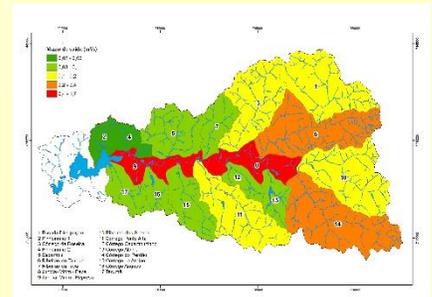
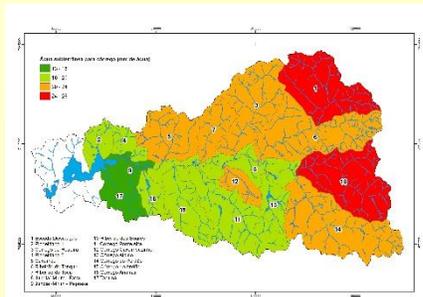
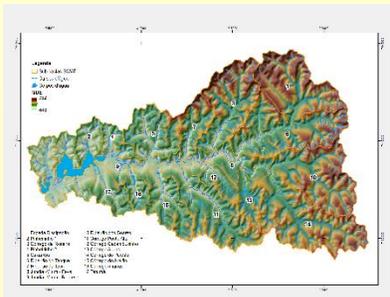
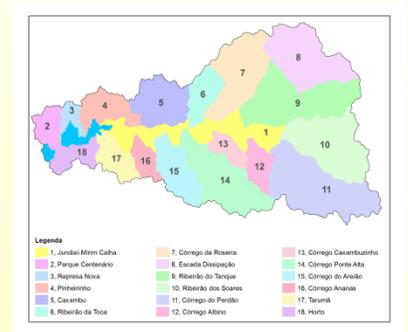


DIAGNÓSTICO AGROAMBIENTAL PARA GESTÃO E MONITORAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JUNDIAÍ MIRIM



RELATÓRIO FINAL

Campinas
Novembro de 2016

SUMÁRIO

1. RESUMO DO PROJETO	1
2. RESULTADOS	1
2.1 Localização da área de estudo	1
2.2 Base cartográfica	3
2.3 Elaboração do mapa de uso e ocupação das terras	4
2.4 Delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP)	15
2.5 Análise e processamento de dados topográficos	20
2.6 Qualidade ambiental dos fragmentos florestais	25
2.6.1 <i>Obtenção de mapas temáticos</i>	25
2.6.2 <i>Obtenção dos mapas indicadores de perturbação ambiental</i>	26
2.6.3 <i>Mapas Primários</i>	32
2.6.3.1 <i>Áreas edificadas</i>	32
2.6.3.2 <i>Malha viária</i>	36
2.6.3.3 <i>Uso e ocupação do solo na borda dos fragmentos florestais</i>	39
2.6.3.4 <i>Remanescentes florestais</i>	43
2.6.4 Indicadores de Perturbação Ambiental	45
2.6.4.1 Proximidade entre fragmentos florestais e áreas edificadas	46
2.6.4.2 Proximidade entre fragmentos florestais e malha viária	49
2.6.4.3 Suporte ao desenvolvimento da vegetação nativa	52
2.6.4.4 Uso e ocupação do solo na borda dos fragmentos florestais	54
2.6.4.5 Fragmentação florestal das sub bacias hidrográficas	57
2.6.4.6 Cobertura vegetal remanescente nas sub bacias hidrográficas	61
2.6.4.7 Dimensão dos fragmentos florestais	63
2.6.4.8 Índice de borda dos fragmentos florestais	66
2.6.4.9 Conectividade dos fragmentos florestais	69
2.6.5 Qualidade ambiental dos fragmentos florestais	71
2.7 Mapeamento das áreas de degradação ambiental	74
2.8 Análise sumária de impactos ambientais	75
2.8.1 OBJETIVOS	76
2.8.2 Uso de números índices na avaliação ambiental	77
2.8.3 Análise de paisagem como ferramenta de gestão	77
2.8.4 Critérios para avaliação ambiental e tipificação de áreas	78
2.8.5 Conceito de impactos, danos, vulnerabilidade e fragilidade ambiental	78
2.8.6 Gestão ambiental como modelo de desenvolvimento e ferramenta para geração de políticas públicas	79
2.8.7 Material e métodos	80
2.8.7.1 Área de Estudo	80
2.8.7.2 Metodologia	82
2.8.8 RESULTADOS E DISCUSSÃO	89
2.8.8.1 Análise dos dados	89
2.8.8.2 Diretrizes para elaboração de um plano de gestão ambiental	91
2.8.8.3 Análise por sub-bacias	101
2.8.8.4 CONCLUSÕES	103
2.9 Caracterização hidrológica	104
2.9.1 Modelagem da produção de água e de sedimentos	104
2.9.1.1 Escoamento superficial	109
2.9.1.2 Fluxo lateral sub superficial	113
2.9.1.3 Recarga de aquífero	117
2.9.1.4 Vazão	119

2.9.1.5	Produção e sedimentos carregados para os cursos d'água	124
2.10	Treinamento e capacitação	129
2.11	Elaboração da homepage do projeto	131
2.12	Propostas de políticas públicas de gestão agroambiental	134
2.12.1	A questão das áreas de preservação permanente – APP	134
2.12.1.1	Matas Ciliares.....	135
2.12.1.2	Fragmentos Florestais	136
2.12.2	Áreas de Produção Agropecuária.....	138
2.12.3	Áreas verdes em Perímetros Industriais.....	139
2.12.4	Encostas urbanas.....	139
2.12.5	Faixa de Sistemas Viários.....	140
2.12.6	Diretrizes gerais para implantação de um projeto de revegetação ciliar	140
2.12.7	Reposição condução e manutenção das áreas revegetadas	141
2.12.8	Monitoramento da qualidade da água	142
2.12.9	Resíduos sólidos.....	143
2.12.10	Áreas agrícolas	144
2.12.11	Programas de conscientização e educação ambiental	145

1. RESUMO DO PROJETO

A presente proposta técnica tem por objetivo elaborar uma série de estudos e levantamentos na bacia hidrográfica do rio Jundiáí Mirim, visando subsidiar ações de políticas públicas para ordenação da ocupação territorial em consonância com a preservação ambiental dos seus recursos naturais, com ênfase à qualidade e quantidade da dos seus recursos hídricos. Atendendo as necessidades de elaboração desse plano, a Fundação de Apoio a Pesquisa Agrícola – Fundag, juntamente com o Instituto Agrônômico, se qualificam para execução dos estudos propostos, apresentando a metodologia técnico-científica de acordo com os seguintes temas:

Diagnósticos e Mapeamentos
Caracterização Hidrológica
Treinamento e capacitação
Gestão de Políticas Públicas

Objetivos específicos

- Elaboração de diagnóstico sumário e um banco de dados georreferenciado do meio físico, contemplando informações sobre solo, uso e ocupação, qualidade das águas, áreas de degradação ambiental, áreas de preservação permanente dos recursos hídricos.
- Desenvolver estudos de vazão dos cursos d'água, taxa de infiltração de água no solo e modelagem da produção de sedimentos.
- Oferecer treinamento em geoprocessamento e gestão ambiental de propriedades rurais.

2. RESULTADOS

2.1 Localização da área de estudo

A área de estudo é a bacia hidrográfica do Rio Jundiáí-Mirim, situada nos municípios de Jundiáí, Jarinu e Campo Limpo Paulista, estado de São Paulo, entre as latitudes 23°00' e 23°30' Sul e longitudes 46°30' e 47°15' Oeste (Figura 1). Portanto está inserido nas bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí.

Para facilitar a estratificação, análise e apresentação dos resultados, optou-se pela subdivisão da área em sub bacias. Ao todo foram definidas 18 sub bacias hidrográficas (Figura 3). Esse número poderá ser alterado de acordo com a necessidade ou critérios a serem abordados neste estudo. Para facilitar as ações do poder público na definição de áreas prioritárias para atuação e implementação de políticas públicas, os resultados do diagnóstico do meio físico serão também apresentados por sub bacia hidrográfica.

A bacia está situada na zona hidrográfica do Médio Tietê Superior, na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos 5, sendo subdividida em 18 sub bacias hidrográficas (Figura 3), tendo como rio principal o Jundiaí-Mirim. Na Tabela 1 tem-se os nomes e áreas de cada sub bacia hidrográfica.

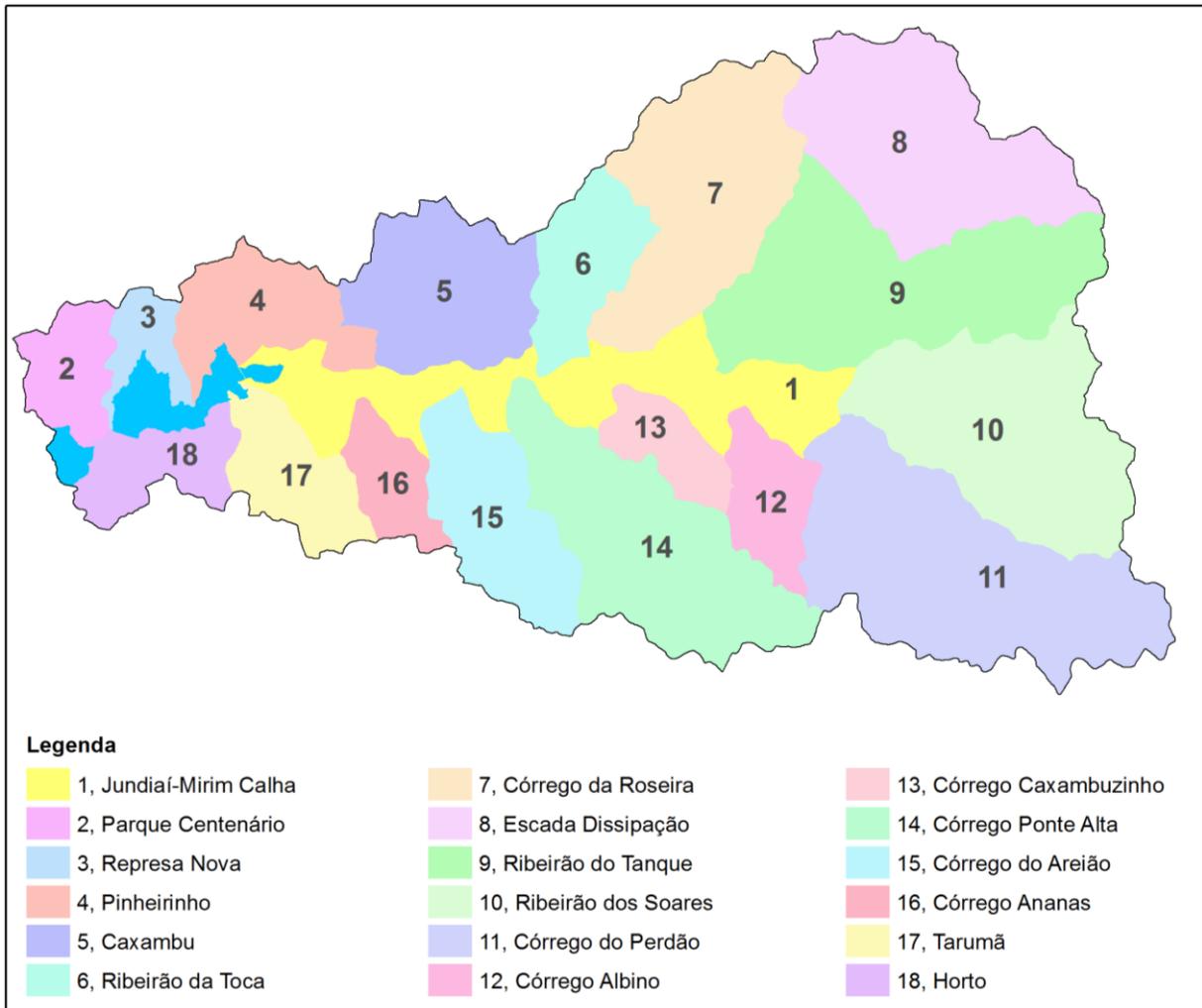


Figura 3- Sub bacias hidrográficas da bacia hidrográfica do Rio Jundiaí-Mirim.

2.2 Base cartográfica

A base cartográfica foi elaborada a partir das informações cartográficas fornecidas pela DAE. Os arquivos em formato DWG (Autocad) e/ou Shapefile foram importados para o programa ArcGis onde adotou-se a projeção cartográfica UTM (Universal Transversa de Mercator), datum horizontal SIRGAS-2000, respeitando a projeção cartográfica original. A base cartográfica contém as seguintes informações:

- Limite municipal
- Limites das sub bacias hidrográficas
- Malha viária
- Hidrografia (rios e lagos)
- Curvas de nívelDSF

Tabela 1- Sub bacias hidrográficas do Rio Jundiá-Mirim

Sub bacia	Numero	Hectares
Jundiá-Mirim Calha	1	925,77
Parque Centenário	2	264,59
Represa Nova	3	157,72
Pinheirinho	4	443,97
Caxambu	5	658,77
Ribeirão da Toca	6	382,93
Córrego da Roseira	7	962,53
Escada Dissipação	8	1.037,43
Ribeirão do Tanque	9	1.225,46
Ribeirão dos Soares	10	1.119,88
Córrego do Perdão	11	1.381,57
Córrego Albino	12	288,65
Córrego Caxambuzinho	13	228,20
Córrego Ponte Alta	14	1.010,42
Córrego do Areião	15	556,93
Córrego Ananas	16	228,40
Tarumã	17	361,17
Horto	18	295,57

2.3 Elaboração do mapa de uso e ocupação das terras

O mapa de uso e ocupação das terras foi elaborado tendo como referência o mapa de uso e ocupação das terras elaborado por Moraes et al., 2003. Esse levantamento foi atualizado a partir de ortofotos digitais do ano de 2012 e imagens do satélite GeoEye-1, do ano de 2013, fornecidos pela DAE S. A.

Considerando a alta resolução espacial das imagens, optou-se pela interpretação visual das classes de uso/ocupação das terras, ao invés de uma classificação semi-automática, via programa de processamento digital de imagens. Para auxiliar esse trabalho, realizou-se um apoio de campo, com auxílio de equipamento GPS, para coleta de informação e definição dos principais padrões de ocupação das terras. O mapeamento do uso e ocupação das terras obedeceu a uma legenda previamente definida, com as classes de uso e ocupação apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2- Classes de uso e ocupação das terras

Classes de uso e ocupação das terras
Mata Secundária
Macega/Campo
Várzea
Reflorestamento
Pasto limpo
Pasto sujo
Bosque
Agroindústria
Fruticultura - uva
Fruticultura - outros
Culturas anuais
Horticultura
Solo exposto
Áreas de lazer
Área industrial
Área pública
Residencial alta densidade
Residencial baixa densidade
Lagos/represas/Rios

Nas Figuras de 4 a 7 tem-se recortes da imagem de satélite, com ilustração das principais classes de uso e ocupação mapeadas, com destaque para as áreas de **fragmentos florestais, urbano de baixa e alta densidade, mata ciliar, solo exposto, horticultura e áreas de expansão de loteamentos**. Em função da alta resolução espacial tanto da ortofoto digital, como da imagem do satélite GEO-EYE, foi possível proceder um detalhado levantamento do uso e ocupação das terras dentro da bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim, com interpretação visual e delimitação das classes de uso da terra. Esse trabalho acabou tomando um tempo maior do que o inicialmente previsto no cronograma inicial do projeto, mas resultou em informações importantes e precisas para a próxima sequência dos trabalhos, principalmente na parte relacionada a análise de correlações entre qualidade da água com o uso e ocupação das terras.



Figura 4- Recorte da ortofoto digital mostrando áreas de mata e residencial baixa densidade



Figura 5- Recorte imagem GEO-EYE mostrando áreas de mata ciliar, macega/campo.



Figura 6- Recorte imagem GEO-EYE mostrando áreas residenciais alta densidade e cultivo de uva.



Figura 7- Áreas com culturas anuais, horticultura e uva

O mapa de uso e ocupação das terras é apresentado na Figura 8.

Observa-se existência uma grande variabilidade de classes de uso e ocupação das terras. Na Figura 9, tem-se a distribuição relativa das principais classes de uso e ocupação dentro da

bacia hidrográfica do Jundiáí Mirim. Já a Tabela 3, apresenta as áreas de ocorrência e a distribuição relativa das classes de uso e ocupação em toda a bacia, por município. A maior porcentagem de mata secundária encontra-se no município de Jarinu, com 39%, seguido de Jundiáí e Campo Limpo Paulista, com 24%. Em termos gerais a bacia do rio Jundiáí Mirim tem 29% de sua área ocupada com **Mata Secundária**.

A partir de um agrupamento das principais classes de uso, observa-se na Figura 9, que a categoria Vegetação Natural, que inclui as classes de **Mata secundária, Bosque e Várzea**, representa 30% da área da bacia, seguida das classes **Pasto** com 18%, **Áreas urbanizadas** com 10% e **Macega/campo**, com 9%. Essa classe macega/campo, é representada por áreas de gramíneas ou terrenos vazios, com campo e arbustos. Com relação às atividades agrícolas, o cultivo da Uva representa apenas 2% da área total da bacia, perfazendo um total de 199,79 hectares, sendo que as demais culturas perenes (caqui, figo, pêssego, goiaba, etc) perfazem 7% do município o que corresponde a 773,14 hectares.

Em termos de distribuição das classes de uso e ocupação nas sub bacias hidrográficas, observa-se na Tabela 4 e Figura 10, que a sub bacia com maior cobertura de vegetação natural é a do Soares, com 47,7%, seguida das sub bacias do Tanque (38,6%), Represa Nova (38,4%) e Jundiáí Mirim Calha (36,9%). As sub bacias com menor porcentagem de vegetação natural são a do Tarumã, Horto, Caxambú e Ananás, todas com menos de 20% de vegetação natural.

A atividade agrícola é predominante nas sub bacias da Escada de Dissipação, Tanque, Perdão, Roseira e Caxambú, como pode ser observado na Tabela 5., enquanto que as sub bacias em maior processo de urbanização são as sub bacias Tarumã, Albino e Ananás (Figura 11).

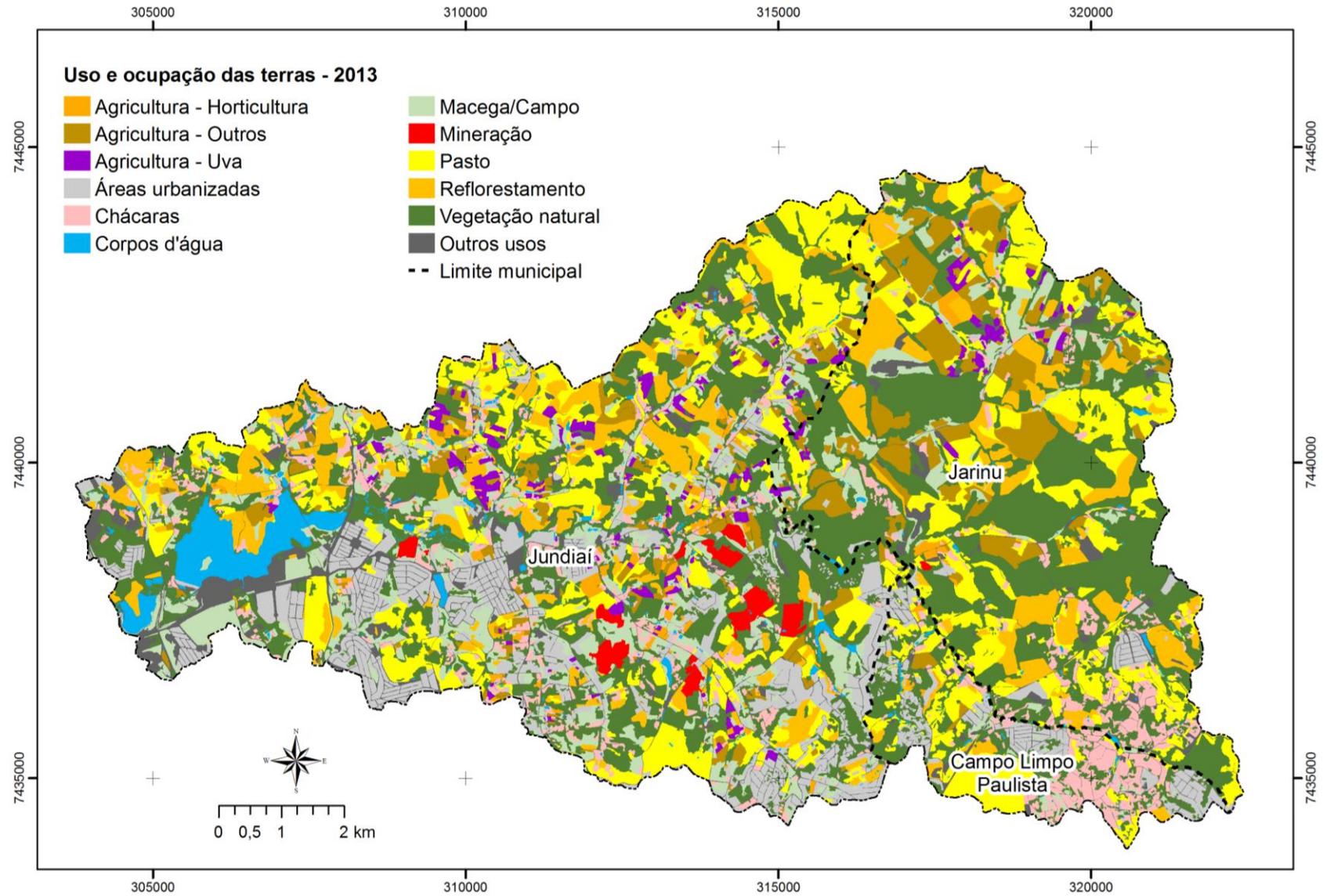


Figura 8- Mapa de uso e ocupação das terras.

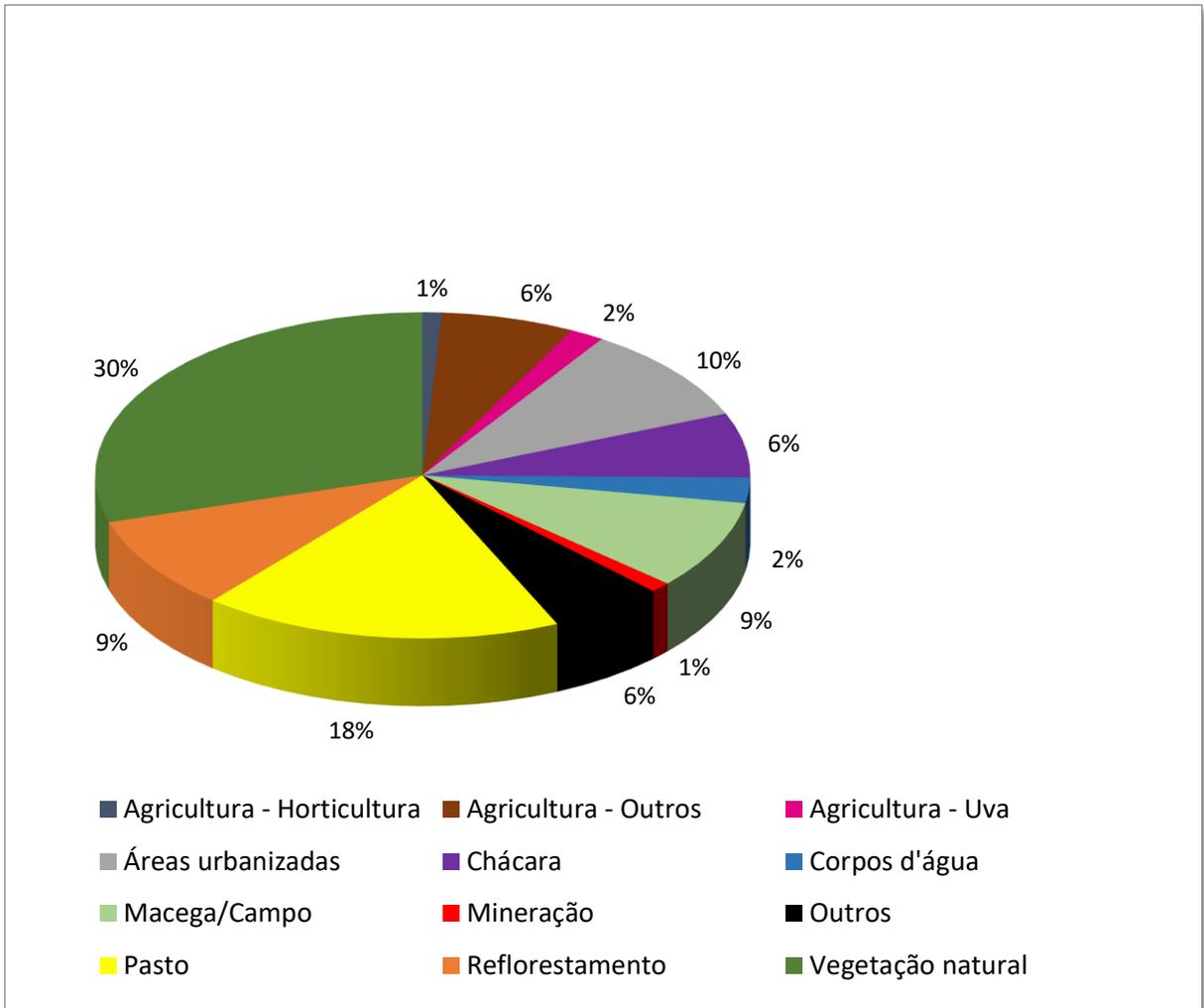


Figura 9- Distribuição relativa das classes de uso e ocupação das terras

Tabela 3. Classes de uso da terra com respectivas áreas de ocorrência na bacia do Jundiá Mirim

Uso e ocupação	Jundiá		Campo Limpo Paulista		Jarinu		Total
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	
Mata secundária	1.669,0	24,3	213,3	24,2	1546,8	38,8	3429,1
Pasto limpo	813,9	11,8	38,0	4,3	472,3	11,84	1.324,2
Reflorestamento	596,4	8,7	26,6	3,0	467,8	11,73	1.090,9
Macega/Campo	772,0	11,2	29,7	3,4	233,6	5,86	1.035,3
Pasto sujo	313,9	4,6	173,5	19,7	280,8	7,04	768,2
Chácara	381,8	5,6	162,2	18,4	208,3	5,22	752,4
Residencial	788,2	11,5	150,6	17,1	26,3	0,66	965,1
Cultura anual	154,9	2,3	11,6	1,3	303,3	7,60	469,8
Fruticultura - outros	118,3	1,7		-	177,7	4,45	296,0
Vias	223,0	3,2	34,9	4,0	36,3	0,91	294,2
Solo exposto	137,2	2,0	17,5	2,0	99,6	2,50	254,3
Fruticultura - uva	144,9	2,1		-	54,9	1,38	199,8
Reservatórios	192,3	2,8		-		-	192,3
Mineração	116,2	1,7		-	1,9	0,05	118,1
Horticultura	82,6	1,2	5,0	0,6	24,4	0,61	112,0
Lagos	69,2	1,0	7,4	0,8	20,0	0,50	96,5
Agroindústria	63,9	0,9	6,3	0,7	13,2	0,33	83,4
Área industrial	52,6	0,8	1,9	0,2	18,1	0,45	72,6
Lazer	64,8	0,9	0,0	0,0	0,6	0,02	65,4
Várzea	52,5	0,8	0,7	0,1	1,0	0,03	54,1
Gramado	49,5	0,7	0,6	0,1	1,6	0,04	51,8
Rios	6,6	0,1		-	0,3	0,01	6,8
Viveiros	3,2	0,0		-		-	3,2
Psicultura	2,8	0,0		-		-	2,8
Área pública	2,5	0,0		-		-	2,5
Ferrovia	2,2	0,0		-		-	2,2
Barragem	2,0	0,0		-		-	2,0
Café	1,3	0,0		-		-	1,3
Vertedouro	0,2	0,0		-		-	0,2
Total Geral	6.877,7	100,0	879,7	100,0	3.988,9	100,0	11.746,3

Tabela 4. Área de ocorrência das classes de uso e ocupação das terras nas sub bacias hidrográficas

