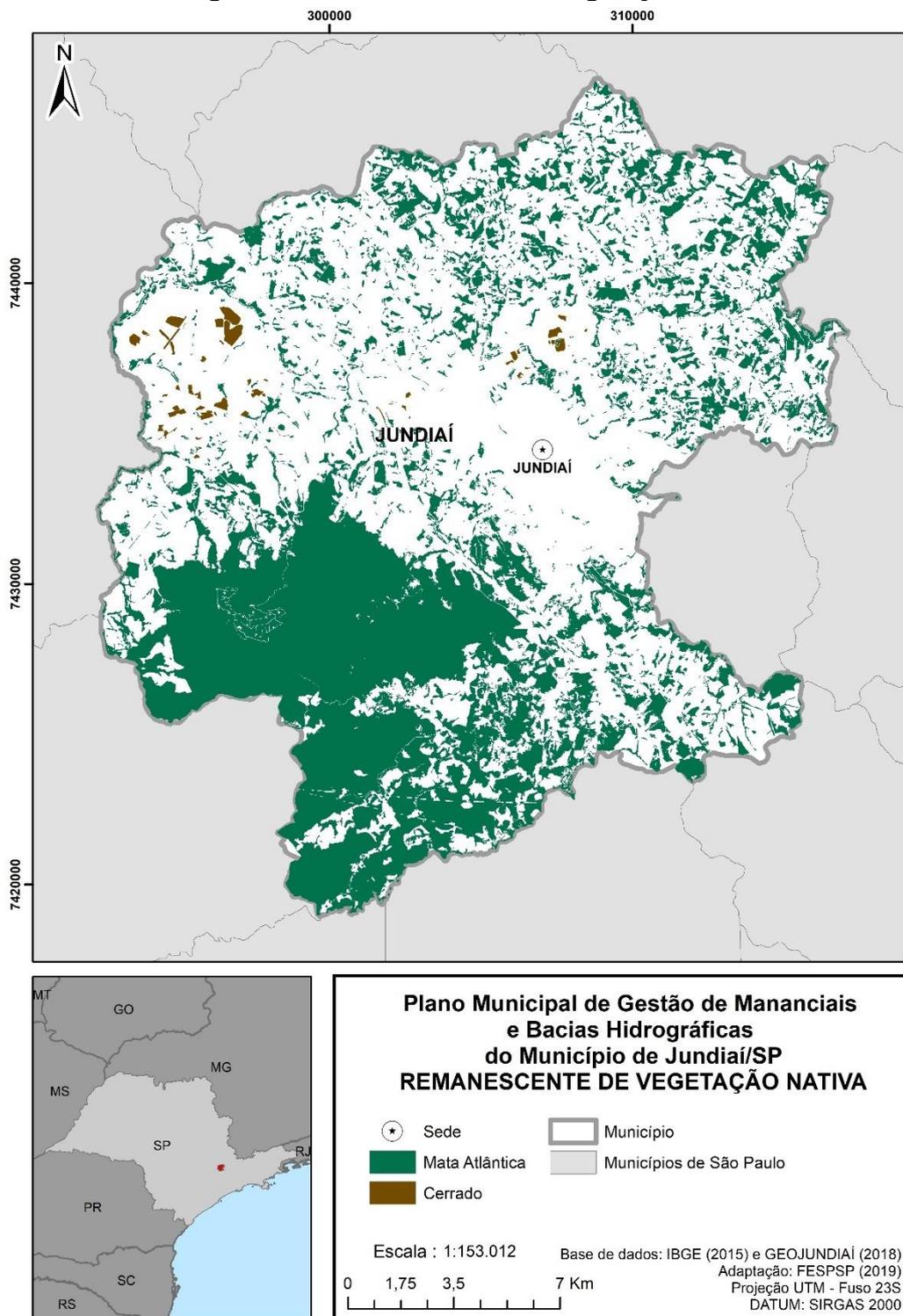
A água não infiltrada na época de chuvas acaba por fazer falta na época da estiagem.

Figura 12 – Biomas e Cobertura Vegetal



Fonte: FESPSP, 2020.

Figura 13 – Remanescente de vegetação nativa



Fonte: FESPSP, 2020.



## 2.4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

O meio físico constitui aquele no qual em que se assentam os demais, como o biótico e o socioeconômico. Do último fazem parte o uso e a ocupação do solo, já descritos anteriormente, onde se verificou uma dinâmica intensa, dada a posição e a relevância de Jundiaí. Todos esses fatores se relacionam e impactam os recursos hídricos, os quais, por sua vez, dependem de um conjunto grande de condicionantes aqui abordados também.

### 2.4.1. Climatologia

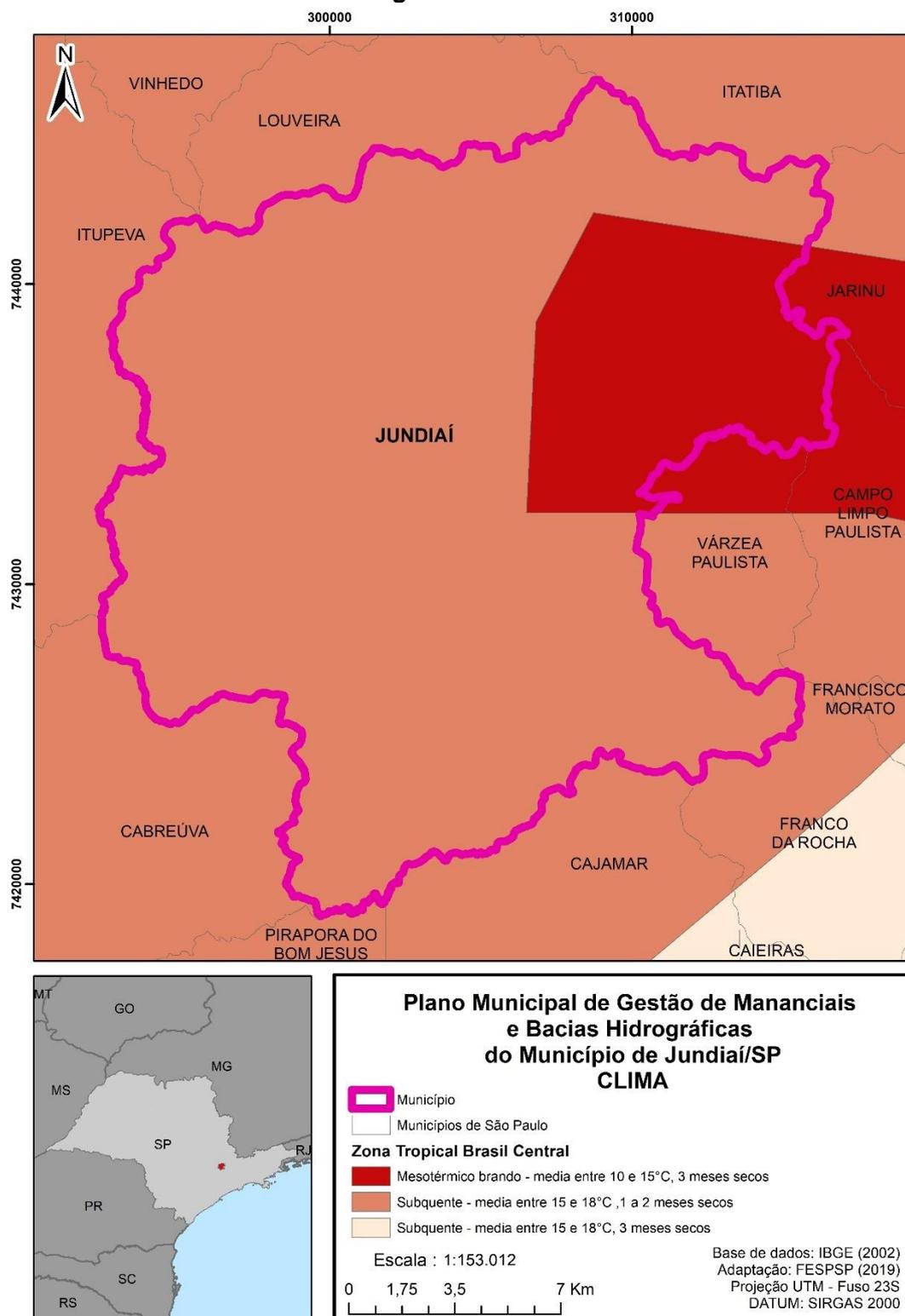
O Estado de São Paulo, devido a sua posição geográfica e relevo acidentado, além de influência constante de diferentes massas de ar, apresenta grande diversidade climática, particularmente em sua região sul, de clima equatorial e tropical úmido a climas de altitude (Rolim et al, 2007). Situa-se, portanto, numa região de transição entre o clima mais temperado do sul com o tropical do norte do país.

A complexa dinâmica das massas de ar, incluindo a zona de convergência do Atlântico Sul, responde pelo afluxo atmosférico de água para o território municipal. Essa zona de convergência traz também umidade para Jundiaí, originada da evapotranspiração da floresta amazônica, de forma que os impactos que sofre podem acabar se refletindo no sudeste brasileiro e em particular em Jundiaí.

Especificamente para o município, de acordo com a classificação de Köppen, o clima é Subtropical Úmido (Cfa), sendo a maior parte de sua área classificada como subquente, de temperatura média entre 15 e 18°C e 1 a 2 meses secos ao ano, e na outra menor, a leste/nordeste, se encontram áreas menos urbanizadas, classificadas como mesotérmica branda, com temperaturas médias variando de 10 a 15°C e 3 meses secos ao ano.

O Diagnóstico Agroambiental para Gestão e Monitoramento da Bacia do Rio Jundiaí-Mirim, elaborado em 2003, apresentou a caracterização climática dessa bacia e também do município de Jundiaí. Para tanto utilizou os dados do posto meteorológico do Instituto Agrônomo (IAC/APTA), localizado no próprio município, contando com uma série de dados entre 1941 e 2001, logo bastante significativa e consistente hidrológicamente. Do mesmo estudo, apresentam-se as informações sobre temperatura. O quadro 9 traz as médias máximas, mínimas e médias mensais para a região do município.

Figura 14 – Clima



Fonte: FESPSP, 2020.

**Quadro 9 – Temperaturas médias máximas, mínimas e médias mensais para a região de Jundiaí (SP)**

Mês	Temperatura média mensal		Média (°C)
	Máxima (°C)	Mínima (°C)	
Janeiro	29,8	17,9	23,9
Fevereiro	30,3	17,9	24,1
Março	29,8	17,3	23,5
Abril	27,6	15,1	21,4
Maiο	25,3	12,4	18,9
Junho	24,1	10,5	17,3
Julho	24,4	10,2	17,3
Setembro	26	11,3	18,7
Setembro	26,5	13,3	19,9
Outubro	28	15	21,5
Novembro	28,5	16	22,5
Dezembro	28,9	17,3	23,2
Anual	27,4	14,5	21

Fonte: IAC et al, 2003.

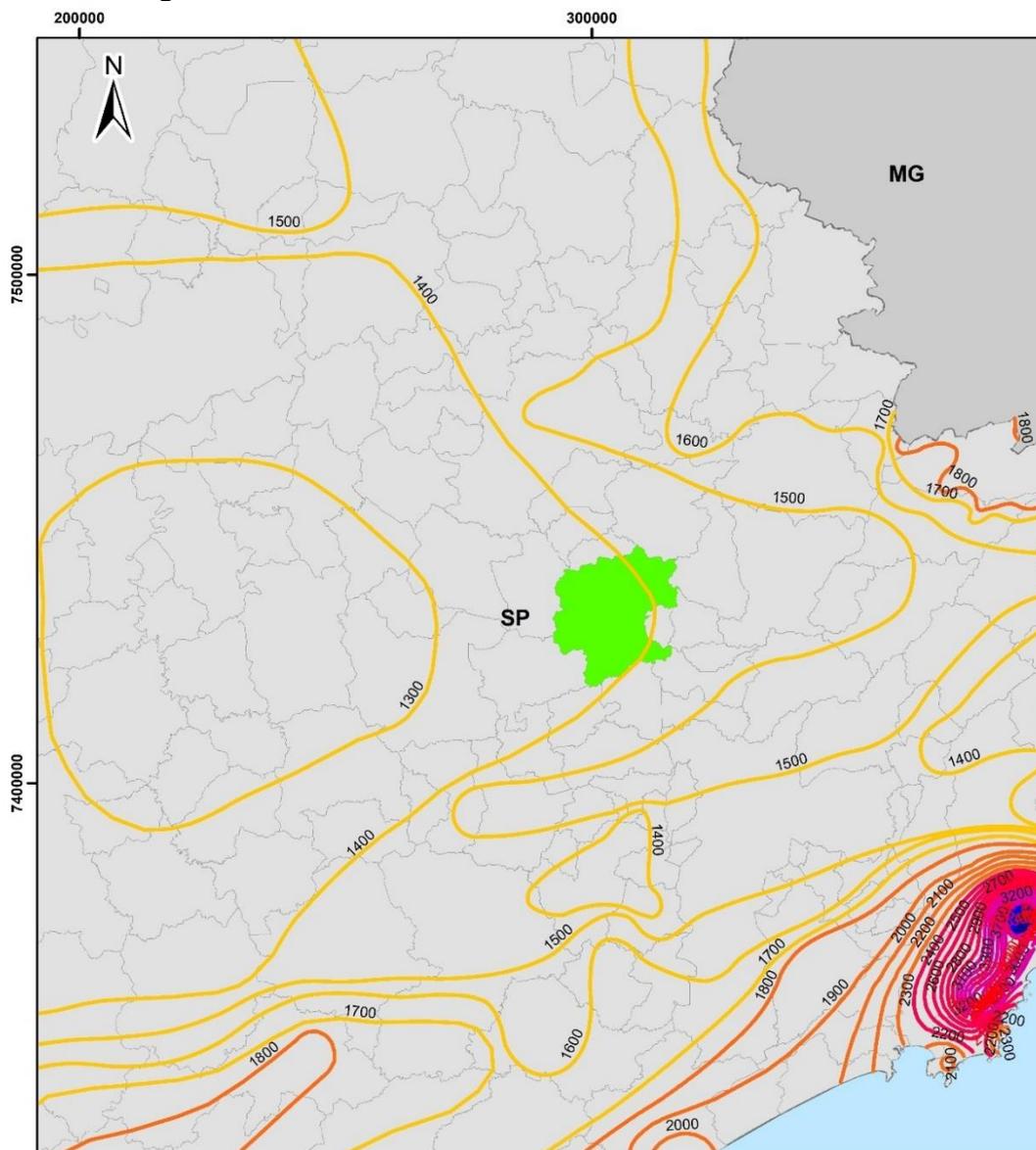
#### 2.4.1.1. Regime Pluviométrico

Na figura 15 se visualiza o comportamento das precipitações no Estado de São Paulo, sendo possível identificar duas regiões principais: uma na porção na região central e norte do Estado, com os menores volumes de precipitação (1.200 a 1.700 mm) e uma na porção ao sul, onde se concentram regiões serranas, com precipitações mais elevadas, chegando a 2.800mm. Jundiaí, situada além das regiões serranas, apresenta uma precipitação média anual variando entre 1.200 mm e 1.700 mm.

Houve exceção a esse intervalo na estiagem excepcional que assolou o sudeste brasileiro, onde foram registrados 500mm como altura pluviométrica anual. Isso faz com que Jundiaí, mesmo tendo passado pela estiagem de forma menos grave que outros municípios das Bacias PCJ, deva estar sempre atenta a situação das suas no território e promover a sua retenção e preservação por meio de várias medidas como as propostas adiante neste Plano.

Nos anos de 2009 e 10, aconteceram chuvas excepcionais também, provocando cheias notáveis nas Bacias PCJ. Logo, num período curto houve a ocorrência de eventos chuvosos extremos que se não afetaram por enquanto a média histórica pluviométrica, os eventos mostraram que a variabilidade é cada vez maior e o município deve estar preparado para esse eventos.

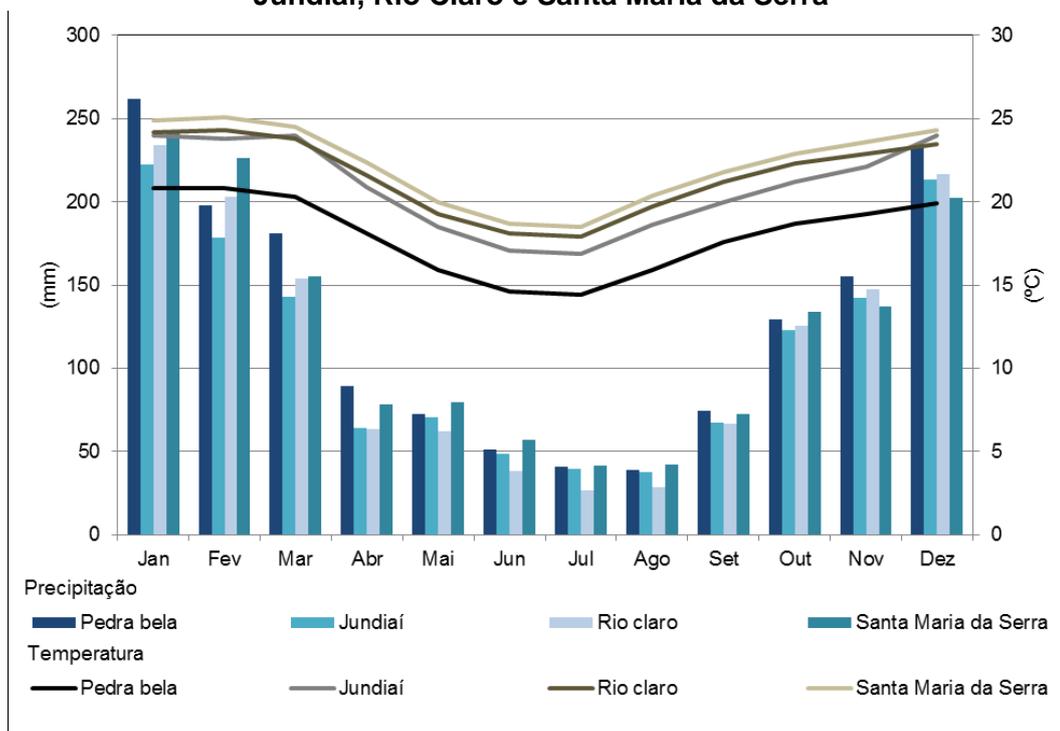
Figura 15 – Isoietas Anuais Médias - Período de 1977 a 2006



Fonte: FESPSP, 2020.

A figura abaixo apresenta as normais de temperatura e precipitação para Jundiaí e outros municípios das Bacias PCJ.

**Figura 16 – Normais de temperatura e precipitação dos municípios de Pedra Bela, Jundiaí, Rio Claro e Santa Maria da Serra**



Fonte: Comitês PCJ, Agência das Bacias PCJ, 2018a.

A partir do estudo realizado por CPRM e IPT (2013), obteve-se a Equação Intensidade-Duração-Frequência (IDF) para Jundiaí, a partir dos dados da Estação Pluviográfica Vinhedo (Código 02346003/ E3-017R). A equação é válida para período de retorno de até 65 anos e durações de chuva entre 5 minutos e 24 horas.

**Equação 1 – Intensidade-Duração-Frequência (IDF) para Jundiaí**

$$i = \frac{572,50T^{0,2378}}{(t+8)^{0,7577}}$$

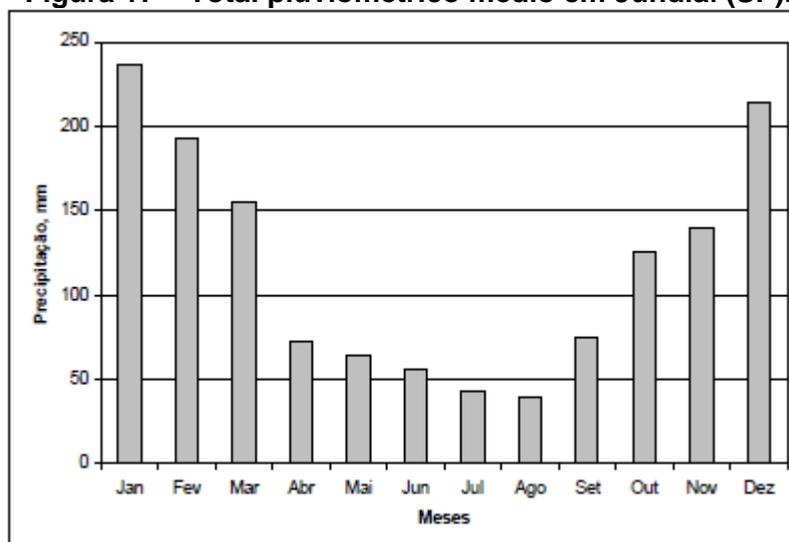
$i$  é a intensidade da chuva (mm/h)  
 $T$  é o tempo de retorno (anos)  
 $t$  é a duração da precipitação (minutos)

Fonte: CPRM; IPT, 2013.

O fato do município ter a sua própria equação de chuva intensa torna mais confiável o dimensionamento de estruturas hidráulicas de drenagem, bem como possibilita para este trabalho uma avaliação mais confiável dos efeitos de uma chuva dessas nos terrenos.

A figura 17 traz o total pluviométrico médio do município, sendo reconhecíveis os meses com maior volume de chuvas. O quadro 10 aponta os valores extremos mensais indicando o ano de ocorrência.

**Figura 17 – Total pluviométrico médio em Jundiáí (SP).**



Fonte: Diagnóstico Agroambiental para Gestão e Monitoramento da Bacia do Rio Jundiáí-Mirim (IAC et al 2003).

**Quadro 10 – Valores extremos mensais de precipitação pluvial em Jundiáí (SP)**

Mês	Máxima mensal (mm)	Ano de ocorrência	Mínima mensal (mm)	Ano de ocorrência	Máxima diária (mm)	Ano de ocorrência
Janeiro	531	1947	87,2	1979	106	1945
Fevereiro	363	1970	17,2	1984	120,2	1950
Março	310	1948	17	1997	95,3	1966
Abril	211	1983	0	1978	91,6	1982
Mai	258	1983	0	1952	66,2	1964
Junho	233	1982	0	1984	94	1945
Julho	159	1976	0	1961	62,5	1976
Setembro	172	1986	0	1988	57,6	1984
Setembro	292	1983	0	1955	86,4	1976
Outubro	280	1950	17,4	1984	81,9	1963
Novembro	317	1978	3,7	1956	138,4	1978
Dezembro	446	1960	61,8	1963	103	1966
Anual	531	1947	3,7	1956	138,4	1978

Fonte: IAC et al, 2003.

#### 2.4.1.2. Balanço Hidrológico

O balanço hidrológico baseia-se numa relação simples entre o que se precipita sobre a superfície terrestre, o que evapora e o que é a deficiência hídrica e o excedente hídrico. Esse excedente é o que termina por se tornar a disponibilidade hídrica, formada seja pela água superficial, através do escoamento superficial direta, seja pela água subterrânea, freática ou profunda.

O Diagnóstico Agroambiental para Gestão e Monitoramento da Bacia do Rio Jundiá-Mirim (2003) consolidou as informações a respeito do balanço hídrico municipal, apresentado no quadro a seguir.

**Quadro 11 – Resultado simplificado do balanço hídrico para Jundiá (SP).**

Mês	Precipitação (mm)	Evapotranspiração potencial (mm)	Evapotranspiração real (mm)	Deficiência hídrica (mm)	Excedente hídrico (mm)
Janeiro	237	122	122	0	116
Fevereiro	183	109	109	0	74
Março	146	107	107	0	39
Abril	81	78	78	0	3
Maio	79	58	58	0	21
Junho	61	46	46	0	15
Julho	42	45	45	0	0
Setembro	39	58	56	2	0
Setembro	86	68	68	0	0
Outubro	123	89	89	0	32
Novembro	151	99	99	0	52
Dezembro	215	114	114	0	102
<b>Anual</b>	<b>1443</b>	<b>991</b>	<b>989</b>	<b>2</b>	<b>454</b>

Fonte: IAC et al, 2003.

Considerando esse balanço hídrico e a área do território de Jundiá, se obtém o volume anual hídrico disponível para o município, também chamado hidrológicamente de excedente, é de cerca de 200 Hm<sup>3</sup> para atender todas as suas demandas, incluindo as necessárias para manter o ecossistema aquático.

O volume hídrico anual possibilita verificar nesse período o quanto está sendo utilizado para as mais diferentes finalidades e se é suficiente. Serve ainda para estudar a relação água-solo, recarga de aquífero e geração de cargas difusas que afetam essa disponibilidade hídrica, seja para as condições atuais ou futuras, simulando as condições do uso e ocupação do solo.

O valor do excedente corresponde a 454 L/km<sup>2</sup>.ano, valor baixo para atender a todas as demandas sanitárias e econômicas. Dessa forma que Jundiá sempre vai precisar da água que vem superficialmente de outros municípios por meio de rios ou até da reversão das águas como a existente do rio Atibaia para a bacia do rio Jundiá-Mirim.

A pouca disponibilidade hídrica natural leva a uma diretriz fundamental deste PMRH: a conservação da água no seu território por meio de regularização de vazões, recarga de aquíferos e até reúso potencial. Portanto, é preciso reter a água no território de Jundiá, sejam nas áreas produtoras rurais e mesmo na zona urbana, mas não uma água poluída, mas de qualidade para atender suas demandas e manter todas as suas atividades econômicas.

**Quadro 12 – Volume hídrico disponível para Jundiaí**

Mês	Excedente hídrico (mm)	Excedente hídrico (m)	Volume (Hm <sup>3</sup> /ano)
Janeiro	116	0,116	50,02
Fevereiro	74	0,074	31,91
Março	39	0,039	16,82
Abril	3	0,003	1,29
Maio	21	0,021	9,06
Junho	15	0,015	6,47
Julho	0	0	0,00
Setembro	0	0	0,00
Setembro	0	0	0,00
Outubro	32	0,032	13,80
Novembro	52	0,052	22,42
Dezembro	102	0,102	43,98
<b>Anual</b>	<b>454</b>	<b>0,454</b>	<b>195,77</b>

Fonte: FESPSP, 2020.

#### 2.4.1.3. Escoamento das Águas Pluviais

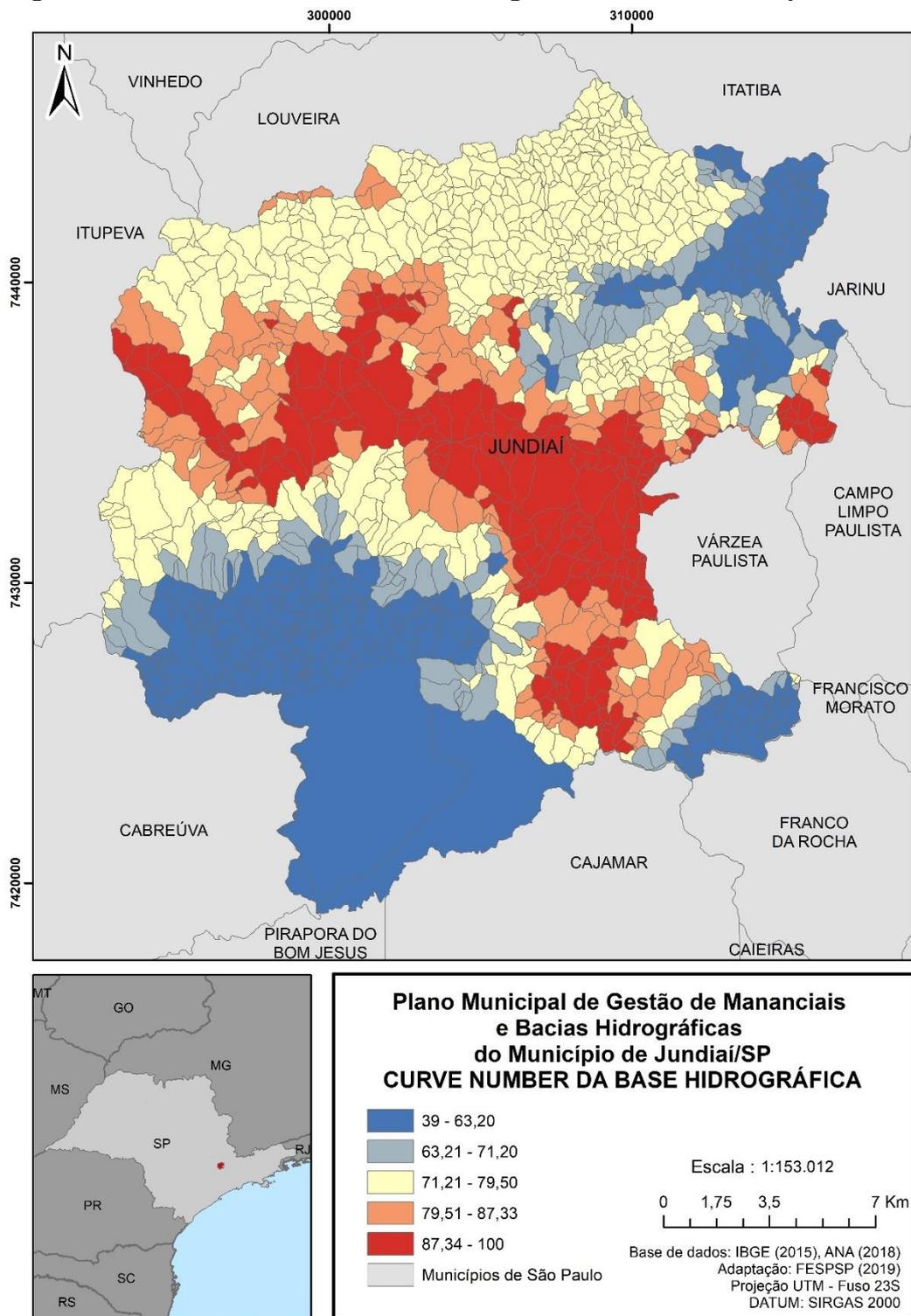
O escoamento superficial das águas pluviais durante as chuvas intensas ou decorrentes dessas é dependente de uma série de fatores como, por exemplo: relevo, cobertura da superfície da bacia, modificações artificiais no rio, distribuição da precipitação e tipos de solos, entre outros fatores. O método *curve number* (CN) permite a determinação do volume de escoamento superficial numa determinada área a partir de uma quantidade mínima de chuva. Esse método se baseia na classe hidrológica do solo e no uso e ocupação do solo e seus resultados seriam resumidos como quanto menor o valor, maior a infiltração no solo e, ao contrário, quanto maior, dada a impermeabilização do solo, menor a infiltração e volume maior de escoamento superficial.

A ANA desenvolveu o estudo a partir da Base Hidrográfica Ottocodificada de 2014 para estimar o CN das ottobacias. A figura 18 traz o resultado para o município de Jundiaí.

Para a Bacia Hidrográfica do Rio Jundiaí-Mirim, o Diagnóstico Agroambiental de 2016 utilizou o modelo hidrológico SWAT (Soil and Water Assessment Tools) para analisar o fluxo de água superficial e subterrâneo e a produção de sedimentos. Foi medida em campo a condutividade hidráulica dos solos existentes, além de adotar como parâmetros para a produção de água o escoamento superficial, o escoamento lateral, a recarga de aquífero e a

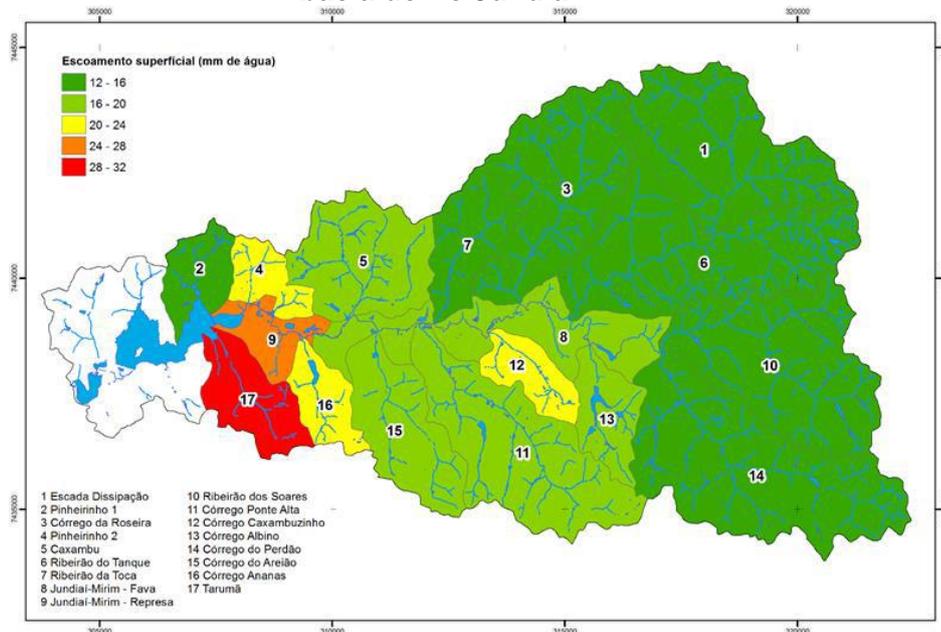
vazão. Os dados foram apresentados por sub-bacia hidrográfica, conforme se observa nas figuras seguintes.

**Figura 18 – Curve Number da Base Hidrográfica Ottocodificada para Jundiáí**



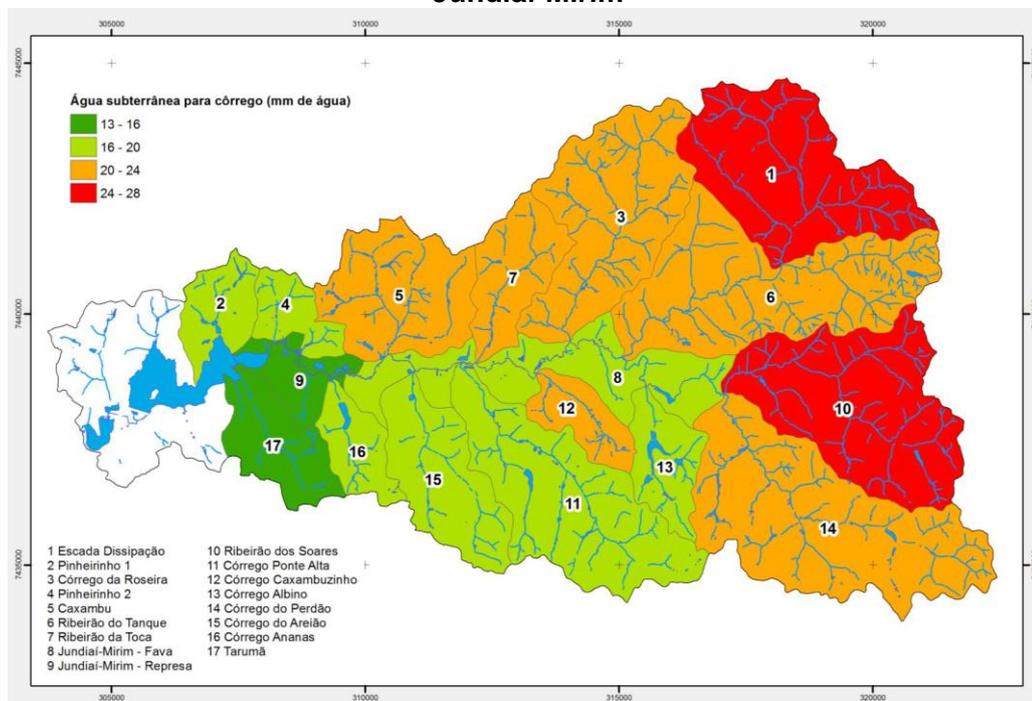
Fonte: FESPSP, 2020.

**Figura 19 – Distribuição do escoamento superficial (média anual de 1984–2013) na bacia do rio Jundiá-Mirim**



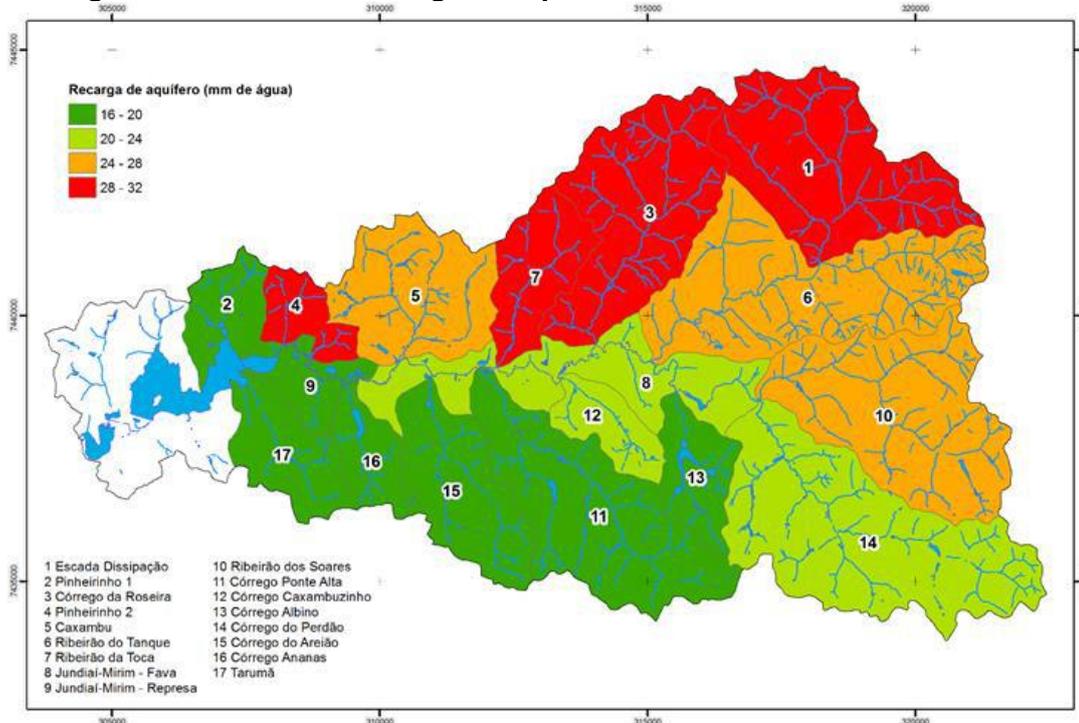
Fonte: Fundag, 2016.

**Figura 20 – Distribuição média anual do fluxo lateral subsuperficial na bacia do rio Jundiá-Mirim**



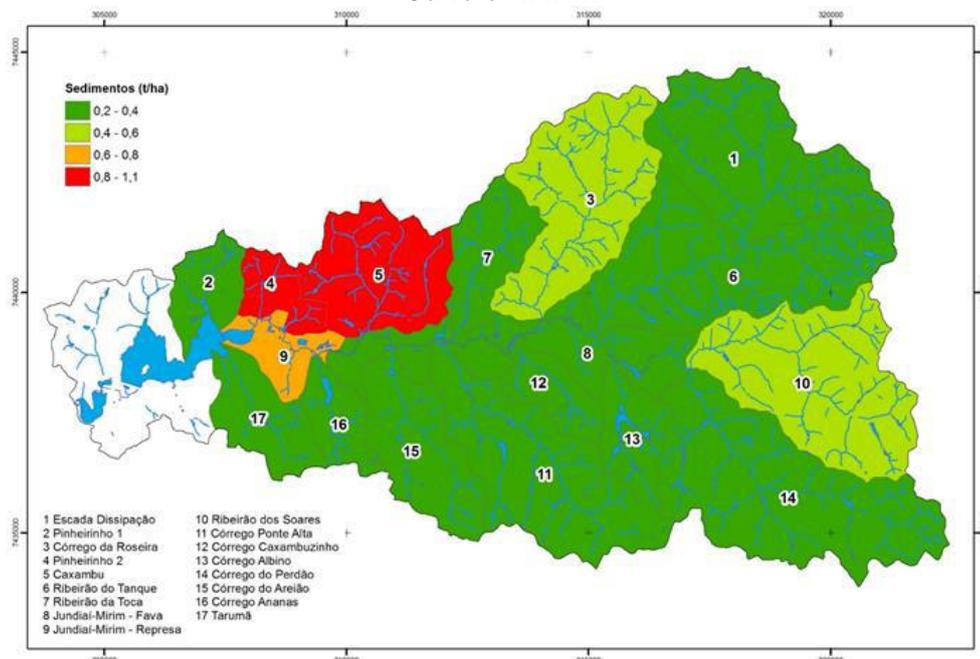
Fonte: Fundag, 2016.

**Figura 21 – Áreas de recarga de aquífero na bacia do rio Jundiáí-Mirim**



Fonte: Fundag, 2016.

**Figura 22 – Produção de sedimentos que atinge os cursos d'água na bacia do rio Jundiáí-Mirim**



Fonte: Fundag, 2016.

O estudo identifica quais áreas são mais importantes para a recarga das águas subterrâneas, merecedoras de atenção específica conforme a diretriz de conservação da mesma no território de Jundiáí.



#### 2.4.2. Geologia, Geomorfologia E Pedologia

O Estado de São Paulo encontra-se inserido nas províncias geotectônicas Mantiqueira e Paraná. Especificamente, o território do município de Jundiaí localiza-se na Província Mantiqueira. A Província Mantiqueira é uma entidade geotectônica instalada a leste dos crátons São Francisco e Rio de La Plata/Paraná, que se estende por cerca de 3.000km com orientação NNE-SSE (CPRM, 2003).

Presente no território de Jundiaí, o Complexo Varginha-Guaxupé predomina, unidade paragnáissica migmatítica superior que consiste principalmente de metassedimentos migmatíticos com anatexia decrescente em direção ao topo (CPRM, 2006). Reconhece-se ainda mica xisto e biotita gnaisse nessa formação, ocupando cerca de 85% do município. Ao sul do município, onde se localiza a Serra do Japi, encontra-se a unidade granitoide tipo A, intrusiva em rocha do Complexo Varginha-Guaxupé, denominada Granito Terra Nova, na qual predominam rochas alcalinas de grande variedade, abrangendo dioritos, quartzo-dioritos, monzodioritos, quartzo-monzodioritos, entre outros (CPRM, 2006).

A noroeste do município, nas várzeas do rio Jundiaí, encontram-se sedimentos inconsolidados característicos de depósitos aluvionares mais recentes, quaternários, enquanto a sudeste há áreas ocupadas pela Formação Estrada dos Romeiros, pertencente ao grupo São Roque, a qual apresenta metarenitos quartzosos, metapelito e metarritmito. A localização dessas unidades geológicas no território é apresentada na figura seguinte.

A característica geológica do território de Jundiaí evidencia que as várzeas possuem propriedades de armazenamento de água, tendo em vista que os outros terrenos são mais rasos e menor capacidade de reter a água e perenizar os cursos d'água, mas a tem, o que não pode ser desprezado em face das suas limitações hídricas. A ocupação da várzea precisa ser feita de forma muito criteriosa para evitar que a impermeabilização afaste rapidamente as águas pluviais, dificultando ou até impossibilitando a infiltração durante as chuvas.

Quanto ao relevo, o Estado de São Paulo apresenta uma variedade considerável de formas, estando esculpidas predominantemente em terrenos da Bacia Hidrográfica do Paraná, a qual recobre 85% da área do território estadual.

Já em Jundiaí, o relevo é composto por domínio de colinas dissecadas e morros baixos, além de áreas consideráveis de domínio montanhoso e pequenas áreas de planícies fluviais e de morros e serras baixas. Nessas planícies escoam em calhas os rios como o Jundiaí e seu grande afluente de interesse, o Jundiaí-Mirim.

O relevo predominante, portanto, é típico do domínio de “mares-de-morros”, constituído de colinas dissecadas, com vertentes convexo-côncavas e topos arredondados,



com vertentes de gradiente suave a moderado, apresentando moderada densidade de drenagem com padrão dendrítico ou subdendrítico. Nos fundos de vale estão as planícies aluvionais cujas dimensões são variáveis, porém de maiores dimensões na porção noroeste do município.

A origem geológica mostra as limitações do intento de reter as águas no território de Jundiaí. As principais áreas de recarga estão nas várzeas e mesmo que sejam ocupadas, as ocupações deveriam prever estruturas hidráulicas de retenção e infiltração de águas pluviais, recompondo o ciclo hidrológico e possibilitando a perenização mais firme dos seus cursos d'água, ou seja, água escoando mesmo no período de estiagem.

A água que se acelera para jusante durante as chuvas é a que fará falta na estiagem.

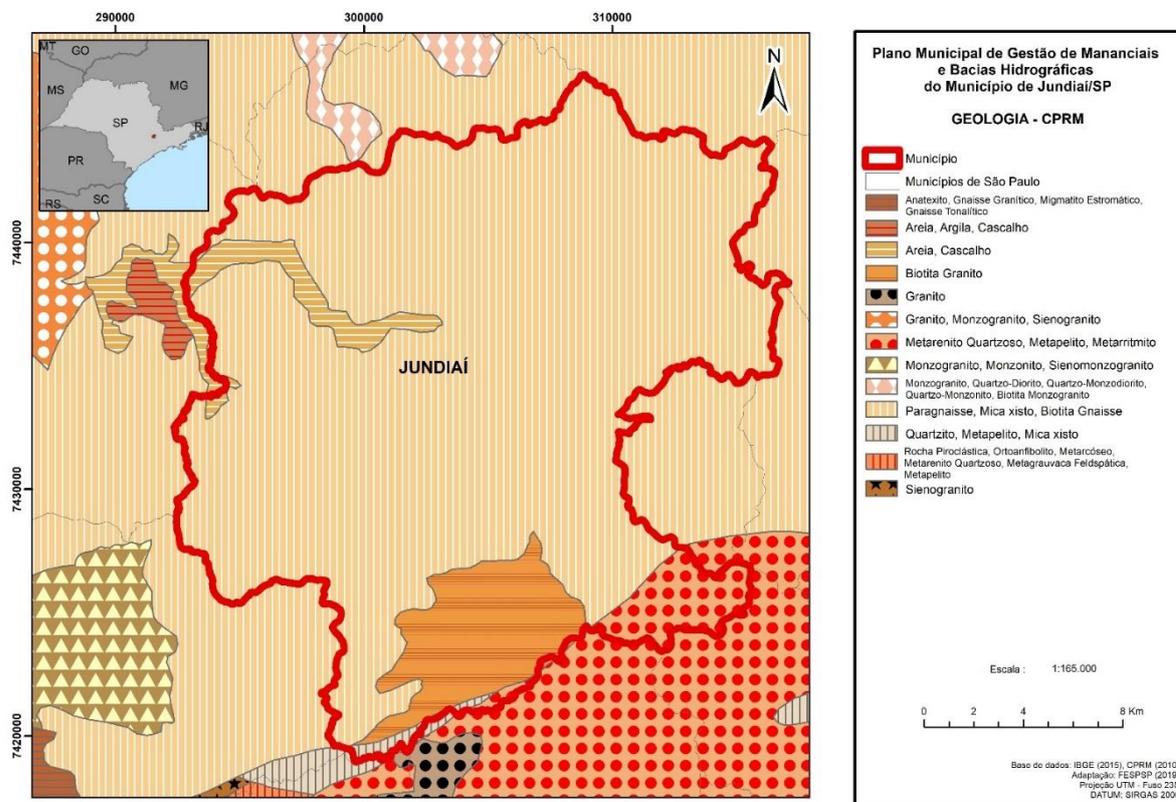
Também nas colinas e seus topos podem contribuir com a infiltração das águas pluviais mesmo que limitadamente em função da sua formação e tipo de solo. Qualquer volume de água para Jundiaí é importante.

O sistema de drenagem principal vem da deposição em planícies aluviais restritas ou em vales fechados. Já o relevo colinoso mostram ocorrências de processos de erosão laminar e linear acelerada (sulcos, ravinhas e voçorocas), mas com geração de rampas de colúvios (sedimentos) nas baixas vertentes. A amplitude de relevo varia de 50 a 120m com inclinações de vertentes de 5 a 20° (CPRM, 2016).

Ao sul de Jundiaí, na região da Serra do Japi, o relevo adquire aspecto montanhoso com destaque para grandes desníveis altimétricos. Constituem terrenos muito acidentados, apresentando vertentes predominantemente retilíneas a côncavas e topos de cristas alinhadas e aguçados, com espessa e generalizada sedimentação de colúvios e depósitos de talus. Predominam vertentes de gradientes elevados entre 30 e 45°, com ocorrência frequente de paredões rochosos subverticais e pães-de-açúcar. O sistema de drenagem principal está em franco processo de entalhamento.

Nessa serra, a amplitude de relevo é muito elevada, acima de 700m, e densidade de drenagem moderada a alta com padrão treliça a retangular, sob forte controle estrutural. Franco predomínio de processos de morfogênese (formação de solos rasos em terrenos acidentados, em geral, com alta suscetibilidade à erosão). Enfim, existe atuação frequente de processos de erosão laminar e de movimentos de massa (CPRM, 2016).

Figura 23 – Geologia CPRM



Fonte: FESPSP, 2020.

A sudeste, encontram-se áreas de serras baixas, cujo relevo é constituído por pequenas serras isoladas, com vertentes predominantemente retilíneas e topos de cristas alinhadas, aguçados ou levemente arredondados que se destacam topograficamente relevo circunjacente. Amplitudes de relevo elevadas, de 100 a 300 m e gradientes muito elevados, com ocorrência frequente de vertentes muito íngremes com gradientes muito elevados (superiores a 45°) e paredões rochosos subverticais (60 a 90°). Existe rede de drenagem incipiente, com nítido controle estrutural e atuação dominante de processos de morfogênese (formação de solos pouco profundos em terrenos declivosos, em geral, com moderada a alta suscetibilidade à erosão). Ocorrem frequentemente processos de erosão laminar e linear acelerada (sulcos e ravinas) e ocorrência esporádica de processos de movimentos de massa. Por fim, há geração de colúvios e depósitos de tálus nas baixas vertentes (CPRM, 2016).

Essa é a dinâmica dos solos no território de Jundiáí cujos elementos dinâmicos são constituídos pela água e pelo vento, sendo a primeira muito mais relevante. Mais uma vez, devem ser aproveitadas as capacidade de armazenamento de água solo,



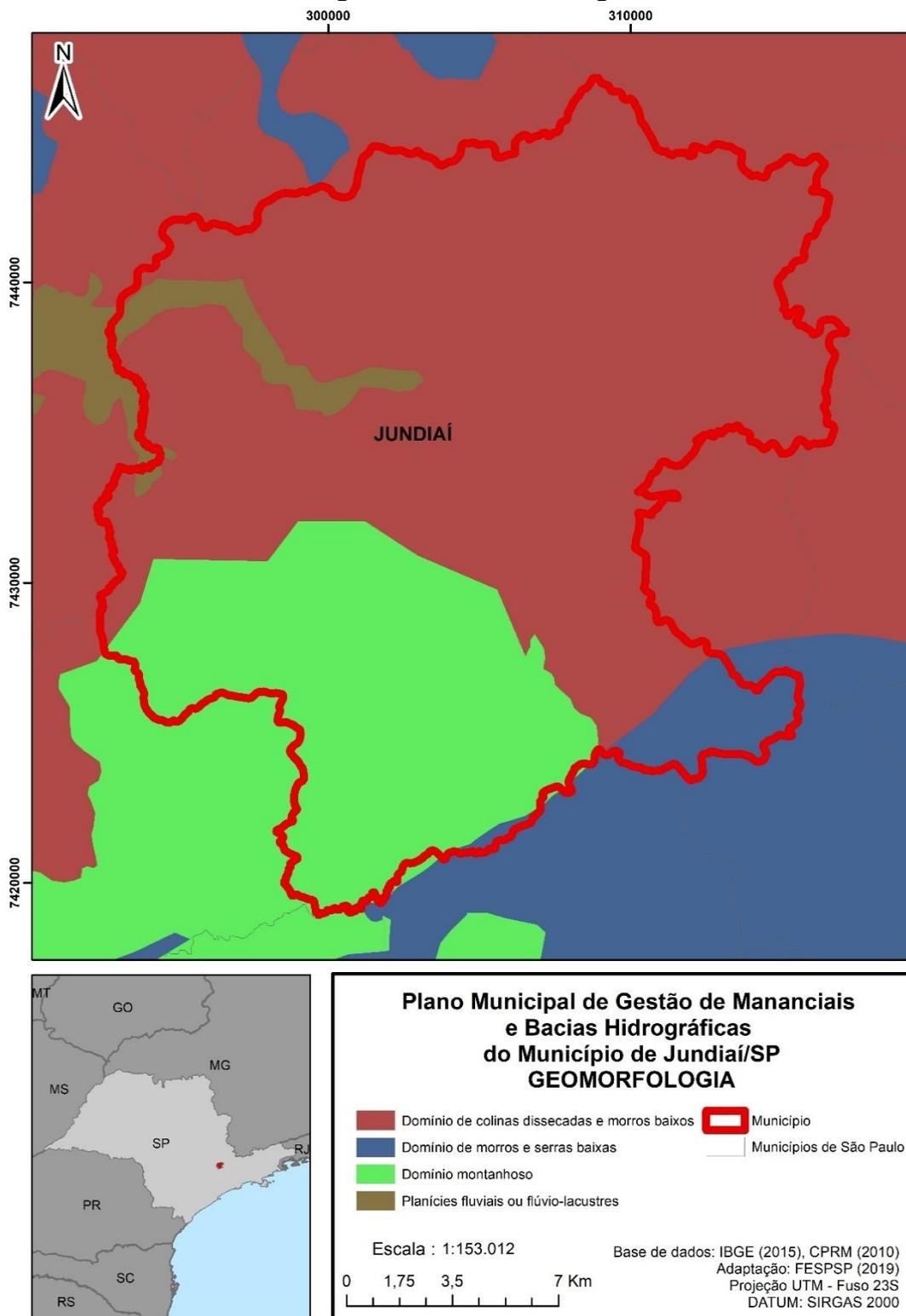
maior nas várzeas e menor nas colinas, o que aumenta a segurança hídrica de Jundiaí em face da sua pequena disponibilidade hídrica perante as demandas sanitárias e econômicas.

Em relação à pedologia, os solos no município são representados principalmente por: argilossolos vermelho-amarelos, latossolos vermelho-amarelos, gleissolos melânicos e cambissolos háplicos (IF, 2017).

Os latossolos e os argilossolos são mais desenvolvidos e profundos, o que pode facilitar a percolação da água, desde que a interceptação e a infiltração ocorram. Para tanto, a vegetação tem um papel fundamental ao reduzir a velocidade de queda das gotas de chuva, fazendo com que a água escoe sobre as folhas, caules e troncos até chegar no solo. Aí, as raízes tornam o solo mais fofo, contribuindo significativamente para a infiltração da água e seu armazenamento. Portanto, além das várzeas apontadas na figura 30, que têm uma capacidade de percolação e armazenamento maiores, as áreas do território de Jundiaí com solo mais desenvolvido também podem contribuir para a conservação da água.

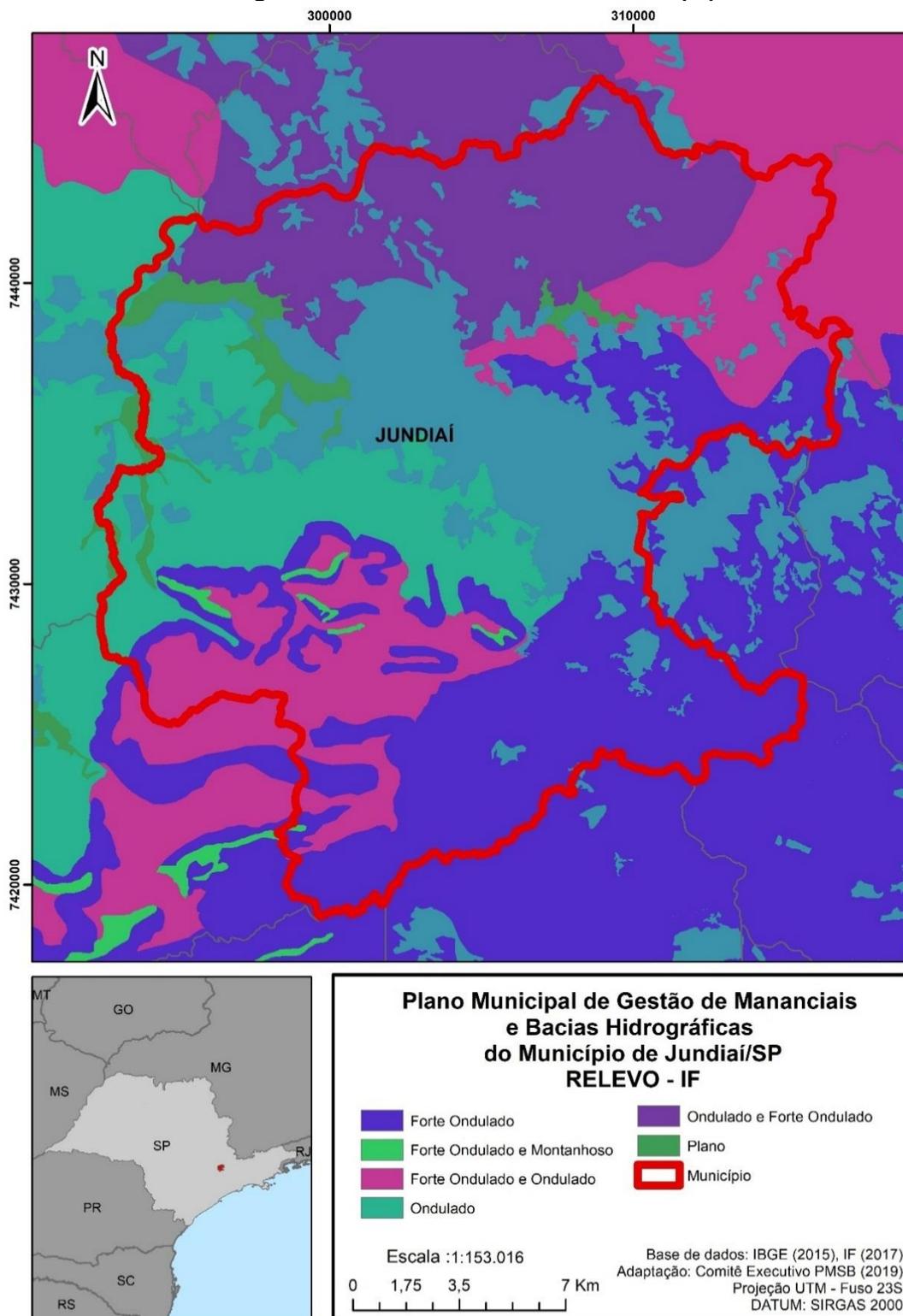
As figuras a seguir apresentam o mapa geomorfológico e o de relevo do município, bem como os mapas de pedologia e relevo na escala 1:50.000, provenientes do estudo de CPRM e IPT (2013).

Figura 24 – Geomorfologia



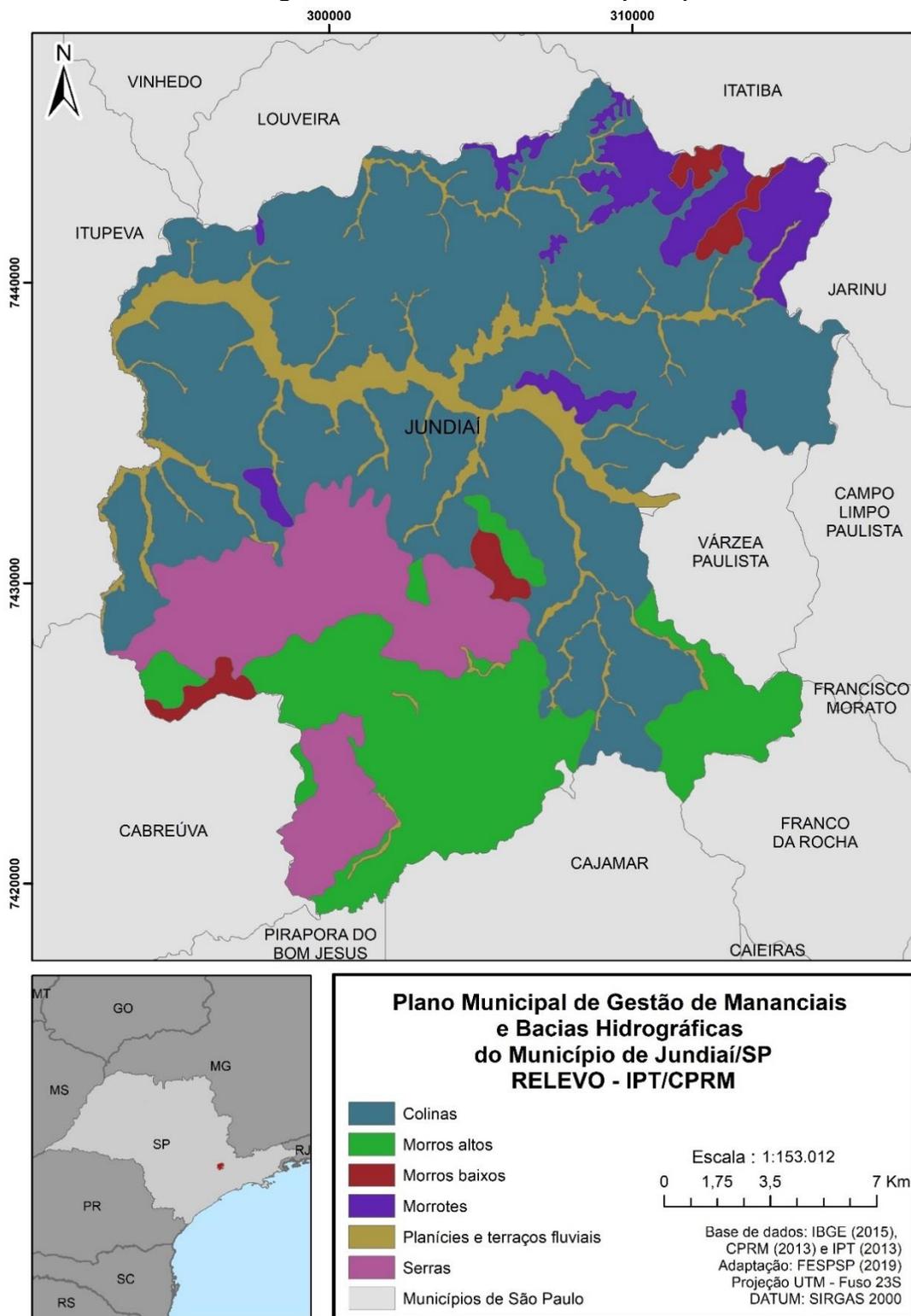
Fonte: FESPSP, 2020.

Figura 25 – Relevo Instituto Florestal (IF)



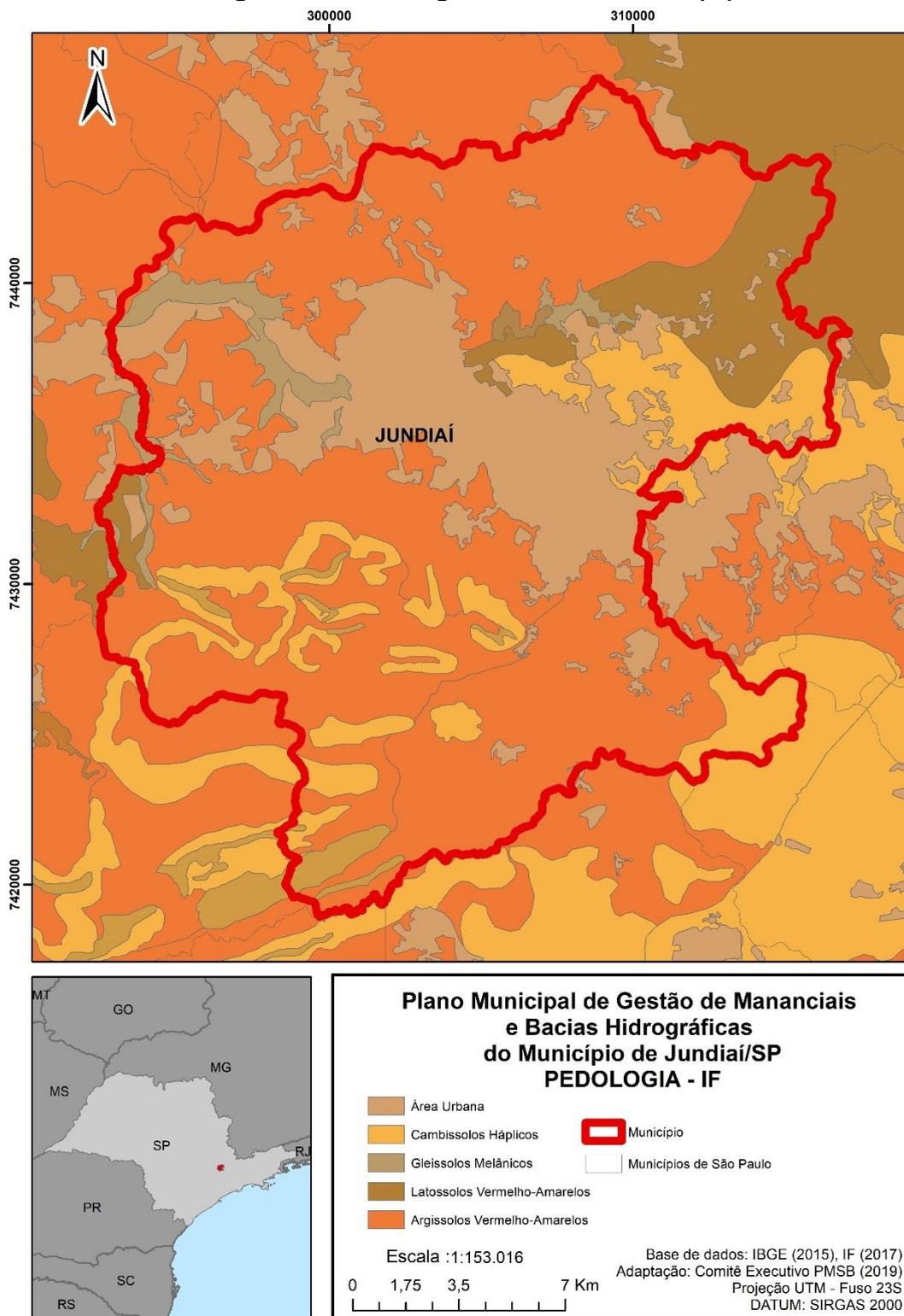
Fonte: FESPSP, 2020.

Figura 26 – Relevo CPRM, IPT (2013)



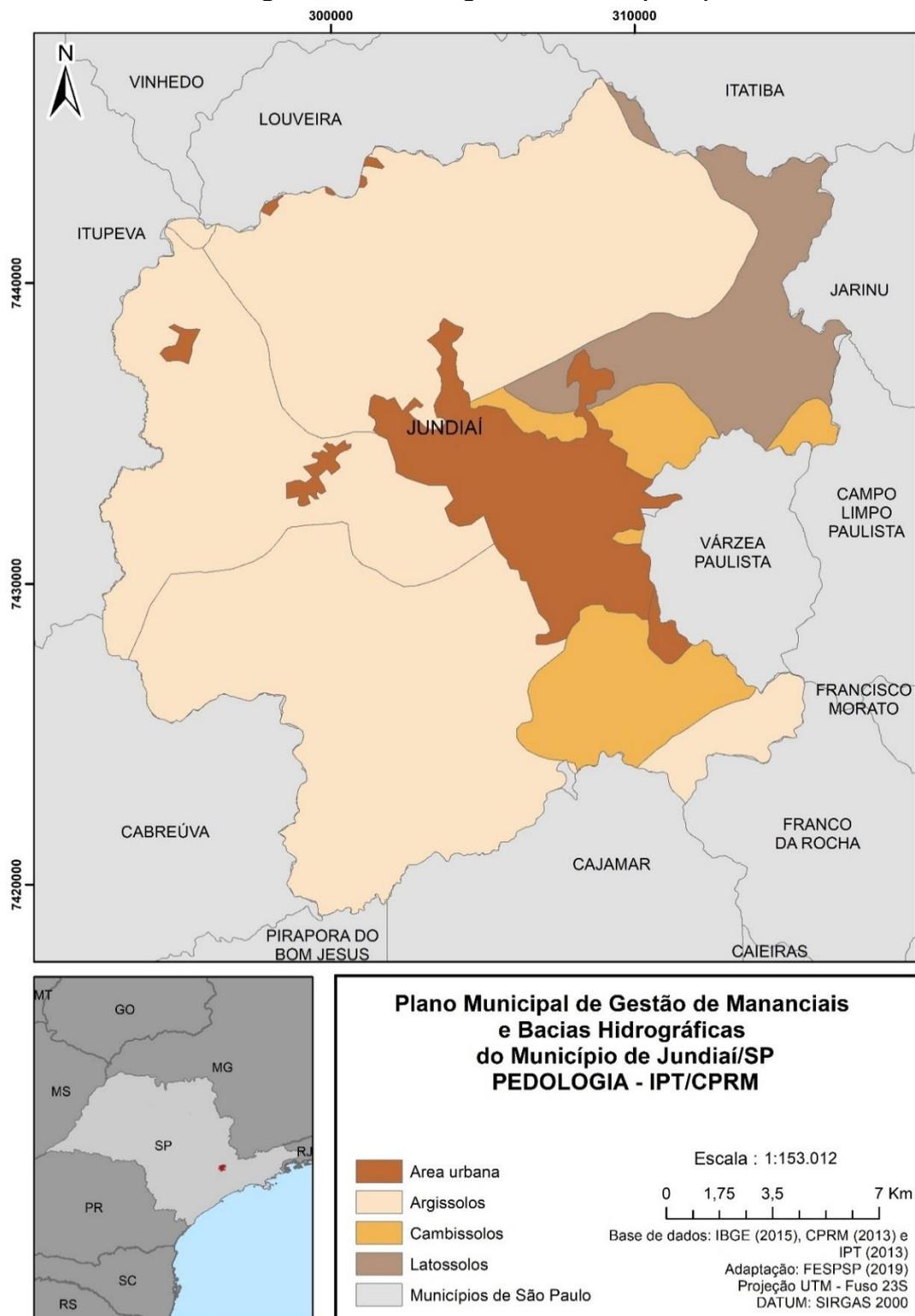
Fonte: FESPSP, 2020.

Figura 27 – Pedologia Instituto Florestal (IF)



Fonte: FESPSP, 2020.

**Figura 28 – Pedologia CPRM, IPT (2013)**



Fonte: FESPSP, 2020.



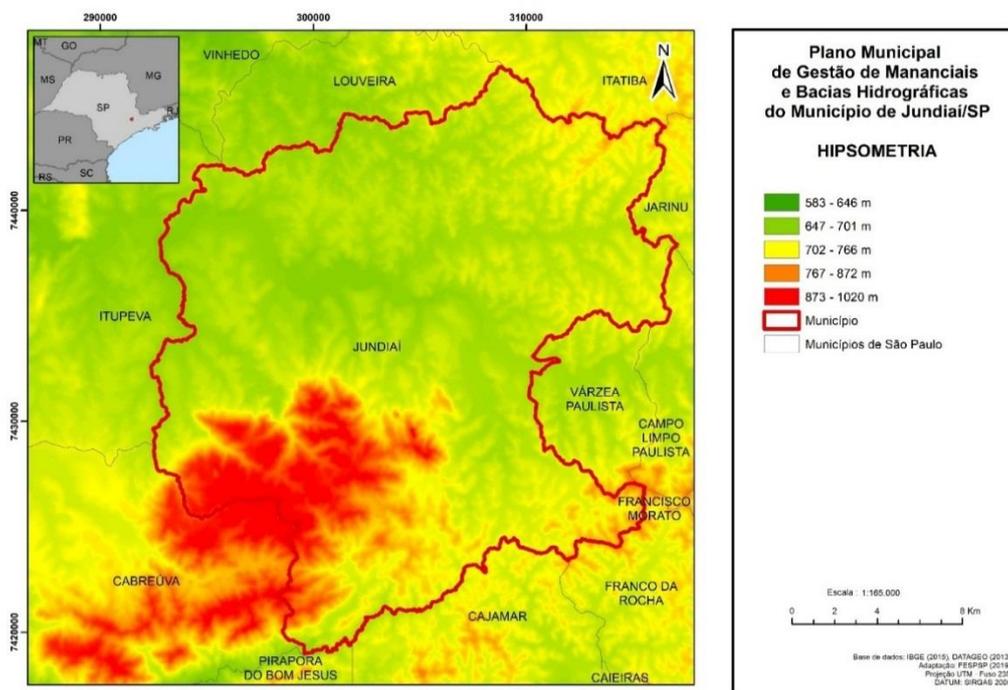
A figura 29 apresenta a hipsometria do município de Jundiaí, ou seja, um modelo digital de elevação elaborado pela Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, a partir de curvas de nível extraídas de cartas do IBGE, Instituto Geográfico e Geológico (IGG) e Departamento de Serviços Geográficos do exército (DATAGEO, 2019). A finalidade é de facilitar a visualização do padrão de relevo discutido nos mapas anteriores. Percebe-se que a elevação mais acentuada está na região sudoeste do município, onde se encontra a Serra do Japi, e que a região central do município é mais baixa e plana, onde escoam o rio Jundiaí e seus afluentes.

A partir do mesmo modelo digital de elevação citado acima, foi possível elaborar, a partir de dados extraídos do DATAGEO (2019), a figura 30 que apresenta as declividades do terreno no município de Jundiaí. Novamente, percebe-se declividades acentuadas na região da Serra do Japi e declividades baixas na região da várzea do rio Jundiaí. Nas regiões mais a norte e nordeste, observam-se declividades altas também, características do relevo de colinas dissecadas e morros baixos já discutidas anteriormente.

A declividade dos terrenos implica em aumento da velocidade da água como escoamento superficial, as enxurradas. Se o solo estiver sem vegetação e exposto, a erosão é uma consequência, levando o solo “arrancado” para os pontos mais baixos, as calhas da rede hídrica, constituindo o assoreamento. Esse reduz a condutividade hidráulica dos rios e, portanto, a retenção e a infiltração das águas pluviais nas bacias de drenagem beneficiam os cursos d’água receptores.

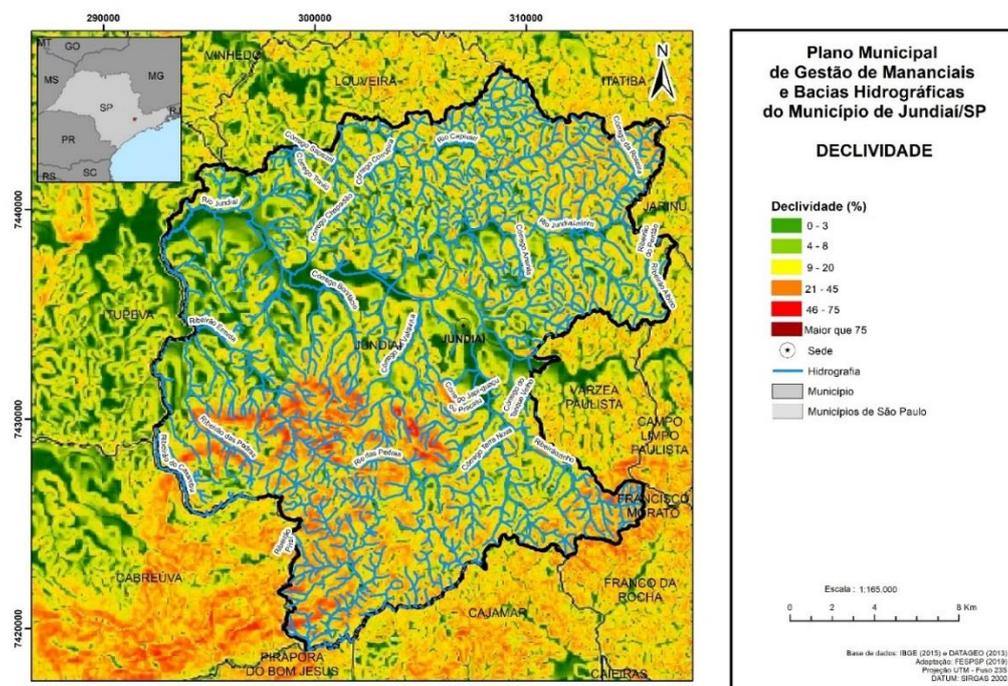
A DAE Jundiaí também tem uma carta de declividade do município, os quais foram usados para elaborar a carta deste plano. Apesar de as escalas diferentes, é possível identificar os mesmos aspectos citados acima mencionados, no caso uma concentração de declividades altas ao sudoeste e nordeste do município e declividades baixas na região central, as várzeas do rio Jundiaí formadas por sedimentação das porções mais elevadas dos terrenos a sudeste.

Figura 29 – Hipsometria



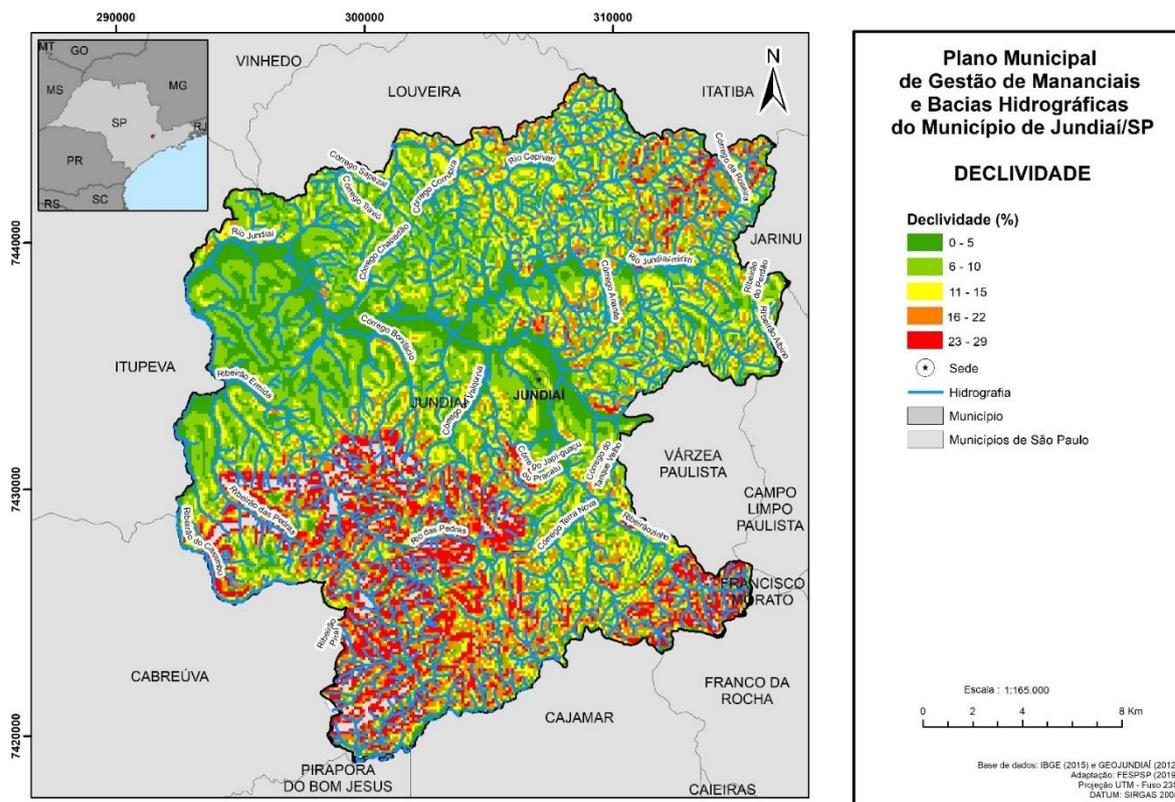
Fonte: FESPSP, 2020.

Figura 30 – Declividade (DATAGEO)



Fonte: FESPSP, 2020.

Figura 31 – Declividade (DAE)



Fonte: FESPSP, 2020.

### 2.4.3. Recursos Hídricos

As principais informações referentes aos recursos hídricos são aqui aprofundadas dentro de todo o material consultado, realmente extenso. Em item anterior já foi apresentada uma característica pluviométrica e a análise segue.

#### 2.4.3.1. Caracterização

Durante a elaboração do Plano, se compatibilizaram as bases de dados existentes relacionadas aos recursos hídricos. O quadro a seguir apresenta os diversos níveis de segmentação dessas informações, apresentados ainda em mapas. A segmentação é proporcional ao grau de conhecimento que se quer dos recursos hídricos para ações de gestão. Cabe mencionar que a segmentação adotada segue os mesmos níveis utilizados no atual Plano de Bacias PCJ, UGRHI-05. Não há o mesmo nível de detalhe de informações para a UGRHI-10 onde está parte do território de Jundiaí. A informação referente à divisão de bacias hidrográficas municipais origina-se da DAE.



**Quadro 13 – Segmentação das bacias hidrográficas**

NÍVEL	NOMENCLATURA	Fonte da informação
6	UGRHI	PERH
5	Bacia Hidrográfica	ANA
4	Sub-bacia	CBH
3	Zona	CBH
2	Área de Contribuição	CBH
1	Área de contribuição ottocodificada	ANA

**Fonte: Elaborado a partir de Tomo I Revisão Plano de Bacias PCJ (Comitês PCJ, Agência das Bacias PCJ, 2018a)**

No nível 6, a abordagem é por grandes unidades, uma análise que interessa ao Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE/SP para a gestão estadual dos recursos hídricos. Interessa para Jundiaí saber que pertence a duas unidades de gestão, UGRHI 5 e 10, de forma que nos seus fóruns precisa defender seus interesses quanto aos usos da água e manutenção da disponibilidade hídrica.