Sub bacia	Mata	Reflor.	Macega	Pasto	Horticultu- tura	Agric. Outros	Uva	Urbano	Chácara	Água	Mineração	Outros
----- (hectares) -----												
-												
Soares	534,5	139,8	13,0	206,7	11,7	47,9		34,9	77,4	6,5	0,5	46,9
Tanque	477,1	166,3	107,9	203,1		186,1	10,1	1,2	27,9	4,4		41,4
Perdão	422,6	79,1	34,1	334,6	5,0	11,8		178,9	230,4	10,4	1,3	73,4
Jundiaí-Mirim Calha	341,5	36,8	74,0	68,6	11,9	55,2	16,2	162,4	55,4	18,3	18,1	67,4
Roseira	315,5	74,0	75,7	310,3	17,8	55,1	19,5	39,6	27,3	2,7		25,0
Esc. Dissipação	245,7	109,2	105,4	220,8	12,7	235,1	44,8	3,8	31,8	4,2		24,0
Ponte Alta	227,1	63,3	130,0	159,3	24,8	25,9	20,0	201,8	69,4	8,8	36,5	43,7
Areião	164,8	33,4	77,1	43,7	4,2	13,0	3,3	119,1	55,4	2,4	4,9	35,7
Toca	120,7	60,2	30,0	73,3	2,6	31,4	15,5	8,7	17,1	2,2		21,1
Caxambu	111,2	91,8	55,4	187,9	7,9	49,6	56,1	28,2	35,7	8,5		26,5
Pinheirinho	106,4	108,1	54,3	54,5	1,3	21,6	6,7	8,9	51,2	6,1		24,8
Albino	82,0	16,2	34,3	31,8		19,3		74,5	3,8	11,6	6,4	8,6
Centenário	75,8	47,7	15,8	28,3	0,9	4,2		29,2	14,9	5,7		42,1
Caxambuzinho	65,7	4,1	35,3	24,8	3,0	5,5	6,3	12,4	8,7	1,4	49,9	10,9
Rep. Nova	60,5	28,2	13,8	31,9	3,7	0,4		0,0	15,1	0,9		3,2
Horto	44,5	1,4	83,8	0,6	0,3	3,9		47,9	8,4	1,8		103,0
Tarumã	40,0	13,4	49,3	76,7	1,7	2,6		117,3	7,7	0,5		52,0
Ananas	39,4	9,1	43,4	35,8	2,5	4,5	1,4	54,8	15,0	6,6	0,5	15,4
Rep. Captação	8,0	8,8	0,4					1,9		0,1		2,7

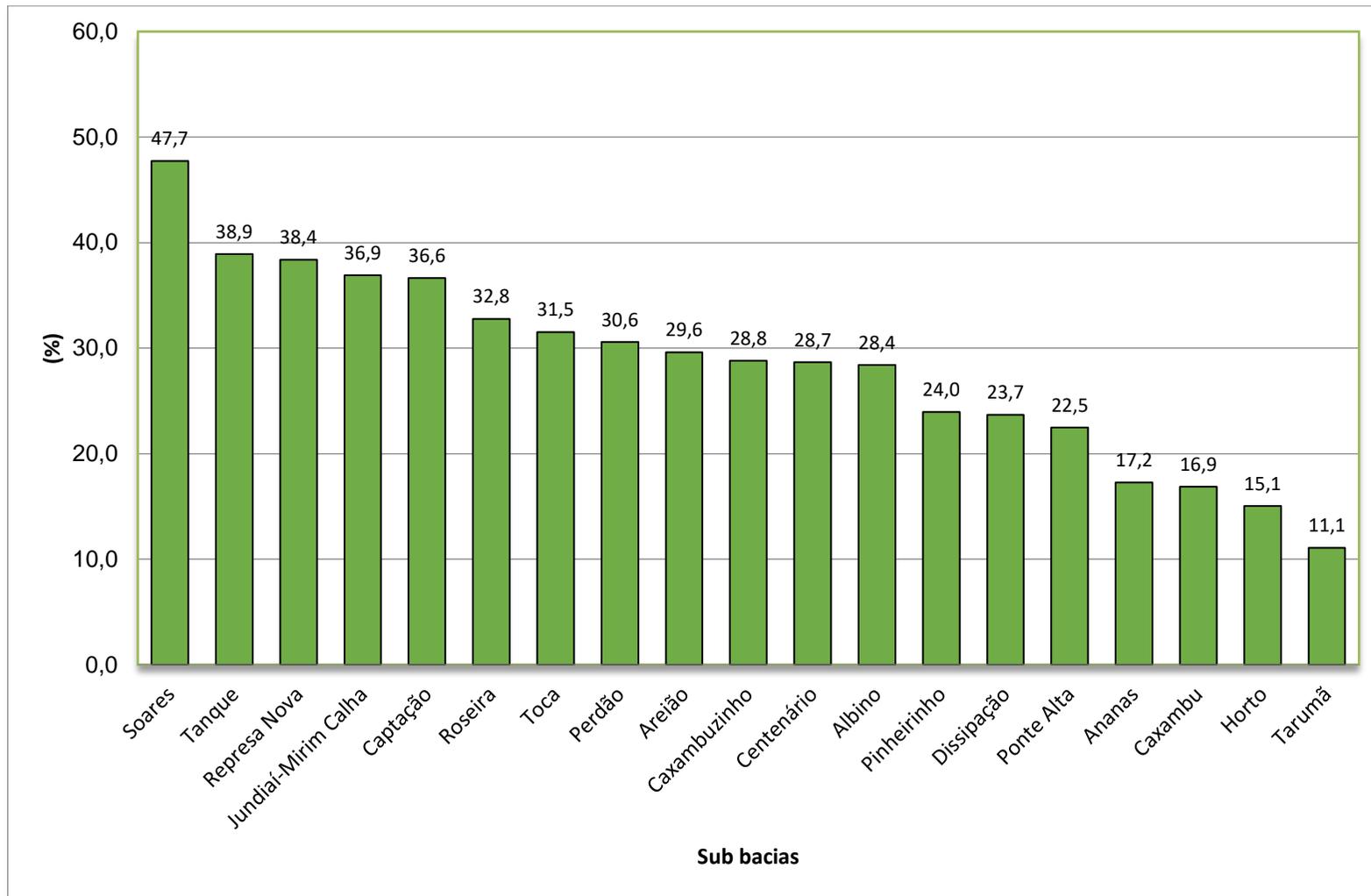


Figura 10- Distribuição relativa da classe de vegetação natural nas sub bacias hidrográficas

Tabela 5. Áreas de ocorrência das atividades agropecuárias e agroindustriais na bacia do rio Jundiá Mirim

Sub bacias	Agroindustria	Café	Cultura anual	Fruticultura - outros	Fruticultura - uva	Horticultura	Pasto	Psicultura	Viveiros	Total
	----- Área (ha) -----									

Escada Dissipação	1,98		84,47	150,61	44,76	12,72	220,76			515,29
Córrego da Roseira	7,67	1,29	36,85	16,98	19,46	17,80	310,32			410,37
Ribeirão do Tanque	1,18		170,79	15,30	10,10		203,06			400,42
Córrego do Perdão	9,23		11,62	0,15		5,02	334,57			360,58
Caxambu	3,00		31,46	18,13	56,08	7,91	187,85			304,43
Ribeirão dos Soares	3,60		36,24	11,65		11,70	206,66			269,84
Córrego Ponte Alta	11,26		19,94	5,96	19,97	24,78	159,27	0,03		241,21
Jundiá-Mirim Calha	18,22		39,68	15,51	16,17	11,88	68,62			170,08
Ribeirão da Toca	0,47		11,80	19,58	15,51	2,65	73,25			123,26
Pinheirinho	3,81		8,22	13,39	6,71	1,34	54,54			88,00
Tarumã				2,64		1,73	76,66			81,02
Córrego do Areião	6,03		4,15	8,84	3,28	4,17	43,66			70,14
Córrego Ananas	10,29		0,46	4,02	1,41	2,48	35,76	0,06		54,48
Córrego Albino	0,61		6,71	9,89			31,78	2,74		51,74
Córrego Caxambuzinho	2,19		4,96	0,53	6,33	3,00	24,84			41,86
Represa Nova				0,43		3,68	31,87			35,98
Parque Centenário	2,48		2,45	1,71		0,91	28,27			35,82
Horto	1,37			0,68		0,29	0,63		3,25	6,23
Total	83,39	1,29	469,78	295,99	199,79	112,04	2092,39	2,83	3,25	3260,74

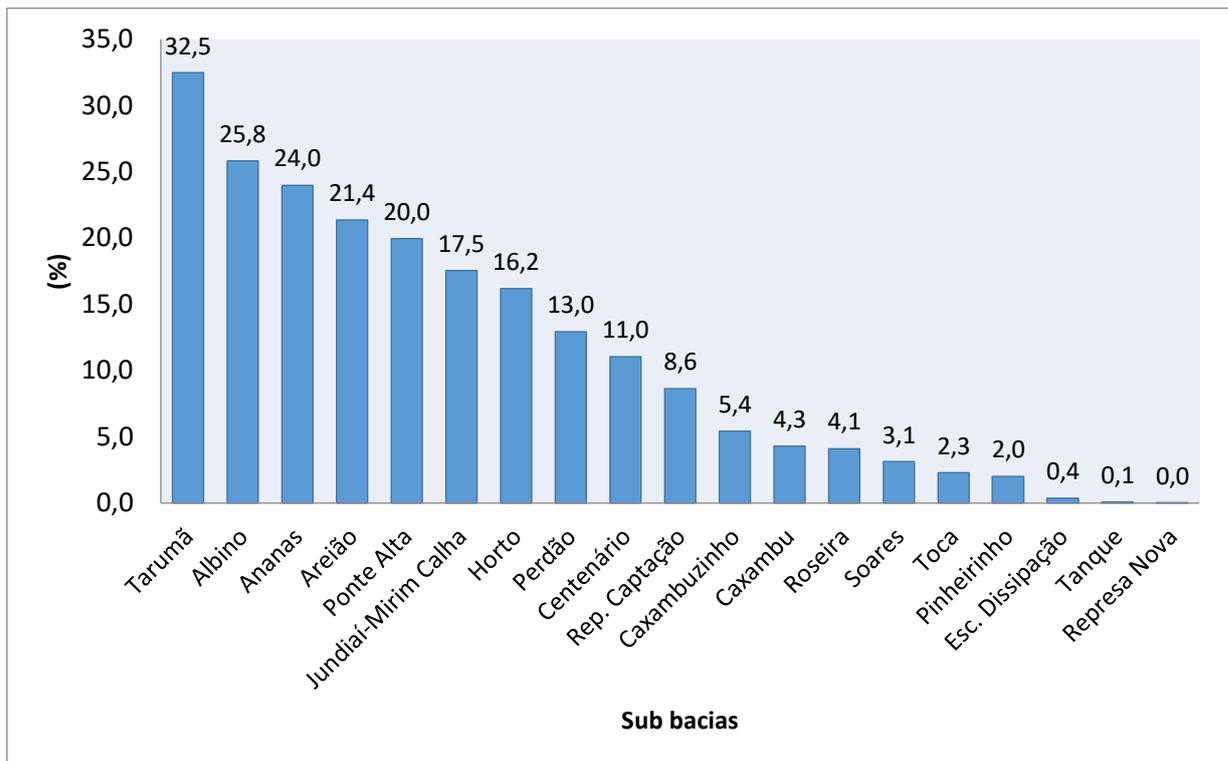


Figura 11- Distribuição relativa da das áreas urbanizadas nas sub bacias hidrográficas.

2.4 Delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP)

O mapeamento das Áreas de Preservação Permanente dos recursos hídricos (APP) foi elaborado e concluído, de acordo com determinações constantes na Lei No. 12.651/12 (Lei Florestal). Neste trabalho as Áreas de Preservação Permanente (APP) dos recursos hídricos foram consideradas em função da extensão de margem mínima para as áreas ao redor dos cursos d'água, dos lagos, das represas e das nascentes, conforme as seguintes orientações:

Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) De 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) De 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) de 100 (cem) metros para os cursos d'água tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 500 (quinhentos) metros de largura;
- e) de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

- a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
- b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros

No caso específico desse projeto foram adotados os seguintes critérios para definição das Áreas de Preservação Permanente:

- Faixas marginais dos cursos d'água	- 30 metros
- Nascentes	- 50 metros
- Lagos com menos de 1 hectare	- 15 metros
- Lagos com mais de 1 hectare	- 30 metros

A Figura 12 ilustra no que consistiu essa quantificação das áreas das diferentes classes de uso dentro dos limites da APP. Um “buffer” foi criado ao longo dos rios, lagos e nascentes, e estimou-se as diferentes classes de uso e ocupação da terra dentro do mesmo. Essa estimativa foi feita através do cruzamento do mapa de uso/ocupação das terras, com o plano de informação de APP. Posteriormente fez-se o cruzamento do mapa resultante com o plano de informação das sub bacias hidrográficas. Para as áreas de preservação permanente dos recursos hídricos, definiu-se como uso e ocupação adequados, as seguintes classes: **Mata Secundária, Bosque, e Várzea**. As demais classes de uso/ocupação foram consideradas inadequadas, quando dentro dos limites da APP. A classe macega/campo, também foi considerada inadequada para APP. Entretanto, esta é uma classe de uso e ocupação que pode ser analisada com mais critério visto que em algumas situações, onde a classe macega/campo apresenta grande quantidade de regeneração de espécies nativas em estágio arbustivo, ela pode vir a ser considerada adequada para uma área de APP.

A partir do mapeamento das Áreas de preservação permanente, elaborou-se uma análise preliminar das áreas prioritárias para recuperação das APPs. Nessa análise identificou-se as diferentes ocupações dentro das APPs, hierarquizando-as em classes de Alta, Média e Baixa prioridade, conforme apresentado na Tabela 6.

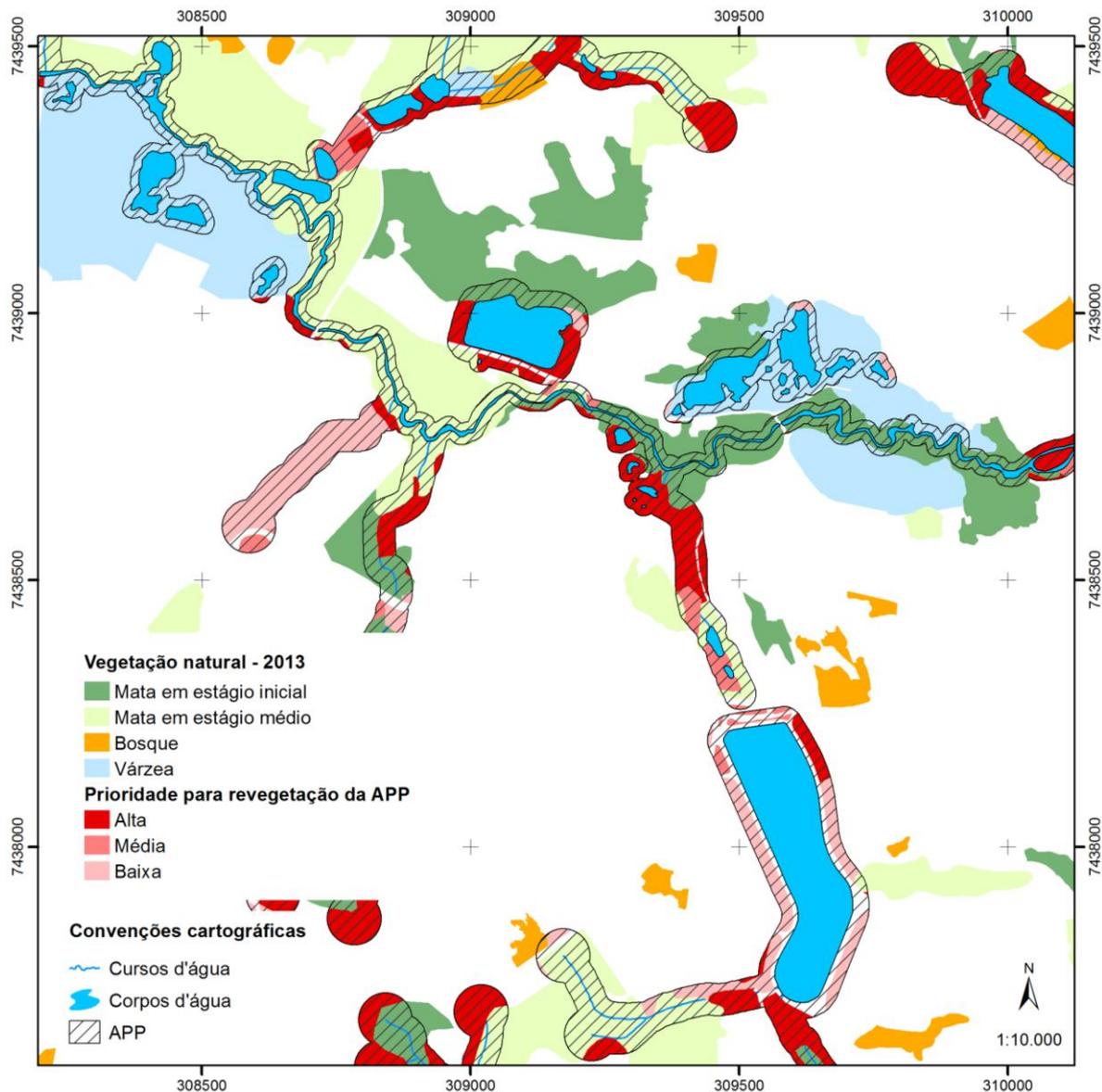


Figura 12- Detalhe da delimitação das Áreas de Preservação Permanente com com indicação das classes de vegetação natural e áreas prioritárias para revegetação ciliar.

Tabela 6. Definição de áreas prioritárias para revegetação ciliar

Classe de uso/ocupação	Prioridade de revegetação
Solo exposto	Alta
Mineração	Alta
Lazer	Alta
Pasto sujo	Alta
Pasto limpo	Alta
Macega/campo	Alta
Agroindustria	Alta
Área pública	Alta
Gramado	Média
Horticultura	Média
Chácara	Média

Cultura anual	Média
Fruticultura	Média
Reflorestamento	Baixa
Residencial	Baixa

Na Tabela 7 apresenta-se a distribuição das classes de uso e ocupação das terras nas APPs e na Tabela 8, tem-se a distribuição das classes de uso agrupadas, por sub bacia hidrográfica. A bacia do rio Jundiá Mirim possui um total de 1887,09 ha de Áreas de Preservação Permanente, sendo que desse total, 47% estão ocupados com Mata Secundária.

Na Tabela 8 tem-se a quantificação das áreas de Alta, Média e Baixa prioridade para recomposição das matas ciliares, em cada sub bacia hidrográfica.

Tabela 7. Distribuição das áreas de uso e ocupação das terras dentro dos limites das APPs.

Uso e ocupação APP	Hectares	%
Mata Secundária	893,35	47,28
Macega/Campo	241,36	12,77
Pasto	315,35	16,69
Reflorestamento	116,97	6,19
Chácara	92,53	4,90
Residencial baixa densidade	45,96	2,43
Vias	29,96	1,59
Solo exposto	26,09	1,38
Várzea	25,38	1,34
Fruticultura - outros	17,98	0,95
Cultura anual	17,78	0,94
Mineração	11,36	0,60
Lazer	10,07	0,53
Fruticultura - uva	8,88	0,47
Residencial alta densidade	7,70	0,41
Gramado	7,31	0,39
Agroindustria	7,23	0,38
Horticultura	6,65	0,35
Área industrial	4,12	0,22
Barragem	1,44	0,08
Psicultura	0,76	0,04
Viveiros	0,72	0,04
Área pública	0,32	0,02
Ferrovias	0,08	0,00
Vertedouro	0,03	0,00
Total Geral	1.887,09	100,00

Tabela 9. Distribuição das classes de prioridade de revegetação ciliar nas sub bacias.

Sub-bacia	Alta	Média	Baixa	Total
	----- hectares -----			
Ribeirão do Tanque	85,2	15,7	28,4	129,3
Córrego do Perdão	64,4	23,2	16,8	104,5
Córrego da Roseira	74,5	12,3	11,4	98,1
Córrego Ponte Alta	64,1	9,8	22,2	96,1
Escada Dissipação	57,4	19,9	10,9	88,2
Caxambu	42,0	10,4	13,9	66,3
Ribeirão dos Soares	37,7	9,4	13,2	60,2
Pinheirinho	19,7	13,8	10,2	43,6
Córrego do Areião	20,5	10,4	6,4	37,4
Jundiá-Mirim Calha	20,5	6,6	5,1	32,2
Tarumã	28,0	1,1	2,3	31,5
Ribeirão da Toca	22,6	5,5	2,2	30,3
Córrego Caxambuzinho	22,6	2,0	0,8	25,4
Córrego Ananas	18,9	2,5	3,4	24,8
Córrego Albino	8,5	2,6	11,5	22,7
Horto	13,0	1,0	0,1	14,2
Parque Centenário	5,6	2,2	5,7	13,5
Represa Nova	7,6	1,8	3,5	12,9
Represa de Captação	0,8	0,9	2,5	4,2
Total	613,6	151,1	170,6	935,4

2.5 Análise e processamento de dados topográficos

As formas do relevo são de importância capital na caracterização de sistemas ambientais. O desenvolvimento de processos erosivos, a localização de áreas propensas a enchentes e muitas limitações à ocupação urbana são decorrência das formas da paisagem. A morfologia da superfície da Terra pode ser estudada de diversas maneiras, desde descrições de elementos pontuais até mapeamentos geomorfológicos de grande complexidade que tratam desde a descrição do modelado até a sua gênese. Na caracterização do relevo da bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim, buscaram-se determinações quantitativas que podem ser incorporadas a modelos de análise ambientais mais complexos.

Todos os parâmetros do relevo foram derivados a partir do MDE (Modelo Digital de Elevação), utilizando-se de técnicas de análise espacial em Sistemas de Informações Geográficas (SIG).

Geração do MDE

A partir das curvas-de-nível e pontos cotados constantes da base cartográfica digital foi gerado o MDE. Inicialmente as curvas-de-nível foram transformadas de feições lineares para pontuais, posteriormente unindo-se com o *layer* de pontos cotados (Figura 13). Os elementos foram checados para a identificação de eventuais erros gráficos ou de atributos, como cotas erradas. O procedimento permitiu a geração de um MDE que representa adequadamente a morfologia do

terreno, pois incorpora vários elementos que descrevem a topografia e permite o tratamento desses dados por meio de técnicas geoestatísticas.

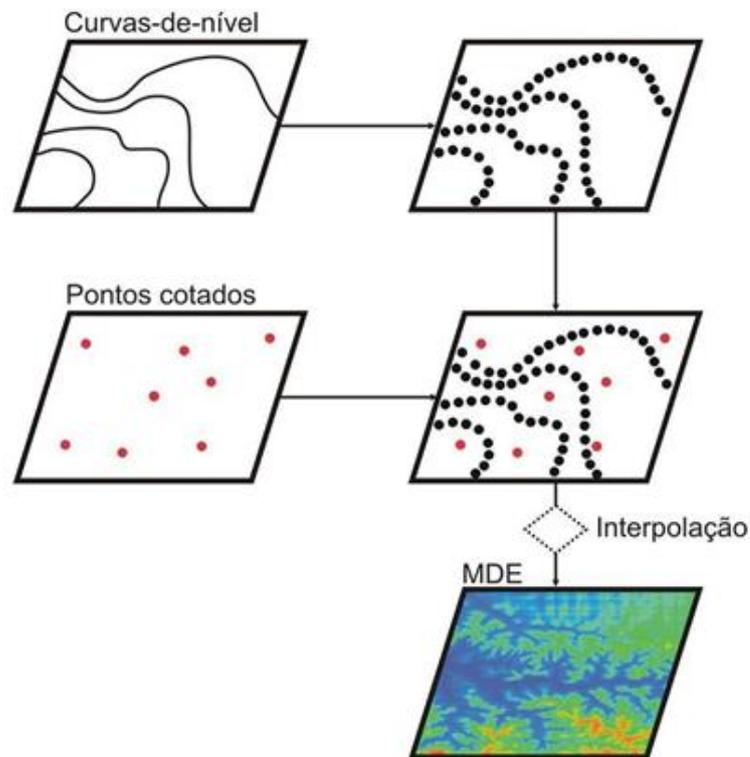


Figura 13- Procedimentos para a geração do MDE

O Plano de Informação (PI) de pontos foi transferido do *software* ILWIS para o Surfer para a interpolação. Esse procedimento busca estimar os valores de elevação nos pontos entre os pontos individuais resultando em uma superfície contínua que representa a elevação do terreno em todos os pontos da área. Vários métodos podem ser utilizados nesse processo tal como o inverso da distância ou janelas de média móvel. Para a construção o MDE bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim (Figura 14) utilizou-se da krigagem. Esse interpolador considera os valores da vizinhança e sua tendência espacial na determinação dos valores desconhecidos de elevação, gerando uma superfície com poucos artefatos e muito semelhante ao modelado do terreno original.

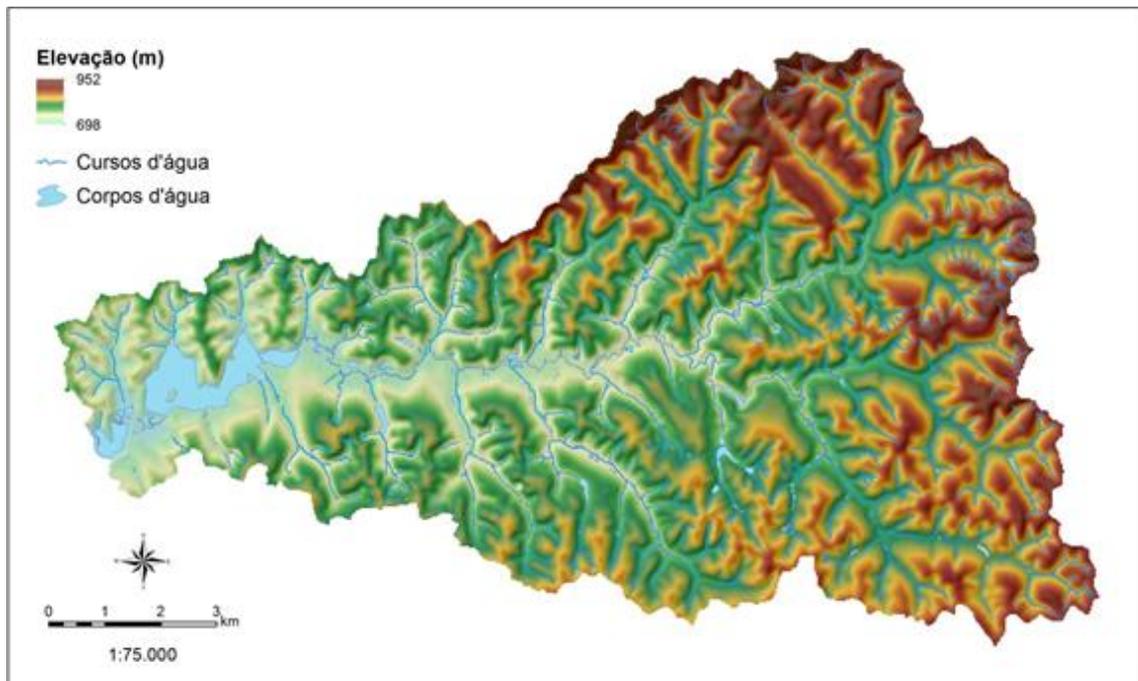


Figura 14- Modelo digital de elevação

Parâmetros morfométricos

A partir do MDE foram derivados parâmetros morfométricos que descrevem as formas do relevo do município. Inicialmente o MDE foi submetido a filtragem especial com um filtro de média com janela de 3x3 *pixels* (Figura 15), para a suavização de eventuais valores espúrios e geração de uma superfície mais suave.

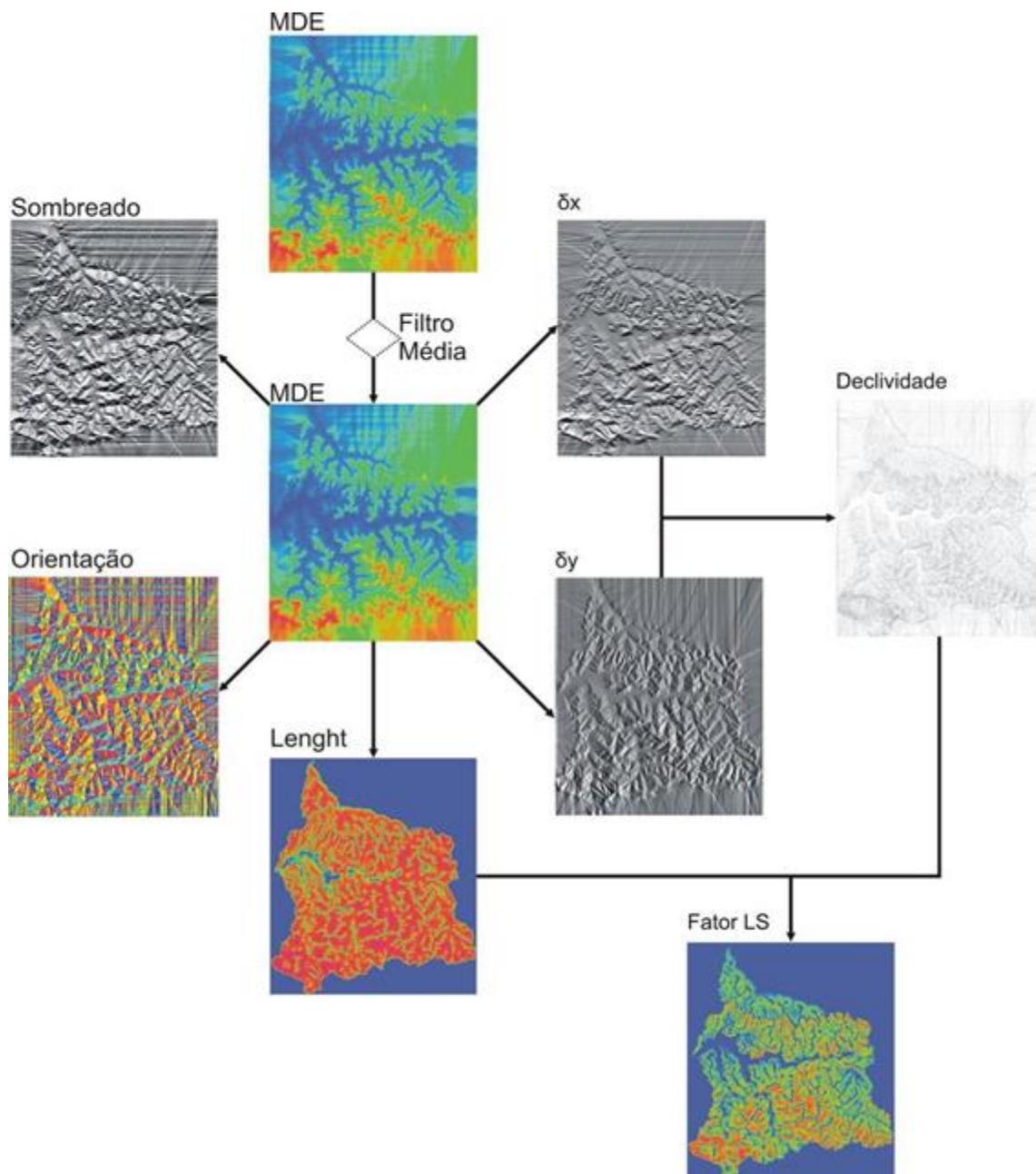


Figura 15- Procedimentos para o cálculo de parâmetros morfométricos

Sobre o MDE refinado foi calculada a declividade das vertentes. Para isso são aplicados dois filtros direcionais, um no sentido Leste-Oeste (δx) e outro segundo a direção Norte-Sul (δy) essas superfícies são empregadas no cálculo da declividade. O mapa (Figura 16) representa a inclinação das vertentes em porcentagem. Esse valor é calculado como a tangente do ângulo multiplicado por 100, dessa maneira áreas com 45° de declividade apresentam 100% no mapa e os valores podem tender ao infinito.

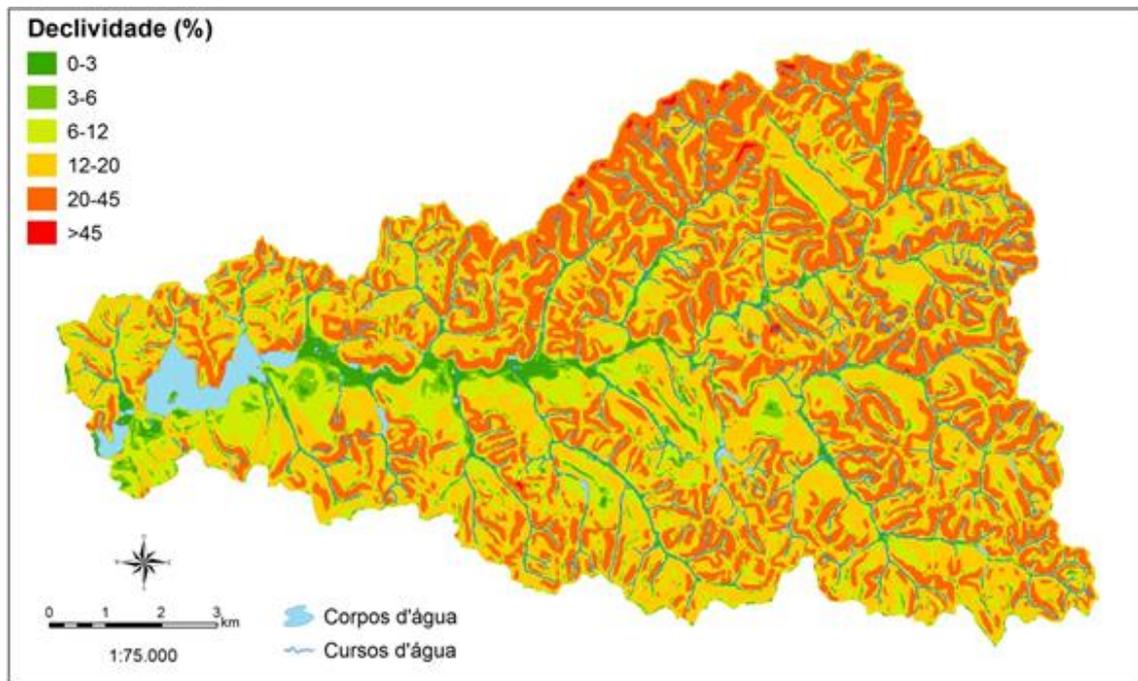


Figura 16- Carta clinográfica.

Dentre os parâmetros morfométricos, a declividade é o que apresenta maiores implicações diretas, pois é empregado no cálculo do fator LS, na determinação das classes de capacidade de uso das terras, e como um dos indicadores de áreas propensas a processos morfogenéticos intensos como enchentes ou deslizamentos.

As áreas de maior declividade estão concentradas na porção norte e nordeste da bacia hidrográfica, em muitas das cabeceiras de drenagem. Por sua vez as áreas com vertentes menos inclinadas são concentradas na porção que vai da drenagem principal do rio Jundiá-Mirim, em direção sul, abrangendo principalmente as sub bacias de Ponte Alta, Areião, Tarumã e Horto. Ao longo da várzea do rio Jundiá-Mirim e de planícies aluvionares menores são encontradas áreas planas com declividades inferiores à 3%.

Em linhas gerais, predomina na bacia do rio Jundiá-Mirim áreas com elevados valores de declividade, acima de 20% (Figura 17), perfazendo em torno de 65% da área e pequenos setores com vertentes pouco inclinadas. Essa característica ganha destaque, pois grande parte do território demanda grande cautela no seu processo de ocupação. Áreas com grande declividade podem desenvolver processos erosivos acelerados e mesmo estarem sujeitas a movimentos de massa rápidos. Por outro lado, a velocidade de concentração das águas de chuva é elevada podendo resultar em picos de cheias rápidos e intensos ao longo dos canais fluviais.

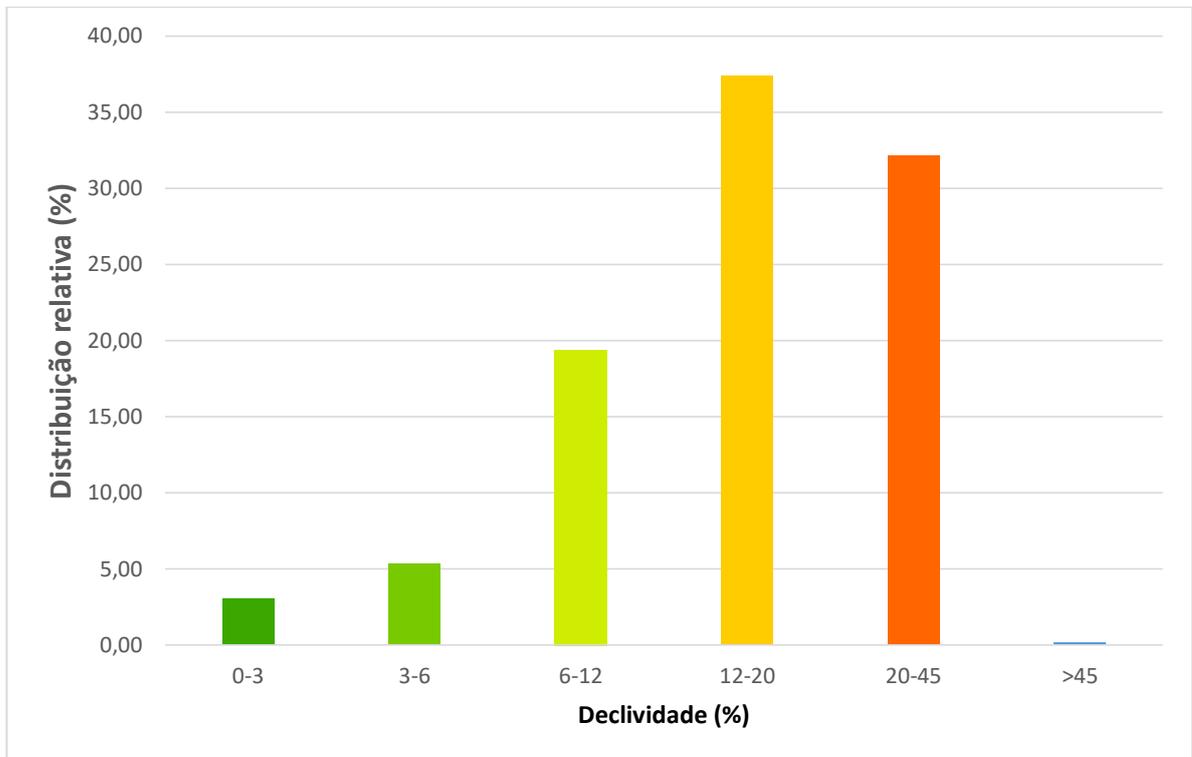


Figura 17- Distribuição percentual das classes de declividades das vertentes.

2.6 Qualidade ambiental dos fragmentos florestais

2.6.1 Obtenção de mapas temáticos

O estudo sobre a qualidade ambiental dos fragmentos florestais remanescentes na bacia do rio Jundiá-Mirim foi realizado para os anos de 1972, 2001 e 2013, por FENGLER, (2014) de acordo com a metodologia desenvolvida por FREITAS (2012) com a determinação de nove indicadores de perturbação ambiental, expressos em nove mapas. Posteriormente os indicadores foram submetidos ao método de análise multicritério de Programação por Compromisso (PC) para a determinação da qualidade ambiental dos fragmentos florestais nas três datas.

Para determinação dos indicadores de perturbação ambiental em 1972, 2001 e 2013 foi necessária à confecção de quatro mapas primários, referentes aos fragmentos florestais, áreas edificadas, malha viária e uso e ocupação do solo na região de borda dos fragmentos florestais, respectivamente para esses três anos. A identificação das feições foi realizada na tela do computador com a delimitação dos objetos através do mouse.

Para obtenção desse mapa faz-se necessário a geração de vários mapas de indicadores ambientais, listados a seguir. A partir desses indicadores realizou-se uma análise multicriterial para obtenção do mapa de qualidade ambiental.

2.6.2 Obtenção dos mapas indicadores de perturbação ambiental

- Mapa de proximidade entre fragmentos florestais e áreas edificadas (**PROXED**)

Realizou-se o cálculo da distância entre os fragmentos florestais e as áreas edificadas para o uso da terra dos anos de 1972, 2001 e 2013. Os valores obtidos foram normalizados entre 0 e 1 com a atribuição o valor 0 ao fragmento florestal em contato direto com áreas urbanas e um aumento gradativo até o valor 1, atribuído a fragmentos florestais com distância igual ou superior a 200m em relação às áreas urbanas.

- Mapa de proximidade entre fragmentos florestais e malha viária (**PROXVIAS**)

Realizou-se o cálculo da distância entre os fragmentos florestais e às vias de acesso (rodovias, estradas pavimentadas e não pavimentadas). Os valores obtidos foram normalizados entre 0 e 1, onde o valor 0 foi atribuído ao fragmento florestal em contato direto com vias de acesso com aumento gradativo até o valor 1, atribuído a fragmentos florestais situados a mais de 200m de distância.

- Mapa de suporte ao desenvolvimento da vegetação nativa (**CAPUSO**)

O suporte ao desenvolvimento da vegetação nativa foi determinado através da sobreposição entre o Mapa de capacidade de uso das terras e o Mapas de fragmentos florestais de 2013. Os fragmentos florestais foram classificados conforme a classe de capacidade de uso da terra em que se situam, quanto menores as restrições do solo em parâmetros como fertilidade, impedimento físico entre outros, mais apto o local para o estabelecimento e desenvolvimento da vegetação nativa. As classes de capacidade de uso foram normalizadas com valores entre 0 e 1 utilizado como referência à Tabela 10.

Tabela 10 - Valores atribuídos às classes de capacidade de uso das terras nas áreas ocupadas pelos fragmentos florestais da bacia do rio Jundiá-Mirim, SP.

Classe	Valores para classificação
IIf	1,0
IIIef	0,8
IIIefp	0,8
IIIf	0,9
IVef	0,7
IVefp	0,6
Va	0,5
VIe	0,4
VIef	0,3
VIefp	0,3
VIIefp	0,1
VIII	0,0

Fonte: FREITAS (2012).

- Mapa de uso e ocupação do solo no entorno dos fragmentos florestais (**BORDA**)

O uso e ocupação do solo no entorno dos fragmentos florestais foi determinado para 1972, 2001 e 2013 em uma margem de 30m ao redor dos fragmentos florestais. As feições de uso e ocupação do solo foram classificadas com os valores da Tabela 11.

Uma margem de 30m foi gerada na parte interna dos fragmentos florestais para determinar o efeito de borda. Os fragmentos foram classificados com a atribuição de valores entre 0 e 1, segundo dois critérios: o tipo de uso e ocupação do solo e a distância da borda. Quanto maior o potencial de perturbação ambiental da classe de uso e ocupação do solo e menor à distância com o fragmento florestal mais próximo de 0 foi o valor atribuído. Quanto menor o potencial de perturbação ambiental da classe de uso e ocupação do solo e maior à distância com o fragmento florestal mais próximo de 1 foi o valor atribuído.

Tabela 11 -Valores atribuídos as classes de uso e ocupação do solo na região de entorno dos fragmentos da bacia do rio Jundiá-Mirim.

Classes de uso e ocupação do solo em 2013	Peso
Agroindústria	1
Culturas agrícolas	0,5
Bosque	0,8
Gramado	0,3
Industrial	0,1
Loteamento industrial	0,1
Loteamento para moradia	0,1
Macega	0,9
Mata	1
Mineração	0,1
Mineração em recuperação	0,2
Moradia de alta densidade	0,1
Moradia de baixa densidade	0,1
Pastagem	0,5
Pastagem com solo exposto	0,3
Pasto sujo	0,6
Piscicultura	1
Reflorestamento	1
Represa	1
Silvipastoril	0,7
Solo exposto	0,1
Várzea	1

Fonte: Adaptação de FREITAS (2012)

- Mapa de intensidade de fragmentação da vegetação nas sub bacias hidrográficas (**IF**)
A intensidade de fragmentação da vegetação nas sub bacias hidrográficas representa a relação entre o número de fragmentos florestais e a área total da sub bacia hidrográfica. O mapas referente ao ano de 2013 foram determinados através da Equação 1.

$$IF = Q/A \quad (1)$$

Onde,

- IF = Intensidade da fragmentação da vegetação;
- Q = Quantidade de fragmentos florestais na sub-bacia hidrográfica;
- A = Área da sub-bacia hidrográfica (hectares).

Os índices obtidos foram normalizados entre 0 e 1 por uma função linear decrescente, sub bacias com menor fragmentação apresentam valores próximos de 1; sub bacias com maior fragmentação apresentam valores próximos de 0.

- Mapa de cobertura vegetal remanescente (**CV**)
A cobertura vegetal remanescente representa a relação entre a área de cobertura natural e a área total da sub bacia hidrográfica. Os mapas referentes aos anos de 1972, 2011 e 2013 foram determinados através da Equação 2.

$$CV = Af/Ab \quad (2)$$

Onde,

- CV = Cobertura vegetal remanescente;
- Af = Área de fragmentos florestais por sub bacias hidrográficas;
- Ab = Área da sub bacia hidrográfica.

Os valores resultantes para cada sub bacia hidrográfica foram normalizados por uma função linear, com a atribuição de valores entre 0 e 1. Em sub bacias com maior porcentagem de área ocupada por vegetação natural atribuiu-se valores próximos à 1. Em sub bacias com baixas porcentagens de sua área ocupada por vegetação natural atribuíram-se valores próximos a 0.

- Mapa de tamanho dos fragmentos florestais (**TAMANHO**)
Para a obtenção dos mapas de tamanho dos fragmentos florestais realizou-se a classificação dos fragmentos florestais em cinco classes conforme sua dimensão (Tabela 12). Associaram-se valores entre 0 e 1, para a normalização, quanto mais próximo de 1 maior a área e quanto mais próximo de 0 menor.

Tabela 12 -Valoração das classes de tamanho dos fragmentos florestais.

Classe	Área (ha)	Valor classificação
Muito pequeno	< 0,50	0,00
Pequeno	0,50 – 1,00	0,25
Médio	1,00 – 5,00	0,50
Bom	5,00 – 20,00	0,75
Adequado	> 20,00	1,00

Fonte: FREITAS (2012).

- Mapa índice de borda dos fragmentos florestais (**INB**)

O índice de borda foi determinado através do cálculo do índice de circularidade dos fragmentos florestais em 1972, 2001 e 2013, sua determinação se deu por meio da Equação 3 (BORGES et al., 2004).

$$Ic = (2 * \sqrt{\pi A}) / L \quad (3)$$

Onde,

- Ic = Índice de circularidade;
- A = Área do fragmento florestal;
- L = Perímetro do fragmento florestal.

O índice de circularidade é adimensional variando entre 0 e 1, onde valores mais próximos de 1 são atribuídos aos fragmentos florestais com formato próximo ao circular e valores mais próximos de 0 formatos mais alongados.

- Mapa de conectividade dos fragmentos florestais (**CONNECT**)

A conectividade foi calculada através do estabelecimento de raio de 175m ao redor de todos os fragmentos florestais. Foram classificados com o valor 0 fragmentos florestais isolados, ausência de fragmentos florestais na região de 175m, e com valor 1 fragmentos florestais conectados, presença de um ou mais fragmentos florestais na região de 175m.

A qualidade ambiental dos fragmentos florestais para os anos de 1972, 2001 e 2013 foi determinada através da análise multicritério de Programação por Compromisso (PC), apresentada na Equação 4.

$$Qff = [(0.099 \times PROXED) + (0.101 \times PROXVIAS) + (0.062 \times CAPUSO) + (0.132 \times BORDA) + (0.124 \times IF) + (0.101 \times CV) + (0.142 \times TAMANHO) + (0.116 \times INB) + (0.124 \times CONNECT)] \quad (4)$$

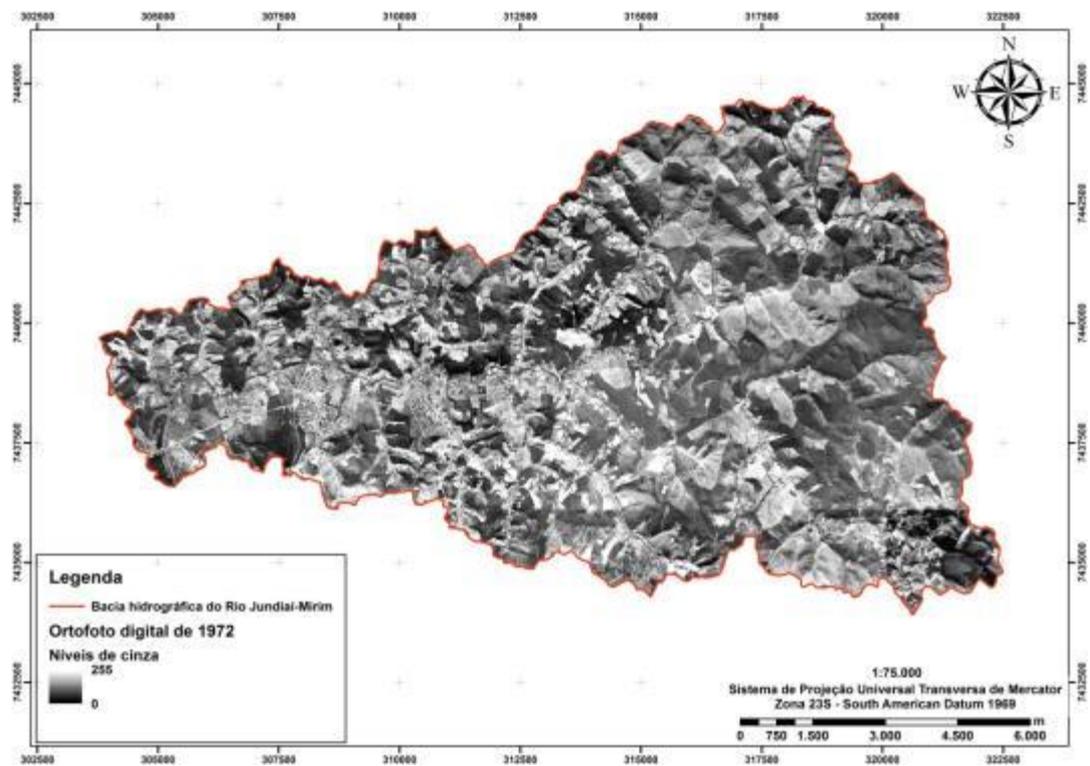
Os pesos da análise multicritério foram determinados por FREITAS (2012) com a aplicação de um questionário as profissionais de diferentes áreas de Geoprocessamento, Conservação do Solo e Recursos Naturais. Os valores obtidos foram normalizados em uma função linear entre os valores 0 a 1 e classificados conforme a Tabela 13.

Tabela 13 – Classes qualidade ambiental dos fragmentos florestais na bacia do rio Jundiá-Mirim, SP.

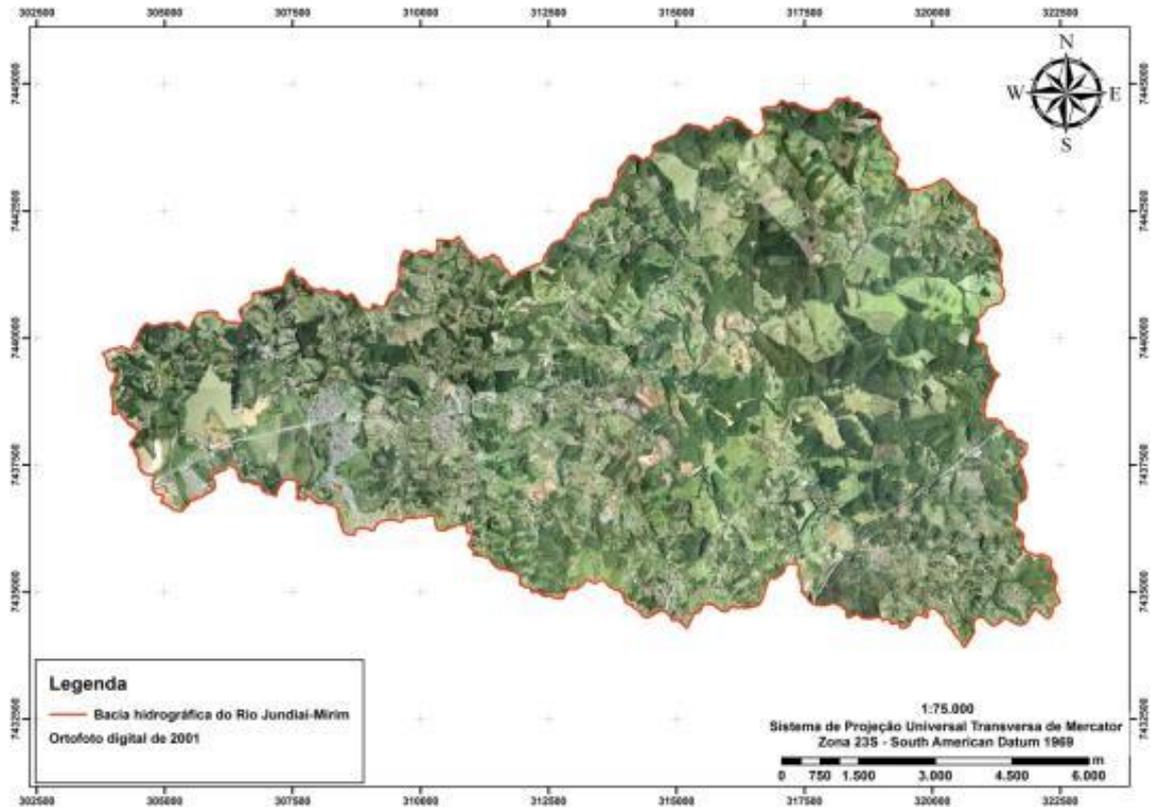
Classe	Valor
Muito Baixa	0 - 0,2
Baixa	0,2 - 0,4
Média	0,4 - 0,6
Alta	0,6 - 0,8
Muito Alta	0,8 - 1,0

Fonte: FREITAS (2012).

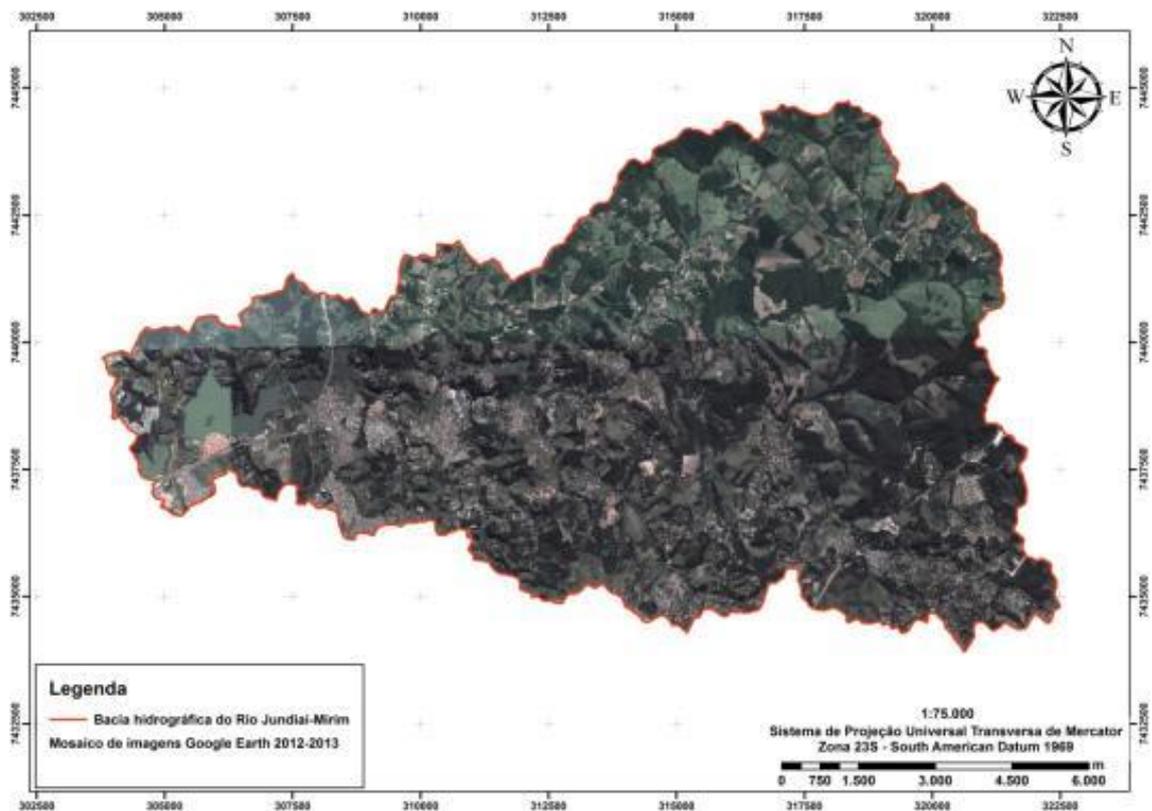
As Figuras 18, 19 e 20 apresentam as imagens digitais da bacia hidrográfica em 1972, 2001 e 2013, respectivamente. Na Figura 18 as áreas edificadas e de solo exposto são representadas em branco, os fragmentos florestais em cinza escuro e as áreas de pastagem e cultivo agrícola em tons de cinza médio e claro. Nas Figuras 19 e 20 as áreas edificadas são representadas pela cor cinza claro, solos expostos pela cor rosa, fragmentos florestais pela cor verde escuro e áreas de pastagem e cultivo agrícola pela cor verde claro.



Fonte: FENGLER. (2014)
Figura 18- Imagem digital de 1972.



Fonte: MORAES et al. (2013)
 Figura 19- Imagem digital de 2001.



Fonte: FENGLER. (2014)
 Figura 20- Imagem digital de 2013.