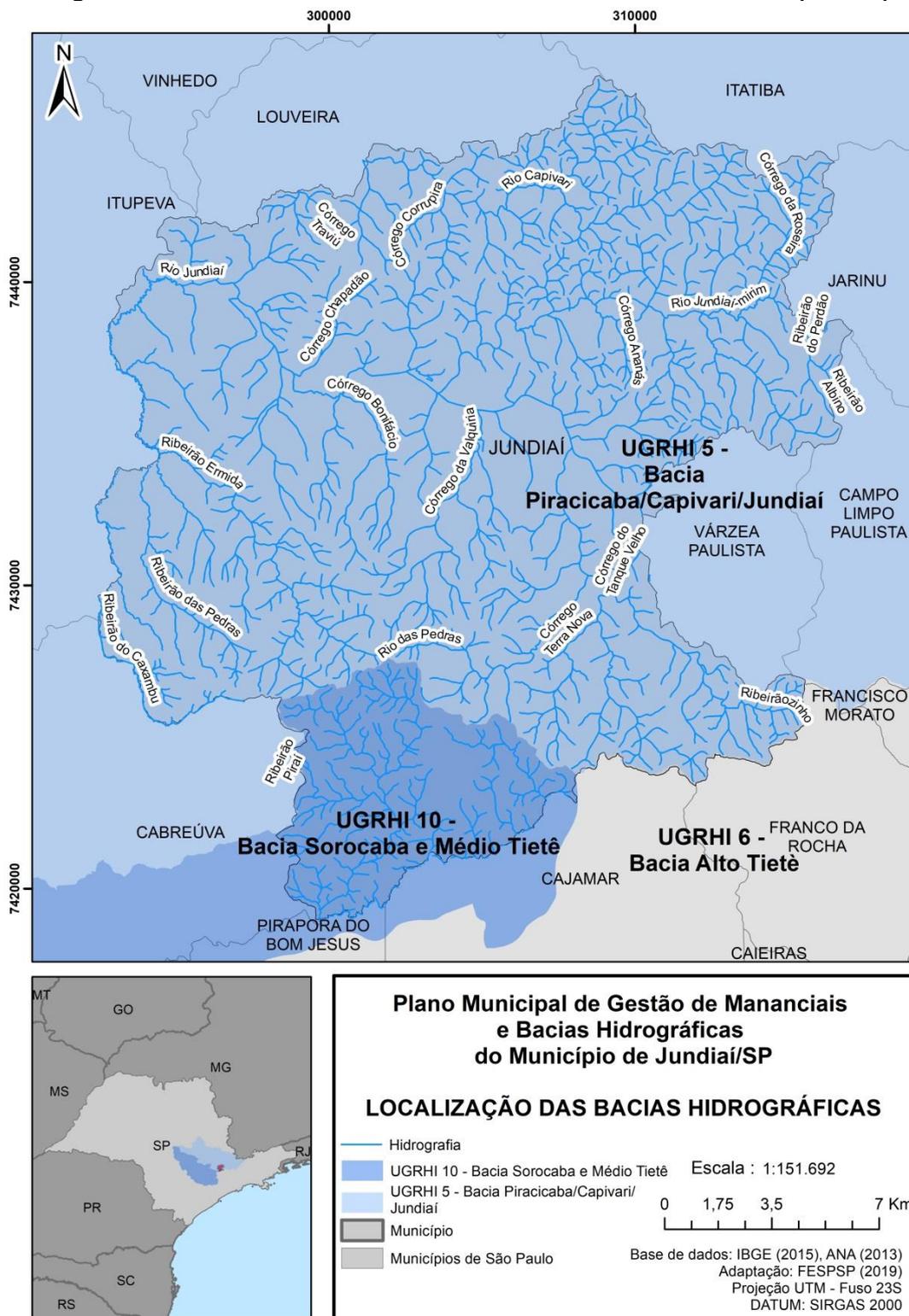
No nível 5, apresenta-se especificamente a subdivisão hídrica específica para o PCJ. Como os conflitos pelos recursos hídricos são mais marcantes, é necessário maior detalhamento para ser uma gestão da água ainda mais detalhada.

Já no nível dois, mostra-se o território de Jundiaí e as sub-bacias de interesse municipal, inclusive as que têm parte do seu território em outros municípios vizinhos, mas são de interesse de Jundiaí. Constituiria a base de atuação municipal para a gestão dos seus recursos hídricos que importam. Mesmo sendo de atribuição estadual a gestão das águas, nada impede que por convênio com o DAEE/SP, a DAE Jundiaí poderia dar apoio, porque é do seu interesse a preservação das águas para a finalidade de abastecimento público de sua população.

Enfim, no nível 1 tem-se as menores bacias, a subdivisão mais detalhada, elaborada pela ANA. É muito de interesse técnico, pois daí vieram as informações do Curve Number – CN, utilizadas para verificar o grau de impermeabilização e recarga dos aquíferos.

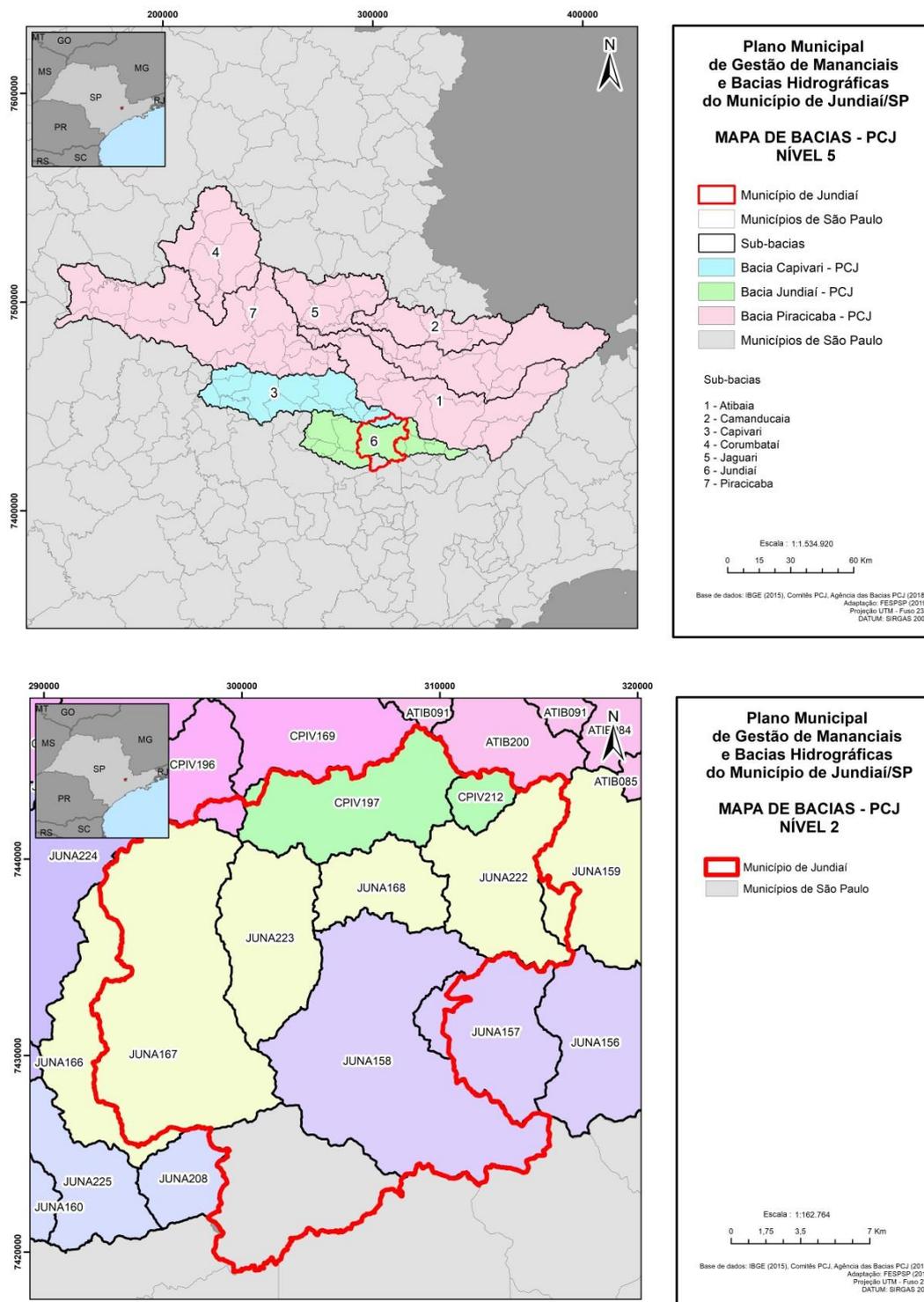
As análises aqui efetuadas e respectivas proposições utilizaram as segmentações por nível de sub-bacia. Se para verificar o efeito da impermeabilização do solo e aceleração das águas pluviais foi utilizado nível 1, para os estudos dos atuais mananciais e potenciais futuros, foi trabalhado com o nível 2.

Figura 32 - Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (nível 6).



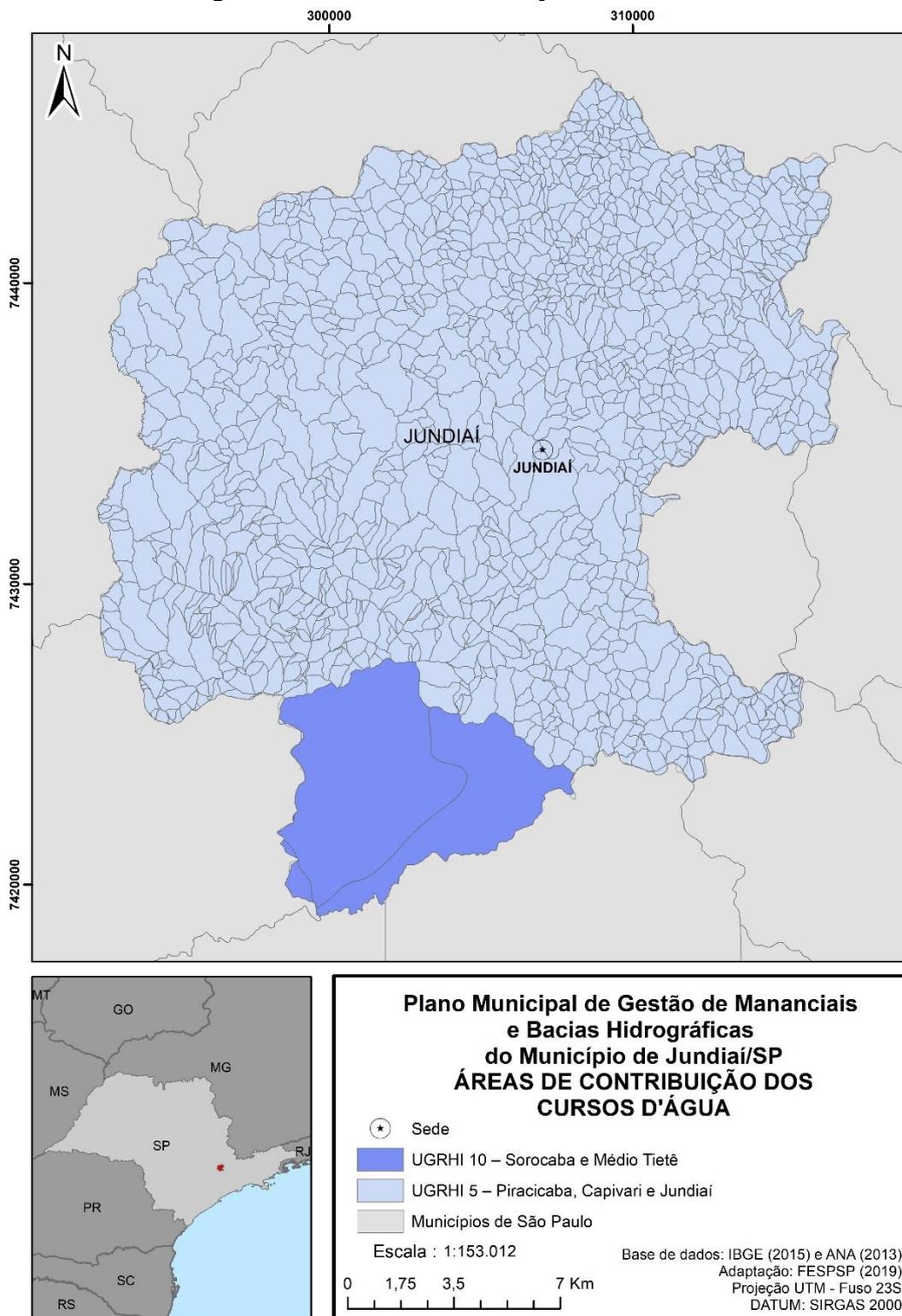
Fonte: FESPSP, 2020.

Figura 33 – Bacias e sub-bacias da UGRHI-5 (cima) e zonas e áreas de contribuição (baixo).



Fonte: FESPSP, 2020.

Figura 34 – Área de contribuição ottocodificada



Fonte: FESPSP, 2020.

### 2.4.3.2. Disponibilidade, Demandas e Balanço Hídrico

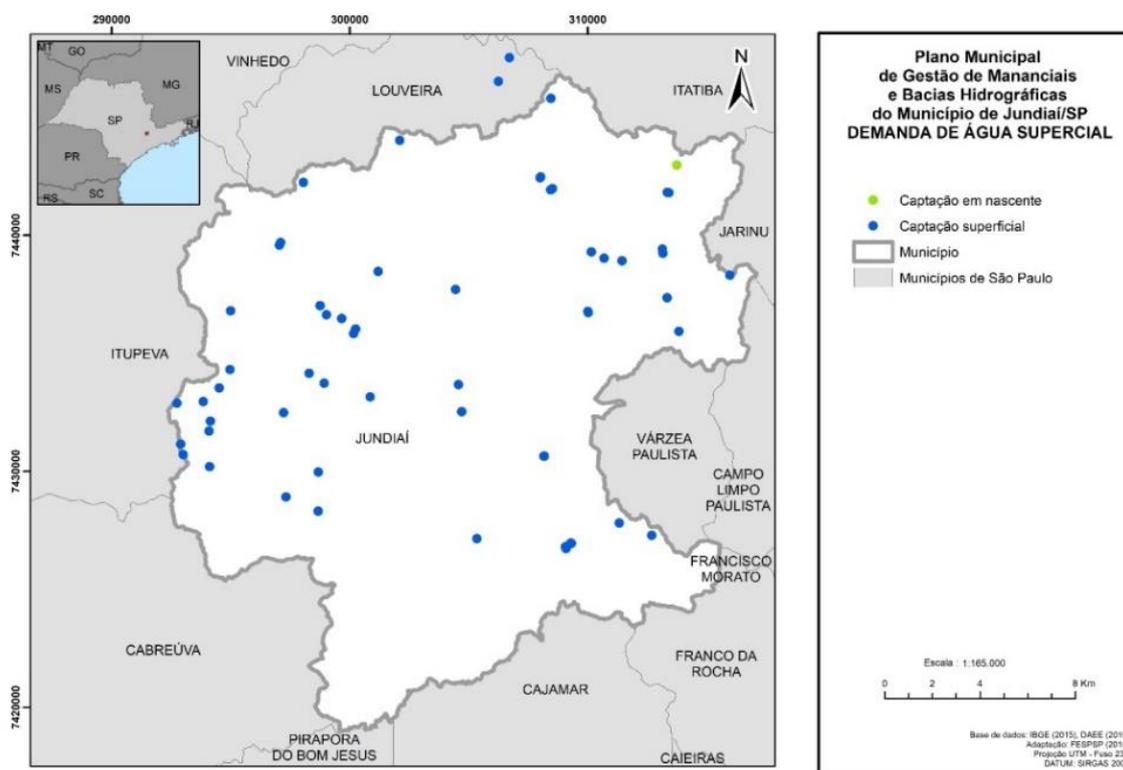
A seguir se indicam as disponibilidades hídricas e as demandas superficiais e subterrâneas, utilizando os dados provenientes do DAEE. Esses dados, em conjunto com os da Primeira Revisão do Plano de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (2018), foram utilizados para o cálculo do balanço hídrico. A disponibilidade hídrica é muito limitada, porque as vazões específicas mínimas e médias são respectivamente iguais a 2,1 e 10,0 L/s.km<sup>2</sup>.

**Quadro 14 – Contagem e vazões das captações de água superficial**

Tipo de Captação	Quantidade de Pontos	Vazão (m3/h)
Captação em Nascente	1	-
Captação em Rede	15	-
Captação Superficial	161	3086
<b>Total</b>	<b>177</b>	<b>3086</b>

Fonte: DAEE, 2019.

**Figura 35– Demanda hídrica superficial**



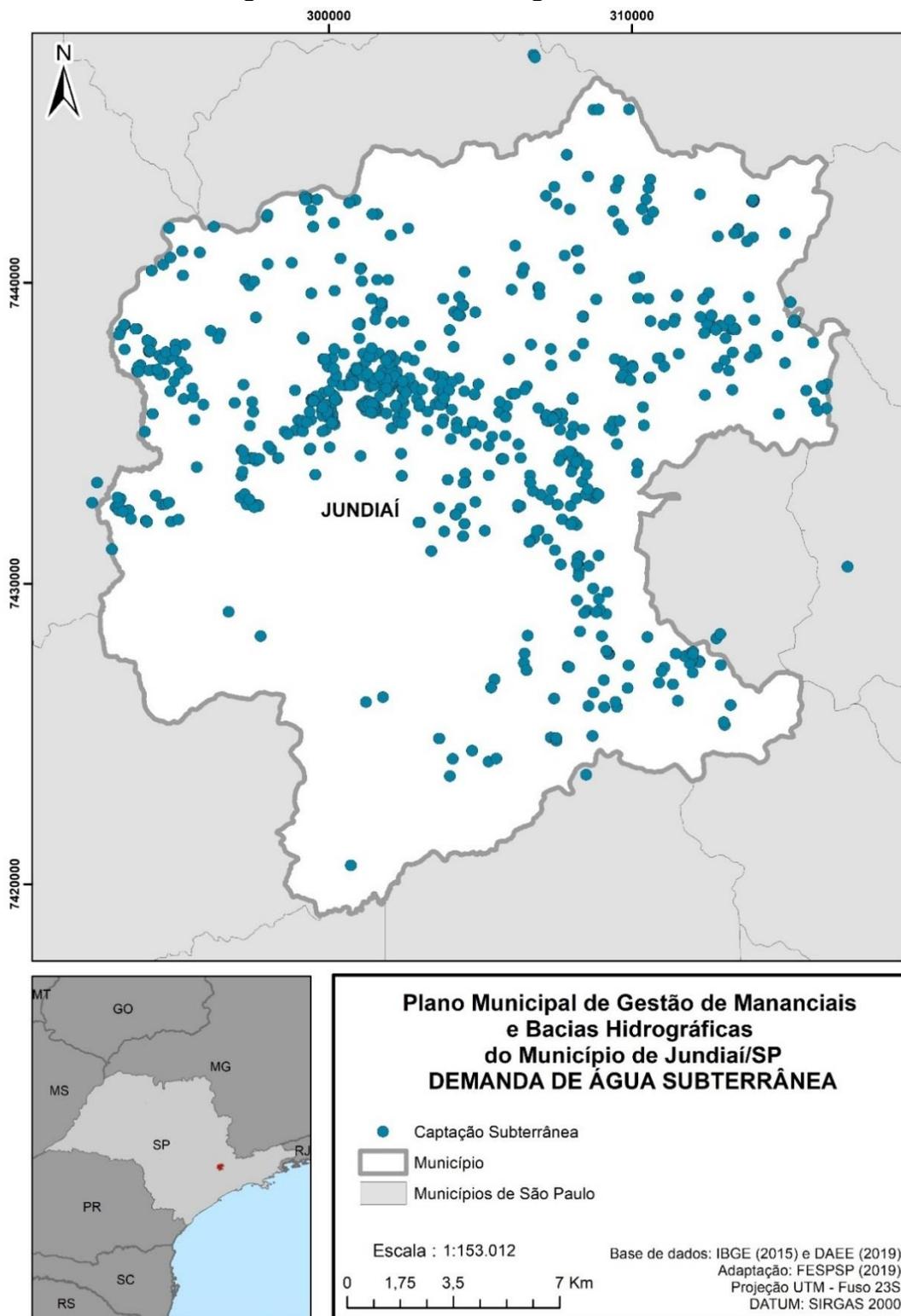
Fonte: FESPSP, 2020.

**Quadro 15 – Demanda hídrica subterrânea**

Tipo de Captação	Quantidade de Pontos	Vazão (m3/h)
Captação Subterrânea	799	5.468,29

Fonte: DAEE, 2019.

Figura 36 – Demanda de água subterrânea



Fonte: FESPSP, 2020.



Quadro 16 – Balanço hídrico do município de Jundiaí, usos contínuos e complementares, disponibilidade hídrica mínima e média

Sub-Bacia	Disponibilidade Hídrica Mínima [L/s]	Contínuo		Complementar		Saldo Hídrico [L/s]
		Uso de Água [L/s]	Retorno de Água [L/s]	Uso de Água [L/s]	Retorno de Água [L/s]	
Capivari	114,8	31,5	28,4	0,4	0,4	111,7
Guapeva	135,0	23,6	12,3	2,3	2,9	124,3
Jundiaí Mirim	146,2	1.786,1	1,1	25,8	0,3	-1.664,3
Jundiaí	217,0	25,5	1.183,9	10,3	16,7	1.381,8
Estiva	42,1	50,1	0,8	0,0	0,0	-7,2
Ribeirão-Cachoeira	134,2	539,7	32,6	0,1	8,6	-364,4
Jundiuvira	99,1	0,0	0,0	0,0	0,0	99,1
<b>TOTAL MUNICIPAL</b>	<b>888,4</b>	<b>2.456,5</b>	<b>1.259,1</b>	<b>38,9</b>	<b>28,9</b>	<b>-319,0</b>

Sub-Bacia	Disponibilidade Hídrica Média [L/s]	Contínuo		Complementar		Saldo Hídrico [L/s]
		Uso de Água [L/s]	Retorno de Água [L/s]	Uso de Água [L/s]	Retorno de Água [L/s]	
Capivari	556,4	31,5	28,4	0,4	0,4	553,3
Guapeva	654,0	23,6	12,3	2,3	2,9	643,3
Jundiaí Mirim	708,5	1.786,1	1,1	25,8	0,3	-1.102,0
Jundiaí	1.051,3	25,5	1.183,9	10,3	16,7	2.216,1
Estiva	203,8	50,1	0,8	0,0	0,0	154,5
Ribeirão-Cachoeira	650,4	539,7	32,6	0,1	8,6	151,8
Jundiuvira	480,2	0,0	0,0	0,0	0,0	480,2
<b>TOTAL MUNICIPAL</b>	<b>4.304,6</b>	<b>2.456,5</b>	<b>1.259,1</b>	<b>38,9</b>	<b>28,9</b>	<b>3.097,2</b>

Fonte: FESPSP, 2020.



**Quadro 17 – Balanço hídrico do município de Jundiaí, usos contínuos e complementares, situações de disponibilidade hídrica mínima e média, cenário considerando retorno de captação subterrânea.**

Sub-Bacia	Disponibilidade Hídrica Mínima [L/s]	Contínuo		Complementar		Saldo Hídrico [L/s]
		Uso de Água [L/s]	Retorno de Água [L/s]	Uso de Água [L/s]	Retorno de Água [L/s]	
Capivari	114,80	31,5	28,4	0,4	15,2	126,5
Guapeva	135,00	23,6	12,6	2,3	87,4	209,1
Jundiaí Mirim	146,20	1.786,1	1,1	25,8	22,7	-1.641,9
Jundiaí	217,00	25,5	1.184,2	10,3	254,9	1.620,3
Estiva	42,10	50,1	1,7	0,0	11,5	5,2
Ribeirão-Cachoeira	134,20	539,7	32,6	0,1	114,1	-258,9
Jundiuvira	99,10	0,0	0,0	0,0	1,1	100,2
<b>TOTAL MUNICIPAL</b>	<b>888,4</b>	<b>2.456,5</b>	<b>1.260,6</b>	<b>38,9</b>	<b>506,9</b>	<b>160,5</b>

Sub-Bacia	Disponibilidade Hídrica Média [L/s]	Contínuo		Complementar		Saldo Hídrico [L/s]
		Uso de Água [L/s]	Retorno de Água [L/s]	Uso de Água [L/s]	Retorno de Água [L/s]	
Capivari	556,40	31,5	28,4	0,4	15,2	568,1
Guapeva	654,00	23,6	12,6	2,3	87,4	728,1
Jundiaí Mirim	708,50	1.786,1	1,1	25,8	22,7	-1.079,6
Jundiaí	1.051,30	25,5	1.184,2	10,3	254,9	2.454,6
Estiva	203,80	50,1	1,7	0,0	11,5	166,9
Ribeirão-Cachoeira	650,40	539,7	32,6	0,1	114,1	257,3
Jundiuvira	480,20	0,0	0,0	0,0	1,1	481,3
<b>TOTAL MUNICIPAL</b>	<b>4.304,6</b>	<b>2.456,5</b>	<b>1.260,6</b>	<b>38,9</b>	<b>506,9</b>	<b>3.576,7</b>

Fonte: FESPSP, 2020.

O quadro mostra não somente a disponibilidade hídrica mínima e média, conforme as várias referências utilizadas, mas também o balanço hídrico. Observa-se que o saldo hídrico é negativo para a vazão mínima para as bacias do rio Cachoeira e Jundiá-Mirim, ou seja, quando não há nenhuma estrutura hidráulica para a regularização de vazões e as captações são a fio d'água e fica-se limitado a 2 L/s.km<sup>2</sup>. Quando se considera a vazão média, cerca de 5 vezes mais, 10 L/s.km<sup>2</sup>, para utilizá-la se pressupõe a construção de barragens de regularização, obras de porte e grande impacto ambiental, o saldo hídrico negativo para a bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim permanece, ou seja, não há disponibilidade hídrica natural suficiente, sendo a reversão das águas do rio Atibaia necessária, sem a qual o município não teria condições de atender suas demandas. Logo, mesmo que indiretamente, o município depende da regularização de vazões que o Sistema Cantareira faz por meio de suas barragens, em particular os barramentos nos rios Cachoeira e Atibainha.

Para garantir o abastecimento de água de Jundiá, foi necessária, portanto, a reversão de águas entre as bacias do rio Atibaia e do rio Jundiá-Mirim, alterando um cenário natural. Sem isso, não haveria disponibilidade hídrica suficiente para o abastecimento público de Jundiá, sendo necessárias inclusive as duas barragens de regularização existentes na captação no rio Jundiá-Mirim. O volume que se vê ali não tem origem somente na contribuição natural desse curso d'água, mas também a água derivada do rio Atibaia.

A gestão municipal de recursos hídricos de Jundiá precisaria verificar se ao longo do leito do rio Jundiá-Mirim, por onde passam as águas revertidas do rio Atibaia, não existem derivações irregulares para as diversas finalidades, uso sanitário, dessedentação animal e mesmo irrigação, o que diminui a disponibilidade hídrica, ameaçando o abastecimento público de Jundiá. Além disso, os lançamentos de esgotos e as cargas difusas urbanas e rurais também prejudicam a qualidade das águas, de forma que seu controle é necessário.

Pelo exposto, mesmo com as barragens de regularização, o rio Jundiá-Mirim não tem disponibilidade hídrica natural suficiente para abastecer o município de forma que a reversão do rio Atibaia é fundamental. Esse curso d'água, por sua vez, faz parte do Sistema Cantareira, existindo duas barragens de regularização nos seus formadores, o rio Cachoeira e o rio Atibainha. Mesmo ocorrendo a reversão de água para a RMSP, a regularização de vazões do rio Atibaia a jusante joga um papel fundamental, inclusive aumentando a segurança hídrica da reversão que abastece Jundiá. Portanto, de alguma forma, o município também depende do Sistema Cantareira e da sua capacidade de regularização de vazões para jusante, mesmo ocorrendo a reversão para a RMSP. Portanto é do interesse de Jundiá participar da gestão dos recursos hídricos da UGRHI-05, Bacias PCJ.

Mesmo considerando as demais bacias no município, a disponibilidade hídrica é insuficiente, mas se utilizadas, aumentariam a segurança hídrica de Jundiá.

## 2.5. USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

O fator foi aqui analisado e sua influência avaliada pela metodologia desenvolvida dada a relação que possui com os aspectos quantitativos e qualitativos dos recursos hídricos.

O município de Jundiaí faz parte da **Aglomeração Urbana de Jundiaí - AUJ**, como visto, unidade regional criada em 2011 pelo Estado de São Paulo que leva esse nome por ter o município relevante importância pela sua localização. Juntamente com os municípios de Cabreúva, Campo Limpo Paulista, Itupeva, Jarinu, Louveira e Várzea Paulista, esse aglomerado urbano é considerado o maior do Brasil e com grande dinâmica socioeconômica já apresentada no capítulo anterior, o que se reflete tanto nas demandas pelos recursos hídricos como pela ocupação de territórios produtores de água, os mananciais. Portanto, a partir da dinâmica socioeconômica chega-se na ocupação do território e nos mananciais, incluindo as demandas pelos recursos hídricos, explorada mais adiante.

Por estar situado entre as Regiões Metropolitanas de São Paulo (RMSP) e Campinas (RMC), a AUJ sofre influência direta dessas cidades principalmente pelas ligações existentes entre as rodovias Anhanguera e Bandeirantes que cortam o município no sentido Norte/Sul. Outras importantes ligações viárias conectam Jundiaí a outros municípios limieiros como: Sorocaba, Bragança Paulista e Itu, entre outros. A histórica ligação com o porto de Santos pelo transporte ferroviário e as proximidades com grandes aeroportos (Cumbica e Viracopos) conectam ainda o município de Jundiaí com o mundo.

No entanto, esse panorama de estímulo ao crescimento traz grandes preocupações em relação ao crescimento sustentável, principalmente para questões ambientais, por se tratar de um município onde a totalidade de seu território está classificada como APA - Área de Proteção Ambiental. A Serra do Japi e as regiões abrangidas pelas bacias hidrográficas dos rios Jundiaí-Mirim, Capivari e Caxambu, mananciais de abastecimento público, estão sofrendo alterações das características ambientais que acabam por impactar o sistema hídrico da região.

O município de Jundiaí tem sua ocupação territorial dividida em macrozonas caracterizadas pelo: uso urbano na faixa centralizada do município; uso rural agrícola e de preservação hídrica na faixa superior ao norte e leste do município e zona de proteção ambiental da Serra do Japi na faixa inferior ao sul do município. Os usos e atividades no Município são classificados em categorias de acordo com a Zona em que se localiza o imóvel e a função urbanística da via para a qual tem frente. Estão divididas em categorias de uso como: Residencial; Não residencial; Industrial e Atividades Rurais (Figura 37). A Figura 38 mostra como ficaria o zoneamento diante da proposta de 2019.





A porção Oeste do Município caracteriza-se por ser uma área de ocupação predominantemente horizontal e bastante fragmentada. Há assentamentos precários e irregulares ou conjuntos habitacionais de requalificação urbana com predomínio de população de baixa renda, ocorrendo, ainda, concentração de atividades industriais.

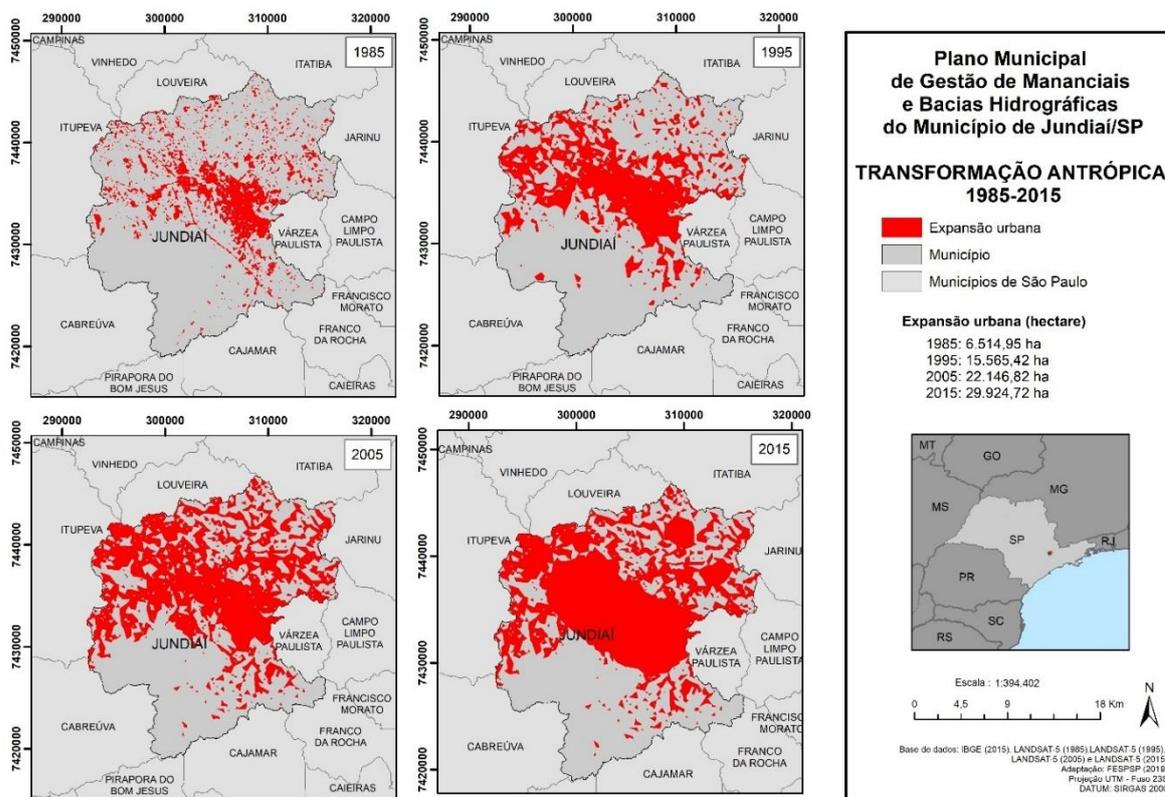
A região central de ocupação mais antiga do Município caracteriza-se pela alta taxa de urbanização, significativa saturação viária e elevada concentração de empregos, serviços e equipamentos. Em seu entorno, nos bairros lindeiros, a ocupação se caracteriza pela alta taxa de urbanização, predominantemente residencial na maioria dos bairros, mas apresentando forte concentração de atividades de comércio e serviços com processo de verticalização pouco controlado.

Como ocorrido nos últimos anos, semelhante a vários municípios do estado de São Paulo, Jundiaí registra um crescimento desordenado e espontâneo. No passado, a menor atenção com as questões ambientais dos Planos Diretores e a especulação imobiliária trouxeram consequências desastrosas para o desenho do tecido urbano que apresenta um esgarçamento do seu traçado com núcleos de ocupações dispersos nas bordas dos limites urbanos e também nas áreas classificadas como rurais (Figura 38). Outro resultado do crescimento acelerado é a desconfiguração da paisagem urbana com o processo de verticalização aleatória que pipoca na malha urbana em bairros isolados e em tradicionais onde a preservação das características de ocupação e mobilidade mereceria ser mantida.

O município de Jundiaí precisaria cuidar da ocupação urbana e rural de forma condizente com suas tendências de crescimento, preservando suas características ambientais de forma a manter suas qualidades essenciais. Essas qualidades são atrativas mesmo para as indústrias que buscam na qualidade ambiental também uma marca sua. Logo, o crescimento de Jundiaí tem que se dar de acordo com um viés cada vez mais sustentável, ou seja, que seus destacados recursos naturais e paisagem permaneçam também para as gerações futuras. É de agora que se lançam as pontes para o futuro e o condiciona.

Graças à sua localização territorial, o município de Jundiaí atinge índices de desenvolvimento invejáveis comparado com a média nacional, como já mencionado. Essas qualidades do município atraem cada vez mais o interesse e aceleram o crescimento. Impedir esse desenvolvimento por conta de preocupações ambientais desequilibradas seria como estagnar a prosperidade, tendo até efeitos ao contrário pela ocupação irregular do território. Todavia essas questões estão na pauta mais atual de várias cidades, principalmente em países desenvolvidos, preocupadas com a ocorrência crescente de eventos climáticos extremos.

**Figura 39 – Mapa de Transformação Antrópica – 1985 a 2015.**



Fonte: FESPSP. 2020.

Os processos de crescimento sustentável que vêm sendo implantados dão dicas de formas de como lidar com esses problemas. Apesar de as dificuldades de implementação, a busca pelo desenvolvimento sustentável tem tido avanços, tanto nas discussões teóricas dos meios acadêmicos quanto em diversas práticas, o que contribuiu para que os municípios norteiem seu desenvolvimento apoiado nesses princípios. O debate sobre o uso e ocupação do solo urbano e rural de Jundiaí e seus impactos no meio ambiente natural deve estar pautado nas premissas do desenvolvimento urbano sustentável, dentro dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS.

As Figura 39 e Figura 40 mostram tipologias de ocupação e uso do solo que têm sido construídas no município e o resultado na paisagem urbana. A desconfiguração da paisagem do município reflete a atual forma de ocupação que não atende um interesse comum na manutenção das características da cidade preservando seu contexto e sua história.

**Figura 40 – Mescla de ocupação verticalizada e horizontalizada.**



**Fonte: FESPSP, 2020.**

O Plano Diretor do Município de Jundiaí de 2016, que estava em vigência, assim como a revisão do Plano Diretor de 2019 aprovado levam em consideração o uso e ocupação do solo de forma mais tradicional, criando índices e critérios legais para orientar o crescimento ou mitigar os problemas de crescimento desordenado. Esse modelo expansionista de cidade não leva em conta as circunstâncias de desenvolvimento sustentável onde a preservação ambiental garante as condições de vida com qualidade e o uso consciente dos recursos naturais.

Mais do que direcionamentos legais, são necessárias ações concretas de desenvolvimento urbano sustentável, a partir de projetos integrados que resultem em desenhos direcionando o crescimento nas regiões propícias à expansão e ao adensamento, além de preservar áreas onde a ocupação se torne prejudicial à preservação de recursos hídricos, por exemplo. Políticas públicas e operações urbanas que incluam um projeto com desenho urbano, com Parcerias Público-Privada – PPP são exemplos de sucesso ao redor do mundo. Não basta estabelecer índices urbanísticos de coeficientes de aproveitamento e taxas de ocupação. É preciso ser mais assertivo e criar desenhos urbanos que caracterizam as cidades e recriam ou protejam as paisagens que as identificam e diferenciam ao redor do mundo. A paisagem de uma cidade é sempre única. Instrumentos de gestão urbana como concessões urbanísticas possibilitam ações visando o redesenho da cidade e apontam suas particularidades.

**Figura 41 – Vazios urbanos entremeados por núcleos de ocupação dispersa**



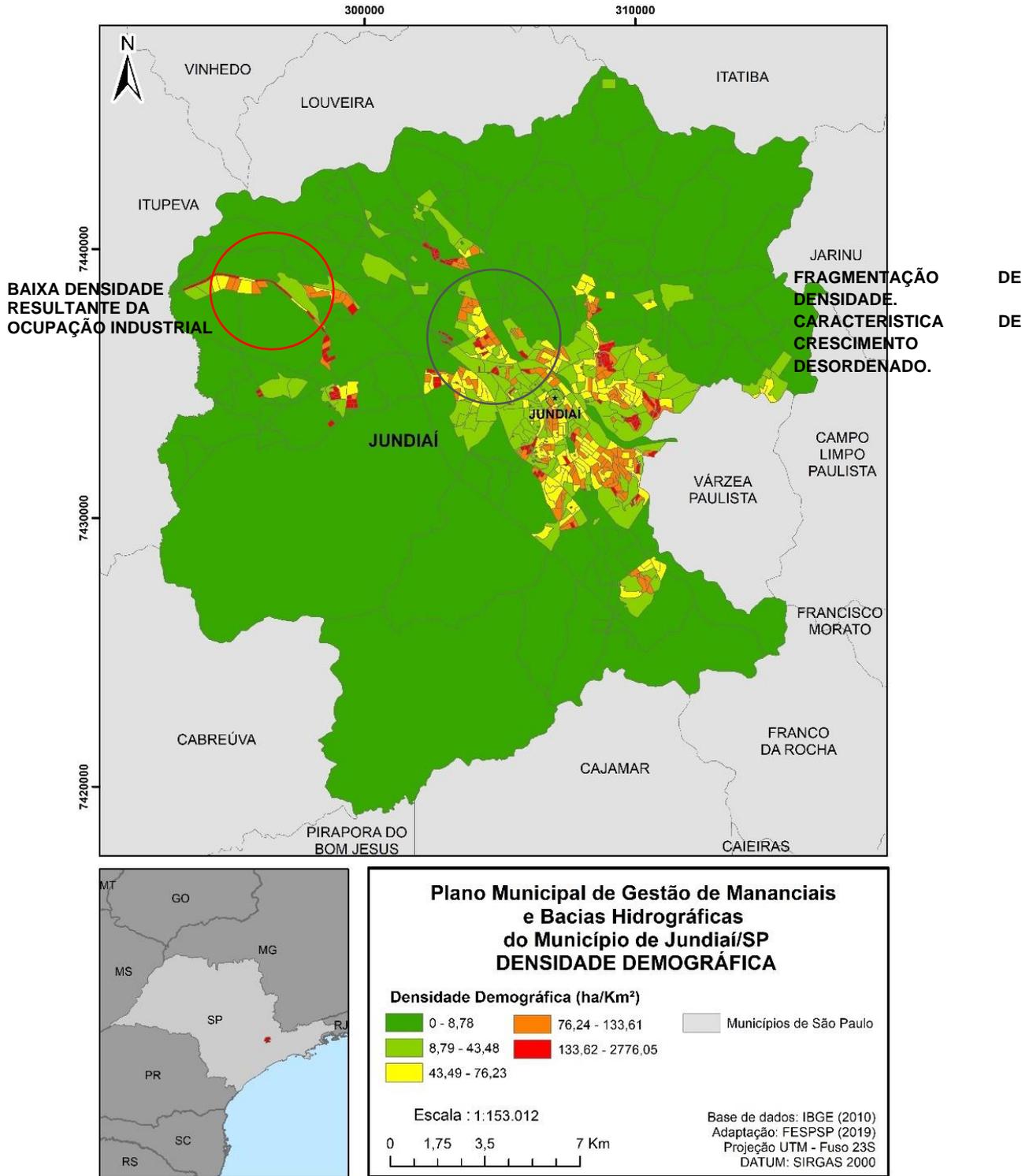
Fonte: FESPSP, 2020.

### **2.5.1. Densidade Demográfica (Análise Ocupação Do Solo)**

Em relação ao levantamento realizado, se observa que a densidade espacializada também aponta para um crescimento desordenado, onde se nota com clareza a variação de densidade nas áreas de estruturação urbana, gerando um mosaico prejudicial às infraestruturas de serviços. A área central do município, onde deveria acontecer uma densidade maior e apresentar uma homogeneidade cromática, apresenta variações que vão de 133,62 a 2.776,05 hab./km<sup>2</sup>. No mapa (Figura 42) nota-se a baixa densidade do território ocupado pelo distrito industrial e as áreas adensadas resultantes da ocupação espontânea próxima às indústrias.

Os planos de crescimento das cidades devem levar em consideração um equilíbrio entre a densidade demográfica e sua distribuição espacial associada à infraestrutura das redes de serviços urbanos como a distribuição da água, coleta e afastamento de esgotos sanitários, distribuição de energia, coleta dos resíduos sólidos urbanos, manejo adequado das águas pluviais, mobilidade urbana e desenvolvimento urbano social. Portanto, é uma tarefa de fôlego no qual este plano em elaboração constitui uma peça desse mosaico, porém fundamental, porque se trata dos recursos hídricos de Jundiaí, seu presente e seu futuro.

**Figura 42 – Mapa de Densidade Demográfica**

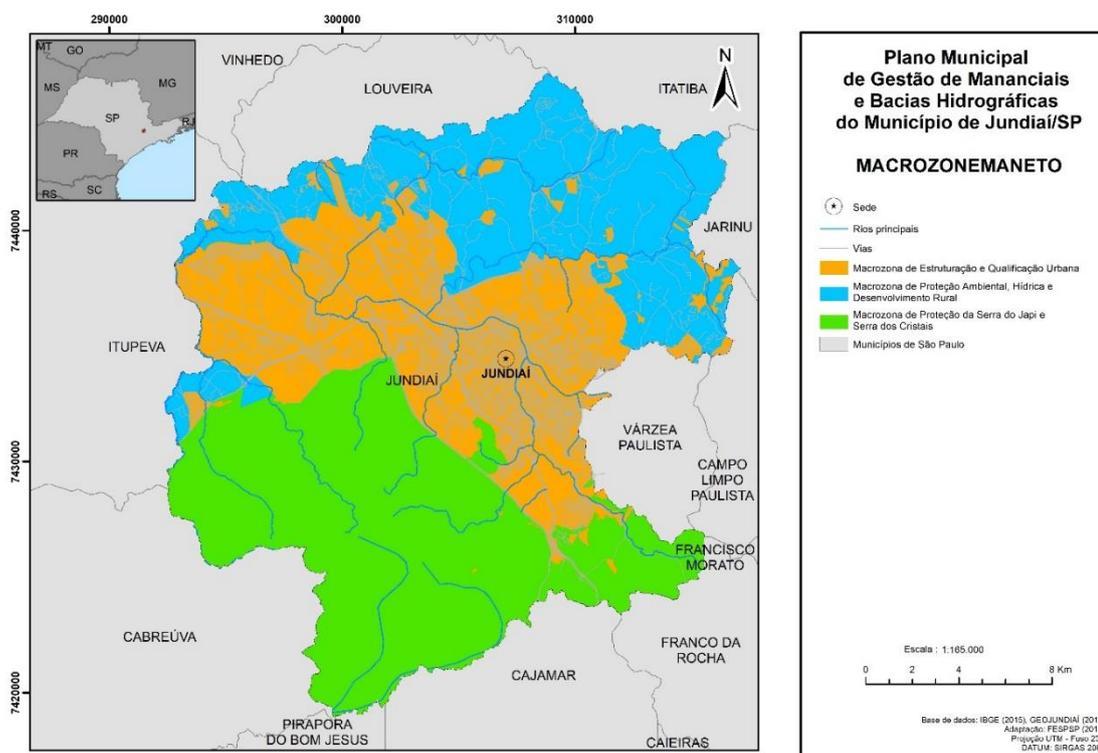


Fonte: FESPSP, 2020.

## 2.5.2. Zoneamento

O território de Jundiaí está dividido em três Macrozonas (Figura 43), com as seguintes denominações:

**Figura 43 – Mapa do Macrozoneamento**



Fonte: FESPSP, 2020.

- Macrozona de Estruturação e Qualificação Urbana – porção urbanizada do território e que abriga as atividades urbanas.
- Macrozona de Proteção da Serra do Japi e Serra dos Cristais – porção de preservação e conservação composta por ecossistemas representativos de importância regional no âmbito da fauna e flora que contribuem para manutenção da biodiversidade, conservação do solo e produção de água;
- Macrozona de Proteção Ambiental, Hídrica e de Desenvolvimento Rural – porção territorial das áreas de produção agrícola que contribuem para manutenção da biodiversidade, conservação do solo e manutenção dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

As Macrozonas de Proteção da Serra do Japi e Serra dos Cristais e de Proteção Ambiental, Hídrica e de Desenvolvimento Rural compõem o Perímetro Rural, sendo vedado o parcelamento do solo para fins urbanos, respeitadas as especificidades no que tange ao Território de Gestão da Serra do Japi.

### 2.5.2.1. Macrozona de Estruturação e Qualificação Urbana

Essa macrozona de expansão territorial está dividida por outras 7 zonas, conforme segue:

- Zona de Reabilitação Central – ZRC;
- Zona de Qualificação dos Bairros - ZQB;
- Zona de Desenvolvimento Periurbano1 – ZDP1;
- Zona de Desenvolvimento Periurbano 2 – ZDP2;
- Zona de Expansão e Estruturação Urbana - ZEEU;
- Zona de Desenvolvimento dos Corredores Urbanos - ZDCU;
- Zona Industrial e de Desenvolvimento Regional Urbano - ZIDRU.

A Macrozona apresenta situação consolidada e com controle de crescimento e expansão organizados, utilizando instrumentos urbanísticos que regulam o crescimento através de IPTU progressivo para áreas vazias, incentivos para o uso de bens patrimoniais de valores históricos, além dos índices que cada zona apresenta para o desenvolvimento.

Os problemas apresentados nesta Macrozona dizem respeito aos incentivos para sua ocupação que não descrevem um projeto integrado que atraia a iniciativa privada de forma mais contundente. Isso seria feito através de propostas como a realizada pela Prefeitura por meio de concurso público de ideais para a urbanização do eixo ao longo do Rio Jundiaí. A proposta trata de um desenho urbano que atenda as diretrizes de mobilidade que a Prefeitura determina como ampliação das faixas e do leito carroçável, assim como as transposições do Rio Jundiaí, melhorando a necessidade de conexão ao longo desse importante eixo. As propostas apresentadas também levaram em conta a falta de conexão entre rio, território e cidadão.

O objetivo do concurso foi promover uma nova proposta de desenho para o local, considerando tanto o contexto regional, dentro do aglomerado Urbano de Jundiaí, quanto à sua relação com a vida do seu entorno imediato. As propostas repensam o Vale do Rio Jundiaí e sua ligação com os elementos de interesse histórico e cultural do município, além de serem abordadas questões referentes a adensamento, mobilidade e meio ambiente, possibilitando novas identidades para a região.

Esse modelo de intervenção mostra resultados efetivos em diversos lugares ao redor do mundo, como: o Rio Cheonggyecheon, Seul - Coréia do Sul e a recuperação das margens do Rio Rhône, Lyon – França. Nesse processo, está prevista uma discussão pública, proporcionando em longo prazo a evolução da paisagem com a integração do rio na composição espacial e na memória da cidade.

Figura 44 – Projeto apresentado no Concurso Vale do Rio Jundiá



Fonte: <https://www.valedorioJundiá.com.br/index.php>

Figura 45 – Ilustração do Projeto apresentado



Fonte: <https://www.valedorioJundiá.com.br/index.php>

Figura 46 – Projeto apresentado no Concurso Vale do Rio Jundiá



Fonte: <https://www.valedorioJundiá.com.br/index.php>

Figura 47 – Ilustração do Projeto apresentado



Fonte: <https://www.valedorioJundiá.com.br/index.php>

### **2.5.2.2. Macrozona de Proteção da Serra do Japi e Serra dos Cristais**

A macrozona de proteção territorial divide-se em outras 2 sub-zonas, conforme segue:

- Zona de Proteção da Serra dos Cristais;
- Território de Gestão da Serra do Japi estabelecido pela Lei Complementar Municipal nº 417, de 2004, formado por:

- a) Reserva Biológica da Serra do Japi;
- b) Zona de Preservação, Restauração e Recuperação Ambiental;
- c) Zona de Conservação Ambiental da Ermida;
- d) Zona de Conservação Ambiental da Malota;
- e) Zona de Conservação Ambiental da Terra Nova.

A Macrozona é de fundamental importância para o equilíbrio ambiental da região, pois além de preservar a fauna e a flora tem papel estratégico para a manutenção dos recursos ambientais. Por respeito às severas Leis Estaduais e Municipais de Preservação e Conservação que protegem tanto a Serra do Japi quanto a Serra dos Cristais, essa região conseguiu manter suas características ambientais, mas já apresenta declínio e precisa ter maior fiscalização dos órgãos responsáveis. O desenvolvimento de um projeto educacional de conscientização junto à população da região ajudaria a fortalecer os vínculos com a região além de programas de ecoturismo com arrecadação para reverter os benefícios para a manutenção do ecossistema. A serra do Japi também é um atrativo para o setor produtivo que quer ter sua imagem relacionado à preservação ambiental o que depende de recursos naturais como a água de boa qualidade, caso da indústria de refrigerantes.

### **2.5.2.3. Macrozona de Proteção Ambiental, Hídrica e de Desenvolvimento Rural**

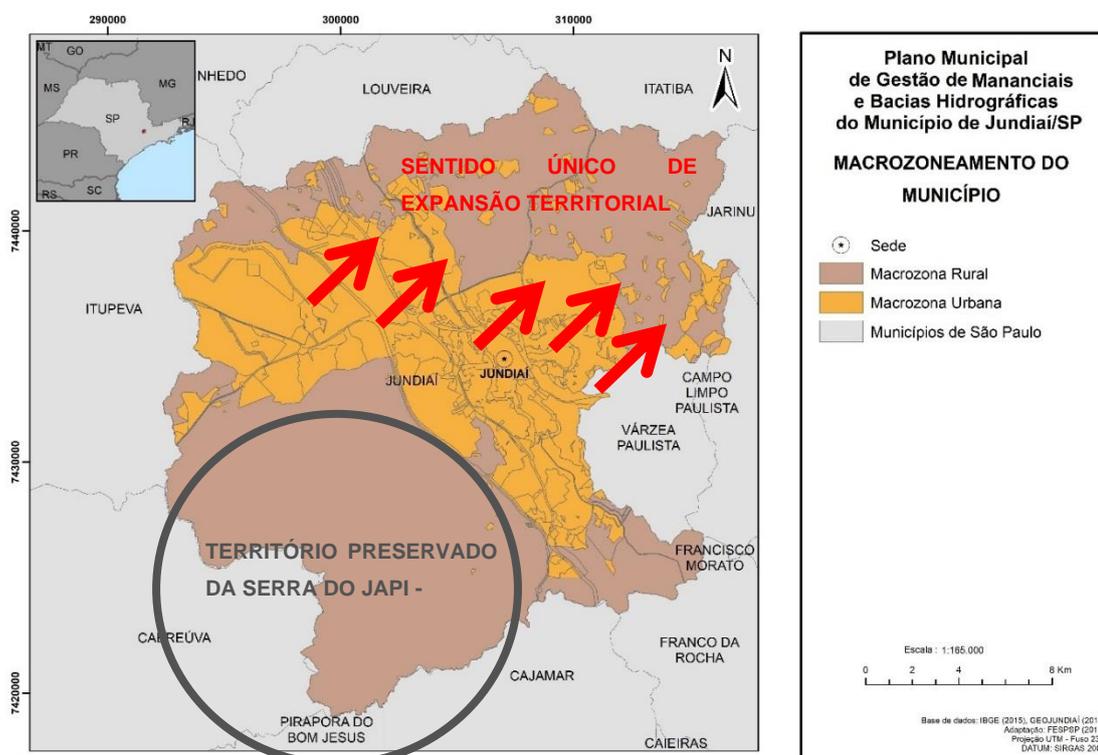
A macrozona de proteção ambiental e desenvolvimento rural está dividida por outras 2 subzonas, conforme segue:

- Zona de Proteção e Recuperação Ambiental das Bacias dos Rios Jundiá-Mirim e Capivari e Ribeirão Cachoeira/Caxambu;
- Zona de Produção Agrícola e Desenvolvimento do Turismo Rural e Cultural.

Os parâmetros de utilização dos terrenos estão condicionados à Zona em que o imóvel se situa e à classificação da via oficial para a qual faz frente.

Essa Macrozona é a mais afetada pelo desenvolvimento expansionista territorial. A forte pressão resultante da configuração física do município faz com que a região sofra influência dos interesses imobiliários conforme mostra a Figura 49.

**Figura 48 – Mapa do Zoneamento do Município**



Fonte: FESPSP, 2020.

A atração que essa macrozona exerce para o interesse imobiliário representa a ultrapassada forma de crescimento territorial onde a urbanização avança contra as zonas rurais, representando uma forma de prosperidade equivocada. Esse crescimento só leva em conta interesses financeiros de curto alcance, uma vez que a médio e longo prazo os prejuízos ambientais são enormes. São necessárias medidas que não somente controlem essa expansão urbana, mas que tenha atributos de ocupação compatíveis com as condições ambientais conforme o que é proposto adiante.

Nessa região, especificamente, mesmo em curto prazo, os efeitos provocados pela ocupação ao longo do Rio Jundiaí- Mirim são perigosos, uma vez que os recursos hídricos do município dependem fortemente dessa fonte de abastecimento. A ocupação de forma tradicional dessa bacia, aumentando a impermeabilização e os escoamentos superficiais das águas, dificultando as formas naturais de acúmulo da água, traria prejuízos ao município como um todo. Os mecanismos de coibir essas ocupações, já presentes no Plano Diretor, devem ser rigorosamente respeitados por meio de ações estruturadas.

### 2.5.3. Áreas De Ocupações Irregulares

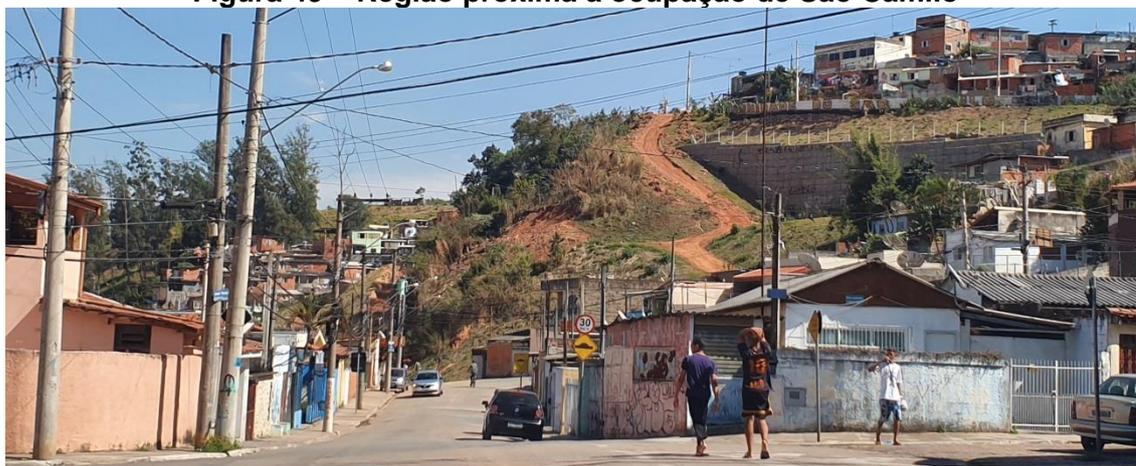
As ocupações irregulares também são responsáveis pela descaracterização da paisagem. A população com menor poder aquisitivo acaba se estabelecendo em áreas de

menor valorização econômica. Também é certo que referidos terrenos costumam estar localizados em áreas relevantes do ponto de vista ambiental ou, até mesmo, em espaços caracterizados pela presença de risco geológico, são as áreas frágeis que apresentam vulnerabilidade perante os deslizamentos e inundações.

Na medida em que as pessoas mais desprovidas financeiramente se estabelecem em locais cada vez mais distantes do centro de Jundiaí, as obras de infraestrutura passam a ter um valor muito mais expressivo. A ausência de infraestrutura urbana acaba por contribuir para a manutenção da situação de precariedade nas comunidades originadas de ocupações irregulares, acentuando a vulnerabilidade natural dos terrenos (está entre os critérios que classificam a criticidade das bacias hidrográficas de interesse em Jundiaí). A ocupação irregular segue a lógica do desordenamento, sendo comumente localizada em Áreas de Preservação Permanente, logo, também, geradora de impactos ambientais.

Por sua vez o poder público para mitigar os problemas causados por essas ocupações patrocina a construção de conjuntos habitacionais desarticulados da malha urbana ou em territórios de melhor condição aquisitiva. O resultado disso é mais fragmentação da malha urbana e a geração de uma paisagem múltipla desassociada das características de Jundiaí. A política habitacional de interesse social deve estar à frente dos problemas antecipando as carências e necessidades. Também deve exercer um controle rígido impedindo novas ocupações com fiscalização e dando condições de moradias com inserção social.

**Figura 49 – Região próxima à ocupação de São Camilo**



**Fonte: FESPSP, 2020.**

Observa-se uma rua praticamente perpendicular às curvas de nível, favorecendo a erosão do solo quando exposto, o que aumenta a fragilidade dos terrenos.

#### 2.5.4. Análise: Desenvolvimento e Ocupação Urbana

O crescimento urbano do município tem o vetor direcionado no sentido noroeste em direção a Itupeva, onde a conurbação já se faz notar, repetindo o processo observado entre os municípios de Jundiá, Várzea Paulista e Campo Limpo Paulista (a sudeste) que tem, nos últimos anos, apresentado processo acelerado de urbanização. Logo, o eixo sudeste-noroeste é predominante na expansão urbana.

A força expansiva da mancha urbana ultrapassou a barreira urbana das rodovias. Primeiro a Rodovia Anhanguera e agora já apresenta um crescimento mais expressivo a oeste da Rodovia dos Bandeirantes. Essa expansão urbana observada tem acontecido, principalmente, no formato de condomínios, o que pode ser um elemento que em alguma medida ordena a ocupação, mas que mantém uma densidade baixa (o que significa mais solo para abrigar a população e maior extensão da infraestrutura) e sem as características que possam conferir a urbanidade tão na mira das cidades contemporâneas.

Os estudos sobre crescimento urbano sustentável mostram que o adensamento das cidades e a definição de limites claros entre as zonas urbanas e rurais reduzem consideravelmente os gastos do poder público com infraestrutura urbana de saneamento, energia, sistema viário, logística administrativa e mobilidade. A concentração reduz o tempo de deslocamento e, quando associado ao uso misto, pode diminuir drasticamente o movimento pendular casa-trabalho-casa. As cidades mais empenhadas em diminuir seus impactos sobre o meio ambiente promovem o adensamento e as sociedades, cada vez mais urbanas, desenvolvem programas de compartilhamento e convívio social coletivo. A descontinuidade da malha urbana é prejudicial para implantação de infraestrutura, além de deixar abertas possibilidades de ocupações irregulares nos vazios urbanos (Figura 50).

No entanto, esses vazios possibilitam um desenho integrador de unificação da malha urbana com possibilidades de gerar novas formas de urbanidade valorizando não só a paisagem, mas também criando polos de desenvolvimento direcionados sem deixar muita margem ao espontâneo e desordenado.

**Figura 50 – Ocupação do território por conjuntos habitacionais e condomínios.**



**Fonte: Google Maps: Acesso 08/08/2019.**

Foi identificado em levantamento realizado que a ocupação do solo na macrozona de estruturação e qualificação urbana do município apresenta um tecido esgarçado, misturando núcleos de ocupação consolidado e desenho característico de lotes urbanos, com espaços vazios e esquecidos que criam desconexões e descontinuidade urbana, resultado de um crescimento não ordenado e que tem algumas causas possíveis:

- A falta de planejamento urbano de médio prazo com soluções de crescimento através de instrumentos urbanísticos que resultem no desenho urbano que qualifique a paisagem e resolva problemas de infraestrutura;
- A ânsia de solucionar os problemas das ocupações irregulares e dos núcleos carentes fazendo com que o poder público encontre áreas afastadas para a implantação de Conjuntos Habitacionais de Interesse Social;
- O uso indevido dos instrumentos de gestão urbana para atender os interesses da especulação imobiliária, causando uma verticalização descompromissada com o interesse comum na paisagem da cidade;
- O atrativo que a cidade de Jundiaí representa, para a população de São Paulo e Campinas, que busca maior qualidade de vida na forma de morar;
- O fácil acesso aos núcleos urbanos, as rodovias e a ferrovia que promove a dispersão e a fragmentação da urbanização, reforçada pela proximidade dos aeroportos internacionais, do fortalecimento da infraestrutura e comunicação, do aumento do desenvolvimento econômico no conjunto da região;
- O desenvolvimento do Distrito Industrial como polo gerador de empregos e serviços, atraindo a população e estimulando a ocupação do território a oeste, no seu entorno;
- O esvaziamento de centros urbanos tradicionais, seja pelo fortalecimento e surgimento de novas centralidades que tenham acessibilidade mais eficiente para

atender à demanda das grandes metrópoles, seja pelas transformações econômicas, sociais e espaciais do território.

A ocupação considerando apenas índices urbanísticos de Coeficiente de Aproveitamento, Taxas de Ocupação e Gabaritos, entre outros, conforme costuma estar caracterizado nos Planos Diretores, sem um projeto integrado de resulte em um desenho urbano que oriente essa ocupação e utilize instrumentos de gestão como concessão urbanística, desapropriações, parcerias público/privado para promover uma ordenação do crescimento, cooperam para uma paisagem desinteressante e desarticulada sem qualidade de lugar ou identificação com a cidade (Figura 51).

**Figura 51 – Desarticulação da Paisagem.**

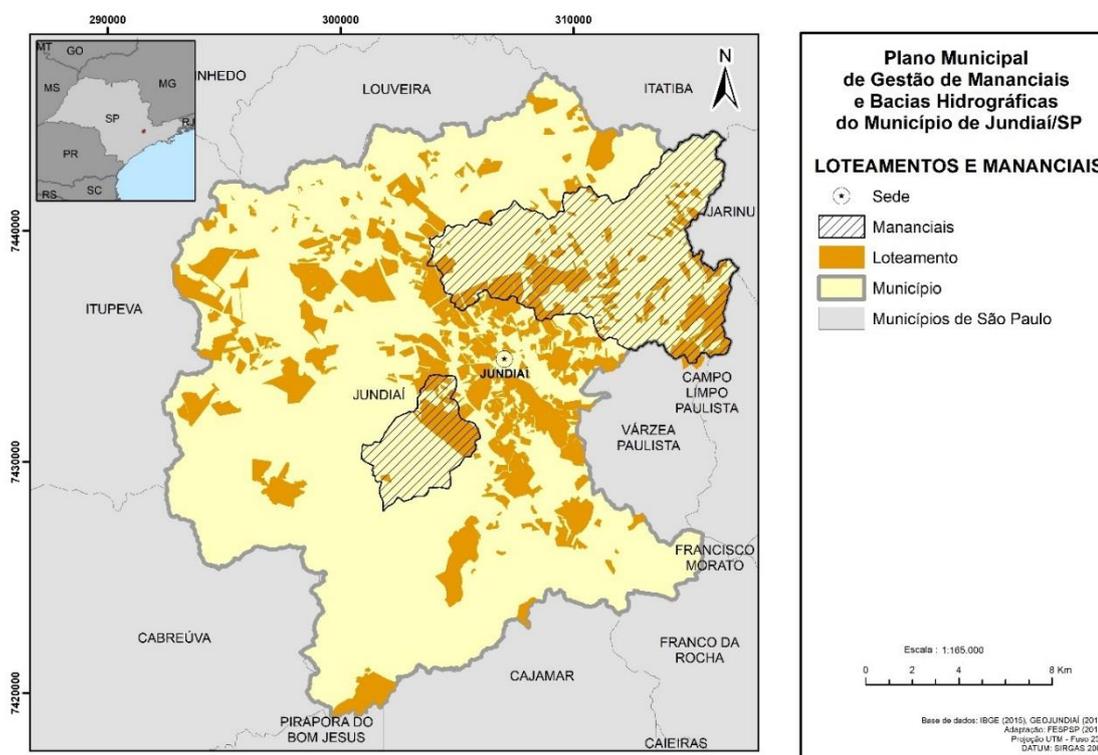


**Fonte: FESPSP, 2020.**

A geração de núcleos urbanos dispersos cresce em direção às áreas rurais e naturais com impactos ao meio ambiente e com riscos potenciais aos recursos hídricos das Bacias do Jundiaí-Mirim, Capivari e Caxambu. Pode-se identificar mais fortemente essa ocupação no mapa de parcelamento e de loteamentos do município sobreposto nas principais bacias hidrográficas do município (Figura 52).

É possível perceber o eixo mencionado, sudeste-noroeste, sendo que alguns se situam periféricos ao manancial Bacia do Rio Jundiaí-Mirim, aumentando a pressão para a ocupação do seu território.

**Figura 52 – Mapa de Loteamentos e Mananciais**



Fonte: FESPSP, 2020.

### 2.5.5. Análise: Desenvolvimento e Ocupação Rural

A cidade polo do Aglomerado Urbano de Jundiaí se caracteriza pela existência de grandes áreas de preservação e proteção ambiental como a Serra do Japi e a Serra dos Cristais ao Sul e as áreas de conservação de mananciais mais a Norte/Leste do município. Essas presenças físicas no território são primordiais para que a expansão urbana aconteça no sentido Noroeste principalmente ao longo da Rodovia intermunicipal Dom Gabriel P. B. Couto, sentido de Itupeva.

Em Jundiaí, o surgimento de novas ocupações criou o esgarçamento da malha urbana, a espalhando para áreas que deveriam permanecer preservadas e conservadas. As áreas próximas às rodovias, por conta da facilidade oferecida de conexões, de acessibilidade e de mobilidade, tornaram-se foco de interesse e atrativo para os condomínios das classes sociais de alto poder aquisitivo, assim como para a instalação de empresas preocupadas com o rápido escoamento dos seus produtos (Figura 53, Figura 54 e Figura 55).

**Figura 53 – Condomínio Residencial de alto padrão**



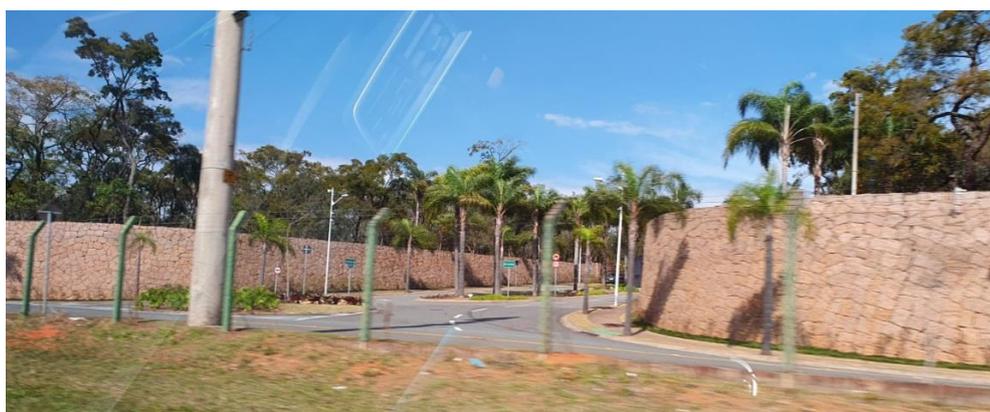
Fonte: FESPSP, 2020.

**Figura 54 – Ocupação ao Longo da Rodovia João Cereser.**



Fonte: FESPSP, 2020.

**Figura 55 – Presença dos muros cria o isolamento entre os condomínios e a cidade.**



Fonte: FESPSP, 2020.

O resultado desse tipo de ocupação é uma reestruturação espacial onde se manifesta o caráter perverso de segregação social, tornando as áreas com boas acessibilidades e novas infraestruturas urbanas mais caras, portanto acessíveis apenas às camadas sociais de renda alta. Essa reestruturação resulta num processo em que coexistem a fragmentação espacial das cidades e a integração ou interdependência entre os seus fragmentos. Parte desses



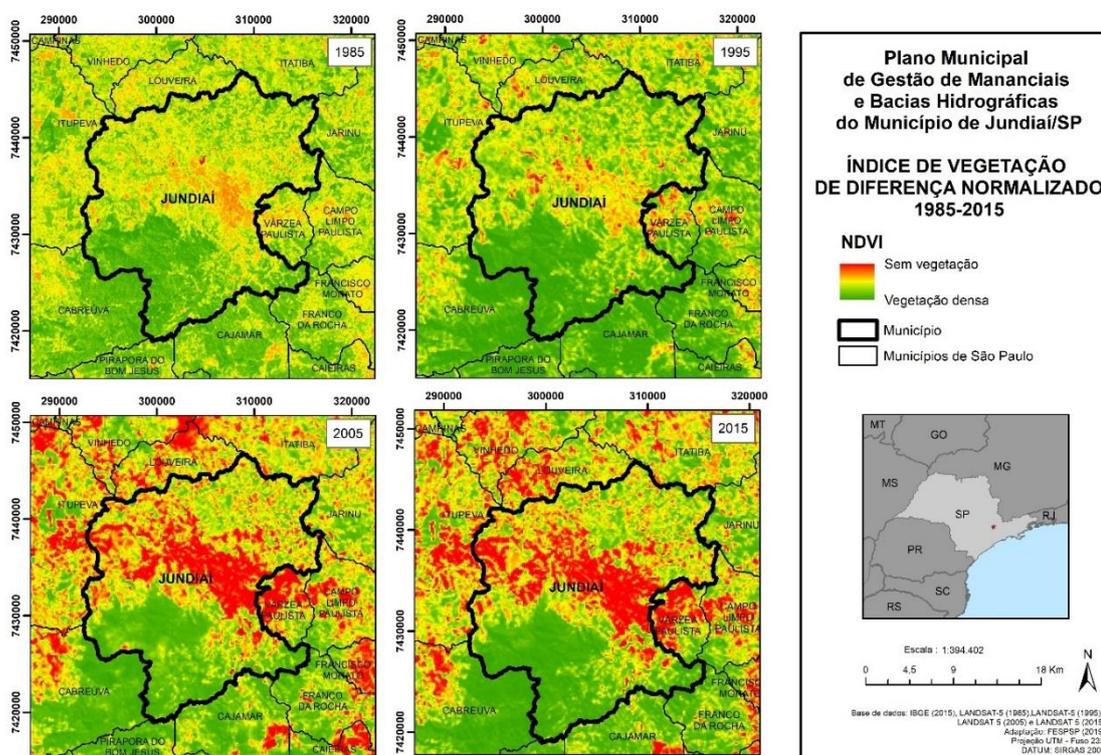
fragmentos eram propriedades rurais que perdem foco e interesse no sistema produtivo agrário pelo envelhecimento de sua população de origem imigrante, pelos baixos recursos tecnológicos para competir, pela falta de programas de incentivo, pela valorização da terra e pela força do poder econômico que tem interesse especulativo no desenvolvimento de novas propostas de ocupação do território, favorecendo a ocupação por condomínios e loteamentos fechados que se privilegiam da proximidade da Serra do Japi e das áreas de mananciais. A ação do poder público também transforma a paisagem dessas regiões, com implantação dos conjuntos habitacionais destinados à população de baixa renda.

Entretanto, a forma de ocupação desses territórios tem papel fundamental para a conservação dos recursos hídricos de Jundiaí. A permanência da permeabilidade do solo, o respeito pelos córregos e nascentes, a preservação da flora em estágio de regeneração, o equilíbrio do meio biótico e a manutenção dos sistemas climáticos, entre outros, são fundamentais para a preservação dos recursos hídricos que formam as Bacias do Jundiaí-Mirim, Capivari e Caxambu. O mapa do Índice de Vegetação mostra a redução da vegetação nos últimos 30 anos.

Para a conservação de nascentes e mananciais em propriedades rurais, devem ser adotadas algumas medidas de proteção do solo e da vegetação que vão desde a eliminação das práticas de queimadas até o enriquecimento das matas nativas.

O desmatamento da superfície do solo devasta as áreas de cabeceira ou de recarga, responsáveis pelo reabastecimento dos lençóis freáticos, aquíferos e nascentes, o que contribui em grande parte com a redução da quantidade e da qualidade de água disponível para a cidade. Essas localidades são cruciais para o reabastecimento dos lençóis freáticos, aquíferos, das nascentes e, conseqüentemente, dos rios.

**Figura 56 – Mapa de Índice de redução de Vegetação no território.**



Fonte: FESPSP, 2020.

O que se observa é que a Lei de Proteção dos Mananciais – lei municipal nº. 2.405/80 que disciplina o uso do solo para proteção dos recursos hídricos de interesse municipal, território predominantemente rural onde se encontram duas importantes bacias hidrográficas de Jundiaí – Bacia do Jundiaí-Mirim e a Bacia do Córrego da Estiva ou Japi –, atribui à DAE a corresponsabilidade pela gestão da ocupação do solo nessas áreas. Isso permite ao órgão executar ações de monitoramento da ocupação do solo, com vistas à preservação da qualidade do manancial propriamente dito. As atribuições tanto da DAE Jundiaí quanto da Prefeitura já foram mencionadas anteriormente.

Entende-se que uma legislação muito proibitiva pode ter o efeito de desestimular o interesse pelas propriedades nas áreas do entorno dos mananciais, inclusive dos seus proprietários. Esses terrenos ficam, assim, à mercê de ocupações irregulares e espontâneas, às vezes incentivadas pelo proprietário, resultando em loteamentos precários sem a infraestrutura exigida por lei. A restrição excessiva causaria efeito contrário ao desejado, o que aconteceu, por exemplo, nas áreas vizinhas às represas de São Paulo (Billings e Guarapiranga).

Cabe à Prefeitura do Município de Jundiaí e à DAE ponderar, o que já é observado na lei municipal citada, quais as formas de ocupação que podem coexistir com um manancial de qualidade, monitorando a ocupação para que os lotes permaneçam dentro dos parâmetros

definidos. Isso deve ser feito através de uma proposta de ocupação coerente com as necessidades e reproduzindo um desenho desejado de ocupação dessas áreas. Vale destacar que, por vezes, a única ação possível do poder público é negar a forma de ocupação sem apresentar alternativas compatíveis com a vocação de manancial.

A paisagem ainda bucólica da ocupação rural que predomina na porção nordeste do município, principalmente na bacia Hidrográfica do rio Jundiá-Mirim, deve ser mantida e o crescimento urbano focar na articulação urbana através da ocupação dirigida dos vazios decorrentes das formas de ocupação desordenadas. O território rural da cidade de Jundiá tem papel estrutural no equilíbrio climático do município e no sistema de abastecimento de água que tem sido citado como referência para municípios semelhantes e que não pode ser entendido como infinito. O território rural deve ser entendido como fonte de equilíbrio atuando como um cinturão verde para a área urbanizada, logo indo além da sua vocação de manancial. A ocupação de chácaras produtivas deve ser incentivada e o processo de urbanização dessas regiões desestimulado. Programas de valorização do ambiente rural fariam parte dos programas turísticos da cidade, aproximando o produtor rural do convívio com a população. O pagamento pela prestação de serviços ambientais também é possível.

Por fim, deve ser reforçado que a reversão das águas do rio Atibaia, formador do rio Piracicaba junto com o Jaguari, passa pelo leito do rio Jundiá-Mirim de forma que uso e ocupação do solo na sua bacia contribuinte, potencialmente altera tanto a qualidade quanto a quantidade dos seus recursos hídricos.

#### **2.5.6. Análise Urbanística**

Trata-se de um jogo complexo entre expansão urbana, desenvolvimento econômico e preservação ambiental, principalmente se as áreas focos são mananciais, casos das bacias hidrográficas do Jundiá-Mirim, do córrego da Estiva e bacias que vêm da Serra do Japi, além de um potencial aproveitamento do córrego Jundiuvira de interesse regional, assim como o rio Capivari. O desafio está em buscar o equilíbrio entre todos esses fatores intervenientes, condição necessária para que Jundiá tenha seu futuro perene, por meio de um desenvolvimento sustentável perante suas águas e clima, além de sua responsabilidade como local de origem de mananciais importantes como o rio Capivari e o córrego Jundiuvira.

O objetivo deste trabalho é propor programas, projetos e ações que orientem políticas públicas tanto para a DAE Jundiá como para o município para que o intento seja alcançado. Caberá à sociedade civil a importante decisão do futuro da cidade. Os valores ambientais são cada vez mais importantes para um desenvolvimento equilibrado. A forma de crescimento de importantes cidades da Europa que conseguiram preservar suas características espaciais conservando suas memórias foi através da geração de novas centralidades interessantes à

iniciativa privada, mas protagonizada pelo poder público. A valorização e recuperação das áreas centrais estão previstas no atual projeto de revisão do Plano Diretor e são ações de fundamental importância. Programas de educação e conscientização que valorizem os bens naturais comuns a todos também devem ser desenvolvidos. A valorização da água como um patrimônio ambiental começa com a preservação dos rios como registro da história do local e a criação de espaços públicos que permitam a convivência com esse bem natural. Com isso a população de Jundiaí não estará somente engrandecendo seu município, mas também contribuindo para a regularização climática do planeta. Pensar global e agir local.

Esse plano necessariamente precisa conter diretrizes de conservação da água no território municipal, de forma que depende das análises elaboradas, principalmente quanto aos efeitos da crescente urbanização em áreas de mananciais atuais e futuros. Logo, as proposições quanto aos mananciais serão embasadas no que mais atual existir tecnicamente para a relação água, vegetação e solo. Trata-se, enfim, de uma atribuição de domínio municipal, logo a partir das diretrizes aqui estabelecidas o poder público agirá.

### 2.5.7 Mapas Cenário de Referência

Para este estudo foi adotado o Mapa de Uso e Cobertura da Terra da UGRHI 5 (PCJ) na Escala de 1:25.000, elaborado pela TECNOGEO INFORMÁTICA para a Coordenadoria de Planejamento Ambiental (CPLA) em 2013. As Figuras 57 a 60 trazem esse mapeamento.