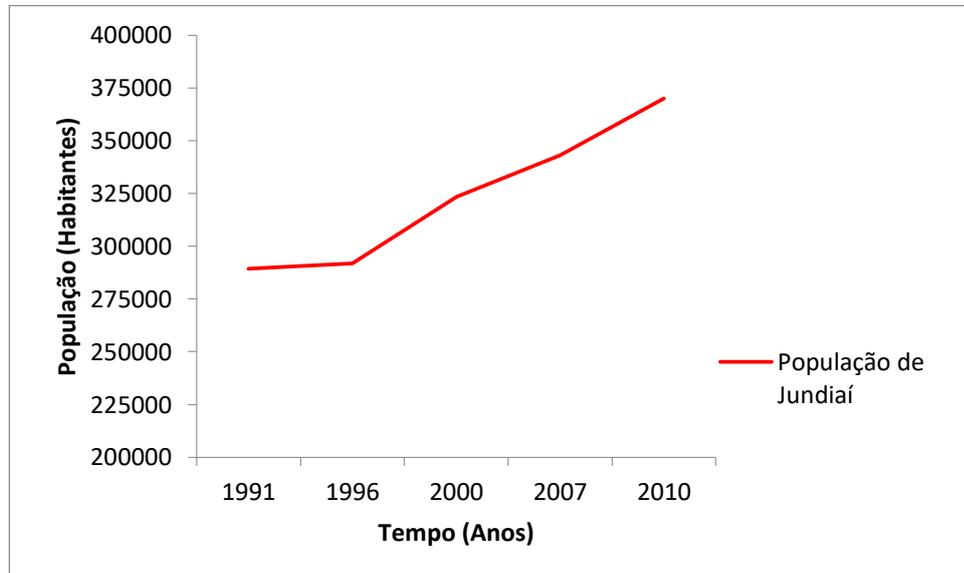
Observa-se que desde 1972 a porção noroeste da bacia hidrográfica, ocupada pelo município de Jarinu, apresenta os fragmentos florestais de maior dimensão. Às áreas com maior

ocupação urbana estão localizadas nas áreas ocupadas pelos municípios de Jundiá e Campo Limpo Paulista. Nota-se a ausência da represa de captação de água na porção sudeste da bacia hidrográfica em 1972.

A região a noroeste da bacia hidrográfica apresenta predominância de áreas agrícola, constituído parte da zona rural do município de Jarinu. A localização da bacia hidrográfica na região central da megametrópole paulista tem contribuído para a conversão das áreas rurais em áreas urbanas, dada a grande pressão do mercado imobiliário e industrial.

A situação mostra a vulnerabilidade de Jundiá frente a alterações das áreas agrícolas de Jarinu, visto os impactos ambientais oriundos das áreas urbanas podem comprometer significativamente a disponibilidade e qualidade da água, uma vez que essa região constitui a área de cabeceiras da bacia hidrográfica.

A situação é mais agravante quando observamos o crescimento da população de Jundiá (Figura 21) e a conseqüente maior demanda de água. A criação do reservatório pela administração pública e a transposição das águas do Rio Atibaia, para complementar as vazões do Rio Jundiá-Mirim, já mostram uma situação de demanda superior à capacidade de produção de água da bacia hidrográfica.



Fonte: IBGEa (2014)

Figura 21- Evolução da população de Jundiá entre 1991 e 2010.

2.6.3 Mapas Primários

2.6.3.1 Áreas edificadas

As Figuras 22, 23 e 24 mostram a evolução das áreas edificadas entre 1972 e 2013, é notável a expansão das áreas edificadas, sobretudo no período entre 1972 e 2001.

Observou-se um aumento de 429,3%, passando de 408,2 ha em 1972, para 1803,5 ha em 2001 e 2160,3 ha em 2013. O período de maior expansão corresponde ao entre 1972 e 2001, com 341,9% de aumento. Entre 2001 e 2013 a expansão é menor correspondendo a 19,8%.

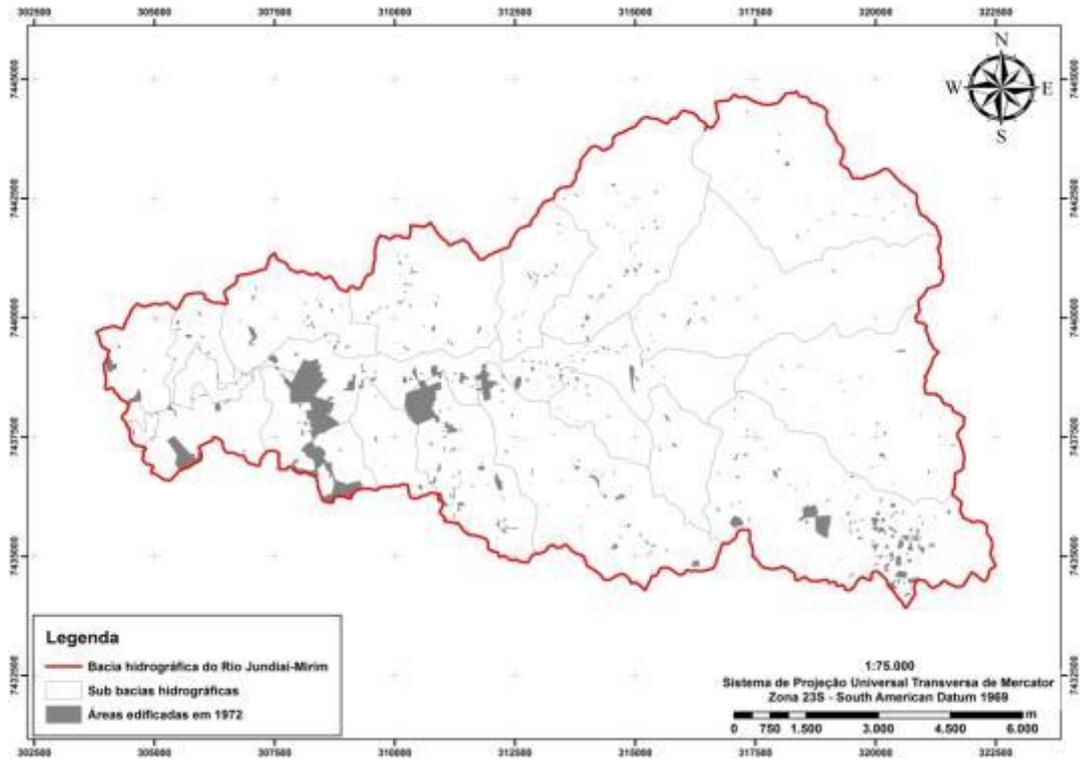


Figura 22- Mapas de áreas edificadas de 1972.

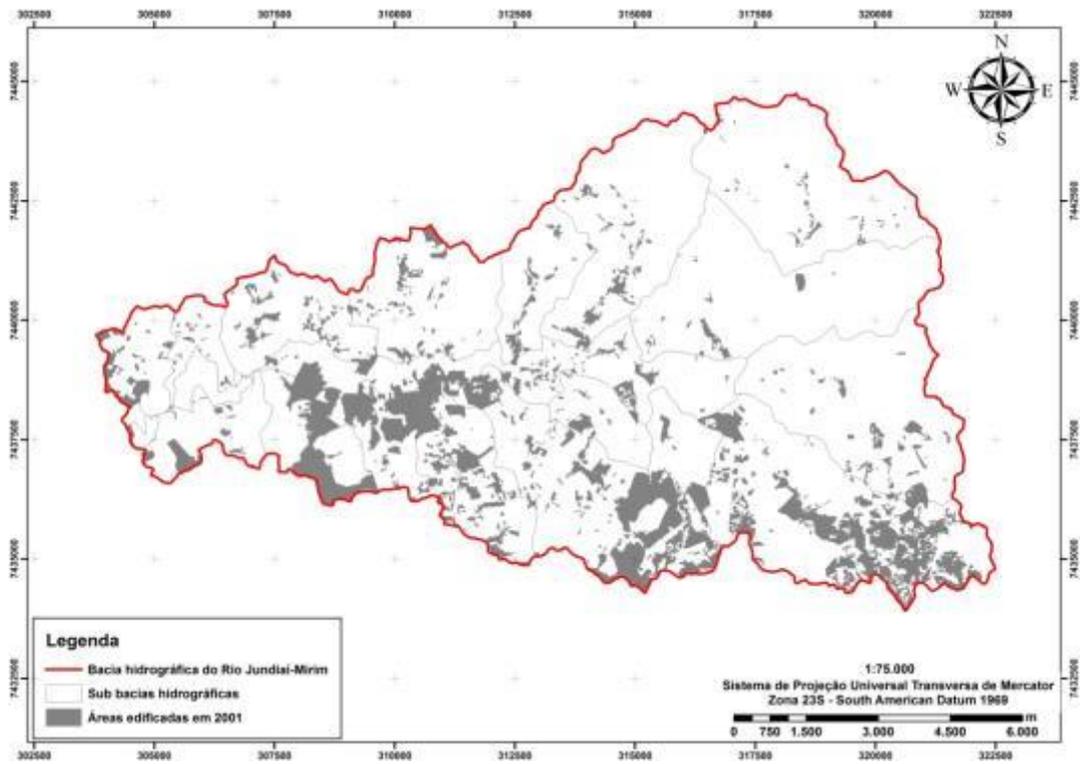


Figura 23- Mapa de áreas edificadas de 1972.

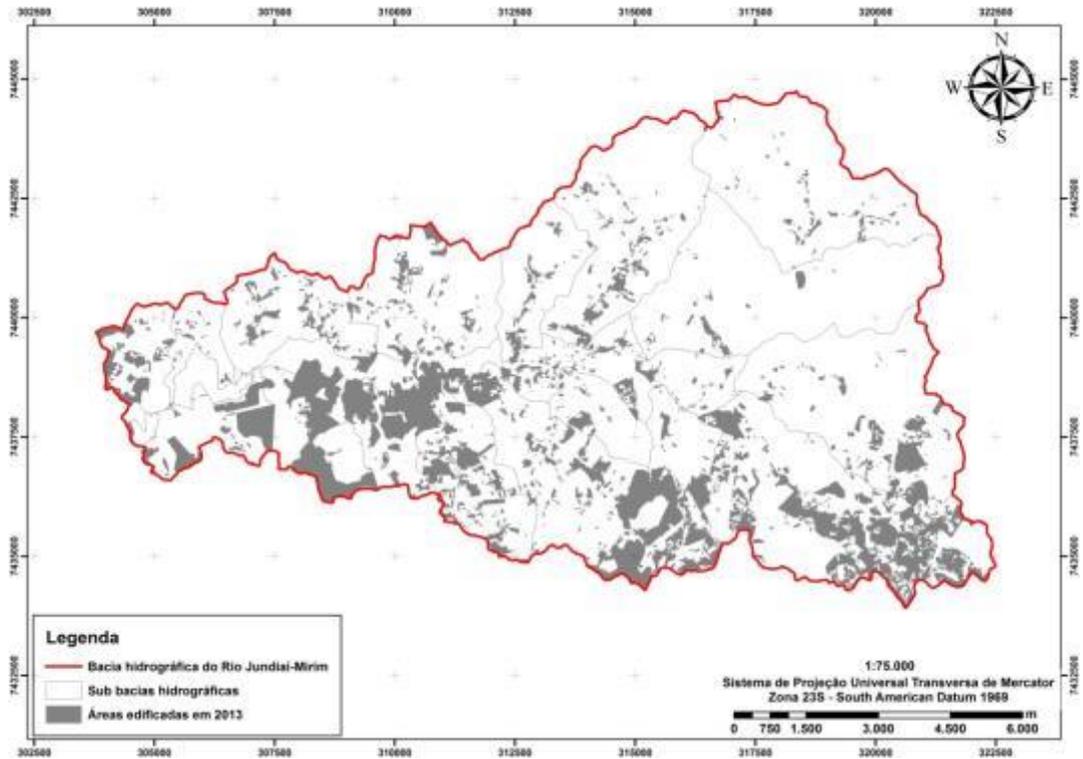


Figura 24- Mapas de áreas edificadas de 2013.

Na Figura 25 é possível identificar a tendência linear de expansão das áreas edificadas, a mesma tendência linear é observada nos dados populacionais da região (Figuras 25, 26, 27 e 28). Em um cenário hipotético de crescimento no ano 2230 toda área da bacia hidrográfica estaria ocupada por edificações.

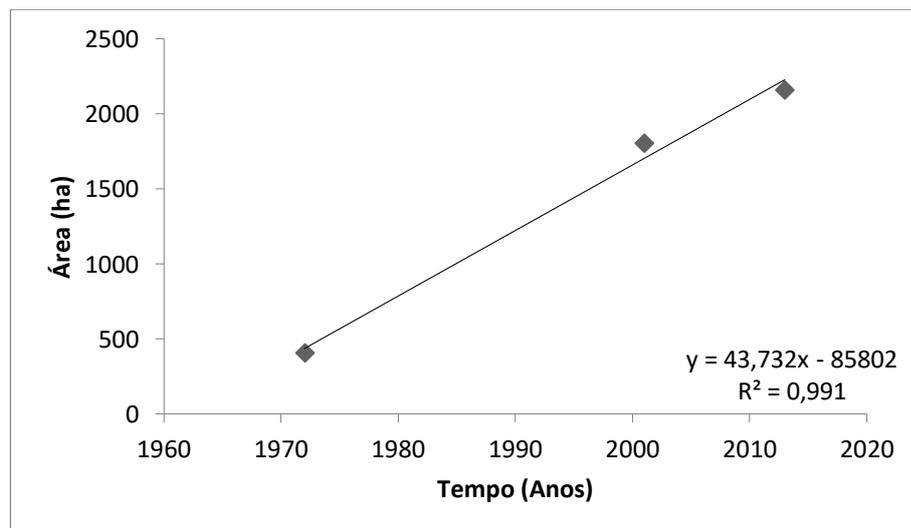
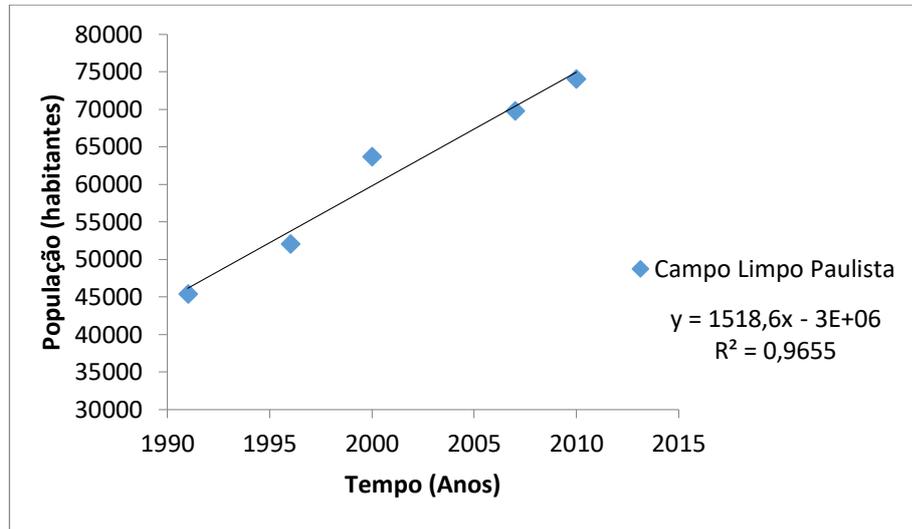
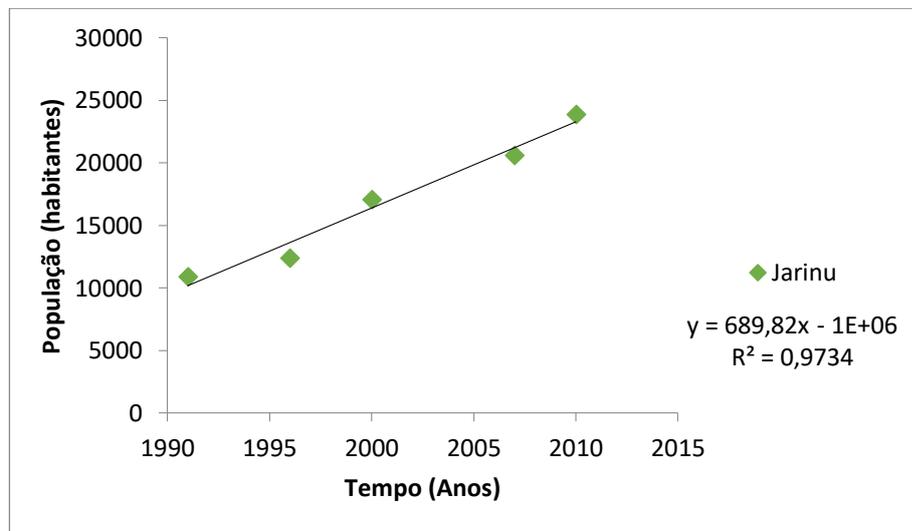


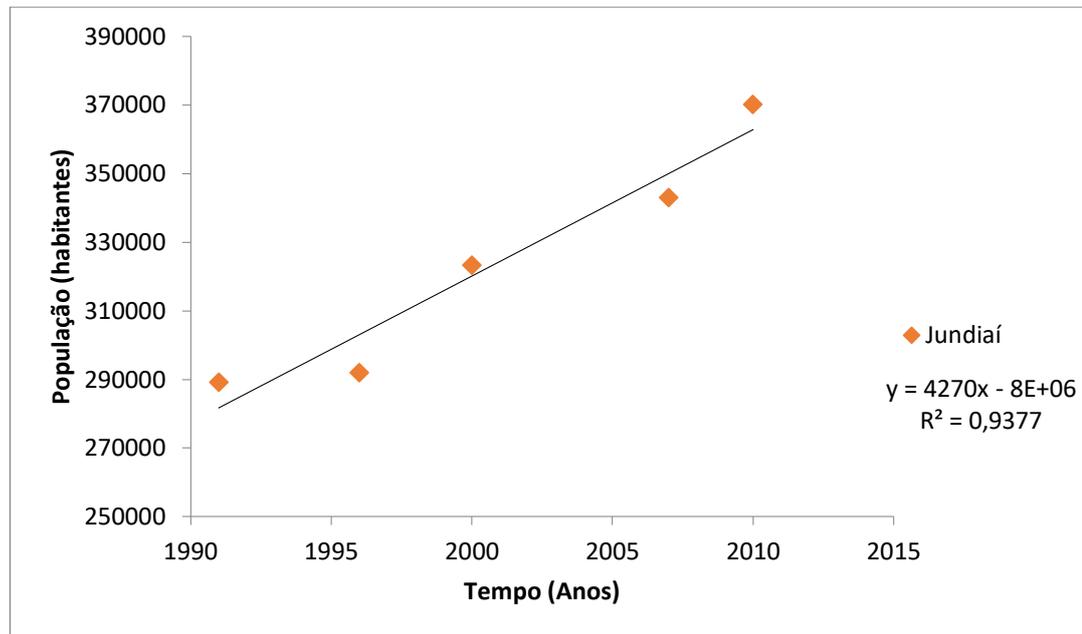
Figura 25- Tendência de aumento das áreas edificadas.



Fonte: IBGEb (2014)
Figura 26- Tendência de aumento da população de Campo Limpo Paulista.



Fonte: IBGEc (2014)
Figura 27- Tendência de aumento da população de Jarinu.



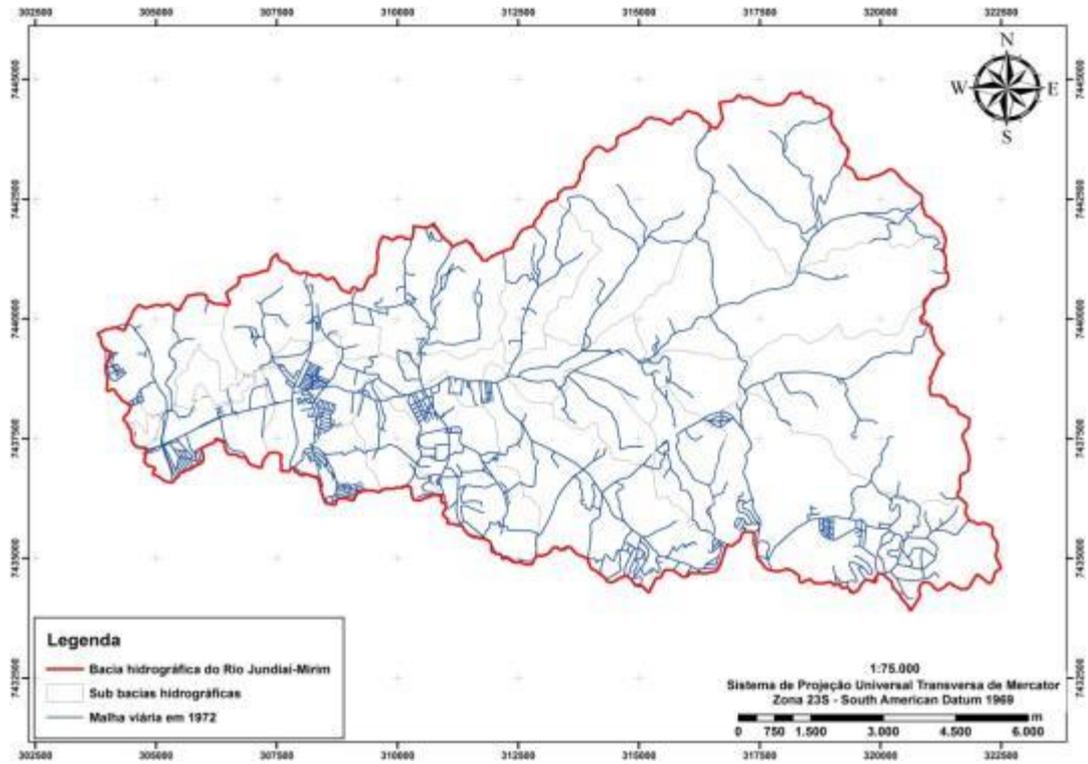
Fonte: IBGEa (2014)

Figura 28- Tendência de aumento da população de Jundiaí.

O processo de ocupação ocorreu com maior intensidade nas regiões ocupadas pelos municípios de Jundiaí e Campo Limpo Paulista, onde o crescimento populacional e o processo de urbanização são mais intensos. A porção ocupada por Jarinu apresentou menor aumento, dada sua localização afastada dos centros urbanos de Jundiaí, Campo Limpo Paulista e Jarinu.

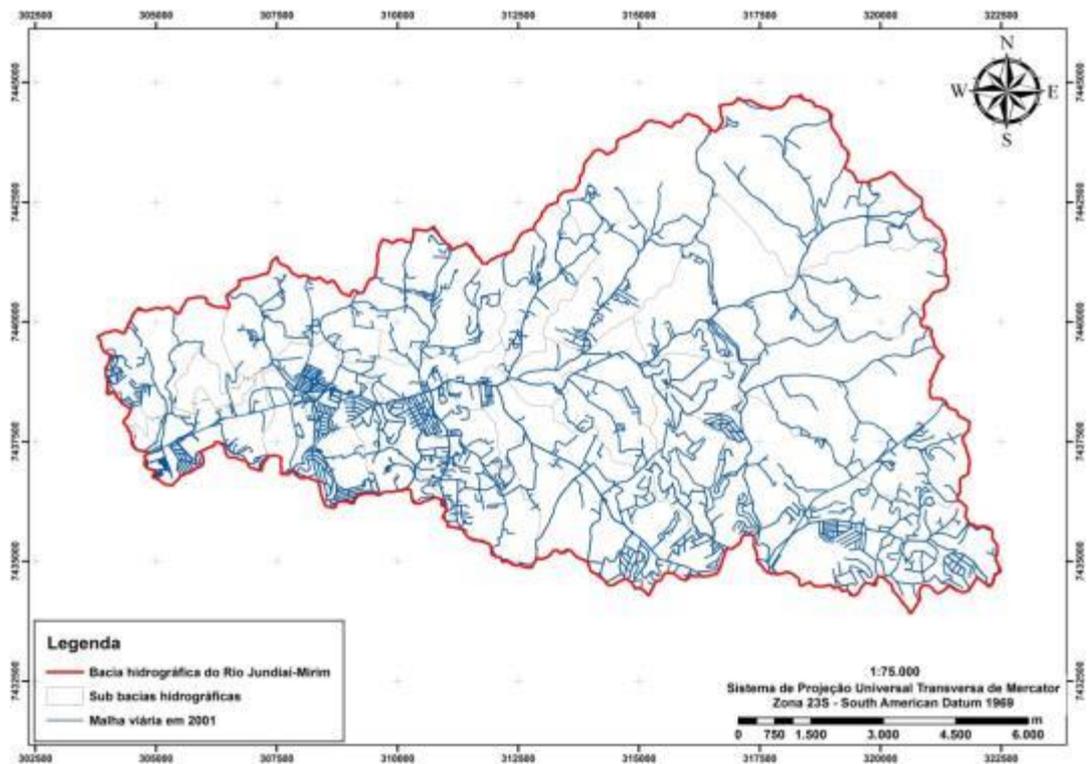
2.6.3.2 Malha viária

Nas Figuras 29, 30 e 31 são apresentados os resultados do estudo evolutivo da malha viária. Ao longo do período de análise observou-se o aumento das ramificações das vias a partir das estradas principais. Entre 1972 e 2013 as vias de acesso apresentaram aumento de 232,3%, sendo o período de maior expansão corresponde ao entre 1972 e 2001, com 214,3%, e o de menor entre 2001 e 2013, com 5,7%.



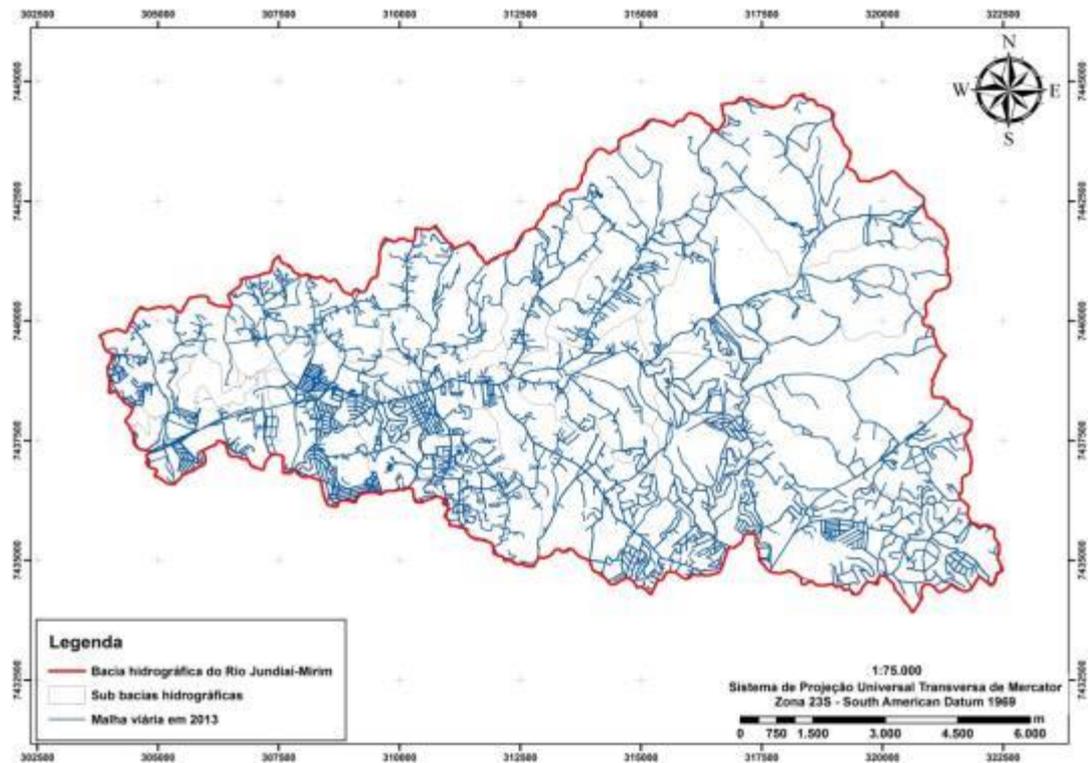
Fonte: FENGLER (2014)

Figura 29- Mapa de malha viária de 1972.



Fonte: FENGLER (2014)

Figura 30- Mapa de malha viária de 2001.



Fonte: FENGLER (2014)

Figura 31- Mapa de malha viária de 2013.

A Figura 32 mostra a tendência de crescimento da malha viária, evidencia-se que expansão tende a se estabilizar com o tempo. A associação com a tendência observada na evolução das áreas edificadas indica um provável cenário futuro de congestionamentos.

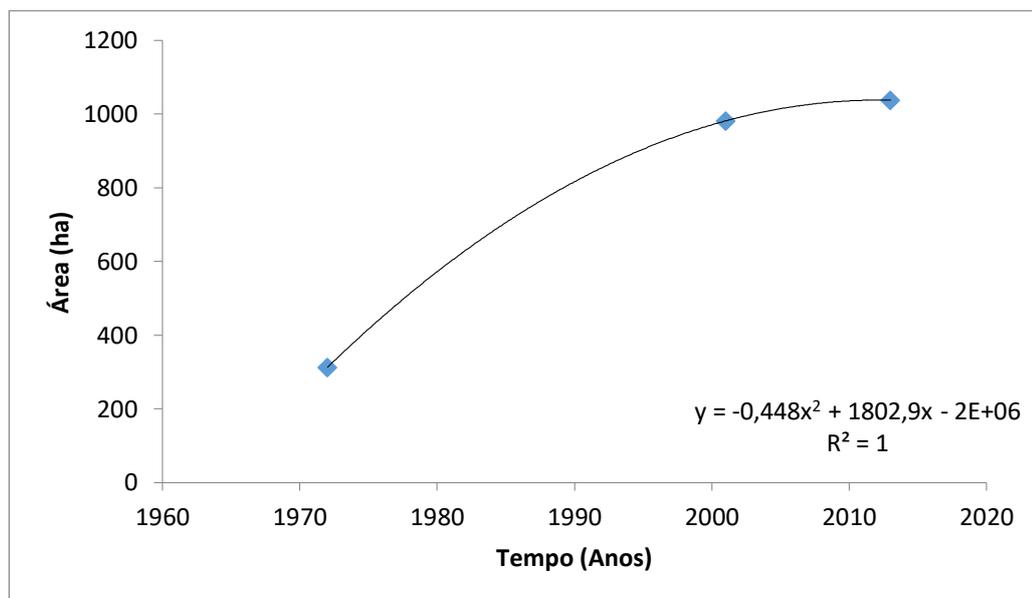


Figura 32- Tendência de crescimento da malha viária.