**Figura 57 – Cenário de Referência – Bacia do Rio Capivari**

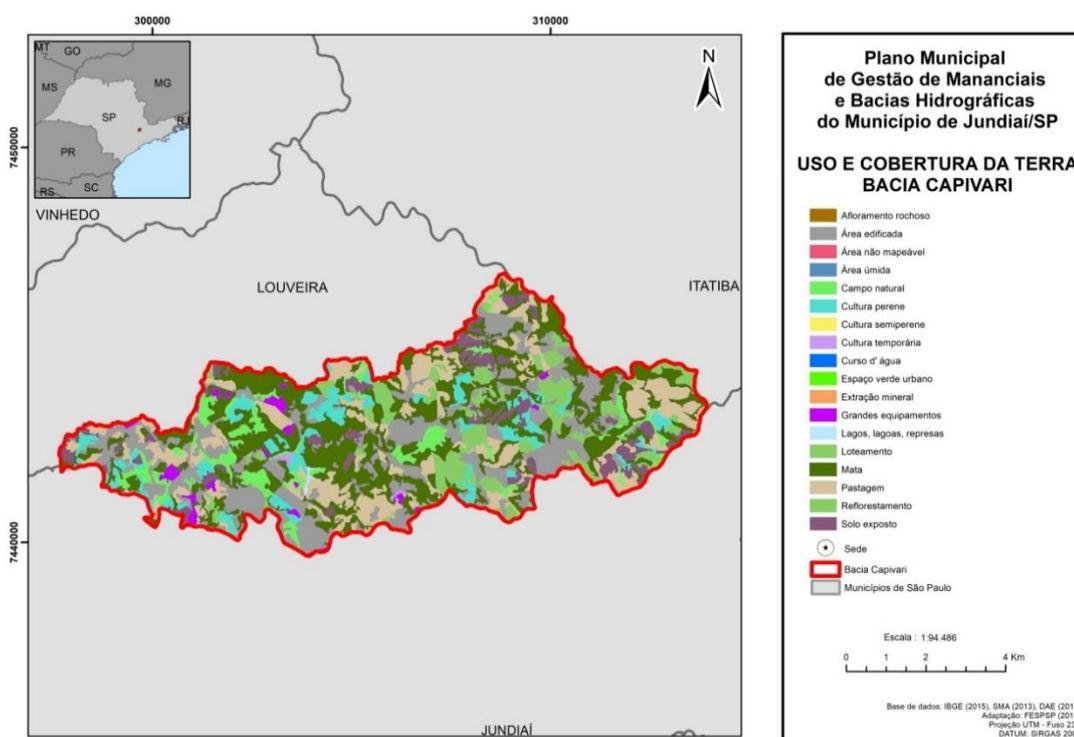
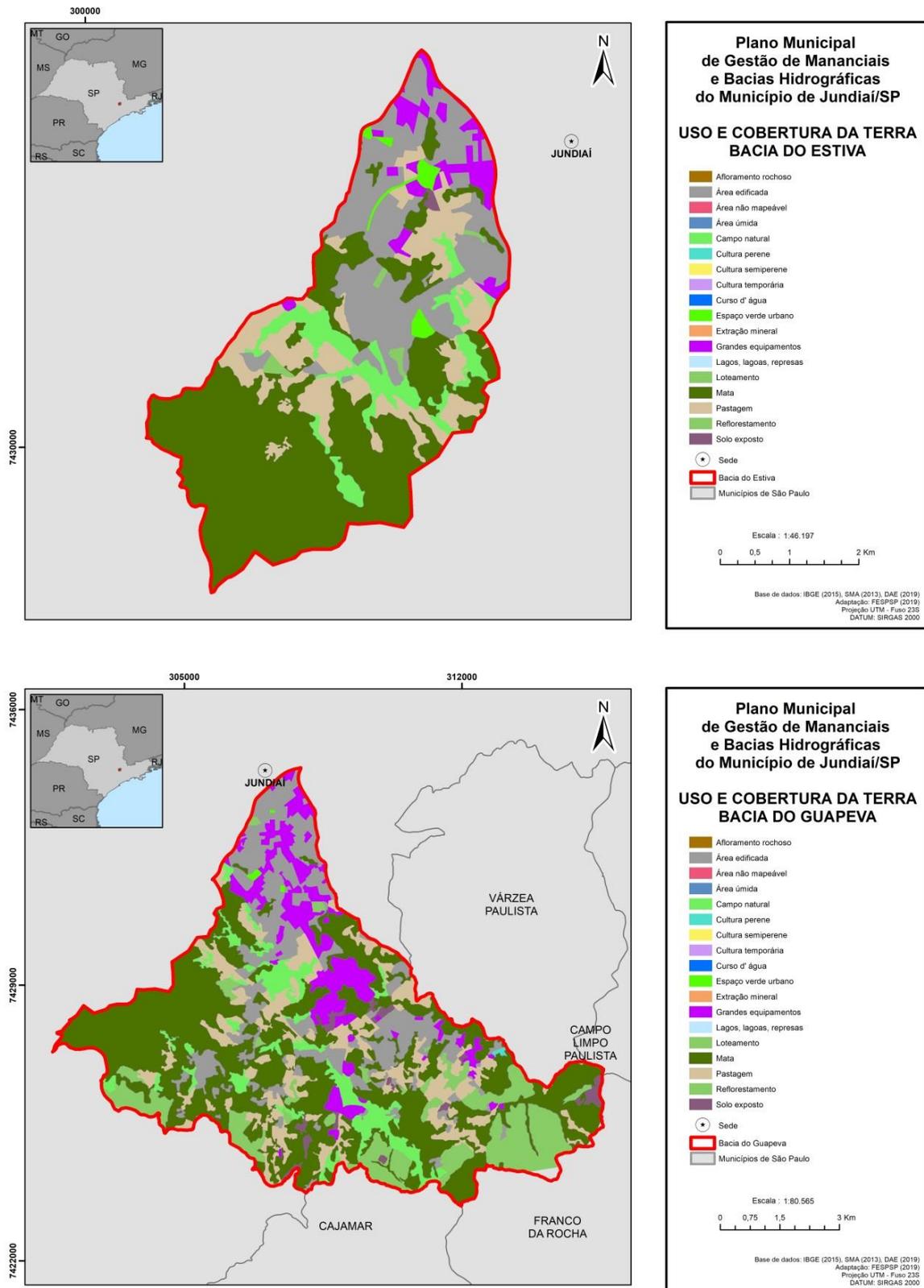
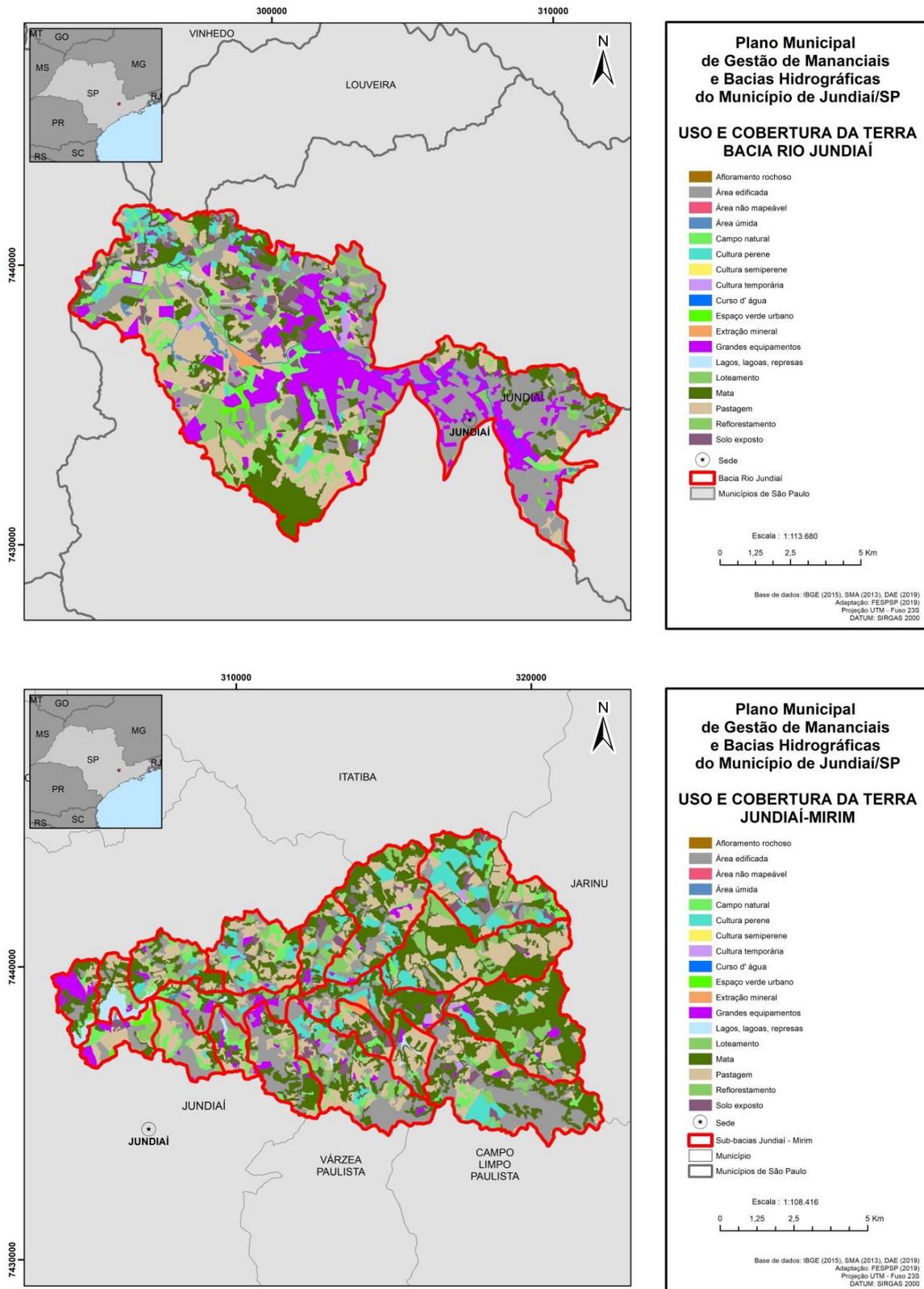


Figura 58 – Cenário de Referência – Bacias do Estiva e Guapeva



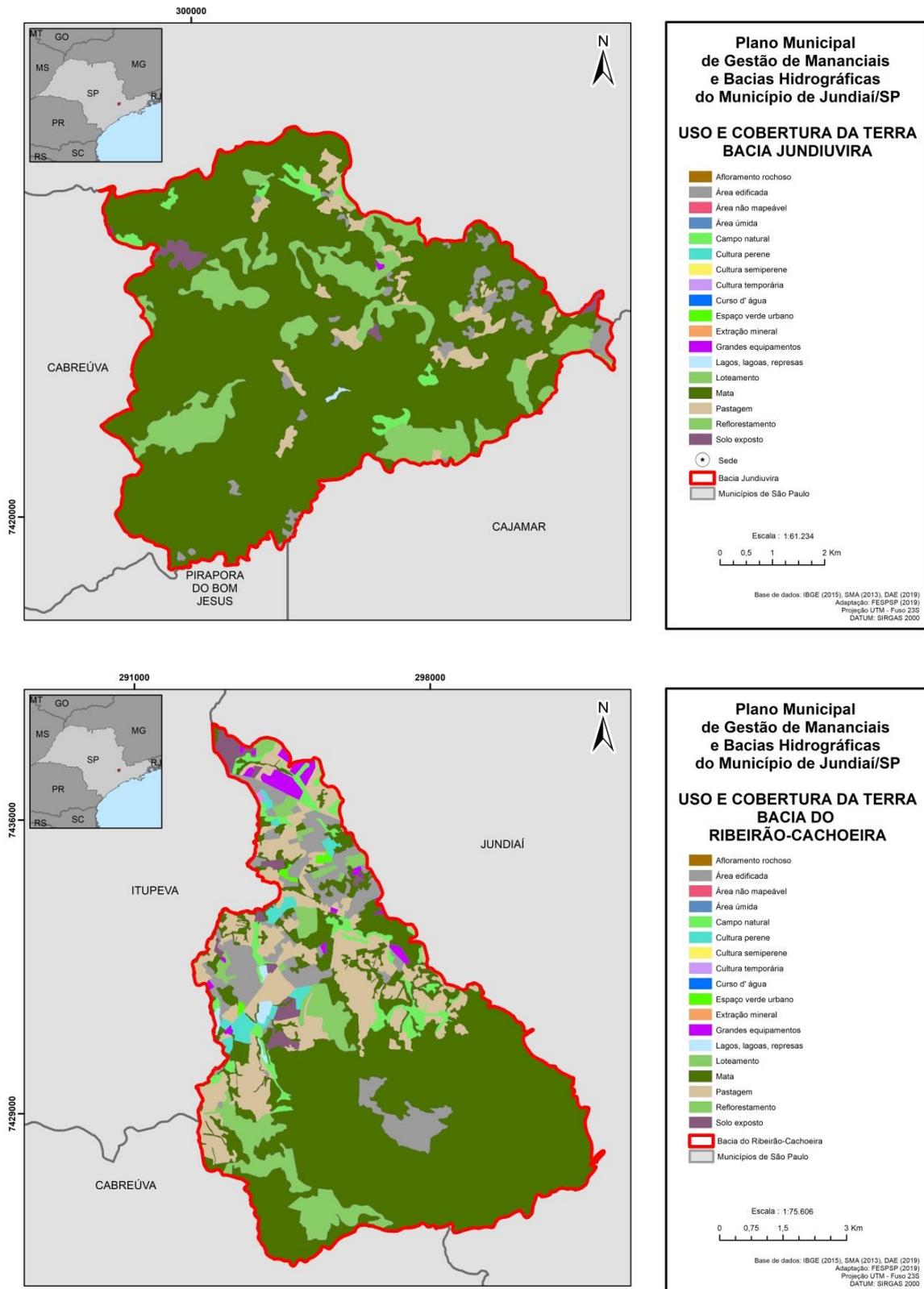
Fonte: FESPSP, 2020.

Figura 59 – Cenário de Referência – Bacias do Jundiá e Jundiá-Mirim



Fonte: FESPSP, 2020.

Figura 60 – Cenário de Referência – Bacias do Jundiuvira e Ribeirão-Cachoeira



Fonte: FESPSP, 2020.

## 2.6. DEFINIÇÃO DAS BACIAS CRÍTICAS - DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL (CENÁRIO DE REFERÊNCIA)

A dinâmica de uso e ocupação do solo influencia diretamente nos recursos hídricos, seja na quantidade de água disponível, na recarga de aquíferos, na poluição de mananciais, entre outros processos. Essa dinâmica de evolução do urbano e do rural exige que o poder público tome ações para se resguardar perante os recursos hídricos, ainda mais em um contexto de planejamento em longo prazo. Apesar de a necessidade de se atuar em toda a extensão municipal, através da fiscalização e estipulação de normas, os recursos escassos fazem necessária uma priorização das áreas de atuação.

Para tanto, se buscou desenvolver uma ferramenta que permitisse a análise e a quantificação da influência dos processos antrópicos sobre o uso e a ocupação do solo e, conseqüentemente, sobre os recursos hídricos. Com essa ferramenta indicando as áreas mais críticas, se terá um indicativo para a priorização da implantação de ações de proteção aos recursos hídricos, nos locais mais frágeis.

Este capítulo apresenta os resultados, após ser aplicada simulação às 7 bacias que compõem o município de Jundiaí (Capivari, Estiva, Guapeva, Jundiaí, Jundiaí-Mirim, Jundiuvira e Ribeirão-Cachoeira), chegando-se a uma bacia de maior criticidade que será analisada em maior detalhe adiante<sup>4</sup>. Essa primeira simulação refere-se ao diagnóstico, sendo denominada de situação atual (SA), ou seja, o cenário de referência base para as demais simulações.

### 2.6.1. Metodologia

A seguir são explicados os detalhes do método desenvolvido, de modo que seja possível melhor compreender os pormenores que permitiram a definição das bacias hidrográficas críticas.

Em face da complexidade da análise – diversas maneiras de avaliar a criticidade de uma bacia hidrográfica -, a equipe entendeu que a adoção de apenas um critério restringiria por demasiado a capacidade analítica do método, portanto se adotou a estruturação de uma análise multicritério, ou seja, a verificação em conjunto da influência de mais de um critério em um dado contexto, tirando uma eventual subjetividade das decisões e possibilitando atuar de forma mais focada nas bacias críticas e em particular a do rio Jundiaí-Mirim, dada a sua importância para o abastecimento de água municipal.

---

<sup>4</sup> Para saber mais sobre a metodologia aplicada para atingir os referidos resultados, consultar o Produto V do PMGRH.

Os critérios nos quais a análise foi baseada são três: cargas poluidoras difusas, fragilidade ambiental (terrenos) e recarga de aquíferos. O quadro a seguir aponta de que modo cada um deles se relaciona com a análise das criticidades das sub-bacias.

**Quadro 18 – Diretrizes das criticidades de cada critério**

Cargas Difusas	Quanto maior a geração de cargas poluidoras difusas, maior a criticidade da bacia hidrográfica
Fragilidade Ambiental	Quanto mais alta a classificação de fragilidade ambiental a escorregamentos e inundações, maior a criticidade da bacia hidrográfica
Recarga de Aquíferos	Quanto maior o Curve Number e menor a infiltração de água, maior a criticidade da bacia hidrográfica

Fonte: FESPSP, 2020.

As cargas poluidoras difusas têm constituído um problema cada vez mais preocupante nas bacias hidrográficas ocupadas por atividades agrícolas ou, ainda, por áreas urbanas. Essas cargas são cerca de duas ou até três vezes maiores que as pontuais, dependendo da atividade econômica na bacia e do destino dos despejos (cargas concentradas) provenientes da rede pública de esgotos, tratados ou “*in natura*”. O mesmo vale para as cargas de efluentes industriais.

As cargas difusas têm as seguintes origens:

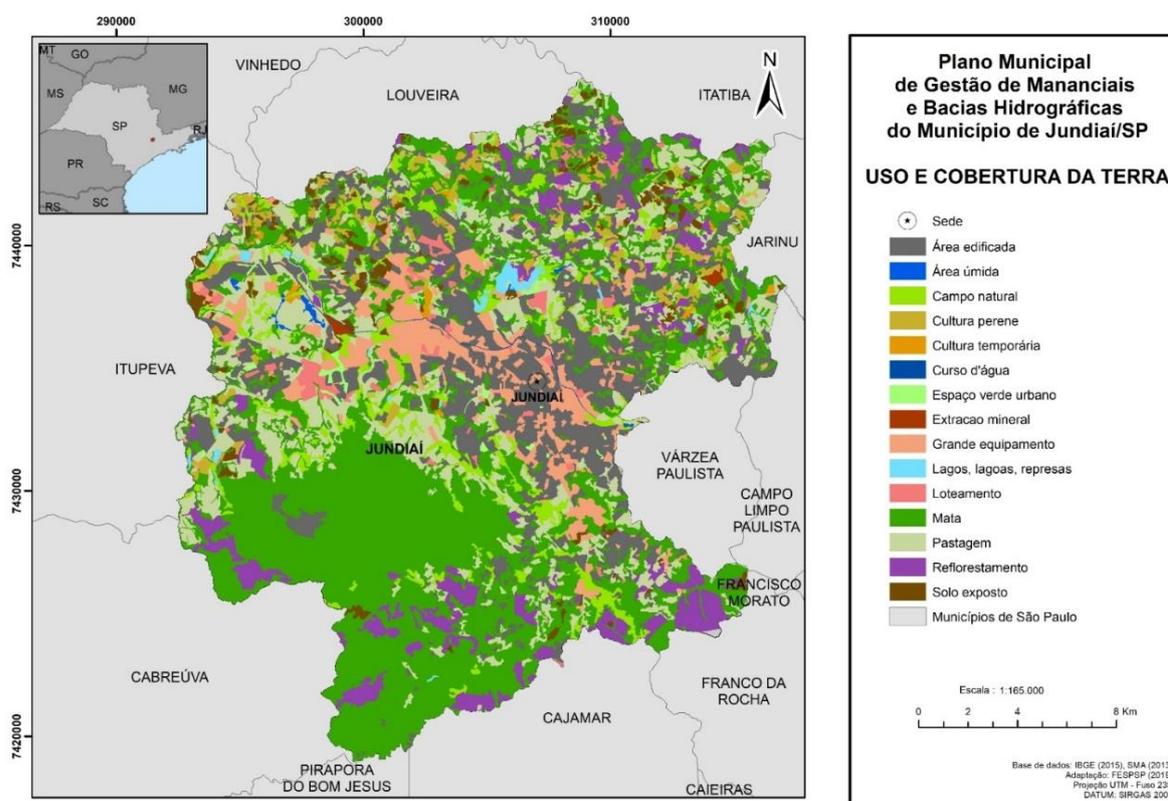
- efluentes de áreas irrigadas;
- efluentes de outras culturas agrícolas ou de silvicultura;
- pastos;
- escoamento superficial de áreas urbanas não servidas por redes de esgotos sanitários;
- escoamento superficial de áreas urbanas com população inferior a 100.000 habitantes;
- escoamento superficial de áreas urbanas inferiores a 2 ha;
- desmatamentos; e
- deposição atmosférica seca ou úmida.

As cargas difusas são caracterizadas pelas seguintes propriedades:

- entram nos corpos receptores de forma difusa e intermitente;
- aumentam com a extensão das áreas de origem;
- podem ser provenientes do aquífero freático ou do escoamento subsuperficial;
- difícil ou impossível monitorar nas fontes de origem;
- o controle se faz sobre a gestão do uso e ocupação do solo ou do seu escoamento superficial;
- a emissão está relacionada com as condições geográficas (geologia, clima etc.) daí a necessidade de uma análise integrada, baseada em SIG;
- os componentes mais importantes sujeitos ao controle e monitoramento são os sólidos suspensos, nutrientes e substâncias sólidas.

Avaliar essas cargas difusas sempre foi muito difícil, pois depende do mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia, dada a relação intrínseca entre solo drenado e qualidade da água, porque principalmente é necessário conhecer a área de cada tipo de uso, bem como sua distância aos corpos d'água drenantes. Para este estudo foi adotado o Mapa de Uso e Cobertura da Terra da UGRHI 5 (PCJ) na Escala de 1:25.000, elaborado pela TECNOGEO INFORMÁTICA para a Coordenadoria de Planejamento Ambiental (CPLA) em 2013. A figura a seguir traz esse mapeamento, o cenário de referência, assim adotado por causa da legenda em que foi elaborado o mapa.

**Figura 61 – Mapa de Uso e Cobertura da Terra da UGRHI 5 (PCJ)**



Fonte: CPLA, 2013.

Dentro desses critérios foram definidos dez subcritérios conforme o quadro 19.

Foram desenvolvidas métricas para quantificar e comparar os critérios e subcritérios. Denominou-se como hierarquização o processo de classificar em uma hierarquia as bacias, da mais crítica para a menos crítica, ou seja, das que merecem mais atenção às menos ainda impactadas.

Foram escolhidos três métodos diferentes de avaliar e comparar os resultados dos subcritérios para a classificar as bacias: posição média, pontos por faixa e pontos proporcionais. A aplicação conjunta dessas hierarquias permite a comparação dos resultados individuais e a validação em conjunto. Procura-se, portanto, diminuir as incertezas embutidas

em cada um dos métodos e avaliar se existe uma tendência mais geral, o que comprovaria a hierarquização obtida.

**Quadro 19 – Critérios e subcritérios adotados para a análise multicritério**

CRITÉRIO	SUB-CRITÉRIO	DESCRIÇÃO
CARGAS DIFUSAS	Sólidos suspensos (kg/ano)	Quantidade total de sólidos suspensos gerados no ano, obtido a partir da associação das classes de solo com a geração de cargas difusas específicas.
	Fósforo Total (kg/ano)	Quantidade total de fósforo gerado no ano, obtido a partir da associação das classes de solo com a geração de cargas difusas específicas.
	Nitrogênio Total (kg/ano)	Quantidade total de nitrogênio gerado no ano, obtido a partir da associação das classes de solo com a geração de cargas difusas específicas.
FRAGILIDADE AMBIENTAL	Fragilidade Emergente – Alta (ha)	Extensão da área classificada como Alta para Fragilidade Emergente
	Fragilidade Emergente – Alta + Média (ha)	Somatória da Extensão das áreas classificadas como Alta e Média para Fragilidade Emergente
	Fragilidade Potencial – Muito Alta (ha)	Extensão da área classificada como Muito Alta para Fragilidade Potencial
	Fragilidade Potencial – Muito Alta + Alta (ha)	Somatória da Extensão das áreas classificadas como Muito Alta e Alta para Fragilidade Potencial
RECARGA DE AQUÍFEROS	Área CN 87-100 (ha)	Extensão da área associada ao intervalo de Curve Number de 87 a 100.
	Área CN 79-87 (ha)	Extensão da área associada ao intervalo de Curve Number de 79 a 87.
	Área CN 71-100 (ha)	Extensão da área associada ao intervalo de Curve Number de 71 a 100.

Fonte: FESPSP, 2020.

### 2.6.2. Resultados por Bacias

A seguir são apresentados os resultados obtidos da aplicação do método exposto. Cabe mencionar que a simulação por bacias considerou toda a extensão da bacia do Jundiá-Mirim, visto a importância das áreas a montante do município para a determinação da criticidade das bacias hidrográficas.

Na simulação, os pesos atribuídos estão indicados no Quadro 20. Foram assim definidos, haja vista que a fragilidade apresenta menor impacto sobre a criticidade dos recursos hídricos que os outros dois critérios. A fragilidade ambiental teve adotado um menor peso, porque exceto as encostas da serra do Japi, o território não apresenta potencialmente graves problemas de deslizamentos.

**Quadro 20 – Pesos atribuídos para cada critério para a simulação da criticidade das bacias (situação atual)**

Critério	Carga Difusa	Fragilidade Ambiental	Recarga de Aquíferos
Peso	4	2	4

Fonte: FESPSP, 2020.

### 2.6.2.1. Cargas Difusas

A seguir constam os resultados do critério de cargas difusas por bacia hidrográfica municipal. Serão apresentadas três tabelas com os seguintes intuitos:

- Geração total de cargas difusas por tipo de uso e ocupação do solo – resumo da simulação para a bacia hidrográfica. A distinção por tipo de uso e ocupação do solo permite observar a estimativa da quantidade de cargas difusas por classe, de modo a identificar o comportamento geral da bacia.
- Resultado do critério de cargas difusas para as bacias – resultado da aplicação dos critérios de hierarquização para este critério.

**Tabela 1 – Geração total de cargas difusas para cada bacia hidrográfica municipal por tipo de uso e ocupação do solo**

SUB-BACIA	TIPO DE USO	Área (ha)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
1 - Jundiaí-Mirim	grande equipamento	378,26	10.212.885,03	8.699,87	23.830,07
	loteamento	88,63	221.570,91	226,00	88,63
	área úmida	11,02	33,06	0,33	1,65
	campo natural	610,67	1.832,00	18,32	91,60
	cultura temporária	50,23	125.566,62	1.155,21	3.164,28
	área edificada	2.156,31	5.390.777,73	49.595,16	135.847,60
	lagos, lagoas, represas	178,28	534,85	5,35	26,74
	mata	3.648,29	10.944,87	109,45	547,24
	extração mineral	30,85	832.925,78	709,53	1.943,49
	cultura perene	889,20	2.667,61	20.451,67	56.019,79
	reflorestamento	851,47	2.554,40	2.171,24	851,47
	solo exposto	302,42	8.165.332,52	771,17	302,42
	pastagem	2.519,41	6.298.517,88	6.424,49	2.519,41
	espaço verde urbano	31,30	78.260,35	79,83	31,30
<b>TOTAL</b>	<b>11.746,33</b>	<b>31.344.403,60</b>	<b>90.417,60</b>	<b>225.265,69</b>	
2 - Guapeva	grande equipamento	556,11	15.015.038,77	12.790,59	35.035,09
	loteamento	43,30	108.257,84	110,42	43,30
	área úmida	0,0	0,0	0,0	0,0
	campo natural	444,21	1.332,62	13,33	66,63
	cultura temporária	0,0	0,0	0,0	0,0
	área edificada	1.071,03	2.677.573,79	24.633,68	67.474,86
	lagos, lagoas, represas	0,0	0,0	0,0	0,0



SUB-BACIA	TIPO DE USO	Área (ha)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
	mata	2.714,19	8.142,58	81,43	407,13
	extração mineral	0,0	0,0	0,0	0,0
	cultura perene	5,32	15,96	122,33	335,08
	reflorestamento	772,93	2.318,78	1.970,96	772,93
	solo exposto	89,64	2.420.229,46	228,58	89,64
	pastagem	834,64	2.086.592,37	2.128,32	834,64
	espaço verde urbano	8,77	21.919,99	22,36	8,77
	<b>TOTAL</b>	<b>6.540,13</b>	<b>22.341.422,14</b>	<b>42.102,00</b>	<b>105.068,07</b>
3 - Estiva	grande equipamento	93,69	2.529.635,16	2.154,87	5.902,48
	loteamento	16,58	41.444,69	42,27	16,58
	área úmida	0,0	0,0	0,0	0,0
	campo natural	163,23	489,70	4,90	24,49
	cultura temporária	0,0	0,0	0,0	0,0
	área edificada	457,13	1.142.820,76	10.513,95	28.799,08
	lagos, lagoas, represas	0,0	0,0	0,0	0,0
	mata	951,75	2.855,26	28,55	142,76
	extração mineral	0,0	0,0	0,0	0,0
	cultura perene	0,0	0,0	0,0	0,0
	reflorestamento	0,0	0,0	0,0	0,0
	solo exposto	4,26	115.142,12	10,87	4,26
	pastagem	324,53	811.328,80	827,56	324,53
	espaço verde urbano	27,08	67.693,24	69,05	27,08
<b>TOTAL</b>	<b>2.038,26</b>	<b>4.711.409,72</b>	<b>13.652,03</b>	<b>35.241,26</b>	
4 - Ribeirão Cachoeira	grande equipamento	94,60	2.554.332,35	2.175,91	5.960,11
	loteamento	67,97	169.935,12	173,33	67,97
	área úmida	0,0	0,0	0,0	0,0
	campo natural	248,94	746,81	7,47	37,34
	cultura temporária	3,88	9.706,30	89,30	244,60
	área edificada	597,71	1.494.266,66	13.747,25	37.655,52
	lagos, lagoas, represas	29,52	88,56	0,89	4,43
	mata	3.765,87	11.297,60	112,98	564,88
	extração mineral	0,0	0,0	0,0	0,0
	cultura perene	103,96	311,87	2.390,99	6.549,23
	reflorestamento	446,56	1.339,67	1.138,72	446,56
	solo exposto	116,22	3.137.806,03	296,35	116,22
	pastagem	1.010,41	2.526.029,44	2.576,55	1.010,41
	espaço verde urbano	18,48	46.206,97	47,13	18,48
<b>TOTAL</b>	<b>6.504,11</b>	<b>9.952.067,37</b>	<b>22.756,87</b>	<b>52.675,74</b>	
5 - Capivari	grande equipamento	88,78	2.397.095,48	2.041,97	5.593,22
	loteamento	83,58	208.940,00	213,12	83,58
	área úmida	0,0	0,0	0,0	0,0

SUB-BACIA	TIPO DE USO	Área (ha)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
	campo natural	349,00	1.047,00	10,47	52,35
	cultura temporária	12,08	30.199,59	277,84	761,03
	área edificada	1.217,79	3.044.480,62	28.009,22	76.720,91
	lagos, lagoas, represas	7,23	21,69	0,22	1,08
	mata	1.618,77	4.856,32	48,56	242,82
	extração mineral	0,0	0,0	0,0	0,0
	cultura perene	409,32	1.227,97	9.414,44	25.787,37
	reflorestamento	462,81	1.388,43	1.180,17	462,81
	solo exposto	351,81	9.499.003,14	897,13	351,81
	pastagem	962,54	2.406.350,35	2.454,48	962,54
	espaço verde urbano	0,0	0,0	0,0	0,0
	<b>TOTAL</b>	<b>5.563,72</b>	<b>17.594.610,58</b>	<b>44.547,61</b>	<b>111.019,53</b>
6 - Jundiáí	grande equipamento	1.734,89	46.841.986,75	39.902,43	109.297,97
	loteamento	377,90	944.762,33	963,66	377,90
	área úmida	66,84	200,53	2,01	10,03
	campo natural	780,46	2.341,38	23,41	117,07
	cultura temporária	91,96	229.902,74	2.115,11	5.793,55
	área edificada	2.767,85	6.919.621,25	63.660,52	174.374,46
	lagos, lagoas, represas	43,31	129,94	1,30	6,50
	Curso d água	56,25	0,0	0,0	0,0
	mata	1.696,91	5.090,72	50,91	254,54
	extração mineral	38,61	1.042.443,59	888,01	2.432,37
	cultura perene	259,07	777,21	5.958,58	16.321,32
	reflorestamento	35,91	107,74	91,58	35,91
	solo exposto	348,77	9.416.721,66	889,36	348,77
	pastagem	2.123,20	5.307.997,53	5.414,16	2.123,20
	espaço verde urbano	90,79	226.971,28	231,51	90,79
<b>TOTAL</b>	<b>10.512,72</b>	<b>70.939.054,63</b>	<b>120.192,53</b>	<b>311.584,36</b>	
7 - Jundiuvira	grande equipamento	2,86	77.115,67	65,69	179,94
	loteamento	3,83	9.564,45	9,76	3,83
	área úmida	0,0	0,0	0,0	0,0
	campo natural	70,99	212,96	2,13	10,65
	cultura temporária	0,0	0,0	0,0	0,0
	área edificada	129,12	322.803,29	2.969,79	8.134,64
	lagos, lagoas, represas	3,98	11,95	0,12	0,60
	mata	3.709,09	11.127,26	111,27	556,36
	extração mineral	0,0	0,0	0,0	0,0
	cultura perene	0,0	0,0	0,0	0,0
	reflorestamento	662,66	1.987,99	1.689,79	662,66
	solo exposto	41,78	1.127.939,04	106,53	41,78
	pastagem	177,30	443.250,86	452,12	177,30



SUB-BACIA	TIPO DE USO	Área (ha)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
	espaço verde urbano	0,0	0,0	0,0	0,0
	<b>TOTAL</b>	<b>4.801,60</b>	<b>1.994.013,46</b>	<b>5.407,20</b>	<b>9.767,75</b>

Fonte: FESPSP, 2020.



**Tabela 2 – Resultado do critério de cargas difusas para as bacias hidrográficas municipais**

SUB-BACIA	Geração carga difusa (kg/ano)			Posição				Pontuação por faixa					Pontuação proporcional				
	SS	FT	NT	SS	FT	NT	Ranking	SS	FT	NT	Total	Ranking	SS	FT	NT	Total	Ranking
Jundiaí Mirim	31.344.404	90.418	225.266	2	2	2	2	4	3	3	10	2	4,28	4,97	5,12	14,37	2
Guapeva	22.341.422	42.102	105.068	3	4	4	3	3	2	2	7	3	3,05	2,31	2,39	7,75	3
Estiva	4.711.410	13.652	35.241	6	6	6	6	1	1	1	3	6	0,64	0,75	0,80	2,19	6
Ribeirão-Cachoeira	9.952.067	22.757	52.676	5	5	5	5	1	2	1	4	5	1,36	1,25	1,20	3,81	5
Capivari	17.594.611	44.548	111.020	4	3	3	3	2	2	2	6	4	2,40	2,45	2,53	7,37	4
Jundiaí	70.939.055	120.193	311.584	1	1	1	1	4	4	4	12	1	9,68	6,60	7,09	23,37	1
Jundiuvira	1.994.013	5.407	9.768	7	7	7	7	1	1	1	3	6	0,27	0,30	0,22	0,79	7

Fonte: FESPSP, 2020.

### 2.6.2.2. Fragilidade Ambiental Dos Terrenos

Os resultados do critério de fragilidade ambiental por bacia hidrográfica municipal são apresentados em três tabelas com os seguintes intuitos:

- Extensão de área por classificação de fragilidade emergente e potencial por bacia – resumo da simulação para a bacia hidrográfica permitindo a análise da bacia como um todo.
- Resultado do critério de fragilidade ambiental para as bacias – resultado da aplicação dos critérios de hierarquização para este critério.

**Tabela 3 – Extensão de área por classificação de fragilidade emergente e potencial para as bacias hidrográficas municipais**

SUB-BACIA	Fragilidade Emergente		Fragilidade Potencial	
	faixas	Área (ha)	faixas	Área (ha)
1 - Jundiá Mirim	alta	264,90	Muito baixa	2.968,12
	média	2.596,72	Baixa	3.214,62
	baixa	8.884,71	Média	3.167,10
			Alta	1.446,15
			Muito alta	950,33
	<b>Total</b>	<b>11.746,33</b>	<b>Total</b>	<b>11.746,33</b>
2 - Guapeva	alta	4.861,04	Muito baixa	1.520,02
	média	1.635,91	Baixa	1.829,89
	baixa	43,30	Média	1.210,75
			Alta	1.002,63
			Muito alta	976,97
	<b>Total</b>	<b>6.540,25</b>	<b>Total</b>	<b>6.540,25</b>
3 – Estiva	alta	16,58	Muito baixa	823,90
	média	577,90	Baixa	566,78
	baixa	1.443,79	Média	417,76
			Alta	132,93
			Muito alta	96,89
	<b>Total</b>	<b>2.038,26</b>	<b>Total</b>	<b>2.038,26</b>
4 - Ribeirão-Cachoeira	alta	67,97	Muito baixa	1.814,84
	média	710,79	Baixa	2.208,89
	baixa	5.725,35	Média	898,82
			Alta	778,42
			Muito alta	803,15
	<b>Total</b>	<b>6.504,11</b>	<b>Total</b>	<b>6.504,11</b>
5 – Capivari	alta	83,58	Muito baixa	342,36
	média	1.306,57	Baixa	4.320,27
	baixa	4.173,57	Média	763,37
			Alta	100,50



SUB-BACIA	Fragilidade Emergente		Fragilidade Potencial	
	faixas	Área (ha)	faixas	Área (ha)
			Muito alta	37,22
	<b>Total</b>	<b>5.563,72</b>	<b>Total</b>	<b>5.563,71</b>
6 – Jundiaí	alta	377,90	Muito baixa	38,09
	média	4.632,13	Baixa	9.861,23
	baixa	5.502,68	Média	348,55
			Alta	242,50
			Muito alta	22,36
	<b>Total</b>	<b>10.512,72</b>	<b>Total</b>	<b>10.512,72</b>
7 – Jundiuvira	alta	3,83	Muito baixa	61,80
	média	131,98	Baixa	977,67
	baixa	4.665,80	Média	2.220,28
			Alta	1.315,09
			Muito alta	226,76
	<b>Total</b>	<b>4.801,60</b>	<b>Total</b>	<b>4.801,59</b>

Fonte: FESPSP, 2020.



**Tabela 4 – Resultado do critério de fragilidade ambiental para as bacias hidrográficas municipais**

SUB-BACIA	FG EM (ha)		FR POT (ha)		Posição					Pontuação por faixa						Pontuação proporcional					
	A	M + A	M.A.	M.A.+A	A	M + A	M.A.	M.A.+A	RK	A	M + A	M.A.	M.A.+A	Tot.	RK	A	M + A	M.A.	M.A.+A	Tot.	RK
Jundiaí Mirim	264,9	2861,6	950,3	2396,5	3	3	2	1	2	1	2	3	3	9	2	6,27	4,17	14,17	9,69	34,30	2
Guapeva	4861,0	6496,9	977,0	1979,6	1	1	1	2	1	3	3	3	3	12	1	114,98	9,46	14,57	8,00	147,02	1
Estiva	16,6	594,5	96,9	229,8	6	6	5	6	5	0	1	0	1	2	6	0,39	0,87	1,44	0,93	3,63	7
Ribeirão-Cachoeira	68,0	778,8	803,1	1581,6	5	5	3	3	4	0	1	3	3	7	3	1,61	1,13	11,98	6,39	21,11	3
Capivari	83,6	1390,1	37,2	137,7	4	4	6	7	5	0	2	0	0	2	6	1,98	2,02	0,56	0,56	5,11	6
Jundiaí	377,9	5010,0	22,4	264,9	2	2	7	5	4	1	3	0	1	5	4	8,94	7,30	0,33	1,07	17,64	4
Jundiuvira	3,8	135,8	226,8	1541,8	7	7	4	4	5	0	0	1	3	4	5	0,09	0,20	3,38	6,23	9,90	5

Fonte: FESPSP, 2020.

### 2.6.2.3. Recarga de Aquíferos

A seguir constam os resultados do critério de recarga de aquíferos por bacia hidrográfica municipal. Serão apresentadas três tabelas com os seguintes intuitos:

- Extensão de área por intervalo de Curve Number por bacia – resumo da simulação para a bacia hidrográfica permitindo a análise da bacia como um todo.
- Resultado do critério de recarga de aquíferos para as sub-bacias – resultado da aplicação dos critérios de hierarquização para este critério.

**Tabela 5 - Área por faixa de Curve Number para as bacias hidrográficas municipais de Jundiaí**

SUB-BACIA	Faixa de Curve Number	Área (ha)
1 - Jundiaí Mirim	39-63	4.587,16
	63-71	2.139,56
	71-79	2.651,99
	79-87	1.043,06
	87-100	1.324,56
	<b>Total</b>	<b>11.746,33</b>
2 - Guapeva	39-63	1.181,67
	63-71	882,82
	71-79	1.174,58
	79-87	1.222,42
	87-100	2.078,76
	<b>Total</b>	<b>6.540,25</b>
3 - Estiva	39-63	426,08
	63-71	407,05
	71-79	432,93
	79-87	266,85
	87-100	505,32
	<b>Total</b>	<b>2.038,23</b>
4 – Ribeirão-Cachoeira	39-63	3.038,60
	63-71	965,29
	71-79	1.399,30
	79-87	541,33
	87-100	559,58
	<b>Total</b>	<b>6.504,10</b>
5 - Capivari	39-63	113,38
	63-71	112,12



SUB-BACIA	Faixa de Curve Number	Área (ha)
	71-79	5.085,09
	79-87	252,52
	87-100	0,60
	<b>Total</b>	<b>5.563,71</b>
6 - Jundiaí	39-63	62,36
	63-71	261,70
	71-79	3.156,15
	79-87	3.005,08
	87-100	4.027,41
	<b>Total</b>	<b>10.512,70</b>
7 - Jundiuvira	39-63	4.801,60
	63-71	0,00
	71-79	0,00
	79-87	0,00
	87-100	0,00
	<b>Total</b>	<b>4.801,60</b>

Fonte: FESPSP, 2020.



**Tabela 6 – Resultado do critério de recarga de aquíferos para as bacias hidrográficas municipais**

SUB-BACIA	Área CN (ha)			Posição				Pontuação por faixa					Pontuação proporcional				
	87-100	71 - 87	71-100	87-100	79-87	71-100	Ranking	87-100	79-87	71-100	Total	Ranking	87-100	79-87	71-100	Total	Ranking
Jundiaí Mirim	1.324,56	1.043,06	5.019,61	3	3	3	3	3	2	3	8	2	5,24	4,02	2,71	11,96	3
Guapeva	2.078,76	1.222,42	4.475,76	2	2	4	2	3	2	3	8	2	8,22	4,71	2,42	15,34	2
Estiva	505,32	266,85	1.205,10	5	5	6	5	2	1	1	4	6	2,00	1,03	0,65	3,68	6
Ribeirão-Cachoeira	559,58	541,33	2.500,21	4	4	5	4	2	1	2	5	4	2,21	2,08	1,35	5,65	4
Capivari	0,60	252,52	5.338,21	6	6	2	4	1	1	3	5	4	0,00	0,97	2,88	3,86	5
Jundiaí	4.027,41	3.005,08	10.188,64	1	1	1	1	4	3	4	11	1	15,92	11,57	5,50	32,99	1
Jundiuvira	0,00	0,00	0,00	7	7	7	7	1	1	1	3	7	0,00	0,00	0,00	0,00	7

Fonte: FESPSP, 2020.



#### 2.6.2.4. Hierarquização Por Bacias

A tabela a seguir apresenta os resultados para a simulação para as sete bacias municipais. Nota-se o seguinte:

- A bacia mais crítica é a do rio Jundiáí, tendo sido classificada como assim por dois dos três métodos de hierarquização, sendo a segunda mais crítica pelo terceiro método. Essa bacia, entretanto, não é manancial.
- As duas bacias mananciais com situação mais crítica são as do Jundiáí-Mirim e do Guapeva. Junto com a bacia do rio Jundiáí, estas três se revezam nas primeiras posições nas hierarquizações propostas, com indicadores muito acima das demais bacias.
- Também críticas, porém em um patamar abaixo estão a do Ribeirão-Cachoeira e do Capivari.
- As bacias do Estiva e Jundiuvira estão consistentemente posicionadas entre as sub-bacias menos críticas, com destaque para a última, com ótimos indicadores de desempenho, devido principalmente ao seu status de área de preservação ambiental.



Tabela 7 – Hierarquia final para as bacias hidrográficas municipais

SUB-BACIA	Alternativa 1 - Posição Média				Alternativa 2 - Pontos Faixa					Alternativa 3 - Pontos Proporcional				
	CD	FG	CN	Hierarquia	CD	FG	CN	Total	Hierarquia	CD	FG	CN	Total	Hierarquia
Jundiaí Mirim	2	2	3	2	40	18	32	90	2	57,47	68,59	47,85	173,91	3
Guapeva	3	1	2	2	28	24	32	84	3	31,00	294,04	61,36	386,40	1
Estiva	6	5	5	5	12	4	16	32	6	8,78	7,26	14,70	30,74	6
Ribeirão-Cachoeira	5	4	4	4	16	14	20	50	4	15,22	42,23	22,58	80,04	4
Capivari	3	5	4	3	24	4	20	48	5	29,49	10,23	15,42	55,14	5
Jundiaí	1	4	1	1	48	10	44	102	1	93,46	35,28	131,97	260,71	2
Jundiuvira	7	5	7	6	12	8	12	32	6	3,16	19,81	0,00	22,97	7

Fonte: FESPSP, 2020.

## 2.7. DEFINIÇÃO DAS SUB-BACIAS CRÍTICAS DA BACIA DO JUNDIAÍ-MIRIM (DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL (CENÁRIO DE REFERÊNCIA))

Qualquer desenvolvimento só é possível caso haja um planejamento estruturado em políticas públicas consistentes e com um desenho urbano do que se espera para a ocupação do território. Mesmo assim, dentro de processos planejados são inúmeros os desafios para recuperar os agravados processos anteriores de ocupação por vezes espontâneas e irregulares.

Nesta seção o método utilizado para determinar as bacias hidrográficas municipais mais críticas será utilizado para detalhar a bacia do Jundiaí-Mirim. Esta bacia foi escolhida dada a sua criticidade atual e seu potencial de preservação e de uso futuro.

### 2.7.1. Metodologia

No presente item são detalhadas as adaptações realizadas em comparação com o método previsto no item 2.6. DEFINIÇÃO DAS BACIAS CRÍTICAS - DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL.

Na análise das sub bacias, os mesmos critérios e subcritérios são utilizados. A única adequação se deu no critério de recarga de aquíferos, sendo que, para o Curve Number, os valores dos intervalos foram atualizados. A divisão em faixas utilizou valores mais adequados para a escala da bacia do Jundiaí-Mirim.

No que toca a hierarquização dos resultados os mesmos métodos de hierarquização são utilizados. As adequações realizadas, isto é, os valores foram atualizados, tendo em vista que as áreas das sub-bacias são menores que as das bacias, estão apresentadas a seguir.

As tabelas a seguir indicam os novos valores de intervalos adotados.

**Tabela 8 – Hierarquia por pontos por faixa para o critério cargas difusas**

Sólidos suspensos (kg/ano)		Fósforo Total (kg/ano)		Nitrogênio Total (kg/ano)	
Intervalo	Pontos	Intervalo	Pontos	Intervalo	Pontos
$X < 10^6$	1	$X < 2.000$	1	$X < 10.000$	1
$10^6 < X < 2.10^6$	2	$2.10^3 < X < 6.10^3$	2	$10^4 < X < 2.10^4$	2
$2.10^6 < X < 3.10^6$	3	$6.10^3 < X < 12.10^3$	3	$2.10^4 < X < 3.10^4$	3
$X > 3.10^6$	4	$X > 12.10^3$	4	$X > 3.10^4$	4

Fonte: FESPSP, 2020.

**Tabela 9 – Hierarquia por pontos por faixa para o critério fragilidade ambiental**

FE Alta (ha)		FE Alta + Média (ha)		FP M. Alta (ha)		FP M. Alta + Alta (ha)	
Intervalo	Pontos	Intervalo	Pontos	Intervalo	Pontos	Intervalo	Pontos
$x > 150$	3	$x > 300$	3	$x > 75$	3	$x > 150$	3
$60 < x < 150$	2	$120 < x < 300$	2	$30 < x < 75$	2	$60 < x < 150$	2

$20 < x < 60$	1	$30 < x < 120$	1	$10 < x < 30$	1	$20 < x < 60$	1
$x < 20$	0	$x < 30$	0	$x < 10$	0	$x < 20$	0

Fonte: FESPSP, 2020.

**Tabela 10 – Hierarquia por pontos por faixa para o critério recarga de aquíferos**

CN 82-100 (ha)		CN 72-82 (ha)		CN 63-100 (ha)	
Intervalo	Pontos	Intervalo	Pontos	Intervalo	Pontos
$x > 300$	4	$x > 600$	4	$x > 900$	4
$100 < x < 300$	3	$200 < x < 600$	3	$300 < x < 900$	3
$50 < x < 100$	2	$100 < x < 200$	2	$150 < x < 300$	2
$x < 50$	1	$x < 100$	1	$x < 150$	1

Fonte: FESPSP, 2020.

O Quadro 21 apresenta os novos valores de quartil adotados.

**Quadro 21 – Definição do 1º quartil para cada um dos subcritérios**

Subcritério	1º Quartil	Subcritério	1º Quartil
Sólidos Suspensos	1.067.397,51	Fósforo Total	2.493,37
Nitrogênio Total	5.828,48	FE Alta <sup>1</sup>	32,30 <sup>1</sup>
FE Alta + Média	60,45	FP Muito Alta	4,90
FP Muito Alta + Alta	42,40	Área CN 82-100 <sup>2</sup>	7,32 <sup>2</sup>
Área CN 72-82	71,31	Área 63-100	149,21

<sup>1</sup> -> como para a simulação inicial a maioria das sub-bacias apresentavam 0 de FE Alta, ao invés do valor do 1º quartil, se definiu o valor de 32,3

<sup>2</sup> -> como para a simulação inicial a maioria das sub-bacias apresentavam 0 de Área CN 82-100, se utilizou o valor do 2º quartil

Fonte: FESPSP, 2020.

## 2.7.2. Resultados para as Sub-Bacias do Jundiá-Mirim

Na simulação, os pesos foram mantidos uniformes para todos os critérios, como exposto na Tabela 11.

**Tabela 11 – Pesos atribuídos para cada critério para a simulação da criticidade das sub-bacias (situação atual)**

Critério	Carga Difusa	Fragilidade Ambiental	Recarga de Aquíferos
Peso	4	2	4

Fonte: FESPSP, 2020.

### 2.7.2.1. Cargas Difusas

A seguir constam os resultados do critério de cargas difusas por sub-bacia hidrográfica. Serão apresentadas três tabelas com os seguintes intuitos:

- Geração total de cargas difusas por tipo de uso e ocupação do solo – resumo da simulação para a bacia hidrográfica. A distinção por tipo de uso e ocupação

do solo permite observar a estimativa da quantidade de cargas difusas por classe, de modo a identificar o comportamento geral da bacia.

- Geração total de cargas difusas por tipo de uso e ocupação do solo para cada sub-bacia da bacia – do mesmo modo que a tabela anterior, porém com o enfoque em cada uma das sub-bacias.
- Resultado do critério de cargas difusas para as sub-bacias – resultado da aplicação dos critérios de hierarquização para este critério.

**Tabela 12 – Geração total de cargas difusas para a bacia do Jundiá-Mirim por tipo de uso e ocupação do solo**

Classe de uso e ocupação do solo	ÁREA (HA)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
grande equipamento	378,3	10.212.885,0	8.699,9	23.830,1
loteamento	88,6	221.570,9	226,0	88,6
área úmida	11,0	33,1	0,3	1,7
campo natural	610,7	1.832,0	18,3	91,6
cultura temporária	50,2	125.566,6	1.155,2	3.164,3
área edificada	2.156,3	5.390.777,7	49.595,2	135.847,6
lagos, lagoas, represas	178,3	534,9	5,3	26,7
mata	3.648,3	10.944,9	109,4	547,2
extração mineral	30,8	832.925,8	709,5	1.943,5
cultura perene	889,2	2.667,6	20.451,7	56.019,8
reflorestamento	851,5	2.554,4	2.171,2	851,5
solo exposto	302,4	8.165.332,5	771,2	302,4
pastagem	2.519,4	6.298.517,9	6.424,5	2.519,4
espaço verde urbano	31,3	78.260,3	79,8	31,3
<b>TOTAL</b>	<b>11.746,33</b>	<b>31.344.403,60</b>	<b>90.417,60</b>	<b>225.265,69</b>

Fonte: FESPSP, 2020.

**Tabela 13 – Geração total de cargas difusas por tipo de uso e ocupação do solo para cada sub-bacia da bacia do Jundiá-Mirim**

SUB-BACIA	TIPO DE USO	ÁREA (HA)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
<b>1 - Jundiá-Mirim Calha</b>	grande equipamento	54,69	1.476.618,44	1.257,86	3.445,44
	loteamento	2,96	7.404,11	7,55	2,96
	área úmida	7,72	23,15	0,23	1,16
	campo natural	53,10	159,29	1,59	7,96
	cultura temporária	10,10	25.239,72	232,21	636,04
	área edificada	240,03	600.066,38	5.520,61	15.121,67
	lagos, lagoas, represas	9,08	27,25	0,27	1,36
	mata	337,63	1.012,88	10,13	50,64
	extração mineral	14,35	387.438,01	330,04	904,02
	cultura perene	80,62	241,86	1.854,24	5.079,00
	reflorestamento	26,49	79,47	67,55	26,49
	solo exposto	20,25	546.642,89	51,63	20,25
pastagem	93,14	232.861,42	237,52	93,14	

SUB-BACIA	TIPO DE USO	ÁREA (HA)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
	espaço verde urbano	2,80	6.998,06	7,14	2,80
	<b>TOTAL</b>	<b>952,95</b>	<b>3.284.812,93</b>	<b>9.578,57</b>	<b>25.392,95</b>
2 - Parque Centenário	grande equipamento	86,59	2.337.882,48	1.991,53	5.455,06
	campo natural	24,51	73,54	0,74	3,68
	área edificada	39,65	99.128,08	911,98	2.498,03
	lagos, lagoas, represas	27,19	81,58	0,82	4,08
	mata	103,79	311,38	3,11	15,57
	pastagem	21,97	54.912,52	56,01	21,97
	<b>TOTAL</b>	<b>303,70</b>	<b>2.492.389,57</b>	<b>2.964,18</b>	<b>7.998,38</b>
3 - Represa Nova	grande equipamento	3,65	98.528,51	83,93	229,90
	área úmida	0,10	0,30	0,00	0,01
	campo natural	1,89	5,67	0,06	0,28
	cultura perene	0,71	2,14	16,41	44,94
	área edificada	22,09	55.237,14	508,18	1.391,98
	lagos, lagoas, represas	92,40	277,19	2,77	13,86
	mata	65,17	195,50	1,96	9,78
	reflorestamento	24,31	72,94	62,00	24,31
	pastagem	48,04	120.095,35	122,50	48,04
<b>TOTAL</b>	<b>258,36</b>	<b>274.414,74</b>	<b>797,81</b>	<b>1.763,10</b>	
4 - Pinheirinho	grande equipamento	8,91	240.617,33	204,97	561,44
	campo natural	34,95	104,85	1,05	5,24
	cultura perene	26,85	80,56	617,60	1.691,68
	área edificada	87,45	218.632,55	2.011,42	5.509,54
	lagos, lagoas, represas	9,02	27,05	0,27	1,35
	mata	144,69	434,07	4,34	21,70
	reflorestamento	56,17	168,51	143,24	56,17
	pastagem	96,57	241.420,84	246,25	96,57
	<b>TOTAL</b>	<b>464,61</b>	<b>701.485,76</b>	<b>3.229,13</b>	<b>7.943,69</b>
5 - Caxambu	grande equipamento	13,44	362.848,33	309,09	846,65
	loteamento	9,80	24.508,63	25,00	9,80
	campo natural	58,49	175,47	1,75	8,77
	área edificada	92,62	231.544,33	2.130,21	5.834,92
	mata	137,18	411,55	4,12	20,58
	cultura perene	86,34	259,03	1.985,93	5.439,71
	reflorestamento	40,68	122,04	103,74	40,68
	solo exposto	18,63	502.950,06	47,50	18,63
	pastagem	208,48	521.196,76	531,62	208,48
<b>TOTAL</b>	<b>665,67</b>	<b>1.644.016,21</b>	<b>5.138,95</b>	<b>12.428,22</b>	
6 - Ribeirão da Toca	campo natural	9,24	27,73	0,28	1,39
	grande equipamento	9,97	269.111,67	229,24	627,93
	área edificada	44,36	110.905,28	1.020,33	2.794,81
	mata	117,43	352,30	3,52	17,62
	cultura perene	34,69	104,07	797,90	2.185,54
	reflorestamento	64,73	194,19	165,06	64,73
	solo exposto	33,57	906.490,36	85,61	33,57
	pastagem	73,00	182.506,80	186,16	73,00
<b>TOTAL</b>	<b>387,00</b>	<b>1.469.692,40</b>	<b>2.488,10</b>	<b>5.798,59</b>	



SUB-BACIA	TIPO DE USO	ÁREA (HA)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
7 - Córrego da Roseira	grande equipamento	18,87	509.407,03	433,94	1.188,62
	campo natural	9,36	28,09	0,28	1,40
	cultura temporária	5,49	13.715,95	126,19	345,64
	área edificada	110,34	275.856,90	2.537,88	6.951,59
	mata	368,41	1.105,24	11,05	55,26
	cultura perene	104,43	313,29	2.401,85	6.578,99
	reflorestamento	82,83	248,48	211,20	82,83
	solo exposto	20,43	551.610,84	52,10	20,43
	pastagem	260,11	650.267,61	663,27	260,11
<b>TOTAL</b>		<b>980,26</b>	<b>2.002.553,41</b>	<b>6.437,77</b>	<b>15.484,87</b>
8 - Escada Dissipação	campo natural	84,39	253,17	2,53	12,66
	cultura perene	256,45	769,36	5.898,40	16.156,48
	cultura temporária	8,34	20.837,69	191,71	525,11
	área edificada	93,43	233.565,63	2.148,80	5.885,85
	mata	238,16	714,47	7,14	35,72
	reflorestamento	84,26	252,78	214,86	84,26
	solo exposto	73,11	1.973.899,18	186,42	73,11
	pastagem	211,18	527.960,29	538,52	211,18
	<b>TOTAL</b>		<b>1049,31</b>	<b>2.758.252,57</b>	<b>9.188,39</b>
9 - Ribeirão do Tanque	grande equipamento	2,89	78.039,02	66,48	182,09
	campo natural	15,71	47,14	0,47	2,36
	cultura perene	98,59	295,78	2.267,68	6.211,46
	área edificada	27,38	68.454,33	629,78	1.725,05
	mata	506,04	1.518,13	15,18	75,91
	reflorestamento	156,81	470,44	399,87	156,81
	solo exposto	10,94	295.293,41	27,89	10,94
	pastagem	402,15	1.005.385,15	1.025,49	402,15
	<b>TOTAL</b>		<b>1220,53</b>	<b>1.449.503,40</b>	<b>4.432,84</b>
10 - Ribeirão Soares	grande equipamento	22,10	596.703,08	508,30	1.392,31
	campo natural	16,94	50,82	0,51	2,54
	cultura temporária	5,76	14.394,86	132,43	362,75
	área edificada	83,87	209.670,80	1.928,97	5.283,70
	mata	609,09	1.827,26	18,27	91,36
	cultura perene	43,59	130,77	1.002,58	2.746,20
	reflorestamento	106,84	320,52	272,44	106,84
	solo exposto	3,99	107.663,72	10,17	3,99
	pastagem	223,03	557.579,81	568,73	223,03
<b>TOTAL</b>		<b>1115,20</b>	<b>1.488.341,63</b>	<b>4.442,41</b>	<b>10.212,73</b>
11 - Córrego do Perdão	grande equipamento	11,67	315.099,56	268,42	735,23
	campo natural	64,20	192,59	1,93	9,63
	cultura temporária	6,50	16.240,78	149,42	409,27
	área edificada	484,79	1.211.986,70	11.150,28	30.542,06
	mata	402,15	1.206,45	12,06	60,32
	cultura perene	74,98	224,95	1.724,60	4.723,89
	reflorestamento	85,11	255,32	217,02	85,11
	solo exposto	31,03	837.883,66	79,13	31,03
	pastagem	202,32	505.799,95	515,92	202,32
<b>TOTAL</b>		<b>1362,75</b>	<b>2.888.889,94</b>	<b>14.118,77</b>	<b>36.798,87</b>

SUB-BACIA	TIPO DE USO	ÁREA (HA)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
12 - Córrego Albino	grande equipamento	6,91	186.564,84	158,93	435,32
	campo natural	7,33	22,00	0,22	1,10
	área edificada	42,22	105.538,70	970,96	2.659,58
	lagos, lagoas, represas	12,75	38,26	0,38	1,91
	mata	86,16	258,48	2,58	12,92
	reflorestamento	9,41	28,23	23,99	9,41
	solo exposto	5,90	159.382,92	15,05	5,90
	pastagem	114,76	286.889,54	292,63	114,76
	<b>TOTAL</b>		<b>285,44</b>	<b>738.722,97</b>	<b>1.464,74</b>
13 - Córrego do Caxambuzinho	campo natural	26,25	78,74	0,79	3,94
	área edificada	17,55	43.867,20	403,58	1.105,45
	mata	63,84	191,52	1,92	9,58
	extração mineral	16,50	445.487,77	379,49	1.039,47
	cultura perene	17,85	53,56	410,64	1.124,80
	solo exposto	37,88	1.022.865,95	96,60	37,88
	pastagem	50,03	125.080,29	127,58	50,03
	<b>TOTAL</b>		<b>229,91</b>	<b>1.637.625,03</b>	<b>1.420,60</b>
14 - Córrego Ponte Alta	grande equipamento	20,01	540.305,88	460,26	1.260,71
	loteamento	0,39	973,39	0,99	0,39
	campo natural	53,66	160,98	1,61	8,05
	cultura temporária	14,06	35.137,62	323,27	885,47
	área edificada	328,68	821.698,47	7.559,63	20.706,80
	lagos, lagoas, represas	3,89	11,66	0,12	0,58
	mata	207,71	623,13	6,23	31,16
	cultura perene	60,21	180,63	1.384,83	3.793,24
	reflorestamento	77,80	233,39	198,38	77,80
	solo exposto	33,08	893.061,83	84,34	33,08
	pastagem	197,84	494.588,81	504,48	197,84
	<b>TOTAL</b>		<b>997,31</b>	<b>2.786.975,79</b>	<b>10.524,14</b>
15 - Córrego Areião	grande equipamento	48,31	1.304.444,55	1.111,19	3.043,70
	campo natural	23,95	71,84	0,72	3,59
	área edificada	202,96	507.398,78	4.668,07	12.786,45
	mata	168,46	505,37	5,05	25,27
	cultura perene	0,41	1,24	9,53	26,09
	reflorestamento	36,03	108,09	91,87	36,03
	solo exposto	1,00	27.007,37	2,55	1,00
	pastagem	76,34	190.861,70	194,68	76,34
	<b>TOTAL</b>		<b>557,46</b>	<b>2.030.398,94</b>	<b>6.083,66</b>
16 - Córrego Ananas	grande equipamento	23,63	638.121,89	543,59	1.488,95
	campo natural	30,29	90,87	0,91	4,54
	área edificada	55,17	137.928,17	1.268,94	3.475,79
	lagos, lagoas, represas	6,15	18,44	0,18	0,92
	mata	46,14	138,41	1,38	6,92
	loteamento	20,88	52.211,99	53,26	20,88
	pastagem	44,61	111.519,11	113,75	44,61
	<b>TOTAL</b>		<b>226,87</b>	<b>940.028,88</b>	<b>1.982,01</b>
17 - Tarumã	loteamento	22,24	55.601,29	56,71	22,24
	grande equipamento	5,79	156.346,34	133,18	364,81
	campo natural	59,24	177,73	1,78	8,89



SUB-BACIA	TIPO DE USO	ÁREA (HA)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
	área edificada	133,33	333.313,24	3.066,48	8.399,49
	lagos, lagoas, represas	2,05	6,16	0,06	0,31
	mata	28,84	86,52	0,87	4,33
	cultura perene	3,46	10,37	79,50	217,76
	espaço verde urbano	4,01	10.030,78	10,23	4,01
	pastagem	104,92	262.302,71	267,55	104,92
	<b>TOTAL</b>		<b>363,88</b>	<b>817.875,14</b>	<b>3.616,36</b>
<b>18 - Horto</b>	grande equipamento	40,82	1.102.246,08	938,95	2.571,91
	loteamento	32,35	80.871,50	82,49	32,35
	área úmida	3,20	9,61	0,10	0,48
	campo natural	37,15	111,46	1,11	5,57
	área edificada	50,39	125.985,07	1.159,06	3.174,82
	lagos, lagoas, represas	15,75	47,25	0,47	2,36
	mata	17,40	52,20	0,52	2,61
	espaço verde urbano	24,49	61.231,51	62,46	24,49
	solo exposto	12,61	340.580,35	32,17	12,61
	pastagem	90,92	227.289,26	231,84	90,92
	<b>TOTAL</b>		<b>325,10</b>	<b>1.938.424,30</b>	<b>2.509,16</b>

Fonte: FESPSP, 2020.



**Tabela 14 – Resultado do critério de cargas difusas para as sub-bacias da bacia do Jundiá-Mirim**

SUB-BACIA	Geração carga difusa (kg/ano)			Posição				Pontuação por faixa					Pontuação proporcional				
	SS	FT	NT	SS	FT	NT	Ranking	SS	FT	NT	Total	Ranking	SS	FT	NT	Total	Ranking
1 - Jundiá-Mirim Calha	3.284.813	9.579	25.393	1	3	3	2	4	3	3	10	2	3,08	3,84	4,36	11,28	3
2 - Parque Centenário	2.492.390	2.964	7.998	5	12	11	9	3	2	1	6	7	2,34	1,19	1,37	4,90	9
3 - Represa Nova	274.415	798	1.763	18	18	18	18	1	1	1	3	16	0,26	0,32	0,30	0,88	18
4 - Pinheirinho	701.486	3.229	7.944	17	11	12	13	1	2	1	4	13	0,66	1,30	1,36	3,32	14
5 - Caxambu	1.644.016	5.139	12.428	9	7	7	7	2	2	2	6	7	1,54	2,06	2,13	5,73	7
6 - Ribeirão da Toca	1.469.692	2.488	5.799	12	14	14	13	2	2	1	5	10	1,38	1,00	0,99	3,37	13
7 - Córrego da Roseira	2.002.553	6.438	15.485	7	5	6	6	3	3	2	8	5	1,88	2,58	2,66	7,11	5
8 - Escada Dissipação	2.758.253	9.188	22.984	4	4	4	4	3	3	3	9	3	2,58	3,69	3,94	10,21	4
9 - Ribeirão do Tanque	1.449.503	4.433	8.767	13	9	10	10	2	2	1	5	10	1,36	1,78	1,50	4,64	10
10 - Ribeirão Soares	1.488.342	4.442	10.213	11	8	8	9	2	2	2	6	7	1,39	1,78	1,75	4,93	8
11 - Córrego do Perdão	2.888.890	14.119	36.799	2	1	1	1	3	4	4	11	1	2,71	5,66	6,31	14,68	1
12 - Córrego Albino	738.723	1.465	3.241	16	16	17	16	1	1	1	3	16	0,69	0,59	0,56	1,84	17
13 - Córrego do Caxambuzinho	1.637.625	1.421	3.371	10	17	16	14	2	1	1	4	13	1,53	0,57	0,58	2,68	15
14 - Córrego Ponte Alta	2.786.976	10.524	26.995	3	2	2	2	3	3	3	9	3	2,61	4,22	4,63	11,46	2
15 - Córrego Areião	2.030.399	6.084	15.998	6	6	5	5	3	3	2	8	5	1,90	2,44	2,74	7,09	6
16 - Córrego Ananas	940.029	1.982	5.043	14	15	15	14	1	1	1	3	16	0,88	0,79	0,87	2,54	16
17 - Taruma	817.875	3.616	9.127	15	10	9	11	1	2	1	4	13	0,77	1,45	1,57	3,78	12
18 - Horto	1.938.424	2.509	5.918	8	13	13	11	2	2	1	5	10	1,82	1,01	1,02	3,84	11

Fonte: FESPSP, 2020.

### 2.7.2.2. Fragilidade Ambiental Dos Terrenos

A seguir constam os resultados do critério de fragilidade ambiental por sub-bacia hidrográfica. Serão apresentadas três tabelas com os seguintes intuitos:

- Extensão de área por classificação de fragilidade emergente e potencial por bacia – resumo da simulação para a bacia hidrográfica permitindo a análise da bacia como um todo.
- Extensão da área por classificação de fragilidade emergente e potencial por sub-bacia – do mesmo modo que a tabela anterior, porém com o enfoque em cada uma das sub-bacias.
- Resultado do critério de fragilidade ambiental para as sub-bacias – resultado da aplicação dos critérios de hierarquização para este critério.

**Tabela 15 – Extensão de área por classificação de fragilidade emergente e potencial para a bacia do Jundiá-Mirim**

Fragilidade Emergente (ha)		Fragilidade Potencial (ha)	
Alta	264,90	Muito baixa	2.968,12
Média	2.596,72	Baixa	3.214,62
Baixa	8.884,71	Média	3.167,10
		Alta	1.446,15
		Muito alta	950,33
<b>Total</b>	<b>11.746,33</b>	<b>Total</b>	<b>11.746,33</b>

Fonte: FESPSP, 2020.

**Tabela 16 – Extensão de área por classificação de fragilidade emergente e potencial para a sub-bacias da bacia do Jundiá-Mirim**

N°	SUB-BACIA	Fragilidade Emergente		Fragilidade Potencial	
		faixas	Área (ha)	faixas	Área (ha)
1	Jundiá-Mirim Calha	alta	2,96	Muito baixa	187,29
		média	311,86	Baixa	361,71
		baixa	638,12	Média	188,35
				Alta	108,95
				Muito alta	106,65
		<b>Total</b>	<b>952,95</b>	<b>Total</b>	<b>952,95</b>
2	Parque Centenário	alta	0,00	Muito baixa	56,35
		média	126,24	Baixa	79,33
		baixa	177,46	Média	27,57
				Alta	59,33
				Muito alta	81,12
		<b>Total</b>	<b>303,70</b>	<b>Total</b>	<b>303,70</b>
3	Represa Nova	alta	0,00	Muito baixa	49,39
		média	25,74	Baixa	115,33



N°	SUB-BACIA	Fragilidade Emergente		Fragilidade Potencial	
		faixas	Área (ha)	faixas	Área (ha)
		baixa	232,62	Média	92,59
				Alta	1,05
				Muito alta	0,00
		<b>Total</b>	<b>258,36</b>	<b>Total</b>	<b>258,36</b>
4	Pinheirinho	alta	0,00	Muito baixa	77,99
		média	96,36	Baixa	138,70
		baixa	368,25	Média	214,88
				Alta	10,25
				Muito alta	22,80
		<b>Total</b>	<b>464,61</b>	<b>Total</b>	<b>464,61</b>
5	Caxambu	alta	9,80	Muito baixa	102,88
		média	106,06	Baixa	143,99
		baixa	549,81	Média	115,79
				Alta	172,89
				Muito alta	130,12
		<b>Total</b>	<b>665,67</b>	<b>Total</b>	<b>665,67</b>
6	Ribeirão da Toca	alta	0,00	Muito baixa	86,53
		média	54,33	Baixa	109,34
		baixa	332,67	Média	65,78
				Alta	82,46
				Muito alta	42,89
		<b>Total</b>	<b>387,00</b>	<b>Total</b>	<b>387,00</b>
7	Córrego da Roseira	alta	0,00	Muito baixa	237,79
		média	129,21	Baixa	280,89
		baixa	851,05	Média	287,52
				Alta	121,92
				Muito alta	52,14
		<b>Total</b>	<b>980,26</b>	<b>Total</b>	<b>980,26</b>
8	Escada Dissipação	alta	0,00	Muito baixa	390,33
		média	93,43	Baixa	249,44
		baixa	955,89	Média	317,32
				Alta	92,22
				Muito alta	0,00
		<b>Total</b>	<b>1.049,31</b>	<b>Total</b>	<b>1.049,31</b>
9	Ribeirão do Tanque	alta	0,00	Muito baixa	254,77
		média	30,27	Baixa	371,38
		baixa	1.190,25	Média	372,59
				Alta	113,85
				Muito alta	107,95

N°	SUB-BACIA	Fragilidade Emergente		Fragilidade Potencial	
		faixas	Área (ha)	faixas	Área (ha)
		<b>Total</b>	<b>1.220,53</b>	<b>Total</b>	<b>1.220,53</b>
10	Ribeirão Soares	alta	0,00	Muito baixa	373,90
		média	105,97	Baixa	226,54
		baixa	1.009,24	Média	260,39
				Alta	143,28
				Muito alta	111,10
		<b>Total</b>	<b>1.115,20</b>	<b>Total</b>	<b>1.115,20</b>
11	Córrego do Perdão	alta	0,00	Muito baixa	344,86
		média	496,47	Baixa	322,28
		baixa	866,28	Média	373,49
				Alta	178,65
				Muito alta	143,46
		<b>Total</b>	<b>1.362,75</b>	<b>Total</b>	<b>1.362,75</b>
12	Córrego Albino	alta	0,00	Muito baixa	57,36
		média	49,13	Baixa	65,38
		baixa	236,32	Média	76,33
				Alta	47,00
				Muito alta	39,38
		<b>Total</b>	<b>285,44</b>	<b>Total</b>	<b>285,44</b>
13	Córrego do Caxambuzinho	alta	0,00	Muito baixa	45,93
		média	34,05	Baixa	57,53
		baixa	195,86	Média	103,70
				Alta	15,90
				Muito alta	6,86
		<b>Total</b>	<b>229,91</b>	<b>Total</b>	<b>229,91</b>
14	Córrego Ponte Alta	alta	0,39	Muito baixa	221,73
		média	348,69	Baixa	237,39
		baixa	648,23	Média	413,16
				Alta	83,04
				Muito alta	41,99
		<b>Total</b>	<b>997,31</b>	<b>Total</b>	<b>997,31</b>
15	Córrego Areião	alta	0,00	Muito baixa	169,42
		média	251,27	Baixa	184,49
		baixa	306,19	Média	139,67
				Alta	54,94
				Muito alta	8,94
		<b>Total</b>	<b>557,46</b>	<b>Total</b>	<b>557,46</b>
16	Córrego Ananas	alta	20,88	Muito baixa	71,57
		média	78,81	Baixa	108,58



N°	SUB-BACIA	Fragilidade Emergente		Fragilidade Potencial	
		faixas	Área (ha)	faixas	Área (ha)
		baixa	127,18	Média	3,93
				Alta	40,86
				Muito alta	1,93
		<b>Total</b>	<b>226,87</b>	<b>Total</b>	<b>226,87</b>
17	Taruma	alta	198,52	Muito baixa	30,67
		média	143,13	Baixa	83,57
		baixa	22,24	Média	92,96
				Alta	107,92
				Muito alta	48,76
		<b>Total</b>	<b>363,88</b>	<b>Total</b>	<b>363,88</b>
18	Horto	alta	32,35	Muito baixa	209,36
		média	115,71	Baixa	78,77
		baixa	177,04	Média	21,08
				Alta	11,65
				Muito alta	4,24
		<b>Total</b>	<b>325,10</b>	<b>Total</b>	<b>325,10</b>

Fonte: FESPSP, 2020.



**Tabela 17 – Resultado do critério de fragilidade ambiental para as sub-bacias da bacia do Jundiá-Mirim**

SUB-BACIA	FG EM (ha)		FR POT (ha)		Posição					Pontuação por faixa						Pontuação proporcional					
	A	M + A	M.A	M.A+A	A	M + A	M.A	M.A+A	RK	A	M + A	M.A	M.A+A	Tot.	RK	A	M + A	M.A	M.A+A	Tot.	RK
1 - Jundiá-Mirim Calha	2,96	314,83	106,65	215,60	5	4	5	5	4	0	3	3	3	9	2	0,09	4,91	14,45	4,49	23,94	3
2 - Parque Centenário	0,00	126,24	81,12	140,46	7	8	6	8	7	0	2	3	2	7	4	0,00	1,97	10,99	2,92	15,89	7
3 - Represa Nova	0,00	25,74	0,00	1,05	7	18	17	18	15	0	0	0	0	0	18	0,00	0,40	0,00	0,02	0,42	18
4 - Pinheirinho	0,00	96,36	22,80	33,05	7	12	12	15	11	0	1	1	1	3	13	0,00	1,50	3,09	0,69	5,28	13
5 - Caxambu	9,80	115,86	130,12	303,01	4	9	2	2	4	0	1	3	3	7	4	0,30	1,81	17,63	6,30	26,05	2
6 - Ribeirão da Toca	0,00	54,33	42,89	125,35	7	14	9	9	9	0	1	2	2	5	10	0,00	0,85	5,81	2,61	9,27	10
7 - Córrego da Roseira	0,00	129,21	52,14	174,06	7	7	7	6	6	0	2	2	3	7	4	0,00	2,02	7,07	3,62	12,70	9
8 - Escada Dissipação	0,00	93,43	0,00	92,22	7	13	17	11	12	0	1	0	2	3	13	0,00	1,46	0,00	1,92	3,38	15
9 - Ribeirão do Tanque	0,00	30,27	107,95	221,80	7	17	4	4	8	0	1	3	3	7	4	0,00	0,47	14,63	4,61	19,72	6
10 - Ribeirão Soares	0,00	105,97	111,10	254,38	7	10	3	3	5	0	1	3	3	7	4	0,00	1,65	15,06	5,29	22,00	4
11 - Córrego do Perdão	0,00	496,47	143,46	322,11	7	1	1	1	2	0	3	3	3	9	2	0,00	7,74	19,44	6,70	33,89	1
12 - Córrego Albino	0,00	49,13	39,38	86,38	7	15	11	12	11	0	1	2	2	5	10	0,00	0,77	5,34	1,80	7,90	11
13 - Córrego do Caxambuzinho	0,00	34,05	6,86	22,76	7	16	14	16	13	0	1	0	1	2	17	0,00	0,53	0,93	0,47	1,93	17
14 - Córrego Ponte Alta	0,39	349,08	41,99	125,03	6	2	10	10	7	0	3	2	2	7	4	0,01	5,45	5,69	2,60	13,75	8
15 - Córrego Areião	0,00	251,27	8,94	63,88	7	5	13	13	9	0	2	0	2	4	12	0,00	3,92	1,21	1,33	6,46	12
16 - Córrego Ananas	20,88	99,69	1,93	42,79	3	11	16	14	11	1	1	0	1	3	13	0,65	1,56	0,26	0,89	3,35	16
17 - Taruma	198,52	341,64	48,76	156,68	1	3	8	7	4	3	3	2	3	11	1	6,15	5,33	6,61	3,26	21,34	5
18 - Horto	32,35	148,06	4,24	15,90	2	6	15	17	10	1	2	0	0	3	13	1,00	2,31	0,58	0,33	4,22	14

Fonte: FESPSP, 2020.

### 2.7.2.3. Recarga de Aquíferos

A seguir constam os resultados do critério de recarga de aquíferos por sub-bacia hidrográfica. Serão apresentadas três tabelas com os seguintes intuitos:

- Extensão de área por intervalo de Curve Number por bacia – resumo da simulação para a bacia hidrográfica permitindo a análise da bacia como um todo.
- Extensão da área por intervalo de Curve Number por sub-bacia – do mesmo modo que a tabela anterior, porém com o enfoque em cada uma das sub-bacias.
- Resultado do critério de recarga de aquíferos para as sub-bacias – resultado da aplicação dos critérios de hierarquização para este critério.

**Tabela 18 – Extensão de área por intervalo de Curve Number para a bacia do Jundiaí-Mirim**

CN	Área (ha)
CN 36-56	1.042,31
CN 56-63	3.643,87
CN 63-72	2.315,35
CN 72-82	2.791,51
CN 82-100	1.952,99
<b>Total</b>	<b>11.746,03</b>

Fonte: FESPSP, 2020.

**Tabela 19 – Extensão de área por intervalo de Curve Number para as sub-bacias da bacia do Jundiaí-Mirim**

Nº	SUB-BACIA	faixas	Área (ha)
1	Jundiaí-Mirim Calha	CN 36-56	0,00
		CN 56-63	258,36
		CN 63-72	560,90
		CN 72-82	133,67
		CN 82-100	0,00
		<b>Total</b>	<b>952,93</b>
2	Parque Centenário	CN 36-56	0,00
		CN 56-63	0,00
		CN 63-72	0,00
		CN 72-82	283,03
		CN 82-100	20,67
		<b>Total</b>	<b>303,7</b>
3	Represa Nova	CN 36-56	0,00
		CN 56-63	0,00
		CN 63-72	13,11
		CN 72-82	210,64



Nº	SUB-BACIA	faixas	Área (ha)
		CN 82-100	34,60
		<b>Total</b>	<b>258,35</b>
4	Pinheirinho	CN 36-56	0,00
		CN 56-63	49,34
		CN 63-72	138,45
		CN 72-82	276,81
		CN 82-100	0,00
		<b>Total</b>	<b>464,6</b>
5	Caxambu	CN 36-56	0,00
		CN 56-63	174,54
		CN 63-72	267,76
		CN 72-82	223,36
		CN 82-100	0,00
		<b>Total</b>	<b>665,66</b>
6	Ribeirão da Toca	CN 36-56	76,96
		CN 56-63	186,70
		CN 63-72	122,97
		CN 72-82	0,35
		CN 82-100	0,00
		<b>Total</b>	<b>386,98</b>
7	Córrego da Roseira	CN 36-56	187,28
		CN 56-63	732,33
		CN 63-72	60,65
		CN 72-82	0,00
		CN 82-100	0,00
		<b>Total</b>	<b>980,26</b>
8	Escada Dissipação	CN 36-56	192,65
		CN 56-63	762,76
		CN 63-72	15,44
		CN 72-82	68,04
		CN 82-100	10,39
		<b>Total</b>	<b>1049,28</b>
9	Ribeirão do Tanque	CN 36-56	385,66
		CN 56-63	732,54
		CN 63-72	56,71
		CN 72-82	43,79
		CN 82-100	1,79
		<b>Total</b>	<b>1220,49</b>
10	Ribeirão Soares	CN 36-56	199,76
		CN 56-63	106,20



Nº	SUB-BACIA	faixas	Área (ha)
		CN 63-72	175,54
		CN 72-82	262,28
		CN 82-100	371,40
		<b>Total</b>	<b>1115,18</b>
11	Córrego do Perdão	CN 36-56	0,00
		CN 56-63	174,79
		CN 63-72	67,06
		CN 72-82	138,05
		CN 82-100	982,83
		<b>Total</b>	<b>1362,73</b>
12	Córrego Albino	CN 36-56	0,00
		CN 56-63	10,08
		CN 63-72	77,88
		CN 72-82	81,13
		CN 82-100	116,34
		<b>Total</b>	<b>285,43</b>
13	Córrego do Caxambuzinho	CN 36-56	0,00
		CN 56-63	200,89
		CN 63-72	22,10
		CN 72-82	6,90
		CN 82-100	0,00
		<b>Total</b>	<b>229,89</b>
14	Córrego Ponte Alta	CN 36-56	0,00
		CN 56-63	227,70
		CN 63-72	361,05
		CN 72-82	151,97
		CN 82-100	256,57
		<b>Total</b>	<b>997,29</b>
15	Córrego Areião	CN 36-56	0,00
		CN 56-63	0,00
		CN 63-72	62,34
		CN 72-82	427,61
		CN 82-100	67,50
		<b>Total</b>	<b>557,45</b>
16	Córrego Ananas	CN 36-56	0,00
		CN 56-63	0,00
		CN 63-72	34,10
		CN 72-82	188,51
		CN 82-100	4,25
		<b>Total</b>	<b>226,86</b>



Nº	SUB-BACIA	faixas	Área (ha)
17	Taruma	CN 36-56	0,00
		CN 56-63	11,82
		CN 63-72	190,02
		CN 72-82	158,90
		CN 82-100	3,13
		<b>Total</b>	<b>363,87</b>
18	Horto	CN 36-56	0,00
		CN 56-63	15,82
		CN 63-72	89,27
		CN 72-82	136,47
		CN 82-100	83,52
		<b>Total</b>	<b>325,08</b>

Fonte: FESPSP, 2020.



**Tabela 20 – Resultado do critério de recarga de aquíferos para as sub-bacias da bacia do Jundiá-Mirim**

SUB-BACIA	Área CN (ha)			Posição				Pontuação por faixa					Pontuação proporcional				
	82-100	72-82	63-100	82-100	72-82	63-100	Ranking	82-100	72-82	63-100	Total	Ranking	82-100	72-82	63-100	Total	Ranking
1 - Jundiá-Mirim Calha	0	133,67	694,57	13	12	4	9	1	2	3	6	9	0,00	1,87	4,66	6,53	10
2 - Parque Centenário	20,67	283,03	303,7	8	2	10	6	1	3	3	7	5	2,82	3,97	2,04	8,83	8
3 - Represa Nova	34,6	210,64	258,35	7	6	12	8	1	3	2	6	9	4,73	2,95	1,73	9,41	7
4 - Pinheirinho	0	276,81	415,26	13	3	7	7	1	3	3	7	5	0,00	3,88	2,78	6,66	9
5 - Caxambu	0	223,36	491,12	13	5	6	8	1	3	3	7	5	0,00	3,13	3,29	6,42	11
6 - Ribeirão da Toca	0	0,35	123,32	13	17	14	14	1	1	1	3	14	0,00	0,00	0,83	0,83	16
7 - Córrego da Roseira	0	0	60,65	13	18	17	16	1	1	1	3	14	0,00	0,00	0,41	0,41	17
8 - Escada Dissipação	10,39	68,04	93,87	9	14	16	13	1	1	1	3	14	1,42	0,95	0,63	3,00	14
9 - Ribeirão do Tanque	1,79	43,79	102,29	12	15	15	14	1	1	1	3	14	0,24	0,61	0,69	1,54	15
10 - Ribeirão Soares	371,4	262,28	809,22	2	4	2	2	4	3	3	10	1	50,74	3,68	5,42	59,84	2
11 - Córrego do Perdão	982,83	138,05	1187,94	1	10	1	4	4	2	4	10	1	134,27	1,94	7,96	144,16	1
12 - Córrego Albino	116,34	81,13	275,35	4	13	11	9	3	1	2	6	9	15,89	1,14	1,85	18,88	5
13 - Córrego do Caxambuzinho	0	6,9	29	13	16	18	15	1	1	1	3	14	0,00	0,10	0,19	0,29	18
14 - Córrego Ponte Alta	256,57	151,97	769,59	3	9	3	5	3	2	3	8	3	35,05	2,13	5,16	42,34	3
15 - Córrego Areião	67,5	427,61	557,45	6	1	5	4	2	3	3	8	3	9,22	6,00	3,74	18,95	4
16 - Córrego Ananas	4,25	188,51	226,86	10	7	13	10	1	2	2	5	13	0,58	2,64	1,52	4,74	13
17 - Taruma	3,13	158,9	352,05	11	8	8	9	1	2	3	6	9	0,43	2,23	2,36	5,02	12
18 - Horto	83,52	136,47	309,26	5	11	9	8	2	2	3	7	5	11,41	1,91	2,07	15,40	6

Fonte: FESPSP, 2020.

#### 2.7.2.4. Hierarquização das Sub-Bacias do Jundiá-Mirim

A tabela a seguir apresenta os resultados para a simulação da bacia do Jundiá-Mirim. Nota-se o seguinte:

- a sub-bacia mais crítica é 11 – Córrego do Perdão, tendo sido classificada como a mais crítica pelos três métodos de hierarquização. Essa unidade encontra-se fora dos limites do município de Jundiá, estando dividida entre Campo Limpo Paulista e Jarinu;

- em seguida, três sub-bacias se destacam no topo: 1 – Jundiá-Mirim Calha, 10 – Ribeirão Soares e 14 – Córrego Ponte Alta. Cada uma delas esteve em pelo menos uma das três hierarquias classificadas como top 3 mais crítica. A unidade 10 – Ribeirão Soares está no município de Jarinu e a 14 – Córrego Ponte Alta é delimitada pela divisa entre Jundiá e Várzea Paulista;

- também críticas, porém em um patamar abaixo estão: 2 – Parque Centenário, 5 – Caxambu e 15 – Areião;

- abaixo dessas estão: 7 – Córrego da Roseira, 8 -Escada Dissipação, 9 – Ribeirão do Tanque, 17 – Tarumã e 18 – Horto;

- as sub-bacias menos críticas são: 3 – Represa Nova, 4 – Pinheirinho, 6 – Ribeirão do Toca, 12 – Córrego Albino, 13 – Córrego do Caxambuzinho e 16 – Córrego Ananas.

#### 2.7.3. Criticidade das Bacias

A metodologia aplicada foi desenvolvida considerando os aspectos quantitativos dos recursos hídricos pelo Curve Number para avaliar a recarga dos aquíferos, qualitativos ao avaliar as cargas difusas e a fragilidade dos terrenos perante os deslizamentos de encostas, aqui definidas como os taludes naturais. Esse último critério é também uma forma de avaliar a erosão e assoreamento potencial dos cursos d'água.

Essa foi uma opção feita para especificamente verificar o que mais ameaça os recursos hídricos em Jundiá. Como é ampla a cobertura pelos sistemas de esgotos sanitários, incluindo o tratamento dos despejos coletados, a maior ameaça aos mananciais não está nas cargas poluidoras pontuais, mas nas difusas e em outros fenômenos muito mais relacionados às superfícies, logo ao uso e ocupação do solo. Dessa forma, apoiado na literatura existente, buscou-se quais fatores superficiais que mais afetam os recursos hídricos principalmente para Jundiá que não possui naturalmente a disponibilidade necessária.

A opção também abarca os efeitos do uso e ocupação do solo nas bacias de Jundiá, tendo em vista a forte dinâmica decorrente da sua posição e da sua economia estruturada. Dessa forma, a metodologia desenvolvida para verificar no cenário referência quais são as bacias mais críticas foi aplicada considerando dois cenários: um no qual o poder público pouco



se envolve e a expansão urbana segue as tendências econômicas somente do mercado imobiliário, cenário chamado tendencial. O outro é denominado dirigido, porque pressupõe uma ação efetiva do poder público municipal apoiada no instrumento recentemente aprovado, o Plano Diretor do Município (2019).

Não se trata de simplesmente avaliar todas as proposições desse documento, mas de constatar que é muito melhor contar com um documento orientador do que não ter nenhum ou tê-lo e não o seguir. Assim, a ação do poder público municipal é fundamental para preservar suas águas, limitadas e insuficientes, tendo em vista a sua disponibilidade hídrica natural.

Ainda considerando o atual Plano Diretor, é possível nas atuais ocupações urbanas e rurais sejam aplicadas técnicas mais atuais que manejam a água de uma forma muito mais sustentável que o atualmente feito. É o caso das águas pluviais saindo da proposição convencional de aceleração das águas para jusante, saindo do território municipal e se perdendo para uso interno, indo para uma proposição sustentável, buscando lidar com as águas das chuvas onde se precipitam, as infiltrando o que recarrega os aquíferos locais, mesmo que sejam limitados. Qualquer água retida e armazenada, aumenta a segurança hídrica em Jundiaí.

No capítulo a seguir, são feitas as simulações para os cenários tendencial e dirigido, apoiado esse último no atual Plano Diretor. Na sequência, são feitas propostas baseadas nas tendências mais atuais estabelecidas pela Organização das Nações Unidas nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.



**Tabela 21 – Hierarquia final as sub-bacias da bacia do Jundiá-Mirim**

SUB-BACIA	Alternativa 1 - Posição Média				Alternativa 2 - Pontos Faixa					Alternativa 3 - Pontos Proporcional				
	CD	FG	CN	Hierarquia	CD	FG	CN	Total	Hierarquia	CD	FG	CN	Total	Hierarquia
1 - Jundiá-Mirim Calha	2	4	9	5	40	18	24	82	2	45,10	47,89	26,12	119,11	4
2 - Parque Centenário	9	7	6	7	24	14	28	66	6	19,58	31,77	35,31	86,67	8
3 - Represa Nova	18	15	8	13	12	0	24	36	17	3,52	0,85	37,65	42,01	15
4 - Pinheirinho	13	11	7	10	16	6	28	50	12	13,26	10,56	26,66	50,48	14
5 - Caxambu	7	4	8	6	24	14	28	66	6	22,93	52,10	25,69	100,73	6
6 - Ribeirão da Toca	13	9	14	12	20	10	12	42	15	13,48	18,54	3,33	35,34	17
7 - Córrego da Roseira	6	6	16	10	32	14	12	58	9	28,46	25,41	1,63	55,49	13
8 - Escada Dissipação	4	12	13	9	36	6	12	54	10	40,85	6,75	12,01	59,61	12
9 - Ribeirão do Tanque	10	8	14	11	20	14	12	46	13	18,56	39,43	6,18	64,17	11
10 - Ribeirão Soares	9	5	2	5	24	14	40	78	4	19,71	44,00	239,36	303,07	2
11 - Córrego do Perdão	1	2	4	2	44	18	40	102	1	58,73	67,78	576,66	703,16	1
12 - Córrego Albino	16	11	9	12	12	10	24	46	13	7,34	15,80	75,51	98,65	7
13 - Córrego do Caxambuzinho	14	13	15	14	16	4	12	32	18	10,73	3,87	1,16	15,76	18
14 - Córrego Ponte Alta	2	7	5	4	36	14	32	82	2	45,85	27,50	169,36	242,71	3
15 - Córrego Areião	5	9	4	5	32	8	32	72	5	28,35	12,92	75,81	117,08	5
16 - Córrego Ananas	14	11	10	11	12	6	20	38	16	10,16	6,71	18,98	35,85	16
17 - Taruma	11	4	9	8	16	22	24	62	8	15,13	42,69	20,06	77,88	10
18 - Horto	11	10	8	9	20	6	28	54	10	15,35	8,43	61,58	85,37	9

Fonte: FESPSP, 2020.

### 3. PROGNÓSTICO

O presente capítulo apresenta o prognóstico realizado no âmbito do PMGRH de Jundiaí, após o levantamento de dados e da análise dos mesmos. O prognóstico consiste em traçar o futuro de Jundiaí, levando em consideração os aspectos que mais interferem no âmbito dos Recursos Hídricos. Esse crescimento leva em consideração como a população se distribuirá no território jundiaíense se de uma forma ordenada, seguindo o Plano Diretor ou mera expansão tendencial, pouco considerando as necessidades dos recursos hídricos e preservação das bacias hidrográficas que são mananciais.

#### 3.1. PROJEÇÃO POPULACIONAL

As projeções populacionais, elaboradas para o prognóstico do PMRH e apresentadas nas Quadro 22 e Quadro 23, levaram em consideração as informações da Fundação SEADE, obtidas por meio do Sistema Seade de Projeções Populacionais.

**Quadro 22 – Projeção populacional de Jundiaí por faixas etárias**

Faixas de Idade	2019	2020	2025	2030	2035	2040
00 a 04 anos	24.064	23.801	22.148	20.538	19.579	18.848
05 a 09 anos	24.614	25.207	23.940	22.257	20.617	19.634
10 a 14 anos	22.661	22.521	25.409	24.107	22.382	20.705
15 a 19 anos	24.322	23.748	23.031	25.858	24.484	22.662
20 a 24 anos	28.234	28.094	24.957	24.066	26.765	25.233
25 a 29 anos	30.739	30.092	29.217	25.834	24.763	27.307
30 a 34 anos	34.335	34.041	30.640	29.614	26.101	24.936
35 a 39 anos	35.006	35.513	34.107	30.668	29.598	26.052
40 a 44 anos	32.090	32.888	35.473	34.057	30.610	29.522
45 a 49 anos	28.605	28.827	32.736	35.318	33.915	30.487
50 a 54 anos	26.997	27.296	28.524	32.421	35.009	33.640
55 a 59 anos	24.737	25.149	26.729	27.994	31.876	34.472
60 a 64 anos	21.344	22.177	24.272	25.874	27.184	31.031
65 a 69 anos	16.480	17.136	20.952	23.046	24.666	26.020
70 a 74 anos	12.192	12.749	15.667	19.299	21.370	22.991
75 anos e mais	17.349	17.777	21.478	26.452	32.909	38.943
<b>Total Geral</b>	<b>403.769</b>	<b>407.016</b>	<b>419.280</b>	<b>427.403</b>	<b>431.828</b>	<b>432.483</b>

Fonte: Fundação SEADE.

**Quadro 23 – Projeção populacional de Jundiaí urbana e rural**

Ano	Urbana		Rural		Total (Abs)
	Abs	%	Abs	%	
2019	391.578	97,0%	12.191	3,0%	403.769
2020	395.118	97,1%	11.898	2,9%	407.016
2025	408.636	97,5%	10.644	2,5%	419.280
2030	417.674	97,7%	9.729	2,3%	427.403
2035	422.770	97,9%	9.058	2,1%	431.828
2040	423.936	98,0%	8.547	2,0%	432.483

Fonte: Fundação SEADE.

As projeções populacionais indicam que a população vai aumentar e envelhecer nas próximas décadas. O fenômeno do envelhecimento acompanha as tendências da população brasileira em geral. Por outro lado, o ritmo de crescimento tende a diminuir com o passar do tempo. Enquanto a taxa de crescimento entre 2020 e 2025 será 3,0%, entre 2035 e 2040 o crescimento esperado será de 0,2%. Destaca-se também que a população rural manterá a trajetória de encolhimento.

As projeções do crescimento do número de domicílios ocupados também foram analisadas. Nesse sentido o que se nota é uma taxa de crescimento proporcionalmente maior em comparação com o crescimento populacional. Enquanto a estimativa de crescimento populacional entre 2019 e 2040 será de 7,1%, o crescimento de domicílios será de 21%.

**Quadro 24 – Projeção do crescimento do número de domicílios ocupados de Jundiaí**

Ano	Domicílios	Crescimento em relação a 2019
2019	139.090	
2020	141.326	1,6%
2025	150.774	8,4%
2030	158.432	13,9%
2035	164.289	18,1%
2040	168.345	21,0%

Fonte: Fundação SEADE / FESPSP.

O prognóstico também procurou entender a dinâmica populacional nos municípios da Aglomeração Urbana de Jundiaí<sup>5</sup>, uma vez que as visitas técnicas mostraram o avanço antrópico nas regiões de fronteira com o município de Jundiaí e que o fenômeno também vem chamando atenção dos membros da sociedade civil jundiaíense que fizeram questão de externar esta percepção nos encontros e atividades do Plano de Mobilização Social do PMRH.

**Quadro 25 – Projeção do populacional nos municípios da AUJ**

Município	2019			2040			Crescimento (2019-2040)
	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	
Cabreúva	43.375	5.255	48.630	57.056	3.073	60.129	24%
Campo Limpo Paulista	81.979	-	81.979	90.675	-	90.675	11%
Itupeva	53.661	4.043	57.704	74.130	1.900	76.030	32%
Jarinu	24.970	4.255	29.225	35.713	1.996	37.709	29%
Jundiaí	391.578	12.191	403.769	423.936	8.547	432.483	7%
Louveira	46.075	1.161	47.236	46.075	1.161	47.236	0%
Varzea Paulista	119.272	-	119.272	132.684	-	132.684	11%

Fonte: SEADE / FESPSP.

**Quadro 26 – Projeção dos domicílios ocupados nos municípios da AUJ**

Município	2019	2040	Crescimento (2019-2040)
Cabreúva	15.607	23.111	48%
Campo Limpo Paulista	26.924	34.952	30%
Itupeva	19.013	29.433	55%
Jarinu	9.432	13.973	48%
Jundiaí	139.090	168.345	21%
Louveira	15.866	23.504	48%
Varzea Paulista	39.630	52.357	32%

Fonte: SEADE / FESPSP.

Os resultados das projeções populacionais e dos domicílios ocupados apontam uma tendência que pode significar a redução das áreas permeáveis no território e no entorno. Jundiaí já enfrenta uma grande pressão para a transformação das áreas rurais, inclusive algumas sensíveis à recarga hídrica, em urbanas por conta das dinâmicas sociais e de uso e

<sup>5</sup> Os municípios do Aglomerado Urbano de Jundiaí não fazem parte do escopo do PMRH e não serão aprofundados em todas as dimensões do PMRH. Os dados apresentados neste capítulo



ocupação do solo que têm desenhado uma descaracterização de diversas localidades rurais em virtude de ocupações irregulares. Apesar da perspectiva futura ser de diminuição das áreas rurais no município, existe uma tentativa de resgate e preservação do meio rural por meio da enocultura e do turismo rural, que ganham relevância e podem ser um contraponto na preservação, desde que sejam elaboradas e implantadas políticas públicas no sentido de incentivar economicamente a preservação destas áreas. O governo demonstra preocupação com a questão e vem conduzindo políticas que incentivam o crescimento sustentável das áreas rurais com vocação turística. Entretanto, para a consolidação desta estratégia de ressignificação das áreas rurais, a sociedade precisa ser mobilizada de forma a compreender a importância da área rural do município e construir políticas de Estado que garantam a preservação do meio rural, tão importante neste contexto.

No entorno, é possível notar indícios de que as percepções da sociedade civil têm fundamento. Porém, a investigação apenas da fotografia demográfica não é suficiente para que se estabeleçam conclusões. A Prefeitura de Jundiaí, assim como a DAE – Jundiaí, deve manter a postura de investigação e conhecimento do seu território de forma a protagonizar o debate regional. Cabe destacar que Jarinu poderá impactar na quantidade e qualidade da produção hídrica do rio Jundiaí Mirim, por conta de seus elevados índices de crescimento populacional e domiciliar. Por outro lado, o crescimento da população e dos domicílios ocupados em Campo Limpo Paulista também poderão impactar áreas importantes para a dinâmica das águas no território.

Além disso, vale destacar que o Trecho Norte do Rodoanel Mário Covas também poderá impactar as dinâmicas regionais. Apesar da falta de previsão da conclusão da obra. Jundiaí é uma das cidades mais próximas ao empreendimento e a cidade com melhor infraestrutura para receber empresas, dentre as cidades diretamente impactadas pela conclusão da obra.

### **3.2. EXPANSÃO URBANA**

Qualquer desenvolvimento só é possível caso haja um planejamento estruturado em políticas públicas consistentes e com um desenho urbano do que se espera para a ocupação do território. Mesmo assim, dentro de processos planejados são inúmeros os desafios para recuperar os agravados processos anteriores de ocupação por vezes espontâneas e irregulares.

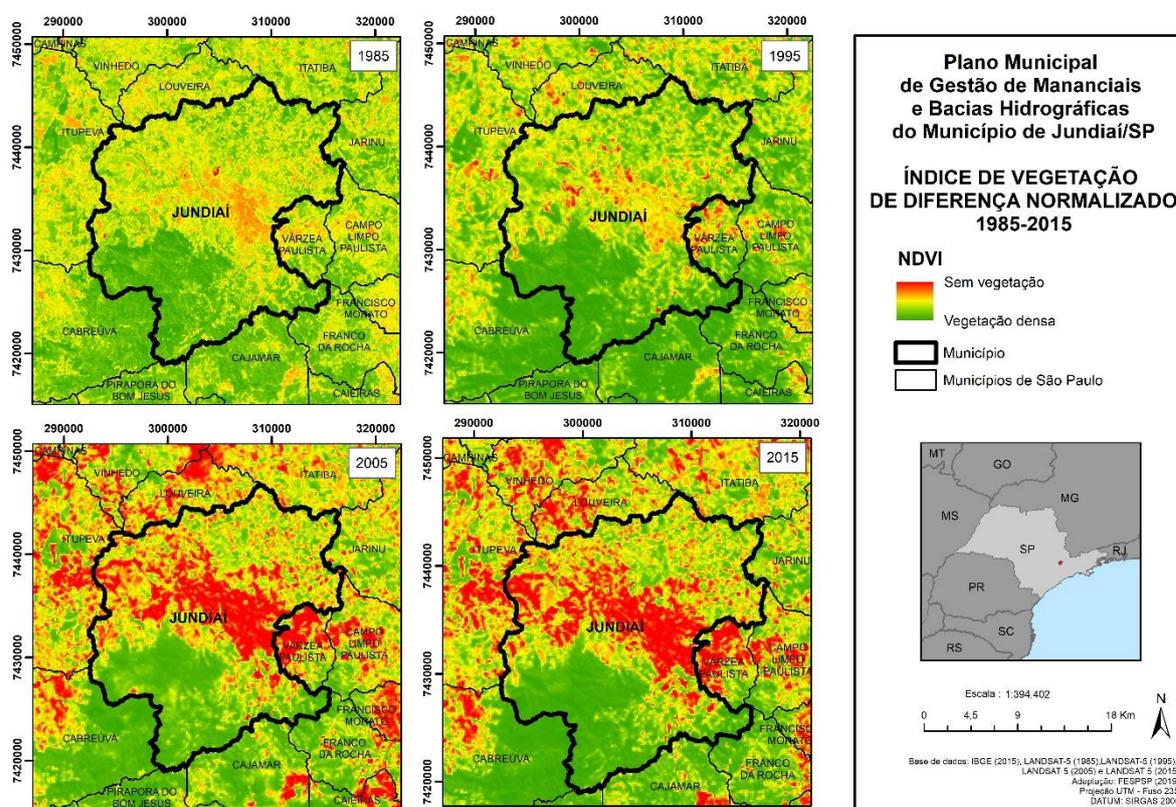
O que se costuma ver são processos de transformação acelerados onde a transição entre o rural e o urbano ocorre de forma rápida e com pouco controle. Haja vista o forte crescimento urbano das últimas décadas nos países latino-americanos.

Atualmente, o ritmo de crescimento dos grandes centros urbanos tende à estabilidade, apresentando, em alguns casos, taxas de crescimento bem baixas. Não é o que ocorre com a cidade de Jundiaí. Devido à sua localização e inúmeros fatores mencionados, Jundiaí apresenta índices de crescimento superiores às médias nacionais. Por isso há a necessidade de planejar a ocupação com medidas de controle de fácil aplicação e com fiscalização adequada. Quando a ocupação urbana acontece de forma desordenada, os problemas se tornam cada vez mais complexos e difíceis de resolver apresentando impactos negativos para toda a sociedade, principalmente no que se refere aos problemas ambientais.

Uma das principais consequências é a “dispersão urbana”. Considerada como um processo de desconcentração da população em determinado espaço urbano, a dispersão ocorre por diversos fatores, provocando a ocupação das áreas mais afastadas dos centros, resultando na migração da população de renda média e alta para condomínios ou loteamentos fechados.

O que se pode perceber em relação à cobertura vegetal da expansão urbana é a degeneração do meio natural em prol da ocupação territorial (Figura 62).

**Figura 62 – Mapa de Índice de Vegetação no território.**



Fonte: FESPSP, 2019.

O grande problema desse modelo de ocupação territorial está no espraiamento das cidades e a ocupação de áreas de proteção de hídrica e preservação, tanto de mananciais, quanto ambiental.

O que ocorre com a cidade de Jundiaí exemplifica a dificuldade de se estabelecer princípios normativos para atender o impulso de desenvolvimento e crescimento urbano sem afetar as áreas de manejo rural e preservação hídrica do município. A Bacia do Rio Jundiaí-Mirim, hoje alvo de interesse, passa por essa discussão de grande relevância.

### **3.2.1. Plano Diretor: 2012, 2016 e Revisão de 2019**

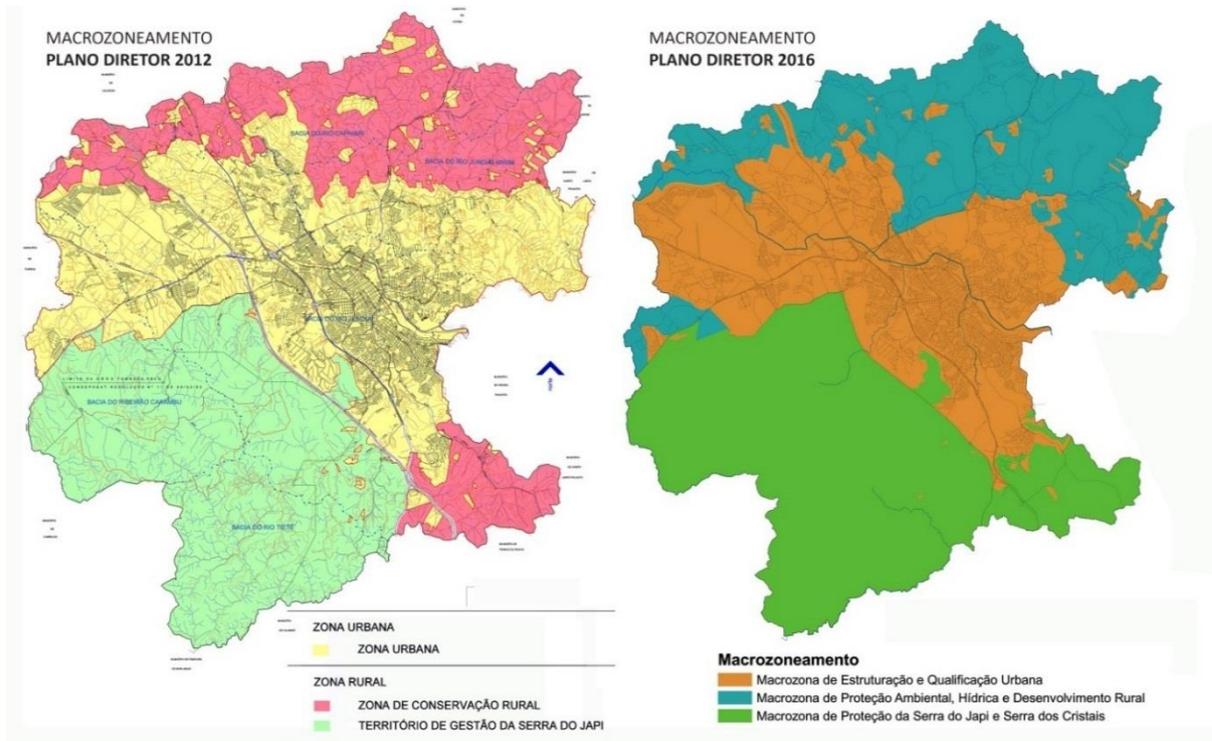
O município de Jundiaí tem revisto seu Plano Diretor com bastante frequência: 2012, 2016 e recentemente foi aprovada uma nova revisão (revisão 2019). O aspecto que caracteriza a revisão do plano, no que se refere ao uso e ocupação do solo, trata as zonas de conflito entre as áreas rurais e as áreas urbanas. Com destaque para a região da bacia do Rio Jundiaí-Mirim.

A bacia hidrográfica do Rio Jundiaí-Mirim, por ser uma área preservação hídrica, tem como um dos parâmetros de ocupação mais importante, o índice de permeabilidade do solo, o que deve ser definido de forma a estabelecer as relações entre a ocupação e o aproveitamento hídrico da bacia.

Ao analisar a Bacia do Rio Jundiaí-Mirim através dos Planos Diretores de 2012 e 2016 e da revisão do Plano em 2019, verifica-se que a intencionalidade de conservar aspectos qualitativos do meio físico, principalmente no que se refere à preservação hídrica, persistem de maneira mais ou menos restritiva.

Quando se compara o Macrozoneamento proposto pelo PD de 2012 com o seguinte (2016), nota-se uma clara diferença entre os limites territoriais das macrozonas definidas (Figura 63). Em 2012, a macrozona urbana (central, em amarelo ou laranja) apresentava a possibilidade de ocupação territorial em área muito maior que o plano seguinte, o que é visível na porção nordeste do território, chegando a ultrapassar os limites do Rio Jundiaí-Mirim, e, conseqüentemente, reduzindo a macrozona rural ou zona de conservação rural a uma porção menor do território ao norte do município e a uma pequena parte ao sul na denominada Serra dos Cristais. A macrozona do território de gestão da Serra do Japi, desde o tombamento pelo CONDEPHAAT, Resolução nº 11 de 08/03/1983, tem parâmetros de ocupação bastante restritivos, visando a conservação do meio natural.

**Figura 63 – Macrozoneamento Plano Diretor de 2012 e Macrozoneamento Plano Diretor de 2016**



Fonte: urbe, Rev. Bras. Gest. Urbana vol.10 no.2. Curitiba. May/Aug 2018. Epub Feb 26, 2018.

Apesar de caracterizada como zona urbana, a Lei de 2012 apresentava preocupações pertinentes à conservação Ambiental e a conservação dos Mananciais, com taxas de densidade demográfica bastante baixas. Para além das taxas de densidade de ocupação havia a “*Faixa de Margem Hídrica*”, que para o Rio Jundiá-Mirim e seus afluentes diretos tinham a exigência de área não edificável de 45 metros de cada margem ao longo do rio.

Apesar de as características e das preocupações dotadas no Plano de 2012, a formação de bairros lindeiros a margem esquerda do Rio na Bacia do Jundiá-Mirim que datam da ocupação territorial dos anos 90 seguiu o traçado viário proposto e cresceu em densidade demográfica, reproduzindo a ocupação urbana caracterizada pelos planos anteriores ao de 2012. O resultado disso foi o surgimento de bairros consolidados como: Jardim das Bandeiras, Portal da Colina, Jardim Tarumã, Parque São Luiz, Caxambu, Jardim Dona Donata e Jardim Vera Cruz (Figura 64).

**Figura 64 – Formação dos Bairros a margem esquerda do Rio Jundiáí-Mirim.**



**Fonte: FESPSP – Arquivo DWG da ocupação territorial da Bacia do Jundiáí-Mirim.**

Ao visualizar a espacialização da ocupação real, melhora-se a compreensão das interações entre ocupação e território, indicando as ações mitigadoras necessárias ao enfretamento da expansão. Ao contrário, no contato com a realidade, a complexidade das questões ambientais dificulta a visualização e a interpretação das interações dos atores sociais com o suporte físico-territorial. Cada localidade tem suas peculiaridades. Com o auxílio das representações cartográficas na visualização e interpretação dos aspectos necessários ao planejamento urbano/ambiental, é possível fazer prognósticos embasados na proposição do desenvolvimento sustentável.

Do ponto de vista do Plano Diretor de 2016, percebe-se na comparação com o exposto acima uma clara intensão de diminuir o território urbano, aumentando o território para o desenvolvimento rural, principalmente na porção nordeste/leste do município. O Plano Diretor atualmente em vigência descreve no artigo 10, um ordenamento territorial em macrozonas da seguinte forma:

“O território do Município de Jundiáí fica dividido em três Macrozonas complementares, conforme o Mapa 5 do Anexo I, que faz parte integrante desta Lei:

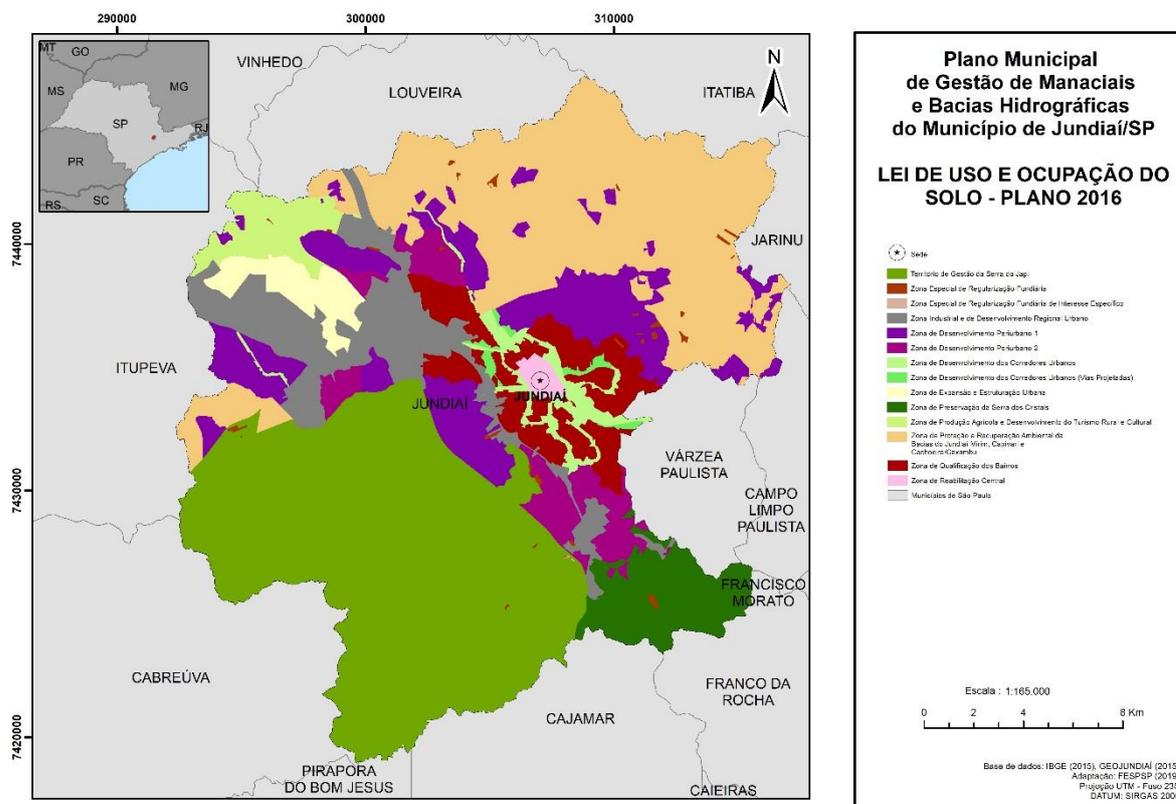
I - Macrozona de Estruturação e Qualificação Urbana, que corresponde à porção urbanizada do território e mais propícia para abrigar os usos e atividades urbanos, apresenta grande diversidade de padrões de uso e ocupação do solo e padrões diferenciados de urbanização;

II - Macrozona de Proteção da Serra do Japi e Serra dos Cristais compreende as áreas do Território de Gestão da Serra do Japi e da Serra dos Cristais, que possuem grande importância ambiental para o Município, constituída por remanescentes florestais significativos em diversos estágios sucessionais, por ecossistemas representativos de importância regional no âmbito da fauna e flora, que contribuem para manutenção da biodiversidade, conservação do solo e produção de água;

III - Macrozona de Proteção Ambiental, Hídrica e de Desenvolvimento Rural, constituída por bacias hidrográficas de abastecimento do Município e outros municípios da região, e por áreas de produção agrícola que contribuem para manutenção da biodiversidade, conservação do solo e manutenção dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos”.

Fica evidente na comparação cartográfica o ganho ambiental do território de preservação hídrica na bacia do Rio Jundiáí-Mirim. Contudo, na subdivisão das macrozonas em zonas de ocupação, é possível perceber uma semelhança com as características de uso e ocupação do solo (Figura 65). Ao confrontar o mapa de zoneamento urbano, nota-se a evidência da preservação da margem direita do rio, caracterizada como Macrozona de Proteção Ambiental, Hídrica e de Desenvolvimento Rural, mas a parte que já vinha sendo ocupada pelos bairros acima mencionados, na margem esquerda do rio, manteve-se como a macrozona de Estruturação e Qualificação Urbana, subdividida em zonas de uso e ocupação passando a ser denominada nessa porção do território como “Zona de Desenvolvimento Periurbano I”.

**Figura 65 - Mapa Lei de Uso e Ocupação do Solo - Plano 2016**



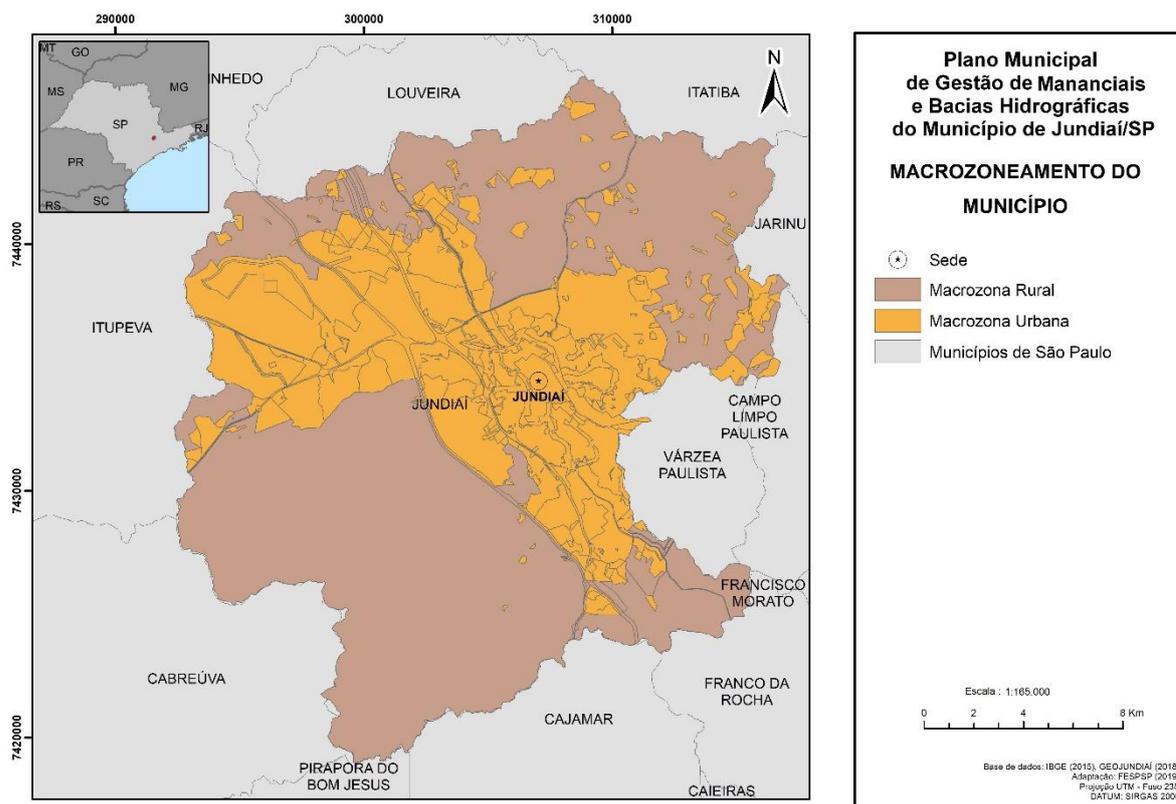
Fonte: FESPSP, 2020.

A proposta de revisão do Plano Diretor explicita, para o uso e ocupação do solo, os instrumentos urbanísticos importantes para a constituição de formas de ocupação do território. No que se refere ao macrozoneamento, existe uma alteração em relação ao Plano Diretor de 2016 (ainda em vigência) que é o retorno às denominações do Plano Diretor de 2012, passando a ter, ao invés de três divisões, duas macrozonas (Figura 66): Rural e Urbana, conforme segue:

“I - Macrozona Rural: compreende as bacias hidrográficas de abastecimento de Jundiaí e outros municípios da região, por áreas de produção agrícola que contribuem para manutenção da biodiversidade, conservação do solo e manutenção dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, e pelas áreas do Território de Gestão da Serra do Japi e da Serra dos Cristais, constituída por remanescentes florestais significativos em diversos estágios sucessionais, por ecossistemas representativos de importância regional no âmbito da fauna e flora, que contribuem para manutenção da biodiversidade, conservação do solo e produção de água;

II - Macrozona Urbana: compreende a porção urbanizada do território e mais propícia para abrigar atividades urbanas, apresenta grande diversidade de padrões de uso e ocupação do solo e padrões diferenciados de urbanização”.

**Figura 66 – Mapa das macrozonas da proposta de Lei.**



**Fonte: FESPSP, 2020.**

Ao comparar o Macrozoneamento de 2016 com o Macrozoneamento da proposta de 2019, são observáveis diversas pequenas manchas de zoneamento urbano que não existiam em 2016 pulverizando a mancha do território rural. Isso é resultado da expansão urbana territorial espontânea que ocorreu em período inferior a 5 anos. Mostra também que a correlação existente entre a expansão da mancha urbana e o zoneamento do território não tem necessariamente relação de causalidade. Ou seja, o fato de o zoneamento delimitar as formas de ocupação não direciona o desenho de ocupação do território. Os propósitos do crescimento obedecem a outros importantes fatores já mencionados. Especificamente na Bacia do Rio Jundiaí-Mirim observa-se que o zoneamento proposto na minuta da lei apresenta mudanças em relação ao zoneamento vigente no sentido de criar mais instrumentos de controle de ocupação, conforme descrito no artigo 193 da proposta (Figura 67):

“Para orientar o desenvolvimento urbano e dirigir a aplicação dos instrumentos urbanísticos e jurídicos para atingir seus objetivos, a Macrozona Urbana se subdivide em 6 (seis) zonas de uso do solo e 4 (quatro) zonas especiais, descritas a seguir e delimitadas no Mapa 2 do Anexo I desta Lei.

I - Zona de Reabilitação Central - ZRC;

II - Zona de Qualificação dos Bairros - ZQB;

III - Zona de Preservação dos Bairros - ZPB;

IV - Zona de Desenvolvimento Urbano - ZDU;

V - Zona de Uso Industrial - ZUI;

VI - Zona de Conservação Ambiental – ZCA”.

A Macrozona Urbana na porção do território da Bacia em questão altera a Zona de Desenvolvimento Periurbano 1 para Zona de Conservação Ambiental – ZCA mantendo, entretanto, um limite bastante semelhante ao anterior. Conforme artigo 199 da proposta de lei:

“A Zona de Conservação Ambiental compreende áreas que estabelecem a transição entre os usos urbano e rural, ou constituem vazios urbanos cuja localização inviabiliza os usos rurais, mas possuem atributos ambientais importantes que devem ser conservados e protegidos, sobretudo mananciais de abastecimento de água.

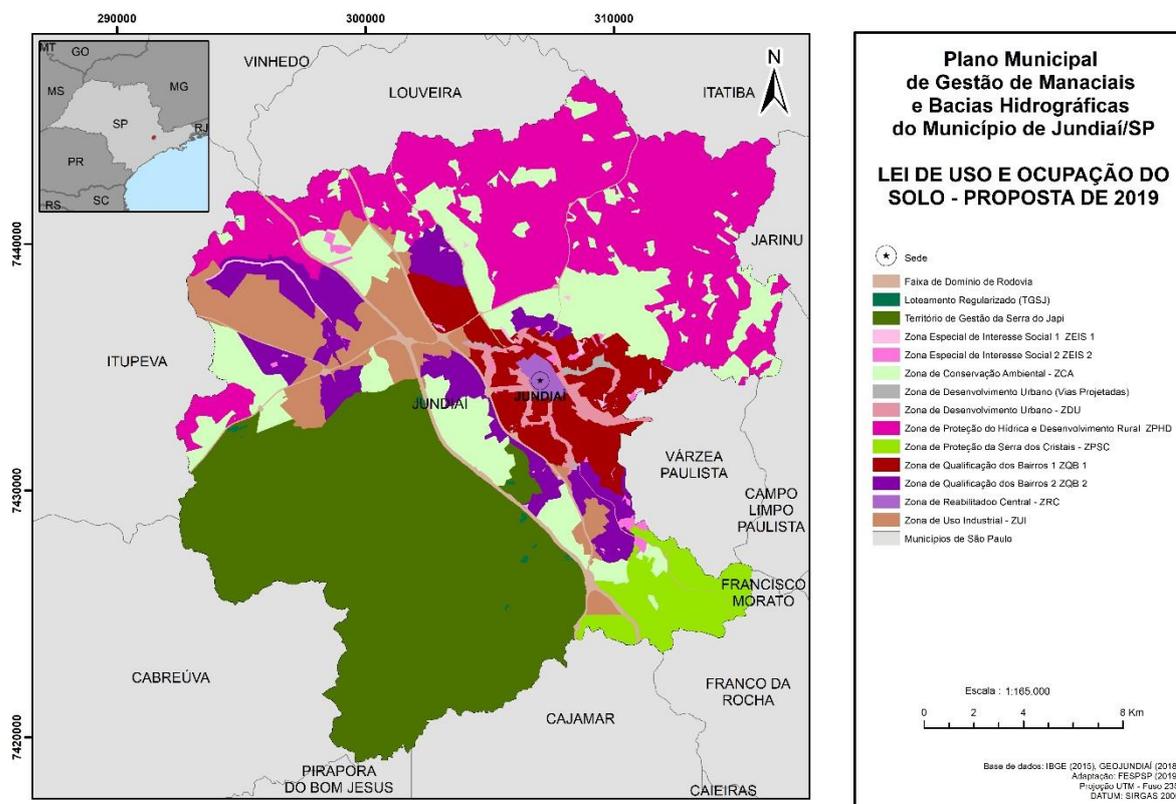
Parágrafo único. São objetivos da Zona de Conservação Ambiental:

I - proteção e conservação dos mananciais;

II - redução e o controle do adensamento construtivo e demográfico nas áreas próximas às áreas ambientalmente frágeis e de abastecimento hídrico, gerando uma região de amortecimento para áreas de proteção;

III - apoio à manutenção das atividades rurais existentes”.

**Figura 67 - Mapa Lei de Uso e Ocupação do Solo – Proposta de 2019.**



Fonte: FESPSP, 2020.

Quanto aos índices urbanísticos da ZCA, as características permanecem semelhantes ao zoneamento anterior sendo o lote mínimo de 1000m<sup>2</sup> com testada mínima de 20 metros. Coeficiente de aproveitamento máximo igual a uma vez a área do lote. Taxa de ocupação de 40% da área do lote. Taxa mínima de permeabilidade do solo igual a 50% do lote. Gabarito máximo ou altura máxima da edificação igual a 10,50 metros, aproximadamente três pavimentos. Permeabilidade visual do alinhamento do lote igual a 50% da testada.

O que está na abrangência dessa zona são os lotes já existentes, que passam a atender parâmetros de taxa de ocupação e permeabilidade menos restritivos que os lotes novos.

### 3.2.2. A Análise das Bacias do Rio Jundiaí-Mirim

Como prática de cidadania, a postura crítica diante das ações relacionadas ao uso dos recursos naturais e à ocupação do território deve ser insistentemente praticada. Deve-se fazer um reconhecimento diferente entre áreas com possibilidades de exploração distintas e, portanto, ocupáveis, das áreas de preservação onde a prevalência dos recursos naturais está destacada. Essa reflexão é determinante para o estabelecimento da qualidade de vida



desejada. Para que isso ocorra é preciso saber da importância da relação socioeconômica, com o uso do meio físico atendendo à variedade de classes sociais e suas demandas por recursos naturais. Objetivamente, ter com clareza as necessidades de infraestrutura urbana e as interferências que essas causam ao meio ambiente. A relação sociedade e meio físico dentro de uma gestão ambiental deve direcionar as decisões de ordenação territorial de forma a encontrar o melhor equilíbrio possível entre as demandas contemporâneas da sociedade.

A ferramenta para que tudo isso possa ser confrontado são as geotecnologias capazes de reunir de forma integrada mapas, cartografias, dados e informações, permitindo um prognóstico com interações claras e construtivas entre os diversos assuntos como: ocupação, densidade, vegetação, hidrografia etc. Do ponto de vista contemporâneo de gestão territorial, as ações referentes ao planejamento, ordenação, monitoramento do espaço, preservação dos recursos naturais ou ao desenho urbano propriamente dito devem ser analisadas tendo como premissas: o meio ambiente físico-biótico, a ocupação humana e as inter-relações entre ambos. Somente dessa forma a abrangência dos impactos no meio ambiente e as ações de ocupação territorial encontram o bom termo para um desenvolvimento sustentável.

Em função das premissas descritas, dois cenários possíveis de análise se estabelecem. Um tendencial, onde se observam as tendências de ocupação territorial levando-se em consideração as diretrizes do atual Plano Diretor (2016) e o processo de ocupação espontânea do território, e um dirigido onde o direcionamento proposto pelo possível Plano Diretor (2019) pode configurar outro tipo de ocupação urbana.

Vale lembrar que a construção desses cenários apresenta subjetividades decorrentes das análises de dados e da forma como se observam esses dados. Portanto, é importante ressaltar que as construções desses cenários são referências para as análises da situação hídrica do município, mas que não se descarta a possibilidade de outras formas interpretativas possa resultar em outros cenários.

Serão apresentados a seguir ambos cenários para cada bacia que o município de Jundiaí tem na sua composição hídrica: Bacia do Capivari, Bacia do Jundiaí, Bacia da Estiva, Bacia do Guapeva, Bacia do Ribeirão Cachoeira, Bacia do Jundiuvira e Bacia do Jundiaí-Mirim. Destaca-se que esta será tratada de forma específica por ter importância hídrica fundamental para o abastecimento de água para o município.

As bacias do município apresentam características, quanto sua ocupação bastante, distintas. As Bacias do Jundiaí e Estiva tem sua ocupação caracterizada pela urbanidade. As Bacias do Capivari, Ribeirão Cachoeira e do Jundiuvira apresentam características rurais e/ou de preservação. Já as Bacias do Guapeva e Jundiaí-Mirim apresentam as duas características de ocupação. Isto será observável na apresentação dos cenários conforme se verá a seguir.

### 3.2.2.1. Cenário Tendencial

Fazer o prognóstico de um cenário tendencial de ocupação e uso do solo da Bacia do Rio Jundiá-Mirim na porção do território do município é uma tarefa que deve ser relativizada pela complexidade de fatores que funcionam como agentes de transformação e que são de abrangência nacional e, por vezes, global.

Deve-se retroagir para identificar pistas das características sociais, econômicas e urbanas que resultaram na ocupação territorial atual, buscando identificar as tendências de ocupação. A análise evolutiva das ações visa verificar os diversos interesses que convergem para o atual desenho de ocupação do território e conseqüentemente as tendências futuras dentro de uma perspectiva de manutenção do Plano Diretor atual. São eles:

- Manutenção das taxas de crescimento populacional nos últimos anos;
- Permanência dos níveis de concentração espacial urbana;
- Disparidades de renda entre áreas urbanas e rurais mesmo com o recente incremento da economia rural por conta do turismo;
- Diferenças entre o valor da terra com e sem infraestrutura urbana;
- Desvalorização das políticas públicas que visam o equilíbrio e a manutenção dos recursos naturais;
- Falta de tecnologia para a manutenção da agricultura de subsistência;
- Vetores de crescimento caracterizados por eixos viários de grande fluxo;
- Falta de conscientização ambiental e desinteresse no ganho futuro da preservação dos recursos naturais;
- Especulação imobiliária e ganho monetário imediato;
- Forte influência dos municípios vizinhos pelo atrativo representado no crescimento de Jundiá e sua geração de emprego;
- Geração de centralidades urbanas multifuncionais que geram subcentros mais distantes;
- Redução da cobertura vegetal em prol da construção e da impermeabilização do solo.

Para o cenário tendencial considera-se um recorte temporal de 30 anos. Do ponto de vista urbanístico esse tempo será suficiente para apresentar resultados da provável situação hídrica de Jundiá. O prognóstico deve ter como espectro temporal o ano de 2050.

No que toca a bacia do Jundiá-Mirim, a análise cartográfica mostra a evolução da ocupação, não apenas como espraiamento da mancha, mas também na sua densidade. Nota-se que nos últimos dez anos o traçado urbano pouco modificou, no entanto, a densidade de ocupação aumentou significativamente (Figura 68), principalmente na margem esquerda e na

porção central da bacia, onde nota-se que em dez anos o desenho das pequenas manchas de vegetação teve pouca alteração.

**Figura 68 – Comparativo da evolução da ocupação nos últimos 10 anos na parte urbanizada da bacia.**

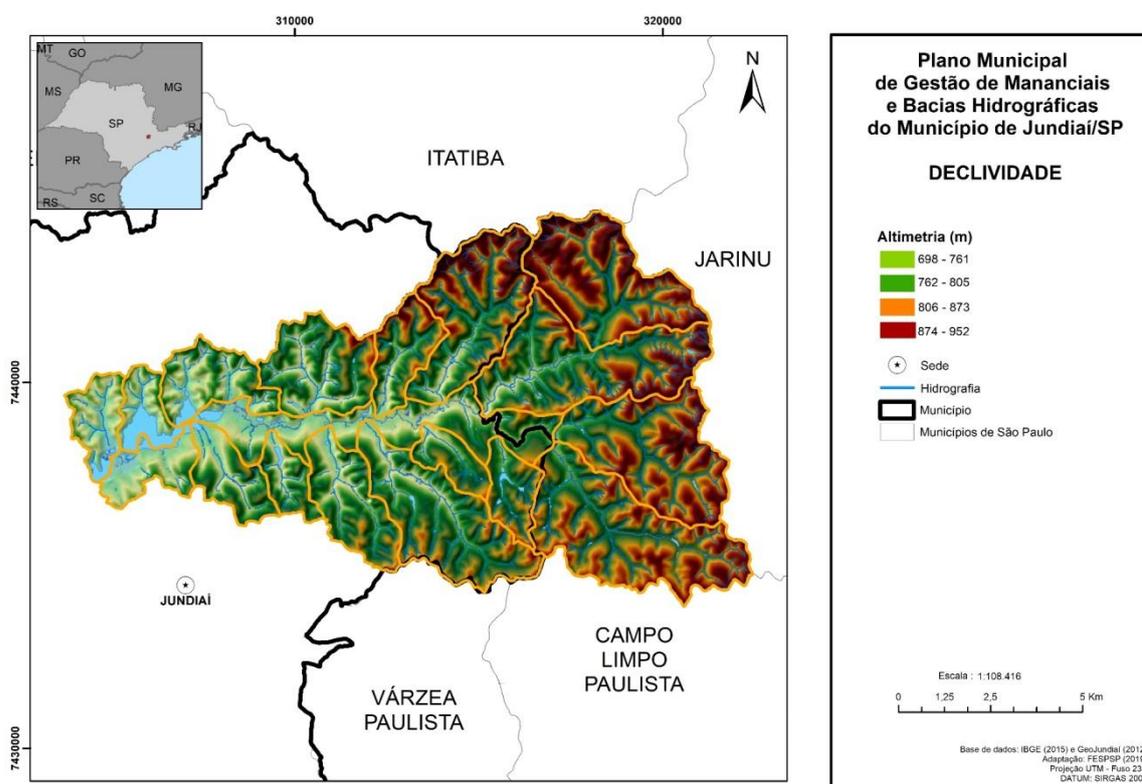


Fonte: Google Earth – acesso em 08/10/2019.

Claramente os lotes resultantes do parcelamento urbano foram ocupados ao longo desses anos, e, como consequência, houve a impermeabilização do solo e a redução de reposição hídrica.

É importante observar que a forte pressão exercida pela densa ocupação do município de Várzea Paulista e Campo Limpo Paulista caracterizam um cenário tendencial preocupante para os recursos hídricos de Jundiaí, uma vez que não existem barreiras físicas que impeçam essa expansão, ao contrário da situação do município de Jarinu, onde as condições de um relevo mais acidentado freiam a extensão da ocupação territorial no sentido de Jundiaí (Figura 69).

**Figura 69 – Mapa do relevo e declividade**



**Fonte: FESPSP, 2020.**

As demandas de crescimento do município, se especializadas, devem indicar a expansão da mancha urbana no horizonte do planejamento urbano, considerando os principais vetores de desenvolvimento regional. Algo diferente espera-se que ocorra na margem direita do rio Jundiaí-Mirim onde a preservação das unidades rurais e ambientais previstas nos planos resulte no cenário tendencial de baixo impacto na organização do território.

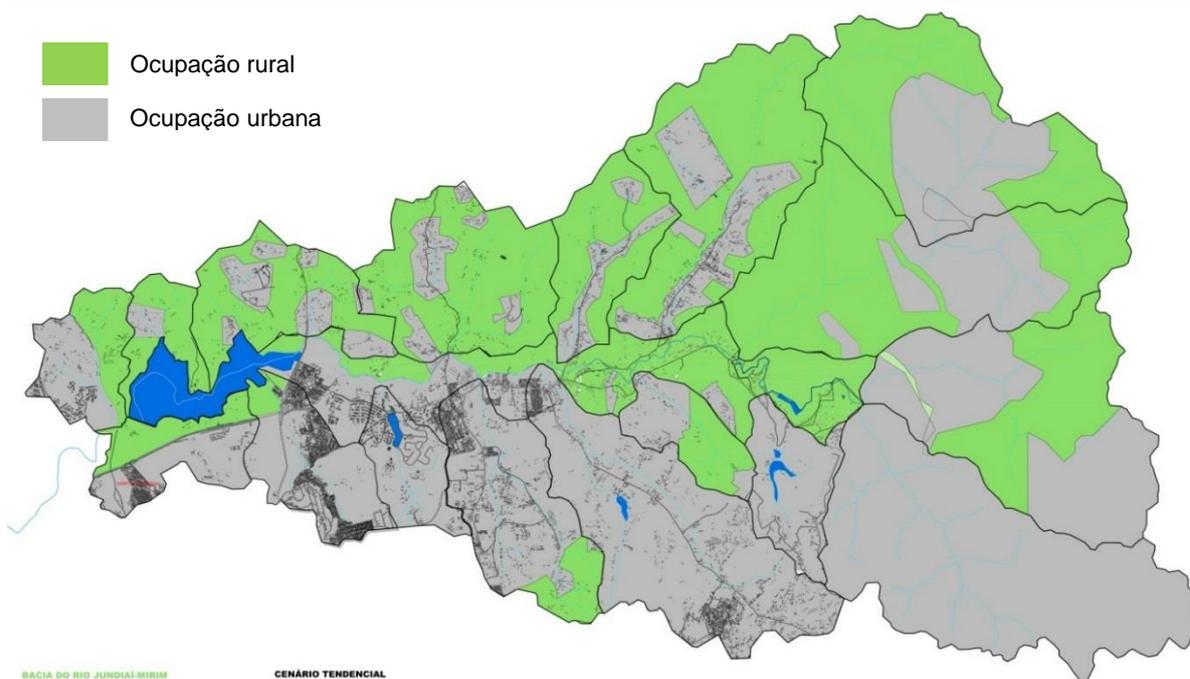
A extensão futura da mancha urbana e a disponibilidade de áreas urbanizáveis segundo as condições específicas de caráter físico e legal, elaboradas com base nos parâmetros expostos, bem como os vetores de expansão, foi especializada em acordo com a configuração provável da cidade de Jundiaí. Os vazios intersticiais existentes na atual mancha urbana devem sofrer alterações e configurar, em um futuro de longo prazo, uma aglomeração maior do que a presente ocupação.

A realidade do que ocorre com a ocupação urbana, portanto, é muito diferente do que o planejamento proposto por leis, pois a complexidade social, política, econômica e a falta de controle e fiscalização não dão conta de direcionar completamente a ocupação.

O cenário tendencial da referida bacia é observável na Figura 70. Ao observá-lo nota-se, apesar de leis de uso e ocupação do solo que restringirem a permeabilidade do solo, que

a irregularidade expressa pelo desenvolvimento urbano não segue os princípios legais de ocupação. O resultado espacializado do cenário tendencial mostra que a ocupação na parte ao sul do rio Jundiá-Mirim nas sub-bacias: Calha do Jundiá-Mirim, Horto, Tarumã, Córrego Ananás, Córrego do Areião, Córrego Ponte Alta, Córrego Caxambuzinho, Córrego Albino e Córrego do Perdão no município de Campo Limpo Paulista tende a urbanização com qualidades duvidosas do ponto de vista hídrico e ambiental. Ainda na parte norte da bacia a ocupação mesmo que dispersa em meio rural tende ao surgimento de novas centralidades urbanas desconexas e prejudiciais a boa preservação da qualidade hídrica do território. As sub-bacias fora dos limites municipais de Jundiá, como: Escada Dissipação, Ribeirão do Tanque e Ribeirão dos Soares no município de Jarinu e Córrego do Perdão nos municípios de Jarinu e Campo Limpo Paulista mostram tendências à ocupação de pequenas chácaras sem infraestrutura capaz de garantir a preservação hídrica da bacia.

**Figura 70 - Cenário tendencial de ocupação da Bacia do Rio Jundiá-Mirim.**

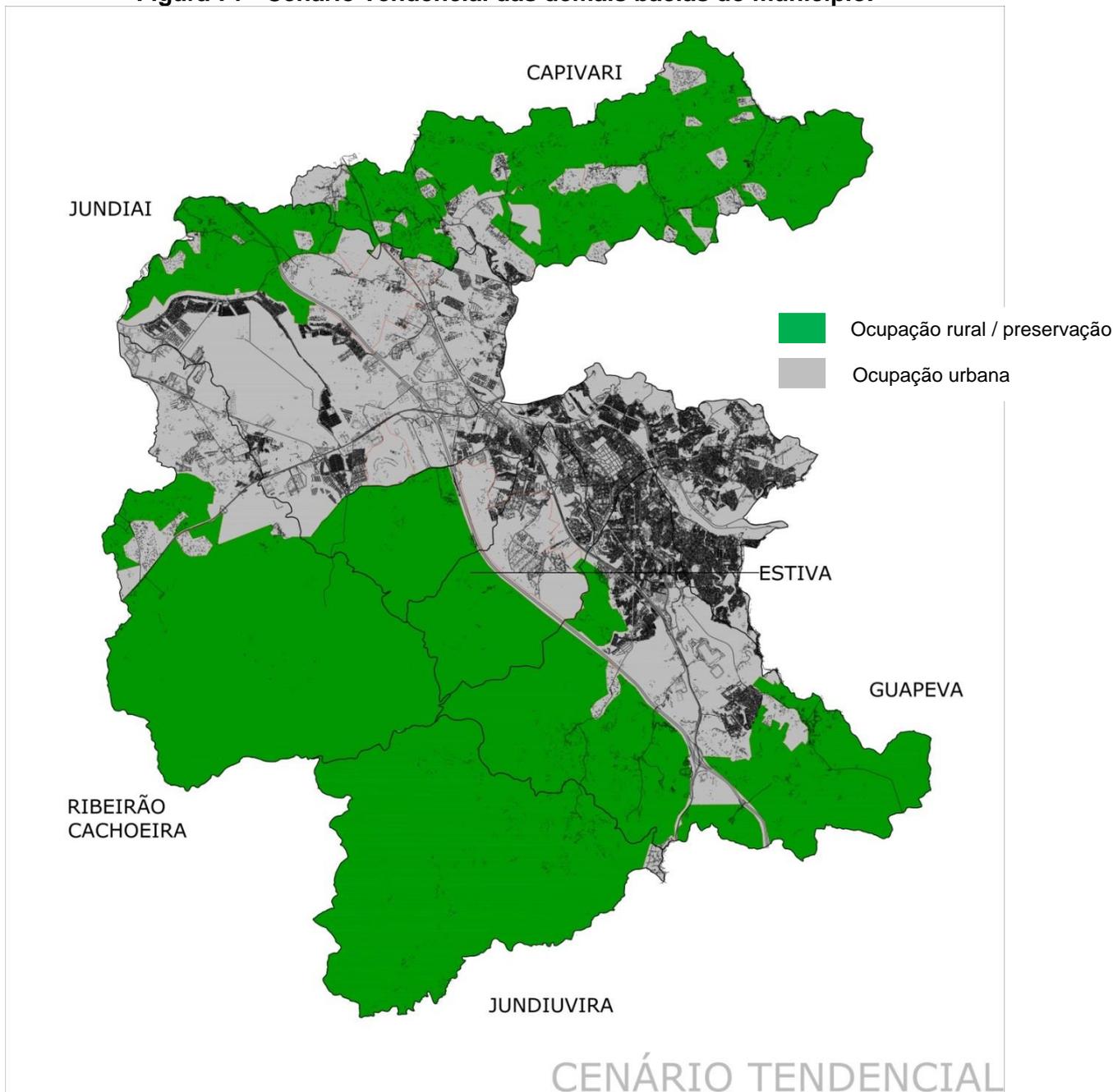


Fonte: FESPSP, 2020.

Quanto às demais bacias do município o cenário tendencial apresentado mostra que a ocupação urbana de Jundiá acompanha o eixo marcado pelas duas importantes rodovias que cortam o município. As bacias comprometidas com a expansão urbana são as bacias do Guapeva e Jundiá a noroeste do município.

Ribeirão Cachoeira e Jundiuvira apresentam situação preservada, ainda que ocorram ocupações dispersas em algumas áreas. As demais bacias sofrem pressão do desenvolvimento da cidade e apresentam características de focos de ocupação conforme mostra a Figura 71.

Figura 71 - Cenário Tendencial das demais bacias do município.



Fonte: FESPSP, 2020.

### 3.2.2.2. Cenário Dirigido

Sendo os cenários ferramentas de projeção que permitem retratar as possibilidades de uma determinada configuração da paisagem, o cenário dirigido é considerado como instrumento analítico que sugere uma opção de futuro prospectiva. O prognóstico de um cenário dirigido deve orientar e suggestionar o desenvolvimento, neste caso, objetivando a longevidade dos recursos naturais que evidenciam as preocupações com as condições

climáticas, com a qualidade de vida da sociedade e principalmente com os recursos hídricos, assunto específico desse trabalho.

A construção de um cenário dirigido a partir de um histórico de ocupação e uso do solo e do padrão de adensamento das áreas ocupadas deve procurar estabelecer vínculos com os paradigmas atuais de desenvolvimento urbano sustentável na produção dos espaços. Neste contexto é preciso criar políticas públicas que exerçam um maior controle daquilo que historicamente está relacionado à:

- expansão urbana sem um desenho capaz de orientar esse crescimento;
- implantação de empreendimentos habitacionais e loteamentos;
- obras de infraestrutura como construção de rodovias e pontes que induzem o aumento das densidades populacionais;
- especulação imobiliária;
- processos de produção agrícola perniciosos com o meio ambiente;
- intensificação dos usos relacionados as formas predatórias.

Essas ações, realizadas de modo a atender às demandas imediatistas, sem um maior controle e sem respeito pelos recursos naturais – o que deve ser feito a partir de políticas de conservação das paisagens – geram uma maior degradação ambiental.

Ainda nessa ótica, o ordenamento territorial, seja feito através de planejamento preventivo ou até na proposição de um desenho urbano, poderá encontrar soluções competentes para o caráter dinâmico do crescimento, se sobressaindo do campo hegemônico da simplicidade política ou dos interesses de grupos econômicos. Os valores almejados devem ser os que produzem sistemas integrados com a natureza e com os anseios da sociedade como um todo.

Essas soluções devem atender a meta essencial para o bem-estar da população de Jundiaí, que é a preservação do Rio Jundiaí-Mirim no que diz respeito a qualidade de sua água, manutenção das áreas de proteção, preservação de suas margens, capacidade de recarga hídrica da bacia, controle das ações poluidoras, preservação do leito hídrico etc. Isso deve ser feito com ações, tanto de forma global com mobilização social, quanto de forma pontual por cada cidadão.

Algumas propostas aplicadas em contextos semelhantes são as ações de “baixo impacto de desenvolvimento” descritos no LID (Low Impact Development) que relaciona os benefícios de ações das engenharias duras de infraestruturas cinza com as engenharias suaves de infraestruturas verdes (Figura 72).

**Figura 72- Ilustração do LID – Low Impact Development.**



**Fonte: Low Impact Development: a design manual for urban areas.**

O cenário dirigido, baseado nas alterações levantadas e nas mudanças da paisagem dos seus sistemas biofísicos, procura frear o estado de degradação atual e entrar em conformidade com as legislações ambientais vigentes. Através de recomendações, estabelecer um ordenamento para cada tipo de problema. Assim como no cenário tendencial, está sendo considerado como horizonte temporal o período de 30 anos. Significa dizer que o ano do prognóstico estabelecido para o cenário dirigido é o de 2050, tempo suficiente para poder perceber o que irá ocorrer com os recursos hídricos no território e conseqüentemente com o município.

Dessa forma podem-se direcionar ações que visam assegurar que, ao final de 300 anos, não exista a ocupação inconsequente e irresponsável do território, não prejudicando o benefício proporcionado pela capacidade hídrica dessa bacia específica. Algumas dessas atitudes são:

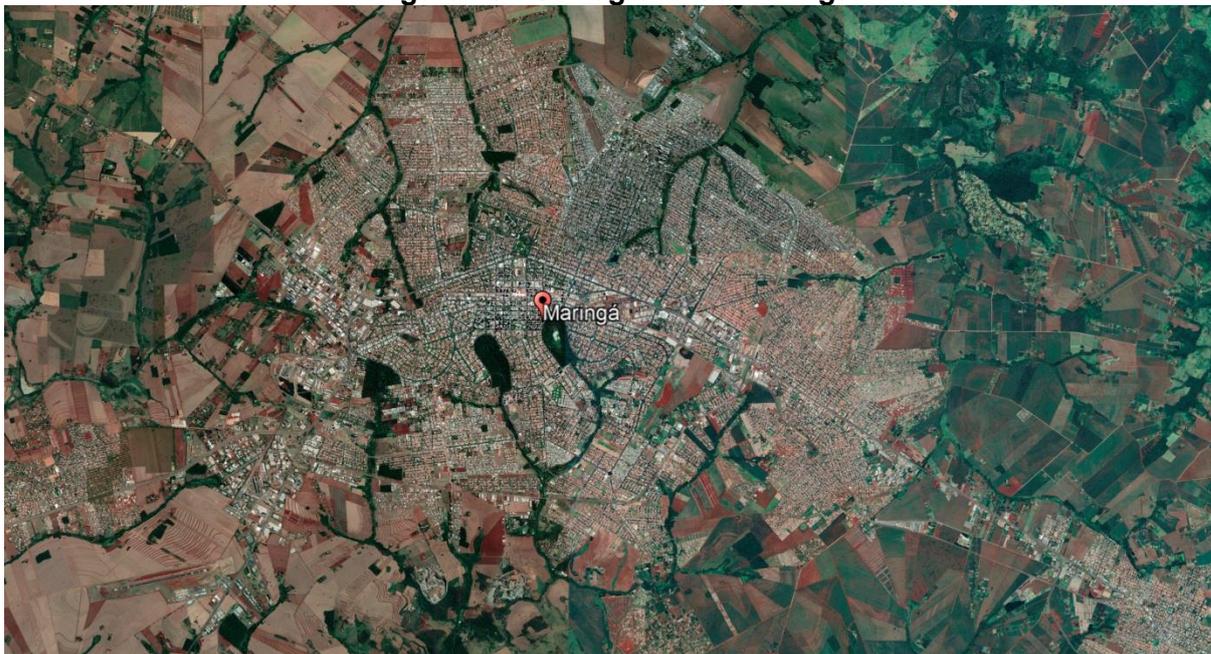
- Não expandir a mancha urbana sobre as áreas demarcadas como macrozonas não urbanas (rurais ou naturais);
- Propor usos e ocupação que respeitem as características e os serviços ambientais do território;
- Preservar e recuperar os vazios verdes, incluindo os identificados nas áreas demarcadas como expansão urbana pelo zoneamento;
- Criar políticas habitacionais que atendam às diversas demandas sociais de ocupação do território, posicionando-se à frente das possíveis ocupações irregulares;
- Utilizar ferramentas de geotecnologias disponíveis para o monitoramento, controle e fiscalização da ocupação do território, coibindo as ocupações indesejadas;

- Atuar com rigor na preservação das áreas verdes e das áreas de permeabilidade do solo nas zonas rurais;
- Incentivar a utilização de tecnologias agrícolas ecologicamente responsáveis e de última geração nas lavouras de subsistência, como o uso de gotejamento, o reúso das águas, além do controle do uso de agrotóxicos e fertilizantes contaminantes do lençol freático;
- Desenvolver programas educacionais de preservação ambiental e de uso consciente das águas;
- Criar uma fronteira hídrica de ocupação das margens do Rio Jundiá-Mirim, onde se proíba o desmatamento, a edificação ou a impermeabilização do solo.

É importante ressaltar, nesses cenários, que o crescimento da cidade de Jundiá está sendo impulsionado pela dinâmica econômica do município. Obviamente que isso aponta para o desenvolvimento atual de que a população de Jundiá se beneficia. O forte atrativo que o município exerce ao público que procura qualidade de vida e à empresários em busca de sinergia produtiva para seus negócios está vinculado às qualidades ambientais proporcionadas pelas zonas rurais e as de proteção territorial como a serra do Japi e a Serra dos Cristais. Contudo, a degradação desses recursos naturais tem que ter limites e o termômetro para isso pode ser o abastecimento de água. Assim, aponta no horizonte a perspectiva de um futuro indefinido em uma situação de escassez hídrica que pode prejudicar a posição privilegiada da atual Jundiá.

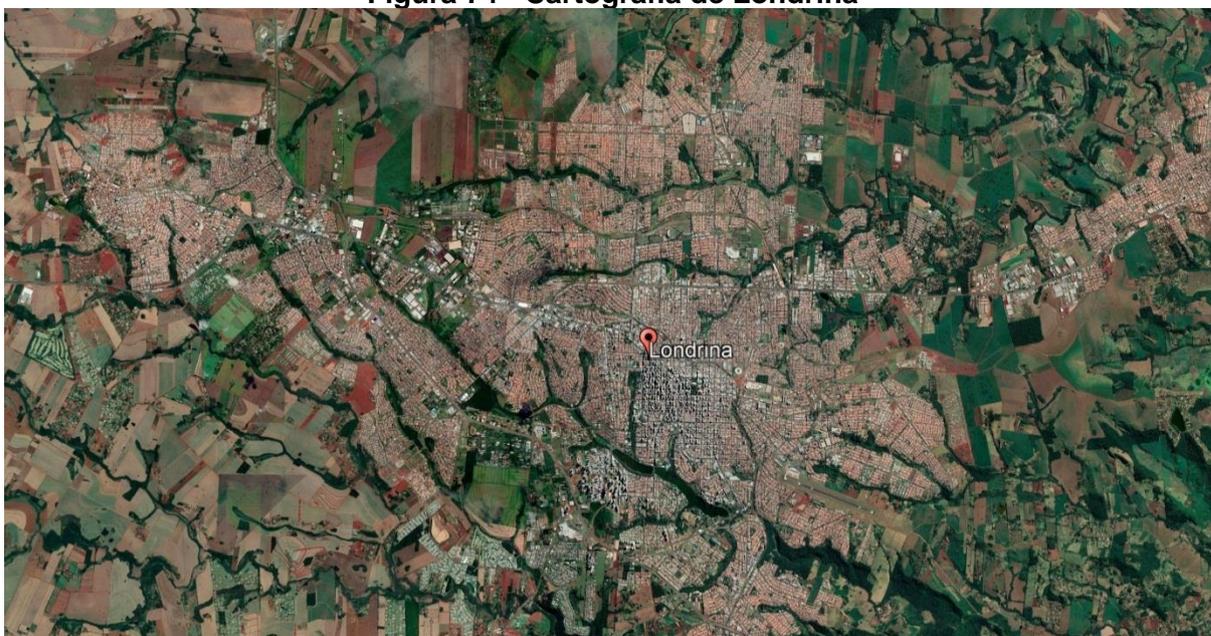
Exemplos como os municípios de Maringá e Londrina mostram uma preocupação com seus recursos hídricos na proposta de organização territorial e nos seus planos diretores. Essa preocupação define uma cartografia marcada pelas APPs ao longo dos recursos hídricos, conforme mapas abaixo (Figura 73; Figura 74 e Figura 75). As presenças de parques lineares verdes se destacam nas cartografias das cidades do Paraná em comparação com a cidade de Jundiá, onde os rios não são notados e a presença dos maciços verdes está dispersa entremeando a ocupação urbana.

**Figura 73 - Cartografia de Maringá**



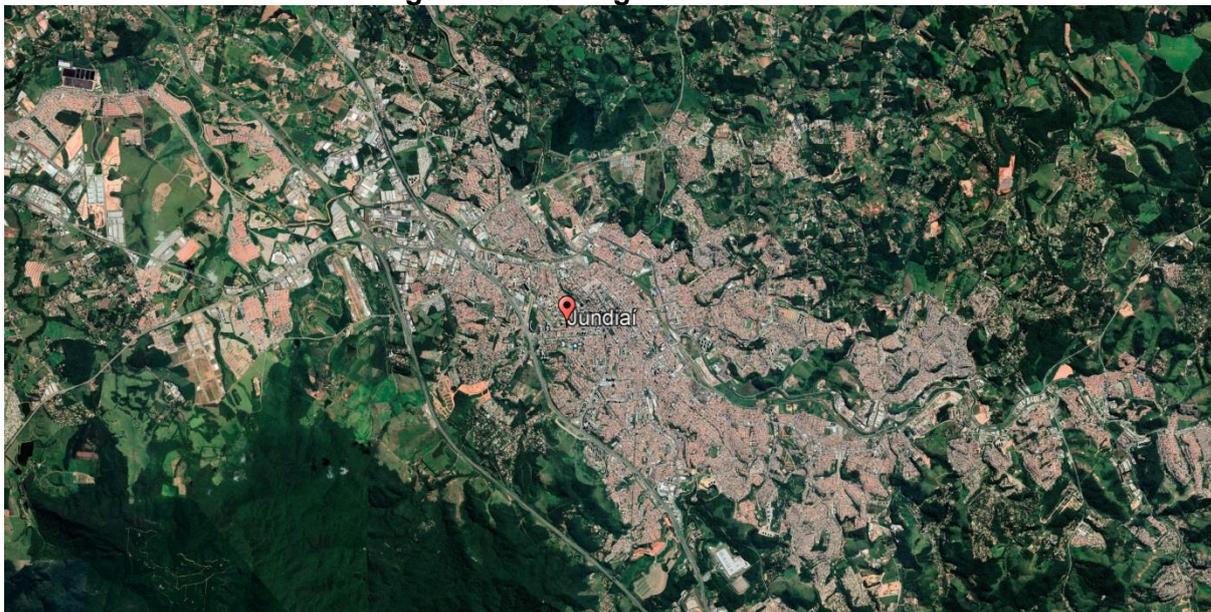
Fonte: Googlearth – acesso em 08/10/2019.

**Figura 74 - Cartografia de Londrina**



Fonte: Googlearth – acesso em 08/10/2019.

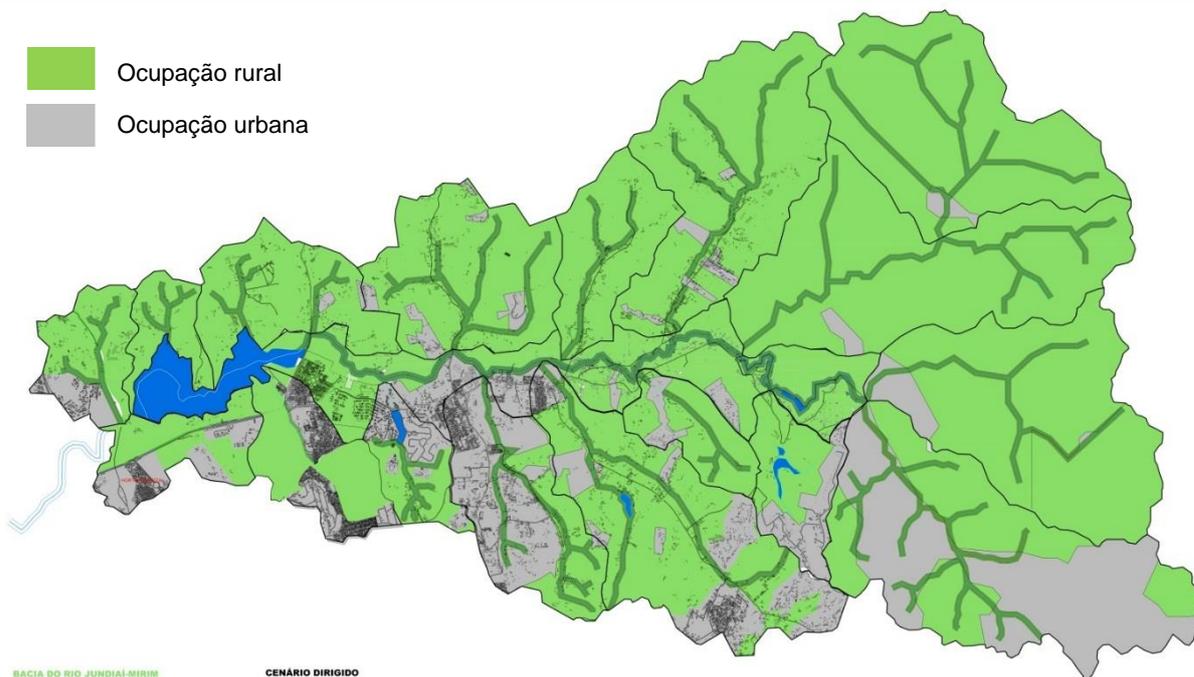
**Figura 75 - Cartografia de Jundiaí**



**Fonte: Googlearth – acesso em 08/10/2019**

No cenário dirigido proposto reproduzimos a importante preservação ao longo dos córregos e ribeirões da bacia do Rio Jundiaí-Mirim protegendo suas margens em aproximadamente 45 metros de cada lado recuperando a vegetação e a mata ciliar que protege e preserva o recurso hídrico. Graças ao recurso do geoprocessamento a delimitação das zonas passíveis de ocupação foi delimitada e a proposta de recuperação das áreas onde a prática da agricultura familiar foi mantida e quando possível ampliada. O resultado está na ilustração a seguir (Figura 76).

**Figura 76 - Cenário Dirigido de ocupação da Bacia do Rio Jundiá-Mirim.**



Fonte: FESPSP, 2020.

As áreas delimitadas tanto para o cenário tendencial como para o dirigido estão na Tabela 22 expressas em hectares.