Os mapas mostram que a expansão das áreas edificadas ocorre após as ramificações da malha viária. LEVINSON & CHEN (2006) observaram em um estudo realizado nos municípios de Minneapolis e St. Paul nos EUA, que áreas agrícolas e florestais com a presença de vias

próximas tendem a apresentar maior probabilidade de conversão em áreas de moradia e industriais, uma vez que o processo de construção civil é facilitado com a expansão das vias de acesso.

Identificou-se a expansão das vias na região da bacia hidrográfica ocupada pelo município de Jarinu, indicando um possível cenário futuro de ocupação urbana. Ressalta-se a importância da gestão participativa entre Campo Limpo Paulista, Jarinu e Jundiá para o controle do processo de ocupação da bacia hidrográfica, com a prevenção da substituição das áreas florestais e agrícolas através de políticas públicas de preservação florestal e valorização da agricultura.

As tendências observadas constituem uma ameaça aos recursos hídricos da bacia hidrográfica. POELMANS et al. (2010) explicam que o processo de impermeabilização do solo, por edificações, estadas estacionamentos e a rede de drenagem pluvial promovem modificações significativas nos componentes do ciclo hidrológico, alterando os fluxos de evapotranspiração, escoamento superficial e recarga do lençol freático. Os autores identificaram na bacia hidrográfica de Flanders-Brussels, localizada na costa Oeste da Europa, que o processo de ocupação da região entre 1976 e 200 promoveu um aumento de 20% no escoamento superficial anual, 1,5% de redução na evapotranspiração e 3% de diminuição do lençol freático. Na simulação de cenários pessimistas os autores chegaram a 77% de aumento no escoamento superficial, 4,5% de redução na evapotranspiração e 12% de diminuição do lençol freático.

Com o crescimento da demanda de água por parte da população de Jundiá qualquer cenário de diminuição da disponibilidade de água é crítico. Os resultados revelam um intenso processo de ocupação urbana que não condiz com a necessidade de preservação dos recursos hídricos da bacia hidrográfica.

2.6.3.3 Uso e ocupação do solo na borda dos fragmentos florestais

As Figuras 33, 34 e 35 mostram a evolução do uso e ocupação do solo na borda dos fragmentos florestais em 1972, 2001 e 2013. As Tabelas 14, 15 e 16 mostram a área ocupada por cada classe de uso e ocupação do solo nas respectivas datas. Os valores totais apresentam diferenças dadas às modificações na dimensão e disposição dos fragmentos florestais em cada período.

Os resultados mostram o processo de urbanização das regiões próximas aos fragmentos florestais. Em 1972 a região de borda apresentava predominância de classes ligadas à agricultura e pecuária (83,9% da área total). No ano de 2001 observa-se uma diminuição de 15,4% nas áreas rurais e o aumento de 18,6% das áreas industriais, de moradia e loteamentos. Em 2013 o processo de urbanização avançou 5,9%, com redução de 21,3% das áreas rurais.

As tendências observadas indicam o processo de êxodo rural na bacia hidrográfica, com a conversão das áreas voltadas a agricultura e pecuária em áreas de moradia e loteamentos.

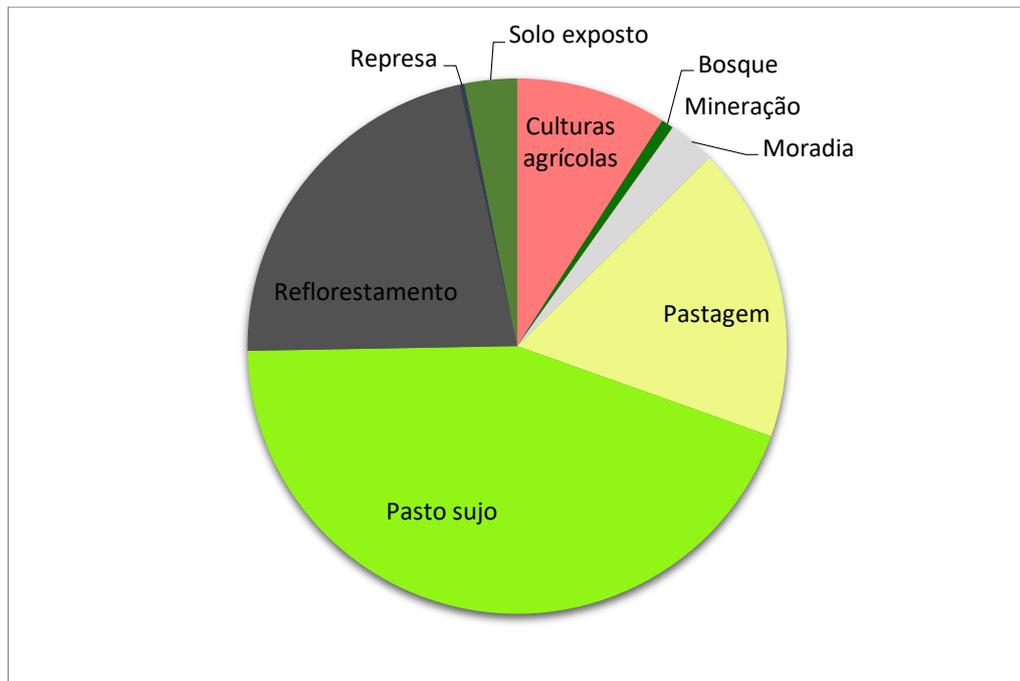


Figura 33- Classes de uso e ocupação do solo na borda dos fragmentos florestais em 1972.

Tabela 14 – Classes de uso e ocupação do solo na borda dos fragmentos florestais em 1972.

Classes de uso e ocupação do solo em 1972	Área (ha)	Área (%)
Culturas agrícolas	168,6	9,0
Bosque	13,8	0,7
Mata	0,0	0,0
Mineração	0,4	0,0
Moradia	52,0	2,8
Pastagem	333,1	17,9
Pasto sujo	824,7	44,2
Reflorestamento	406,9	21,8
Represa	5,9	0,3
Solo exposto	58,4	3,1

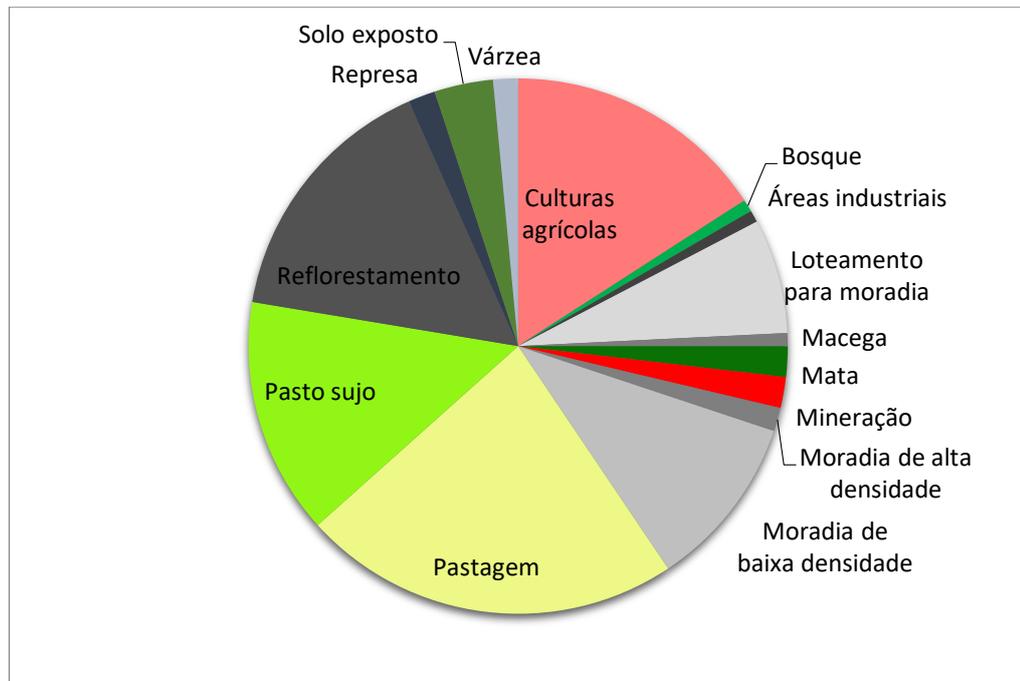


Figura 34– Classes de uso e ocupação do solo na borda dos fragmentos florestais em 2001.

Tabela 15 – Classes de uso e ocupação do solo na borda dos fragmentos florestais em 2001.

Classes de uso e ocupação do solo em 2001	Área (ha)	Área (%)
Culturas agrícolas	269,6	15,8
Bosque	12,5	0,7
Áreas industriais	12,2	0,7
Loteamento para moradia	117,7	6,9
Macega	13,4	0,8
Mata	31,3	1,8
Mineração	31,8	1,9
Moradia de alta densidade	24,2	1,4
Moradia de baixa densidade	178,2	10,5
Pastagem	386,7	22,7
Pasto sujo	243,3	14,3
Reflorestamento	267,4	15,7
Represa	27,8	1,6
Solo exposto	59,9	3,5
Várzea	25,4	1,5

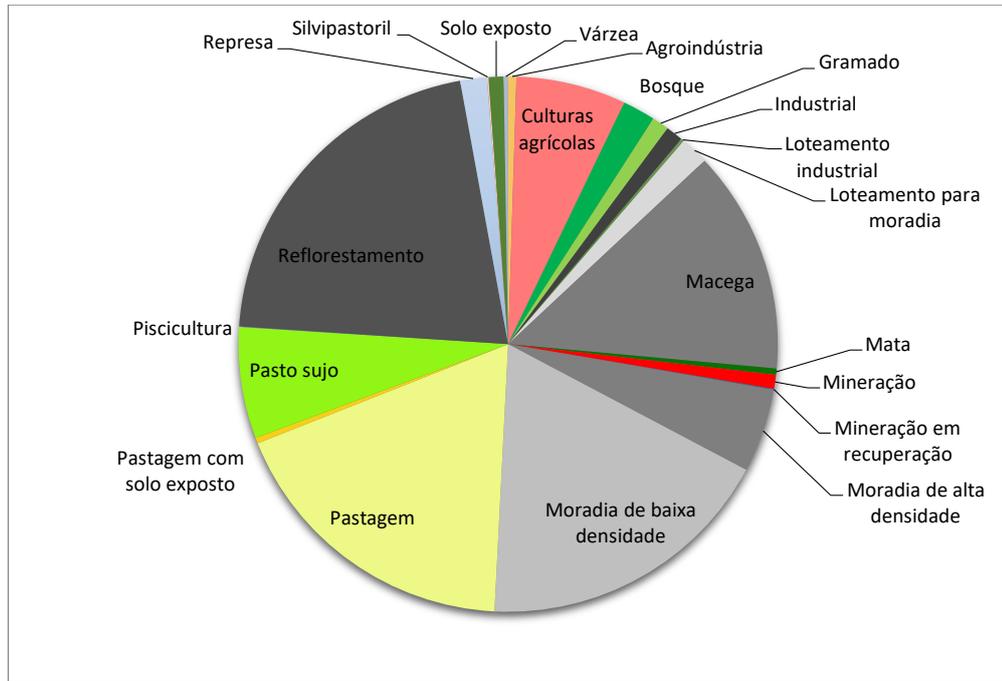


Figura 35- Classes de uso e ocupação do solo na borda dos fragmentos florestais em 2013.

Tabela 16 – Classes de uso e ocupação do solo na borda dos fragmentos florestais em 2013.

Classes de uso e ocupação do solo em 2013	Área (ha)	Área (%)
Agroindústria	9,6	0,5
Culturas agrícolas	128,7	6,6
Bosque	38,2	2,0
Gramado	19,9	1,0
Industrial	20,2	1,0
Loteamento industrial	3,5	0,2
Loteamento para moradia	33,2	1,7
Macega	262,6	13,5
Mata	7,3	0,4
Mineração	16,5	0,8
Mineração em recuperação	1,0	0,1
Moradia de alta densidade	98,5	5,1
Moradia de baixa densidade	351,5	18,0
Pastagem	353,9	18,1
Pastagem com solo exposto	6,8	0,3
Pasto sujo	131,0	6,7
Piscicultura	0,6	0,0
Reflorestamento	411,2	21,1
Represa	31,2	1,6
Silvipastoril	1,8	0,1
Solo exposto	17,4	0,9
Várzea	5,2	0,3

Fonte: FENGLER (2014)

2.6.3.4 *Remanescentes florestais*

As Figuras 36, 37 e 38 mostram a evolução dos remanescentes florestais nos períodos compreendidos entre 1972 à 2001, 2001 à 2013 e 1972 à 2013. A classe “mata remanescente” corresponde aos fragmentos florestais que permaneceram inalterados durante o período de análise. A classe “áreas desmatadas” correspondem às regiões ocupadas por outras classes de uso e ocupação do solo e a classe “mata regenerante” compreende as áreas que voltaram a constituir fragmentos florestais, seja pelo processo de regeneração natural como pelo antrópico.

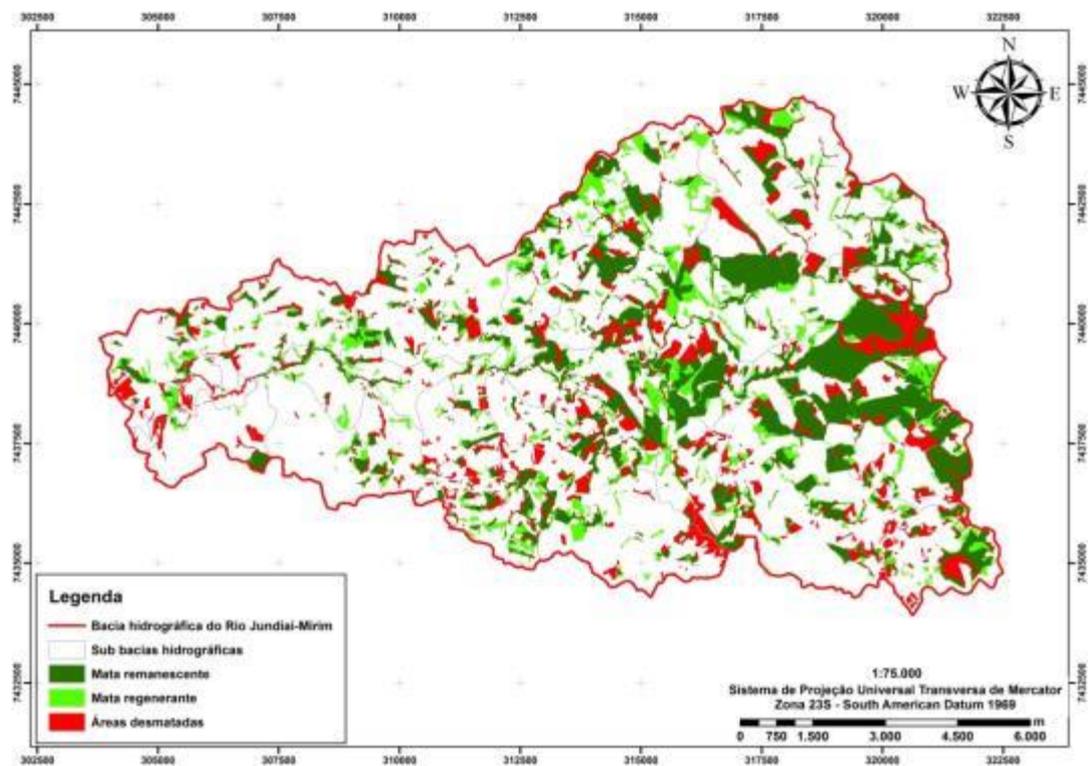
No período 46,2% dos fragmentos florestais existentes em 1972 foram convertidos em outras classes de uso e ocupação do solo, 56,1% constituem remanescentes do processo de ocupação da bacia hidrográfica e 44,0% fragmentos florestais resultantes do processo de regeneração (Tabela 17). As taxas de desmatamento e regeneração anual correspondem a 33,7 e 32,0 ha/ano respectivamente.

O período com maior porcentagem de áreas desmatadas e regenerantes corresponde ao entre 1972 e 2001, dado o lapso temporal de 29 anos. Observaram-se taxas de 38,4 ha/ano para o desmatamento e 31,6 ha/ano para regeneração.

Entre 2001 e 2013 identificaram-se as maiores taxas, de 39,2 ha/ano para desmatamento e 55,0 ha/ano para regeneração. Os resultados revelam que o processo de desmatamento é contínuo na série histórica e se mantém no período recente, com ligeira intensificação.

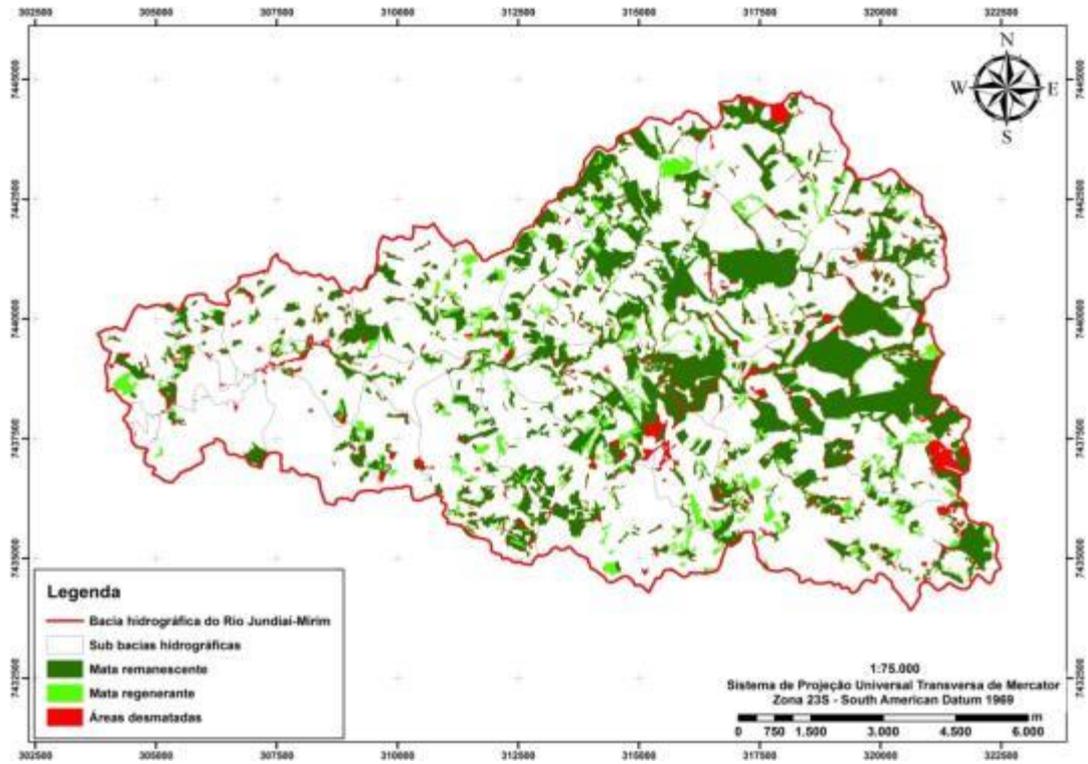
Tabela 17 - Balanço dos remanescentes florestais entre 1972 e 2013.

Evolução da vegetação	Balanço entre 2001		1972 e 2013		Balanço entre 2001 e 2013		1972 e 2013	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
<i>Mata regenerante</i>	916,0	32,7	660,5	22,1	1313,5	44,0		
<i>Mata remanescente</i>	1882,0	67,3	2327,7	77,9	1674,7	56,1		
<i>Áreas desmatadas</i>	1114,0	39,8	470,2	15,7	1381,9	46,2		



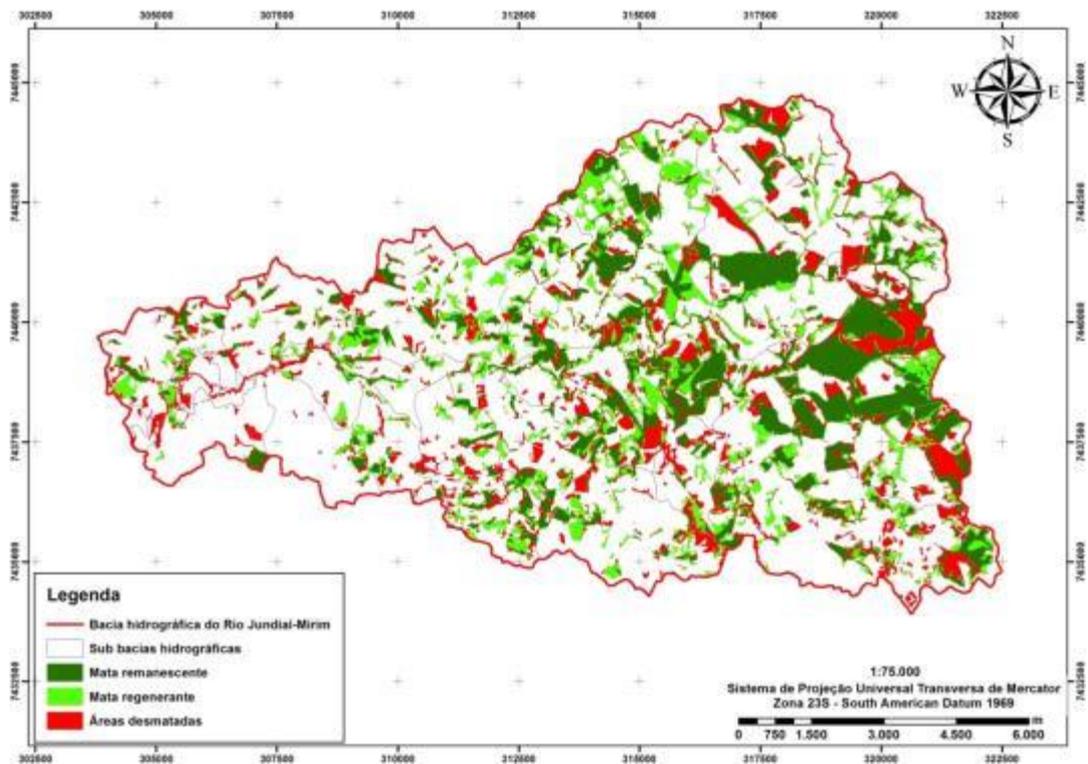
Fonte: FENGLER (2014)

Figura 36- Evolução dos remanescentes florestais entre 1972 e 2001.



Fonte: FENGLER (2014)

Figura 37- Evolução dos remanescentes florestais entre 2001 e 2013.



Fonte: FENGLER (2014)

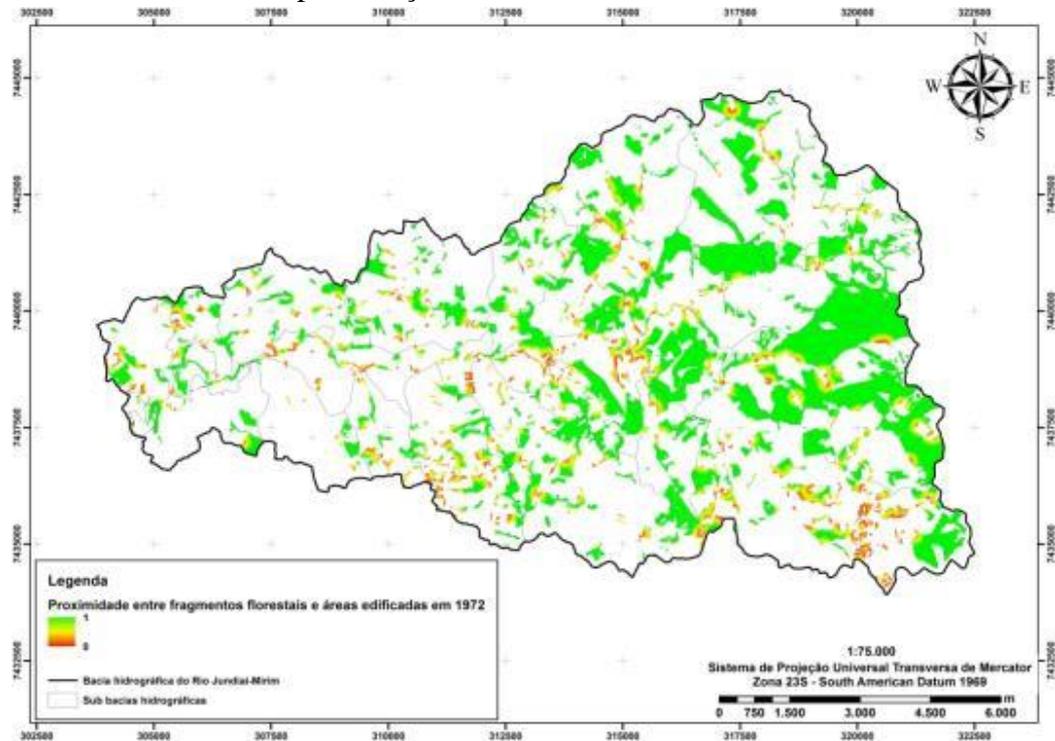
Figura 38- Evolução dos remanescentes florestais entre 1972 e 2013.

2.6.4 Indicadores de Perturbação Ambiental

A seção apresenta a evolução dos nove indicadores de perturbação ambiental que são integrados para a obtenção da qualidade ambiental dos fragmentos florestais, em 1972, 2001 e 2013. Os indicadores mostram nas áreas florestais os diferentes níveis de perturbação consequentes do uso e ocupação da bacia hidrográfica. Sua análise possibilitou verificar a coerência dos Mapas de qualidade ambiental dos fragmentos florestais gerados para os respectivos períodos por meio da Análise Multicritério.

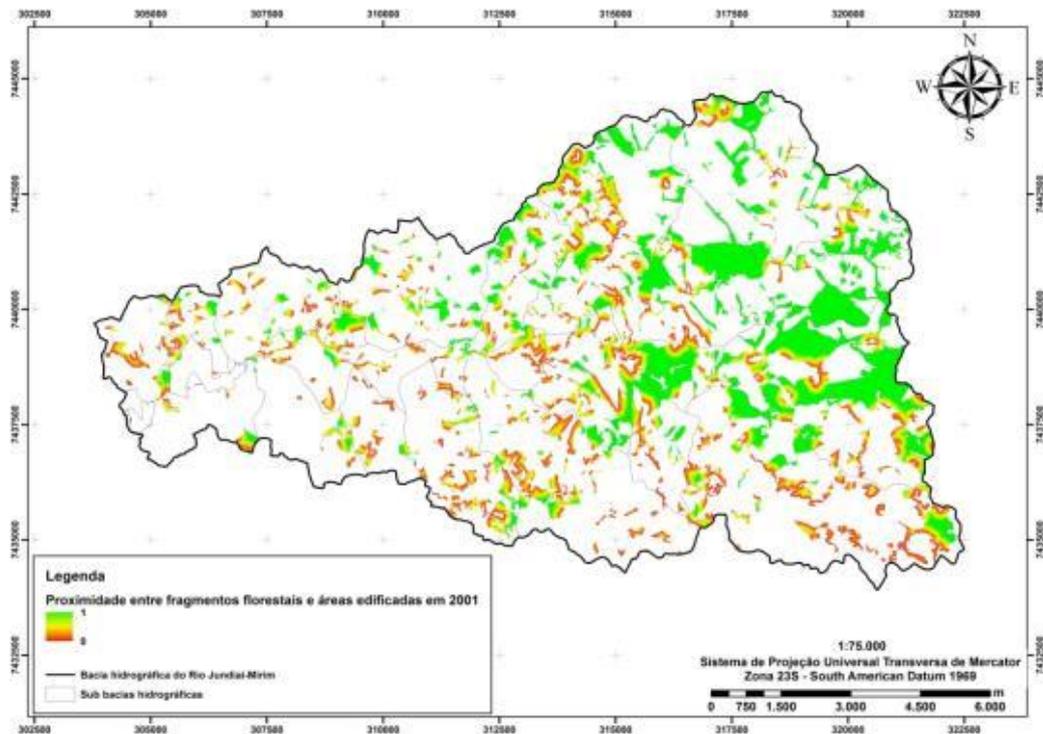
2.6.4.1 Proximidade entre fragmentos florestais e áreas edificadas

As Figuras 39, 40 e 41 mostram a evolução do indicador que relaciona a perturbação ambiental com a proximidade entre fragmentos florestais e áreas edificadas. O indicador estabelece que quanto maior a proximidade com as áreas edificadas, maior a perturbação ambiental das áreas florestais, considerando que em distâncias superiores a 200m não existem efeitos sobre a vegetação natural. São apresentados apenas os fragmentos florestais de cada período e os valores entre 0 e 1 denotam o nível de perturbação ambiental em seu interior, quanto menor o valor maior a perturbação ambiental.