**Tabela 22 - Áreas Delimitadas (Cenário Tendencial e Cenário Dirigido)**

1 CÓRREGO ANANAS								
	AREA TOTAL	AREA OCUPADA	ARRUAMENTO	AREA PERMEAVEL	AREA IMPERMEAV.	PARQUE LINEAR	LAGOA	DESENVOL. RURAL
DIRIGIDO	221,33	96,34	9,63	26,01	60,69	33,20	5,80	85,99
TENDENCIAL	221,33	215,53	21,55	58,19	135,78		5,80	

2 TARUMÃ								
	AREA TOTAL	AREA OCUPADA	ARRUAMENTO	AREA PERMEAVEL	AREA IMPERMEAV.	PARQUE LINEAR		DESENVOL. RURAL
DIRIGIDO	357,05	146,63	14,66	39,59	92,38	32,05		178,37
TENDENCIAL	357,05	331,29	33,13	89,45	208,71			25,76

3 CALHA JUNDIAI MIRIM								
	AREA TOTAL	AREA OCUPADA	ARRUAMENTO	AREA PERMEAVEL	AREA IMPERMEAV.	PARQUE LINEAR	LAGOA	DESENVOL. RURAL
DIRIGIDO	1.084,30	221,72	22,17	59,86	139,68	217,80	169,82	474,96
TENDENCIAL	1.084,30	294,74	29,47	79,58	185,69	217,80	169,82	401,94

4 REPRESA NOVA								
	AREA TOTAL	AREA OCUPADA	ARRUAMENTO	AREA PERMEAVEL	AREA IMPERMEAV.	PARQUE LINEAR		DESENVOL. RURAL
DIRIGIDO	156,47	7,82	0,78	2,11	4,93	21,51		127,14
TENDENCIAL	156,47	26,84	2,68	7,25	16,91			129,63

5 PARQUE CENTENÁRIO								
	AREA TOTAL	AREA OCUPADA	ARRUAMENTO	AREA PERMEAVEL	AREA IMPERMEAV.	PARQUE LINEAR		DESENVOL. RURAL
DIRIGIDO	267,53	61,37	6,14	16,57	38,66	33,48		172,68
TENDENCIAL	267,53	156,52	15,65	42,26	98,61			111,01



6 HORTO		AREA TOTAL	AREA OCUPADA	ARRUAMENTO	AREA PERMEAVEL	AREA IMPERMEAV.	PARQUE LINEAR	DESENVOL. RURAL
DIRIGIDO		284,45	128,80	12,88	34,78	81,14		155,65
TENDENCIAL		284,45	189,97	19,00	51,29	119,68		94,47

7 ESCADA DISSIPAÇÃO		AREA TOTAL	AREA OCUPADA	ARRUAMENTO	AREA PERMEAVEL	AREA IMPERMEAV.	PARQUE LINEAR	DESENVOL. RURAL
DIRIGIDO		1.030,48	23,92	2,39	6,46	15,07	116,23	890,33
TENDENCIAL		1.030,48	447,10	44,71	120,72	281,67		583,38

8 RIBEIRÃO DO TANQUE		AREA TOTAL	AREA OCUPADA	ARRUAMENTO	AREA PERMEAVEL	AREA IMPERMEAV.	PARQUE LINEAR	DESENVOL. RURAL
DIRIGIDO		1.229,14	21,93	2,19	5,92	13,82	118,58	1.088,63
TENDENCIAL		1.229,14	373,10	37,31	100,74	235,05		856,04

9 RIBEIRÃO SOARES		AREA TOTAL	AREA OCUPADA	ARRUAMENTO	AREA PERMEAVEL	AREA IMPERMEAV.	PARQUE LINEAR	DESENVOL. RURAL
DIRIGIDO		1.108,59	405,95	40,60	109,61	255,75	79,57	623,07
TENDENCIAL		1.108,59	674,62	67,46	182,15	425,01		433,97

10 CÓRREGO DO PERDÃO		AREA TOTAL	AREA OCUPADA	ARRUAMENTO	AREA PERMEAVEL	AREA IMPERMEAV.	PARQUE LINEAR	DESENVOL. RURAL
DIRIGIDO		1.360,77	815,94	81,59	220,30	514,04	145,68	399,15
TENDENCIAL		1.360,77	1.360,77	136,08	367,41	857,29		0,00



11 CÓRREGO DO AREIÃO

	AREA TOTAL	AREA OCUPADA	ARRUAMENTO	AREA PERMEAVEL	AREA IMPERMEAV.	PARQUE LINEAR		DESENVOL. RURAL
DIRIGIDO	564,89	384,68	38,47	103,86	242,35	83,19		97,02
TENDENCIAL	564,89	474,66	47,47	128,16	299,04			90,23

12 CÓRREGO PONTE ALTA

	AREA TOTAL	AREA OCUPADA	ARRUAMENTO	AREA PERMEAVEL	AREA IMPERMEAV.	PARQUE LINEAR		DESENVOL. RURAL
DIRIGIDO	992,93	331,07	33,11	89,39	208,57	90,91		570,95
TENDENCIAL	992,93	992,93	99,29	268,09	625,55			0,00

13 CÓRREGO CAXAMBUZINHO

	AREA TOTAL	AREA OCUPADA	ARRUAMENTO	AREA PERMEAVEL	AREA IMPERMEAV.	PARQUE LINEAR		DESENVOL. RURAL
DIRIGIDO	226,37	44,16	4,42	11,92	27,82	31,88		150,33
TENDENCIAL	226,37	116,18	11,62	31,37	73,19			0,00

14 CÓRREGO ALBINO

	AREA TOTAL	AREA OCUPADA	ARRUAMENTO	AREA PERMEAVEL	AREA IMPERMEAV.	PARQUE	LAGOA	DESENVOL. RURAL
DIRIGIDO	287,13	122,49	12,25	33,07	77,17	19,15	8,01	145,49
TENDENCIAL	287,13	279,12	27,91	75,36	175,85		8,01	0,00

15 PINHEIRINHO

	AREA TOTAL	AREA OCUPADA	ARRUAMENTO	AREA PERMEAVEL	AREA IMPERMEAV.	PARQUE		DESENVOL. RURAL
DIRIGIDO	442,28	7,85	0,79	2,12	4,95	38,19		396,24
TENDENCIAL	442,28	150,61	15,06	40,66	94,88			291,67

16 CAXAMBU

	AREA TOTAL	AREA OCUPADA	ARRUAMENTO	AREA PERMEAVEL	AREA IMPERMEAV.	PARQUE		DESENVOL. RURAL
DIRIGIDO	661,56	53,91	5,39	14,56	33,96	76,00		531,65
TENDENCIAL	661,56	133,18	13,32	35,96	83,90			528,38

17 RIBEIRÃO DA TOCA



---

	AREA TOTAL	AREA OCUPADA	ARRUAMENTO	AREA PERMEAVEL	AREA IMPERMEAV.	PARQUE		DESENVOL. RURAL
DIRIGIDO	382,09		0,00	0,00	0,00	41,61		340,48
TENDENCIAL	382,09	103,60	10,36	27,97	65,27			278,49

18 CÓRREGO DA ROSEIRA

	AREA TOTAL	AREA OCUPADA	ARRUAMENTO	AREA PERMEAVEL	AREA IMPERMEAV.	PARQUE		DESENVOL. RURAL
DIRIGIDO	957,04	41,71	4,17	11,26	26,28	90,24		825,09
TENDENCIAL	957,04	288,58	28,86	77,92	181,81			668,46

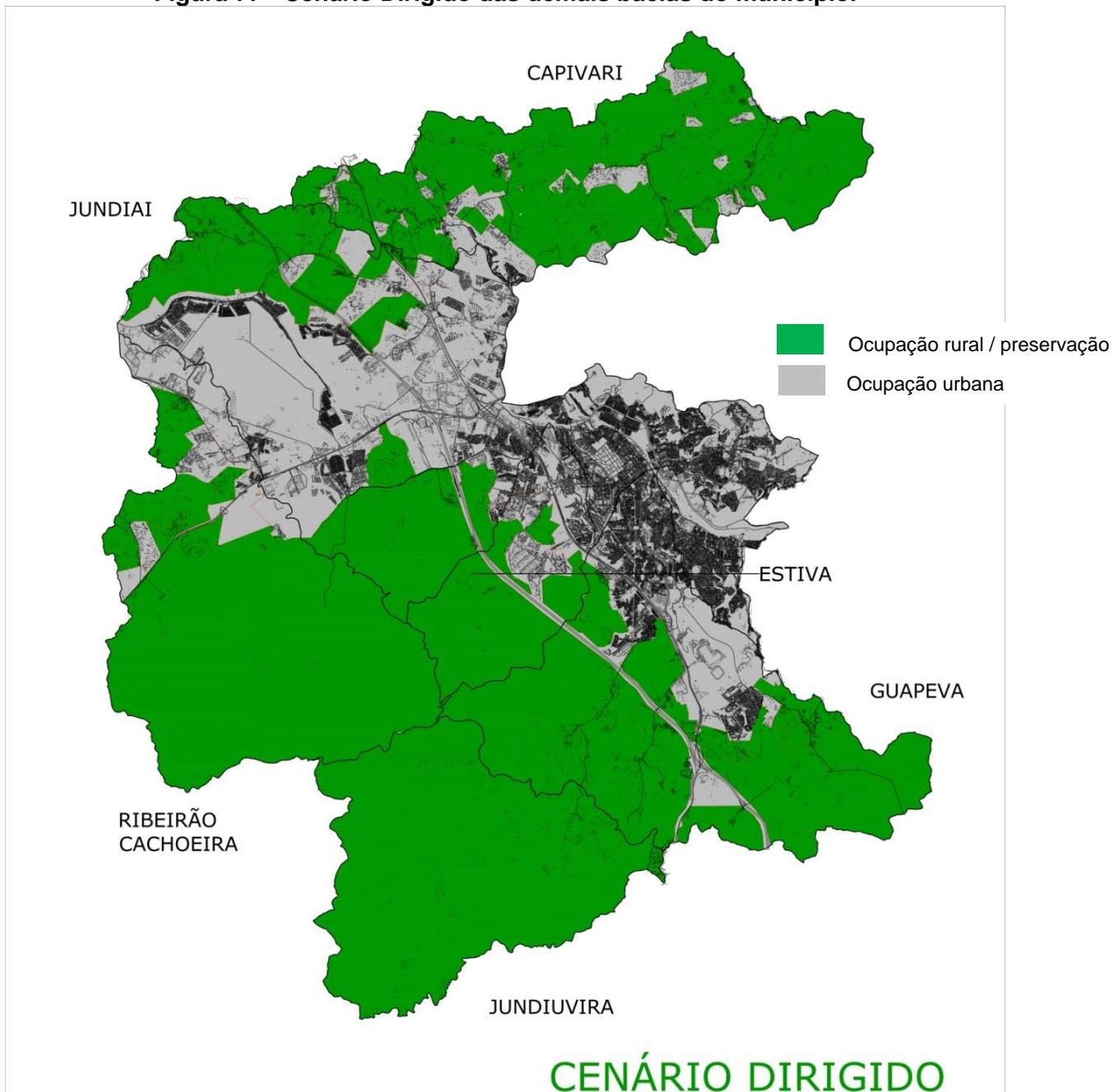
Fonte: FESPSP, 2020.



O Cenário Dirigido para as demais Bacias do município de Jundiaí trata as áreas de conflito entre áreas rurais e de preservação com as áreas urbanas de forma a estabelecer o crescimento benéfico ao município respeitando, no entanto, os valores da sustentabilidade hídrica da cidade. Nesses cenários, o importante a destacar são os parâmetros de desenvolvimento e crescimento da cidade que devem estar atrelados ao conhecimento proporcionado pelos cenários, a fim de direcionar um maior ou menor crescimento de maneira a dimensionar os prejuízos ambientais, econômicos e sociais. Lembrando que a inibição do desenvolvimento através da proibição pode ocasionar em ocupações irregulares que trazem prejuízo ainda maior ao meio ambiente. O apoio jurídico com a criação de instrumentos de gestão pública permitindo compensações e contrapartidas na forma de preservação são de extrema importância para o sucesso do desenvolvimento sustentável.

As áreas de conflito na região noroeste da bacia do Jundiaí, assim como as bacias do Capivari, Estiva e Guapeva são focos de atenção para essas ações, conforme Figura 77.

Figura 77 - Cenário Dirigido das demais bacias do município.

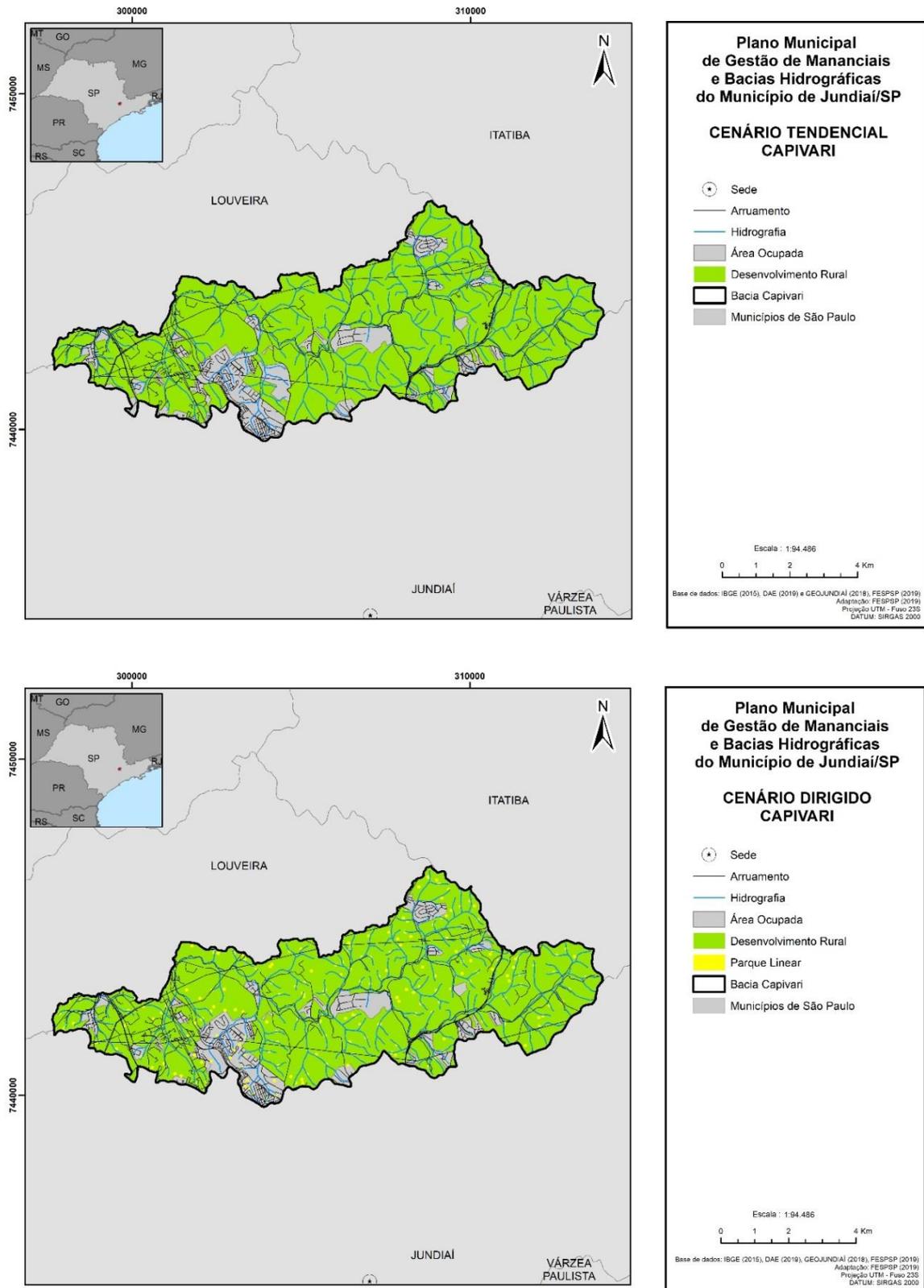


Fonte: FESPSP, 2020.

### 3.2.3. Mapas Cenário Tendencial e Cenário Dirigido

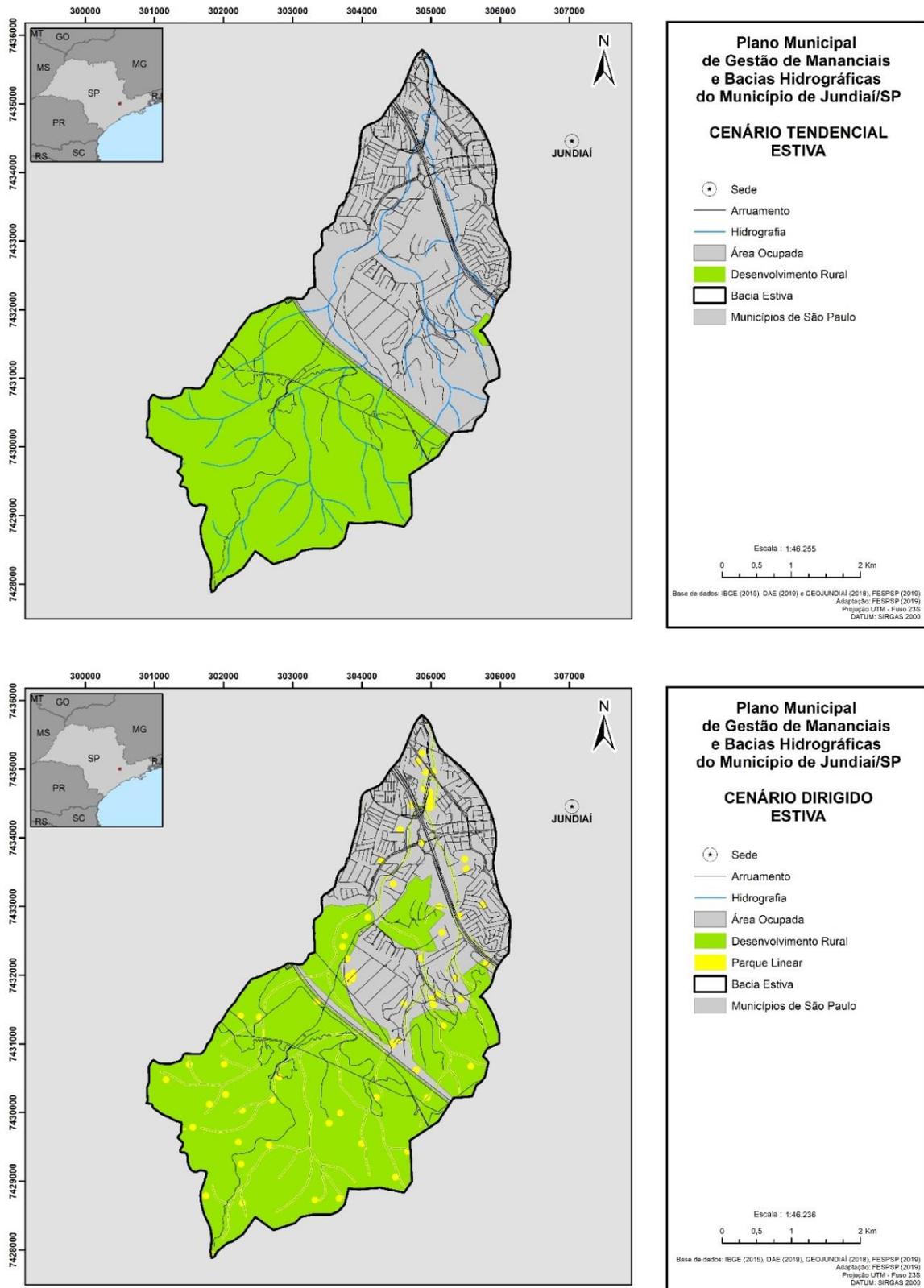
As figuras a seguir apresentam para cada bacia hidrográfica urbana as manchas de uso e ocupação do solo para cada um desses cenários, a partir do qual se “rodou” um modelo que combinou os três fatores, determinando quais bacias hidrográficas atualmente mananciais são mais críticas e dependem de uma intervenção do poder público municipal para recuperá-las no sentido de exercerem seu papel de produtoras de água em quantidade e qualidade necessárias para o abastecimento público de Jundiaí.

Figura 78 – Cenário Tendencial e Cenário Dirigido – Bacia do Rio Capivari



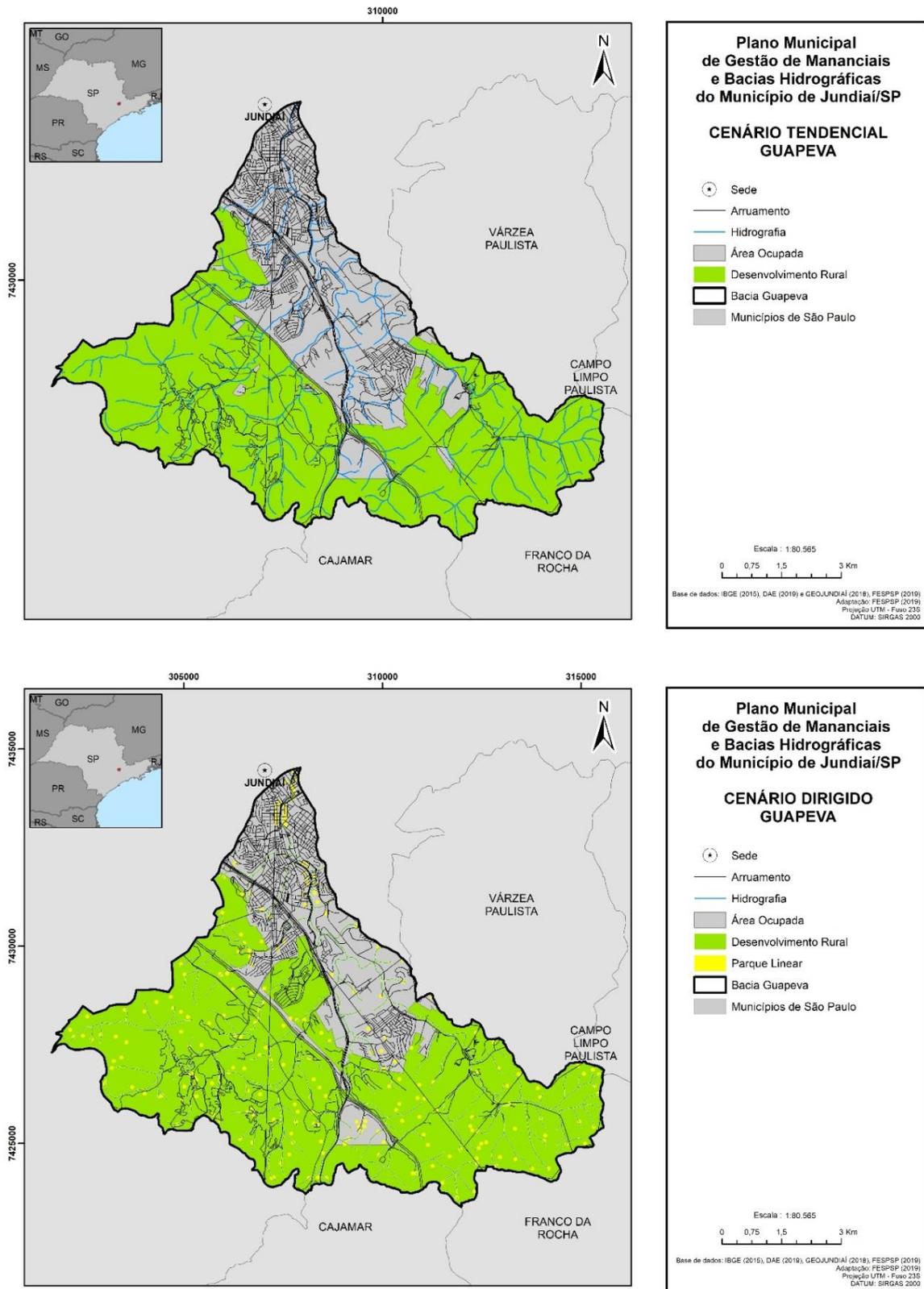
Fonte: FESPSP, 2020.

Figura 79 – Cenário Tendencial e Cenário Dirigido – Bacia do Estiva



Fonte: FESPSP, 2020.

Figura 80 - Cenário Tendencial e Cenário Dirigido – Bacia do Guapeva



Fonte: FESPSP, 2020.

Figura 81 – Cenário Tendencial e Cenário Dirigido – Bacia do Rio Jundiáí

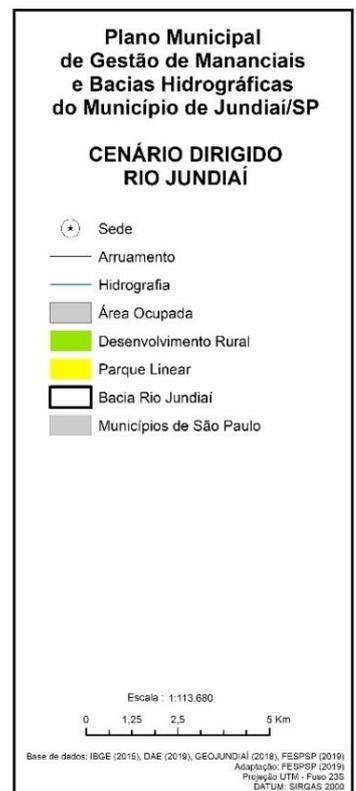
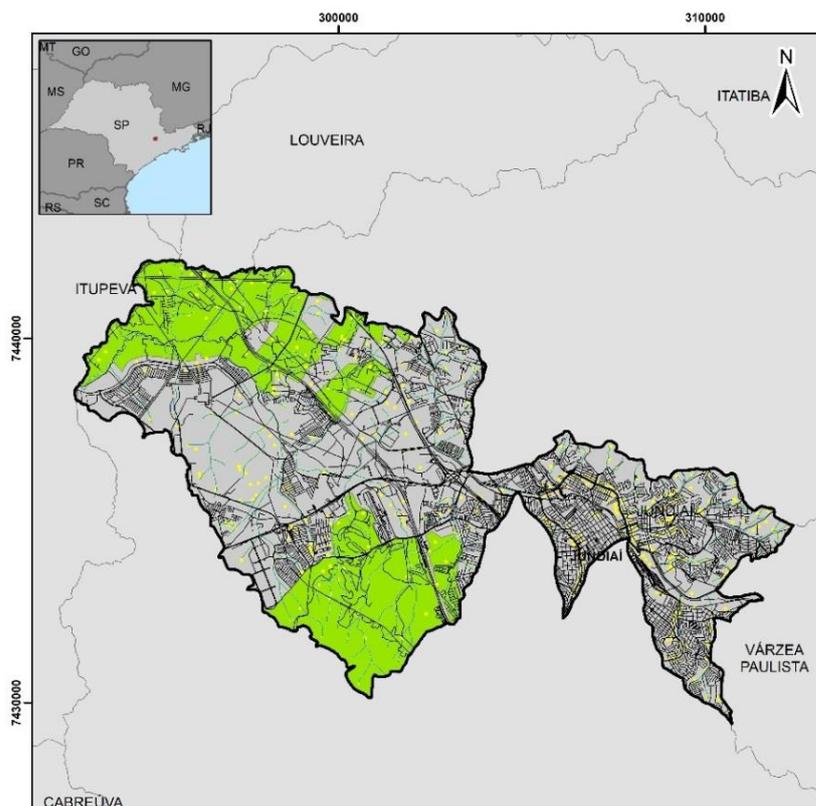
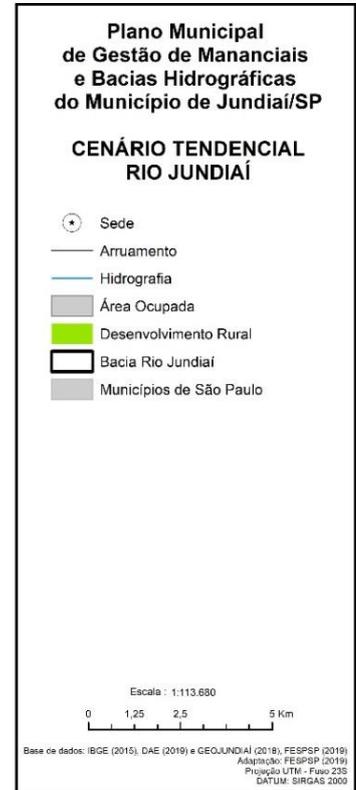
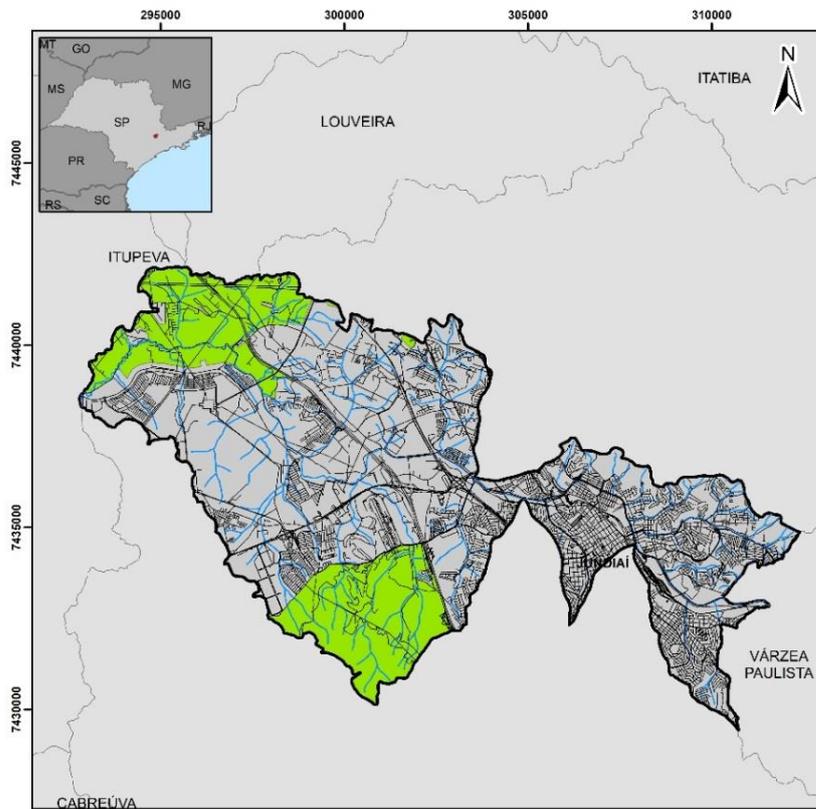
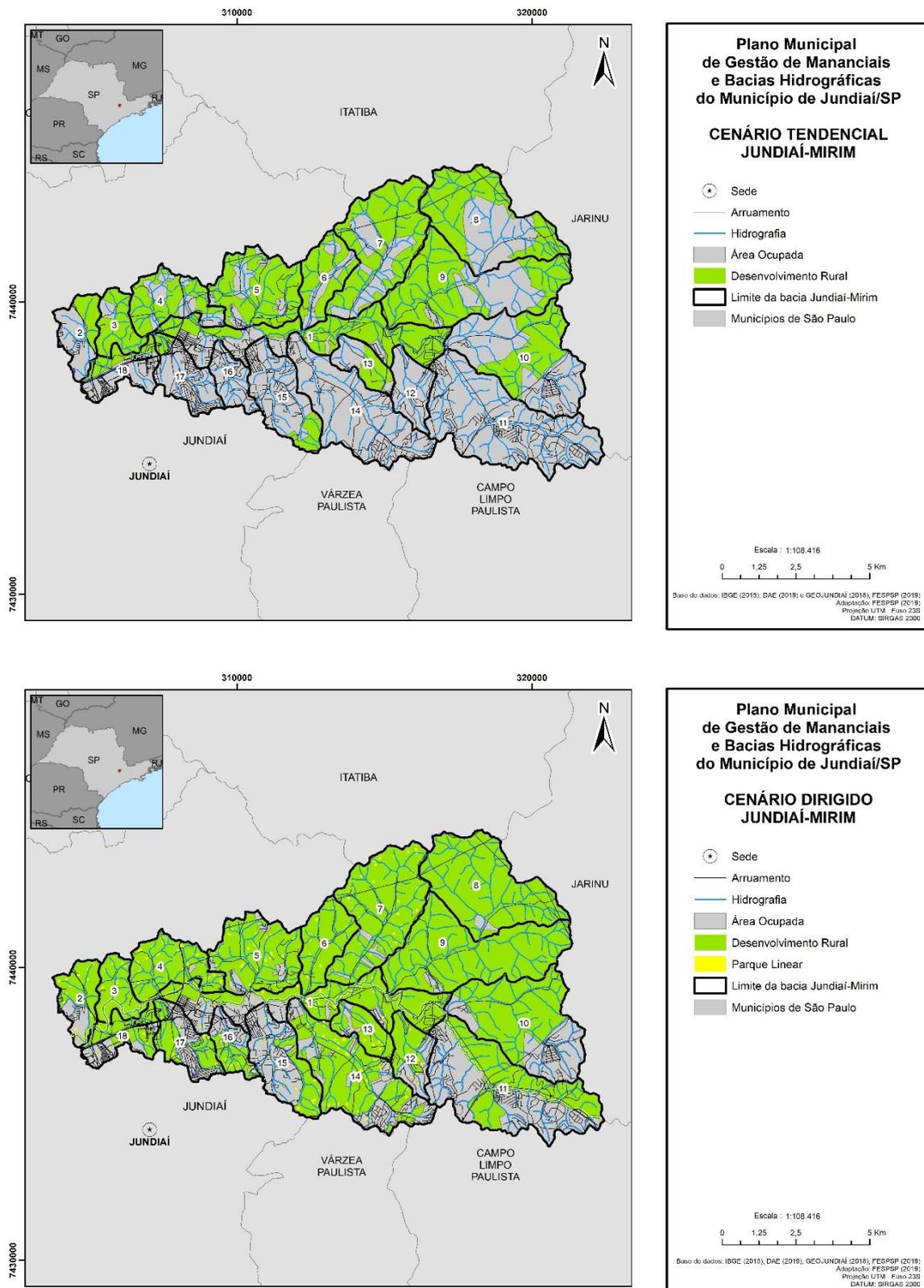
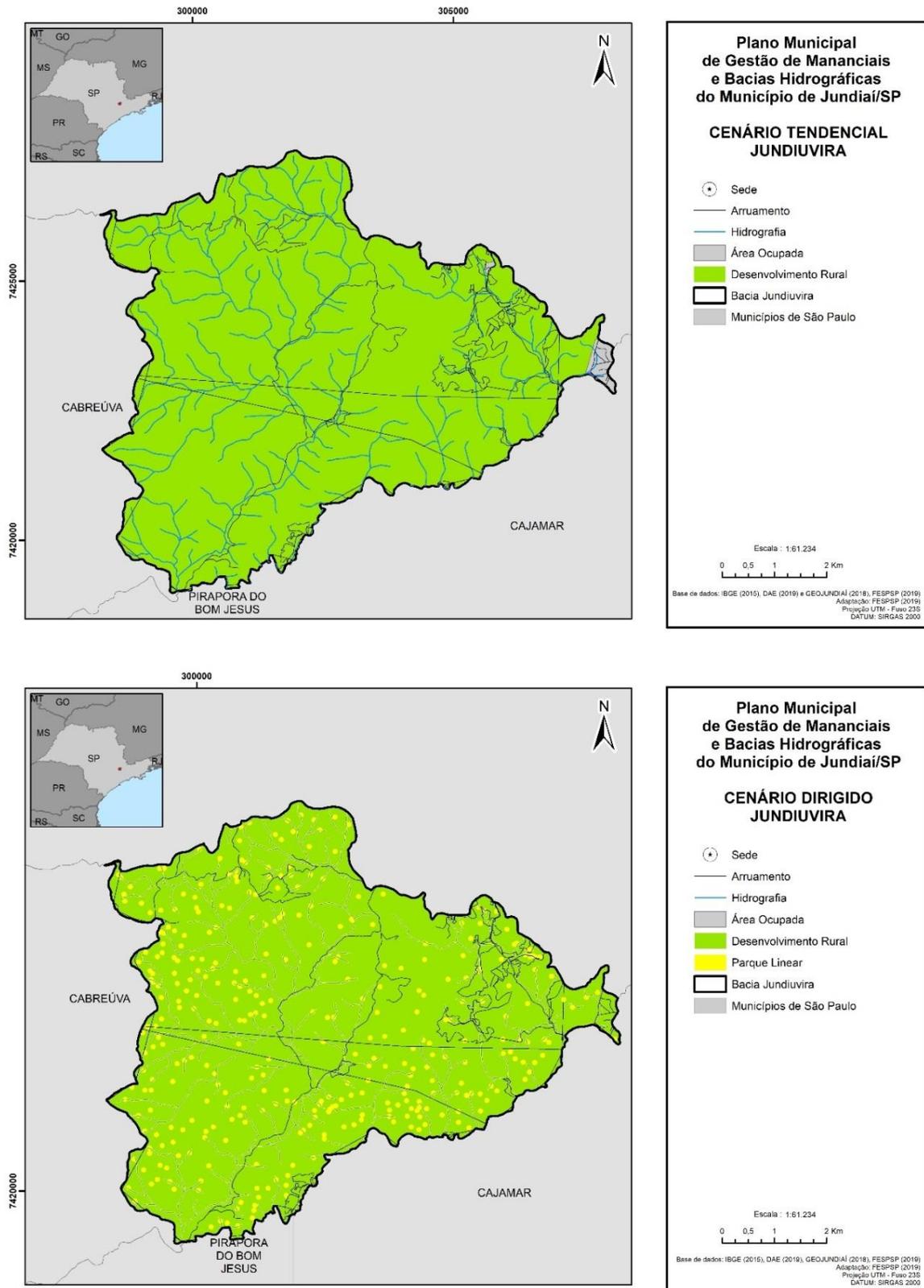


Figura 82 – Cenário Tendencial e Cenário Dirigido – Bacia do Jundiáí Mirim



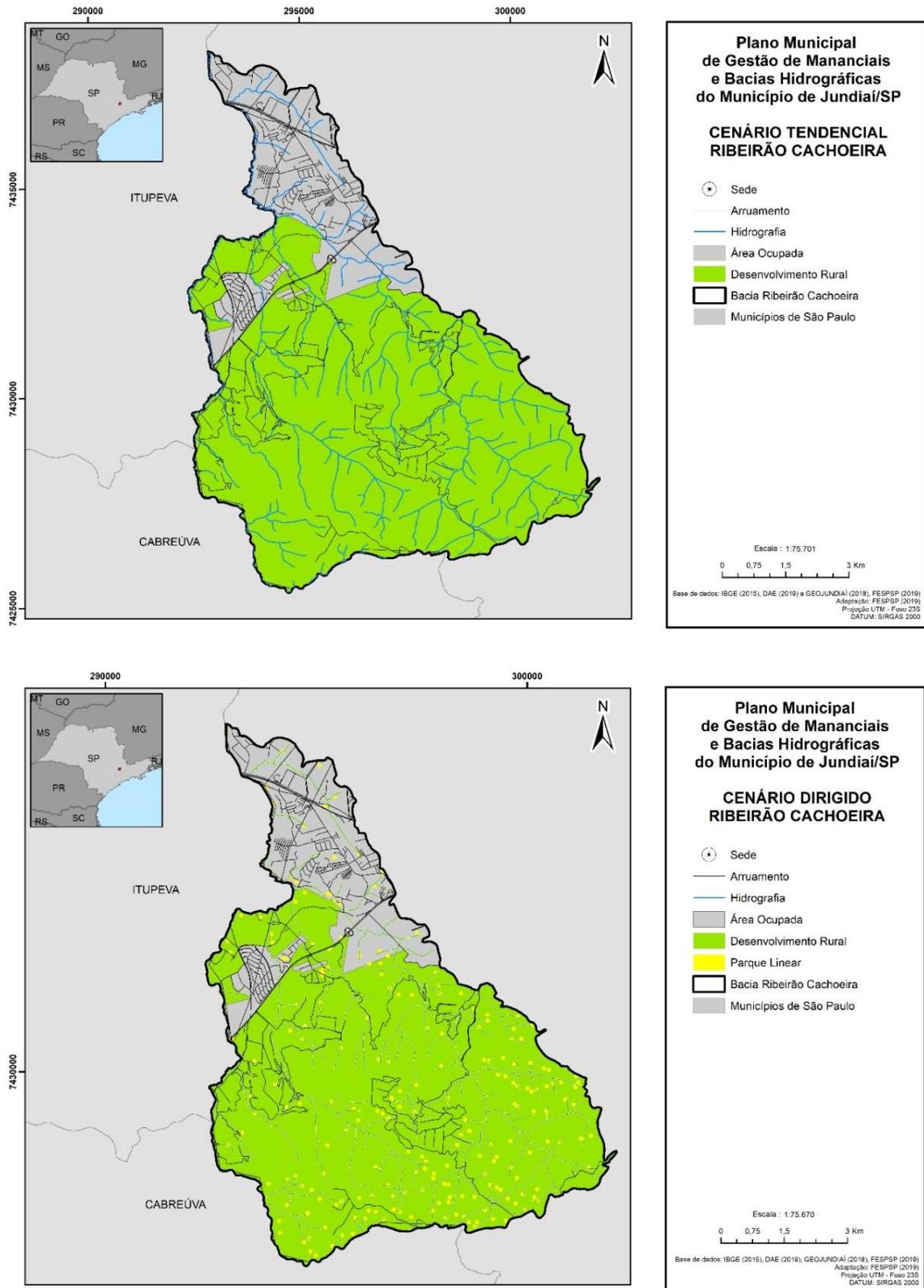
Fonte: FESPSP, 2020.

Figura 83 - Cenário Tendencial e Cenário Dirigido – Bacia do Jundiuvira



Fonte: FESPSP, 2020.

Figura 84 – Cenário Tendencial e Cenário Dirigido – Bacia do Ribeirão-Cachoeira



Fonte: FESPSP, 2020.

### 3.3. DEFINIÇÃO DAS BACIAS CRÍTICAS - PROGNÓSTICO (CENÁRIO TENDENCIAL E CENÁRIO DIRIGIDO)

Na seção 2.6. DEFINIÇÃO DAS BACIAS CRÍTICAS - DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL foi apresentada a criticidade das bacias hidrográficas municipais na situação atual. Com base na análise de expansão urbana apresentada, se desenvolveu uma análise semelhante para os cenários projetados, no caso o cenário tendencial (CT) e cenário dirigido (CD) e para diferença entre esses cenários (CT-CD). O objetivo é identificar quais as bacias são mais críticas nos cenários futuros e apresentam maior necessidade de intervenção no horizonte de planejamento. As bacias com maior diferença de criticidade entre os cenários possuem maior margem para atuação *in loco*.

Em relação a metodologia aplicada para a definição das bacias críticas em face dos cenários tendencial e dirigido, está é praticamente a mesma apresentada na simulação do diagnóstico, ou seja, na definição das bacias mais críticas na situação atual.

#### 3.3.1. Metodologia

Em relação a metodologia aplicada para a definição das bacias críticas em face dos cenários tendencial e dirigido, está é praticamente a mesma apresentada na simulação do diagnóstico, ou seja, na definição das bacias mais críticas na situação atual.

Os mesmos critérios utilizados na análise multicritério do diagnóstico da criticidade das bacias serão utilizados. Cabe mencionar algumas alterações metodológicas efetuadas:

- Cargas Difusas: os valores gerados por sub-bacia hidrográfica se baseiam nas classes de uso e ocupação do solo desenvolvidas nas projeções de CT e CD. A tabela e o quadro a seguir trazem a descrição dessas classes a associação dessas com a geração de cargas difusas.
- Fragilidade Ambiental: se utilizaram os valores calculados de fragilidade ambiental potencial para o diagnóstico. O desenvolvimento da fragilidade ambiental emergente pressupõe o cruzamento da fragilidade ambiental com os tipos de uso e ocupação do solo. A análise urbanística permite analisar a dinâmica de crescimento urbano-rural do município de Jundiaí, espacializando ao longo do território as manchas de ocupação dos cenários futuros. Atribuir dentro desses cenários tipos de uso e ocupação do solo é incorrer em uma grande incerteza sem necessariamente ganhar em precisão metodológica. Desse modo, se descartaram os subcritérios de fragilidade ambiental potencial sendo considerados apenas os valores atuais de fragilidade ambiental emergente.

**Tabela 23 - classes de uso e ocupação do solo para as projeções de CT e CD**

Área Ocupada	Somatória de arruamento, área permeável e área impermeável.
Arruamento	Principais arruamentos da área ocupada
Área Permeável	Porção permeável da área ocupada
Área Impermeável	Porção impermeável da área ocupada
Parque Linear	Corredores implantados às margens dos rios
Lagoa	Ocupação por corpos d'água como lagoas e lagos
Desenvolvimento Rural	Ocupação pela zona rural

Fonte: FESPSP, 2020.

**Quadro 27 – Potencialidade de geração de cargas difusas por classe de uso e ocupação do solo para CT e CD**

Classe de uso e ocupação do solo	Sólidos suspensos	Fósforo total	Nitrogênio total
Área Ocupada	MAIOR	MAIOR	MAIOR
Arruamento	MAIOR	MAIOR	MAIOR
Área Permeável	MÉDIA	MÉDIA	MÉDIA
Área Impermeável	MAIOR	MAIOR	MAIOR
Parque Linear	MENOR	MENOR	MENOR
Lagoa	MENOR	MENOR	MENOR
Desenvolvimento Rural	MENOR	MÉDIA	MÉDIA

Fonte: FESPSP, 2020.

- Recarga de Aquíferos: a definição dos valores de Curve Number será baseada nas novas classes de uso e ocupação do solo. A Tabela 24 traz essa associação.

**Tabela 24 – Associação entre as classes de uso e ocupação do solo desenvolvidas nas projeções de CT e CD e valores de CN**

Tipo de Uso	faixas CN
Arruamento	87-100
Área Permeável	71-79
Área Impermeável	87-100
Parque Linear	63-71
Lagoa	39-63
Desenvolvimento Rural	39-63

Fonte: FESPSP, 2020.

Os mesmos subcritérios utilizados na análise multicritério da criticidade das bacias para o cenário referência serão aqui utilizados. Somente os subcritérios que utilizam a fragilidade emergente não foram considerados das as limitações em determinar em detalhe onde aconteceria a expansão urbana.

Conforme o objetivo, o método pretende indicar a margem de atuação por bacia hidrográfica, com base nos critérios de criticidade perante os recursos hídricos. Dessa maneira, a hierarquização desenvolvida baseia-se na diferença entre os cenários tendencial e dirigido (CT-CD), o que permite quantificar a margem potencial de atuação por bacia hidrográfica.

Para alcançar esse resultado, são desenvolvidos individualmente o CT e o CD. Na análise desses cenários são aplicados os mesmos métodos de hierarquização que a SA. Quando se compara CT-CD, o valor obtido é hierarquizado somente através do ranking de posição. Ou seja, para cada um dos subcritérios, as 7 bacias são comparadas e listadas da com maior potencial de atuação para a com o menor potencial de atuação. Por exemplo, em primeiro lugar, para o subcritério de sólidos suspensos, é classificada a bacia com maior diferença quantitativa dessa carga difusa gerada entre esses dois cenários. Em último lugar, classifica-se a bacia com menor variação, e conseqüentemente menor margem para atuação.

### 3.3.2. Bacias Hidrográficas Municipais

Nesta seção são apresentados os resultados das duas simulações (cenário tendencial e cenário dirigido) e do comparativo entre elas (CT-CD).

#### 3.3.2.1. Carga Difusa

A seguir são apresentados os resultados deste critério subdivididos em CT, CD e Comparativo de Cenários.

##### I. Cenário Tendencial

**Tabela 25 – Geração total de cargas difusas para as bacias municipais por tipo de uso e ocupação do solo para o cenário tendencial**

Classe de uso e ocupação do solo	ÁREA (HA)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
Arruamento	-	-	-	-
Área Permeável	8.191,1	20.477.720,0	20.887,3	8.191,1
Área Impermeável	12.286,6	331.739.064,0	282.592,5	774.057,8
Parque Linear	-	-	-	-
Lagoa	-	-	-	-
Desenvolvimento Rural	27.229,2	81.687,7	69.434,6	27.229,2
<b>TOTAL</b>	<b>47.706,97</b>	<b>352.298.471,75</b>	<b>372.914,40</b>	<b>809.478,15</b>

Fonte: FESPSP, 2020.

**Tabela 26 – Geração total de cargas difusas por tipo de uso e ocupação do solo para cada bacia municipal para o cenário tendencial**

SUB-BACIA	TIPO DE USO	Área (ha)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
1 - Jundiáí Mirim	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00
	Área Permeável	2.685,78	6.714.450,00	6.848,74	2.685,78
	Área Impermeável	4.028,67	108.774.090,00	92.659,41	253.806,21
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	5.031,88	15.095,64	12.831,29	5.031,88



SUB-BACIA	TIPO DE USO	Área (ha)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
	<b>TOTAL</b>	<b>11.746,33</b>	<b>115.503.635,64</b>	<b>112.339,44</b>	<b>261.523,87</b>
2 - Guapeva	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00
	Área Permeável	914,82	2.287.040,00	2.332,78	914,82
	Área Impermeável	1.372,22	37.050.048,00	31.561,15	86.450,11
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	4.253,21	12.759,63	10.845,69	4.253,21
	<b>TOTAL</b>	<b>6.540,25</b>	<b>39.349.847,63</b>	<b>44.739,62</b>	<b>91.618,14</b>
3 - Estiva	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00
	Área Permeável	409,51	1.023.770,00	1.044,25	409,51
	Área Impermeável	614,26	16.585.074,00	14.128,03	38.698,51
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	1.014,49	3.043,47	2.586,95	1.014,49
	<b>TOTAL</b>	<b>2.038,26</b>	<b>17.611.887,47</b>	<b>17.759,22</b>	<b>40.122,50</b>
4 - Ribeirão-Cachoeira	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00
	Área Permeável	523,94	1.309.860,00	1.336,06	523,94
	Área Impermeável	785,92	21.219.732,00	18.076,07	49.512,71
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	5.194,25	15.582,75	13.245,34	5.194,25
	<b>TOTAL</b>	<b>6.504,11</b>	<b>22.545.174,75</b>	<b>32.657,46</b>	<b>55.230,90</b>
5 - Capivari	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00
	Área Permeável	345,60	864.000,00	881,28	345,60
	Área Impermeável	518,40	13.996.800,00	11.923,20	32.659,20
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	4.699,71	14.099,13	11.984,26	4.699,71
	<b>TOTAL</b>	<b>5.563,71</b>	<b>14.874.899,13</b>	<b>24.788,74</b>	<b>37.704,51</b>
6 - Jundiaí	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00
	Área Permeável	3.297,16	8.242.900,00	8.407,76	3.297,16
	Área Impermeável	4.945,74	133.534.980,00	113.752,02	311.581,62
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	2.269,82	6.809,46	5.788,04	2.269,82
	<b>TOTAL</b>	<b>10.512,72</b>	<b>141.784.689,46</b>	<b>127.947,82</b>	<b>317.148,60</b>



SUB-BACIA	TIPO DE USO	Área (ha)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
7 - Jundiuvira	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00
	Área Permeável	14,28	35.700,00	36,41	14,28
	Área Impermeável	21,42	578.340,00	492,66	1.349,46
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	4.765,89	14.297,67	12.153,02	4.765,89
	<b>TOTAL</b>		<b>4.801,59</b>	<b>628.337,67</b>	<b>12.682,09</b>

Fonte: FESPSP, 2020.



**Tabela 27 – Resultado do critério de cargas difusas para as bacias municipais para o cenário tendencial**

SUB-BACIA	Geração carga difusa (kg/ano)			Posição				Pontuação por faixa					Pontuação proporcional				
	SS	FT	NT	SS	FT	NT	Ranking	SS	FT	NT	Total	Ranking	SS	FT	NT	Total	Ranking
Jundiai Mirim	45.703.420	59.208	109.411	2	2	2	2	4	2	2	8	2	3,46	3,27	3,41	10,14	2
Guapeva	30.897.866	37.186	72.821	3	3	3	3	4	2	1	7	3	2,34	2,05	2,27	6,66	3
Estiva	12.657.948	13.765	29.251	6	6	6	6	2	1	1	4	6	0,96	0,76	0,91	2,63	6
Ribeirao Cachoeira	16.097.160	26.565	40.780	4	4	4	4	2	2	1	5	4	1,22	1,47	1,27	3,96	4
Capivari	13.798.195	22.459	34.849	5	5	5	5	2	2	1	5	4	1,04	1,24	1,09	3,37	5
Jundiai	127.778.421	115.570	286.046	1	1	1	1	4	3	3	10	1	9,66	6,38	8,93	24,97	1
Jundiuvira	14.405	9.949	4.028	7	7	7	7	1	1	1	3	7	0,00	0,55	0,13	0,68	7

Fonte: FESPSP, 2020.

## II. Cenário Dirigido

**Tabela 28 – Geração total de cargas difusas para as bacias municipais por tipo de uso e ocupação do solo para o cenário dirigido**

Classe de uso e ocupação do solo	Área (Ha)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
Arruamento	0,00	0,00	0,00	0,00
Área Permeável	5.740,64	14.351.590,00	14.638,62	5.740,64
Área Impermeável	8.610,95	232.495.758,00	198.051,94	542.490,10
Parque Linear	5.176,78	15.530,34	155,30	776,52
Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
Desenvolvimento Rural	28.178,60	84.535,80	71.855,43	28.178,60
<b>TOTAL</b>	<b>47.706,97</b>	<b>246.947.414,14</b>	<b>284.701,30</b>	<b>577.185,85</b>

Fonte: FESPSP, 2020.

**Tabela 29 – Geração total de cargas difusas por tipo de uso e ocupação do solo para cada bacia municipal para o cenário dirigido**

SUB-BACIA	TIPO DE USO	Área (ha)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
1 - Jundiáí Mirim	Área Ocupada	-	-	-	-
	Área Permeável	1.062,24	2.655.590,00	2.708,70	1.062,24
	Área Impermeável	1.593,35	43.020.558,00	36.647,14	100.381,30
	Parque Linear	1.321,20	3.963,60	39,64	198,18
	Desenvolvimento Rural	7.769,54	23.308,62	19.812,33	7.769,54
	<b>TOTAL</b>	<b>11.746,33</b>	<b>45.703.420,22</b>	<b>59.207,81</b>	<b>109.411,26</b>
2 - Guapeva	Área Ocupada	-	-	-	-
	Área Permeável	718,22	1.795.560,00	1.831,47	718,22
	Área Impermeável	1.077,34	29.088.072,00	24.778,73	67.872,17
	Parque Linear	604,58	1.813,74	18,14	90,69
	Desenvolvimento Rural	4.140,11	12.420,33	10.557,28	4.140,11
	<b>TOTAL</b>	<b>6.540,25</b>	<b>30.897.866,07</b>	<b>37.185,62</b>	<b>72.821,19</b>
3 - Estiva	Área Ocupada	-	-	-	-
	Área Permeável	294,28	735.700,00	750,41	294,28
	Área Impermeável	441,42	11.918.340,00	10.152,66	27.809,46
	Parque Linear	182,40	547,20	5,47	27,36
	Desenvolvimento Rural	1.120,16	3.360,48	2.856,41	1.120,16
	<b>TOTAL</b>	<b>2.038,26</b>	<b>12.657.947,68</b>	<b>13.764,95</b>	<b>29.251,26</b>
4 - Ribeirão-Cachoeira	Área Ocupada	-	-	-	-
	Área Permeável	373,96	934.910,00	953,61	373,96
	Área Impermeável	560,95	15.145.542,00	12.901,76	35.339,60
	Parque Linear	591,87	1.775,61	17,76	88,78
	Desenvolvimento Rural	4.977,33	14.931,99	12.692,19	4.977,33
	<b>TOTAL</b>	<b>6.504,11</b>	<b>16.097.159,60</b>	<b>26.565,31</b>	<b>40.779,67</b>
5 - Capivari	Área Ocupada	-	-	-	-
	Área Permeável	320,56	801.390,00	817,42	320,56
	Área Impermeável	480,83	12.982.518,00	11.059,18	30.292,54



SUB-BACIA	TIPO DE USO	Área (ha)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
	Parque Linear	619,83	1.859,49	18,59	92,97
	Desenvolvimento Rural	4.142,49	12.427,47	10.563,35	4.142,49
	<b>TOTAL</b>	<b>5.563,71</b>	<b>13.798.194,96</b>	<b>22.458,54</b>	<b>34.848,56</b>
6 - Jundiaí	Área Ocupada	-	-	-	-
	Área Permeável	2.971,38	7.428.440,00	7.577,01	2.971,38
	Área Impermeável	4.457,06	120.340.728,00	102.512,47	280.795,03
	Parque Linear	946,26	2.838,78	28,39	141,94
	Desenvolvimento Rural	2.138,02	6.414,06	5.451,95	2.138,02
	<b>TOTAL</b>	<b>10.512,72</b>	<b>127.778.420,84</b>	<b>115.569,82</b>	<b>286.046,37</b>
7 - Jundiuvira	Área Ocupada	-	-	-	-
	Área Permeável	0,00	0,00	0,00	0,00
	Área Impermeável	0,00	0,00	0,00	0,00
	Parque Linear	910,64	2.731,92	27,32	136,60
	Desenvolvimento Rural	3.890,95	11.672,85	9.921,92	3.890,95
	<b>TOTAL</b>	<b>4.801,59</b>	<b>14.404,77</b>	<b>9.949,24</b>	<b>4.027,55</b>

Fonte: FESPSP, 2020.



**Tabela 30 – Resultado do critério de cargas difusas para as bacias municipais para o cenário dirigido**

SUB-BACIA	Geração carga difusa (kg/ano)			Posição				Pontuação por faixa					Pontuação proporcional				
	SS	FT	NT	SS	FT	NT	Ranking	SS	FT	NT	Total	Ranking	SS	FT	NT	Total	Ranking
Jundiai Mirim	45.703.420	59.208	109.411	2	2	2	2	4	2	2	8	2	3,46	3,27	3,41	10,14	2
Guapeva	30.897.866	37.186	72.821	3	3	3	3	4	2	1	7	3	2,34	2,05	2,27	6,66	3
Estiva	12.657.948	13.765	29.251	6	6	6	6	2	1	1	4	6	0,96	0,76	0,91	2,63	6
Ribeirao Cachoeira	16.097.160	26.565	40.780	4	4	4	4	2	2	1	5	4	1,22	1,47	1,27	3,96	4
Capivari	13.798.195	22.459	34.849	5	5	5	5	2	2	1	5	4	1,04	1,24	1,09	3,37	5
Jundiai	127.778.421	115.570	286.046	1	1	1	1	4	3	3	10	1	9,66	6,38	8,93	24,97	1
Jundiuvira	14.405	9.949	4.028	7	7	7	7	1	1	1	3	7	0,00	0,55	0,13	0,68	7

Fonte: FESPSP, 2020.



### III. Comparativo dos Cenários

Diante dos resultados, apresentados na página a seguir, se destaca o seguinte:

- a bacia do **Jundiaí-Mirim** se destaca, estando muito à frente das demais. Para os três subcritérios, ela apresenta a maior variação de cargas geradas entre os dois cenários. Isso significa que dentre as bacias para esse critério, essa é a bacia com maior margem para atuação;

- em seguida, a bacia do **Jundiaí** é a segunda com maior margem para atuação. Um pouco mais atrás encontra-se a bacia do **Guapeva**;

- um pouco atrás da bacia do Guapeva, estão as bacias do **Ribeirão-Cachoeira**, em quarto lugar, e **Estiva**, em quinto lugar;

- por último, as bacias do **Capivari** e **Jundiuvira** são as que apresentam a menor diferença entre os cenários.



**Tabela 31 – Comparativo dos cenários tendencial e dirigido para as bacias municipais para o critério de carga difusa**

SUB-BACIA	Sólidos suspensos (kg/ano)			Fósforo Total (kg/ano)			Nitrogênio Total (kg/ano)		
	SA	CD	CT	SA	CD	CT	SA	CD	CT
Jundiá Mirim	31.344.403,60	45.703.420,22	115.503.635,64	90.417,60	59.207,81	112.339,44	225.265,69	109.411,26	261.523,87
Guapeva	22.341.422,14	30.897.866,07	39.349.847,63	42.102,00	37.185,62	44.739,62	105.068,07	72.821,19	91.618,14
Estiva	4.711.409,72	12.657.947,68	17.611.887,47	13.652,03	13.764,95	17.759,22	35.241,26	29.251,26	40.122,50
Ribeirão Cachoeira	9.952.067,37	16.097.159,60	22.545.174,75	22.756,87	26.565,31	32.657,46	52.675,74	40.779,67	55.230,90
Capivari	17.594.610,58	13.798.194,96	14.874.899,13	44.547,61	22.458,54	24.788,74	111.019,53	34.848,56	37.704,51
Jundiá	70.939.054,63	127.778.420,84	141.784.689,46	120.192,53	115.569,82	127.947,82	311.584,36	286.046,37	317.148,60
Jundiuvira	1.994.013,46	14.404,77	628.337,67	5.407,20	9.949,24	12.682,09	9.767,75	4.027,55	6.129,63
<b>Total</b>	<b>158.876.981,50</b>	<b>246.947.414,14</b>	<b>352.298.471,75</b>	<b>339.075,82</b>	<b>284.701,30</b>	<b>372.914,40</b>	<b>850.622,40</b>	<b>577.185,85</b>	<b>809.478,15</b>
SUB-BACIA	Sólidos suspensos (kg/ano)			Fósforo Total (kg/ano)			Nitrogênio Total (kg/ano)		
	CT-CD	% CT-CD	Posição	CT-CD	% CT-CD	Posição	CT-CD	% CT-CD	Posição
Jundiá Mirim	69.800.215,42	66,25%	1	53.131,64	60,23%	1	152.112,61	65,48%	1
Guapeva	8.451.981,56	8,02%	3	7.554,00	8,56%	3	18.796,95	8,09%	3
Estiva	4.953.939,79	4,70%	5	3.994,27	4,53%	5	10.871,24	4,68%	5
Ribeirão Cachoeira	6.448.015,15	6,12%	4	6.092,15	6,91%	4	14.451,23	6,22%	4
Capivari	1.076.704,17	1,02%	6	2.330,20	2,64%	7	2.855,95	1,23%	6
Jundiá	14.006.268,62	13,29%	2	12.378,00	14,03%	2	31.102,23	13,39%	2
Jundiuvira	613.932,90	0,58%	7	2.732,85	3,10%	6	2.102,08	0,90%	7
<b>Total</b>	<b>105.351.057,61</b>			<b>88.213,10</b>			<b>232.292,30</b>		

Fonte: FESPSP, 2020.

### 3.3.2.2. Fragilidade Ambiental Dos Terrenos

Os valores utilizados para cada um dos cenários correspondem aos valores calculados para a situação atual (SA).

### 3.3.2.3. Recarga De Aquíferos

A seguir são apresentados os resultados deste critério subdivididos em CT e CD e Comparativo de Cenários.

#### I. Cenário Tendencial

**Tabela 32 – Extensão de área por intervalo de Curve Number para as bacias municipais para o cenário tendencial**

CN	Área (ha)
39-63	27.229,25
63-71	0,00
71-79	8.191,09
79-87	0,00
87-100	12.286,63
<b>Total</b>	<b>47.706,97</b>

Fonte: FESPSP, 2020.

**Tabela 33 – Extensão de área por intervalo de Curve Number para as bacias municipais para o cenário tendencial**

SUB-BACIA	Faixas CN	Área (ha)
1 - Jundiaí Mirim	39-63	5.031,88
	63-71	0,00
	71-79	2.685,78
	79-87	0,00
	87-100	4.028,67
	<b>Total</b>	<b>11.746,33</b>
2 - Guapeva	39-63	4.253,21
	63-71	0,00
	71-79	914,82
	79-87	0,00
	87-100	1.372,22
	<b>Total</b>	<b>6540,25</b>
3 - Estiva	39-63	1.014,49
	63-71	0,00
	71-79	409,51
	79-87	0,00
	87-100	614,26
	<b>Total</b>	<b>2038,26</b>
4 - Ribeirão-Cachoeira	39-63	5.194,25
	63-71	0,00



SUB-BACIA	Faixas CN	Área (ha)
	71-79	523,94
	79-87	0,00
	87-100	785,92
	<b>Total</b>	<b>6504,11</b>
5 - Capivari	39-63	4.699,71
	63-71	0,00
	71-79	345,60
	79-87	0,00
	87-100	518,40
	<b>Total</b>	<b>5563,71</b>
6 - Jundiaí	39-63	2.269,82
	63-71	0,00
	71-79	3.297,16
	79-87	0,00
	87-100	4.945,74
	<b>Total</b>	<b>10512,72</b>
7 - Jundiuvira	39-63	4.765,89
	63-71	0,00
	71-79	14,28
	79-87	0,00
	87-100	21,42
	<b>Total</b>	<b>4801,59</b>

Fonte: FESPSP, 2020.



**Tabela 34 – Resultado do critério de recarga de aquíferos para as bacias municipais para o cenário tendencial**

SUB-BACIA	Área CN (ha)			Posição				Pontuação por faixa					Pontuação proporcional				
	87-100	71 - 87	71-100	87-100	79-87	71-100	Ranking	87-100	79-87	71-100	Total	Ranking	87-100	79-87	71-100	Total	Ranking
Jundiai Mirim	4.028,67	2.685,78	6.714,45	2	2	2	2	4	3	4	11	2	7,11	7,11	7,11	21,34	2
Guapeva	1.372,22	914,82	2.287,04	3	3	3	3	3	2	3	8	3	2,42	2,42	2,42	7,27	3
Estiva	614,26	409,51	1.023,77	5	5	5	5	2	1	2	5	5	1,08	1,08	1,08	3,25	5
Ribeirao Cachoeira	785,92	523,94	1.309,86	4	4	4	4	2	2	2	6	4	1,39	1,39	1,39	4,16	4
Capivari	518,40	345,60	864,00	6	6	6	6	2	1	2	5	5	0,92	0,92	0,92	2,75	6
Jundiai	4.945,74	3.297,16	8.242,90	1	1	1	1	4	4	4	12	1	8,73	8,73	8,73	26,20	1
Jundiuvira	21,42	14,28	35,70	7	7	7	7	1	1	1	3	7	0,04	0,04	0,04	0,11	7

Fonte: FESPSP, 2020.

## II. Cenário Dirigido

**Tabela 35 – Extensão de área por intervalo de Curve Number para as bacias municipais para o cenário dirigido**

CN	Área (ha)
39-63	28.178,60
63-71	5.176,78
71-79	5.740,64
79-87	0,00
87-100	8.610,95
<b>Total</b>	<b>47.706,97</b>

Fonte: FESPSP, 2020.

**Tabela 36 – Extensão de área por intervalo de Curve Number para as bacias municipais para o cenário dirigido**

SUB-BACIA	Faixas CN	Área (ha)
1 - Jundiá Mirim	39-63	7.769,54
	63-71	1.321,20
	71-79	1.062,24
	79-87	0,00
	87-100	1.593,35
	<b>Total</b>	<b>11.746,33</b>
2 - Guapeva	39-63	4.140,11
	63-71	604,58
	71-79	718,22
	79-87	0,00
	87-100	1.077,34
	<b>Total</b>	<b>6.540,25</b>
3 - Estiva	39-63	1.120,16
	63-71	182,40
	71-79	294,28
	79-87	0,00
	87-100	441,42
	<b>Total</b>	<b>2.038,26</b>
4 – Ribeirão-Cachoeira	39-63	4.977,33
	63-71	591,87
	71-79	373,96
	79-87	0,00
	87-100	560,95
	<b>Total</b>	<b>6.504,11</b>
5 - Capivari	39-63	4.142,49
	63-71	619,83
	71-79	320,56
	79-87	0,00



SUB-BACIA	Faixas CN	Área (ha)
	87-100	480,83
	<b>Total</b>	<b>5.563,71</b>
6 - Jundiaí	39-63	2.138,02
	63-71	946,26
	71-79	2.971,38
	79-87	0,00
	87-100	4.457,06
	<b>Total</b>	<b>10.512,72</b>
7 - Jundiuvira	39-63	3.890,95
	63-71	910,64
	71-79	0,00
	79-87	0,00
	87-100	0,00
	<b>Total</b>	<b>4.801,59</b>

Fonte: FESPSP, 2020.



**Tabela 37 – Resultado do critério de recarga de aquíferos para as bacias municipais para o cenário dirigido**

SUB-BACIA	Área CN (ha)			Posição				Pontuação por faixa					Pontuação proporcional				
	87-100	71 - 87	71-100	87-100	79-87	71-100	Ranking	87-100	79-87	71-100	Total	Ranking	87-100	79-87	71-100	Total	Ranking
Jundiai Mirim	1.593,35	1.062,24	2.655,59	2	2	2	2	3	3	2	8	2	3,46	3,46	3,46	10,37	2
Guapeva	1.077,34	718,22	1.795,56	3	3	3	3	3	2	2	7	3	2,34	2,34	2,34	7,01	3
Estiva	441,42	294,28	735,70	6	6	6	6	1	1	1	3	5	0,96	0,96	0,96	2,87	6
Ribeirao Cachoeira	560,95	373,96	934,91	4	4	4	4	2	1	1	4	4	1,22	1,22	1,22	3,65	4
Capivari	480,83	320,56	801,39	5	5	5	5	1	1	1	3	5	1,04	1,04	1,04	3,13	5
Jundiai	4.457,06	2.971,38	7.428,44	1	1	1	1	4	4	3	11	1	9,67	9,67	9,67	29,00	1
Jundiuvira	0,00	0,00	0,00	7	7	7	7	1	1	1	3	5	0,00	0,00	0,00	0,00	7

Fonte: FESPSP, 2020.



### III. Comparativo dos Cenários

Diante dos resultados, apresentados na página a seguir, se destaca o seguinte:

- a bacia do Jundiaí-Mirim apresenta a maior variação entre os cenários para esse critério;

- em seguida, as bacias do Jundiaí e do Guapeva são as que possuem maior margem de atuação. Cabe mencionar que essas duas bacias se encontram na mesma ordem de grandeza, enquanto a bacia do Jundiaí-Mirim apresenta uma variação cerca de dez vezes maior. A bacia do Ribeirão-Cachoeira vem logo atrás apresentando uma ordem de grandeza parecida dessas duas bacias;

- enfim, vem na ordem as bacias do Estiva, Capivari e Jundiuvira. A bacia do Estiva apresenta das três um valor mais próximo as bacias do Jundiaí, Guapeva e Ribeirão-Cachoeira. As bacias do Capivari e Jundiuvira tem uma margem de atuação reduzida em relação às demais.



**Tabela 38 – Comparativo dos cenários tendencial e dirigido para as bacias municipais para o critério de recarga de aquíferos**

SUB-BACIA	Área CN 87-100 (ha)			Área CN 71-87 (ha)			Área CN 71-100 (ha)		
	SA	CD	CT	SA	CD	CT	SA	CD	CT
Jundiai Mirim	1.952,99	1.593,35	4.028,67	5.106,86	1.062,24	2.685,78	7.059,85	2.655,59	6.714,45
Guapeva	2.078,76	1.077,34	1.372,22	2.397,00	718,22	914,82	4.475,76	1.795,56	2.287,04
Estiva	505,32	441,42	614,26	699,78	294,28	409,51	1.205,10	735,70	1.023,77
Ribeirao Cachoeira	559,58	560,95	785,92	1.940,63	373,96	523,94	2.500,21	934,91	1.309,86
Capivari	0,60	480,83	518,40	5.337,61	320,56	345,60	5.338,21	801,39	864,00
Jundiai	4.027,41	4.457,06	4.945,74	6.161,23	2.971,38	3.297,16	10.188,64	7.428,44	8.242,90
Jundiuvira	0,00	0,00	21,42	0,00	0,00	14,28	0,00	0,00	35,70
<b>Total</b>	<b>9.124,66</b>	<b>8.610,95</b>	<b>12.286,63</b>	<b>21.643,11</b>	<b>5.740,64</b>	<b>8.191,09</b>	<b>30.767,77</b>	<b>14.351,59</b>	<b>20.477,72</b>
SUB-BACIA	Área CN 87-100 (ha)			Área CN 71-87 (ha)			Área CN 71-100 (ha)		
	CT-CD	% CT-CD	Posição	CT-CD	% CT-CD	Posição	CT-CD	% CT-CD	Posição
Jundiai Mirim	2.435,32	66,25%	1	1.623,54	66,25%	1	4.058,86	66,25%	1
Guapeva	294,89	8,02%	3	196,59	8,02%	3	491,48	8,02%	3
Estiva	172,84	4,70%	5	115,23	4,70%	5	288,07	4,70%	5
Ribeirao Cachoeira	224,97	6,12%	4	149,98	6,12%	4	374,95	6,12%	4
Capivari	37,57	1,02%	6	25,04	1,02%	6	62,61	1,02%	6
Jundiai	488,68	13,29%	2	325,78	13,29%	2	814,46	13,29%	2
Jundiuvira	21,42	0,58%	7	14,28	0,58%	7	35,70	0,58%	7
<b>Total</b>	<b>3.675,68</b>			<b>2.450,45</b>			<b>6.126,13</b>		

Fonte: FESPSP, 2020.



#### **3.3.2.4. Balanço Final**

A partir dos resultados apresentados anteriormente é possível determinar as bacias mais críticas nos cenários tendencial e dirigido, assim como a bacia com maior margem para atuação, considerando os três critérios de criticidade.

##### **I. Cenário Tendencial**

A Tabela 39 apresenta os resultados para a simulação do cenário tendencial para as sete bacias municipais. Nota-se o seguinte:

- a bacia do Jundiaí-Mirim apresenta a maior criticidade para os três critérios;
- em seguida, as bacias do Guapeva e do Jundiaí possuem alta criticidade;
- em nível intermediário, está a bacia do Ribeirão-Cachoeira;
- com a menor criticidade estão as bacias do Estiva, Capivari e Jundiuvira.



Tabela 39 – Hierarquia final das bacias para o cenário tendencial

SUB-BACIA	Alternativa 1 - Posição Média				Alternativa 2 - Pontos Faixa					Alternativa 3 - Pontos Proporcional				
	CD	FG	CN	Hierarquia	CD	FG	CN	Total	Hierarquia	CD	FG	CN	Total	Hierarquia
Jundiaí Mirim	2	1	2	1	40	24	44	108	1	76,45	47,72	85,36	209,54	1
Guapeva	3	1	3	2	28	24	32	84	3	27,52	45,15	29,08	101,74	3
Estiva	5	5	5	5	16	4	20	40	5	11,80	4,75	13,02	29,56	5
Ribeirão-Cachoeira	4	3	4	3	24	24	24	72	4	17,37	36,74	16,65	70,77	4
Capivari	5	6	6	5	20	0	20	40	5	12,20	2,22	10,98	25,41	6
Jundiaí	1	6	1	2	48	4	48	100	2	91,57	2,81	104,80	199,18	2
Jundiuvira	7	4	7	6	12	16	12	40	5	3,17	19,23	0,45	22,85	7

Fonte: FESPSP, 2020.



## II. Cenário Dirigido

A tabela a seguir apresenta os resultados para a simulação do cenário tendencial para as sete bacias municipais. Nota-se o seguinte:

- em primeiro lugar, empatadas, estão as bacias do Jundiaí-Mirim e Jundiaí. Logo atrás dessas, se encontra a bacia do Guapeva;
- a seguir, a bacia do Ribeirão-Cachoeira apresenta uma criticidade intermediária;
- por fim, estão as demais bacias: Estiva, Capivari e Jundiuvira.



Tabela 40 – Hierarquia final das bacias para o cenário dirigido

SUB-BACIA	Alternativa 1 - Posição Média				Alternativa 2 - Pontos Faixa					Alternativa 3 - Pontos Proporcional				
	CD	FG	CN	Hierarquia	CD	FG	CN	Total	Hierarquia	CD	FG	CN	Total	Hierarquia
Jundiaí Mirim	2	1	2	1	32	24	32	88	1	40,55	47,72	41,46	129,74	2
Guapeva	3	1	3	2	28	20	28	76	3	26,64	45,15	28,04	99,83	3
Estiva	6	5	6	5	16	4	12	32	6	10,52	4,75	11,49	26,75	6
Ribeirão-Cachoeira	4	3	4	3	20	16	16	52	4	15,82	36,74	14,60	67,17	4
Capivari	5	6	5	5	20	0	12	32	6	13,48	2,22	12,51	28,22	5
Jundiaí	1	6	1	2	40	4	44	88	1	99,86	2,81	115,99	218,66	1
Jundiuvira	7	4	7	6	12	12	12	36	5	2,70	19,23	0,00	21,94	7

Fonte: FESPSP, 2020.

### III. Comparativo dos Cenários

A tabela a seguir apresenta os resultados para a simulação do cenário tendencial para as sete bacias municipais. Nota-se o seguinte:

- a bacia do Jundiá-Mirim apresenta o maior potencial de atuação. Em quase todos os subcritérios, essa bacia apresenta a maior variação quantitativa entre os cenários. Somente para a fragilidade ambiental potencial muito alta é que essa bacia se classifica em segundo lugar;

- em seguida, empatadas, estão as bacias do Guapeva e do Jundiá. A bacia do Jundiá apresenta uma consistência nos critérios de cargas difusas e recarga de aquíferos, se classificando sempre em segundo lugar dentre as bacias com maior potencial de atuação. Somente para os critérios de fragilidade ambiental potencial sua classificação aponta uma menor criticidade. Por sua vez, a bacia do Guapeva é a terceira mais crítica para os critérios de cargas difusas e recargas de aquíferos. Contudo, apresenta uma alta criticidade quando analisados os subcritérios de fragilidade ambiental;

- em um nível intermediário estão as bacias do Ribeirão-Cachoeira e, um pouco atrás desta, a bacia do Estiva;

- com o menor potencial de atuação estão as bacias do Capivari e do Jundiuvira.



**Tabela 41 – Hierarquia final das bacias para o comparativo do cenário tendencial e dirigido**

SUB-BACIA	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)	Área CN 82-100 (há)	Área CN 72-82 (há)	Área CN 63-100 (há)	Fragilidade Potencial		TOTAL
	CT-CD	CT-CD	CT-CD	CT-CD	CT-CD	CT-CD	Muito Alta (ha)	Alta (ha)	
Jundiai Mirim	1	1	1	1	1	1	2	1	1
Guapeva	3	3	3	3	3	3	1	3	3
Estiva	5	5	5	5	5	5	5	6	5
Ribeirao Cachoeira	4	4	4	4	4	4	3	4	4
Capivari	6	7	6	6	6	6	6	7	6
Jundiai	2	2	2	2	2	2	7	5	3
Jundiuvira	7	6	7	7	7	7	4	2	6

Fonte: FESPSP, 2020.

### **3.4. DEFINIÇÃO DAS SUB-BACIAS CRÍTICAS – PROGNÓSTICO (CENÁRIO TENDENCIAL E CENÁRIO DIRIGIDO). BACIA DO JUNDIAÍ-MIRIM**

Na seção 2.7. DEFINIÇÃO DAS SUB-BACIAS CRÍTICAS DA BACIA DO JUNDIAÍ-MIRIM foi apresentada a criticidade das sub-bacias hidrográficas da bacia do Jundiaí Mirim no cenário de referência (situação atual). Com base na análise de expansão urbana apresentada na seção 3.2. EXPANSÃO URBANA, se desenvolveu uma análise semelhante para os cenários projetados, no caso o cenário tendencial (CT) e cenário dirigido (CD). O objetivo é identificar quais as sub-bacias são mais críticas e apresentam maior necessidade de intervenção no horizonte de planejamento.

#### **3.4.1. Metodologia**

A seguir são explicados os detalhes do método desenvolvido, de modo que seja possível auditar e aperfeiçoar os pormenores que permitem a definição das sub-bacias.

O escopo dessa simulação é determinar quais as sub-bacias apresentam as maiores variações de índices entre o cenário tendencial e o cenário dirigido (CT – CD). Assim as sub-bacias com maior variação entre os cenários apresentam maior potencial de intervenção.

Os mesmos critérios utilizados na análise multicritério da criticidade das sub-bacias para a situação atual serão utilizados neste método. A adequação do critério de fragilidade ambiental utilizada no prognóstico das bacias hidrográficas também foi aqui adotada. Já em relação aos subcritérios, os mesmos utilizados na análise multicritério da criticidade das sub-bacias para a situação atual serão utilizados neste método. Somente os subcritérios que utilizam a fragilidade emergente não foram considerados.

Conforme indicado a hierarquização desenvolvida baseia-se na diferença entre os cenários tendencial e dirigido (CT-CD), o que permite quantificar a margem potencial de atuação por bacia hidrográfica.

Para alcançar esse resultado, são desenvolvidos individualmente o CT e o CD. Na análise desses cenários são aplicados os mesmos métodos de hierarquização que a SA. Quando se compara CT-CD, o valor obtido é hierarquizado somente através do ranking de posição. Ou seja, para cada um dos subcritérios, as sub-bacias são comparadas e listadas da com maior potencial de atuação para a com o menor potencial de atuação.

#### **3.4.2. Sub-Bacias Do Jundiaí-Mirim**

Do mesmo modo que para a análise multicritério da criticidade das sub-bacias na situação atual, a bacia do Jundiaí-Mirim é escolhida para o detalhamento devido a sua alta

criticidade e seu uso como manancial de abastecimento. Essa análise permite apontar as sub-bacias com maior potencial de atuação pelo setor público.

### 3.4.2.1. Carga Difusa

A seguir são apresentados os resultados deste critério subdivididos em CT, CD e Comparativo de Cenários.

#### I. Cenário Tendencial

**Tabela 42 – Geração total de cargas difusas para a bacia do Jundiá-Mirim por tipo de uso e ocupação do solo para o cenário tendencial**

Classe de uso e ocupação do solo	Área (ha)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
Arruamento	-	-	-	-
Área Permeável	2.685,8	6.714.450,0	6.848,7	2.685,8
Área Impermeável	4.028,7	108.774.090,0	92.659,4	253.806,2
Parque Linear	-	-	-	-
Lagoa	-	-	-	-
Desenvolvimento Rural	5.031,9	15.095,6	12.831,3	5.031,9
<b>TOTAL</b>	<b>11.746,33</b>	<b>115.503.635,64</b>	<b>112.339,44</b>	<b>261.523,87</b>

Fonte: FESPSP, 2020.

**Tabela 43 – Geração total de cargas difusas por tipo de uso e ocupação do solo para cada sub-bacia da bacia do Jundiá-Mirim para o cenário tendencial**

SUB-BACIA	TIPO DE USO	ÁREA (HA)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
1 - Jundiá-Mirim Calha	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00
	Área Permeável	103,45	258.620,00	263,79	103,45
	Área Impermeável	155,17	4.189.644,00	3.568,96	9.775,84
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	694,33	2.082,98	1.770,54	694,33
	<b>TOTAL</b>	<b>952,95</b>	<b>4.450.346,98</b>	<b>5.603,29</b>	<b>10.573,61</b>
2 - Parque Centenário	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00
	Área Permeável	81,20	203.010,00	207,07	81,20
	Área Impermeável	121,81	3.288.762,00	2.801,54	7.673,78
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	100,69	302,08	256,77	100,69
	<b>TOTAL</b>	<b>303,70</b>	<b>3.492.074,08</b>	<b>3.265,38</b>	<b>7.855,68</b>
3 - Represa Nova	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00



SUB-BACIA	TIPO DE USO	ÁREA (HA)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
	Área Permeável	11,72	29.310,00	29,90	11,72
	Área Impermeável	17,59	474.822,00	404,48	1.107,92
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	229,05	687,16	584,09	229,05
	<b>TOTAL</b>	<b>258,36</b>	<b>504.819,16</b>	<b>1.018,46</b>	<b>1.348,70</b>
4 - Pinheirinho	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00
	Área Permeável	63,38	158.440,00	161,61	63,38
	Área Impermeável	95,06	2.566.728,00	2.186,47	5.989,03
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	306,17	918,52	780,74	306,17
<b>TOTAL</b>	<b>464,61</b>	<b>2.726.086,52</b>	<b>3.128,82</b>	<b>6.358,58</b>	
5 - Caxambu	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00
	Área Permeável	53,66	134.140,00	136,82	53,66
	Área Impermeável	80,48	2.173.068,00	1.851,13	5.070,49
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	531,53	1.594,58	1.355,40	531,53
<b>TOTAL</b>	<b>665,67</b>	<b>2.308.802,58</b>	<b>3.343,35</b>	<b>5.655,68</b>	
6 - Ribeirão da Toca	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00
	Área Permeável	47,89	119.730,00	122,12	47,89
	Área Impermeável	71,84	1.939.626,00	1.652,27	4.525,79
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	267,27	801,82	681,55	267,27
<b>TOTAL</b>	<b>387,00</b>	<b>2.060.157,82</b>	<b>2.455,95</b>	<b>4.840,96</b>	
7 - Córrego da Roseira	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00
	Área Permeável	115,11	287.770,00	293,53	115,11
	Área Impermeável	172,66	4.661.874,00	3.971,23	10.877,71
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	692,49	2.077,48	1.765,85	692,49
<b>TOTAL</b>	<b>980,26</b>	<b>4.951.721,48</b>	<b>6.030,61</b>	<b>11.685,31</b>	
8 - Escada Dissipação	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00
	Área Permeável	173,59	433.980,00	442,66	173,59



SUB-BACIA	TIPO DE USO	ÁREA (HA)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
	Área Impermeável	260,39	7.030.476,00	5.988,92	16.404,44
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	615,33	1.846,00	1.569,10	615,33
	<b>TOTAL</b>	<b>1.049,31</b>	<b>7.466.302,00</b>	<b>8.000,68</b>	<b>17.193,37</b>
9 - Ribeirão do Tanque	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00
	Área Permeável	153,29	383.230,00	390,89	153,29
	Área Impermeável	229,94	6.208.326,00	5.288,57	14.486,09
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	837,30	2.511,89	2.135,10	837,30
<b>TOTAL</b>	<b>1.220,53</b>	<b>6.594.067,89</b>	<b>7.814,57</b>	<b>15.476,68</b>	
10 - Ribeirão Soares	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00
	Área Permeável	275,85	689.620,00	703,41	275,85
	Área Impermeável	413,77	11.171.844,00	9.516,76	26.067,64
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	425,58	1.276,75	1.085,24	425,58
<b>TOTAL</b>	<b>1.115,20</b>	<b>11.862.740,75</b>	<b>11.305,41</b>	<b>26.769,07</b>	
11 - Córrego do Perdão	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00
	Área Permeável	545,10	1.362.740,00	1.389,99	545,10
	Área Impermeável	817,64	22.076.388,00	18.805,81	51.511,57
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	0,01	0,02	0,02	0,01
<b>TOTAL</b>	<b>1.362,75</b>	<b>23.439.128,02</b>	<b>20.195,82</b>	<b>52.056,67</b>	
12 - Córrego Albino	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00
	Área Permeável	114,18	285.440,00	291,15	114,18
	Área Impermeável	171,26	4.624.128,00	3.939,07	10.789,63
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	0,00	0,01	0,01	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>285,44</b>	<b>4.909.568,01</b>	<b>4.230,23</b>	<b>10.903,81</b>	
13 - Córrego do Caxambuzinho	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00
	Área Permeável	47,23	118.070,00	120,43	47,23



SUB-BACIA	TIPO DE USO	ÁREA (HA)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
	Área Impermeável	70,84	1.912.734,00	1.629,37	4.463,05
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	111,84	335,51	285,18	111,84
	<b>TOTAL</b>	<b>229,91</b>	<b>2.031.139,51</b>	<b>2.034,98</b>	<b>4.622,11</b>
14 - Córrego Ponte Alta	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00
	Área Permeável	398,92	997.310,00	1.017,26	398,92
	Área Impermeável	598,39	16.156.422,00	13.762,88	37.698,32
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>997,31</b>	<b>17.153.732,00</b>	<b>14.780,14</b>	<b>38.097,24</b>	
15 - Córrego Areião	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00
	Área Permeável	187,74	469.350,00	478,74	187,74
	Área Impermeável	281,61	7.603.470,00	6.477,03	17.741,43
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	88,11	264,34	224,69	88,11
<b>TOTAL</b>	<b>557,46</b>	<b>8.073.084,34</b>	<b>7.180,46</b>	<b>18.017,28</b>	
16 - Córrego Ananas	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00
	Área Permeável	90,75	226.870,00	231,41	90,75
	Área Impermeável	136,12	3.675.294,00	3.130,81	8.575,69
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	0,00	0,01	0,01	0,00
<b>TOTAL</b>	<b>226,87</b>	<b>3.902.164,01</b>	<b>3.362,22</b>	<b>8.666,44</b>	
17 - Taruma	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00
	Área Permeável	131,50	328.760,00	335,34	131,50
	Área Impermeável	197,26	5.325.912,00	4.536,89	12.427,13
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	35,12	105,37	89,57	35,12
<b>TOTAL</b>	<b>363,88</b>	<b>5.654.777,37</b>	<b>4.961,79</b>	<b>12.593,76</b>	
18 - Horto	Área Ocupada		-	-	-
	Arruamento		0,00	0,00	0,00
	Área Permeável	91,22	228.060,00	232,62	91,22
	Área Impermeável	136,84	3.694.572,00	3.147,23	8.620,67



SUB-BACIA	TIPO DE USO	ÁREA (HA)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
	Parque Linear	0,00	0,00	0,00	0,00
	Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
	Desenvolvimento Rural	97,04	291,12	247,45	97,04
	<b>TOTAL</b>	<b>325,10</b>	<b>3.922.923,12</b>	<b>3.627,30</b>	<b>8.808,93</b>

Fonte: FESPSP, 2020.



**Tabela 44 – Resultado do critério de cargas difusas para as sub-bacias da bacia do Jundiá-Mirim para o cenário tendencial**

SUB-BACIA	Geração carga difusa (kg/ano)			Posição				Pontuação por faixa					Pontuação proporcional				
	SS	FT	NT	SS	FT	NT	Ranking	SS	FT	NT	Total	Ranking	SS	FT	NT	Total	Ranking
1 - Jundiá-Mirim Calha	4.450.347	5.603	10.574	10	8	10	9	4	2	2	8	8	1,53	1,71	1,57	4,80	9
2 - Parque Centenário	3.492.074	3.265	7.856	13	14	13	13	4	2	1	7	11	1,20	0,99	1,17	3,36	13
3 - Represa Nova	504.819	1.018	1.349	18	18	18	18	1	1	1	3	18	0,17	0,31	0,20	0,68	18
4 - Pinheirinho	2.726.087	3.129	6.359	14	15	14	14	3	2	1	6	14	0,93	0,95	0,94	2,83	14
5 - Caxambu	2.308.803	3.343	5.656	15	13	15	14	3	2	1	6	14	0,79	1,02	0,84	2,65	15
6 - Ribeirão da Toca	2.060.158	2.456	4.841	16	16	16	16	3	2	1	6	14	0,71	0,75	0,72	2,17	16
7 - Córrego da Roseira	4.951.721	6.031	11.685	8	7	8	7	4	3	2	9	4	1,70	1,84	1,74	5,27	8
8 - Escada Dissipação	7.466.302	8.001	17.193	5	4	5	4	4	3	2	9	4	2,56	2,44	2,55	7,55	5
9 - Ribeirão do Tanque	6.594.068	7.815	15.477	6	5	6	5	4	3	2	9	4	2,26	2,38	2,30	6,94	6
10 - Ribeirão Soares	11.862.741	11.305	26.769	3	3	3	3	4	3	3	10	3	4,07	3,44	3,98	11,48	3
11 - Córrego do Perdão	23.439.128	20.196	52.057	1	1	1	1	4	4	4	12	1	8,03	6,15	7,73	21,91	1
12 - Córrego Albino	4.909.568	4.230	10.904	9	10	9	9	4	2	2	8	8	1,68	1,29	1,62	4,59	10
13 - Córrego do Caxambuzinho	2.031.140	2.035	4.622	17	17	17	17	3	2	1	6	14	0,70	0,62	0,69	2,00	17
14 - Córrego Ponte Alta	17.153.732	14.780	38.097	2	2	2	2	4	4	4	12	1	5,88	4,50	5,66	16,04	2
15 - Córrego Areião	8.073.084	7.180	18.017	4	6	4	4	4	3	2	9	4	2,77	2,19	2,68	7,63	4
16 - Córrego Ananas	3.902.164	3.362	8.666	12	12	12	12	4	2	1	7	11	1,34	1,02	1,29	3,65	12
17 - Taruma	5.654.777	4.962	12.594	7	9	7	7	4	2	2	8	8	1,94	1,51	1,87	5,32	7
18 - Horto	3.922.923	3.627	8.809	11	11	11	11	4	2	1	7	11	1,34	1,10	1,31	3,76	11

Fonte: FESPSP, 2020.



## II. Cenário Dirigido

Tabela 45 – Geração total de cargas difusas para a bacia do Jundiá-Mirim por tipo de uso e ocupação do solo para o cenário dirigido

Classe de uso e ocupação do solo	Área (ha)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
Arruamento	477,01	12.879.270,00	10.971,23	30.051,63
Área Permeável	1.062,24	2.655.590,00	2.708,70	1.062,24
Área Impermeável	1.593,35	43.020.558,00	36.647,14	100.381,30
Parque Linear	1.101,14	3.303,42	33,03	165,17
Lagoa	220,06	660,18	6,60	33,01
Desenvolvimento Rural	7.292,53	21.877,59	18.595,95	7.292,53
<b>TOTAL</b>	<b>11.746,33</b>	<b>58.581.259,19</b>	<b>68.962,66</b>	<b>138.985,88</b>

Fonte: FESPSP, 2020.

**Tabela 46 – Geração total de cargas difusas por tipo de uso e ocupação do solo para cada sub-bacia da bacia do Jundiá-Mirim para o cenário dirigido**

Nº	SUB-BACIA	Ocupação do solo	Área (ha)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
1	Jundiá-Mirim Calha	Área Ocupada	-	-	-	-
		Arruamento	57,79	1.560.330,00	1.329,17	3.640,77
		Área Permeável	95,46	238.660,00	243,43	95,46
		Área Impermeável	143,20	3.866.292,00	3.293,51	9.021,35
		Parque Linear	152,10	456,30	4,56	22,82
		Lagoa	14,91	44,73	0,45	2,24
		Desenvolvimento Rural	489,49	1.468,46	1.248,19	489,49
		<b>TOTAL</b>	<b>952,95</b>	<b>5.667.251,49</b>	<b>6.119,32</b>	<b>13.272,12</b>
2	Parque Centenário	Área Ocupada	-	-	-	-
		Arruamento	16,89	456.030,00	388,47	1.064,07
		Área Permeável	31,20	77.990,00	79,55	31,20
		Área Impermeável	46,79	1.263.438,00	1.076,26	2.948,02
		Parque Linear	27,45	82,35	0,82	4,12
		Lagoa	12,53	37,59	0,38	1,88
		Desenvolvimento Rural	168,84	506,53	430,55	168,84
		<b>TOTAL</b>	<b>303,70</b>	<b>1.798.084,47</b>	<b>1.976,03</b>	<b>4.218,13</b>
3	Represa Nova	Área Ocupada	-	-	-	-
		Arruamento	4,43	119.610,00	101,89	279,09
		Área Permeável	0,00	0,00	0,00	0,00
		Área Impermeável	0,00	0,00	0,00	0,00
		Parque Linear	42,20	126,60	1,27	6,33
		Lagoa	5,48	16,44	0,16	0,82
		Desenvolvimento Rural	206,25	618,76	525,95	206,25
		<b>TOTAL</b>	<b>258,36</b>	<b>120.371,80</b>	<b>629,27</b>	<b>492,50</b>
4	Pinheirinho	Área Ocupada	-	-	-	-
		Arruamento	12,83	346.410,00	295,09	808,29
		Área Permeável	2,70	6.740,00	6,87	2,70
		Área Impermeável	4,04	109.188,00	93,01	254,77
		Parque Linear	48,78	146,34	1,46	7,32
		Lagoa	22,71	68,13	0,68	3,41
		Desenvolvimento Rural	373,55	1.120,66	952,56	373,55
		<b>TOTAL</b>	<b>464,61</b>	<b>463.673,13</b>	<b>1.349,68</b>	<b>1.450,03</b>
5	Caxambu	Área Ocupada	-	-	-	-
		Arruamento	23,23	627.210,00	534,29	1.463,49
		Área Permeável	25,86	64.660,00	65,95	25,86



Nº	SUB-BACIA	Ocupação do solo	Área (ha)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
		Área Impermeável	38,80	1.047.492,00	892,31	2.444,15
		Parque Linear	52,16	156,48	1,56	7,82
		Lagoa	21,93	65,79	0,66	3,29
		Desenvolvimento Rural	503,69	1.511,06	1.284,40	503,69
		<b>TOTAL</b>	<b>665,67</b>	<b>1.741.095,33</b>	<b>2.779,18</b>	<b>4.448,30</b>
6	Ribeirão da Toca	Área Ocupada	-	-	-	-
		Arruamento	6,38	172.260,00	146,74	401,94
		Área Permeável	0,00	0,00	0,00	0,00
		Área Impermeável	0,00	0,00	0,00	0,00
		Parque Linear	27,33	81,99	0,82	4,10
		Lagoa	10,18	30,54	0,31	1,53
		Desenvolvimento Rural	343,11	1.029,34	874,94	343,11
		<b>TOTAL</b>	<b>387,00</b>	<b>173.401,87</b>	<b>1.022,81</b>	<b>750,68</b>
7	Córrego da Roseira	Área Ocupada	-	-	-	-
		Arruamento	17,12	462.240,00	393,76	1.078,56
		Área Permeável	14,86	37.140,00	37,88	14,86
		Área Impermeável	22,28	601.668,00	512,53	1.403,89
		Parque Linear	81,25	243,75	2,44	12,19
		Lagoa	26,63	79,89	0,80	3,99
		Desenvolvimento Rural	818,12	2.454,37	2.086,21	818,12
		<b>TOTAL</b>	<b>980,26</b>	<b>1.103.826,01</b>	<b>3.033,62</b>	<b>3.331,61</b>
8	Escada Dissipação	Área Ocupada	-	-	-	-
		Arruamento	15,20	410.400,00	349,60	957,60
		Área Permeável	9,13	22.820,00	23,28	9,13
		Área Impermeável	13,69	369.684,00	314,92	862,60
		Parque Linear	87,32	261,96	2,62	13,10
		Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
		Desenvolvimento Rural	923,97	2.771,92	2.356,13	923,97
		<b>TOTAL</b>	<b>1.049,31</b>	<b>805.937,88</b>	<b>3.046,54</b>	<b>2.766,39</b>
9	Ribeirão do Tanque	Área Ocupada	-	-	-	-
		Arruamento	13,22	356.940,00	304,06	832,86
		Área Permeável	7,62	19.040,00	19,42	7,62
		Área Impermeável	11,42	308.448,00	262,75	719,71
		Parque Linear	105,42	316,26	3,16	15,81
		Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00



Nº	SUB-BACIA	Ocupação do solo	Área (ha)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
		Desenvolvimento Rural	1.082,85	3.248,54	2.761,26	1.082,85
		<b>TOTAL</b>	<b>1.220,53</b>	<b>687.992,80</b>	<b>3.350,65</b>	<b>2.658,85</b>
10	Ribeirão Soares	Área Ocupada	-	-	-	-
		Arruamento	26,79	723.330,00	616,17	1.687,77
		Área Permeável	147,82	369.540,00	376,93	147,82
		Área Impermeável	221,72	5.986.548,00	5.099,65	13.968,61
		Parque Linear	94,05	282,15	2,82	14,11
		Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
		Desenvolvimento Rural	624,82	1.874,47	1.593,30	624,82
		<b>TOTAL</b>	<b>1.115,20</b>	<b>7.081.574,62</b>	<b>7.688,87</b>	<b>16.443,13</b>
11	Córrego do Perdão	Área Ocupada	-	-	-	-
		Arruamento	72,27	1.951.290,00	1.662,21	4.553,01
		Área Permeável	278,84	697.090,00	711,03	278,84
		Área Impermeável	418,25	11.292.858,00	9.619,84	26.350,00
		Parque Linear	165,15	495,45	4,95	24,77
		Lagoa	0,00	0,00	0,00	0,00
		Desenvolvimento Rural	428,24	1.284,71	1.092,00	428,24
		<b>TOTAL</b>	<b>1.362,75</b>	<b>13.943.018,16</b>	<b>13.090,04</b>	<b>31.634,86</b>
12	Córrego Albino	Área Ocupada	-	-	-	-
		Arruamento	11,51	310.770,00	264,73	725,13
		Área Permeável	40,91	102.280,00	104,33	40,91
		Área Impermeável	61,37	1.656.936,00	1.411,46	3.866,18
		Parque Linear	19,36	58,08	0,58	2,90
		Lagoa	8,61	25,83	0,26	1,29
		Desenvolvimento Rural	143,68	431,05	366,39	143,68
		<b>TOTAL</b>	<b>285,44</b>	<b>2.070.500,96</b>	<b>2.147,75</b>	<b>4.780,11</b>
13	Córrego do Caxambuzinho	Área Ocupada	-	-	-	-
		Arruamento	6,18	166.860,00	142,14	389,34
		Área Permeável	11,36	28.390,00	28,96	11,36
		Área Impermeável	17,03	459.918,00	391,78	1.073,14
		Parque Linear	12,42	37,26	0,37	1,86
		Lagoa	8,61	25,83	0,26	1,29
		Desenvolvimento Rural	174,31	522,92	444,48	174,31



Nº	SUB-BACIA	Ocupação do solo	Área (ha)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
		<b>TOTAL</b>	<b>229,91</b>	<b>655.754,01</b>	<b>1.007,99</b>	<b>1.651,30</b>
14	Córrego Ponte Alta	Área Ocupada	-	-	-	-
		Arruamento	51,21	1.382.670,00	1.177,83	3.226,23
		Área Permeável	115,57	288.930,00	294,71	115,57
		Área Impermeável	173,36	4.680.666,00	3.987,23	10.921,55
		Parque Linear	68,87	206,61	2,07	10,33
		Lagoa	36,78	110,34	1,10	5,52
		Desenvolvimento Rural	551,52	1.654,56	1.406,38	551,52
		<b>TOTAL</b>	<b>997,31</b>	<b>6.354.237,51</b>	<b>6.869,32</b>	<b>14.830,72</b>
15	Córrego Areião	Área Ocupada	-	-	-	-
		Arruamento	34,34	927.180,00	789,82	2.163,42
		Área Permeável	143,83	359.570,00	366,76	143,83
		Área Impermeável	215,74	5.825.034,00	4.962,07	13.591,75
		Parque Linear	46,06	138,18	1,38	6,91
		Lagoa	18,79	56,37	0,56	2,82
		Desenvolvimento Rural	98,70	296,11	251,70	98,70
		<b>TOTAL</b>	<b>557,46</b>	<b>7.112.274,66</b>	<b>6.372,29</b>	<b>16.007,43</b>
16	Córrego Ananas	Área Ocupada	-	-	-	-
		Arruamento	16,99	458.730,00	390,77	1.070,37
		Área Permeável	38,08	95.190,00	97,09	38,08
		Área Impermeável	57,11	1.542.078,00	1.313,62	3.598,18
		Parque Linear	21,50	64,50	0,65	3,23
		Lagoa	11,76	35,28	0,35	1,76
		Desenvolvimento Rural	81,43	244,30	207,65	81,43
		<b>TOTAL</b>	<b>226,87</b>	<b>2.096.342,08</b>	<b>2.010,14</b>	<b>4.793,05</b>
17	Taruma	Área Ocupada	-	-	-	-
		Arruamento	43,76	1.181.520,00	1.006,48	2.756,88
		Área Permeável	57,58	143.960,00	146,84	57,58
		Área Impermeável	86,38	2.332.152,00	1.986,65	5.441,69
		Parque Linear	27,87	83,61	0,84	4,18
		Lagoa	15,66	46,98	0,47	2,35
		Desenvolvimento Rural	132,63	397,90	338,22	132,63
		<b>TOTAL</b>	<b>363,88</b>	<b>3.658.160,49</b>	<b>3.479,49</b>	<b>8.395,32</b>
18	Horto	Área Ocupada	-	-	-	-
		Arruamento	46,87	1.265.490,00	1.078,01	2.952,81
		Área Permeável	41,44	103.590,00	105,66	41,44



Nº	SUB-BACIA	Ocupação do solo	Área (ha)	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)
		Área Impermeável	62,15	1.678.158,00	1.429,54	3.915,70
		Parque Linear	21,85	65,55	0,66	3,28
		Lagoa	5,48	16,44	0,16	0,82
		Desenvolvimento Rural	147,31	441,93	375,64	147,31
		<b>TOTAL</b>	<b>325,10</b>	<b>3.047.761,92</b>	<b>2.989,67</b>	<b>7.061,36</b>

Fonte: FESPSP, 2020.



**Tabela 47 – Resultado do critério de cargas difusas para as sub-bacias da bacia do Jundiá-Mirim para o cenário dirigido**

SUB-BACIA	Geração carga difusa (kg/ano)			Posição				Pontuação por faixa					Pontuação proporcional				
	SS	FT	NT	SS	FT	NT	Ranking	SS	FT	NT	Total	Ranking	SS	FT	NT	Total	Ranking
1 - Jundiá-Mirim Calha	5.667.251	6.119	13.272	5	5	5	5	4	3	2	9	2	7,90	3,08	4,94	15,92	5
2 - Parque Centenário	1.798.084	1.976	4.218	10	14	11	11	2	1	1	4	12	2,51	1,00	1,57	5,07	11
3 - Represa Nova	120.372	629	492	18	18	18	18	1	1	1	3	15	0,17	0,32	0,18	0,67	18
4 - Pinheirinho	463.673	1.350	1.450	16	15	16	15	1	1	1	3	15	0,65	0,68	0,54	1,87	16
5 - Caxambu	1.741.095	2.779	4.448	11	11	10	10	2	2	1	5	10	2,43	1,40	1,66	5,48	10
6 - Ribeirão da Toca	173.402	1.023	751	17	16	17	16	1	1	1	3	15	0,24	0,52	0,28	1,04	17
7 - Córrego da Roseira	1.103.826	3.034	3.332	12	9	12	11	2	2	1	5	10	1,54	1,53	1,24	4,31	12
8 - Escada Dissipação	805.938	3.047	2.766	13	8	13	11	1	2	1	4	12	1,12	1,54	1,03	3,69	13
9 - Ribeirão do Tanque	687.993	3.351	2.659	14	7	14	11	1	2	1	4	12	0,96	1,69	0,99	3,64	14
10 - Ribeirão Soares	7.081.575	7.689	16.443	3	2	2	2	4	3	2	9	2	9,87	3,87	6,12	19,87	2
11 - Córrego do Perdão	13.943.018	13.090	31.635	1	1	1	1	4	4	4	12	1	19,43	6,60	11,78	37,81	1
12 - Córrego Albino	2.070.501	2.148	4.780	9	12	9	10	3	2	1	6	8	2,89	1,08	1,78	5,75	8
13 - Córrego do Caxambuzinho	655.754	1.008	1.651	15	17	15	15	1	1	1	3	15	0,91	0,51	0,61	2,04	15
14 - Córrego Ponte Alta	6.354.238	6.869	14.831	4	3	4	3	4	3	2	9	2	8,86	3,46	5,52	17,84	4
15 - Córrego Areião	7.112.275	6.372	16.007	2	4	3	3	4	3	2	9	2	9,91	3,21	5,96	19,08	3
16 - Córrego Ananas	2.096.342	2.010	4.793	8	13	8	9	3	2	1	6	8	2,92	1,01	1,78	5,72	9
17 - Taruma	3.658.160	3.479	8.395	6	6	6	6	4	2	1	7	6	5,10	1,75	3,13	9,98	6
18 - Horto	3.047.762	2.990	7.061	7	10	7	8	4	2	1	7	6	4,25	1,51	2,63	8,38	7

Fonte: FESPSP, 2020.

### III. Comparativo dos Cenários

**Tabela 48 – Comparativo dos cenários tendencial e dirigido para as sub-bacias da bacia do Jundiá-Mirim para o critério de carga difusa**

SUB-BACIA	Sólidos suspensos (kg/ano)			Fósforo Total (kg/ano)			Nitrogênio Total (kg/ano)		
	SA	CD	CT	SA	CD	CT	SA	CD	CT
1 - Jundiá-Mirim Calha	3.284.813	5.667.251	4.450.347	9.579	6.119	5.603	25.393	13.272	10.574
2 - Parque Centenário	2.492.390	1.798.084	3.492.074	2.964	1.976	3.265	7.998	4.218	7.856
3 - Represa Nova	274.415	120.372	504.819	798	629	1.018	1.763	492	1.349
4 - Pinheirinho	701.486	463.673	2.726.087	3.229	1.350	3.129	7.944	1.450	6.359
5 - Caxambu	1.644.016	1.741.095	2.308.803	5.139	2.779	3.343	12.428	4.448	5.656
6 - Ribeirão da Toca	1.469.692	173.402	2.060.158	2.488	1.023	2.456	5.799	751	4.841
7 - Córrego da Roseira	2.002.553	1.103.826	4.951.721	6.438	3.034	6.031	15.485	3.332	11.685
8 - Escada Dissipação	2.758.253	805.938	7.466.302	9.188	3.047	8.001	22.984	2.766	17.193
9 - Ribeirão do Tanque	1.449.503	687.993	6.594.068	4.433	3.351	7.815	8.767	2.659	15.477
10 - Ribeirão Soares	1.488.342	7.081.575	11.862.741	4.442	7.689	11.305	10.213	16.443	26.769
11 - Córrego do Perdão	2.888.890	13.943.018	23.439.128	14.119	13.090	20.196	36.799	31.635	52.057
12 - Córrego Albino	738.723	2.070.501	4.909.568	1.465	2.148	4.230	3.241	4.780	10.904
13 - Córrego do Caxambuzinho	1.637.625	655.754	2.031.140	1.421	1.008	2.035	3.371	1.651	4.622
14 - Córrego Ponte Alta	2.786.976	6.354.238	17.153.732	10.524	6.869	14.780	26.995	14.831	38.097
15 - Córrego Areião	2.030.399	7.112.275	8.073.084	6.084	6.372	7.180	15.998	16.007	18.017
16 - Córrego Ananas	940.029	2.096.342	3.902.164	1.982	2.010	3.362	5.043	4.793	8.666
17 - Taruma	817.875	3.658.160	5.654.777	3.616	3.479	4.962	9.127	8.395	12.594
18 - Horto	1.938.424	3.047.762	3.922.923	2.509	2.990	3.627	5.918	7.061	8.809
<b>Total</b>	<b>31.344.404</b>	<b>58.581.259</b>	<b>115.503.636</b>	<b>90.418</b>	<b>68.963</b>	<b>112.339</b>	<b>225.266</b>	<b>138.986</b>	<b>261.524</b>
SUB-BACIA	Sólidos suspensos (kg/ano)			Fósforo Total (kg/ano)			Nitrogênio Total (kg/ano)		
	CT-CD	% CT-CD	Posição	CT-CD	% CT-CD	Posição	CT-CD	% CT-CD	Posição
1 - Jundiá-Mirim Calha	-1.216.905	-2,14%	18	-516	-1,19%	18	-2.699	-2,20%	18
2 - Parque Centenário	1.693.990	2,98%	12	1.289	2,97%	12	3.638	2,97%	12
3 - Represa Nova	384.447	0,68%	17	389	0,90%	17	856	0,70%	17
4 - Pinheirinho	2.262.413	3,97%	8	1.779	4,10%	8	4.909	4,01%	8
5 - Caxambu	567.707	1,00%	16	564	1,30%	16	1.207	0,99%	16
6 - Ribeirão da Toca	1.886.756	3,31%	10	1.433	3,30%	10	4.090	3,34%	10
7 - Córrego da Roseira	3.847.895	6,76%	6	2.997	6,91%	6	8.354	6,82%	6
8 - Escada Dissipação	6.660.364	11,70%	3	4.954	11,42%	3	14.427	11,77%	3
9 - Ribeirão do Tanque	5.906.075	10,38%	4	4.464	10,29%	4	12.818	10,46%	4
10 - Ribeirão Soares	4.781.166	8,40%	5	3.617	8,34%	5	10.326	8,43%	5
11 - Córrego do Perdão	9.496.110	16,68%	2	7.106	16,38%	2	20.422	16,67%	2
12 - Córrego Albino	2.839.067	4,99%	7	2.082	4,80%	7	6.124	5,00%	7
13 - Córrego do Caxambuzinho	1.375.386	2,42%	13	1.027	2,37%	13	2.971	2,42%	13
14 - Córrego Ponte Alta	10.799.494	18,97%	1	7.911	18,24%	1	23.267	18,99%	1
15 - Córrego Areião	960.810	1,69%	14	808	1,86%	14	2.010	1,64%	14
16 - Córrego Ananas	1.805.822	3,17%	11	1.352	3,12%	11	3.873	3,16%	11
17 - Taruma	1.996.617	3,51%	9	1.482	3,42%	9	4.198	3,43%	9
18 - Horto	875.161	1,54%	15	638	1,47%	15	1.748	1,43%	15
<b>Total</b>	<b>56.922.376</b>			<b>43.377</b>			<b>122.538</b>		

Fonte: FESPSP, 2020.

Diante dos resultados, se destaca o seguinte:

- a sub-bacia **14 – Córrego Ponte Alta** apresenta a maior variação entre os cenários, sendo a com a maior posição para os três subcritérios. Logo em seguida, também no topo, mas em 2º lugar está a sub-bacia **11 – Córrego do Perdão**;
- a seguir, aglutinadas no topo estão: **8 – Escada Dissipação**, **9 -Ribeirão do Tanque** e **10 – Ribeirão Soares**. Um pouco atrás está a **7 - Córrego da Roseira**;
- apresentando uma variação intermediária estão: **4 – Pinheirinho**, **6 – Ribeirão da Toca**, **12 – Córrego do Albino** e **17 – Tarumã**;

- as sub-bacias com menor variação são: **1 – Jundiá-Mirim Calha, 2 – Parque Centenário, 3 – Represa Nova, 5 – Caxambu, 13 -Córrego do Caxambuzinho, 15 – Córrego do Areião, 16 – Córrego Ananas e 18 – Horto;**

### 3.4.2.2. Fragilidade Ambiental dos Terrenos

Os valores utilizados para cada um dos cenários correspondem aos valores calculados para a situação atual (SA).

### 3.4.2.3. Recarga de Aquíferos

A seguir são apresentados os resultados deste critério subdivididos em CT, CD e Comparativo de Cenários.

#### I. Cenário Tendencial

**Tabela 49 – Extensão de área por intervalo de Curve Number para a bacia do Jundiá-Mirim para o cenário tendencial**

CN	Área (ha)
36-56,25	0,00
56,26-63,66	7.512,59
63,67-72	1.101,14
72,01-82	1.062,24
82,01-100	2.070,36
<b>Total</b>	<b>11.746,33</b>

Fonte: FESPSP, 2020.

**Tabela 50 – Extensão de área por intervalo de Curve Number para as sub-bacias da bacia do Jundiá-Mirim para o cenário tendencial**

SUB-BACIA	Faixas CN	Área (ha)
1 - Jundiá-Mirim Calha	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	694,33
	63,67-72	0,00
	72,01-82	103,45
	82,01-100	155,17
	<b>Total</b>	<b>952,95</b>
2 - Parque Centenário	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	100,69
	63,67-72	0,00
	72,01-82	81,20
	82,01-100	121,81
	<b>Total</b>	<b>303,70</b>
3 - Represa Nova	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	229,05
	63,67-72	0,00
	72,01-82	11,72



SUB-BACIA	Faixas CN	Área (ha)
	82,01-100	17,59
	<b>Total</b>	<b>258,36</b>
4 - Pinheirinho	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	306,17
	63,67-72	0,00
	72,01-82	63,38
	82,01-100	95,06
	<b>Total</b>	<b>464,61</b>
5 - Caxambu	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	531,53
	63,67-72	0,00
	72,01-82	53,66
	82,01-100	80,48
	<b>Total</b>	<b>665,67</b>
6 - Ribeirão da Toca	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	267,27
	63,67-72	0,00
	72,01-82	47,89
	82,01-100	71,84
	<b>Total</b>	<b>387,00</b>
7 - Córrego da Roseira	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	692,49
	63,67-72	0,00
	72,01-82	115,11
	82,01-100	172,66
	<b>Total</b>	<b>980,26</b>
8 - Escada Dissipação	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	615,33
	63,67-72	0,00
	72,01-82	173,59
	82,01-100	260,39
	<b>Total</b>	<b>1049,31</b>
9 - Ribeirão do Tanque	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	837,30
	63,67-72	0,00
	72,01-82	153,29
	82,01-100	229,94
	<b>Total</b>	<b>1220,53</b>
10 - Ribeirão Soares	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	425,58
	63,67-72	0,00
	72,01-82	275,85



SUB-BACIA	Faixas CN	Área (ha)
	82,01-100	413,77
	<b>Total</b>	<b>1115,20</b>
11 - Córrego do Perdão	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	0,01
	63,67-72	0,00
	72,01-82	545,10
	82,01-100	817,64
	<b>Total</b>	<b>1362,75</b>
12 - Córrego Albino	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	0,00
	63,67-72	0,00
	72,01-82	114,18
	82,01-100	171,26
	<b>Total</b>	<b>285,44</b>
13 - Córrego do Caxambuzinho	36-56,25	0,00
	56,26-6,66	111,84
	63,67-72	0,00
	72,01-82	47,23
	82,01-100	70,84
	<b>Total</b>	<b>229,91</b>
14 - Córrego Ponte Alta	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	0,00
	63,67-72	0,00
	72,01-82	398,92
	82,01-100	598,39
	<b>Total</b>	<b>997,31</b>
15 - Córrego Areião	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	88,11
	63,67-72	0,00
	72,01-82	187,74
	82,01-100	281,61
	<b>Total</b>	<b>557,46</b>
16 - Córrego Ananas	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	0,00
	63,67-72	0,00
	72,01-82	90,75
	82,01-100	136,12
	<b>Total</b>	<b>226,87</b>
17 - Taruma	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	35,12
	63,67-72	0,00
	72,01-82	131,50



SUB-BACIA	Faixas CN	Área (ha)
	82,01-100	197,26
	<b>Total</b>	<b>363,88</b>
18 - Horto	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	97,04
	63,67-72	0,00
	72,01-82	91,22
	82,01-100	136,84
	<b>Total</b>	<b>325,10</b>

Fonte: FESPSP, 2020.



**Tabela 51 – Resultado do critério de recarga de aquíferos para as sub-bacias da bacia do Jundiá-Mirim para o cenário tendencial**

SUB-BACIA	Área CN (ha)			Posição				Pontuação por faixa					Pontuação proporcional				
	82-100	72-82	63-100	82-100	72-82	63-100	Ranking	82-100	72-82	63-100	Total	Ranking	82-100	72-82	63-100	Total	Ranking
1 - Jundiá-Mirim Calha	155,172	103,448	258,62	10	10	10	10	3	2	2	7	8	0,95	1,53	1,53	4,00	10
2 - Parque Centenário	121,806	81,204	203,01	13	13	13	13	3	1	2	6	11	0,75	1,20	1,20	3,14	13
3 - Represa Nova	17,586	11,724	29,31	18	18	18	18	1	1	1	3	18	0,11	0,17	0,17	0,45	18
4 - Pinheirinho	95,064	63,376	158,44	14	14	14	14	2	1	2	5	14	0,58	0,93	0,93	2,45	14
5 - Caxambu	80,484	53,656	134,14	15	15	15	15	2	1	1	4	15	0,49	0,79	0,79	2,08	15
6 - Ribeirão da Toca	71,838	47,892	119,73	16	16	16	16	2	1	1	4	15	0,44	0,71	0,71	1,85	16
7 - Córrego da Roseira	172,662	115,108	287,77	8	8	8	8	3	2	2	7	8	1,06	1,70	1,70	4,45	8
8 - Escada Dissipação	260,388	173,592	433,98	5	5	5	5	3	2	3	8	4	1,60	2,56	2,56	6,71	5
9 - Ribeirão do Tanque	229,938	153,292	383,23	6	6	6	6	3	2	3	8	4	1,41	2,26	2,26	5,93	6
10 - Ribeirão Soares	413,772	275,848	689,62	3	3	3	3	4	3	3	10	3	2,54	4,07	4,07	10,67	3
11 - Córrego do Perdão	817,644	545,096	1362,74	1	1	1	1	4	3	4	11	1	5,01	8,04	8,04	21,08	1
12 - Córrego Albino	171,264	114,176	285,44	9	9	9	9	3	2	2	7	8	1,05	1,68	1,68	4,42	9
13 - Córrego do Caxambuzinho	70,842	47,228	118,07	17	17	17	17	2	1	1	4	15	0,43	0,70	0,70	1,83	17
14 - Córrego Ponte Alta	598,386	398,924	997,31	2	2	2	2	4	3	4	11	1	3,67	5,88	5,88	15,43	2
15 - Córrego Areião	281,61	187,74	469,35	4	4	4	4	3	2	3	8	4	1,73	2,77	2,77	7,26	4
16 - Córrego Ananas	136,122	90,748	226,87	12	12	12	12	3	1	2	6	11	0,83	1,34	1,34	3,51	12
17 - Taruma	197,256	131,504	328,76	7	7	7	7	3	2	3	8	4	1,21	1,94	1,94	5,09	7
18 - Horto	136,836	91,224	228,06	11	11	11	11	3	1	2	6	11	0,84	1,34	1,34	3,53	11

Fonte: FESPSP, 2020.

## II. Cenário Dirigido

Tabela 52 – Extensão de área por intervalo de Curve Number para a bacia do Jundiáí-Mirim para o cenário dirigido

CN	Área (ha)
36-56,25	0,00
56,26-63,66	7.512,59
63,67-72	1.101,14
72,01-82	1.062,24
82,01-100	2.070,36
<b>Total</b>	<b>11.746,33</b>

Fonte: FESPSP, 2020.

Tabela 53 – Extensão de área por intervalo de Curve Number para as sub-bacias da bacia do Jundiáí-Mirim para o cenário dirigido

SUB-BACIA	Faixas CN	Área (ha)
1 - Jundiáí-Mirim Calha	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	504,40
	63,67-72	152,10
	72,01-82	95,46
	82,01-100	200,99
	<b>Total</b>	<b>952,95</b>
2 - Parque Centenário	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	181,37
	63,67-72	27,45
	72,01-82	31,20
	82,01-100	63,68
	<b>Total</b>	<b>303,70</b>
3 - Represa Nova	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	211,73
	63,67-72	42,20
	72,01-82	0,00
	82,01-100	4,43
	<b>Total</b>	<b>258,36</b>
4 - Pinheirinho	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	396,26
	63,67-72	48,78
	72,01-82	2,70
	82,01-100	16,87
	<b>Total</b>	<b>464,61</b>
5 - Caxambu	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	525,62
	63,67-72	52,16
	72,01-82	25,86
	82,01-100	62,03
	<b>Total</b>	<b>665,67</b>



SUB-BACIA	Faixas CN	Área (ha)
6 - Ribeirão da Toca	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	353,29
	63,67-72	27,33
	72,01-82	0,00
	82,01-100	6,38
	<b>Total</b>	<b>387,00</b>
7 - Córrego da Roseira	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	844,75
	63,67-72	81,25
	72,01-82	14,86
	82,01-100	39,40
	<b>Total</b>	<b>980,26</b>
8 - Escada Dissipação	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	923,97
	63,67-72	87,32
	72,01-82	9,13
	82,01-100	28,89
	<b>Total</b>	<b>1.049,31</b>
9 - Ribeirão do Tanque	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	1.082,85
	63,67-72	105,42
	72,01-82	7,62
	82,01-100	24,64
	<b>Total</b>	<b>1.220,53</b>
10 - Ribeirão Soares	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	624,82
	63,67-72	94,05
	72,01-82	147,82
	82,01-100	248,51
	<b>Total</b>	<b>1.115,20</b>
11 - Córrego do Perdão	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	428,24
	63,67-72	165,15
	72,01-82	278,84
	82,01-100	490,52
	<b>Total</b>	<b>1.362,75</b>
12 - Córrego Albino	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	152,29
	63,67-72	19,36
	72,01-82	40,91
	82,01-100	72,88
	<b>Total</b>	<b>285,44</b>



SUB-BACIA	Faixas CN	Área (ha)
13 - Córrego do Caxambuzinho	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	182,92
	63,67-72	12,42
	72,01-82	11,36
	82,01-100	23,21
	<b>Total</b>	<b>229,91</b>
14 - Córrego Ponte Alta	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	588,30
	63,67-72	68,87
	72,01-82	115,57
	82,01-100	224,57
	<b>Total</b>	<b>997,31</b>
15 - Córrego Areião	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	117,49
	63,67-72	46,06
	72,01-82	143,83
	82,01-100	250,08
	<b>Total</b>	<b>557,46</b>
16 - Córrego Ananas	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	93,19
	63,67-72	21,50
	72,01-82	38,08
	82,01-100	74,10
	<b>Total</b>	<b>226,87</b>
17 - Taruma	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	148,29
	63,67-72	27,87
	72,01-82	57,58
	82,01-100	130,14
	<b>Total</b>	<b>363,88</b>
18 - Horto	36-56,25	0,00
	56,26-63,66	152,79
	63,67-72	21,85
	72,01-82	41,44
	82,01-100	109,02
	<b>Total</b>	<b>325,10</b>

Fonte: FESPSP, 2020.



**Tabela 54 – Resultado do critério de recarga de aquíferos para as sub-bacias da bacia do Jundiá-Mirim para o cenário dirigido**

SUB-BACIA	Área CN (ha)			Posição				Pontuação por faixa					Pontuação proporcional				
	82-100	72-82	63-100	82-100	72-82	63-100	Ranking	82-100	72-82	63-100	Total	Ranking	82-100	72-82	63-100	Total	Ranking
1 - Jundiá-Mirim Calha	200,986	95,464	448,55	5	5	3	4	3	1	3	7	5	2,94	9,86	3,64	16,44	5
2 - Parque Centenário	63,684	31,196	122,33	10	10	14	11	2	1	1	4	8	0,93	3,22	0,99	5,15	10
3 - Represa Nova	4,43	0	46,63	18	17	17	17	1	1	1	3	12	0,06	0,00	0,38	0,44	17
4 - Pinheirinho	16,874	2,696	68,35	16	16	15	15	1	1	1	3	12	0,25	0,28	0,56	1,08	16
5 - Caxambu	62,026	25,864	140,05	11	11	8	10	2	1	1	4	8	0,91	2,67	1,14	4,72	11
6 - Ribeirão da Toca	6,38	0	33,71	17	17	18	17	1	1	1	3	12	0,09	0,00	0,27	0,37	18
7 - Córrego da Roseira	39,404	14,856	135,51	12	12	10	11	1	1	1	3	12	0,58	1,53	1,10	3,21	12
8 - Escada Dissipação	28,892	9,128	125,34	13	14	13	13	1	1	1	3	12	0,42	0,94	1,02	2,38	13
9 - Ribeirão do Tanque	24,644	7,616	137,68	14	15	9	12	1	1	1	3	12	0,36	0,79	1,12	2,27	14
10 - Ribeirão Soares	248,514	147,816	490,38	3	2	2	2	3	2	3	8	2	3,64	15,26	3,98	22,89	2
11 - Córrego do Perdão	490,524	278,836	934,51	1	1	1	1	4	3	4	11	1	7,18	28,79	7,59	43,57	1
12 - Córrego Albino	72,878	40,912	133,15	9	8	12	9	2	1	1	4	8	1,07	4,22	1,08	6,37	8
13 - Córrego do Caxambuzinho	23,214	11,356	46,99	15	13	16	14	1	1	1	3	12	0,34	1,17	0,38	1,89	15
14 - Córrego Ponte Alta	224,568	115,572	409,01	4	4	5	4	3	2	3	8	2	3,29	11,93	3,32	18,55	4
15 - Córrego Areião	250,082	143,828	439,97	2	3	4	3	3	2	3	8	2	3,66	14,85	3,57	22,09	3
16 - Córrego Ananas	74,104	38,076	133,68	8	9	11	9	2	1	1	4	8	1,09	3,93	1,09	6,10	9
17 - Taruma	130,136	57,584	215,59	6	6	6	6	3	1	2	6	6	1,91	5,95	1,75	9,60	6
18 - Horto	109,024	41,436	172,31	7	7	7	7	3	1	2	6	6	1,60	4,28	1,40	7,28	7

Fonte: FESPSP, 2020.

### III. Comparativo dos Cenários

**Tabela 55 – Comparativo dos cenários tendencial e dirigido para as sub-bacias da bacia do Jundiá-Mirim para o critério de recarga de aquíferos**

SUB-BACIA	Área CN 82-100 (ha)			Área CN 72-82 (ha)			Área CN 63-100 (ha)		
	SA	CD	CT	SA	CD	CT	SA	CD	CT
1 - Jundiá-Mirim Calha	0	200,986	155,172	133,67	95,464	103,448	694,57	448,55	258,62
2 - Parque Centenário	20,67	63,684	121,806	283,03	31,196	81,204	303,7	122,33	203,01
3 - Represa Nova	34,6	4,43	17,586	210,64	0	11,724	258,35	46,63	29,31
4 - Pinheirinho	0	16,874	95,064	276,81	2,696	63,376	415,26	68,35	158,44
5 - Caxambu	0	62,026	80,484	223,36	25,864	53,656	491,12	140,05	134,14
6 - Ribeirão da Toca	0	6,38	71,838	0,35	0	47,892	123,32	33,71	119,73
7 - Córrego da Roseira	0	39,404	172,662	0	14,856	115,108	60,65	135,51	287,77
8 - Escada Dissipação	10,39	28,892	260,388	68,04	9,128	173,592	93,87	125,34	433,98
9 - Ribeirão do Tanque	1,79	24,644	229,938	43,79	7,616	153,292	102,29	137,68	383,23
10 - Ribeirão Soares	371,4	248,514	413,772	262,28	147,816	275,848	809,22	490,38	689,62
11 - Córrego do Perdão	982,83	490,524	817,644	138,05	278,836	545,096	1187,94	934,51	1362,74
12 - Córrego Albino	116,34	72,878	171,264	81,13	40,912	114,176	275,35	133,15	285,44
13 - Córrego do Caxambuzinho	0	23,214	70,842	6,9	11,356	47,228	29	46,99	118,07
14 - Córrego Ponte Alta	256,57	224,568	598,386	151,97	115,572	398,924	769,59	409,01	997,31
15 - Córrego Areião	67,5	250,082	281,61	427,61	143,828	187,74	557,45	439,97	469,35
16 - Córrego Ananas	4,25	74,104	136,122	188,51	38,076	90,748	226,86	133,68	226,87
17 - Taruma	3,13	130,136	197,256	158,9	57,584	131,504	352,05	215,59	328,76
18 - Horto	83,52	109,024	136,836	136,47	41,436	91,224	309,26	172,31	228,06
<b>Total</b>	<b>1952,99</b>	<b>2070,364</b>	<b>4028,67</b>	<b>2791,51</b>	<b>1062,24</b>	<b>2685,78</b>	<b>7059,85</b>	<b>4233,74</b>	<b>6714,45</b>

SUB-BACIA	Área CN 82-100 (ha)			Área CN 72-82 (ha)			Área CN 63-100 (ha)		
	CT-CD	% CT-CD	Posição	CT-CD	% CT-CD	Posição	CT-CD	% CT-CD	Posição
1 - Jundiá-Mirim Calha	-45,81	-2,34%	18	7,98	0,49%	18	-189,93	-7,66%	18
2 - Parque Centenário	58,12	2,97%	12	50,01	3,08%	11	80,68	3,25%	12
3 - Represa Nova	13,16	0,67%	17	11,72	0,72%	17	-17,32	-0,70%	17
4 - Pinheirinho	78,19	3,99%	8	60,68	3,74%	9	90,09	3,63%	10
5 - Caxambu	18,46	0,94%	16	27,79	1,71%	16	-5,91	-0,24%	16
6 - Ribeirão da Toca	65,46	3,34%	10	47,89	2,95%	13	86,02	3,47%	11
7 - Córrego da Roseira	133,26	6,80%	6	100,25	6,17%	6	152,26	6,14%	7
8 - Escada Dissipação	231,50	11,82%	3	164,46	10,13%	3	308,64	12,44%	3
9 - Ribeirão do Tanque	205,29	10,48%	4	145,68	8,97%	4	245,55	9,90%	4
10 - Ribeirão Soares	165,26	8,44%	5	128,03	7,89%	5	199,24	8,03%	5
11 - Córrego do Perdão	327,12	16,70%	2	266,26	16,40%	2	428,23	17,26%	2
12 - Córrego Albino	98,39	5,02%	7	73,26	4,51%	8	152,29	6,14%	6
13 - Córrego do Caxambuzinho	47,63	2,43%	13	35,87	2,21%	15	71,08	2,87%	13
14 - Córrego Ponte Alta	373,82	19,09%	1	283,35	17,45%	1	588,30	23,71%	1
15 - Córrego Areião	31,53	1,61%	14	43,91	2,70%	14	29,38	1,18%	15
16 - Córrego Ananas	62,02	3,17%	11	52,67	3,24%	10	93,19	3,76%	9
17 - Taruma	67,12	3,43%	9	73,92	4,55%	7	113,17	4,56%	8
18 - Horto	27,81	1,42%	15	49,79	3,07%	12	55,75	2,25%	14
<b>Total</b>	<b>1.958,31</b>			<b>1.623,54</b>			<b>2.480,71</b>		

Fonte: FESPSP, 2020.

Diante dos resultados, se destaca o seguinte:

- a sub-bacia **14 – Córrego Ponte Alta** apresenta a maior variação entre os cenários, sendo a com a maior posição para os três subcritérios. Logo em seguida, também no topo, mas em 2º lugar está a sub-bacia **11 – Córrego do Perdão**;

- a seguir, aglutinadas no topo estão: **8 – Escada Dissipação**, **9 -Ribeirão do Tanque** e **10 – Ribeirão Soares**. Um pouco atrás está a **7 - Córrego da Roseira**;

- apresentando uma variação intermediária estão: **4 – Pinheirinho**, **6 – Ribeirão da Toca**, **12 – Córrego do Albino** e **17 – Tarumã**;



- as sub-bacias com menor variação são: **1 – Jundiá-Mirim Calha, 2 – Parque Centenário, 3 – Represa Nova, 5 – Caxambu, 13 -Córrego do Caxambuzinho, 15 – Córrego do Areião, 16 – Córrego Ananas e 18 – Horto;**

#### **3.4.2.4 Balanço Final**

A partir dos resultados apresentados anteriormente é possível determinar as sub-bacias mais críticas nos cenários tendencial e dirigido, assim como a sub-bacia com maior margem para atuação, considerando os três critérios de criticidade.

##### **I. Cenário Tendencial**

A tabela a seguir apresenta os resultados para a simulação do cenário tendencial das sub-bacias do Jundiá-Mirim. Nota-se o seguinte:

- em primeiro lugar, está a bacia do 11 – Córrego do Perdão. Para os três critérios essa é a sub-bacia que mais se destaca;

- em seguida, estão as sub-bacias 10 – Ribeirão Soares e 14 – Córrego Ponte Alta. A consistência se mantém para os três critérios. Um pouco mais abaixo está a 9 – Ribeirão do Tanque;

- depois, aproximadamente no mesmo nível, estão as sub-bacias 1 – Jundiá-Mirim Calha, 7 – Córrego da Roseira, 8 – Escada Dissipação, 15 – Córrego Areião e 17 – Tarumã;

- por fim, estão as demais sub-bacias: 2 – Parque Centenário, 3 – Represa Nova, 4 – Pinheirinho, 5 – Caxambu, 6 – Ribeirão da Toca, 13 – Córrego do Caxambuzinho, 16 – Córrego Ananás e 18 – Horto;



**Tabela 56 – Hierarquia final das sub-bacias para o cenário tendencial**

SUB-BACIA	Alternativa 1 - Posição Média				Alternativa 2 - Pontos Faixa					Alternativa 3 - Pontos Proporcional				
	CD	FG	CN	Hierarquia	CD	FG	CN	Total	Hierarquia	CD	FG	CN	Total	Hierarquia
1 - Jundiá-Mirim Calha	9	5	10	8	32	12	28	72	7	19,21	37,88	16,00	73,09	5
2 - Parque Centenário	13	7	13	11	28	10	24	62	11	13,43	27,83	12,56	53,83	11
3 - Represa Nova	18	17	18	17	12	0	12	24	18	2,73	0,04	1,81	4,59	18
4 - Pinheirinho	14	13	14	13	24	4	20	48	15	11,33	7,55	9,80	28,68	16
5 - Caxambu	14	2	15	12	24	12	16	52	13	10,60	47,88	8,30	66,77	6
6 - Ribeirão da Toca	16	9	16	14	24	8	16	48	15	8,69	16,84	7,41	32,94	13
7 - Córrego da Roseira	7	6	8	7	36	10	28	74	5	21,07	21,37	17,81	60,26	10
8 - Escada Dissipação	4	14	5	6	36	4	32	72	7	30,19	3,84	26,85	60,89	9
9 - Ribeirão do Tanque	5	4	6	5	36	12	32	80	4	27,75	38,49	23,71	89,95	4
10 - Ribeirão Soares	3	3	3	3	40	12	40	92	3	45,93	40,70	42,67	129,30	3
11 - Córrego do Perdão	1	1	1	1	48	12	44	104	1	87,65	52,29	84,32	224,27	1
12 - Córrego Albino	9	11	9	9	32	8	28	68	10	18,36	14,27	17,66	50,29	12
13 - Córrego do Caxambuzinho	17	15	17	16	24	2	16	42	17	8,01	2,81	7,31	18,12	17
14 - Córrego Ponte Alta	2	10	2	3	48	8	44	100	2	64,15	16,58	61,71	142,45	2
15 - Córrego Areião	4	13	4	5	36	4	32	72	7	30,52	5,08	29,04	64,64	7
16 - Córrego Ananas	12	15	12	12	28	2	24	54	12	14,59	2,30	14,04	30,94	15
17 - Taruma	7	7	7	7	32	10	32	74	5	21,28	19,74	20,34	61,36	8
18 - Horto	11	16	11	12	28	0	24	52	13	15,03	1,81	14,11	30,95	14

Fonte: FESPSP, 2020.



## II. Cenário Dirigido

A tabela a seguir apresenta os resultados para a simulação do cenário dirigido das sub-bacias do Jundiá-Mirim. Nota-se o seguinte:

- em primeiro lugar, estão as sub-bacias 10 – Ribeirão Soares e 11 – Córrego do Perdão. Ambas se classificam nas primeiras posições nos três critérios, sendo que a 11 – Córrego do Perdão está um pouco a frente;

- a seguir vem as sub-bacias 1 – Jundiá-Mirim Calha, 14 – Córrego Ponte Alta, 15 – Córrego Areião e 17 – Tarumã.

- em um nível intermediário estão as sub-bacias 2 – Parque Centenário, 5 – Caxambu, 7 – Córrego da Roseira, 9 – Ribeirão do Tanque, 12 – Córrego Albino, 16 – Córrego Ananás e 18 – Horto;

- por fim, estão as demais sub-bacias: 3 – Represa Nova, 4 – Pinheirinho, 6 – Ribeirão da Toca, 8 – Escada Dissipação e 13 – Córrego do Caxambuzinho;



**Tabela 57 – Hierarquia final das sub-bacias para o cenário dirigido**

SUB-BACIA	Alternativa 1 - Posição Média				Alternativa 2 - Pontos Faixa					Alternativa 3 - Pontos Proporcional				
	CD	FG	CN	Hierarquia	CD	FG	CN	Total	Hierarquia	CD	FG	CN	Total	Hierarquia
1 - Jundiá-Mirim Calha	5	5	4	4	36	12	28	76	3	63,70	37,88	65,78	167,35	4
2 - Parque Centenário	11	7	11	10	16	10	16	42	10	20,29	27,83	20,59	68,71	8
3 - Represa Nova	18	17	17	17	12	0	12	24	18	2,67	0,04	1,77	4,49	18
4 - Pinheirinho	15	13	15	14	12	4	12	28	16	7,46	7,55	4,32	19,34	16
5 - Caxambu	10	2	10	8	20	12	16	48	8	21,93	47,88	18,87	88,68	7
6 - Ribeirão da Toca	16	9	17	15	12	8	12	32	14	4,15	16,84	1,47	22,46	15
7 - Córrego da Roseira	11	6	11	10	20	10	12	42	10	17,23	21,37	12,85	51,45	12
8 - Escada Dissipação	11	14	13	12	16	4	12	32	14	14,75	3,84	9,54	28,13	14
9 - Ribeirão do Tanque	11	4	12	10	16	12	12	40	13	14,55	38,49	9,06	62,10	11
10 - Ribeirão Soares	2	3	2	2	36	12	32	80	2	79,47	40,70	91,54	211,71	2
11 - Córrego do Perdão	1	1	1	1	48	12	44	104	1	151,23	52,29	174,27	377,79	1
12 - Córrego Albino	10	11	9	9	24	8	16	48	8	22,99	14,27	25,49	62,75	10
13 - Córrego do Caxambuzinho	15	15	14	14	12	2	12	26	17	8,15	2,81	7,58	18,53	17
14 - Córrego Ponte Alta	3	10	4	4	36	8	32	76	3	71,36	16,58	74,18	162,12	5
15 - Córrego Areião	3	13	3	5	36	4	32	72	5	76,34	5,08	88,35	169,77	3
16 - Córrego Ananas	9	15	9	10	24	2	16	42	10	22,88	2,30	24,41	49,59	13
17 - Taruma	6	7	6	6	28	10	24	62	6	39,91	19,74	38,41	98,06	6
18 - Horto	8	16	7	9	28	0	24	52	7	33,53	1,81	29,10	64,45	9

Fonte: FESPSP, 2020.



### III. Comparativo dos Cenários

A tabela a seguir apresenta os resultados para a simulação do comparativo dos cenários das sub-bacias do Jundiá-Mirim. Nota-se o seguinte:

- com maior margem de atuação estão as sub-bacias 11 – Córrego do Perdão e 14 – Córrego Ponte Alta. Enquanto a primeira apresenta uma consistência nos resultados, se classificando sempre na primeira ou segunda posição para os três critérios, a 14 – Córrego Ponte Alta se posiciona em primeiro para os critérios de cargas difusas e recarga de aquíferos, apresentando, contudo, uma fragilidade ambiental potencial menos crítica;

- a seguir estão as sub-bacias 7 – Córrego da Roseira, 8 – Escada Dissipação, 9 – Ribeirão do Tanque e 10 – Ribeirão Soares;

- em um nível intermediário de potencial de atuação se encontram as sub-bacias 2 – Parque Centenário, 4 – Pinheirinho, 6 – Ribeirão do Toca, 12 – Córrego Albino e 17 – Tarumã;

- por fim, com o menor potencial de atuação estão as sub-bacias 1 – Jundiá-Mirim Calha, 3 – Represa Nova, 5 – Caxambu, 13 – Córrego do Caxambuzinho, 15 – Córrego Areião, 16 – Córrego Ananás e 18 – Horto.



**Tabela 58 – Hierarquia final das sub-bacias para o comparativo do cenário tendencial e dirigido**

SUB-BACIA	Sólidos suspensos (kg/ano)	Fósforo Total (kg/ano)	Nitrogênio Total (kg/ano)	Área CN 82-100 (há)	Área CN 72-82 (há)	Área CN 63-100 (há)	Fragilidade Ambiental Potencial		TOTAL
	CT-CD	CT-CD	CT-CD	CT-CD	CT-CD	CT-CD	Muito Alta (ha)	Alta (ha)	
1 - Jundiá-Mirim Calha	18	18	18	18	18	18	5	6	15
2 - Parque Centenário	12	12	12	12	11	12	6	11	11
3 - Represa Nova	17	17	17	17	17	17	17	18	17
4 - Pinheirinho	8	8	8	8	9	10	12	17	10
5 - Caxambu	16	16	16	16	16	16	2	2	13
6 - Ribeirão da Toca	10	10	10	10	13	11	9	10	10
7 - Córrego da Roseira	6	6	6	6	6	7	7	4	6
8 - Escada Dissipação	3	3	3	3	3	3	17	8	5
9 - Ribeirão do Tanque	4	4	4	4	4	4	4	5	4
10 - Ribeirão Soares	5	5	5	5	5	5	3	3	5
11 - Córrego do Perdão	2	2	2	2	2	2	1	1	2
12 - Córrego Albino	7	7	7	7	8	6	11	13	8
13 - Córrego do Caxambuzinho	13	13	13	13	15	13	14	15	14
14 - Córrego Ponte Alta	1	1	1	1	1	1	10	9	3
15 - Córrego Areião	14	14	14	14	14	15	13	12	14
16 - Córrego Ananas	11	11	11	11	10	9	16	14	12
17 - Taruma	9	9	9	9	7	8	8	7	8
18 - Horto	15	15	15	15	12	14	15	16	15

Fonte: FESPSP, 2020.



### 3.5. Conclusão

As cartas-base utilizadas são de uso e ocupação do solo de 2015, cenário tendencial (menor controle do poder público) e cenário dirigido (maior ação). Essas, como visto metodologicamente, levam a superfícies que geram carga difusas, infiltração das águas de chuva e fragilidade dos terrenos. Assim, o mesmo critério foi adotado para cada uma dessas cartas.

A partir das simulações realizadas, primeiramente, para a bacia do Jundiaí-Mirim e posteriormente, com a aprovação da metodologia, para as demais bacias do município, bem como daquelas que atendem outros municípios, como a do Capivari e Jundiuvira, nota-se que as sub-bacias mais críticas se localizam nos municípios vizinhos, de forma que os Programas, Projetos e Ações advindas deste trabalho servirão para que o município de Jundiaí defenda regionalmente seus interesses perante a água, já que fornecerão subsídios para argumentação perante as cidades vizinhas. Enquanto a gestão pública é pautada por divisões territoriais e divisas, os recursos hídricos operam de um modo regional, de acordo com a morfologia dos terrenos que fazem a conformação das bacias hidrográficas que são municipais. De acordo com esses resultados, indica-se que o planejamento regional, dentro da própria esfera do PCJ, faz-se relevante, logo o PMRH está além das necessidades de ação da municipalidade quanto ao seu território, requerendo uma ação regional com Várzea Paulista, Jarinu, Campo Limpo Paulista e Itatiba para o manancial do rio Jundiaí-Mirim.

Se é limitada a disponibilidade hídrica regional, o que condiciona Jundiaí e pode impor limites ao seu desenvolvimento econômico sustentável, a ação pública extrapolará o território, sempre tendo como objetivo atender as demandas por água de Jundiaí.

Por fim, também vale ressaltar que as sub-bacias mais críticas pelo diagnóstico são também as maiores, o que pode sugerir que o método favorece a avaliação crítica das maiores sub-bacias. Essa constatação decorre de uma análise pautada por superfícies medidas por área.



#### 4. OBJETIVOS DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

No território do município de Jundiaí, existe a demanda por água colocada nos itens anteriores e um saldo hídrico negativo. Há a necessidade de mantê-la o máximo possível nos seus limites de forma segura; bem como a de uma gestão cada vez mais apurada, tendo em vista a limitada disponibilidade hídrica em face das demandas. São necessárias medidas para recuperar e preservar a água no território e, assim, parte-se de diretrizes que são as mais atuais para atingir esses objetivos.

Vem a pergunta: quais medidas a tomar e de onde viriam as diretrizes? Num mundo cada vez mais conectado e globalizado, as respostas devem se basear nas visões mais atuais e sustentáveis identificadas nacionalmente e no plano internacional, como são as diretrizes dadas pela Organização das Nações Unidas – ONU.

Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS foram propostos em setembro de 2015, quando líderes mundiais se reuniram na sede da ONU, em Nova York. Decidiram um plano de ação para erradicar a pobreza, proteger o planeta e garantir que as pessoas alcancem a paz e a prosperidade: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, a qual contém o conjunto de 17 ODS.

Por ser uma política mundial com a finalidade de proteger, recuperar e preservar o ambiente, é uma diretriz a ser seguida pelos demais entes governamentais nacionais. As grandes questões ambientais ocorrem em municípios e regiões que os integram de forma que é a partir do que acontece nos respectivos territórios que se dará a solução. Ao elaborar este PMRH, parte-se do local, mas pensando e se articulando com o global, logo as proposições aqui definidas estão de acordo com as grandes diretrizes mundiais.

A Agenda 2030 e os ODS afirmam que, para pôr o mundo “em um caminho sustentável, é urgentemente necessário tomar medidas ousadas e transformadoras. Os ODS constituem uma ambiciosa lista de tarefas para todas as pessoas, em todas as partes, a serem cumpridas até 2030. Se cumprirmos suas metas, seremos a primeira geração a erradicar a pobreza extrema e iremos poupar as gerações futuras dos piores efeitos adversos da mudança do clima”.

A Plataforma Agenda 2030 é um convite a todas e todos para embarcar nessa jornada coletiva - sem deixar ninguém para trás, logo a DAE Jundiaí também tem seu papel a cumprir.

Em vista dos ODS aqui colocados que serão propostas as alternativas técnicas e as ações do PMRH de Jundiaí. A seguir, são reproduzidas integralmente partes dos textos que definem as ODS, diretrizes estabelecidas no encontro citado que definiu a agenda global para 2030. São apresentadas somente as ODS que se relacionam diretamente com este PMRH.



## **PREÂMBULO**

Esta Agenda é um plano de ação para as pessoas, para o planeta e para a prosperidade. Ela também busca fortalecer a paz universal com mais liberdade. Reconhecemos que a erradicação da pobreza em todas as suas formas e dimensões, incluindo a pobreza extrema, é o maior desafio global e um requisito indispensável para o desenvolvimento sustentável.

Todos os países e todas as partes interessadas, atuando em parceria colaborativa, implementarão este plano. Estamos decididos a libertar a raça humana da tirania da pobreza e da penúria e a curar e proteger o nosso planeta. Estamos determinados a tomar as medidas ousadas e transformadoras que são urgentemente necessárias para direcionar o mundo para um caminho sustentável e resiliente. Ao embarcarmos nesta jornada coletiva, comprometemo-nos que ninguém seja deixado para trás.

Os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e 169 metas que estamos anunciando hoje demonstram a escala e a ambição desta nova Agenda universal. Eles se constroem sobre o legado dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio e concluirão o que estes não conseguiram alcançar. Eles buscam concretizar os direitos humanos de todos e alcançar a igualdade de gênero e o empoderamento das mulheres e meninas. Eles são integrados e indivisíveis, e equilibram as três dimensões do desenvolvimento sustentável: a econômica, a social e a ambiental.

Os Objetivos e metas estimularão a ação para os próximos 15 anos em áreas de importância crucial para a humanidade e para o planeta.

## **OBJETIVO 6.**

### **Água Potável e Saneamento:**

**Assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e saneamento para todos.**

A água está no centro do desenvolvimento sustentável e das suas três dimensões - ambiental, econômica e social. Os recursos hídricos, bem como os serviços a eles associados, sustentam os esforços de erradicação da pobreza, de crescimento econômico e da sustentabilidade ambiental. O acesso à água e ao saneamento importa para todos os aspectos da dignidade humana: da segurança alimentar e energética à saúde humana e ambiental.

A escassez de água afeta mais de 40% da população mundial, número que deverá subir ainda mais como resultado da mudança do clima e da gestão inadequada dos recursos naturais. É possível trilhar um novo caminho que nos leve à realização deste objetivo, por



meio da cooperação internacional, proteção às nascentes, rios e bacias e compartilhamento de tecnologias de tratamento de água.

#### **Metas do Objetivo 6:**

6.1 Até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo à água potável, segura e acessível para todos.

6.2 Até 2030, alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos, e acabar com a defecação a céu aberto, com especial atenção para as necessidades das mulheres e meninas e daqueles em situação de vulnerabilidade.

6.3 Até 2030, melhorar a qualidade da água, reduzindo a poluição, eliminando despejo e minimizando a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente.

6.4 Até 2030, aumentar substancialmente a eficiência do uso da água em todos os setores e assegurar retiradas sustentáveis e o abastecimento de água doce para enfrentar a escassez de água e reduzir substancialmente o número de pessoas que sofrem com a escassez de água.

6.5 Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado.

6.6 Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos.

6.7 Até 2030, ampliar a cooperação internacional e o apoio ao desenvolvimento de capacidades para os países em desenvolvimento em atividades e programas relacionados a água e ao saneamento, incluindo a coleta de água, a dessalinização, a eficiência no uso da água, o tratamento de efluentes, a reciclagem e as tecnologias de reúso.

6.8 Apoiar e fortalecer a participação das comunidades locais, para melhorar a gestão da água e do saneamento.

Somente esse ODS e suas metas já constituiriam justificativas suficientes para serem considerados neste trabalho, subsidiando os Planos de Ação aqui propostos.

## **OBJETIVO 7**

### **Energia Acessível e Limpa:**

**Assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos**



De 2000 a 2013, mais de 5% da população mundial obteve acesso à eletricidade (de 79,313% para 84,58%). Para os próximos anos a tendência é aumentar a demanda por energia barata. Contudo, combustíveis fósseis e suas emissões de gases de efeito estufa provocam mudanças drásticas no clima. Atender às necessidades da economia e proteger o meio ambiente é um dos grandes desafios para o desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, o ODS 7 reconhece a importância e traça metas focadas na transição energética, de fontes não renováveis e poluidoras, para fontes renováveis limpas, com especial atenção às necessidades das pessoas e países em situação de maior vulnerabilidade.

#### **Metas do Objetivo 7:**

7.1 Até 2030, assegurar o acesso universal, confiável, moderno e a preços acessíveis a serviços de energia.

7.2 Até 2030, aumentar substancialmente a participação de energias renováveis na matriz energética global.

7.3 Até 2030, dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética.

7.4 Até 2030, reforçar a cooperação internacional para facilitar o acesso a pesquisa e tecnologias de energia limpa, incluindo energias renováveis, eficiência energética e tecnologias de combustíveis fósseis avançadas e mais limpas, e promover o investimento em infraestrutura de energia e em tecnologias de energia limpa.

7.5 Até 2030, expandir a infraestrutura e modernizar a tecnologia para o fornecimento de serviços de energia modernos e sustentáveis para todos nos países em desenvolvimento, particularmente nos países de menor desenvolvimento relativo, nos pequenos Estados insulares em desenvolvimento e nos países em desenvolvimento sem litoral, de acordo com seus respectivos programas de apoio

### **OBJETIVO 9**

#### **Indústria, Inovação e Infraestrutura:**

**Construir infraestruturas resilientes, promover a industrialização inclusiva e sustentável e fomentar a inovação.**

Investimentos em infraestrutura e em inovação são condições básicas para o crescimento econômico e para o desenvolvimento das nações. Garantir uma rede de transporte público e infraestrutura urbana de qualidade são condições necessárias para o desenvolvimento sustentável. Por meio da promoção de eficiência energética e inclusão social, o progresso tecnológico é também uma das chaves para as soluções dos desafios



econômicos e ambientais. Garantir a igualdade de acesso às tecnologias é crucial para promover a informação e conhecimento para todos. O ODS 9 lista metas que visam à construção de estruturas resilientes e modernas, ao fortalecimento industrial de forma eficiente, ao fomento da inovação, com valorização da micro e pequena empresa e inclusão dos mais vulneráveis aos sistemas financeiros e produtivos.

### **Metas do Objetivo 9:**

9.1 Desenvolver infraestrutura de qualidade, confiável, sustentável e robusta, incluindo infraestrutura regional e transfronteiriça, para apoiar o desenvolvimento econômico e o bem-estar humano, com foco no acesso equitativo e a preços acessíveis para todos.

9.2 Promover a industrialização inclusiva e sustentável e, até 2030, aumentar significativamente a participação da indústria no emprego e no produto interno bruto, de acordo com as circunstâncias nacionais, e dobrar sua participação nos países de menor desenvolvimento relativo.

9.3 Aumentar o acesso das pequenas indústrias e outras empresas, particularmente em países em desenvolvimento, aos serviços financeiros, incluindo crédito acessível e sua integração em cadeias de valor e mercados.

9.4 Até 2030, modernizar a infraestrutura e reabilitar as indústrias para torná-las sustentáveis, com eficiência aumentada no uso de recursos e maior adoção de tecnologias e processos industriais limpos e ambientalmente adequados; com todos os países atuando de acordo com suas respectivas capacidades.

9.5 Fortalecer a pesquisa científica, melhorar as capacidades tecnológicas de setores industriais em todos os países, particularmente nos países em desenvolvimento, inclusive, até 2030, incentivando a inovação e aumentando substancialmente o número de trabalhadores de pesquisa e desenvolvimento por milhão de pessoas e os gastos público e privado em pesquisa e desenvolvimento

9.6 Facilitar o desenvolvimento de infraestrutura sustentável e robusta em países em desenvolvimento, por meio de maior apoio financeiro, tecnológico e técnico aos países africanos, aos países de menor desenvolvimento relativo, aos países em desenvolvimento sem litoral e aos pequenos Estados insulares em desenvolvimento

9.7 Apoiar o desenvolvimento tecnológico, a pesquisa e a inovação nacionais nos países em desenvolvimento, inclusive garantindo um ambiente político propício para, entre outras coisas, diversificação industrial e agregação de valor às commodities



9.8 Aumentar significativamente o acesso às tecnologias de informação e comunicação e se empenhar para procurar ao máximo oferecer acesso universal e a preços acessíveis à internet nos países menos desenvolvidos, até 2020

Esse objetivo também guarda especial relação com o PMRH, porque trata de infraestrutura sustentável, ou seja, daquelas que são mais resilientes às Mudanças Climáticas.

## **OBJETIVO 11**

### **Cidades e Comunidades Sustentáveis:**

#### **Tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.**

Em 2014, 54% da população mundial vivia em áreas urbanas, com projeção de crescimento para 66% em 2050. Em 2030, são estimadas 41 megalópoles com mais de 10 milhões de habitantes. Considerando que a pobreza extrema muitas vezes se concentra nestes espaços urbanos, as desigualdades sociais acabam sendo mais acentuadas e a violência se torna uma consequência das discrepâncias no acesso pleno à cidade. Transformar significativamente a construção e a gestão dos espaços urbanos é essencial para que o desenvolvimento sustentável seja alcançado. Temas intrinsecamente relacionados à urbanização, como mobilidade, gestão de resíduos sólidos e saneamento, estão incluídos nas metas do ODS 11, bem como o planejamento e aumento de resiliência dos assentamentos humanos, levando em conta as necessidades diferenciadas das áreas rurais, periurbanas e urbanas. O objetivo 11 está alinhado à Nova Agenda Urbana, acordada em outubro de 2016, durante a III Conferência das Nações Unidas sobre Moradia e Desenvolvimento Urbano Sustentável.

#### **Metas do Objetivo 11:**

11.1 Até 2030, garantir o acesso de todos a habitação segura, adequada e a preço acessível, e aos serviços básicos e urbanizar as favelas.

11.2 Até 2030, proporcionar o acesso a sistemas de transporte seguros, acessíveis, sustentáveis e a preço acessível para todos, melhorando a segurança rodoviária por meio da expansão dos transportes públicos, com especial atenção para as necessidades das pessoas em situação de vulnerabilidade, mulheres, crianças, pessoas com deficiência e idosos.



11.3 Até 2030, aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, e a capacidade para o planejamento e a gestão participativa, integrada e sustentável dos assentamentos humanos, em todos os países.

11.4 Fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo.

11.5 Até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e diminuir substancialmente as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade.

11.6 Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita das cidades, inclusive prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros.

11.7 Até 2030, proporcionar o acesso universal a espaços públicos seguros, inclusivos, acessíveis e verdes, em particular para as mulheres e crianças, pessoas idosas e pessoas com deficiência.

11.8 Apoiar relações econômicas, sociais e ambientais positivas entre áreas urbanas, periurbanas e rurais, reforçando o planejamento nacional e regional de desenvolvimento.

11.9 Até 2020, aumentar substancialmente o número de cidades e assentamentos humanos adotando e implementando políticas e planos integrados para a inclusão, a eficiência dos recursos, mitigação e adaptação à mudança do clima, a resiliência a desastres; e desenvolver e implementar, de acordo com o Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015-2030, o gerenciamento holístico do risco de desastres em todos os níveis.

11.10 Apoiar os países menos desenvolvidos, inclusive por meio de assistência técnica e financeira, para construções sustentáveis e robustas, utilizando materiais locais.

Esse objetivo também guarda forte relação com o PMRH, porque trata das ocupações urbanas e seus riscos, como deslizamentos e inundações de áreas vulneráveis.

### **OBJETIVO 13.**

#### **Ação Contra a Mudança Global do Clima:**

#### **Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos.**

A mudança do clima é um evento transnacional, cujos impactos estão desregulando economias nacionais e afetando pessoas em todos os lugares, principalmente aquelas em situação de maior vulnerabilidade nos países em desenvolvimento. Sem a ação imediata frente à mudança do clima, a temperatura terrestre está projetada para aumentar mais de 3 °C até o final do século XXI. Uma das metas para esse objetivo é mobilizar 100 milhões de

dólares por ano até 2020 para ajudar os países em desenvolvimento no plano de mitigação de desastres relacionados ao clima. O estabelecimento do ODS 13 apenas para lidar com a questão do clima é encarado como estratégico para a mobilização dos atores capazes de promover as mudanças necessárias para impedir estas projeções de se tornarem realidade.

### **Metas do Objetivo 13:**

13.1 Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países

13.2 Integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais

13.3 Melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação global do clima, adaptação, redução de impacto, e alerta precoce à mudança do clima

13.4 Implementar o compromisso assumido pelos países desenvolvidos partes da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima para a meta de mobilizar conjuntamente US\$ 100 bilhões por ano até 2020, de todas as fontes, para atender às necessidades dos países em desenvolvimento, no contexto de ações significativas de mitigação e transparência na implementação; e operacionalizar plenamente o Fundo Verde para o Clima, por meio de sua capitalização, o mais cedo possível

13.5 Promover mecanismos para a criação de capacidades para o planejamento relacionado à mudança do clima e à gestão eficaz, nos países menos desenvolvidos, inclusive com foco em mulheres, jovens, comunidades locais e marginalizadas.

Os ecossistemas recuperados e preservados constituem áreas resilientes às mudanças climáticas, logo os mananciais também possuem essa função, como os de Jundiaí.

## **OBJETIVO 15.**

### **Vida Terrestre:**

**Proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda.**

Os seres humanos e outros animais dependem da natureza para terem alimento, ar puro, água limpa e também como um meio de combate à mudança do clima. As florestas, que cobrem 30% da superfície da Terra, ajudam a manter o ar e a água limpa e o clima da Terra em equilíbrio – sem mencionar que são o lar de milhões de espécies. Promover o manejo sustentável das florestas, o combate à desertificação, parar e reverter a degradação da terra,

interromper o processo de perda de biodiversidade são algumas das metas que o ODS 15 promove. Usar sustentavelmente os recursos naturais em cadeias produtivas e em atividades de subsistência de comunidades, e integrá-los em políticas públicas é tarefa central para o atingimento destas metas e a promoção de todos os outros ODS.

### **Metas do Objetivo 15:**

15.1 Até 2020, assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce interiores e seus serviços, em especial, florestas, zonas úmidas, montanhas e terras áridas, em conformidade com as obrigações decorrentes dos acordos internacionais.

15.2 Até 2020, promover a implementação da gestão sustentável de todos os tipos de florestas, deter o desmatamento, restaurar florestas degradadas e aumentar substancialmente o florestamento e o reflorestamento globalmente.

15.3 Até 2030, combater a desertificação, e restaurar a terra e o solo degradado, incluindo terrenos afetados pela desertificação, secas e inundações, e lutar para alcançar um mundo neutro em termos de degradação do solo.

15.4 Até 2030, assegurar a conservação dos ecossistemas de montanha, incluindo a sua biodiversidade, para melhorar a sua capacidade de proporcionar benefícios, que são essenciais para o desenvolvimento sustentável.

15.5 Tomar medidas urgentes e significativas para reduzir a degradação de habitat naturais, estancar a perda de biodiversidade e, até 2020, proteger e evitar a extinção de espécies ameaçadas.

15.6 Garantir uma repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos, e promover o acesso adequado aos recursos genéticos.

15.7 Tomar medidas urgentes para acabar com a caça ilegal e o tráfico de espécies da flora e fauna protegidas, e abordar tanto a demanda quanto a oferta de produtos ilegais da vida selvagem.

15.8 Até 2020, implementar medidas para evitar a introdução e reduzir significativamente o impacto de espécies exóticas invasoras em ecossistemas terrestres e aquáticos, e controlar ou erradicar as espécies prioritárias.

15.9 Até 2020, integrar os valores dos ecossistemas e da biodiversidade ao planejamento nacional e local, nos processos de desenvolvimento, nas estratégias de redução da pobreza, e nos sistemas de contas.

15.10 Mobilizar e aumentar significativamente, a partir de todas as fontes, os recursos financeiros para a conservação e o uso sustentável da biodiversidade e dos ecossistemas.



15.11 Mobilizar significativamente os recursos de todas as fontes e em todos os níveis, para financiar o manejo florestal sustentável e proporcionar incentivos adequados aos países em desenvolvimento, para promover o manejo florestal sustentável, inclusive para a conservação e o reflorestamento.

15.12 Reforçar o apoio global para os esforços de combate à caça ilegal e ao tráfico de espécies protegidas, inclusive por meio do aumento da capacidade das comunidades locais para buscar oportunidades de subsistência sustentável.

Também esse ODS está relacionado ao trabalho, porque trata dos ecossistemas terrestres que são elementos primordiais das Bacias Hidrográficas.

## 5. ALTERNATIVAS TÉCNICAS

O objetivo da proposição de alternativas técnicas está em selecionar aquelas que visam recuperar, preservar e garantir a sustentabilidade hídrica perenemente, seja na zona rural, seja na zona urbana de Jundiaí, seguindo as diretrizes dos ODS apresentados no capítulo anterior. Para tanto e de forma aberta, buscou-se tanto proposições mais tradicionais quanto as mais atuais, de forma independente da sua origem ou propriedades, mas sempre focando em garantir disponibilidade hídrica suficiente para a municipalidade de Jundiaí, objetivo deste PMRH.

Existem várias medidas disponíveis para efetuar o manejo das águas dentro do território de um município, podemos classificá-las basicamente em: convencionais (cinzas) e não-convencionais (verdes). Essas medidas também são aplicadas na infraestrutura hídrica, embora mais tradicionalmente na modalidade convencional. Detalhando um pouco mais, tem-se:

Cinza: são as obras de engenharia mais conhecidas como estações de tratamento de água, esgotos sanitários, canalizações, “piscinões” e barragens, empregando tecnologias e equipamentos cada vez mais capazes de transformar, p.ex., a água utilizada novamente em água potável. Chegou-se ao ponto de considerar o esgoto como insumo e não problema. As canalizações e “piscinões” também se enquadram nessa categoria pela forma mais conhecida de trabalhar com as águas pluviais.