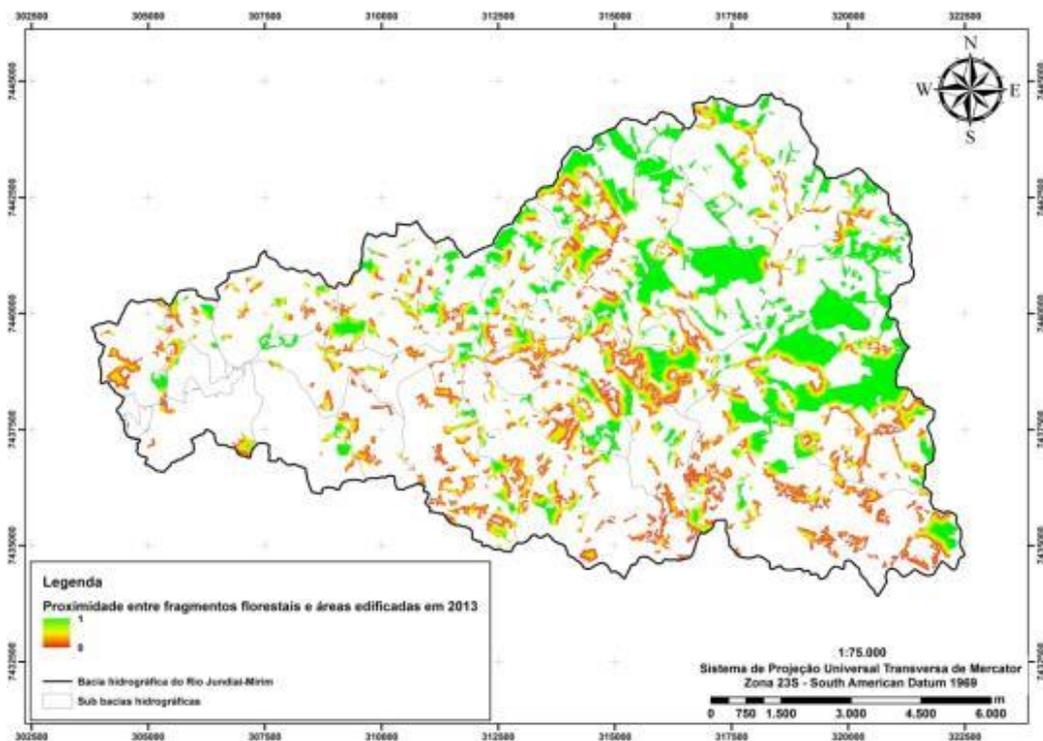
Fonte: FENGLER (2014)

Figura 39- Mapa de proximidade entre fragmentos florestais e áreas edificadas de 1972.



Fonte: FENGLER (2014)

Figura 40- Mapa de proximidade entre fragmentos florestais e áreas edificadas de 2001.



Fonte: FENGLER (2014)

Figura 41 – Mapa de proximidade entre fragmentos florestais e áreas edificadas de 2013.

As Figuras 30, 31 e 32 apresentam as distribuições de frequência para cada data, os valores estão expressos em porcentagem da área total dos fragmentos florestais. Os resultados mostram duas tendências caracterizando os períodos, em 1972 as áreas edificadas se encontravam afastadas dos fragmentos florestais (Figura 42) enquanto em 2001 e 2013 se encontram próximas (Figuras

43 e 44). Evidencia-se ao longo do tempo o acúmulo de uma maior quantidade de valores próximos a 0.

Os fragmentos florestais distantes com distância superior a 200m das áreas edificadas, que assumem o valor 1, apresentaram diminuição, passando de 69,8% em 1972 para 43,0% em 2001 e 36,7% em 2013. Os resultados revelam a ocupação das regiões próximas aos fragmentos florestais por áreas edificadas.

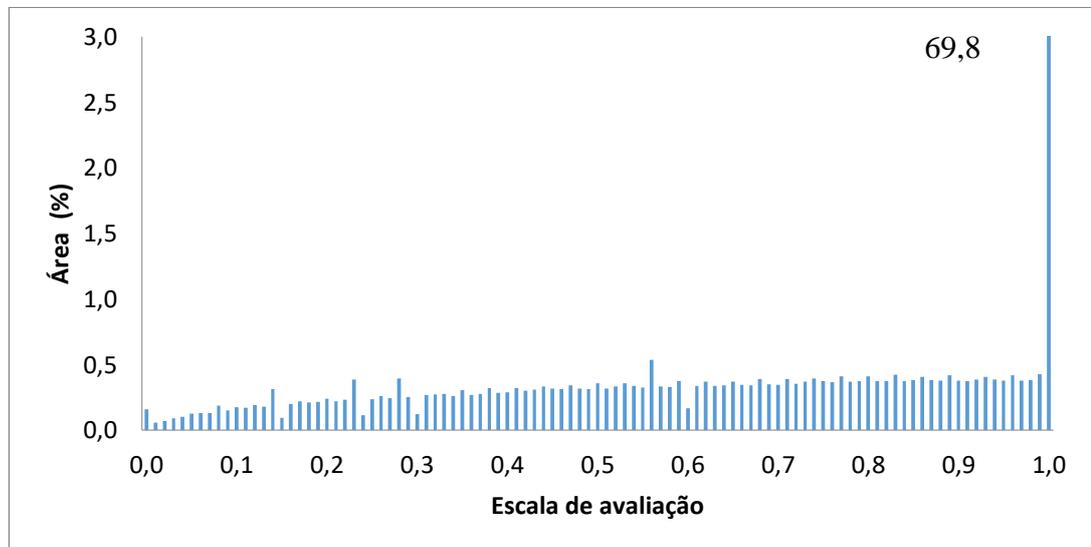


Figura 42- Distribuição de frequências do Mapa de distância entre fragmentos florestais e áreas edificadas de 1972.

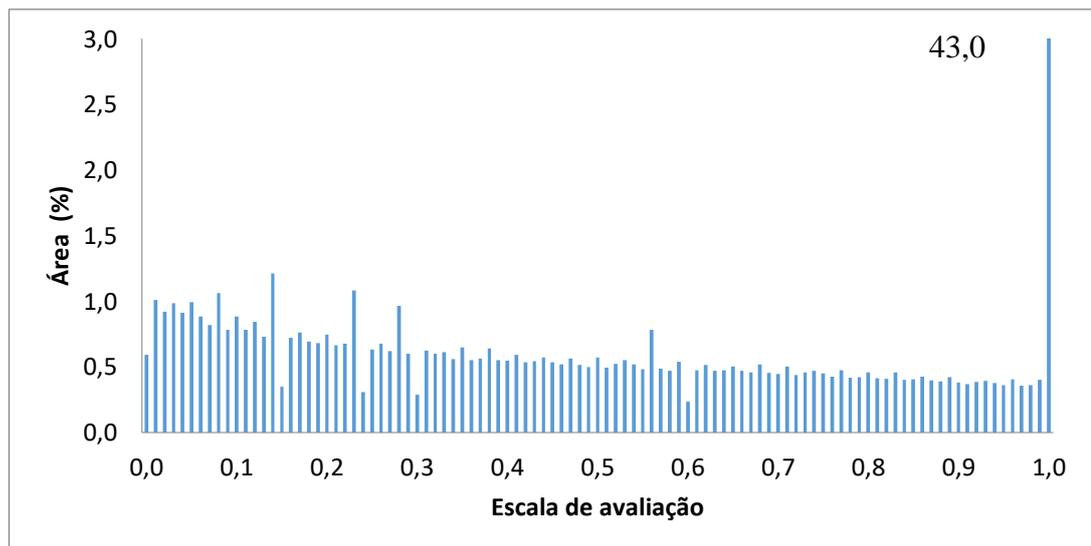


Figura 43- Distribuição de frequências do Mapa de distância entre fragmentos florestais e áreas edificadas de 2001.

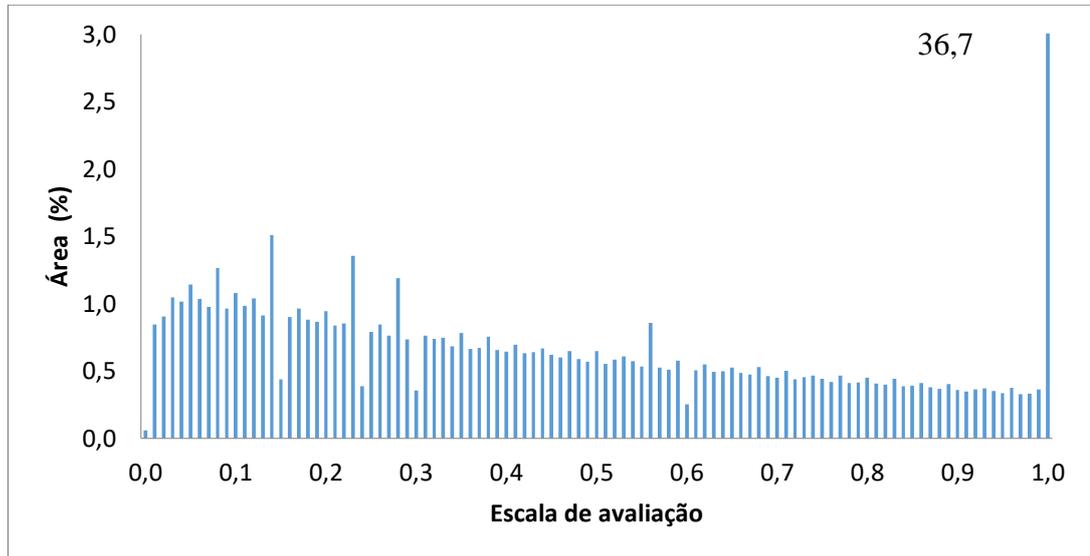


Figura 44- Distribuição de frequências do Mapa de distância entre fragmentos florestais e áreas edificadas de 2013.

2.6.4.2 Proximidade entre fragmentos florestais e malha viária

As Figuras 45, 46 e 47 mostram os Mapas de proximidade entre fragmentos florestais e malha viária. O indicador estabelece que quanto maior a proximidade com a malha viária, maior a perturbação ambiental das áreas florestais, assumindo que em distâncias superiores a 200m não existem efeitos sobre a vegetação natural.

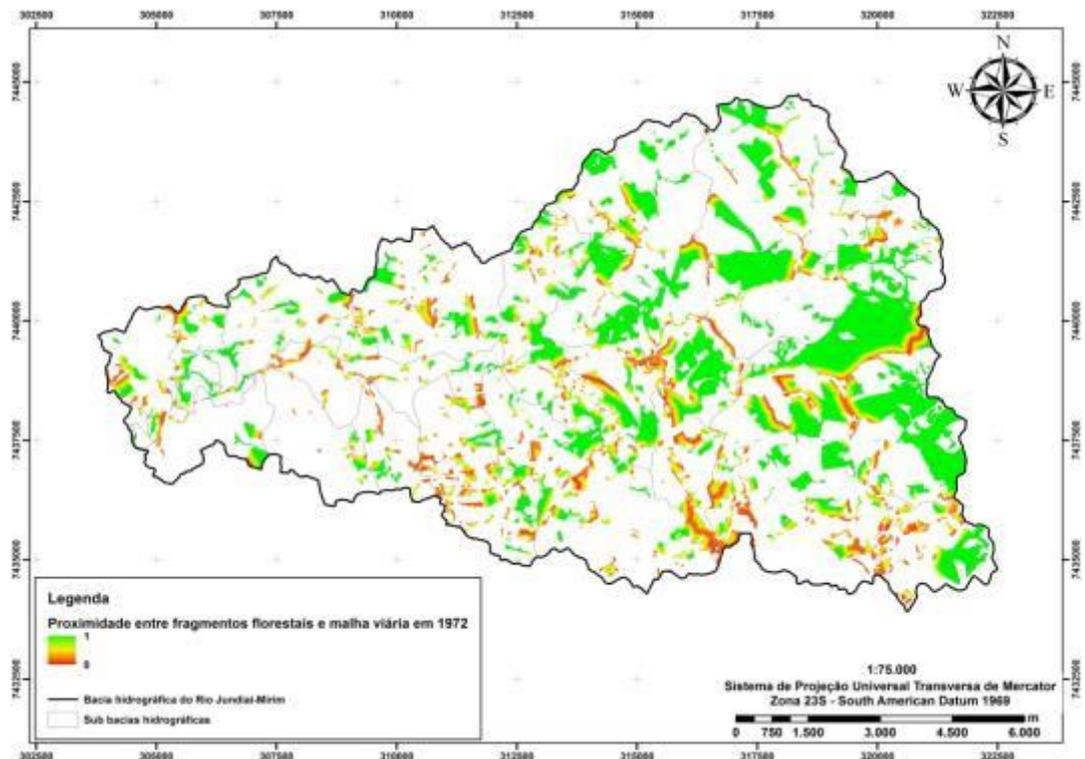
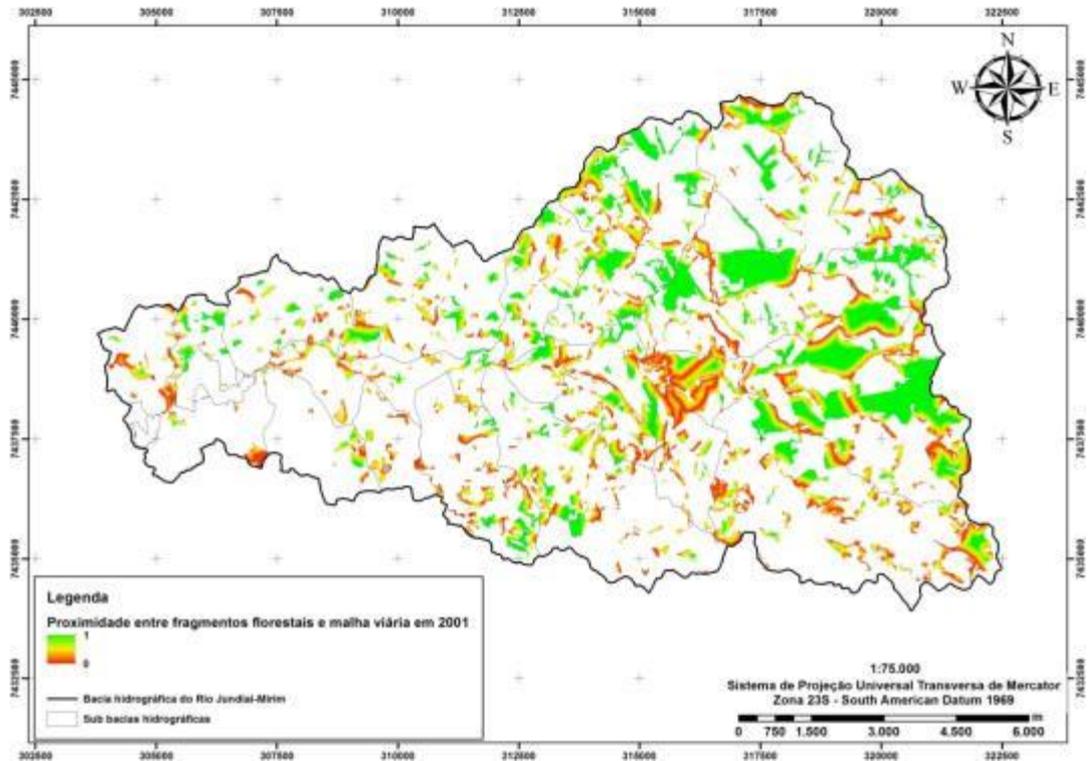
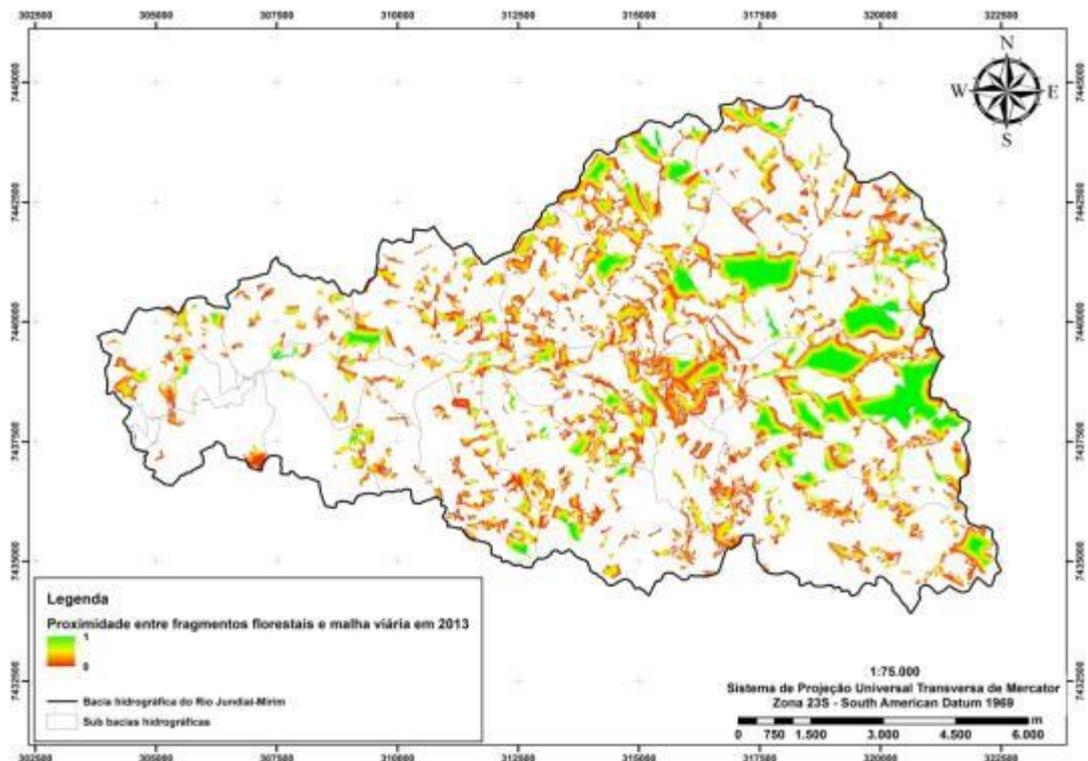


Figura 45- Mapa de proximidade entre fragmentos florestais e malha viária em 1972.



Fonte: FENGLER (2014)

Figura 46- Mapa de proximidade entre fragmentos florestais e malha viária em 2001.

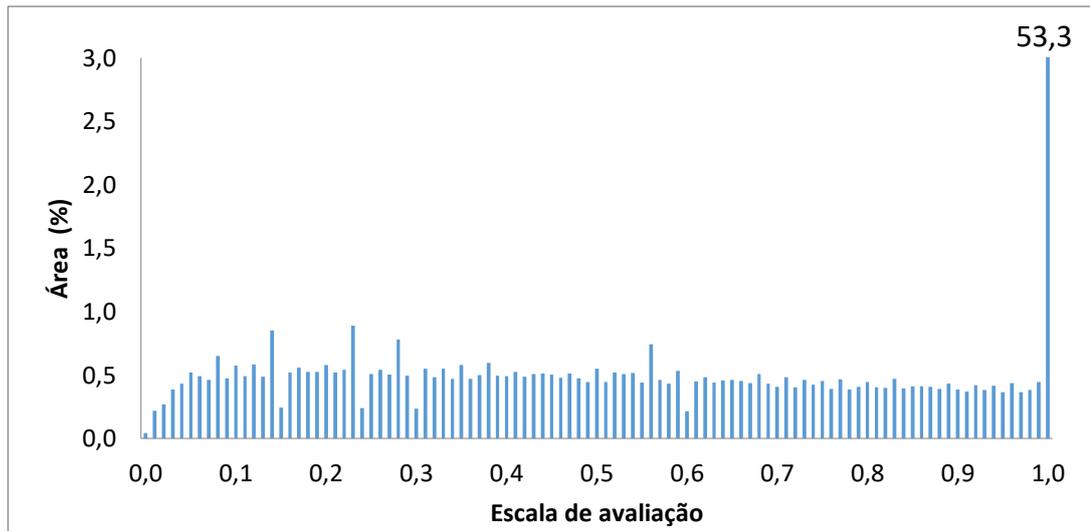


Fonte: FENGLER (2014)

Figura 47- Mapa de proximidade entre fragmentos florestais e malha viária em 2013.

As Figuras 48, 49 e 50 mostram uma tendência crescente de acúmulo dos valores na região próxima ao 0. Os fragmentos florestais distantes a 200m da malha viária apresentaram significativa diminuição, passando de 53,3% em 1972 para 29,5% em 2001 e 9,4% em 2013. Os resultados

mostram que a malha viária tem se aproximado das áreas florestais, com diferenças expressivas entre 1972, 2001 e 2013.



Fonte: FENGLER (2014)

Figura 48- Distribuição de frequências do Mapa de distância entre fragmentos florestais e malha viária de 1972.

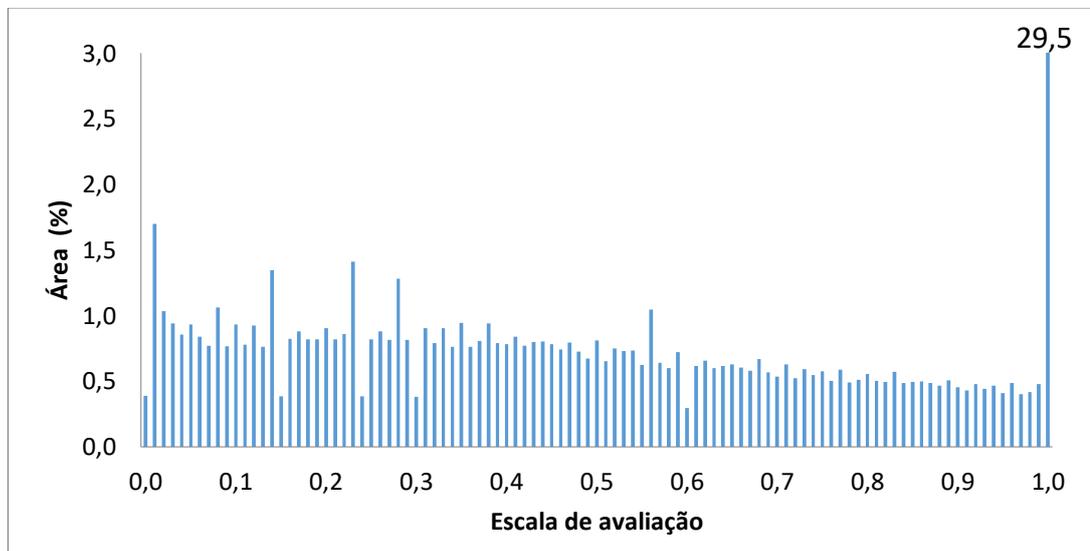


Figura 49- Distribuição de frequências do Mapa de distância entre fragmentos florestais e malha viária de 2001.

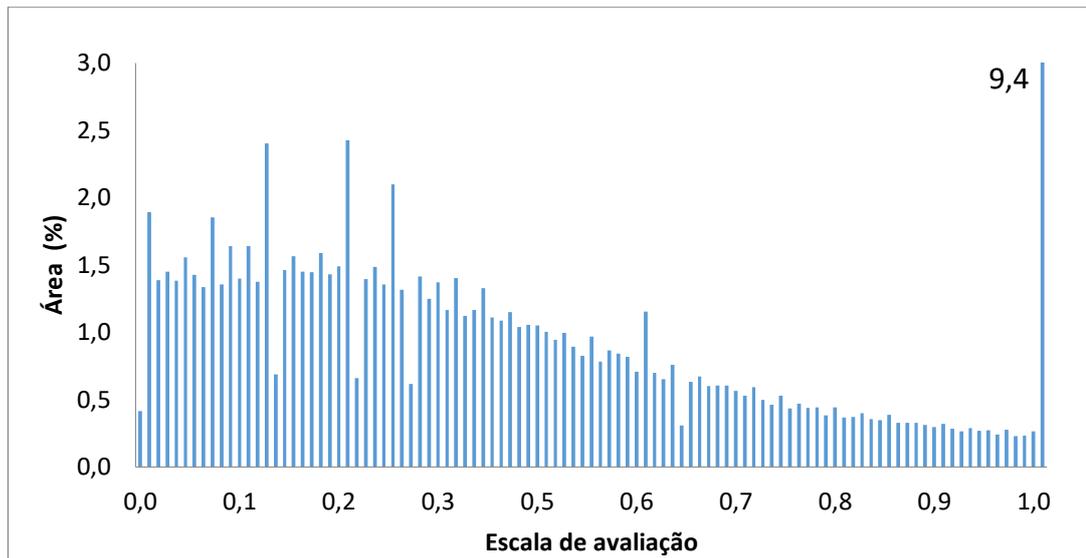
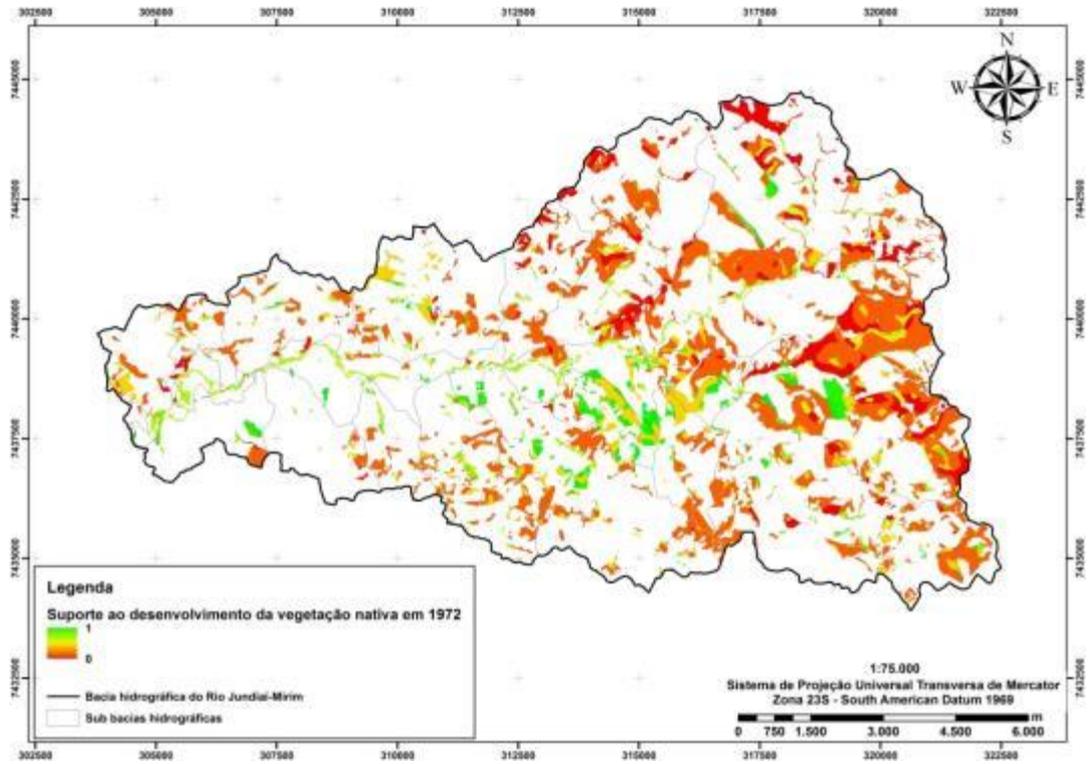


Figura 50- Distribuição de frequências do Mapa de distância entre fragmentos florestais e malha viária de 2013.