O avanço dos processos de tratamento de esgotos, das membranas e a redução dos custos de investimentos e de operação também permitem atualmente a implantação de mais unidades, aumentando a cobertura dos serviços de esgotamento e a recuperação da qualidade da água devolvida ao ambiente lançada em corpos receptores. O uso mais amplo e profundo dessas técnicas possibilita que as Estações de Tratamento de Esgotos se tornem paulatinamente em Unidades de Reciclagem da Água, incluindo a Recuperação Energética por meio do emprego do Biogás. Esse gás é gerado pelo processamento dos lodos, os sólidos separados dos esgotos sanitários, chegando praticamente à AUTOSUFICIÊNCIA ENERGÉTICA de uma planta de tratamento. Algo impensável há pouco tempo, mas atualmente tecnologia plenamente dominada. Portanto, para o território de Jundiaí é possível que esse tipo de processo possa ser aplicado por ser reconhecido, embora tenha um custo elevado por unidade de água de reúso produzida.

Verde: segundo a Comissão Europeia, infraestrutura verde é definida como uma rede estrategicamente planejada de áreas naturais e seminaturais (ecossistemas terrestres ou aquáticos) com características ambientais *desenhadas e gerenciadas* para o provimento de

diversos serviços ecossistêmicos, como redução do risco a desastres, purificação da água, qualidade do ar, espaço para recreação e mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

As ações de infraestrutura verde incluem recuperação e conservação florestal, reflorestamento, preservação e restauração de zonas úmidas, reconexão de rios com planícies de inundação, zonas de proteção das margens dos cursos d'água, entre outras.

As bacias hidrográficas mais resilientes perante as Mudanças Climáticas, conforme as diretrizes mais atuais, são aquelas que possuem ecossistema aquático recuperado e equilibrado, reduzindo a vulnerabilidade dos seus recursos hídricos. São ações reconhecidas: a recuperação de matas ciliares, a renaturalização de canais e a implantação de outras medidas baseadas nos processos naturais, incluindo as dedicadas ao manejo de águas pluviais urbanas que vêm sendo empregadas crescentemente por cidades de países como a Coréia, a Índia, a França e a Alemanha, entre outros. Isso foi mostrado nos respectivos estandes no FMA em 2018.

O aumento da infraestrutura verde, tanto no meio urbano quanto no rural, reduz a intensidade dos eventos hidrológicos extremos, característica de Mudança Climática, funcionando como uma “barreira natural”. Portanto, a resiliência às mudanças climáticas é fortalecida por meio dos serviços ecossistêmicos em bacias hidrográficas, trazendo, também, benefícios à biodiversidade local de forma que quando corretamente manejada, protege os mananciais para o abastecimento de água.

A infraestrutura verde complementa ou até mesmo substitui obras de engenharia cinza, mesmo quando as ameaças ambientais para o abastecimento de água se intensificam, ocorrência de eventos extremos que vêm ocorrendo no estado de São Paulo, justificando sua aplicação.

As florestas a montante de captações superficiais ajudam a conter a erosão do solo que outrora impactaria reservatórios pela sedimentação, limitando o espaço disponível para reserva de água. Além disso, durante períodos de estiagem, as áreas florestadas e de planície armazenam água tanto para irrigação quanto para abastecimento público. Os principais benefícios são:

- Aumento da infiltração e da recarga de água subterrânea
- Aumento da retenção da água no solo, menores vazões de cheia e maiores vazões de estiagem
- Redução do escoamento superficial e das vazões de pico
- Redução do risco de enchentes/ inundações
- Regularização natural de vazão de cursos d'água



- Melhora da qualidade da água bruta e redução de custos na produção da água potável
- Intercepção de poluentes e contaminantes
- Redução de erosão numa bacia e da sedimentação nos leitos dos rios
- Melhoria da biodiversidade terrestre e aquática
- Captura de dióxido de carbono
- Proteção de espécies
- Adaptação e mitigação às mudanças climáticas

Nos capítulos a seguir essas técnicas cinzas e verdes são mais bem detalhadas para que seja verificada a possibilidade de sua aplicação em Jundiaí, sempre visando a sustentabilidade hídrica de longo termo. Inicialmente se apresentam as técnicas voltadas à zona urbana e depois à rural. Por fim, tendo em vista o objeto do trabalho, apresentam-se proposições específicas para a gestão dos recursos hídricos, incluindo medidas estruturais e não convencionais.

### **5.1. PROPOSIÇÕES RELATIVAS À POPULAÇÃO URBANA**

As proposições para a população urbana seguem classificação das duas grandes linhas de técnicas: convencionais (cinzas) e emergentes (verdes). Deve ser lembrado que para atender essa população os serviços de saneamento, por exemplo, estão em áreas rurais isoladas como, por exemplo, unidades de tratamento de água e esgotos.

A experiência vem mostrando que uma combinação de ambas as medidas seria um caminho viável por combinar os pontos positivos de ambos. Aqui serão abordados três componentes de saneamento, já que se relacionam diretamente com o recurso hídrico: (i) abastecimento de água, porque a redução de perdas aumenta a eficiência do uso da água captada em rios, caso do Jundiaí-Mirim; (ii) esgotamento sanitário, porque a tecnologia possibilita chegar a uma alta qualidade do efluente tratado, praticamente a reciclagem da água; e (iii) manejo de águas pluviais, buscando reter, dispersar e infiltra-las, recarregando os aquíferos freáticos e amortecendo os picos de cheia, logo água para perenizar os rios jundiaíenses.

O objetivo da infraestrutura urbana em drenagem é efetuar o manejo das águas superficiais, evitando danos à saúde pública e prejuízos às atividades econômicas causados pelas inundações. Outro objetivo importante é evitar o empoçamento das águas das chuvas, que podem favorecer a disseminação de enfermidades como a dengue e a febre amarela. Juntamente com a gestão no âmbito do município, ambas constituem a prestação do serviço de drenagem urbana.

Na proposição de soluções para resolver os problemas de deficiência de drenagem urbana, consideram-se inicialmente fatores ambientais como:

- Clima, regime de chuvas intensas e sazonalidade.
- Rede hídrica, forma, distribuição, regime hídrico e hidráulico.
- Solo, geologia, pedologia e relevo, pois são fatores que condicionam a capacidade de infiltração.

Outros fatores urbanos também são importantes como:

- Uso e ocupação do solo e grau de impermeabilização dos terrenos;
- Erodibilidade dos terrenos, se expostos pela urbanização;
- Ocupação de encostas e terrenos de alta declividade;
- Ocupação marginal dos corpos drenantes e receptores, e
- Padrão viário, vias primárias, secundárias etc.

Os aspectos tecnológicos correspondem à tipologia, à dimensão dos dispositivos hidráulicos, ao padrão construtivo e sua adequação às condições locais, incluídas a manutenção e a conservação.

O aspecto institucional, gestão e instrumentos legais constituem o último fator a propor e a analisar. Todos esses pontos compõem o conjunto de adequação de soluções.

A condição ideal de uso do solo numa área urbana seria aquela em que as várzeas não fossem ocupadas, devido as suas características de inundação periódica. A manutenção ou acréscimo pouco significativo do grau de impermeabilização do solo também seria o ideal, pois evitaria o escoamento superficial e favoreceria a recarga do aquífero freático. Do contrário, com a impermeabilização do solo, ocorreria o aumento do escoamento superficial, que chegaria mais rapidamente à rede hídrica, aumentando a frequência de cheia e possibilidade de inundações.

Outro problema que deve ser mencionado refere-se à carência da fiscalização na forma do uso e ocupação do solo, bem como à taxa de ocupação dos imóveis com impermeabilização excessiva. Isso pode ser solucionado por meio da associação entre os instrumentos de planejamento urbano e a drenagem. A elaboração do Plano Municipal de Recursos Hídricos, integrando a micro e a macrodrenagem, contemplando proposição de zoneamento e suas restrições facilitam a tarefa de controle e fiscalização da evolução urbana. O planejamento e restrições de uso reduzem a probabilidade de ocorrências de inundações em função do controle do aumento da vazão do escoamento superficial, já que se evitará a impermeabilização excessiva.

As proposições de drenagem urbana dividem-se basicamente em dois tipos de medidas: **corretivas**, objetivam evitar os danos e prejuízos causados pelas inundações e

empoçamento das águas ao corrigir pontos críticos; e **preventivas**, propondo a não ocupação de várzeas quando essas existirem e ainda estiverem não ocupadas. São ainda divididas em medidas: estruturais, quando modificam o sistema fluvial evitando prejuízos decorrentes das enchentes; e não estruturais, quando os prejuízos são reduzidos pela melhor convivência da população com as enchentes.

### **5.1.1. Técnicas Convencionais (Cinzas)**

São abordados os três componentes acima mencionados.

#### **5.1.1.1. Abastecimento de Água**

O uso mais eficiente de recursos hídricos derivados para o abastecimento público baseia-se principalmente tanto na redução de perdas nas Estações de Tratamento de Água - ETAs quanto na rede de distribuição.

A água potável produzida é em parte utilizada internamente para a lavagem de decantadores e filtros. Em geral, esse volume corresponde de 1 a 4% do produzido diariamente, portanto um valor expressivo em regiões críticas perante os recursos hídricos. Há casos no semiárido brasileiro em essa água de uso interno é praticamente totalmente reaproveitada, logo aumentando a segurança do abastecimento público. Há tecnologia para isso, ao destinar as águas de lavagem de filtros e decantadores para bacias de retenção e sedimentação, destinando o sobrenadante para a entrada da ETA.

As perdas na rede de distribuição são elevadas no país, superando 30% e em alguns sistemas de abastecimento de água, chega a 70%. Segundo dados da DAE Jundiaí, as perdas são significativas e ainda neste plano será efetuada uma análise e formulada uma proposta dentro deste PMRH.

#### **5.1.1.2. Esgotamento Sanitário**

A tecnologia de tratamento avançado de esgotos sanitários permite praticamente o que seria a “reciclagem” da água, partindo do princípio de “one water”, ou seja, é uma única água, independentemente da sua qualidade. Tratar os esgotos sanitários é separá-la das suas impurezas, utilizando operações físicas e processos químicos e biológicos. Em média, os esgotos possuem em massa, de 99,7% a 99,9% água e o restante impurezas, portanto de 0,1 a 0,3% em massa seriam impurezas.

A aplicação em Jundiaí é possível em médio ou longo prazo, porque depende do seguinte:

a) Mudança do atual processo de tratamento de esgotos sanitários de lagoas aeradas para lodos ativados de alto desempenho. É necessário que o teor de sólidos em suspensão seja baixo no efluente tratado, uma carência que as lagoas aeradas possuem, enquanto os lodos ativados o garantem desde que assim dimensionados e bem operados. Como etapas posteriores, seriam necessárias a microfiltração e a passagem final por uma membrana de osmose inversa. A tecnologia é plenamente dominada, mas o custo por metro cúbico ainda é de 3 a 4 vezes mais caro que a produção de água potável por uma ETA convencional.

b) Rede de distribuição de água de reúso: seria necessário implantar uma rede totalmente separada, com tubulação de cor diferente da usual, como a “purple pipe”, existente em Israel e em Los Angeles, além de constante fiscalização para evitar furos nessa rede e consumo humano dessa água de reúso. Outra questão é a necessidade de se ter um “mercado” consumidor dessa água de reúso, por exemplo, um parque industrial que consumisse essa água.

São desafios que Jundiaí precisaria vencer antes de pensar em aproveitar o efluente tratado da sua atual Estação de Tratamento de Esgotos – ETE.

### **5.1.1.3. Manejo de Águas Pluviais**

As alternativas convencionais em geral contemplam obras estruturais, mas atualmente se passou a levar em conta também as compensatórias como alternativa, porque o objetivo básico das medidas convencionais é o afastamento e aceleração das águas pluviais para jusante. As medidas compensatórias reduzem o aumento do volume do escoamento superficial, provocado pela urbanização e respectiva impermeabilização, por meio de retenção das águas pluviais e infiltração durante ou logo após o evento chuvoso. Logo, procura manter a água no território de Jundiaí, aumentando a sua disponibilidade e segurança hídrica.

No capítulo 2 deste relatório, retomando os cenários de referência, dirigido e tendencial de uso e ocupação do solo, as medidas aqui propostas têm por objetivo reduzir os efeitos decorrentes da urbanização e da gestão indevida das áreas agrícolas da zona rural de Jundiaí. Ao trabalhar adequadamente com as águas pluviais, se evita o lançamento das cargas difusas, aquelas geradas por unidade de área, se aumenta a infiltração das mesmas, recarregando os aquíferos e perenizando os rios na época de estiagem, e, por fim, se reduz a erosão e sedimentação em cursos d’água, principalmente das áreas classificadas como mais frágeis no território municipal. Assim, para este PMRH, o foco no manejo das águas pluviais desempenha um papel fundamental para alcançar o objetivo de retenção do máximo



possível da água nos seus limites, mas sem provocar danos, porque a água simplesmente acelerada a jusante sai dos seus domínios.

Neste plano, as medidas propostas se dividem nessas categorias quanto à drenagem de águas pluviais, corretivas ou preventivas, que podem ser “cinzas” ou “verdes” bem como, estruturais ou não estruturais.

As propostas apresentadas a seguir dividem-se em micro e macrodrenagem.

### **MICRODRENAGEM**

O sistema de microdrenagem ou coletor de águas pluviais é aquele composto pelos pavimentos das ruas, guias e sarjetas, bocas de lobo, rede de galerias de águas pluviais e, também, canais de pequenas dimensões. O sistema é dimensionado para o escoamento de vazões de 2 a 10 anos de período de retorno. Quando bem projetado e com manutenção adequada, praticamente elimina as inconveniências ou as interrupções das atividades urbanas que advêm das inundações e das interferências de enxurradas. Essas estruturas hidráulicas são tipicamente municipais e são as primeiras a receber as águas pluviais e encaminhá-las aos corpos receptores.

De uma maneira geral, como não há cadastro da microdrenagem e os problemas mais corriqueiros referem-se à falha dessa estrutura, que atrapalha o cotidiano da cidade, sempre se propõe o cadastramento do que existe, bem como, a sua implantação generalizada, iniciando pelas áreas mais críticas.

As áreas críticas, que apresentam falhas em relação à microdrenagem, ocorreriam por causa das chuvas intensas, que, dependendo da frequência, podem ser evidenciadas uma ou mais vezes por ano, no último caso tornando-se um problema corriqueiro. Nessas condições, a origem estaria na falta de estruturas hidráulicas em si e, quando da sua existência, em sistemas subdimensionados ou precários em questão de limpeza e/ou manutenção. É corriqueiro pontos inundarem e após a limpeza da galeria, não acontecerem mais.

Apesar da existência eventual ne registros de pontos de inundação, esses não estão associados a provável causa, sendo assim, também se propõe a criação de registro de eventos de inundação, com uma breve descrição do ocorrido e causas observadas “in loco”. Esse procedimento facilitará a revisão futura do Plano Municipal de Drenagem Urbana, pois passará a contar com informações recolhidas de forma mais criteriosa.

Outros pontos são os seguintes:

Implantação geral da infraestrutura em drenagem urbana: de acordo com a expansão urbana em loteamentos ou crescimento vegetativo. Na medida em que as ruas vão sendo pavimentadas, também se implanta a microdrenagem, mas principalmente a superficial, como sarjeta e sarjetão. Às vezes, dependendo do local e da proximidade com cursos d’água,

bocas-de-lobo ou estruturas mais simples de captação de águas pluviais, são implantadas, mas lançam diretamente as águas das chuvas nestes cursos, sem avaliação prévia da sua capacidade como corpo receptor. Também não se considera a capacidade de assimilação de cargas poluidoras.

Localização de boca-de-lobo: em geral de acordo com as necessidades observadas “in situ” durante as chuvas. Esse cenário somente mudará a partir da elaboração de projetos de microdrenagem nos quais a colocação dessas unidades será proposta a partir de critérios técnicos.

Tendo em vista essa realidade e a falta de cadastro da microdrenagem existente, de uma maneira geral, para a área urbana é proposto o cadastro da estrutura existente para posterior implantação. Conforme o Manual de Projetos da Companhia de Desenvolvimento Urbano - CDHU (1998), os critérios para a implantação da Microdrenagem, especificamente quanto à localização de bocas-de-lobo em seção de via pública, seriam os seguintes:

- Existência de ponto-baixo;
- Capacidade de escoamento da via inferior a vazão de contribuição;
- Velocidade do escoamento na sarjeta maior que 3 m/s (ruas com grande declividade);
- Vazão de contribuição maior que 600 L/s.

Admitem-se as seguintes capacidades para as bocas de lobo:

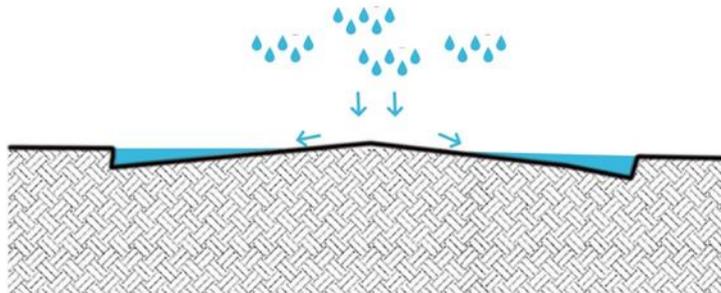
- Simples - 60 Litros;
- Duplas - 120 Litros;
- Triplas - 180 Litros;
- Quádruplas - 240 Litros.

Essas vazões são indicativas, e seu valor exato seria determinado em documentos posteriores a este plano, como projetos de engenharia, pois, na realidade, a capacidade das caixas de descarga depende da tipologia (boca-de-lobo, boca-de-leão, com ou sem rebaixo etc.), das declividades longitudinal e transversal das ruas e sarjetas, formas destas, entre outros fatores.

O posicionamento da boca-de-lobo é chave, porque é a partir da primeira que se inicia a galeria, aumentando o custo da microdrenagem, a qual deixa de ter escoamento somente superficial e passa ter escoamento das águas pluviais por meio de tubos enterrados.

Figura 85 – Microdrenagem Convencional

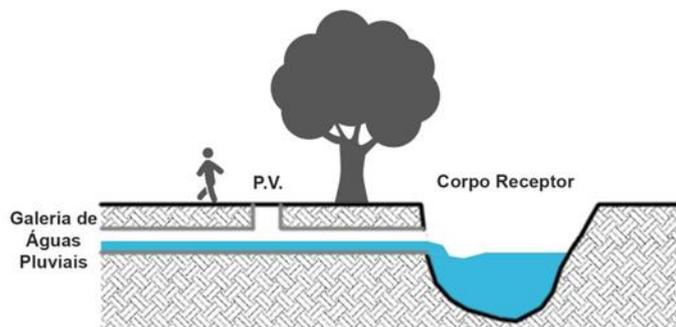
### 1. Superficial



### 2. Superficial e Subterrânea



### 3. Lançamento em Corpo Receptor



Fonte: FESPSP, 2020.

## MACRODRENAGEM

O sistema de macrodrenagem é constituído, em geral, por canais (abertos ou de contorno fechado) de maiores dimensões, projetado para vazões de 25 a 100 anos de período de retorno. Do seu funcionamento adequado depende a prevenção ou minimização dos danos

às propriedades, dos danos à saúde e perdas de vida das populações atingidas, seja em consequência direta das águas, seja por doenças de veiculação hídrica.

O enfoque tradicional desses sistemas é o aumento da condutividade hidráulica para o controle do escoamento superficial direto, sendo que as tendências mais modernas passam a dar ênfase para o armazenamento das águas por estruturas de detenção ou retenção.

Na canalização de cursos d'água projetam-se canais abertos ou fechados (galerias de grandes dimensões). Os canais abertos apresentam as seguintes vantagens (RAMOS et. al., 1999):

- Possibilidade de veiculação de vazões superiores à de projeto, mesmo com prejuízo da borda livre;
- Facilidade de manutenção e limpeza;
- Possibilidade de adoção de seção transversal de configuração mista com maior economia de investimentos;
- Possibilidade de integração paisagística com valorização das áreas ribeirinhas, quando há espaço disponível;
- Maior facilidade para ampliações futuras, caso seja necessário.

Os canais abertos apresentam, por outro lado, restrições à sua implantação em situações em que os espaços disponíveis são reduzidos, caso de áreas de grande concentração urbana. A escolha do tipo de seção transversal de um canal dependerá de fatores fundamentais como o espaço disponível para implantação, as características do solo de apoio, a declividade e condições de operação.

No caso das áreas densamente urbanizadas, devido principalmente a limitação de espaço e das restrições impostas pelo sistema viário, uma alternativa é a utilização das galerias de grandes dimensões.

A galeria de grandes dimensões apresenta algumas limitações que devem ser avaliadas no momento do projeto (RAMOS et. al., 1999):

- As galerias teriam capacidade de escoamento limitada ao seu raio hidráulico relativo à seção plena, que é inferior à sua capacidade máxima em regime livre. Em outras palavras, as galerias, ao passarem a operar em carga, sofrem uma redução de capacidade que, muitas vezes, pode estar aquém das necessidades do projeto;
- Por serem fechadas, as galerias sempre apresentam condições de manutenção mais difíceis que os canais abertos, sendo relativamente grande a probabilidade de ocorrência de problemas de assoreamento e deposição de detritos, que resultam sempre em perda de eficiência hidráulica;

- Em determinadas circunstâncias, as galerias exigem a adoção de seção transversal de células múltiplas. Apesar desse tipo de configuração de seção transversal apresentar vantagens sob o ponto de vista estrutural, em termos de desempenho hidráulico e de manutenção é bastante problemática.

Nas soluções convencionais, as estruturas hidráulicas possuem a finalidade de coletar e afastar as águas pluviais urbanas, diminuindo os empoçamentos e inundações de ruas. O excesso de chuva causado muito pela impermeabilização do solo é acelerado para jusante, ameaçando as águas das áreas que as recebem. No diagnóstico efetuado durante a elaboração deste PMRH, inclusive nas áreas de mananciais, as soluções tipo empregadas em Jundiaí são dessa categoria: convencionais.

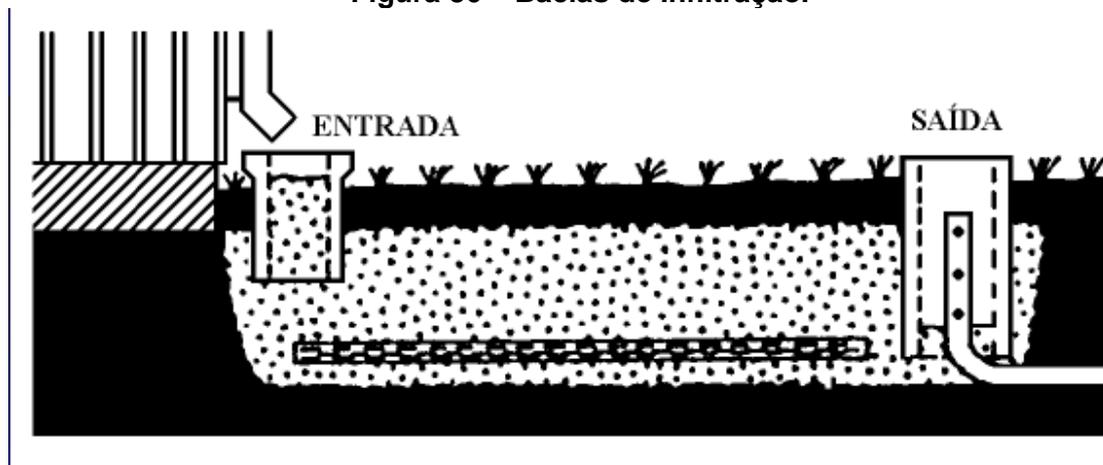
Classificam-se assim também os pequenos canais e travessias que recebem as águas pluviais provenientes das galerias, quando existem ou diretamente de guias e sarjetas. Portanto, essas estruturas hidráulicas são geralmente muito deficientes e necessitam de cadastramento para que seja determinada a sua capacidade efetiva.

Além dessas medidas convencionais, este plano recomenda fortemente que sejam adotadas estruturas hidráulicas que retenham e procurem infiltrar, o mínimo que fosse, as águas pluviais onde se precipitam. Seriam construídas valas de infiltração nas calçadas ou no próprio leito carroçável, retendo as águas pluviais na quantidade que fosse possível para evitar as enxurradas que descem dos terrenos de Jundiaí, as quais provocam vários pontos de alagamento e inundação ao longo de toda a zona urbana, principalmente nos terrenos planos, em geral as várzeas.

Para efeito de ilustração, algumas dessas estruturas hidráulicas são aqui apresentadas, porque são classificadas como “cinzas” ao depender de serem construídas. Mais adiante, são detalhadas outras medidas, as “verdes”.

Uma possibilidade muito importante também é trabalhar com pavimento permeável que, além de diminuir significativamente o volume do escoamento superficial, recarrega o aquífero freático. Em alguns locais do território de Jundiaí, principalmente onde existem encostas, os terrenos são conhecidos pela pequena espessura de solo (manto de alteração), mas qualquer volume que seja infiltrado seguramente ou retido diminui o volume de escoamento superficial (enxurrada), volume cada vez maior na medida em que a impermeabilização da superfície do solo avança com a urbanização. Esse volume retido e infiltrado contribuiria para a perenização dos cursos d'água, principalmente na época de estiagem.

**Figura 86 – Bacias de Infiltração.**



**Fonte: drenagem urbana (EPUSP).**

Assim, as diretrizes mais atuais de manejo das águas pluviais compreendem não somente as medidas convencionais de drenagem urbana, mas as combinam com estruturas hidráulicas que mitigam e compensam o acréscimo de escoamento superficial causado pela urbanização, a qual não é sinônima de impermeabilização do solo. Além disso, como visto, contribuem para a recarga de aquíferos e aumento de vazão mínima dos cursos d'água na época de estiagem, o que beneficia os mananciais de Jundiaí.

Os custos para ambas as formas de manejo de águas pluviais foram estimados e serão colocados no próximo produto, a partir do cálculo de vazões e de volume de escoamento superficial direto.

Para a efetiva implantação dessas estruturas hidráulicas, é necessária, em primeiro lugar, uma concepção projetual por sub-bacia de Jundiaí. Esse estudo preliminar determinaria quais estruturas hidráulicas, convencionais ou mitigadoras, seriam aplicadas, em que locais e quais dimensões preliminares. A partir dessa concepção projetual se obteriam os quantitativos para a contratação de projetos executivos e respectivas obras.

A elaboração de um PMRH não compreende o projeto de engenharia para construir obras, principalmente para a componente drenagem urbana, porque nem mesmo cadastro existe usualmente. Essa situação é comum, independentemente do município brasileiro, mas o PMRH deve apontar ao menos um orçamento estimativo que inclua também projetos competentes e completos de engenharia. Somente seguindo nesse caminho para obter soluções efetivas e de longo prazo, tendo em vista os problemas de manejo de águas pluviais que Jundiaí possui e necessidade de aumentar a vazão mínima durante os períodos de estiagem.

Em suma, pode-se afirmar que as soluções convencionais de drenagem urbana simplesmente aceleram as águas pluviais durante o período úmido, com risco de provocar

inundações a jusante, não as infiltrando mesmo em parte, dentro do que é possível. Essa água acaba por fazer falta na época da estiagem nos mananciais de Jundiaí, tornando o município mais vulnerável. Portanto, ao propor a retenção, dispersão e infiltração de águas pluviais no ambiente urbano, atua-se no sentido de promover maior segurança hídrica para Jundiaí.

### **5.1.2. Técnicas Emergentes (Verdes)**

Como visto, as ações de infraestrutura verde incluem recuperação e conservação florestal, reflorestamento, preservação e restauração de zonas úmidas, reconexão de rios com planícies de inundação, zonas de proteção das margens dos cursos d'água, entre outras. Essas técnicas também se aplicam para os componentes de saneamento, abastecimento de água, esgotamento sanitário e manejo de águas pluviais.

A seguir, serão apontadas algumas das técnicas possíveis de utilização no território de Jundiaí.

#### **5.1.2.1. Abastecimento de Água**

A forma mais efetiva de garantir o abastecimento de água é proteger os mananciais superficiais. O objetivo deste trabalho, mais uma vez é garantir perenidade hídrica para o município de Jundiaí, de forma que, como visto no resumo do estudo dos mananciais, sua recuperação, proteção e preservação são fundamentais. Toda a proposição aqui feita, combinando até técnicas cinzas e verdes apontam para esse sentido.

#### **5.1.2.2. Esgotamento Sanitário**

Dentro das técnicas convencionais (cinzas), foi apresentado o tratamento avançado de esgotos sanitários que podem levar propriamente à reciclagem da água, mas isso é válido para grandes ETEs que atendem populações elevadas, em geral acima de 20 mil habitantes.

Há a possibilidade de utilizar outras técnicas que seguem um fluxograma de processo parecido, tratamento preliminar e primário, seguidos de tratamento secundário por meio de fitodepuração. Essa técnica possibilita a remoção de matéria orgânica, sólidos em suspensão e coliformes fecais, bem como de nutrientes. Logo atenua o fenômeno de eutrofização nos lagos formados por barragens de regularização, caso de Jundiaí.

#### **5.1.2.3. Manejo de Águas Pluviais**

As tendências modernas de manejo das águas pluviais urbanas, que já vêm sendo aplicadas e preconizadas internacionalmente, dão ênfase ao enfoque orientado para o

armazenamento das águas por estruturas de detenção ou retenção. Esse enfoque é mais indicado às áreas urbanas ainda em desenvolvimento, sendo utilizados também em áreas de urbanização mais consolidadas, desde que existam locais (superficiais ou subterrâneos) adequados para a implantação dos citados armazenamentos. Esse conceito não dispensa, contudo, a suplementação por sistemas de micro e macrodrenagem convencionais.

A função básica dos dispositivos de armazenamento é a de retardar as águas precipitadas sobre uma dada área, de modo a contribuir para a redução das vazões de pico de cheias em pontos a jusante, bem como restaurar a capacidade de infiltração do solo. Os dispositivos de armazenamento compreendem dois tipos distintos que são os de controle na fonte e os de controle a jusante.

Os dispositivos de controle na fonte são instalações de pequeno porte colocadas próximas ou no local de origem do escoamento superficial de modo a permitir uma utilização mais eficiente da rede de drenagem a jusante. Portanto, somam-se às estruturas hidráulicas tradicionais de microdrenagem.

**Quadro 28 – Classificação dos dispositivos de armazenamento ou retenção.**

<b>Controle na fonte</b>	Disposição local	- Leitões de infiltração - Bacias de percolação - Pavimentos porosos
	Controle de entrada	- Telhados - Estacionamentos
	Detenção na origem	- Valas - Depressões secas - Lagos escavados - Reservatórios de concreto - Reservatório tubular
<b>Controle a jusante</b>	Detenção em linha	- Rede de galerias - Reservatório tubular - Reservatórios de concreto - Túnel em rocha - Reservatório aberto
	Detenção lateral	- Reservatórios laterais

**Fonte: Ramos et. al., 1999.**

Os dispositivos de controle a jusante, ao contrário do anterior, envolvem um menor número de locais de armazenamento. As obras de armazenamento podem, por exemplo, estar localizadas no extremo de jusante de uma bacia de drenagem de porte apreciável ou



mesmo numa sub-bacia de porte também expressivo. Pelo porte, estão mais relacionadas as estruturas hidráulicas mais convencionais de macrodrenagem.

Técnicas compensatórias de drenagem urbana (cinzas ou verdes) são aplicadas com a função de manter a capacidade de infiltração do solo ou recuperá-la. O objetivo é reduzir o escoamento superficial de áreas urbanas, cujo aumento é causado pela crescente impermeabilização do solo.

Nesse sentido, bacias de detenção/retenção também seriam utilizadas, pois amortecem as vazões de pico de cheia, logo também tem a função de restabelecer a infiltração no solo.

Para o controle e amortecimento de cheias em nível de bacia hidrográfica, somente a bacia de detenção/retenção (vulgo “piscinão”) se adequaria, já que é dimensionada para receber, deter e liberar aos poucos o volume de escoamento superficial de uma cheia. A unidade se situaria na área urbana ou fora desta a montante, evitando que o pico de cheia a atravessasse, causando danos à população. Pode ser diretamente construída no curso d’água (on line) ou em um reservatório construído paralelo (off line). Em alguns casos, é empregada uma estrutura de recalque para retornar as águas para o rio, passado o evento de cheia. Conforme Baptista (2005), o custo de implantação variaria de R\$ 30,00 a R\$ 120,00 por metro cúbico retido. A variação se origina no material empregado na construção, respectivamente de grama a concreto armado.

Tanto a trincheira quanto a vala de detenção mostram uma aplicação em microdrenagem, podendo ocorrer dispersas na área urbana. A primeira é de porte maior, sendo aplicada em canteiros de vias e calçadas, enquanto a vala é de dimensões mais modestas, aplicada em estacionamento, por exemplo. A função é somente reter a água da chuva durante sua ocorrência e depois liberá-la aos poucos, reduzindo o volume do escoamento superficial. Cuidados são tomados para evitar o empocamento das águas pós às chuvas, por causa da possibilidade de vetores como mosquitos.



**Quadro 29 – Síntese das técnicas compensatórias disponíveis, com suas funções, vantagens e desvantagens**

Característica geométrica	Técnica	Variável de Dimensionamento	Aplicação	Função	Vantagens	Desvantagens
Área ocupada	Bacia de detenção	Volume de cheia a amortecer	Macro drenagem	Deter o volume excessivo de cheia para que não haja pico de vazão em trecho urbano de rios	- Execução em área fora da cidade, logo menos cara.	- Custos de implantação, reparação e manutenção. - Sedimentação de materiais grosseiros e lixo.
Área ocupada	Bacia de infiltração	Volume a infiltrar e permeabilidade do solo	Micro drenagem	Infiltrar parte do volume de chuva	- Execução em parques ou áreas afins no ambiente urbano	- Encontrar sítio adequado. - Comatação com o tempo e necessidade de recuperação com troca de materiais.
Comprimento	Trincheira de detenção	Volume a infiltrar e permeabilidade do solo	Micro drenagem	Infiltrar parte do volume de chuva	- Execução em parques, canteiros do sistema viário, calçadas ou áreas afins no ambiente urbano	- Encontrar sítio adequado. - Comatação com o tempo e necessidade de recuperação com troca de materiais.
Comprimento	Trincheira de infiltração	Volume a infiltrar e permeabilidade do solo	Micro drenagem	Infiltrar parte do volume de chuva	- Execução em parques, canteiros do sistema viário, calçadas ou áreas afins no ambiente urbano	- Encontrar sítio adequado. - Comatação com o tempo e necessidade de recuperação com troca de materiais.
Comprimento	Vala de detenção	Volume a infiltrar e permeabilidade do solo	Micro drenagem	Infiltrar parte do volume de chuva	- Execução em parques, canteiros do sistema viário, calçadas ou áreas afins no ambiente urbano	- Encontrar sítio adequado. - Comatação com o tempo e necessidade de recuperação com troca de materiais. - Menor capacidade.
Comprimento	Vala de infiltração	Volume a infiltrar e permeabilidade do solo	Micro drenagem	Infiltrar parte do volume de chuva	- Execução em parques, canteiros do sistema viário, calçadas ou áreas afins no ambiente urbano	- Encontrar sítio adequado. - Comatação com o tempo e necessidade de recuperação com troca de materiais. - Menor capacidade.

Fonte: Adaptado de BAPTISTA, M *et. al.*, 2005.



A trincheira e a vala de infiltração objetivam manter a capacidade de infiltração do solo, logo reduzir o volume do escoamento superficial, e não simplesmente abatê-lo. A desvantagem é que exigem restauração da sua capacidade, pois, com o tempo, ocorreria a colmatação. Este tipo de unidade somente é dimensionado quando se faz ensaios de permeabilidade do solo. O poço de infiltração teria a mesma função da trincheira, só que, em vez de ser linear ao longo de uma via, teria aplicação pontual, com as mesmas vantagens e desvantagens.

Outras medidas seriam utilizadas como o pavimento permeável, principalmente em vias de tráfego secundário ou mesmo em estacionamentos. O pavimento por bloquete ou paralelepípedo é mais permeável que o concreto asfáltico. Nas vias asfaltadas, trincheiras de detenção ou infiltração seriam aplicadas como medida compensatória.

Enfim, medidas domiciliares seriam empregadas como reservatórios ou telhados armazenadores, os quais dependem do incentivo público para que sejam empregados. Nesse caso, programa de fiscalização das unidades constituiria um elemento chave para que se evitasse o armazenamento indevido das águas da chuva ou seu uso domiciliar inadequado. Esta seria uma medida de caráter disperso na área urbana, porém com um potencial de dar bom resultado.

As técnicas são aqui mencionadas com a função de mostrar que existem alternativas além das mais usualmente conhecidas, porém sua aplicação deve ocorrer já em nível de projeto básico, pois neste ter-se-ia condições de determinar a permeabilidade do solo, a localização em vias ou passeios públicos etc. Em relação à microdrenagem, podem reduzir o custo de implantação dessa infraestrutura.

Bacias críticas em termos de inundação podem ser inicialmente escolhidas para o desenvolvimento de estudos pilotos para o emprego de técnicas compensatórias em drenagem urbana, o que seria bastante recomendável para Jundiaí, inclusive para os mananciais que atendem o município. Aliado à instalação seriam também implantados postos de monitoramento de vazões para que em longo prazo, ou seja, com uma série histórica significativa, fosse possível verificar o quanto a infiltração das águas pluviais do período úmido, recarregando os aquíferos, contribuiria para aumentar a vazão mínima da época de estiagem.

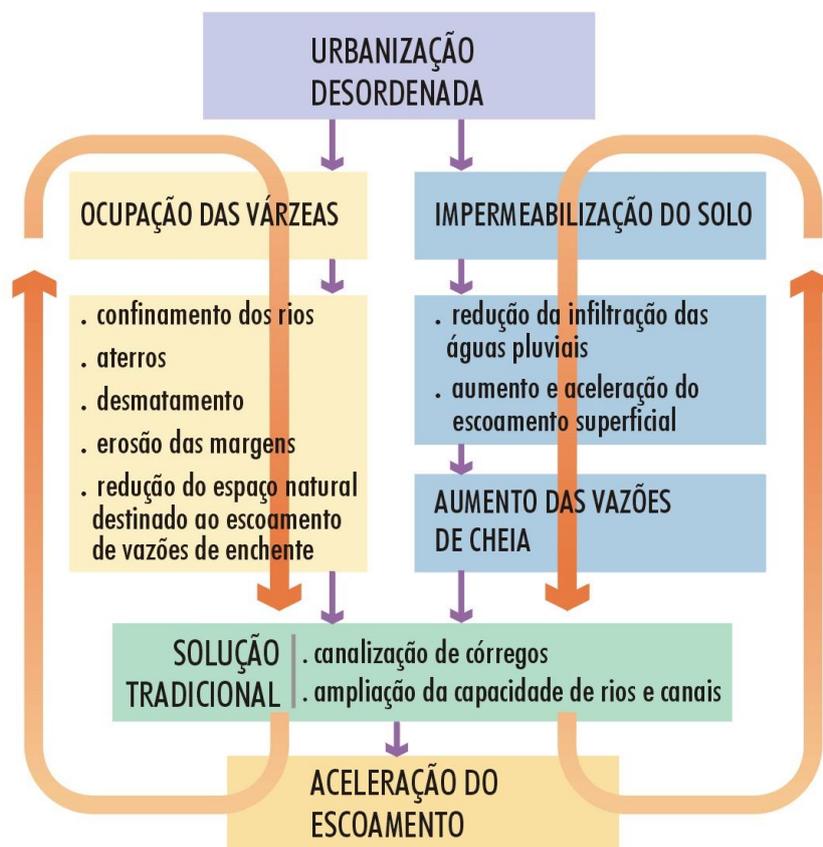
A seguir, se detalha um pouco mais o emprego de técnicas compensatórias no território de Jundiaí, sempre com os objetivos de dispersar, reter e infiltrar as águas

pluviais, atenuando as cheias, recarregando dentro do que é viável os aquíferos e, portanto, perenizando os cursos d'água na época de estiagem.

#### 5.1.2.4. Emprego de Técnicas Compensatórias

O processo de urbanização na maioria das cidades do mundo ocorreu e ainda vem ocorrendo de forma desordenada e sem respeitar a paisagem natural. O efeito somado da ocupação das várzeas dos cursos d'água e da impermeabilização do solo gerou um ciclo vicioso de enchentes, como exemplificado na Figura 87.

**Figura 87 – Efeitos da urbanização desordenada no escoamento das águas das chuvas**



Fonte: FESPSP, 2020.

A solução tradicional aplicada nas cidades durante décadas para resolver os problemas decorrentes desse processo de ocupação seguiu os preceitos higienistas, de afastar rapidamente as águas pluviais das áreas urbanas por meio da utilização de dutos e galerias.



Segundo Miguez *et. al.* (2016), a canalização indiscriminada das regiões urbanizadas objetivava acelerar o escoamento através de dutos de alta eficiência hidráulica (grande área e baixa rugosidade, principalmente se comparados aos talwegues naturais, muito rugosos), livrando provisoriamente aquela região dos inconvenientes das cheias e das águas empoçadas. Se possível, a canalização deveria ser a que permitisse a ocupação do leito maior dos rios, região que sofre grande pressão para ser ocupada, inclusive em Jundiá.

Por acelerar as águas a jusante, a solução acaba por transferir para jusante da bacia os problemas de inundação. Além disso, o aumento da impermeabilização nas áreas urbanas reduz drasticamente a infiltração no solo, diminuindo a recarga dos aquíferos.

De uma maneira geral, a gestão das águas pluviais urbanas se baseia em ações antrópicas decorrentes do processo de urbanização e ocupação de espaços, inclusive do leito maior dos rios. Há a transformação dos leitos dos cursos d'água em canais de drenagem, removendo a vegetação, ocupando suas margens e várzeas e as impermeabilizando, todos efeitos que alteram processos climáticos, hidrológicos e geológicos. Esses efeitos vão desde a degradação da qualidade da água, passando pela aceleração das águas, chegando aos efeitos negativos que os usos a montante da água e da terra numa bacia hidrográfica levam para as áreas a jusante com o aumento das inundações, tanto em intensidade quanto em frequência.

Os modelos usuais de gestão adotados e a aplicados desde o início do período industrial da História vêm sendo contestados e a recuperação dos rios urbanos e a proteção dos mananciais tornaram-se temas estratégicos e prioritários para a preservação dos recursos hídricos. Associado a isso, a abordagem setorial adotada pelos métodos da engenharia hidráulica tradicional mostraram-se parciais e de eficiência duvidosa para tratar a questão da gestão das águas nas cidades e essas questões ganharam corpo a partir do início dos anos 1970, quando se iniciou o debate e a aplicação das medidas compensatórias e a restauração das zonas úmidas.

Uma abordagem que reconhece o caráter sistêmico dos ciclos naturais promoveu uma releitura dos fundamentos conceituais das premissas de desenvolvimento, desvinculando-os dos aspectos exclusivamente econômicos e sociais e atendendo às exigências de planejamentos mais abrangentes que as premissas de caráter setorial. A adoção das bacias hidrográficas como unidades de planejamento foi



adotada e a recuperação dos rios urbanos mobilizou várias nações, bem como a restauração de zonas úmidas, as quais são mais resilientes às Mudanças Climáticas. Grupos de pesquisas foram organizados para estabelecer metas e estratégias para a recuperação das bacias hidrográficas dos rios urbanos (Santos, 2004).

Muitos autores, desde os anos 1990, alertam quanto ao quadro de deterioração e dos impactos profundos pelos quais os cursos d'água urbanos vêm passando (Spirn, 1995; Hough, 1995; Riley, 1998; Marcondes, 1999; Kahtouni, 2016; Higuera, 2006;). Alertam também para o crescimento das crises hídricas que afetam milhões de pessoas em zonas urbanizadas.

O quadro de deterioração das canalizações em córregos e riachos construídos como elementos da infraestrutura urbana em fins do século XIX, sobrecarregados em função da expansão, do adensamento e da impermeabilização das superfícies das cidades durante o do século XX, conduziram atualmente a um ponto de virada na abordagem da gestão de águas pluviais urbanas. (Alvim, 2003; Travassos, 2010; Gorski, 2010; Delijaicov, 1998; Rutkowski, 1999; Schutzer, 2012).

Os modelos adotados pela engenharia hidráulica que tornaram possível o rápido desenvolvimento das cidades, estão falhando e criando uma série de problemas nas metrópoles atuais. As soluções adotadas para o tratamento das águas nas cidades apoiaram-se nos paradigmas então vigentes do Higienismo que tinha como premissa o afastamento rápido, nas áreas urbanizadas, das águas servidas e das águas de chuva, sem dar a devida atenção ao que se passava a jusante. Desenvolveram-se soluções de ordem estrutural e setorial (a construção de redes de infraestrutura de coleta e afastamento de esgotos e de drenagem) que produziram grandes impactos ambientais ao utilizarem a solução da canalização - com ou sem o enterramento – dos leitos naturais de rios e córregos urbanos.

No século XXI, a abordagem para com as questões de drenagem e de coleta de esgotos através de cursos d'água urbanos não mudou muito, principalmente nas cidades brasileiras com grandes áreas ocupadas irregularmente. Riachos, córregos e rios são frequentemente canalizados para destino, contenção, controle e remoção das águas pluviais urbanas, todos sendo conectados a tubulações e redes de bueiros, numa prática denominada “engenharia tradicional”. Esses cursos d'água são frequentemente danificados ou têm sua capacidade reduzida pelo aumento das cargas de sedimentos, sempre provenientes de erosão de solos da bacia drenante, assim como pelo volume

excessivo e pela velocidade de águas pluviais que são descarregadas em seus leitos, cujos danos pode levar anos, até décadas, para serem reparados. Em tempos de ocorrência de eventos extremos, esses fenômenos tendem a se agravar.

A abordagem da engenharia hidráulica tradicional vem sendo substituída passo a passo por uma abordagem ambiental que se apoia na compreensão sistêmica do ambiente como uma rede de vida que se organiza num permanente ciclo de trocas de energia. Parte da constatação da saturação do atual modelo de produção das sociedades urbanizadas que exploram extensivamente os recursos naturais – principalmente água e solo – e despejam quantidades desproporcionais de resíduos que se acumulam superando a capacidade de resiliência dos processos naturais no ambiente (SPIRN, 1995; CAPRA, 1982; HOUGH, 1995; ASCHER, 2010). Além disso, a solução de acelerar as águas para jusante também vem se mostrando limitada.

**Quadro 30 – Os paradigmas da gestão das águas nas cidades.**

VISÃO TRADICIONAL	VISÃO AMBIENTAL
Drenagem e afastamento dos esgotos	Manejo Sustentável de Águas Urbanas
Visão higienista	Visão ambiental
Afastar a água	Conviver com a água
Rio = conduto (lata de lixo e latrina)	Rio = ambiente de lazer, contemplação, desenvolvimento de ecossistemas e manancial
Solução: canalizar	Solução: reter, armazenar, retardar, infiltrar, tratar, recuperar e revitalizar
Gestão isolada	Gestão integrada do ambiente: ocupação territorial, abastecimento público, esgotos sanitários e a limpeza pública
Investimentos limitados pelo orçamento (IPTU)	Taxa de drenagem e de lixo: receita permanente
Controle da poluição: sistema unitário na prática e sem tratamento das águas misturadas	Controle da poluição: sistema separador e tratamento das águas de primeira chuva

**Fonte: FESPSP, apud Orsini, 2005.**

A visão ambiental considera que a natureza permeia a cidade, estando presente em todos os aspectos e em todos os processos que organizam a vida de seus habitantes, bem como cada um dos produtos consumidos: alimentos, vestuários, combustíveis, energia, equipamentos, moradia etc. Supõe que as forças de natureza, em si mesmas, não são hostis ou benignas estando, portanto, sujeitas as formas de apropriação feitas pela humanidade e por seus processos artificiais de produção e de reprodução (SPIRN, 1995), o que também se aplica para as águas pluviais urbanas.

O planejamento urbano e territorial, adotou os paradigmas das ciências, dos períodos históricos que antecederam a época atual que trataram a natureza como uma externalidade dada, a ser explorada pela técnica e pela ciência. Por um longo período



durante o século XX, as ciências econômicas dominaram as estratégias de exploração dos recursos com vistas a uma acumulação crescente e infinita de capital (SANTOS, 2004; CAPRA, 1982), o que levou inclusive à ocupação dos espaços naturais dos rios, seja dos seus leitos maiores, seja dos seus leitos menores.

Nas fases anteriores aos anos 1970, o tratamento dado à questão ambiental – em especial com as águas urbanas – era incipiente e restrito a um reconhecimento dos efeitos degenerativos da poluição das águas pelo despejo de esgotos, resíduos industriais e do lixo, para os quais, a agenda higienista tinha a presunção de solucionar. Pouco se tratava e se reconhecia em outras formas de ofensas tais como a poluição do ar e do solo e os acidentes geológicos, os efeitos de uma visão equivocada de dominação das forças naturais pela tecnologia (TUCCI, 2012; SILVA, 1949; TRAVASSOS, 2010).

Hoje, de 40 a 50% ou mais das áreas urbanas são cobertas por superfícies impermeáveis. Isso aumenta drasticamente a taxa e volume de escoamento de águas pluviais e reduz a capacidade da natureza de limpar a água. Além da alteração do leito natural, a urbanização de áreas úmidas, áreas ribeirinhas e ecossistemas florestais “reduz sua capacidade de realizar suas funções naturais (dos leitos naturais) – controlar enchentes, capturar sedimentos e filtrar toxinas e excesso de nutrientes” (BUCHHOLZ et al., 2016, p. 131). As soluções convencionais compostas por tubulação e canais em colapso, sem cadastro e sem projeto de engenharia, contribuem para as inundações urbanas, uma vez que galerias subdimensionadas não conseguem lidar com a quantidade de escoamento de águas pluviais gerada pelas extensas quantidades de área de superfície impermeável de hoje.

A situação de muitos cursos d’água está degradada, mesmo quando há ampla coleta de esgotos, caso de Jundiaí. Soma-se a isso, as cargas poluentes carregadas pelas enxurradas, comprometendo ainda mais a qualidade das águas. Em cidades dominadas por automóveis, o escoamento de águas pluviais carrega poluentes, porque concentra resíduos de hidrocarbonetos, óleo, gasolina, fluido de freio, bem como de produtos químicos domésticos e de manutenção de jardins, produtos asfálticos em estradas e metais pesados que são sedimentados em cursos d’água que drenam bacias hidrográficas, logo são necessárias unidades de abatimento dessas cargas poluidoras difusas.



Em fins do século XIX, o renomado arquiteto paisagista Frederick Law Olmsted teve uma visão de desenvolvimento comunitário que, apoiada por especialistas em biologia da vida silvestre e ecologia da paisagem, se apropriava das dinâmicas naturais dos rios e dos sistemas de áreas verdes de suas margens e bordas. “O movimento da infraestrutura verde está enraizado nos estudos da terra e na inter-relação do homem e da natureza que começaram há mais de 150 anos” (Benedict MA, McMahon, et al, 2006, apud Buchholz, 2016 p. 126).

Já em 1847, a atenção pública estava sendo atraída para os efeitos de degradação dos solos por atividades humanas, especialmente o desmatamento. Nessa época, proponentes como Olmsted acreditavam que ambientes urbanos “biologicamente artificiais” eram “prejudiciais à nossa saúde mental e física” e incorporavam parques e vias verdes nos planos criados para cidades e vilarejos em todo o país (idem, 2016).

Quase 100 anos depois, o movimento ambiental norte-americano da década de 1960 foi alimentado pela preocupação pública com os impactos humanos no meio ambiente. Atitudes predominantes sobre a natureza e quem era responsável por protegê-la estavam sendo desafiadas.

Nas duas décadas seguintes, cresceu o interesse pelos conceitos de planejamento ambiental e pelo uso elementos e sistemas de infraestrutura verde como práticas de conservação ambiental. Essas estratégias tornaram-se mais holísticas e abrangentes, e as abordagens reguladoras deram lugar a abordagens não reguladoras, como a gestão de ecossistemas, o desenvolvimento sustentável e o planejamento regional, com o reconhecimento que as áreas naturais precisavam ser conectadas em escalas maiores para proteger a biodiversidade e ecossistemas inteiros.

Pelo exposto, a história dessas técnicas compensatórias, atualmente denominadas de verde, já tem um passado hoje também conhecidas por estruturas hidráulicas não – convencionais.

Além das bacias de infiltração, outras unidades que recebem, amortecem e infiltram as águas pluviais, onde caem sobre os terrenos, há algumas alternativas que também seriam empregadas, apresentadas a seguir.

**Figura 88 – Estrutura de infiltração e armazenamento de água pluvial com filtro de areia e agregados**



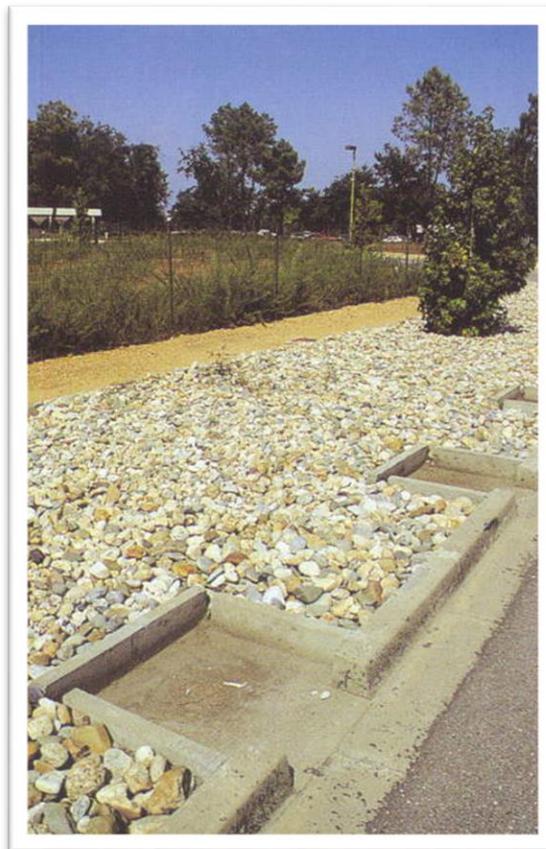
**Figura 89 – Sistema de Amortecimento e Tratamento de Águas Pluviais**



**Figura 90 – Pavimento permeável de blocos de concreto – FCTH-USP**



**Figura 91 – Sistemas de controle de vazão e poluição com filtro**



**Figura 92 – Sistemas de controle de vazão e poluição em pátios de estacionamento.**



**Figura 93 – Jardim de armazenamento e infiltração.**



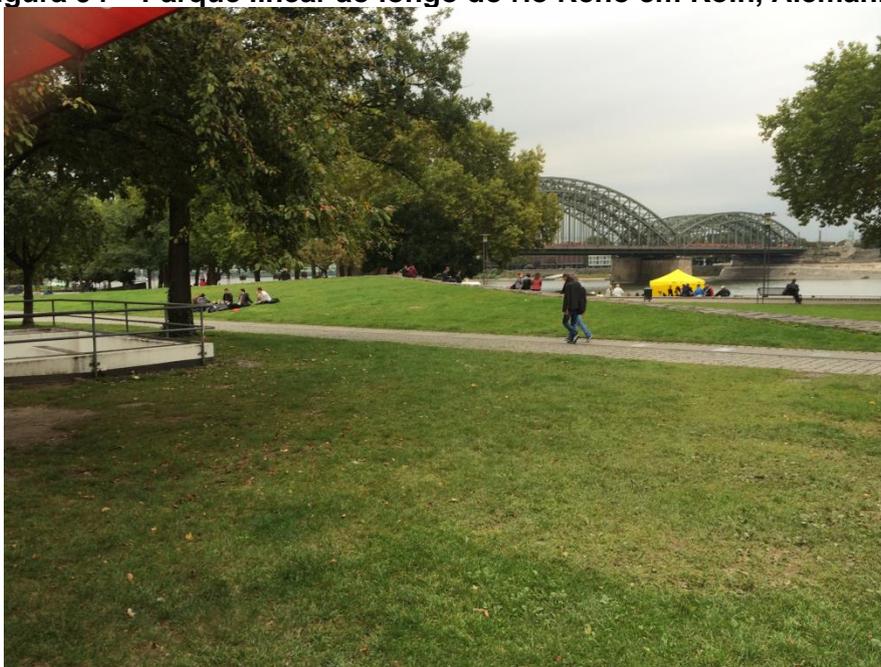
Pelo exposto, não faltam técnicas em pleno emprego mundo afora para controlar e dar um destino adequado às águas pluviais onde se precipitam e chegam no solo. Até

agora, foram mostradas estruturas hidráulicas para a microdrenagem, ou seja, em nível de rua, sendo que agora também se apresentam as de fundo de vale, dos talvegs, ou seja, macrodrenagem.

A macrodrenagem tradicional, cinza, usualmente tem como foco simplesmente o leito do rio, sem um olhar para as margens. Na visão “verde”, mas sustentável e integradora, busca-se integrar o rio e a paisagem, em função dos vários benefícios esperados: amortecimento de cheias e infiltração das águas pluviais; efeito “tampão” microclimático que os parques lineares ao longo dos cursos d’água exerceriam, atenuando as variações de temperatura e umidade cada vez mais acentuadas e, não menos importante, estabelecer uma paisagem que resgate o convívio da população urbana com o rio, aumentando o conforto da vida urbana.

Já existem várias cidades no mundo que vem adotando essa prática, como a cidade de Köln na Alemanha, onde as margens do rio Reno constituem um imenso parque no qual a população da cidade passeia e convive, melhorando sua qualidade de vida. Na cidade de Bonn, observa-se a mesma prática.

**Figura 94 – Parque linear ao longo do rio Reno em Köln, Alemanha.**



Fonte: FESPSP, 2014.

**Figura 95 – Rio Reno em Bonn, Alemanha.**



**Fonte: FESPSP, 2014.**

Por fim, também têm sido propostas bacias de amortecimento de cheias que também tratam as águas do escoamento superficial, principalmente as denominadas de “primeira chuva”. As cargas difusas, aqui consideradas como um dos fatores que afetam a disponibilidade hídrica de Jundiaí, afluem aos cursos d’água drenantes principalmente nos primeiros 10 minutos de chuva intensa e por isso em vez de serem lançadas diretamente em corpos receptores, são destinadas a um tratamento específico para abatimento da carga poluidora. As zonas úmidas construídas (constructed wetland) têm sido empregadas como processo de tratamento, reduzindo o teor de sólidos em suspensão e podendo até remover os nutrientes presentes, desde que devidamente projetadas.

Pelo exposto, não faltam técnicas “verdes” que combinadas com as convencionais conseguem ao mesmo tempo reter as águas no território de Jundiaí, recarregando os aquíferos, perenizando os cursos d’água e abatendo as cargas poluidoras difusas. Há experiências consolidadas em várias cidades, mas que ainda são incipientes no Brasil, de forma que Jundiaí pode ter uma posição pioneira no país ao mesmo tempo que retém de forma sustentável as águas no seu território, do qual tanto depende.

#### **5.1.2.5. Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto**

No conjunto dessas discussões de gestão das águas urbanas, surgiu o conceito do Low Impact Development ou Desenvolvimento de Baixo Impacto ou



Desenvolvimento Verde Azul - DVA, porque preserva o ambiente e as águas. O objetivo do LID é sustentar o regime hidrológico natural de um sítio urbano, utilizando técnicas para infiltração, filtragem, armazenamento e evaporação do escoamento de águas pluviais próximo à sua fonte.

### **CARACTERIZAÇÃO**

Ao contrário da infraestrutura convencional de redes que canalizam e conduzem o escoamento por meio de galerias, calhas e sarjetas, as estratégias DVA recolhem e tratam o escoamento superficial muitas vezes poluído por meio de uma infraestrutura de paisagens, amortecendo o escoamento superficial, ao mesmo tempo que as trata através de zonas úmidas construídas.

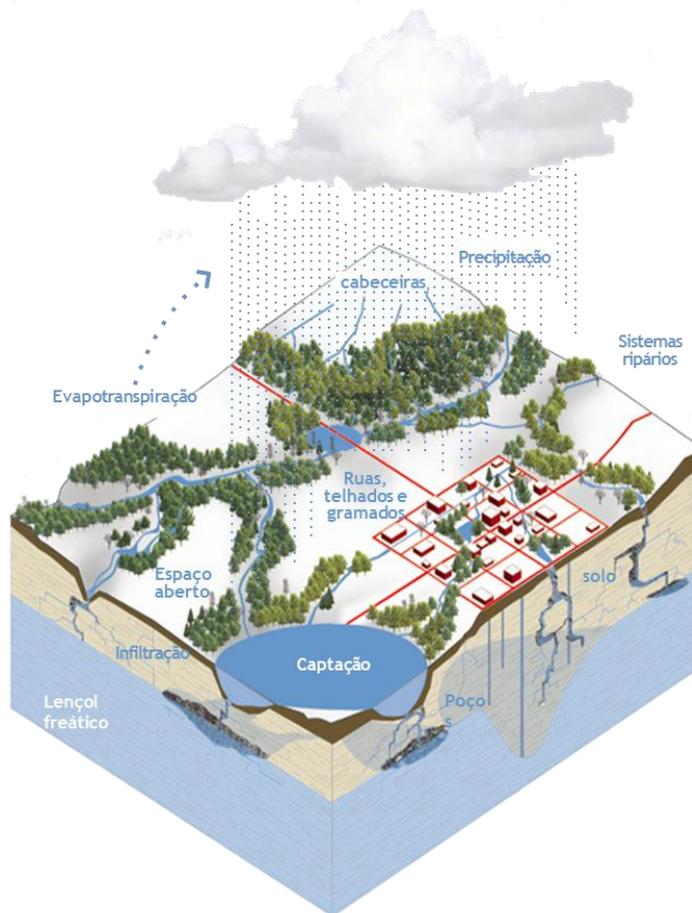
O conjunto de infraestrutura de drenagem adotado pela engenharia hidráulica tradicional (engenharia pesada ou cinza), a título de promover a gestão das águas urbanas, desencadeia uma série de distúrbios, gerando um fenômeno conhecido como Síndrome do Fluxo Urbano, identificado por inundações repentinas, alteração da morfologia de cursos d'água, elevação de níveis de nutrientes e contaminantes, sedimentação excessiva, perda de diversidade de espécies e elevação das temperaturas da água. Esse desequilíbrio no fluxo das águas prejudica o funcionamento hidráulico e interrompe os serviços ecológicos que um fluxo saudável ofereceria.

A abordagem sistêmica e ambiental do DVA se articula na chamada Engenharia Ecológica ou verde, cujas estratégias se diferenciam da abordagem tradicional, pois supõe captar, reter, tratar e infiltrar as águas pluviais em seus locais de origem ao invés de transferi-las, poluídas, através de um sistema de tubulações para pontos distantes. Baseia-se em processos biogeoquímicos para gerenciar e tratar o escoamento de águas pluviais e promove a conservação da água em paisagens de plantas resistentes à seca para maximizar a entrega de serviços ecológicos em desenvolvimento (Figura 96).

A urbanização causou a perda de terras úmidas, florestas, cobertura vegetal e húmus do solo, os quais constituem o sistema de recarga de uma bacia hidrográfica principalmente do solo, grande local de armazenamento de água. O modelo de urbanização proposto pela Engenharia Hidráulica convencional baseado na ideia da aceleração da velocidade de escoamento compromete a recarga dos aquíferos, função fundamental e tão necessária para Jundiaí, tendo em vista sua demanda pelas águas e a baixa disponibilidade hídrica natural.

O modelo do DVA se organiza em outro sentido para desacelerar, espalhar e absorver águas pluviais, criando um funcionamento hidrológico estável. Promove o uso de superfícies permeáveis e comunidades de plantas em rede para remediar a poluição e o pico de escoamento após uma tempestade, já que a interceptação e o conjunto de raízes facilitam bastante a infiltração das águas pluviais.

**Figura 96 – O ciclo hidrológico urbano adotado pelo LID**

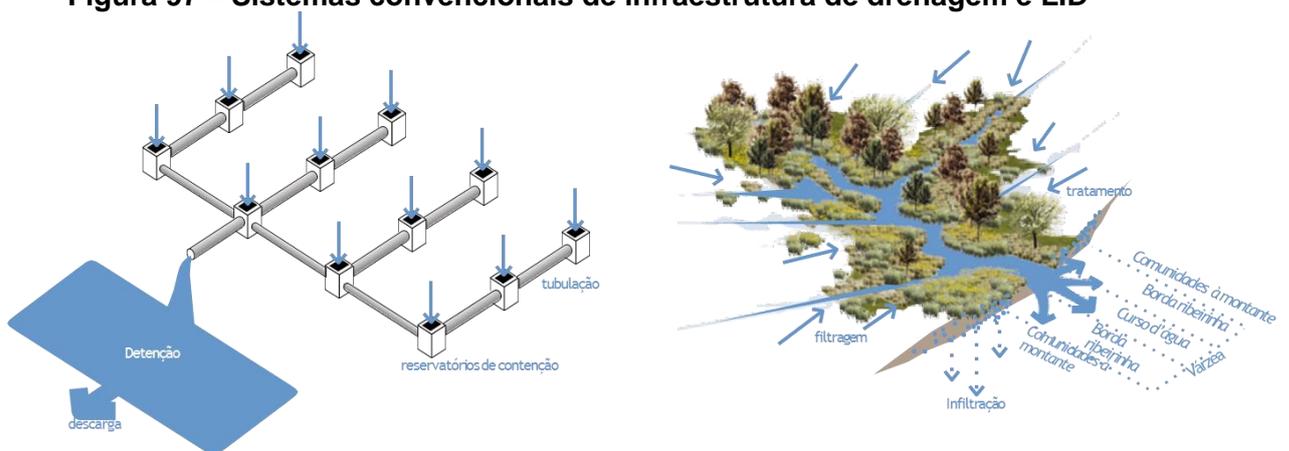


**Fonte: UACDC, Fayetteville, Arkansas, 2010.**

Os sistemas convencionais de infraestrutura de drenagem concentram o escoamento em instalações de retenção e despacham o escoamento poluído para outro local, simplesmente transferindo problemas de resíduos. Em vez disso, o desempenho do LID é otimizado quando o escoamento é tratado por meio de uma rede robusta com alta conectividade, redundância e distribuição. Por ter uma abordagem sistêmica, o LID prevê as intervenções desde o âmbito da unidade privada ao sistema de redes de todo o município (Figura 97).

Aplicado em diferentes escalas, o DVA se organiza na implementação de sistemas de contenção, de tratamento e de infiltração das águas pluviais. Dividir o desenvolvimento urbano em seus componentes constituintes - edifícios, lote, rua e espaço aberto - ilustra as oportunidades de ação das partes interessadas dentro de cada componente (Figura 98).

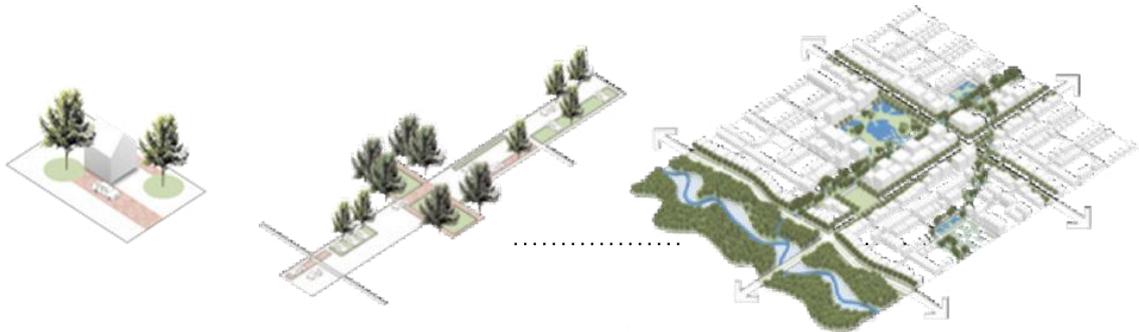
**Figura 97 – Sistemas convencionais de infraestrutura de drenagem e LID**



Fonte: UACDC, Fayetteville, Arkansas, 2010.

O objetivo não é apenas minimizar o impacto de degradação da qualidade das águas pluviais e garantir a recargas de aquíferos e mananciais, mas desenvolver paisagens urbanas regenerativas e produtivas que continuamente renovem o funcionamento do ecossistema, modifiquem o metabolismo urbano das redes verdes e azuis (águas e vegetação) e envolvam as populações para o usufruto e os cuidados com seus recursos mais preciosos.

**Figura 98 – As diferentes e complementares escalas de implantação das tecnologias LID**



**Fonte: UACDC, Fayetteville, Arkansas, 2010.**

A implantação de sistemas DVA na escala da cidade gera valiosos serviços ambientais, tais como:

- Regulação atmosférica
- Regulação climática
- Regulação hídrica
- Abastecimento de água
- Controle de erosão e retenção de sedimentos
- Formação do solo
- Ciclagem de nutrientes
- Tratamento de esgoto
- Polinização
- Controle de espécies
- Refúgio/habitat
- Produção de comida
- Produção de matéria prima

- Recursos genéticos
- Lazer
- Enriquecimento cultural

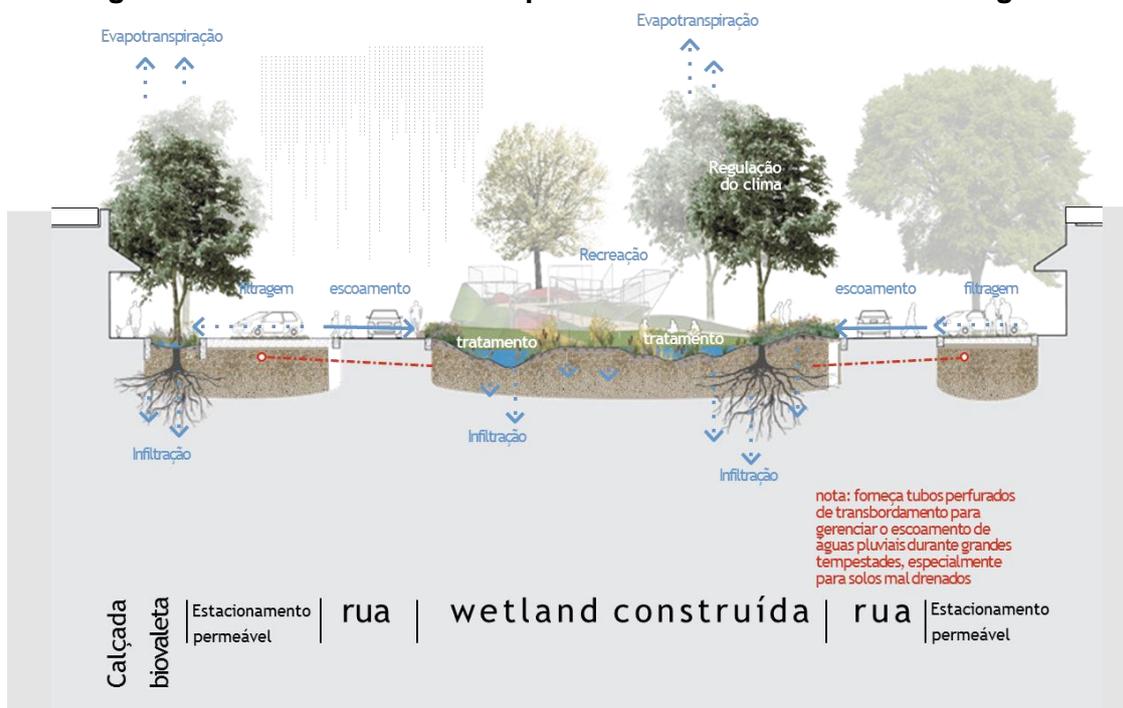
A implantação das técnicas DVA nas diferentes escalas pressupõe alterar as morfologias urbanas, por meio de novos desenhos de ruas, ou mesmo pela alteração das ruas existentes, consideradas não apenas como suporte de infraestruturas subterrâneas e leitos para circulação de veículos, mas ressignificando-as como instalações de direito público de passagem, o que inclui a rua, a calçada, ciclovias, serviços públicos, infraestrutura de gerenciamento de águas pluviais e sistemas de paisagens (Figura 99).

**Figura 99 – Diferentes tipologias de ruas com implantação das tecnologias LID**



Fonte: UACDC, Fayetteville, Arkansas, 2010.

**Figura 100 – Um novo desenho para avenidas e sistema de drenagem.**



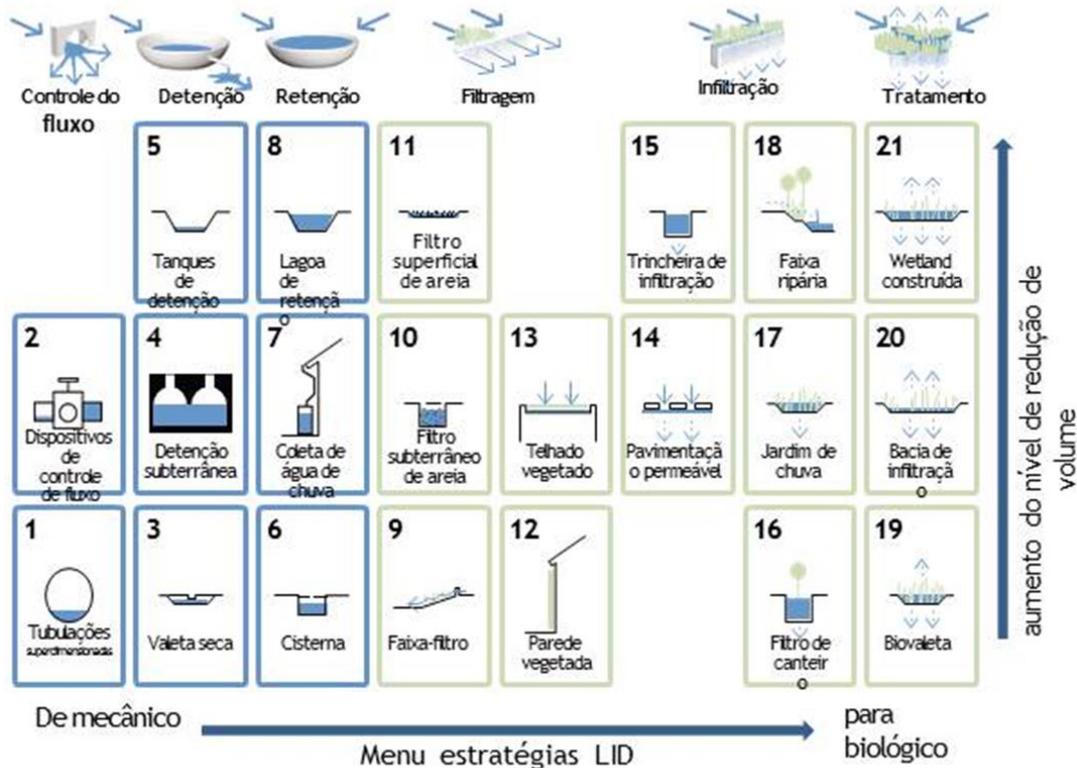
Fonte: UACDC, Fayetteville, Arkansas, 2010.

O sistema DVA deve ser planejado como uma rede verde que mantém o funcionamento dos corpos de água e a conectividade do ecossistema através do uso de parques projetados, vias verdes e áreas de conservação. Produzem retornos econômicos, ambientais e sociais muito além das expectativas que motivaram os investimentos iniciais, aos moldes e integrados aos sistemas de parques e caminhos verdes.

Em ruas residenciais e nos limites dos lotes privados, como novos desenhos de calçadas compondo uma outra paisagem urbana, ou mesmo em área centrais com urbanização consolidada e maiores densidade, desenhando novas paisagens que se assemelham mais as paisagens naturais.

São várias as estratégias DVA a serem adotadas e elas atuam simultaneamente. Na figura 6 vemos um “Menu de Estratégias DVA” com diferentes técnicas e soluções a serem adotadas de acordo com as características e especificidades dos locais e os objetivos pretendidos. Por exemplo: os dispositivos de controle de fluxo (nº 1) oferecem a menor quantidade de serviços de tratamento, enquanto a *Wetland* construída (nº 21) oferece o máximo de tratamento.

Figura 101 – Menu de estratégias LID.



Fonte: UACDC, Fayetteville, Arkansas, 2010.

A maioria dos municípios exige infraestrutura de drenagem para gerenciar eventos de tempestades de 100 anos. Embora uma única instalação, por si só, provavelmente não atenda aos requisitos de desempenho, as instalações com diferentes níveis de serviço em uma rede de tratamento fornecerão níveis superiores de tratamento e redução de volume.

O planejamento para a implantação das estratégias DVA, por adotarem uma abordagem sistêmica, exige estudos integrados e interdisciplinares. Nesse sentido os mapas de análise de área são de fundamental importância. Compõem-se de leituras dos condicionantes existentes nas áreas de intervenção para determinação dos parâmetros de planejamento e projetuais.

Devem contemplar levantamentos geomorfológicos, hidrológicos e biológicos além das características urbanísticas, (densidades, uso e ocupação do solo), das infraestruturas existentes (mobilidade, água, esgotos, energia), além de avaliações ambientais (existência de passivos).

Para se compreender os benefícios ambientais e econômicos que esses sistemas podem representar para a gestão das águas nas cidades ter, apresentamos uma tabela com uma simulação entre dois modelos hidrológicos: um convencional e um LID (Tabela 59).

**Tabela 59 – Modelo hidrológico comparativo entre sistema de infraestrutura convencional de drenagem e um sistema misto convencional e LID.**

MODELO HIDROLÓGICO COMPARANDO ESCOAMENTO SUPERFICIAL DESENVOLVIMENTO CONVENCIONAL X LID	Armazenamento de detecção reduzido m <sup>3</sup>	Armazenamento de detecção necessário m <sup>3</sup>
Desenvolvimento Convencional	0	7,5
Desenvolvimento de Baixo Impacto		
Redução da camada de pavimentação h: 61 cm	3,96	
Uso de valas de bioretensão	1,14	
Escavações mínimas	0,21	
Uso de pavimento permeável h. 51 cm	0,85	
	6,41	1,09

**Fonte: AHBI, 2002 apud HINMAN, 2005. (adaptado pelos autores).**

Observa-se que a capacidade de retenção e infiltração representada pela adoção de um sistema de piso permeável associado a valas de biorretenção reduziram em aproximadamente 88% o volume de escoamento.

### **DESAFIOS PARA A ADOÇÃO DAS ESTRATÉGIAS DVA**

Apesar de apresentarem notáveis vantagens em relação aos sistemas de engenharia hidráulica convencional a adoção das estratégias DVA supõe superar obstáculos e resistências, não apenas por tratar-se de um paradigma absolutamente novo, mas pelos sistemas de construção e gestão de nossas cidades.

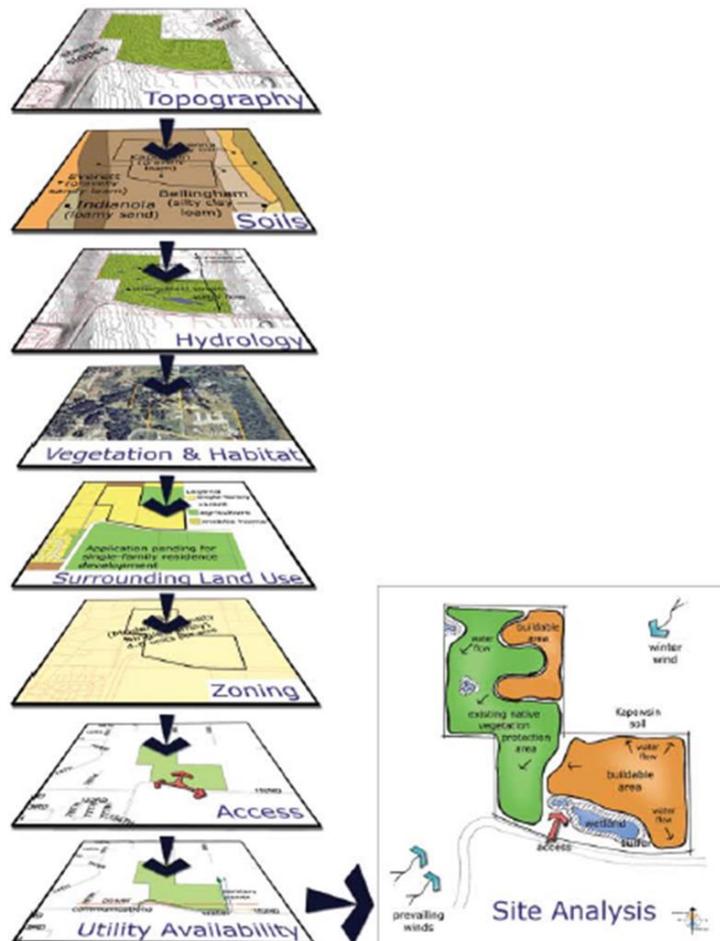
A fragmentação nos processos de desenvolvimento e gestão apresenta grandes obstáculos para a adoção desse planejamento integrado. É necessária a atuação conjunta dos órgãos de Planejamento, Obras viárias, de gestão de Águas pluviais, Serviços públicos e Paisagismo.

Outros desafios dizem respeito a dificuldade em financiar os primeiros custos e os custos adicionais de manutenção, mas é preciso avaliá-los pelo ciclo de vida do sistema, que garante o retorno do investimento.

A coordenação do sistema por uma agência única que envolva desde proprietários, empreendedores, bairros e regiões é a melhor maneira de gerenciar as

estratégias DVA; afinal elas exigem que os indivíduos implementem projetos, mas é necessária uma ação por região para que funcionem efetivamente como um sistema.

**Figura 102 – Análise da área através da metodologia de sobreposição de mapas**



Fonte: UACDC, Fayetteville, Arkansas, 2010.

### 5.1.3. Combinação de Técnicas

A aplicação isoladamente de técnicas de desenvolvimento verde azul mostra-se viável em geral somente para novas áreas urbanas. Para as áreas urbanas já consolidadas, como as de Jundiaí até mesmo em mananciais, pode-se aproveitar a drenagem convencional (cinza) existente e combiná-la com as compensatórias (cinzas e verdes). Pequenas bacias de retenção e infiltração e jardins de chuva poderiam ser construídos sob ou nas calçadas e em terrenos públicos existentes em escolas e não ocupados, sendo possível até mesmo o uso de praças, entre outros sítios. Essa escolha de áreas depende de estudos posteriores ou projetos que serão especificados no



próximo produto. Dessa forma, interligam-se as técnicas convencionais (cinzas) com as compensatórias (cinzas e verdes).

O exemplo apontado é indicativo do potencial de aplicação dessa combinação, sempre com o objetivo de reter a água no território de Jundiaí, amortecendo as cheias, evitando a aceleração das águas pluviais para jusante, para fora dos seus limites, infiltrando as águas de chuva e recarregando os aquíferos, o que pereniza os rios, aumentando a disponibilidade hídrica no município.