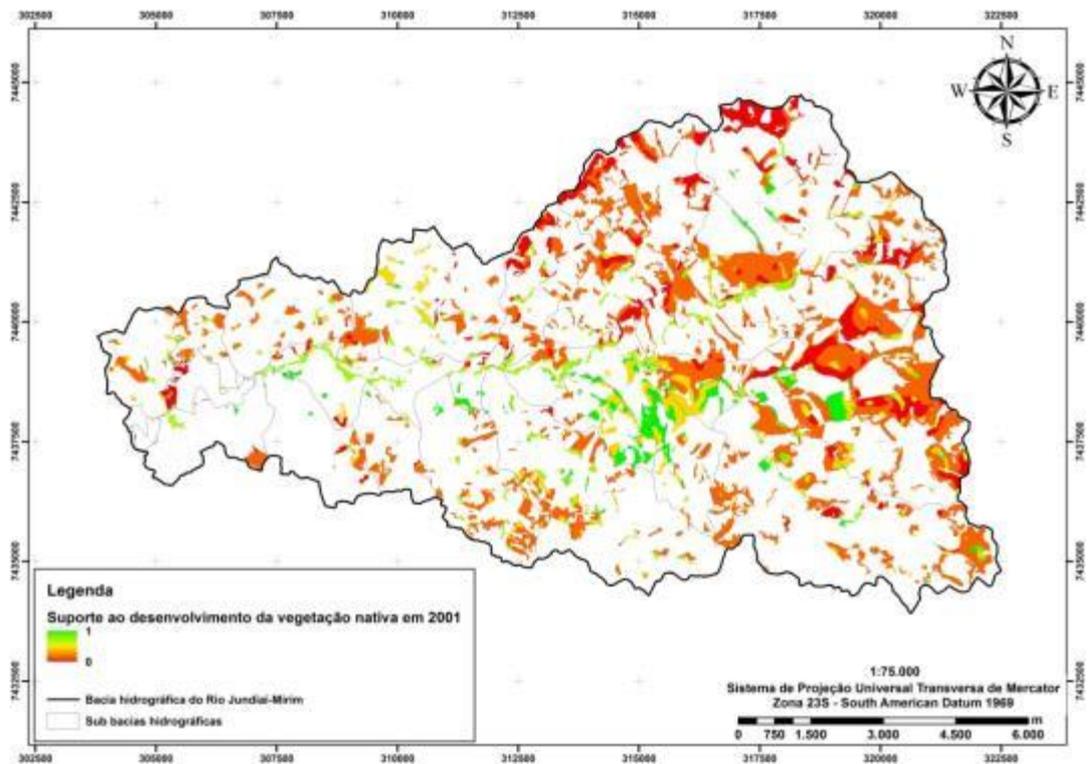
2.6.4.3 Suporte ao desenvolvimento da vegetação nativa

As Figuras 51, 52 e 53 apresentam os Mapas de suporte ao desenvolvimento da vegetação nativa. O indicador estabelece a relação entre as características físicas e químicas do solo com a resiliência da vegetação natural e sua capacidade de suportar pressões externas. As regiões representadas na cor vermelha, valores próximos a 0 , mostram áreas ocupadas por fragmentos florestais que apresentam baixa aptidão do solo; as representadas pela cor verde, valores próximos a 1 , áreas com características propícias ao desenvolvimento da vegetação; e as de cor amarela, valores intermediários entre 0 e 1 , áreas que apresentam algumas restrições relacionadas à fertilidade do solo, tipo de solo ou posição no relevo.



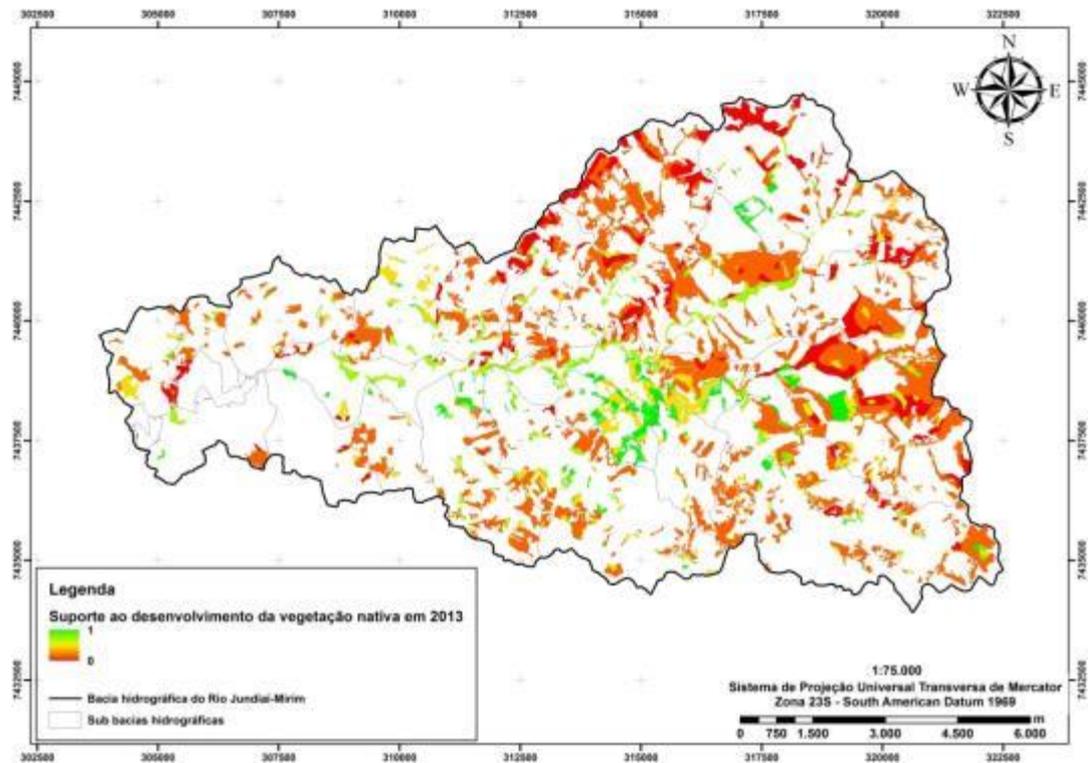
Fonte: FENGLER (2014)

Figura 51- Mapa de suporte ao desenvolvimento da vegetação em 1972.



Fonte: FENGLER (2014)

Figura 52- Mapa de suporte ao desenvolvimento da vegetação em 2001.



Fonte: FENGLER (2014)

Figura 53- Mapa de suporte ao desenvolvimento da vegetação em 2013.

No período estudo observam-se ligeiras modificações nas características dos locais ocupados pelas áreas florestais. A Tabela 18 mostra um ligeiro aumento na porcentagem de área das classes de capacidade de uso das terras VIII e VII, bem como o decréscimo da classe IV.

Os resultados mostram a mesma tendência observada por FREITAS (2012), em todo o período. Grande parte dos fragmentos florestais ocupam regiões de baixa aptidão (Classes VI, VII e VIII), com a destinação de áreas de maior potencial produtivo a outros usos.

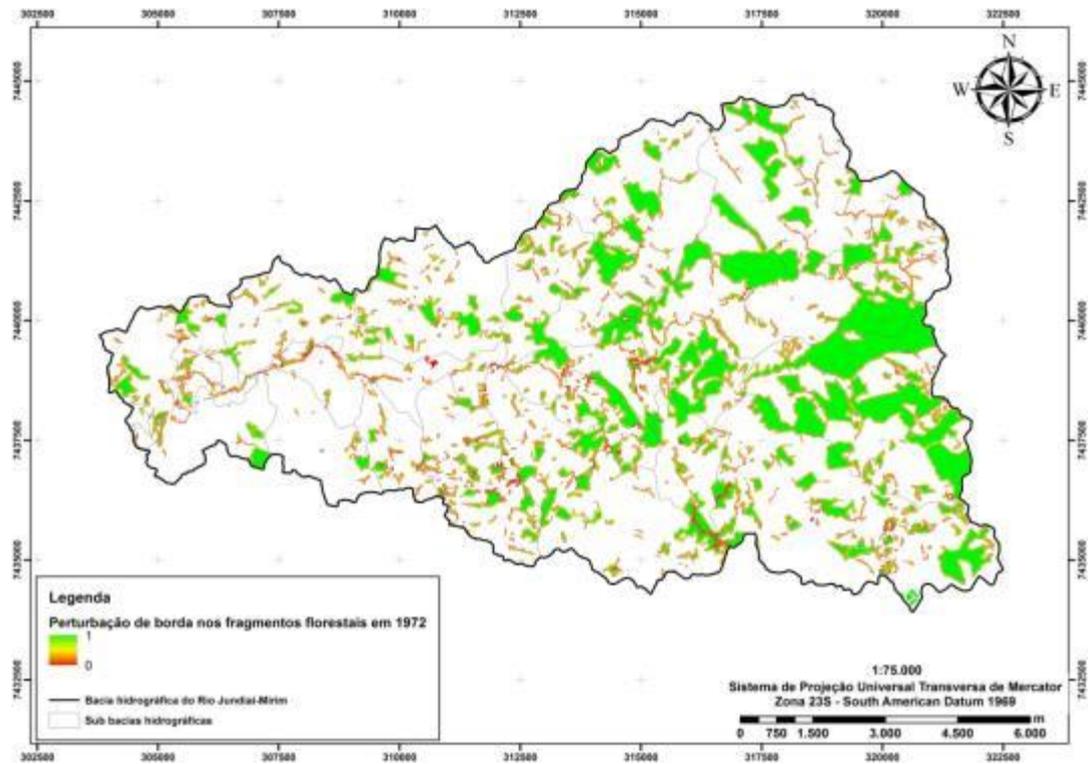
Tabela 18 – Classes de capacidade de uso das terras ocupadas pelos fragmentos florestais.

Classes de suporte ao desenvolvimento da vegetação	Classes de capacidade de uso do solo		Fragmentos florestais em 1972 (%)	Fragmentos florestais em 2001 (%)	Fragmentos florestais em 2013 (%)
0,0 - 0,2	VIII	VIIefp	70,1	72,3	73,9
0,2 - 0,4	VIef	VIefp	14,5	11,6	11,4
0,4 - 0,6	VIe	Va	6,2	6,8	8,9
0,6 - 0,8	IVef	IVefp	8,8	9,0	5,4
0,8 - 1,0	IIIef	IIIefp	IIIef	IIIef	0,4

2.6.4.4 Uso e ocupação do solo na borda dos fragmentos florestais

As Figuras 54, 55 e 56 mostram os Mapas de perturbação ambiental proveniente do uso e ocupação na borda dos fragmentos florestais. O indicador estabelece que as alterações nas características ambientais naturais decorrentes uso e ocupação do solo no entorno dos fragmentos

florestais promovem modificações no ecossistema florestal, criando um ambiente perturbado, quanto mais próximo do valor 0 maior a perturbação ambiental.



Fonte: FENGLER (2014)

Figura 54- Mapa de perturbação ambiental de borda dos fragmentos de 1972.

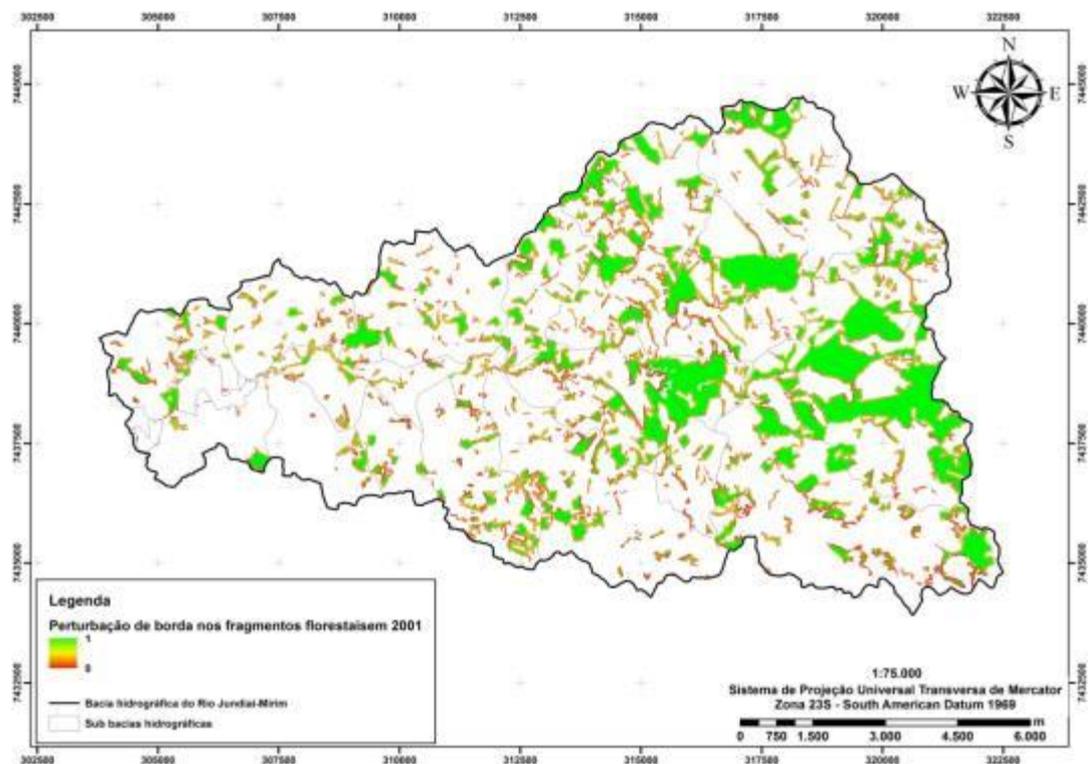


Figura 55- Mapa de perturbação ambiental de borda dos fragmentos de 2001.

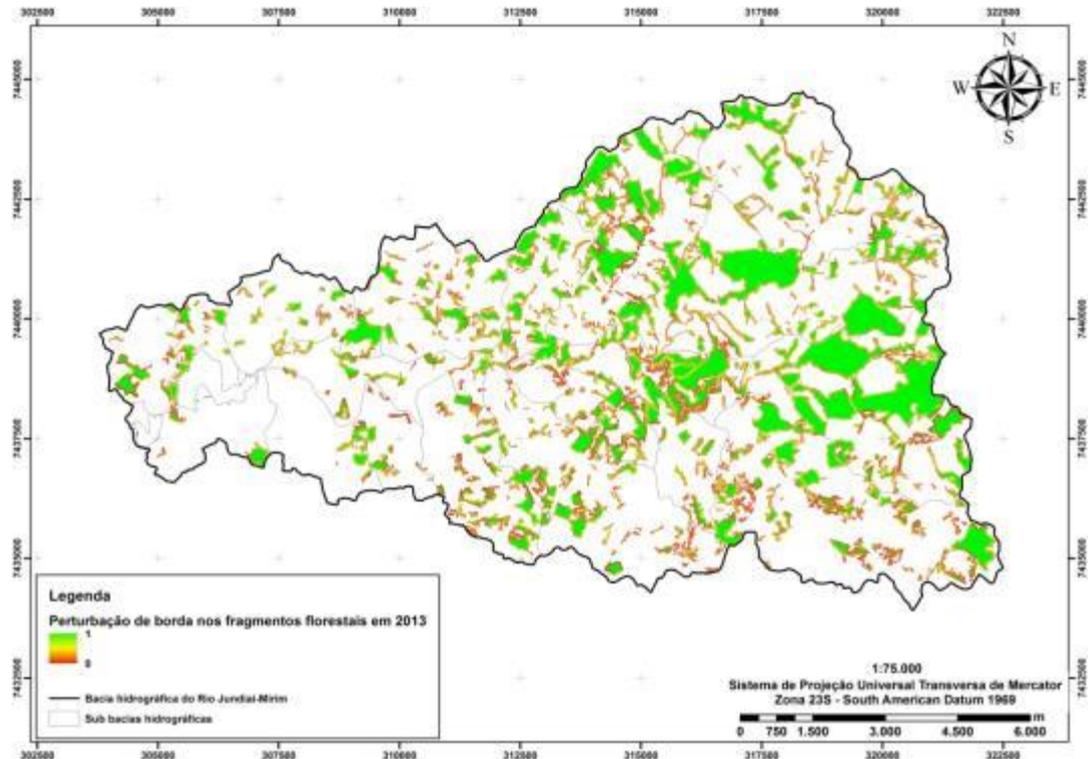


Figura 56- Mapa de perturbação ambiental de borda dos fragmentos de 2013.

As modificações observadas no uso e ocupação do solo da região de borda refletiram no aumento na perturbação ambiental no período. As Figuras 57, 58 e 59 mostram que ao longo do tempo ocorre uma maior frequência de valores próximos a 0, indicando que uma maior parte dos fragmentos florestais passou a apresentar um maior grau de perturbação ambiental.

Os resultados são explicados pela transição de classes rurais para urbanas, que promovem uma maior alteração nas características ambientais naturais, afetando com maior severidade as áreas florestais.

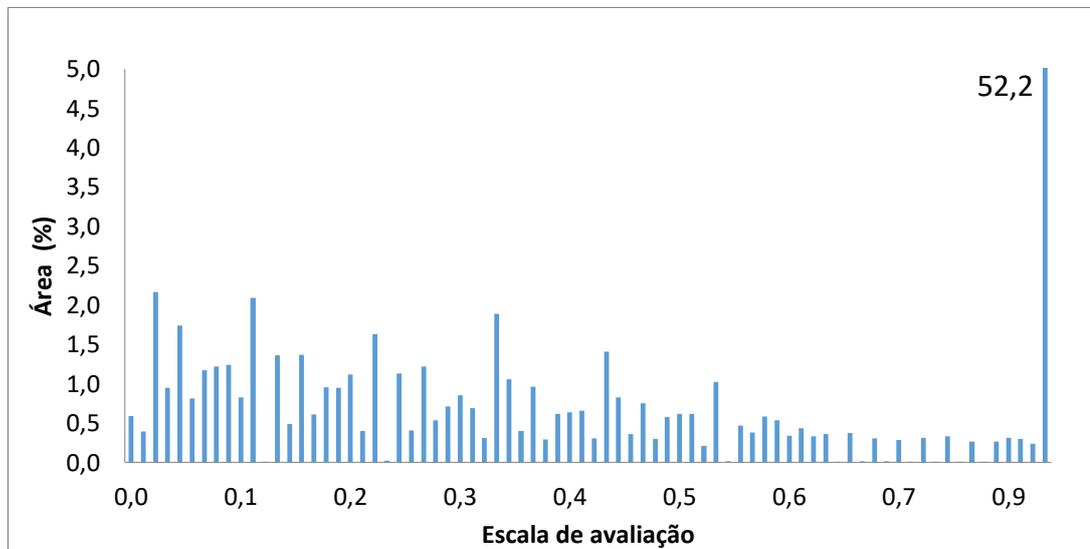


Figura 57- Perturbação ambiental de borda dos fragmentos em 1972.

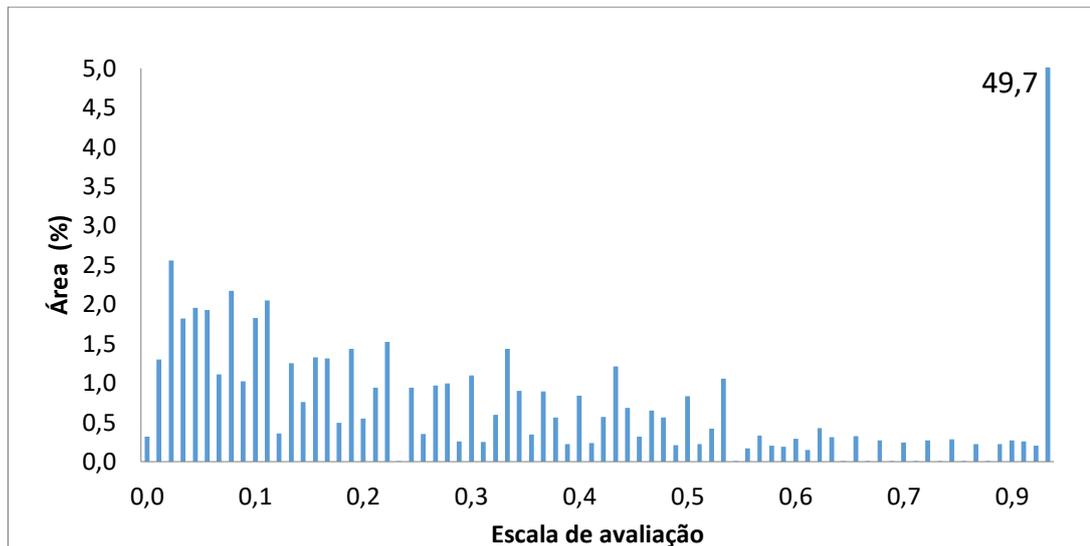


Figura 58- Perturbação ambiental de borda dos fragmentos em 2001.

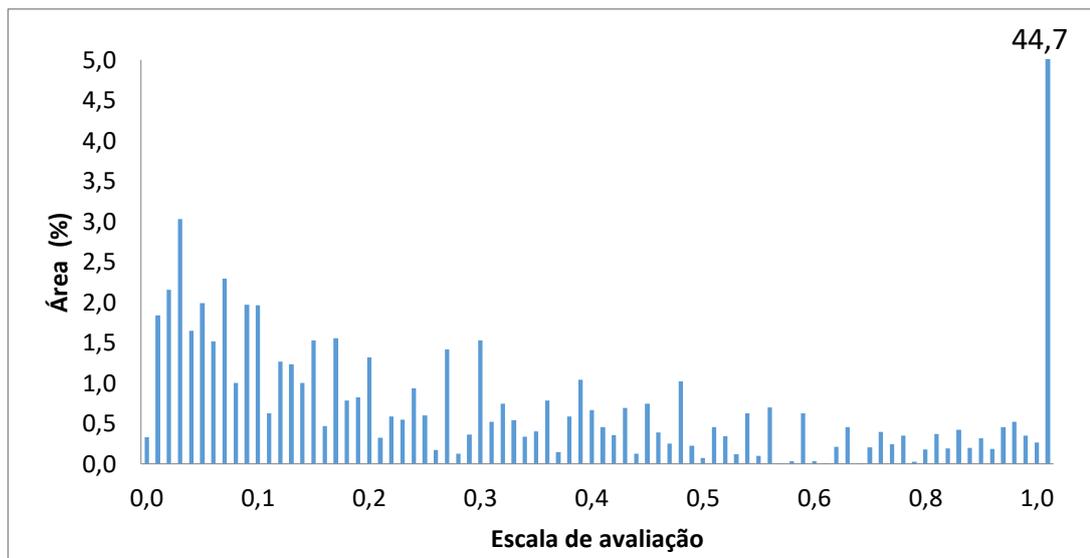


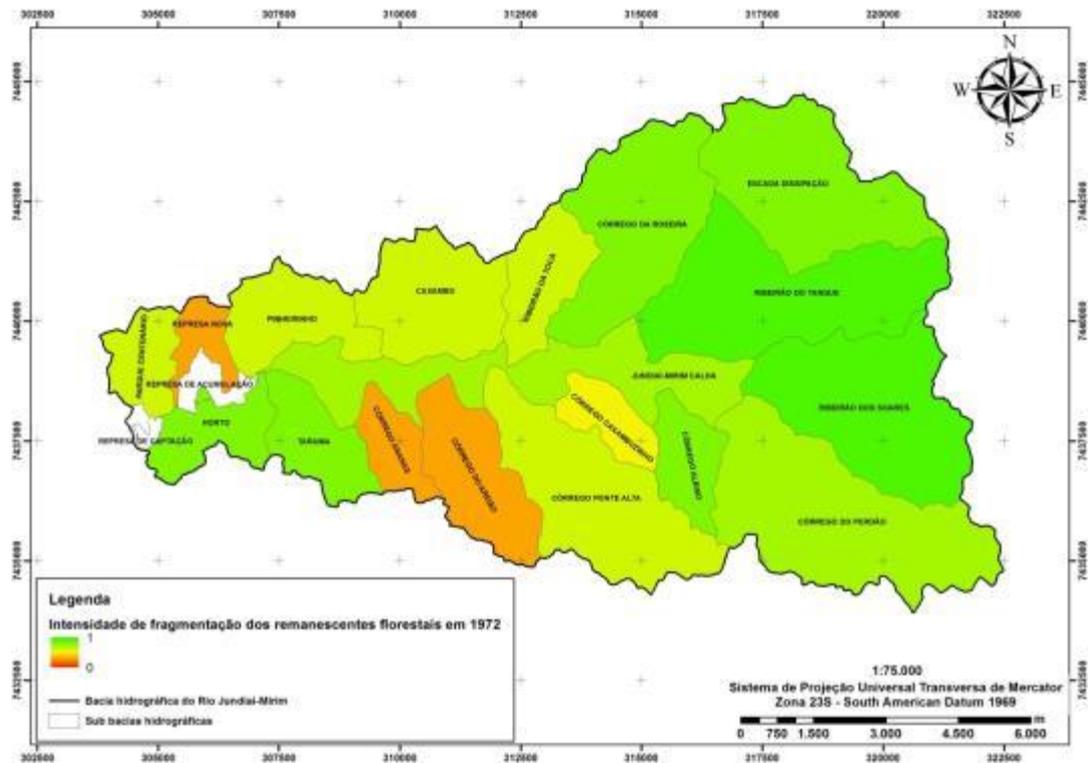
Figura 59- Perturbação ambiental de borda dos fragmentos em 2013.

2.6.4.5 Fragmentação florestal das sub bacias hidrográficas

Nas Figuras 60, 61 e 62 mostram a evolução da intensidade de fragmentação florestal nas sub bacias hidrográficas. O indicador considera como condição ideal o ambiente natural, onde cada sub bacia hidrográfica apresentaria toda sua área ocupada pela vegetação natural, em apenas um maciço florestal.

No sentido oposto a condição adversa considera um intenso processo de fragmentação da vegetação natural, com a presença de um elevado número de fragmentos florestais nas sub bacias hidrográficas. Quanto menor o valor maior a intensidade da fragmentação florestal.

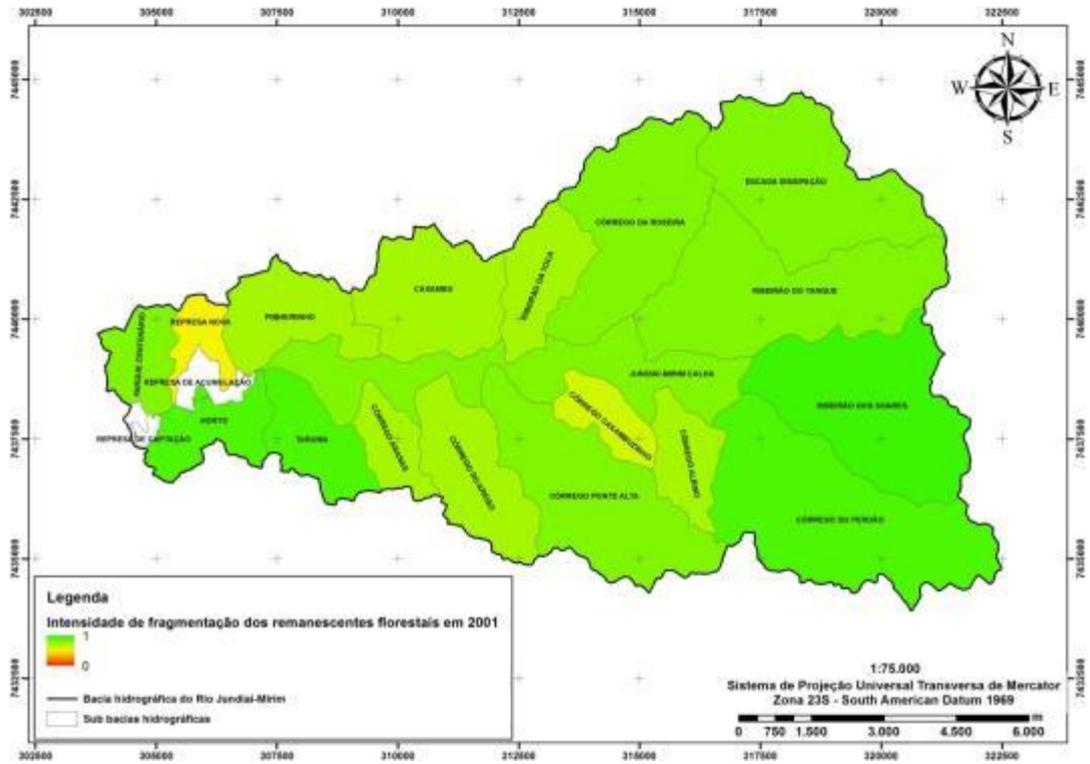
O indicador exige a interpretação dos resultados integrada a outras informações, uma vez que a presença de apenas um fragmento florestal altamente perturbado, com baixa dimensão, alongado e baixa densidade florestal classificaria a sub bacia hidrográfica como próxima da condição ideal.



Fonte: FENGLER (2014)

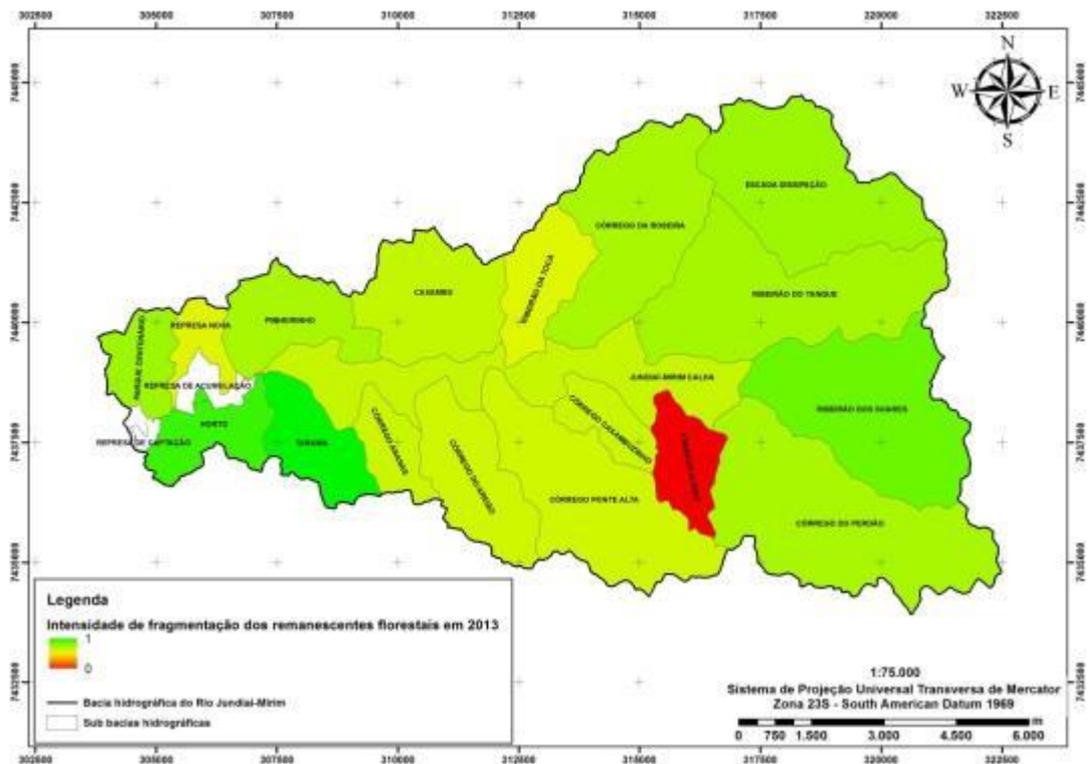
Figura 60- Mapa de fragmentação da vegetação nativa nas sub bacias hidrográficas de 1972.