Para a macrodrenagem a intervenção seria maior, bem como os benefícios decorrentes proporcionais. As canalizações poderiam ser mais adequadas e articuladas com a cidade, fugindo do lugar comum de estarem em avenidas e serem um mero local de passagem dentro dos sistemas viários urbanos.

## **5.2. GESTÃO RURAL SUSTENTÁVEL**

Muitas das técnicas já apresentadas anteriormente também se aplicariam na zona rural de Jundiaí, porque os mapas apresentados para os cenários de referência, dirigido e tendencial também a abrangem nas diversas bacias hidrográficas de interesse.

Para o controle das cargas difusas e principalmente o lançamento de nutrientes nos cursos d'água, carregados pela adubação do solo agriculturável, seria necessário o controle permanente da aplicação deles. Além disso, o emprego de bacias de retenção e sedimentação antes do lançamento das linhas de drenagem em corpos receptores.

A infiltração das águas pluviais é muito favorecida pelos fenômenos naturais do ciclo hidrológico, interceptação, que reduz a velocidade das gotas, fazendo com que escoe sobre as folhas e caules, até que chegue ao solo e se infiltre. As raízes da vegetação tornam o solo mais fofo e favorece a infiltração. Logo a recuperação principalmente da mata ciliar e das outras APP favorece a recarga dos aquíferos freáticos e conseqüentemente o aumento de vazão dos cursos d'água na época de estiagem. Além disso, constituem uma barreira natural muito importante para evitar que sedimentos carregados da erosão afluam aos cursos d'água drenantes, provocando a sedimentação e, conforme o caso, o acréscimo preocupante de nutrientes que causam a eutrofização na barragem de regularização do rio Jundiaí-Mirim.

A existência de terrenos mais frágeis à erosão e produção de sedimentos é de menor importância em relação à geração de cargas difusas e necessidade de aumento



de infiltração para a recarga de aquíferos freáticos. No entanto, onde existem as maiores encostas, nas regiões como a serra do Japi, já são protegidas ambientalmente e não podem ser ocupadas urbanamente.

Por fim, se há necessidade de uso mais eficiente no Sistema de Abastecimento de Água de Jundiaí, também na zona rural o mesmo deveria acontecer. O uso para dessedentação animal e suprimento humano são poucos significativos, mas a irrigação não, principalmente se for por sulcos e descontrolada e sem outorga. Assim, além de capacitação dos agricultores, é necessário controle, porque o excesso de água lançado para irrigar plantações, provoca erosão e carrega para os corpos receptores sedimentos e nutrientes provenientes de adubo.

Na zona rural, também várias medidas já conhecidas e dominadas precisam ser permanentemente verificadas e aplicadas como a plantação respeitando as curvas de nível, reduzindo a erosão e assoreamento em cursos d'água. As estradas vicinais não pavimentadas precisam ter canaletas laterais as protegendo contra a erosão. Além da geração de sedimentos, a erosão tende a desestabilizar o leito carroçável. São empregadas tanto em culturas agrícolas como nas estradas vicinais bacias de amortecimento e sedimentação, evitando a aceleração do escoamento superficial que provocaria a erosão.

Portanto, também na zona rural há medidas a serem tomadas sempre com o mesmo objetivo de retenção, amortecimento, infiltração e recarga dos aquíferos freáticos de forma a reter a água no território jundiaíense, não as acelerando para jusante, impossibilitando o seu armazenamento e uso.

### **5.3. GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS**

O saldo hídrico na bacia do Rio Jundiaí-Mirim é negativo, como apresentado anteriormente, bem como do ribeirão Cachoeira em face dos atuais usos dos recursos hídricos. Como colocado ainda, o município de Jundiaí depende de derivação dos recursos hídricos do rio Atibaia para garantir o seu abastecimento de água. Dessa forma, se faz necessário avançar na gestão dos recursos hídricos, procurando tornar os usos mais eficientes, bem como prever novos mananciais potencialmente utilizáveis.

### 5.3.1. Mananciais Potenciais

Os mananciais atualmente utilizados ou novos têm sua disponibilidade hídrica determinada a partir dos estudos e séries hidrológicas históricas disponibilizados na Agência de Bacias PCJ e outras fontes como a ANA. Aqui são estudadas duas situações de disponibilidade hídrica: mínima e média.

A disponibilidade hídrica mínima é utilizada para captações a fio d'água, logo sem barragem de regularização de vazões, porém no máximo com um barramento para elevar o nível d'água e facilitar hidráulicamente a captação.

**Quadro 31 – Disponibilidade hídrica em Jundiaí.**

Sub-Bacia	Disponibilidade Hídrica Mínima [L/s]	Disponibilidade Hídrica Média [L/s]
Capivari	114,8	556,4
Guapeva	135,0	654,0
Jundiaí Mirim	146,2	708,5
Jundiaí	217,0	1.051,3
Estiva	42,1	203,8
Ribeirão-Cachoeira	134,2	650,4
Jundiuvira	99,1	480,2
<b>TOTAL MUNICIPAL</b>	<b>888,4</b>	<b>4.304,6</b>

Fonte: FESPSP, 2020.

A disponibilidade hídrica média depende da construção de uma barragem de regularização de vazões como já existe na bacia do rio Jundiaí-Mirim. A outorga de derivação de águas usualmente é dada para aproveitar 50% da vazão mínima e até 80% da vazão média, valores que podem variar em função dos usos a jusante.

**Quadro 32 – Disponibilidade hídrica mínima x população abastecível.**

Sub-Bacia	Disponibilidade Hídrica Mínima [L/s]	Vazão Mínima utilizável[L/s]	População potencialmente abastecível (hab.)
Capivari	114,8	57,4	24.797
Guapeva	135	67,5	29.160
Jundiaí Mirim	146,2	73,1	31.579
Jundiaí	217	108,5	46.872
Estiva	42,1	21,1	9.094
Ribeirão-Cachoeira	134,2	67,1	28.987
Jundiuvira	99,1	49,6	21.406
<b>TOTAL MUNICIPAL</b>	<b>888,4</b>	<b>444,2</b>	

Fonte: FESPSP, 2020.

Supondo esses limites e ainda considerando a vazão média per captada produzida em Jundiáí, os quadros seguintes mostram qual população cada uma dessas bacias poderia em teoria abastecer com água potável.

A bacia utilizável em curto prazo seria a do córrego Guapeva, porém supondo que a captação na sua seção de afluência ao rio Jundiáí pela margem esquerda. Se for considerada a seção observada em campo para captação a fio d'água, logo na entrada da zona urbana consolidada, a população que seria abastecida estaria na ordem de 20.000 habitantes. Evidentemente somente um projeto básico da captação poderia dar a resposta efetiva, tendo em vista o arranjo hidráulico possível de implantação, dada a limitação de espaço, mas é um indicador.

O uso da disponibilidade hídrica média se mostra viável somente para a bacia do rio Cachoeira, como mostra o quadro a seguir. A população potencialmente abastecível é elevada, mas são esperadas muitas dificuldades para a obtenção de outorga de derivação, tendo em vista os usos da água a jusante na bacia do rio Jundiáí a jusante, já que o córrego Cachoeira é seu contribuinte à margem esquerda. No entanto, estudos mais aprofundados que cheguem à concepção do arranjo da captação e barragem de regularização com respectivo reservatório de acumulação dariam as respostas mais firmes.

**Quadro 33 – Disponibilidade hídrica média x população abastecível.**

Sub-Bacia	Disponibilidade Hídrica Média [L/s]	Vazão Média Utilizável[L/s]	População potencialmente abastecível (hab.)
Capivari	556,4	445,1	192.292
Guapeva	654	523,2	226.022
Jundiáí Mirim	708,5	566,8	244.858
Jundiáí	1051,3	841,0	363.329
Estiva	203,8	163,0	70.433
Ribeirão-Cachoeira	650,4	520,3	224.778
Jundiuvira	480,2	384,2	165.957
<b>TOTAL MUNICIPAL</b>	<b>4304,6</b>	<b>3443,7</b>	

Fonte: FESPSP, 2020.

A bacia do córrego Guapeva não possui seções adequadas em princípio para a construção de uma barragem de regularização e respectivo reservatório, logo é uma hipótese pouco viável.



Por fim, deve ser dito que uma captação no próprio rio Jundiaí seria uma opção tecnologicamente viável, porque existem plantas mundo afora que tratam águas de pior qualidade, no entanto o processo denominado convencional não seria suficiente para garantir a produção de água potável. Seria necessário além do processo convencional prever microfiltração e membranas como unidades adicionais, o que elevaria o custo de produção em até 4 vezes maior que os atuais. Não é uma questão de viabilidade técnica, mas econômica.

Os cenários expostos anteriormente para as bacias do rio Jundiaí-Mirim, Guapeva e Cachoeira mostram que a ação de fazer cumprir o Plano Diretor recém aprovado constitui uma medida muito importante para evitar que o uso do solo sem ordenamento prejudique a disponibilidade hídrica. Portanto, é possível a Jundiaí utilizar os atuais mananciais e ainda contar com mais duas bacias hidrográficas, Guapeva e Cachoeira, desde que se tomem ações de controle do uso e ocupação do solo.

### 5.3.2. Ações de Gestão

Durante o trabalho elaborado pela FESPSP para a agência de Bacias PCJ em parceria com a Comunidade Europeia, denominado ECOCUENCAS, foi possível apreender alguns pontos ligados à própria gestão das águas. Por exemplo:

Planejamento: as decisões estratégicas nos países e respectivas bacias hidrográficas que têm por característica a escassez hídrica ou a forte competição pelos usos baseiam-se de forma comum a todos em Planos de Bacias ou Planos Nacionais de Recursos Hídricos.

Cobrança: conforme o modelo francês de gestão de recursos hídricos, hoje com praticamente 60 anos, a cobrança pelos usos da água constitui em muitas bacias hidrográficas peça chave para que acontecessem usos mais eficientes e equilibrados e se alcançasse a universalização do saneamento.

Capacitação: a formação de mão de obra para trabalhar no setor água foi uma das grandes diretrizes do FMA, lembrando que o Brasil carece de um centro de formação de trabalhadores em saneamento.

Essas lições também se aplicariam às águas no município de Jundiaí, porque quanto mais escasso o recurso, mais competição pelos usos existe, de forma que a gestão no âmbito municipal precisa avançar. Se este PMRH é um avanço, porque se espera que direcione a ação do poder público municipal na defesa de seus interesses,



é possível que a colaboração mais intensa com o DAEE na gestão dos recursos hídricos também dê resultados atraentes. Por exemplo, ao verificar se existem derivações ou lançamentos irregulares ao longo da calha do rio Jundiaí-Mirim, afetando a disponibilidade hídrica.

Ações semelhantes em outros mananciais superficiais seriam importantes, sempre dentro da mesma perspectiva.

Outras ações poderiam ser importantes

### **5.3.3. Monitoramento**

Parte-se da premissa de que somente se pode gerir o que se conhece, logo colocar mais postos fluviométricos e de controle qualidade das águas é uma necessidade para Jundiaí. Recomenda-se que esses novos postos de medição contínua sejam estabelecidos nas bacias do Guapeva, Estiva e Cachoeira, além das sub-bacias mais críticas do rio Jundiaí-Mirim.

As séries históricas sobre os aspectos quantitativos e qualitativos originadas do monitoramento permitiriam mais bem estabelecer a relação entre uso e ocupação do solo com a água, ajustando o método aqui utilizado. Além disso, evidentemente aumentaria o conhecimento do município sobre sua disponibilidade hídrica, tendo em vista que é limitada em face das demandas para usos domésticos e industriais. Seria possível também acompanhar as variações sazonais e alterações provocadas, por exemplo, por algum novo uso irregular.

Em suma, a gestão precisa avançar e o conhecimento sobre os recursos hídricos na medida em que mais escasso se torna.

### **5.3.4. Prestação de serviços ambientais**

O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) é um instrumento de transação monetária voluntária entre um comprador (ou consumidor) e um vendedor (ou produtor) de um serviço ambiental, com a condição obrigatória de que o vendedor garantirá o serviço ambiental. Dessa forma, os beneficiários dos serviços ambientais (à jusante) pagam por eles e os que contribuem para a geração desses serviços (à montante) são compensados financeiramente por providenciar tais serviços. Trata-se, portanto, dos princípios de Direito Ambiental de “usuário-pagador” e “provedor-recebedor”.



O PSA pode ocorrer nas seguintes modalidades, a partir das quais serão definidos valores de pagamento aos proprietários rurais:

- Restauração Florestal na Área de Preservação Permanente (APP)
- Conservação de Florestas
- Conservação do Solo

Por ser um instrumento de incentivo tanto à conservação de mananciais quanto à ampliação da infraestrutura verde, o PSA é uma boa prática que já vem sendo estabelecida nas políticas dos Comitês PCJ, embora não conste ainda como um dos PDC prioritários para investimentos das Cobranças PCJ, restringindo-se ao PAP-PCJ (Cobrança Federal) como fonte de financiamento. Além disso, o PSA também tem o papel de integrar diferentes organizações atuantes na mesma porção territorial e nas Bacias Hidrográficas, o que certamente fortalece a participação da sociedade na tomada de decisão.

A prática e expansão de projetos de PSA podem promover a disseminação de boas práticas de conservação de mananciais, as quais podem ser categorizadas como:

**1. Práticas de conservação de estradas**

a) Bacias de contenção (barraginhas) para acúmulo da água da chuva e contenção de erosão do solo

**2. Conservação do solo**

a) Sistema de terraceamento (curvas de nível) nas áreas cultivadas para contenção de erosão do solo, retenção da água no terreno para garantir terra fértil e produtiva

b) Plantio direto ao invés do cultivo convencional

c) Recuperação de pastagens degradadas

d) Não praticar o corte raso de floresta, isto é, evitar a eliminação de toda e qualquer vegetação existente sobre uma área para conversão de outro cultivo

e) Topos de morro com proteção florestal

f) Ações de manutenção contínua (desde o plantio de mudas até as barraginhas)

**3. Saneamento ambiental**

a) Instalação de bebedouros para gado, afastados dos rios

b) Instalação de biodigestores para tratamento de esgoto das propriedades rurais



#### **4. Práticas de conservação da água**

- a) Vertedouro para monitoramento hidrológico (medição e controle de vazão da água)
- b) Monitoramento da qualidade da água

#### **5. Conservação de florestas**

- a) Cercamento das propriedades rurais para conservação dos fragmentos florestais, evitando o pisoteamento do gado na vegetação para não promover erosão do solo

#### **6. Restauração florestal nas margens dos rios**

- a) Recuperação de áreas degradadas (ou restauração ecológica)

Nas Bacias PCJ há uma experiência consolidada de PSE no município de Extrema, onde recursos municipais inicialmente e depois em colaboração com a Agência de Bacias PCJ aportaram recursos monetários para que os agricultores ou pecuaristas recuperassem as matas ciliares. Isso as recuperou, beneficiando os recursos hídricos, mas dependeu de uma continuidade do programa, passando por sequentes administrações municipais.

Foram observadas algumas dificuldades, a saber:

- Como medir e remunerar os serviços ambientais, já que os recursos são públicos.
- Dificuldade em continuidade do aporte de recursos para remunerar os agricultores ou pecuaristas, porque não é possível legalmente ainda, prever nas contas de água uma parcela destinada a pagar esses serviços ambientais.

Para o município de Jundiá que ainda conta com áreas agrícolas tradicionais, é absolutamente importante viabilizar legalmente a cobrança de uma pequena taxa na conta de serviços de água e esgotos destinada a remunerar os serviços ambientais. Em reuniões com grupos de acompanhamento deste PMRH, foi informado que está em andamento uma forma de pagamento para agricultores, mas que justamente a falta de perspectiva de continuidade de recursos pode ameaçar os resultados.

Portanto, é necessário vencer os obstáculos legais que impedem que seja colocada na conta de serviços de água e esgotos um pequeno valor por domicílio para dar sustentabilidade e viabilidade econômica à Prestação de Serviços Ambientais, porque além de fixar a população tradicional nas suas propriedades, possibilitaria a recuperação e a preservação dos recursos hídricos em bacias vitais para o município



como as do rio Jundiá-Mirim e Estiva, atuais mananciais superficiais e Guapeva e Cachoeira, mananciais potenciais ou que no mínimo aumentariam a segurança hídrica pela redundância de possibilidades.



## 6. AÇÕES E METAS

Nos capítulos anteriores foram apresentados os cenários trabalhados que resultaram nas bacias críticas e no caso de Jundiaí, o seu principal manancial, a bacia do rio Jundiaí-Mirim e suas sub-bacias. Também se trouxeram as alternativas técnicas em consonância com os ODS, constituindo uma “cesta” de opções que seriam aplicadas potencialmente. No presente item, há o cruzamento entre as bacias críticas e proposições, apontando as ações prioritárias inicialmente e na sequência as sistemáticas.

As ações aqui propostas serão, no próximo produto, organizadas em Programas e Projetos com orçamento para que direcione a Política Municipal de Recursos Hídricos de Jundiaí, estabelecendo ainda prazos. Para tanto, nele também serão estabelecidos Objetivos e Metas, por exemplo, o objetivo de alcançar a sustentabilidade hídrica em Jundiaí dentro do horizonte de planejamento de 20 anos, ou seja, em 2040.

As alternativas aqui propostas seguem as diretrizes e critérios gerais definidos anteriormente, baseadas nos ODS de aplicação mundial. Vários objetivos seriam possíveis e um principal é garantir a sustentabilidade hídrica em Jundiaí, por meio de ações advindas do conjunto e da combinação das técnicas anteriormente apresentadas. Por exemplo, reter sem danos a água no território do município é um objetivo com metas factíveis dentro do horizonte de planejamento, porque a água simplesmente acelerada sai rapidamente dos limites do município e não seria mais utilizada. Para alcançar esse objetivo, são necessárias ações hierarquicamente arranjadas conforme a criticidade das bacias estudadas.

Para garantir a sustentabilidade hídrica em Jundiaí, grande objetivo deste PMRH, este trabalho estudou e analisou o uso e ocupação do solo, dada a sua relação com os recursos hídricos em três aspectos (controle das cargas difusas, grau de impermeabilização do solo e terrenos frágeis), bem como o recurso hídrico em si, o qual se mostrou naturalmente insuficiente em face das demandas exercidas pela população e pelas atividades econômicas. A disponibilidade hídrica natural não é suficiente para abastecer Jundiaí. Portanto, por esse critério, todo município de Jundiaí tem criticidade perante os recursos hídricos, de forma que se propôs neste PMRH o uso de mais dois mananciais superficiais, as bacias do Guapeva e do Cachoeira, o que aumentaria a redundância e a segurança hídrica.



Resta, portanto, trabalhar na outra vertente deste PMRH, o uso e a ocupação do solo. A Bacia do Rio Jundiaí-Mirim é a mais crítica entre todas, porque por lá passam os recursos hídricos derivados da Bacia do Rio Atibaia, essenciais para o abastecimento público de Jundiaí. Dentro dessa bacia crítica, há sub-bacias que se destacam pela criticidade como as seguintes: 9 – Ribeirão do Tanque, 10 – Ribeirão Soares, 11 – Córrego do Perdão, 14 – Córrego Ponto Alto. Além dessas, a porção contígua à calha do rio Jundiaí-Mirim também merece atenção especial, sendo igualmente prioritária.

As proposições se dividem quanto as ações prioritárias e sistemáticas, subdivididas, mas divididas quanto ao uso e ocupação do solo, incluindo as técnicas mencionadas anteriormente neste relatório, e de gestão dos recursos hídricos.

## **6.1. PROPOSTAS DE AÇÕES PRIORITÁRIAS**

Em curto prazo, são as seguintes:

### **1. Uso e ocupação do solo**

- implantar estrutura administrativa que possibilite a efetiva implantação e fiscalização do Plano Diretor recém aprovado, principalmente nos mananciais e nas bacias críticas mencionadas. Como colocado, o ordenamento urbano, ou seja, o cenário dirigido, leva a condições de menor geração de cargas difusas do que o tendencial, portanto o Plano Diretor é um caminho a seguir;

- recomposição de mata ciliar principalmente nas bacias e sub-bacias críticas e nas APPs;

- proteção das encostas e áreas de inundação que se mostraram mais frágeis como apontado;

- adequação do uso e ocupação do solo em conformidade com as condições ambientais das bacias hidrográficas.

### **2. Gestão dos Recursos Hídricos**

- estabelecer parceria com o DAEE para acompanhar os usos da água dentro do território de Jundiaí;

- atuar em parceria com o DAEE a verificação e a revisão de outorgas existentes, inclusive a derivação e o lançamento irregulares na bacia do rio Jundiaí-Mirim;



- desenvolver um estudo detalhado do uso da água no Sistema de Abastecimento de Água operado pela DAE Jundiaí, tendo em vista a diferença significativa entre o volume produzido e o micromedido na sua área de atuação;
- desenvolver um estudo específico para verificar o potencial do reúso do efluente da ETE, obtendo custos e potencial mercado;
- desenvolver um estudo específico por sub-bacia ou bacia crítica, começando por aquelas que compõem a bacia do rio Jundiaí-Mirim, verificando qual o potencial que as técnicas cinzas e verdes aqui apontadas teriam nos recursos hídricos. Como resultado, seriam implantadas bacias piloto para verificar os efeitos e calibrar os modelos.

### 3. Novos Mananciais

O presente PMRH tem por foco a sustentabilidade hídrica em Jundiaí, ou seja, preservação da água no seu território com qualidade adequada e sem causar impactos ambientais ou danos à população quando da ocorrência de cheias, fenômenos naturais correntes. Para tanto, foram estudados os três aspectos que afetam as águas no município, tanto nos aspectos qualitativos, quanto nos quantitativos.

A diretriz, no entanto, não se contrapõe a novos sistemas produtores, como o sistema oeste, aproveitamento hídrico de um conjunto de cursos d'água da bacia do ribeirão Cachoeira a oeste do município, denominado Sistema Caxambu. Para essa bacia também foi feita a análise que mostrou suas porções mais críticas, objetivando preservar suas águas, importante manancial futuro para Jundiaí.

Para o aproveitamento hídrico dessa bacia e seus cursos d'água, a DAE Jundiaí já possui um estudo que propõe três barragens de regularização que passa a descrever a seguir. Mais uma vez, a análise aqui efetuada baseada nos três aspectos relacionados ao uso e ocupação do solo são imprescindíveis para que se garanta a disponibilidade hídrica adequada e qualidade da água bruta destinada para o tratamento e posterior distribuição de água potável.

Passa-se a seguir a descrever esse sistema produtor, Caxambu, a partir das informações fornecidas pela DAE Jundiaí.

O Sistema Caxambu advém de *“importante ação que irá garantir a captação dos últimos mananciais com recursos hídricos disponíveis em Jundiaí. São mais 370 litros de água por segundo, com volume aproximado de 3,5 milhões de litros de água em reservação em três novas represas que estarão assim localizadas:*

- Fazenda Ribeirão – abastecida pelo Ribeirão Ermida.
- Rio das Pedras – abastecida pelo rio das Pedras.
- Fazenda Cachoeira, localizada próxima ao novo centro de logística da Natura e Sítio São Francisco - será abastecida pelo Ribeirão Cachoeira Caxambu.

O complexo ainda vai contar com todo o sistema de adução, que já está com levantamento topográfico e cadastral em andamento, além de uma nova Estação de Tratamento de Água. Esse é um importante projeto para ampliar a segurança hídrica do município, com os últimos recursos hídricos de superfície disponíveis no município.

Atualmente, a população do Vetor Oeste é de aproximadamente 140 mil pessoas. As futuras represas vão possibilitar a expansão do parque industrial localizado na região, que é de extrema importância para a economia de Jundiaí e para o crescimento dos empregos na cidade.

**Figura A: conjunto de novas represas do sistema Caxambu**



Fonte: DAE Jundiaí.

O Sistema Produtor Caxambu atenderá a importante expansão urbana a oeste da mancha urbana principal de Jundiaí, inclusive a expansão do parque industrial. Como colocado neste plano, a disponibilidade hídrica da região é pequena, 2 L/s.km<sup>2</sup> e quando se considera a vazão média, cerca de 5 vezes mais, 10 L/s.km<sup>2</sup>. Assim, é praticamente um imperativo a construção de barragens de acumulação e regularização



para contar com vazões suficientes para atender as demandas por água de Jundiaí, porém a construção desses barramentos leva a impactos ambientais importantes durante a obra e inundação permanente de áreas que teriam outras funções até econômicas ou de preservação ambiental que serão atingidas ou inundadas.

Além disso, as águas acumuladas no reservatório ficam sujeitas às cargas difusas estudadas neste trabalho. Assim, faz-se necessário além das obras, medidas efetivas que reduzam a produção de cargas difusas, sobretudo nitratos e fosfatos que ocasionam o fenômeno da eutrofização, o crescimento excessivo e descontrolado de algas que afetam significativamente a qualidade da água bruta. A qualidade da água eutrofizada exige um tratamento sofisticado para transformá-la em potável como reza a legislação em vigor, ou seja, maiores custos para a DAE Jundiaí. Portanto, a obra deve ser acompanhada de medidas de proteção ao manancial elencadas neste trabalho.

Continuando com a descrição do sistema produtor, a seguir tem-se informações sobre as desapropriações, indispensáveis para obras de barragem de acumulação e regularização.

#### **Informações – Desapropriação da Fazenda Ribeirão**

##### ***Principais pontos:***

*A DAE tem como responsabilidade garantir o acesso ao saneamento e ampliar a segurança hídrica do município, hoje com reserva de 9,3 bilhões de litros de água.*

*A construção das três novas represas do Sistema Caxambu vai permitir o armazenamento de mais 3,5 milhões de litros de água, que abastecerão, principalmente, o Vetor Oeste.*

*A definição da área da Fazenda Ribeirão Ermida ocorreu em virtude do posicionamento estratégico e do aporte de recursos hídricos – os últimos disponíveis na cidade.*

*A Fazenda não deixará de existir e não há riscos para a fauna e flora. Sua parte histórica também deverá ser preservada.*

*Não haverá uma barragem de 50 metros.*



Há informações ainda sobre a DAE Jundiaí, seu planejamento e sua inserção na bacia e comitê de Bacia do Rio Jundiaí.

- *Jundiaí é referência em saneamento em virtude do planejamento estratégico que teve início há mais de 40 anos, com projetos inovadores como o CERJU (Comitê de Estudos e Recuperação do Rio Jundiaí) - que promoveu a despoluição do rio Jundiaí e permitiu a reclassificação da classe IV para a III – e os projetos para a construção da represa de Acumulação, que fica no Parque da Cidade.*
- *Graças a esse planejamento, na crise hídrica de 2014 e 2015, Jundiaí passou ilesa e, enquanto municípios vizinhos enfrentavam sérios problemas de racionamento de água, a população jundiaense não precisou se preocupar com racionamento.*
- *No fim de 2018, a DAE entregou a obra do vertedouro, que ampliou em 1 bilhão de litros a capacidade de reservação de água bruta para o município.*
- *Com as fortes chuvas que caíram na cidade no início de 2019, em 9 de janeiro deste ano a represa chegava a 9,3 bilhões de litros de água. Nos últimos dias, o vertedouro extravasa a água em "excesso".*
- *Em continuidade a esse trabalho de sempre pensar à frente, Jundiaí segue com projetos que visam assegurar o abastecimento da cidade no futuro.*
- *Com foco no desenvolvimento e crescimento da cidade, principalmente no Vetor Oeste, região que mais cresce na cidade, a DAE iniciou, nos anos 2000, estudos para a construção de novas represas nesse setor do município.*
- *De acordo com o Plano de Bacias PCJ, a disponibilidade hídrica nas bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí foi classificada como crítica.*

Por fim, há mais detalhes tanto das novas barragens e respectivos reservatórios de acumulação, bem como a cronologia de implantação da obra. A saber:

#### **Conjunto de novas represas do sistema Caxambu**

*É formado por três novas represas, que estarão assim localizadas:*

- ✓ *Fazenda Ribeirão – abastecida pelo Ribeirão Ermida.*
- ✓ *Rio das Pedras – abastecida pelo rio das Pedras.*
- ✓ *Fazenda Cachoeira, localizada próxima ao novo centro de logística da Natura e Sítio São Francisco - será abastecida pelo Ribeirão Cachoeira Caxambu.*
- *O volume aproximado previsto de reservação será de 3,5 milhões de litros de água.*



- *As três represas são os últimos mananciais com recursos hídricos disponíveis em Jundiaí.*
- *Esse conjunto de novas represas terá vazão de 370 litros de água por segundo e será ainda integrado à nova Estação de Tratamento de Água, que será construída próxima ao condomínio empresarial Multivias.*
- *A informação de que haverá uma barragem de 50 metros de não procede. As três futuras represas estarão situadas em vales. Essa foi uma decisão estratégica, pois facilita a construção de barragens e evita grandes obras civis e estruturais.*
- *O investimento previsto é de R\$ 300 milhões e a DAE vai realizar pleitos para operações de crédito para executar a obra.*

### **Cronologia**

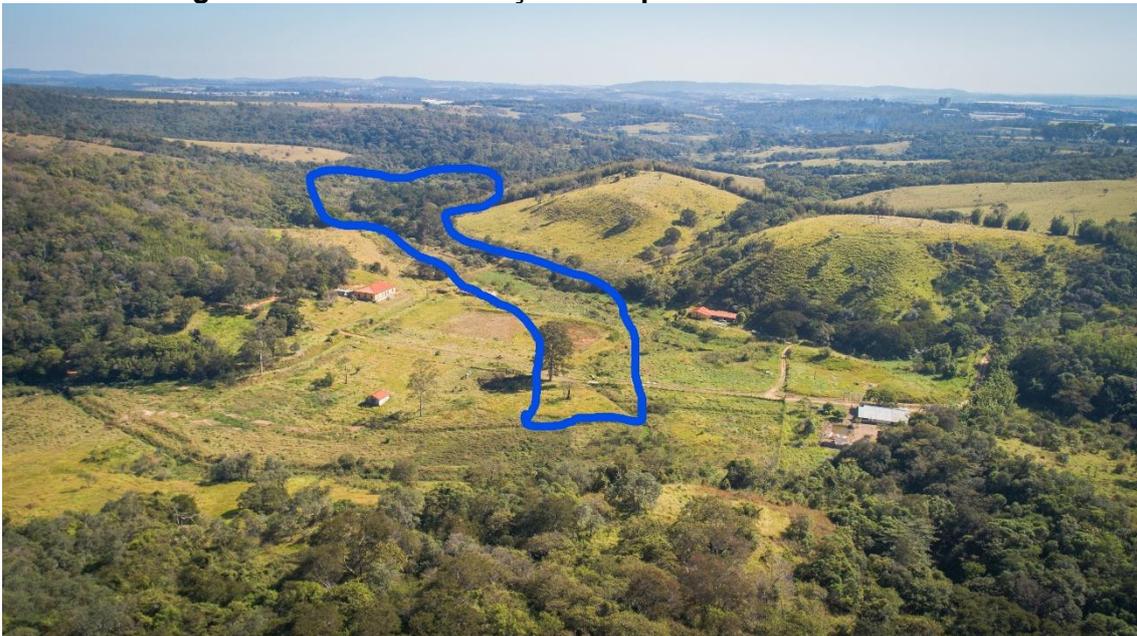
- *Em 2005, a DAE incorporou a represa Rio das Pedras. (Esse trâmite foi por meio de um "acordo de cavalheiros", assinado com o então diretor de Operações, Milton Takeo Matsushima. Ficou combinado que, com o avanço do processo, seria realizada a desapropriação).*
- *O conjunto de novas represas foi tratado em 3 março de 2017, durante reunião do prefeito Luiz Fernando Machado com o secretário Estadual de Saneamento e Recursos Hídricos, Benedito Braga, inclusive com divulgação dos locais para a construção dessas novas estruturas: Rio das Pedras, Ribeirão Ermida e Ribeirão Cachoeira. (<https://jundiai.sp.gov.br/noticias/2017/03/03/prefeito-apresenta-projeto-de-represas-a-secretario-estadual/>)*
- *O documento que decreta a área da Fazenda Ribeirão como utilidade pública para implantação do Sistema de Abastecimento de Água denominado "Sistema Caxambu" é o Decreto nº 28.024, de 6 de fevereiro de 2019, publicado na Imprensa Oficial nº 4526, em 15 de fevereiro de 2019.*
- *A DAE tem avançado para conseguir recursos para a obra. Dentro do pacote de recursos de R\$ 59 milhões, provenientes do Programa Avançar Cidades, está a elaboração do projeto executivo e licenciamento ambiental de água do Vetor Oeste, composto por três novas represas e uma Estação de Tratamento de Água. Com o recurso serão elaborados o Projeto Executivo de Engenharia, o Estudo de Impacto Ambiental e o Relatório de Impacto Ambiental, além da obtenção de Licença Ambiental Prévia do novo sistema de abastecimento.*

### **Sobre a Fazenda Ribeirão**

- *Jundiaí não é uma cidade rica em mananciais superficiais (ou seja, rios que possam ser utilizados para abastecimento) e o objetivo dos estudos e projetos é garantir o abastecimento de água para a população da cidade.*
- *A definição da área da Fazenda Ribeirão Ermida e das demais represas ocorreu em virtude do posicionamento estratégico das mesmas e pelo aporte de recursos hídricos que, somados, contribuirão para o abastecimento futuro da cidade.*
- *A Fazenda não deixará de existir. A área total da propriedade é de 657.172,36 metros quadrados e será desapropriada uma área de 216.978,28 metros quadrados.*

- *Estudos prévios indicam que a parte histórica da fazenda não dará lugar à futura represa, preservando a memória do local.*
- *O projeto não colocará em risco a fauna e flora do local. Antes da construção da represa, será realizado o EIA RIMA (Estudo e Relatório de Impacto Ambiental), que vai tratar do levantamento de possíveis danos resultantes da represa e quais as medidas mitigatórias para a recuperação dos mesmos, assim como o levantamento das questões históricas e arqueológicas que envolvem a região.*
- *Em 2015, foi contratada a empresa Tsenge e, em 2016, a Hidrostudio para a realização dos estudos hidrológicos e topográficos para definir o melhor posicionamento das represas, em função da capacidade hídrica e relevo do local e, conseqüentemente, a possibilidade de distribuição da água para a região a ser beneficiada.*
- *O processo para a implantação de novas represas é longo e precisa passar por diversos trâmites burocráticos, como o decreto de utilidade pública das áreas em questão.*
- *Dentre os passos a serem dados estão estudos que levantam os aspectos históricos e até a presença de sítios arqueológicos que, se detectados, poderiam indicar a impossibilidade de continuidade do projeto.*

**Figura B: área de inundação da represa Fazenda Ribeirão.**



Fonte: DAE Jundiaí.

- *Na imagem acima pode-se visualizar uma prévia da área a ser inundada com a construção da represa da Fazenda Ribeirão. Pode-se verificar que o casarão não será afetado, assim com a "igrejinha". Essas construções estariam na Área de Preservação Permanente (APP) da represa.*
- *Dentro desta área, somente uma construção (que pelos levantamentos era utilizada para piscicultura) seria afetada.*



Pelo exposto, a partir das características de um projeto de concepção detalhado das barragens, trata-se de um Sistema Produtor, o Caxambu, importante para ampliar a oferta de água potável para Jundiaí. No entanto, junto com as obras ou até preventivamente, as medidas de proteção aos mananciais aqui apontadas precisam ser adotadas para evitar os problemas de qualidade e disponibilidade hídrica que ocorreriam caso não sejam implementadas.

## **6.2. PROPOSTAS DE AÇÕES SISTEMÁTICAS**

São ações que se iniciam desde o prazo imediato, passando pelo curto e médio, chegando no longo prazo (20 anos)

### **1. Uso e ocupação do solo**

- desenvolver estudos específicos por bacia ou sub-bacia crítica, verificando os efeitos da aplicação das técnicas cinzas e verdes ou combinação de ambas na disponibilidade hídrica;
- verificar o andamento da aplicação do Plano Diretor e seus efeitos nos recursos hídricos para subsidiar futuras revisões desse instrumento;
- revisar e aperfeiçoar o programa de medidas de fiscalização e controle do uso e ocupação do solo, principalmente nas bacias críticas.

### **2. Gestão dos Recursos Hídricos**

- desenvolver estudos específicos por bacia ou sub-bacia crítica, verificando os efeitos da aplicação das técnicas cinzas e verdes ou combinação de ambas na disponibilidade hídrica;
- elaborar e acompanhar o programa de monitoramento qualitativo e quantitativo dos corpos d'água, principalmente os que drenam as bacias ou sub-bacias críticas;
- verificar o arcabouço legal e institucional para implementação do plano, ou seja, proposta de legislação específica;
- implementar o atual PMRH, acompanhando as suas múltiplas proposições;
- desenvolver programas permanentes de educação ambiental, em especial aquelas voltadas para a conscientização da preservação dos recursos hídricos.

As medidas aqui propostas até agora neste relatório ainda serão discutidas com a DAE Jundiaí para eventuais complementações, portanto esta é uma primeira proposição.



Fundação Escola de  
Sociologia e Política  
de São Paulo  
DESDE 1933

---



## 7. PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO DOS RECURSOS HÍDRICOS

Apresentadas as ações e metas, conforme o estabelecido no relatório anterior, aqui se materializam por meio de uma estrutura conhecida das políticas públicas brasileiras em termos de Programas, Projetos e Ações. Para tanto, se retomam as políticas estaduais e nacionais de recursos hídricos, bem como os conceitos-base de planejamento tanto para esse setor, mas também o modelo utilizado em saneamento e seus quatro componentes: abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza pública e manejo de águas pluviais.

### 7.1. POLÍTICA DE RECURSOS HÍDRICOS

Essa política começou a ser organizada no estado de São Paulo em 1991 e em 1997 em nível nacional. Nesse nível, a criação da Agência Nacional das Águas em 2000, avançou e modernizou a gestão brasileira dos recursos hídricos, cujas diretrizes se originaram na Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério de Meio Ambiente.

Segundo a legislação paulista em vigor, a gestão da água tem por finalidade equilibrar demanda e disponibilidade hídrica e a preservação dos ecossistemas. Para tanto, os meios utilizados são:

- legais, legislação em vigor e outorga como instrumento;
- econômicos, cobrança pelo uso da água como instrumento.

A legislação paulista (Lei estadual nº. 7.663/91) estabeleceu o seguinte:

➤ Fundamentos:

- Água bem de domínio público essencial para a vida, o bem-estar social e desenvolvimento econômico.
- Controlada e utilizada, dentro de padrões satisfatórios, pelas gerações atuais e futuras.
- Uso prioritário para o abastecimento público.

➤ Princípios:

- Gerenciamento descentralizado, participativo e integrado.
- Bacia Hidrográfica: unidade de planejamento e gestão.
- Água recurso natural limitado dotado de valor econômico, cuja utilização deve ser cobrada.
- Rateio dos custos das obras de aproveitamento múltiplo entre os beneficiários.



- Combate e prevenção dos efeitos de estiagens, inundações, poluição, erosão e assoreamento.
  - Compensação a municípios afetados por áreas inundadas.
- □ Diretrizes
- Maximização dos benefícios econômicos e sociais resultantes dos usos múltiplos da água.
  - Utilização racional, assegurando o abastecimento público como prioritário.
  - Defesa contra eventos hidrológicos críticos.
  - Proteção contra ações que comprometam seu uso atual e futuro.
  - Prevenção da erosão do solo nas áreas urbanas e rurais com vistas à proteção da poluição e assoreamento.
  - Desenvolvimento de transporte hidroviário.
  - Desenvolvimento de programas permanentes de conservação e proteção das águas.
- Instrumentos
- Outorga de direitos de uso.
  - Cobrança pelo uso e pela diluição, transporte e assimilação de efluentes.
  - Plano Estadual de Recursos Hídricos.
  - Planos de Bacias Hidrográficas.
  - Relatório Anual de Situação
  - Enquadramento das águas.
  - Sistema de informações sobre recursos hídricos.

Os comitês de Bacias Hidrográficas foram previstos ao estabelecer a participação de usuários, bem como paritária entre Municípios e o próprio Estado. Fica a critério de cada comitê criar Câmaras Técnicas de caráter consultivo. Também foi prevista a figura da Agência de Bacia como secretaria executiva, com funções variadas, entre as quais elaborar relatórios anuais de situação e Planos de Bacia. As agências somente seriam criadas quando do início da cobrança pelos usos dos recursos hídricos.

Não há uma previsão de ação específica do município na gestão dos recursos hídricos, o que se verifica pela dominialidade dos cursos d'água: estadual e federal. No entanto, quando do interesse do município tendo em vista a criticidade da sua situação hídrica, seria possível estreitar ações em colaboração com o órgão gestor estadual, no



caso o DAEE, na defesa dos seus interesses. No entanto, o município tem uma ação específica dentro das suas atribuições como ente federativo, tendo em vista suas atribuições quanto o uso e ocupação do solo.

O atual PMRH procurou se basear nas técnicas mais atuais e consistentes relativas aos efeitos de uso e ocupação do solo nos recursos hídricos. Foram estudados esses efeitos nos aspectos quantitativos, qualitativos e de fragilidade dos terrenos nas águas do território de Jundiaí. Foram obtidas bacias e sub-bacias críticas, as quais devem ser objeto de ações específicas sempre com os objetivos de reter e conservar a água, garantindo o abastecimento público do município, bem como outros usos como os industriais tão importantes para a sua economia.

Já a política nacional, alguns anos posterior, estabeleceu de forma semelhante com algumas variações o seguinte:

- Fundamentos:
  - Água bem de domínio público.
  - Água recurso natural limitado dotado de valor econômico.
  - Escassez: prioridade consumo humano e dessedentação de animais.
  - Gestão: Uso múltiplo das águas.
  - Bacia Hidrográfica: Unidade de planejamento e gestão.
  - Gestão descentralizada: Poder público, usuários e comunidade.
- Objetivos
  - Água para as atuais e futuras gerações.
  - Utilização racional e integrada.
  - Prevenção eventos hidrológicos (naturais e efeito uso inadequado de barragens ao liberar sem controle picos de cheia).
- Diretrizes
  - Gestão sistemática: não dissociação quantidade – qualidade.
  - Gestão adequada da diversidade do meio.
  - Integração gestão hídrica com ambiental.
  - Articulação entre planejamento recursos hídricos com planejamentos setoriais de usuários e planejamento regional, estadual e municipal (União faz a articulação da gestão hídrica com os Estados).
  - Articulação gestão hídrica com uso do solo.
  - Integração gestão por bacia com sistemas estuarinos e costeiros.



➤ Instrumentos

- 1. Planos de recursos hídricos.
- 2. Enquadramento dos corpos d'águas.
- 3. Outorga de direitos de uso.
- 4. Cobrança pelo uso.
- 5. Compensação a municípios.
- 6. Sistema de informações sobre recursos hídricos.

Ambas as leis possuem pontos em comum do qual decorre um conjunto integrado de proposições como apresentado na sequência.

## 7.2. FUNDAMENTAÇÃO DOS PROGRAMAS

Neste capítulo, apresentam-se os princípios orientadores conforme a legislação apresentada, porque norteiam as proposições e respectivos orçamentos para a ação, ainda em caráter preliminar para debate e consolidação no próximo produto. Mais uma vez, se reforça o princípio da necessidade de validação social das proposições aqui formuladas, porque é única forma de garantir a preservação dos recursos hídricos em Jundiaí, quando não somente os administradores públicos, mas a própria população esteja engajada nesses objetivos.

Embora recente historicamente como uma metodologia estruturada e definida, o planejamento é um meio eficaz de alcançar objetivos, por meio de metas e respectivas ações para alcançá-las, consolidadas em programas e projetos. Indubitavelmente, o “planejar” também chegou ao setor de recursos hídricos, como visto pelas leis apresentadas e ao de saneamento, amparado legalmente no Brasil pela Lei nº 11.445/2007. Foram necessárias uma lei estadual e outra federal para estabelecer o planejamento para ambos os setores, lembrando que para os recursos hídricos, o estado de São Paulo tenha saído na frente.

Apesar de o planejamento ser compreensível e assimilável pela linguagem coloquial, carece de definições conceituais estritas para que não sejam confundidos seus significados. Trata-se de assunto de primeira importância, porque a falta de gestão adequada de recursos hídricos e a concomitante falta de saneamento, sempre entendido pelos seus quatro componentes, constituem a principal causa de degradação ambiental e de origem de doenças de veiculação hídrica provocada pela falta e má qualidade das águas.



As definições aqui utilizadas para o planejamento são as seguintes:

- *Princípio: causa básica, aquilo de que decorrem todas as outras proposições. Em geral é um direito básico, expresso na constituição. Exemplos: direito humano a um ambiente saudável e que não cause doenças; igualdade e integralidade dos serviços de saneamento; recursos hídricos como uma riqueza natural e bem de todos.*

*Princípio: o que fundamenta ou pode ser usado para embasar algo. Causa primária. Preceito, regra, lei.*

(Dicionário da Língua Portuguesa)

- *Diretriz: conjunto articulado de instruções ou linha que dirige algo. É definida por meio de políticas públicas, como as Leis Federais nº 9.433/1997 e nº 11.445/2007. Ambas constituem em si uma diretriz, porque almejam levar os respectivos setores serem mais bem geridos, começando pelo planejamento por meio de Planos de Recursos Hídricos. Para o setor de saneamento, de uma situação de déficit para a universalização da prestação eficiente de serviços, utilizando um instrumento como o PMSB que define uma trajetória até alcançar o alvo.*
- *Objetivo: é o alvo, logo um ponto concreto que se quer atingir, como a gestão sustentável dos recursos hídricos em Jundiaí ou universalização dos serviços de esgotamento sanitário para o setor de saneamento. Em geral vem de uma diretriz mais ampla, como a implantação do serviço e da infraestrutura de coleta e tratamento de esgotos sanitários, proporcionando um ambiente saudável e sustentável, recuperando e preservando os corpos receptores, logo os recursos hídricos. Um plano compreende vários objetivos articulados para cada um dos componentes.*
- *Meta: detalha e específica como se pretende alcançar o Objetivo, em termos temporais e quantitativos. A Meta é específica, exequível e relevante, bem como mensurável e tem um prazo definido. Exemplo: implantação de 100% do tratamento de esgotos até 2025, o que levaria a uma qualidade mais adequada de recursos hídricos. Outro: implantar o*



*monitoramento quantitativo e qualitativo integrado em vários pontos das bacias hidrográficas de interesse de Jundiaí.*

- *Programa: exposição sumária e sistemática das intenções de uma política pública ou de uma organização. Em geral, recebe um “nome fantasia” para identificá-lo, como por exemplo: “Água para Todos”, “Sustentabilidade Hídrica”. Os programas possuem escopo abrangente com o delineamento geral de diversos projetos a executar, o que especifica as estratégias para o alcance das metas estabelecidas. Na realidade, o programa concretiza em um conjunto articulado composto por projeto e respectivas ações o meio pelo qual serão alcançados os objetivos e respectivas metas. Para a água, por exemplo, um programa denominado “Conhecer os Recursos Hídricos”, que pressupõe o monitoramento qualitativo e quantitativo.*
- *Projeto: possui um escopo específico, tem custos calculados, orçamento, é restrito a um determinado período e é executado dentro de um programa. Logo, para o setor público, um programa como “Água para Todos” se apoiaria em projetos como de uma nova estação de tratamento de água, troca e reabilitação da rede de água etc. Um programa contempla no seu bojo vários projetos. Para o programa “Conhecer os Recursos Hídricos” seria necessário desenvolver um projeto de definição de pontos de monitoramento e o que medir.*
- *Ação: específica e detalha dentro de programa e projeto o que será feito para alcançar a Meta pretendida. Por exemplo, uma operadora de esgotos elaborar o projeto de esgotamento sanitário até 2016 e iniciar a obra em 2017. Assim, detalha o que será executado, especificando como, quando e qual é o responsável pela execução. Para o programa “Conhecer os Recursos Hídricos”, seria fazer um estudo para definir os equipamentos de medição da quantidade e qualidade.*

Neste produto e no anterior, foram apresentados os objetivos e as metas para a gestão dos recursos hídricos, em função das necessidades identificadas para o município de Jundiaí. Em seguida, são apresentados nesse produto os programas,



projetos e ações para os recursos hídricos que satisfazem os objetivos e metas traçados e apresentados no produto anterior.

O arcabouço legal que regulamenta o setor de recursos hídricos no Brasil apresenta a exigência para que sejam feitos planos, sejam estaduais, sejam de bacias. Não há uma regulamentação específica para um Plano Municipal de Recursos Hídricos, estabelecendo seu escopo e estrutura, porém no âmbito municipal há as exigências para a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico no que tange as diretrizes, metas e ações para os sistemas que são orientadoras para o PMRH. A Lei nº 11.445/2007, em seu artigo 19, ao estabelecer a obrigatoriedade do planejamento, descreve que, dentre o seu conteúdo mínimo, o Plano deve estabelecer:

II - objetivos e metas em curto, médio e longo prazos para a universalização, admitidas soluções graduais e progressivas, observando a compatibilidade com os demais planos setoriais.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, por sua vez, dispõe que na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (artigo nº 9 da Lei nº 12.305/2010). De maneira semelhante, o uso eficiente dos recursos hídricos é fundamental, o que pressupõe a redução do consumo e das perdas em todas as etapas de um sistema de abastecimento de água – SAA, desde a produção à distribuição.

Considerando as premissas de ambas as leis, o Plano Municipal de Recursos Hídricos tem como um dos seus principais objetivos, estabelecer diretrizes e apontar programas, projetos e respectivas ações que possibilitem o uso eficiente da água, a sua retenção no território municipal sem provocar danos e à proteção do meio ambiente. Em suma, conservação da água no território municipal em quantidade e qualidade.

Sendo assim, conforme determina a metodologia de planejamento aplicadas na Política Nacional de Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445/2007), na Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305/2010) e na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal nº 9.433/1997) são apresentados os seguintes princípios orientadores:

**Quadro 34 – Princípios orientadores de recursos hídricos**

- Gerenciamento descentralizado, participativo e integrado.
- Bacia Hidrográfica: unidade de planejamento e gestão.



- Água recurso natural limitado dotado de valor econômico, cuja utilização deve ser cobrada.
- Rateio dos custos das obras de aproveitamento múltiplo entre os beneficiários.
- Combate e prevenção dos efeitos de estiagens, inundações, poluição, erosão e assoreamento.

**Fonte: elaborado a partir da Lei Federal nº 9.433/1997**

A aplicação desses princípios, para efeito de planejamento de recursos hídricos, pode ser feita da forma apresentada no próximo quadro.

#### **Quadro 35 – Princípios orientadores para a formulação de planejamento**

<b>Princípios Orientadores</b>
Adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais
Avaliação e uso eficiente da disponibilidade hídrica
Segurança, qualidade e regularidade no uso das águas
Eficiência e sustentabilidade econômica
Integralidade na visão. Gestão integrada
Controle social

**Fonte: elaborado a partir das Leis Federais nº 11.445/2007, 12.305/2010 e nº 9.433/1997**

De maneira geral, os princípios orientadores buscam o uso eficiente dos recursos hídricos, incluindo as mais finalidades, incluindo nos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, inclusive nas zonas rurais.

Além disso, em termos da relação com o território do município de Jundiaí, é importante reter a água, não a acelerando para jusante, porque não seria mais utilizada, bem como recuperar as nascentes e as matas ciliares, benefícios em termos de recarga dos aquíferos freáticos.

A preservação dos recursos hídricos no âmbito municipal prevê o acesso aos serviços de saneamento a todos os cidadãos mediante **tecnologias apropriadas** à realidade socioeconômica, cultural e ambiental (**Adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais**), e devem ser promovidos de **forma integral**, levando em consideração a inter-relação entre os



diversos componentes do saneamento (**Integralidade e Disponibilidade**) e sua relação com os recursos hídricos.

Os sistemas que dependem dos recursos hídricos também devem ser implantados promovendo a **saúde** da população e a **qualidade** ambiental (**Segurança, qualidade e regularidade**).

A Lei n.º 11.445/2007 prevê a cobrança pelos serviços de saneamento para assegurar a sustentabilidade econômico-financeira. Entretanto, a política tarifária não deve ser um impeditivo de acesso aos serviços de saneamento pela população de baixa renda. Independentemente de o município prestar diretamente os serviços ou concedê-los a uma operadora, deve ser prevista a adoção de tarifa social (Eficiência e sustentabilidade econômica). As taxas ou tarifas cobradas pelos serviços devem ser definidas de forma criteriosa, transparente e democrática, se constituindo, dessa forma, em mais um instrumento de justiça social e não em fator de exclusão de acesso aos serviços (MCIDADES/OPAS, 2005).

No caso específico dos resíduos sólidos, a Política Nacional traz como princípio a visão sistêmica na gestão de resíduos sólidos, considerando as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública (Gestão integrada de resíduos sólidos).

Por fim, um dos princípios mais importantes incorporado por ambas as leis, está o Controle Social que tem como objetivo a garantia do direito da sociedade à informação, à representação técnica e participação nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico. O controle social permanente possibilita à sociedade o acompanhamento e a participação na implantação de programas, projetos e ações relacionados ao saneamento básico no seu município.

### **7.3. PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES COM DEFINIÇÃO DE METAS PARA OS RECURSOS HÍDRICOS**

A partir dos princípios orientadores e das diretrizes para atendimento das leis federais, foram apresentadas as alternativas para universalizar os serviços de saneamento. De forma a hierarquizar as ações a serem desenvolvidas, os programas e projetos prioritários foram estruturados em prazos (metas): imediato, curto prazo, médio prazo e longo prazo.



Em linhas gerais, os programas definidos para os quatro componentes do saneamento básico, desde a gestão dos sistemas até a sua implantação efetiva, apresentam os seguintes atributos:

definição de cada programa baseado na realidade atual (Diagnóstico) e nas demandas estimadas para os serviços (Prognóstico); estabelecimento de objetivos e metas emergenciais (em até 03 anos), de curto (entre 4 e 8 anos), de médio (entre 9 e 12 anos) e de longo alcance (entre 13 e 20 anos) prazos; hierarquização e priorização dos programas, projetos e ações; os programas, projetos e ações propostos para o município de Jundiaí, deverão estar compatíveis com o Plano Plurianual, assim como as responsabilidades do Poder Público. Ambos serão tratados no Plano de Execução do PMRH.

Metas Emergenciais (em até 3 anos)	
Metas de Curto Prazo (entre 4 e 8 anos)	
Metas de Médio Parzo (entre 9 e 12 anos)	
Metas de Longo Prazo (entre 13 e 20 anos)	

os programas, projetos e ações propostos para o município de Jundiaí, deverão estar compatíveis com o Plano Plurianual, assim como as responsabilidades do Poder Público. Ambos serão tratados no Plano de Execução do PMRH.

Os quadros a seguir apresentam as ações estruturadas em programas específicos, distribuídos ao longo do período de implementação do Plano de Gestão de Mananciais e de Bacias Hidrográficas do Município de Jundiaí/SP.



**Quadro 36 – Descrição das ações, por programa do PMRH Jundiaí**

DIRETRIZ	USO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS HÍDRICOS				
OBJETIVOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>Garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos em Jundiaí</li> </ul>				
PROGRAMAS	AÇÕES	METAS			
		Imediato (em até 3 anos)	Curto Prazo (entre 4 e 8 anos)	Médio Prazo (entre 9 e 12 anos)	Longo Prazo (entre 13 e 20 anos)
Programa de Uso e Ocupação do Solo	Implantar estrutura administrativa que possibilite a efetiva implantação e fiscalização do Plano Diretor recém aprovado, principalmente nos mananciais e nas bacias críticas.				
	Recomposição de mata ciliar principalmente nas bacias e sub-bacias críticas e nas APPs;				
	Proteção das encostas e áreas de inundação mais frágeis				
	Adequação do uso e ocupação do solo em conformidade com as condições ambientais das bacias hidrográficas				
	Desenvolver estudos específicos por bacia ou sub-bacia crítica, verificando os efeitos da aplicação das técnicas cinzas e verdes ou a combinação de ambas na disponibilidade hídrica				
	Verificar o andamento da aplicação do Plano Diretor e seus efeitos nos recursos hídricos para subsidiar futuras revisões desse instrumento.				
	Revisar e aperfeiçoar o programa de medidas de fiscalização e controle do uso e ocupação do solo, principalmente nas bacias críticas				

Fonte: FESPSP, 2020.



**Quadro 37 – Descrição das ações, por programa do PMRH Jundiaí (continuação).**

PROGRAMAS	AÇÕES	METAS			
		Imediato (em até 3 anos)	Curto Prazo (entre 4 e 8 anos)	Médio Prazo (entre 9 e 12 anos)	Longo Prazo (entre 13 e 20 anos)
Programa de Gestão dos Recursos Hídricos	Estabelecer parceria com o DAEE para acompanhar os usos da água dentro do território de Jundiaí	●	●	●	●
	Atuar em parceria com o DAEE na verificação e revisão de outorgas existentes, inclusive as derivações e os lançamentos irregulares na bacia do Jundiaí-Mirim	●	●	●	●
	Desenvolver um estudo detalhado do uso da água no Sistema de Abastecimento de Água operado pela DAE Jundiaí, tendo em vista a diferença significativa entre o volume produzido e o micromedido.	●		●	
	Desenvolver um estudo específico para verificar o potencial do reúso do efluente da ETE, obtendo custo e potencial mercado.		●		
	Desenvolver um estudo específico por sub-bacia ou bacia crítica, começando pela bacia do rio Jundiaí-Mirim, verificando qual o potencial que as técnicas cinzas e verdes teriam nos recursos hídricos. Implantação de bacias piloto para verificar os efeitos e calibrar os modelos.		●	●	
	Elaborar e acompanhar o programa de monitoramento qualitativo e quantitativo dos corpos d'água, principalmente os que drenagem as bacias ou sub-bacias críticas	●	●	●	●
	Verificar o arcabouço legal e institucional para implementação do plano, ou seja, proposta de legislação específica	●			
	Implementar o atual PMRH, acompanhando as suas múltiplas proposições	●	●	●	●
	Desenvolver programas permanentes de educação ambiental, voltados para a conscientização da preservação dos recursos hídricos.	●	●	●	●

Fonte: FESPSP, 2020.

## 8. PLANO DE EXECUÇÃO DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES PARA OS SISTEMAS DE SANEAMENTO DO MUNICÍPIO DE ALTOS

O Plano Municipal de Recursos Hídricos é um instrumento de planejamento da gestão de Recursos Hídricos. O PMRH representa uma ferramenta para a identificação dos problemas existentes, projeção das demandas, estudo de alternativas técnicas para a solução das deficiências, bem como os investimentos necessários para garantir a sustentabilidade hídrica aos serviços de saneamento, considerando seus objetivos e as metas estabelecidas.

As estimativas de custos dos investimentos consideraram os horizontes temporais emergenciais e em curto, médio e longo prazo para a implantação dos programas, projetos e ações para os recursos hídricos. Os estudos também levantaram as fontes dos recursos financeiros necessários para a execução do Plano Municipal de Recursos Hídricos de Jundiáí.

### 8.1. ESTIMATIVA DOS INVESTIMENTOS PARA OS RECURSOS HÍDRICOS

A partir da elaboração do diagnóstico e estudo de prognóstico para os recursos hídricos, foram identificadas as carências e necessidades físicas e gerenciais do município de Jundiáí. O custo presente em listas públicas de preços, especificadas na tabela a seguir, foram adotados para o cálculo dos investimentos previstos para os quatro componentes do saneamento.

**Tabela 60 – Base para o cálculo dos investimentos**

Base
Ministério das Cidades – MCidades. Nota Técnica SNSA nº 492/2010_Resumo_01/2011. Indicadores de Custos de Referência e de Eficiência Técnica para análise técnica de engenharia de infraestrutura de saneamento nas modalidades abastecimento de água e esgotamento sanitário. Data Base de 2008.
Caixa. Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil – SINAPI. Custo de Composições. Não desonerado. Localidade: Teresina. Data de preço 05/2019.
Departamento de estradas e Rodagem do Estado de São Paulo (DER). Tabela de Preços Unitários. Não desonerada. Data base: 03/2019
Prefeitura Municipal de São Paulo. Tabelas de Custos. Infraestrutura urbana. Data base janeiro/2019.

Fonte: FESPSP, 2020.

Todos os custos foram atualizados monetariamente, com base no Índice Nacional de Custo da Construção - INCC, para a data de referência de julho de 2019.

### 8.2. PLANO DE EXECUÇÃO DOS PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES PARA OS RECURSOS HÍDRICOS

O Plano de Execução para o município de Jundiáí apresenta, de forma sistematizada, os custos de investimentos, as metas de execução no horizonte de planejamento, os responsáveis e as possíveis fontes de financiamento para os programas, projetos e ações.

Os programas propostos foram planejados para a execução em 4 etapas: emergencial (até 03 anos); curto prazo (entre 04 e 08 anos); médio prazo (entre 09 e 12 anos) e longo prazo (entre 13 e 20 anos), conforme descrito no quadro abaixo. Assim, o município pode adotar os investimentos previstos nos seus instrumentos legais definidos com o Plano Plurianual (PPA); Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e Lei Orçamentária Anual (LOA). Utiliza-se aqui a divisão temporal comumente adotada para os Planos Municipais de Saneamento Básico.

**Quadro 38 – Meta temporal de planejamento e execução das ações**

<b>Prazos</b>	<b>Período</b>
Imediatos ou Emergenciais	Até 03 anos
Curto prazo	Entre 04 e 08 anos
Médio prazo	Entre 09 e 12 anos
Longo prazo	Entre 13 e 20 anos

**Fonte: Termo de Referência da Fundação Nacional de Saúde (TR FUNASA PMSB, 2018).**

Para a totalização dos investimentos, apresentada nos quadros a seguir, foram considerados os resultados dos cenários que abrangem a implementação das ações previstas para o município em sua totalidade. A efetiva implementação deverá ser precedida dos estudos de avaliação e mapeamento e ponderadas em função das prioridades apresentadas.

Para viabilizar a implantação de toda a infraestrutura necessária e o desenvolvimento da gestão dos serviços, foram apresentadas as principais fontes de financiamentos possíveis, como por exemplo, as federais e estaduais. Cabe ressaltar que há a necessidade da cobrança de taxas e tarifas por parte do poder público ao menos para cobrir os custos de programas como a prestação de serviços ambientais constituindo, assim fontes próprias. No quadro a seguir é apresentada a sistematização dos programas, projetos e ações relacionando as metas (prazos de execução) e os custos para cada um desses programas.



**Quadro 39 – Plano de execução – Programa de Uso e Ocupação do Solo**

ITENS	PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES	RESPONSÁVEL	PRAZO				CUSTO (R\$)
			Imed.	Curto	Médio	Longo	
<b>1</b>	<b>Programa de Uso e Ocupação do Solo</b>						<b>64.882.000,00</b>
1.1	Implantar estrutura administrativa que possibilite a efetiva implantação e fiscalização do Plano Diretor recém aprovado, principalmente nos mananciais e nas bacias críticas.	Prefeitura Municipal / DAE	1				R\$ 178.000,00
1.2	Recomposição de mata ciliar principalmente nas bacias e sub-bacias críticas e nas APPs;	Prefeitura Municipal / DAE		2	3	4	R\$ 28.782.000,00
1.3	Proteção das encostas e áreas de inundação mais frágeis	Prefeitura Municipal / DAE		2	3	4	R\$ 14.391.000,00
1.4	Adequação do uso e ocupação do solo em conformidade com as condições ambientais das bacias hidrográficas	Prefeitura Municipal / DAE		2	3	4	R\$ 18.723.000,00
1.5	Desenvolver estudos específicos por bacia ou sub-bacia crítica, verificando os efeitos da aplicação das técnicas cinzas e verdes ou a combinação de ambas na disponibilidade hídrica	Prefeitura Municipal / DAE		2	3	4	R\$ 1.782.000,00
1.6	Verificar o andamento da aplicação do Plano Diretor e seus efeitos nos recursos hídricos para subsidiar futuras revisões desse instrumento.	Prefeitura Municipal / DAE	1	2	3	4	R\$ 832.000,00
1.7	Revisar e aperfeiçoar o programa de medidas de fiscalização e controle do uso e ocupação do solo, principalmente nas bacias críticas	Prefeitura Municipal / DAE		2		4	R\$ 194.000,00

Fonte: FESPSP, 2020.



**Quadro 40 – Plano de execução – Programa de Gestão dos Recursos Hídricos**

ITENS	PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES	RESPONSÁVEL	PRAZO				CUSTO (R\$)
			Imed.	Curto	Médio	Longo	
<b>2</b>	<b>Programa de Gestão dos Recursos Hídricos</b>						<b>29.472.000,00</b>
2.1	Estabelecer parceria com o DAEE para acompanhar os usos da água dentro do território de Jundiaí	DAE Jundiaí	1	2	3	4	R\$ 2.544.000,00
2.2	Atuar em parceria com o DAEE na verificação e revisão de outorgas existentes, inclusive as derivações e os lançamentos irregulares na bacia do Jundiaí-Mirim	DAE Jundiaí	1	2	3	4	R\$ 3.213.000,00
2.3	Desenvolver um estudo detalhado do uso da água no Sistema de Abastecimento de Água operado pela DAE Jundiaí, tendo em vista a diferença significativa entre o volume produzido e o micromedido na sua área de atuação. Gestão de perdas de água potável.	DAE Jundiaí	1		3		R\$ 1.240.000,00
2.4	Desenvolver um estudo específico para verificar o potencial do reúso do efluente da ETE, obtendo custo e potencial mercado.	DAE Jundiaí		2			R\$ 710.000,00
2.5	Desenvolver um estudo específico por sub-bacia ou bacia crítica, começando por aqueles que compõem a bacia do rio Jundiaí-Mirim, verificando qual o potencial que as técnicas cinzas e verdes teriam nos recursos hídricos. Implantação de bacias piloto para verificar os efeitos e calibrar os modelos.	DAE Jundiaí		2	3		R\$ 10.233.000,00
2.6	Elaborar e acompanhar o programa de monitoramento qualitativo e quantitativo dos corpos d'água, principalmente os que drenagem as bacias ou sub-bacias críticas	DAE Jundiaí	1	2	3	4	R\$ 3.625.000,00
2.7	Verificar o arcabouço legal e institucional para implementação do plano, ou seja, proposta de legislação específica	DAE Jundiaí	1				R\$ 554.000,00
2.8	Implementar o atual PMRH, acompanhando as suas múltiplas proposições, incluindo novos mananciais	Prefeitura Municipal / DAE	1	2	3	4	R\$ 6.614.000,00
2.9	Desenvolver programas permanentes de educação ambiental, em especial aquelas voltadas para a conscientização da preservação dos recursos hídricos.	Prefeitura Municipal / DAE	1	2	3	4	R\$ 639.000,00

Fonte: FESPSP, 2020.



O quadro a seguir apresenta a planilha resumida de custos dos programas, projetos e ações previstos para a implementação do Plano de Gestão de Mananciais e Bacias Hidrográficas do Município de Jundiaí/SP.

**Quadro 41 – Estimativa de investimento financeiro por programa**

Programa	Valor do Programa	%
Programa de Uso e Ocupação do Solo	R\$ 64.882.000,00	69%
Programa de Gestão dos Recursos Hídricos	R\$ 29.472.000,00	31%
Total	R\$ 94.354.000,00	

Fonte: FESPSP, 2020.

Considerando os marcos temporais adotados para o planejamento dos recursos hídricos, o quadro a seguir apresenta a estimativa de investimentos por programa *versus* as metas (emergencial, curto, médio e longo prazo) validadas de acordo com as necessidades do município.

**Quadro 42 - Investimentos estimados por programa por meta temporal**

Programa	Programa de Uso e Ocupação do Solo	Programa de Gestão dos Recursos Hídricos	TOTAL POR PRAZO	%
<b>Emergencial</b>	R\$ 386.000,00	R\$ 5.332.750,00	R\$ 5.718.750,00	6,1%
<b>Curto Prazo</b>	R\$ 21.531.000,00	R\$ 10.085.250,00	R\$ 31.616.250,00	33,5%
<b>Médio Prazo</b>	R\$ 21.434.000,00	R\$ 9.895.250,00	R\$ 31.329.250,00	33,2%
<b>Longo Prazo</b>	R\$ 21.531.000,00	R\$ 4.158.750,00	R\$ 25.689.750,00	27,2%
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 64.882.000,00</b>	<b>R\$ 29.472.000,00</b>	<b>R\$ 94.354.000,00</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: FESPSP, 2020.

Enfim, como foi apresentado o Sistema Produtor Caxambu a partir das informações da DAE Jundiaí, da mesma forma se coloca o investimento estimado para implementá-lo, cerca de R\$ 300 milhões (trezentos milhões de reais), sendo R\$ 25 milhões (vinte e cinco milhões de reais) destinados às desapropriações.



## 9. CONCLUSÕES

O município de Jundiaí não tem a disponibilidade hídrica necessária para atender as suas demandas exercidas pelo abastecimento público e pelas atividades econômicas. A complementação dos recursos hídricos se faz por meio da derivação implantada no rio Atibaia, logo interligado com o Sistema Cantareira.

Essas águas passam pelo leito do rio Jundiaí-Mirim, sofrendo provavelmente derivações e lançamentos irregulares. Além disso, foi visto pelo amplo estudo aqui realizado quais são os impactos das cargas difusas, da impermeabilização do solo e dos terrenos frágeis na disponibilidade hídrica própria e na proveniente da derivação. Foi considerado que os maiores impactos se originam nas superfícies das bacias hidrográficas municipais, tendo em vista que as cargas poluidoras pontuais estão mais controladas pelo SES existente em Jundiaí.

Foi feito ainda um estudo dos efeitos do uso e ocupação do solo também em outras bacias de interesse de Jundiaí como a do Cachoeira, Estiva e Guapeva. Foram determinadas áreas críticas que merecem intervenção prioritária e sistemática, como inicialmente aqui colocado. As possibilidades de ação baseiam-se numa série de técnicas, sejam verdes ou cinzas e até a combinação delas, seguindo as OCD aqui mencionadas.

Portanto, estão dadas as condições de ação, restando colocar as mãos-em-obra, consolidando as estruturas administrativas tanto na DAE como na prefeitura para que o Plano Diretor seja seguido, com foco nas áreas dos atuais mananciais ou nos potenciais, como aqui colocados. Além disso, é necessário aumentar o grau de monitoramento dos recursos hídricos municipais, implantando novos postos pluviométricos com medição simultânea de qualidade das águas.

Por fim, é necessário estudar mais especificamente duas sub-bacias críticas do rio Jundiaí-Mirim, uma integralmente pertencente ao território municipal de Jundiaí e outra em municípios limítrofes, verificando os efeitos da implantação das técnicas aqui apontadas e a falta delas, avaliando quais efeitos na disponibilidade dos recursos hídricos e sua segurança.

Espera-se, enfim, que este PMRH para Jundiaí marque uma nova era na gestão das suas águas, para que poder público atue não somente internamente, mas nos fóruns e comitês de bacia para defenda seus interesses a partir de um plano estratégico para as suas águas, sem as quais não haverá futuro sustentável, mas incerto a sujeito a meras ações tópicas, improvisadas e pouco eficientes.



O futuro do município de Jundiaí depende das suas águas, insuficientes e limitadas. Depende de águas derivadas que serão cada vez mais disputadas, logo a diretriz do município deve ser reter e cuidar da água no seu território sem provocar danos, para que se continuem suas atividades econômicas e crescimento, mas dentro da perspectiva de sustentabilidade. Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – ODS hoje são guias e não meras referências teóricas.

Em vários pontos o município tem sido pioneiro como foi também ao elaborar este Plano Municipal de Recursos Hídricos que procurou extrapolar seus objetivos iniciais de abordar os mananciais, mas pensar na água no território como um todo, seja a zona rural, seja a zona urbana. Sim, há futuro, desde que seja sustentável.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGÉLIL, M.; HEHL, R. Building Brazil! The Practive Urban Renewal of Informal Settlements. Berlin: Ruby Press, 2011.

BARROS SILVA, A.; GIANANTE, A. E. "Carta de Fragilidade do Sistema Cantareira: Um Estudo de Caso". *In*: VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba, Paraná, 1993.

BERTIN, Jacques. A Neográfica. Tradução: Jayme Antonio Cardoso (UFPR), jul. 2000. Disponível em: <http://www.floresta.ufpr.br/pos-graduacao/neografica.doc>. Acesso em: 8 jun. 2019.

BROSSEAU, MARC. Régions et Régionalisation dans les Manuels de Géographie: L'exemple de L'outaouais, 1804-1957. Cahiers de Géographie du Québec. v. 33, n. 89, p. 179-196, set. 1989.

BRUNET, Roger. Visions de l'espace. *In*: BRUNET, Roger; DOLFFUS, Olivier. Mondes Nouveaux. Paris: Belin/Reclus, 1990 (Coleção Géographie Universelle). p. 14-30.

BRUNO, F.G.; DENALDI, Rosana. Parcelamento, edificação e utilização compulsórios: um instrumento (ainda) em construção. Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP, São Paulo, v. 16, p. 34-49, 2009.

BURKHARD, B. Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. Ecological Indicators, n. 21, p. 17-29, 2012.

BURROUGH, P. A.; MCDONNELL, R. A. Principles of Geographical Information Systems. Oxford, Oxford University Press, 1998. 333 p.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Cap 1: Introdução. *In*: Monteiro, A. M. V. et al. Introdução a Ciência da Geoinformação. São José dos Campos, SP: INPE, 2001.

CASTRO, A.C.V. Conflitos ambientais e urbanos na Bacia do Ribeirão Quilombo em Campinas, SP. 2012. Dissertação (mestrado), Faculdade de Engenharia Civil,



Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, Unicamp, Campinas, 2012.

CENGIZ, B. Urban river landscapes in advances in landscape architecture edited by Murat Ozyavuz. July 1st 2013 DOI: 10.5772/56156. Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/advances-in-landscape-architecture/urban-river-landscapes>. Acesso em: abr. 2019.

CHAPMAN, D. Water Quality Assesments. New York: Chapman & Hall, 1992.

CRAMPTON, J. W.; KRYGIER, J. Uma Introdução à Cartografia Crítica. *In*: ACSELRAD, Henri (org.). Cartografias Sociais e Território. Rio de Janeiro: UFRJ/IPPUR, 2008. p. 85-111.

DENALDI, Rosana. O Tratamento da Regularização fundiária na Revisão da Lei do Parcelamento de solo - Aspectos urbanísticos. Pólis Publicações (Instituto Polis), v. 10, p. 71-81, 2009.

FIGUEIREDO, V. G. B. Da Tutela dos Monumentos à Gestão Sustentável das Paisagens Culturais Complexas: inspirações à política de preservação cultural no Brasil. 2014. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2014.

FIGUEIREDO, V. G. B. Patrimônio e Políticas (Des)integradas: o papel da legislação urbanística na preservação e no desenvolvimento sustentáveis. *In*: Figueiredo, Silvio Lima. (org.). Coletânea dos Melhores Artigos do VI Encontro da ANPPAS (Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Ambiente e Sociedade). 1. ed. Belém: NAEA/UFPA, 2014.

FONSECA, Fernanda Padovesi. A Inflexibilidade do Espaço Geográfico, Uma Questão para a Geografia: análise das discussões sobre o papel da Cartografia. 2004. Tese (Doutorado em Geografia) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 2004.



GEHL, Jan. *Cidades para Pessoas*. 2ª Ed. São Paulo: Perspectiva, 2014.

GIANSANTE, A. E. *et al.* *Plano de Proteção aos Mananciais do Sistema Cantareira SABESP*, 1993.

GIANSANTE, A. E. *et al.* "Sensoriamento Remoto Aplicado à Proteção de Mananciais: o Caso do Sistema Cantareira". *In: 17º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Natal, 1993.

GIANSANTE, A. E. *et al.* "A Utilização da Informática dentro de uma Abordagem Integrada de Saneamento". *In: Simpósio Informática e Saneamento*, Curitiba, Paraná, 1993.

GIANSANTE, A. E.; BRANCO, F. C. "A Utilização da Informática Aplicada ao Saneamento Ambiental". *In: Segundo Seminário Internacional sobre Problemas Ambientais nos Centros Urbanos*, São Paulo, SP, 12/1993.

GIANSANTE, A. E.; BRANCO, F. C.; CAMARGO, M. U. C. *O Sistema de Informações Geográficas Aplicado À Qualidade da Água*. *In: Apostila do curso ministrado pelos autores em Porto Alegre RS*, 1994.

HALL, P.; PAIN, K. (ed.) *The polycentric metropolis: learning from megacity regions on Europe*. London: Earthscan, 2009.

HALL, Peter. *Cidades do Amanhã*. São Paulo: Perspectiva, 2009.

HARLEY, John Brian. "Mapas, saber e poder". *Confins* [Online], n. 5. 2009. Tradução: Mônica Balestrin Nunes. Disponível em: <http://confins.revues.org/index5724.html>. Acesso em: 8 jun. 2019.

HERMANN, R. M. *et al.* "A Utilização de Sistemas Geográficos de Informação na Avaliação de Cargas Poluidoras Difusas". *In: X Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, Gramado, RS, 1993.



HIGUERAS, E. Urbanismo bioclimático. Barcelona: Gustavo Gili, 2006.

HOUGH, M. Naturaleza y ciudad planificación urbana y procesos ecológico. 2 ed. Barcelona: Gustavo Gili, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo Demográfico do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). IBGE Cidades – Jundiaí. Rio de Janeiro: IBGE, 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). SGI 2.5 – Introdução ao Sistema de Informações Geográficas – SGI. Imagem Geosistemas. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1995.

JACOBS, Jane. Morte e vida de grandes cidades. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

JORGE, Luis Antonio. Plano de Reabilitação Urbana do Centro de Amparo. Amparo, 2010.

KAHTOUNI, S. Paisagem e Infraestrutura no espaço da sociedade. São Paulo: RiMa, 2016.

\_\_\_\_\_. A cidade das águas. São Paulo: RiMa, 2004.

LOCH, RUTH E. NOGUEIRA. *Cartografia: representação, comunicação e visualização de dados espaciais*. Florianópolis: Ed. Da UFSC, 2006.

P. LONGLEY AND M. BATTY (eds) *Spatial analysis: modelling in a GIS environment* (Cambridge: Geoinformation International), 1997.

MC HARG, I. *Proyectar con la naturaleza*. Barcelona: Gustavo Gili, 2000.

MONCLUS, J. (ed.). *La ciudad dispersa*. Barcelona: CCCB, 1996.



NOVOTNY, V.; OLEM, H. Water Quality – Prevention, Identification, and Management of Diffuse Pollution. New York: Van Nostrand Reinhold, 1994.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS User Guide, Release 2.18: QGIS Project, 2016.

QUEIROGA, Eugenio F. Dimensões públicas do espaço contemporâneo: resistências e transformações de territórios, paisagens e lugares urbanos brasileiros. 2012. Tese (Livro Docência em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

REIS, N. G. Notas sobre urbanização dispersa e novas formas de tecido urbano. São Paulo: Via das Artes, 2006.

RIBEIRO, Ana Clara Torres. A natureza do poder: técnica e ação social. Interface Comunicação, Saúde, Educação, v.4, n.7, p.13-24, 2000.

SABBAG, Juliane Albuquerque Abe. Brasília, 50 anos: do Urbanismo Moderno ao Planejamento Estratégico. 2012. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Nacional de Brasília, Brasília, 2012.

SANTOS, Milton. Espaço e dominação. *In*: Seleção de Textos da Associação dos Geógrafos Brasileiros. São Paulo: AGB, 1978. p. 3-27.

SANTOS, Milton. O Espaço Dividido. Os dois circuitos da economia urbana dos países subdesenvolvidos. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1979.

SANTOS, Milton. Por uma Economia Política da Cidade. O caso de São Paulo. São Paulo: HUCITEC-educ, 1994.

SANTOS, Milton. A Urbanização Brasileira. São Paulo: HUCITEC, 1996a.



SANTOS, Milton. A Natureza do Espaço: técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: HUCITEC, 1996b.

SANTOS, R.F. Planejamento ambiental: teoria e prática. São Paulo: Oficina dos textos, 2004.

SCARABELLI, Patrícia. Guanabara e Arredores: a formação de um bairro. 2004. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2004.

SCHUTZER, J.G. Cidade e meio ambiente: a apropriação do relevo no desenho ambiental urbano. São Paulo: Edusp, 2012.

SILVA, A.B. Sistemas Georreferenciados de Informação: uma Introdução Apostila, UNICAMP, 1994.

SMITH, Neil. Desenvolvimento desigual. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p. 242.

SOUZA, Maria Adélia. A Identidade da Metrópole. São Paulo: HUCITEC/EDUSP, 1994.

SOUZA, Maria Adélia. Cidade: Lugar e Geografia da Existência. São Paulo: inédito. 5º Simpósio Nacional de Geografia Urbana, 5., 1997, Salvador.

SOUZA, N.C.D.C. Mapeamento Geotécnico com Base na Compartimentação por Formas de Relevo e Perfis Típicos de Alteração Monografia Geotécnica. n. 2. São Paulo: EESC-USP, 1992.

SPIRN, A.W. O jardim de granito. São Paulo: Edusp, 1995.

TUCCI, C.E.M. Coeficiente de escoamento e vazão máxima de bacias urbanas. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 61-68, jan.-mar 2000.

\_\_\_\_\_; BERTONI, J.C. Inundações urbanas na América do Sul. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.



\_\_\_\_\_. Drenagem urbana. Revista Cienc. Cult., São Paulo, v. 55, n. 4, out./dez. 2003.  
Acesso pelo site:  
[http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_issuetoc&pid=0009-672520030004&lng=pt&nrm=iso](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=0009-672520030004&lng=pt&nrm=iso)

\_\_\_\_\_. Águas urbanas. Revista de Estudo Avançados, São Paulo, v. 22, n. 63, 2008.  
Disponível em: <http://www.revistas.usp.br/eav/issue/view/751>

\_\_\_\_\_. Gestão da drenagem urbana. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012. (Textos para Discussão CEPAL-IPEA, 48). Disponível em: <http://www.cepal.org/brasil>.

TRAVASSOS, L.R.F.C. Revelando os rios: novos paradigmas para intervenção em fundos de vale urbanos na cidade de São Paulo. 2010. Tese (doutorado), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2010.

UNIVERSITY OF ARKANSAS, LID Low Impact Development, Fay Jones School of Architecture in collaboration Fayetteville, Arkansas, 2010

VASCONCELOS, Pedro de Almeida. DOIS SÉCULOS DE PENSAMENTO SOBRE A CIDADE. Ilhéus: Editus, 1999.

WEBBER, M. La era post-ciudad. *In*: RAMOS, Á. M. (ed.). Lo Urbano en 20 autores contemporáneos. Barcelona: Edicions UPC, 2004.