Os Mapas mostram a diminuição na fragmentação florestal entre 1972 e 2001 e posterior aumento entre 2001 e 2013. Em 14 das 18 sub bacias hidrográficas ocorre a diminuição na quantidade dos fragmentos florestais entre 1972 e 2001 (Tabela 19), porém o evento não indica o aumento na conectividade ou na dimensão das áreas florestais, sendo associado ao processo de desmatamento, com o desaparecimento de fragmentos florestais de menor dimensão.



Fonte: FENGLER (2014)

Figura 61- Mapa de fragmentação da vegetação nativa nas sub bacias hidrográficas de 2001.



Fonte: FENGLER (2014)

Figura 62- Mapa de fragmentação da vegetação nativa nas sub bacias hidrográficas de 2013.

Entre 2001 e 2013 14 das 18 sub bacias hidrográficas apresentaram aumento no número de fragmentos florestais, explicado pelo processo de fragmentação dos maciços florestais pela malha viária e a regeneração de novas áreas desconectadas.

Tabela 19 – Evolução da fragmentação florestal nas sub bacias hidrográficas.

Sub bacias hidrográficas	Área (há)	N° de fragmentos florestais 1972	N° de fragmentos florestais 2001	N° de fragmentos florestais 2013	IF* em 1972	IF* em 2001	IF* em 2013
<i>CAXAMBU</i>	658,90	46,00	32,00	41,00	0,46	0,32	0,41
<i>CÓRREGO ALBINO</i>	288,70	12,00	16,00	44,00	0,27	0,36	1,00
<i>CÓRREGO ANANAS</i>	228,50	27,00	12,00	15,00	0,78	0,34	0,43
<i>CÓRREGO CAXAMBUZINHO</i>	228,30	20,00	14,00	15,00	0,57	0,4	0,43
<i>CÓRREGO DA ROSEIRA</i>	962,80	38,00	37,00	52,00	0,26	0,25	0,35
<i>CÓRREGO DO AREIÃO</i>	557,10	65,00	32,00	37,00	0,77	0,38	0,44
<i>CÓRREGO DO PERDÃO</i>	1381,90	83,00	36,00	73,00	0,39	0,17	0,35
<i>CÓRREGO PONTE ALTA</i>	1010,70	62,00	45,00	68,00	0,4	0,29	0,44
<i>ESCADA DISSIPACÃO</i>	1037,70	38,00	31,00	50,00	0,24	0,2	0,32
<i>HORTO</i>	319,20	10,00	7,00	6,00	0,21	0,14	0,12
<i>CALHA DO RIO JUNDIAÍ-MIRIM</i>	946,10	52,00	32,00	60,00	0,36	0,22	0,42
<i>PARQUE CENTENÁRIO</i>	263,40	19,00	10,00	13,00	0,47	0,25	0,32
<i>PINHEIRINHO</i>	463,70	33,00	26,00	25,00	0,47	0,37	0,35
<i>REPRESA NOVA</i>	161,20	18,00	14,00	12,00	0,73	0,57	0,49
<i>RIBEIRÃO DA TOCA</i>	383,00	25,00	20,00	28,00	0,43	0,34	0,48
<i>RIBEIRÃO DO TANQUE</i>	1225,80	26,00	39,00	64,00	0,14	0,21	0,34
<i>RIBEIRÃO DOS SOARES</i>	1120,20	28,00	12,00	36,00	0,16	0,07	0,21
<i>TARUMA</i>	367,40	13,00	10,00	4,00	0,23	0,18	0,07

*IF representa a intensidade de fragmentação

2.6.4.6 Cobertura vegetal remanescente nas sub bacias hidrográficas

As Figuras 63, 64 e 65 mostram a evolução da cobertura vegetal remanescente nas sub bacias hidrográficas. Na condição ideal considera-se o ambiente natural, onde toda a área seria ocupada pela vegetação natural; a condição adversa representa o cenário oposto, onde não existem remanescentes florestais.

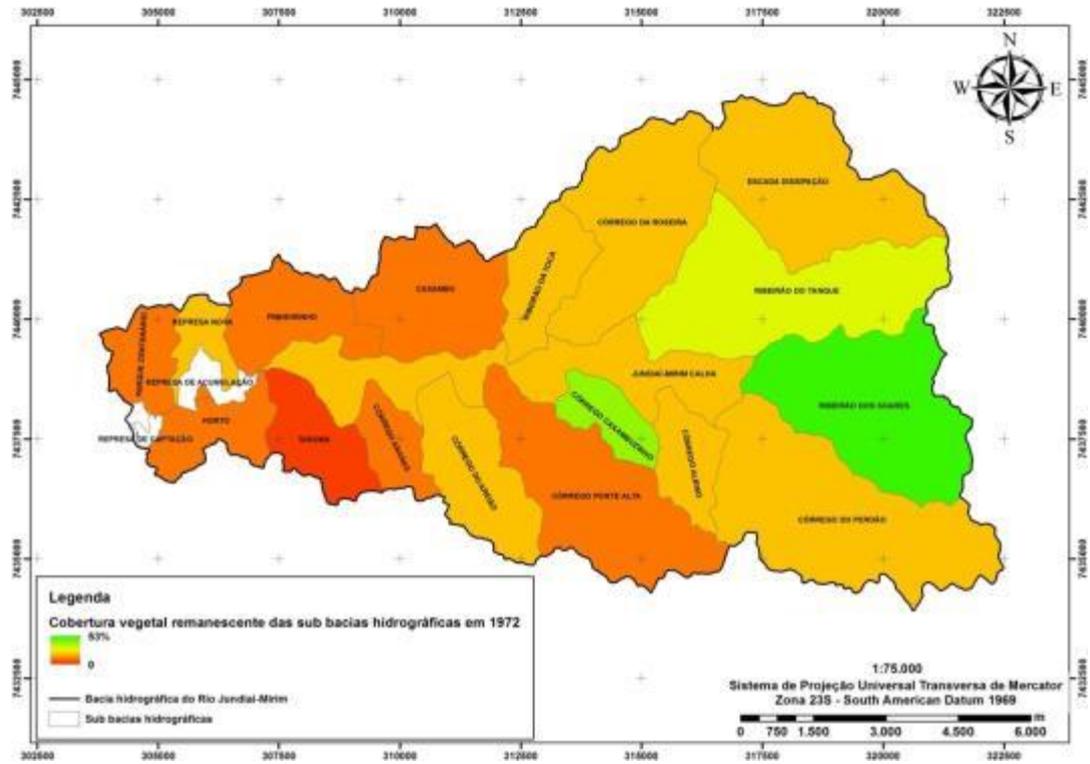
A Tabela 20 mostra a quantidade de vegetação natural existente em cada sub bacia hidrográfica. As sub bacias do Corrego da Roseira, Ribeirão da Toca e Calha do Rio Jundiá-Mirim apresentaram melhor evolução no período.

Em quatro sub bacias observou-se a diminuição da área ocupada pela vegetação natural entre 1972 e 2001 e posterior aumento entre 2001 e 2013. Outras sete apresentaram diminuição nos valores, e em outras sete verificou-se o aumento dessas áreas.

As sub bacias hidrográficas com maior porcentagem de vegetação natural em 1972 (Córrego Caxambuzinho e Ribeirão dos Soares) apresentaram diminuição e a com menor valor (Taruma) apresentou ligeiro aumento.

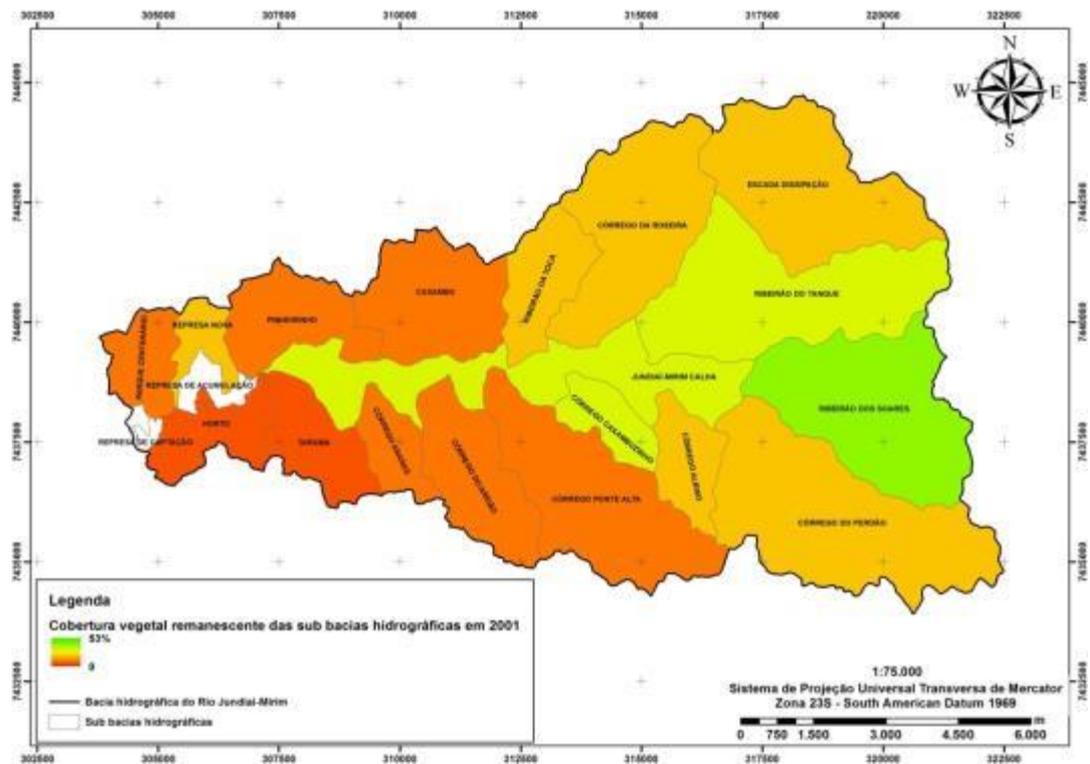
Tabela 20 – Área das sub bacias hidrográficas ocupadas pela vegetação natural.

Sub bacias hidrográficas	Área florestal em 1972		Área florestal em 2001		Área florestal em 2013	
	ha	%	ha	%	ha	%
<i>CAXAMBU</i>	98,8	15,0	85,7	13,0	112,0	17,0
<i>CÓRREGO ALBINO</i>	83,7	29,0	69,3	24,0	63,5	22,0
<i>CÓRREGO ANANAS</i>	29,7	13,0	25,1	11,0	29,7	13,0
<i>CÓRREGO CAXAMBUZINHO</i>	95,9	42,0	70,8	31,0	75,3	33,0
<i>CÓRREGO DA ROSEIRA</i>	211,8	22,0	279,2	29,0	337,0	35,0
<i>CÓRREGO DO AREIÃO</i>	111,4	20,0	100,3	18,0	111,4	20,0
<i>CÓRREGO DO PERDÃO</i>	331,7	24,0	290,2	21,0	331,7	24,0
<i>CÓRREGO PONTE ALTA</i>	181,9	18,0	141,5	14,0	181,9	18,0
<i>ESCALADA DISSIPAÇÃO</i>	217,9	21,0	207,5	20,0	207,5	20,0
<i>HORTO</i>	31,9	10,0	19,2	6,0	19,2	6,0
<i>CALHA DO RIO JUNDIAÍ-MIRIM</i>	255,4	27,0	283,8	30,0	302,8	32,0
<i>PARQUE CENTENÁRIO</i>	42,1	16,0	34,2	13,0	39,5	15,0
<i>PINHEIRINHO</i>	69,6	15,0	74,2	16,0	74,2	16,0
<i>REPRESA NOVA</i>	38,7	24,0	41,9	26,0	40,3	25,0
<i>RIBEIRÃO DA TOCA</i>	95,8	25,0	99,6	26,0	118,7	31,0
<i>RIBEIRÃO DO TANQUE</i>	465,8	38,0	429,0	35,0	429,0	35,0
<i>RIBEIRÃO DOS SOARES</i>	593,7	53,0	515,3	46,0	492,9	44,0
<i>TARUMA</i>	14,7	4,0	22,0	6,0	22,0	6,0



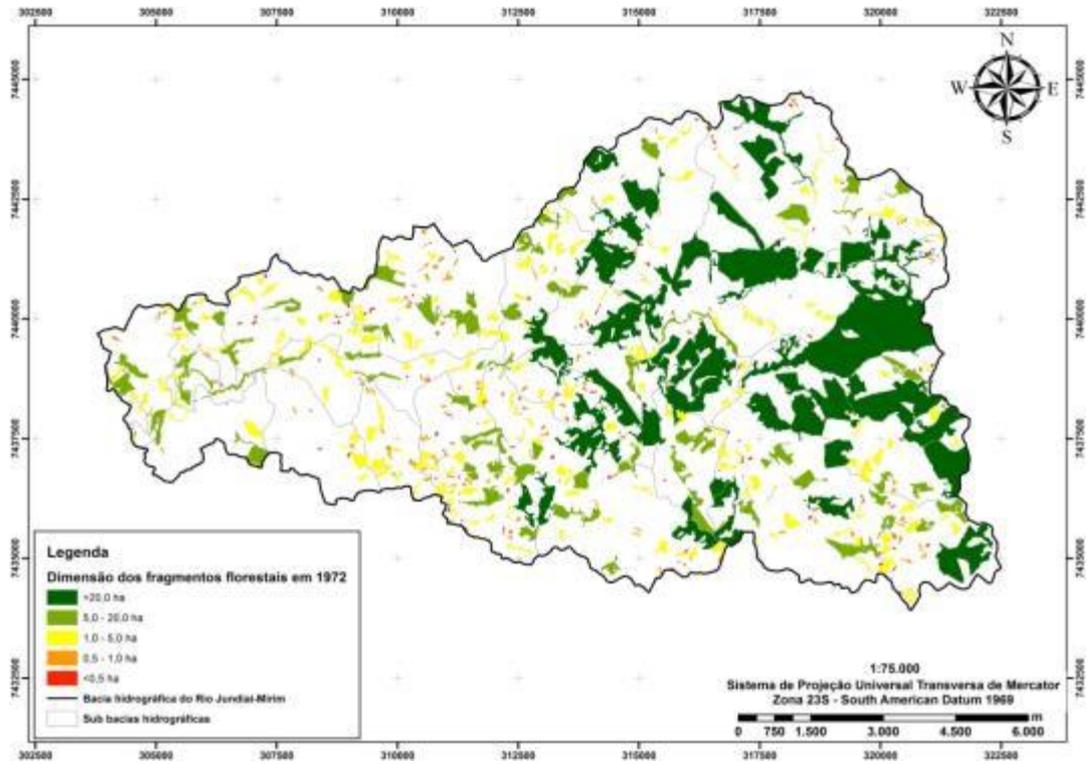
Fonte: FENGLER (2014)

Figura 63- Mapa de cobertura vegetal remanescente nas sub bacias hidrográficas em 1972.



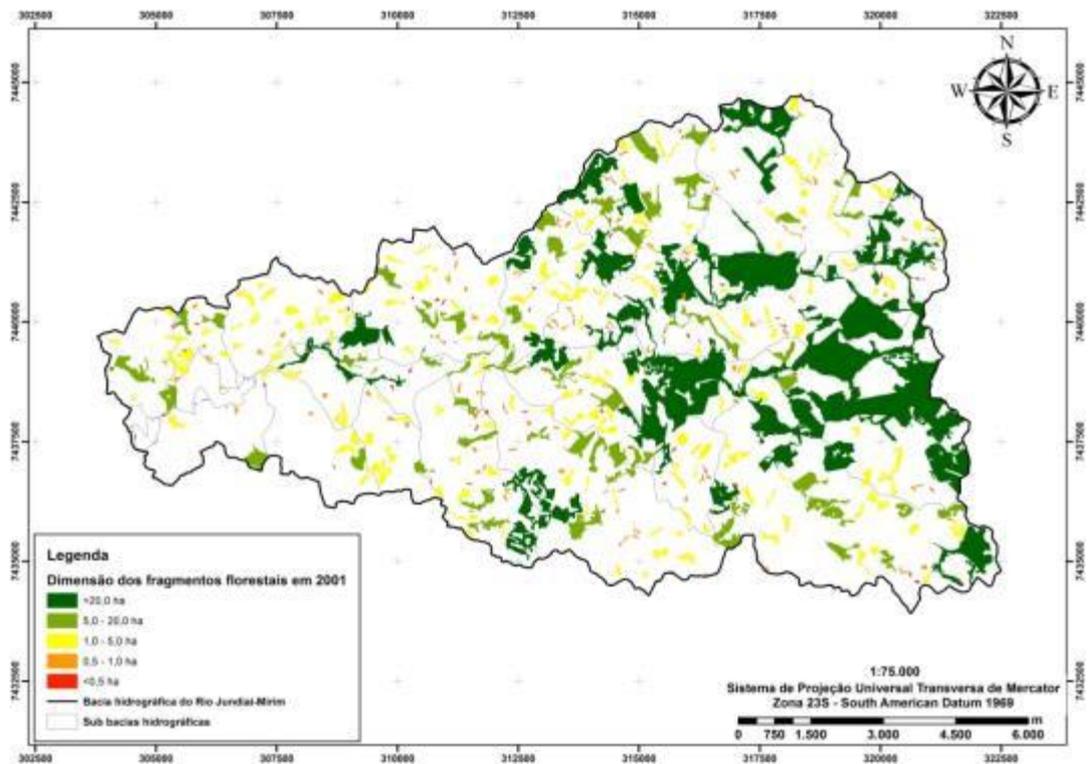
Fonte: FENGLER (2014)

Figura 64- Mapa de cobertura vegetal remanescente nas sub bacias hidrográficas em 2001.



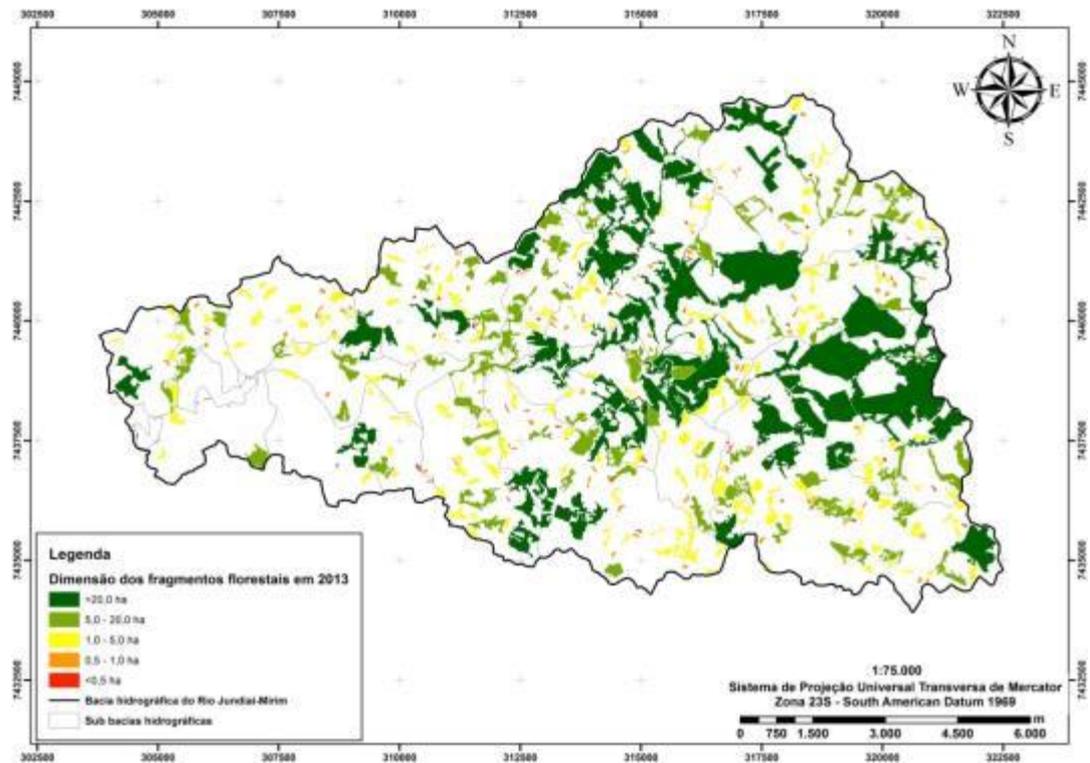
Fonte: FENGLER (2014)

Figura 66- Mapa de dimensão dos fragmentos florestais em 1972.



Fonte: FENGLER (2014)

Figura 67- Mapa de dimensão dos fragmentos florestais em 2001.



Fonte: FENGLER (2014)

Figura 68- Mapa de dimensão dos fragmentos florestais em 2013.

Observa-se na Tabela 21 a quantidade de fragmentos florestais correspondente a cada classe de dimensão e a área ocupada, a Figura 69 mostra as transições entre as classes ao longo do período de análise. Os fragmentos florestais de 1,0 a 5,0 ha apresentam-se predominantes em número e os superiores a 20,0 ha em área ocupada.

Tabela 21 – Modificações na dimensão dos fragmentos florestais entre 1972 e 2001.

Classes de dimensão	Fragmentos florestais em 1972		Fragmentos florestais em 2001		Fragmentos florestais em 2013	
	Área (ha)	Quantidade (%)	Área (ha)	Quantidade (%)	Área (ha)	Quantidade (%)
<0,5 ha	41	31,2	19,9	17,9	21,2	17,1
0,5 - 1,0 ha	67,3	18,9	65,5	22,2	57,1	18,1
1,0 - 5,0 ha	435,8	33,5	439,9	42,1	412,7	40,5
5,0 - 20,0 ha	603,5	12,4	552,5	13,5	667,1	17,1
>20 ha	1848,2	4	1720	4,3	1830	7,1
<i>Total</i>	2996,8	100,0	2798,8	100,0	2988,1	100,0

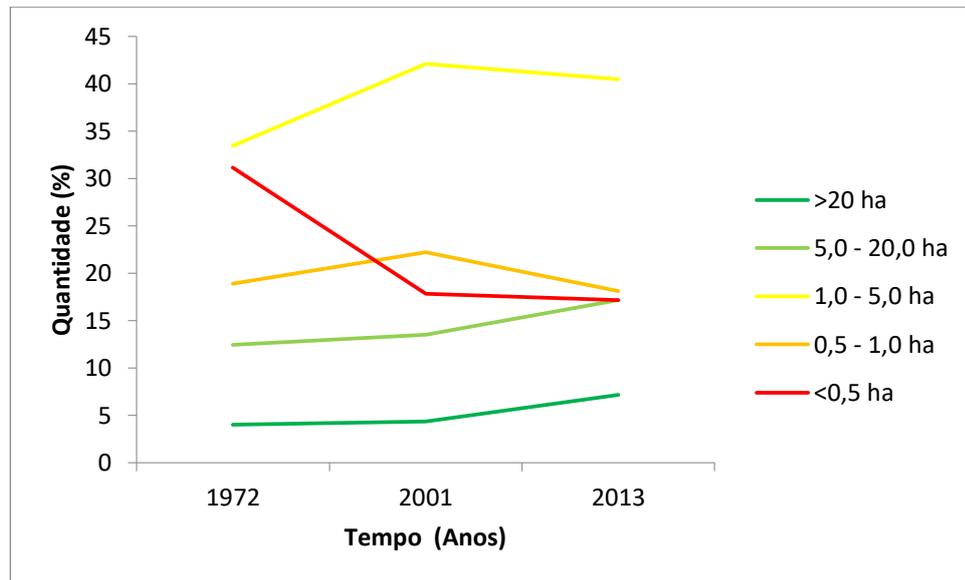


Figura 69- Modificações na dimensão dos fragmentos florestais entre 1972 e 2013.

Entre 1972 e 2001 identifica-se a diminuição dos fragmentos florestais com área inferior a 0,5 ha e o aumento dos de dimensão entre 1,0 e 5,0 ha. A partir de 2001 observa-se o aumento dos fragmentos florestais com dimensão superior a 5,0 ha e a diminuição dos de tamanho inferior a 5,0 ha.

Entre 1972 e 2001 o processo de desmatamento ocorreu com maior intensidade, sendo 77% dos fragmentos florestais de dimensão inferior a 0,5 ha desmatados. No mesmo período 75% dos fragmentos florestais regenerantes apresentavam dimensão entre 1,0 e 5,0 ha, explicando o aumento da classe.

Entre 2001 e 2013 a quantidade de áreas desmatadas é menor, conservando os fragmentos florestais remanescentes do processo de ocupação. O processo de restabelecimento da vegetação nativa favoreceu a conectividade entre alguns fragmentos florestais, contribuindo para o aumento identificado nas classes de dimensão superior a 5,0 ha.

2.6.4.8 Índice de borda dos fragmentos florestais

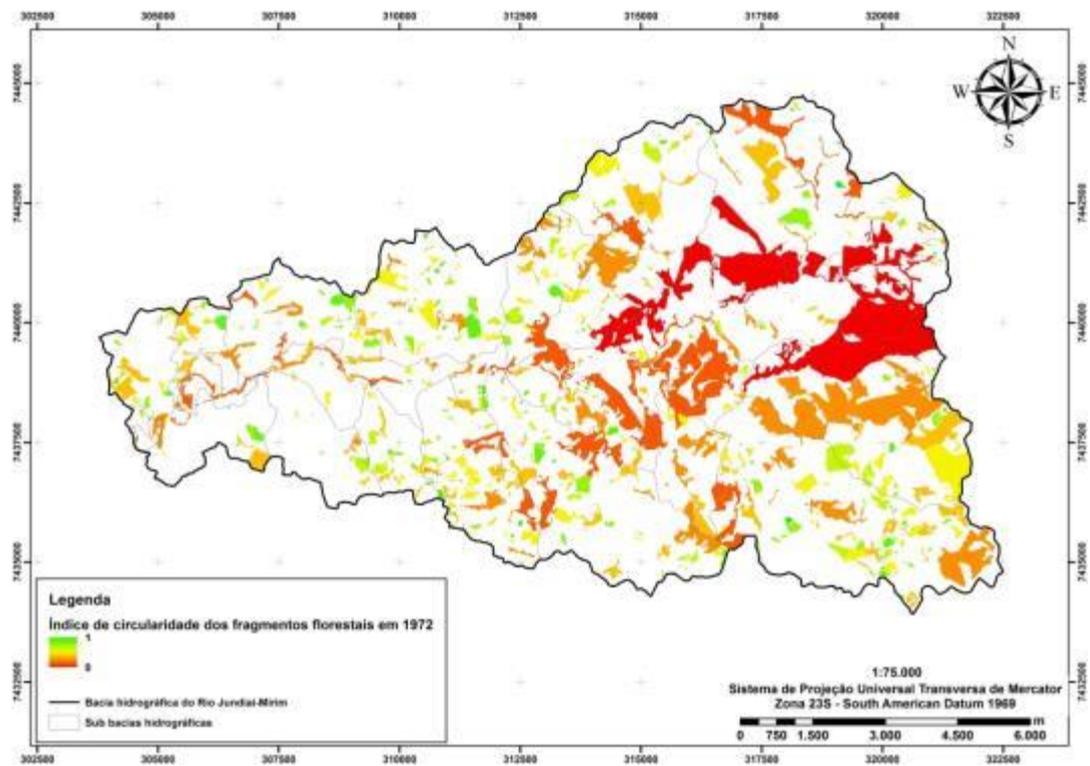
As Figuras 70, 71 e 72 mostram modificações no índice de borda dos fragmentos florestais entre 1972 e 2013. Quanto mais próximo do formato circular e coeso, valores próximos de 1, maior a distância entre o centro do fragmento florestal e a borda, favorecendo a proteção dos ecossistemas lá existentes.

Quanto mais próximo do valor 0 mais alongado é o fragmento florestal e menor é a distância entre o centro e a borda, resultando em uma maior interação entre os efeitos do uso e ocupação do solo e a porção central do fragmento florestal.

A Tabela 22 mostra a quantidade de fragmentos florestais pertencentes a cada intervalo de circularidade, observa-se que a maior parte dos fragmentos florestais apresenta circularidade entre 0,6 e 0,8. Na Figura 73 identificam-se as transições entre classes durante o período de análise.

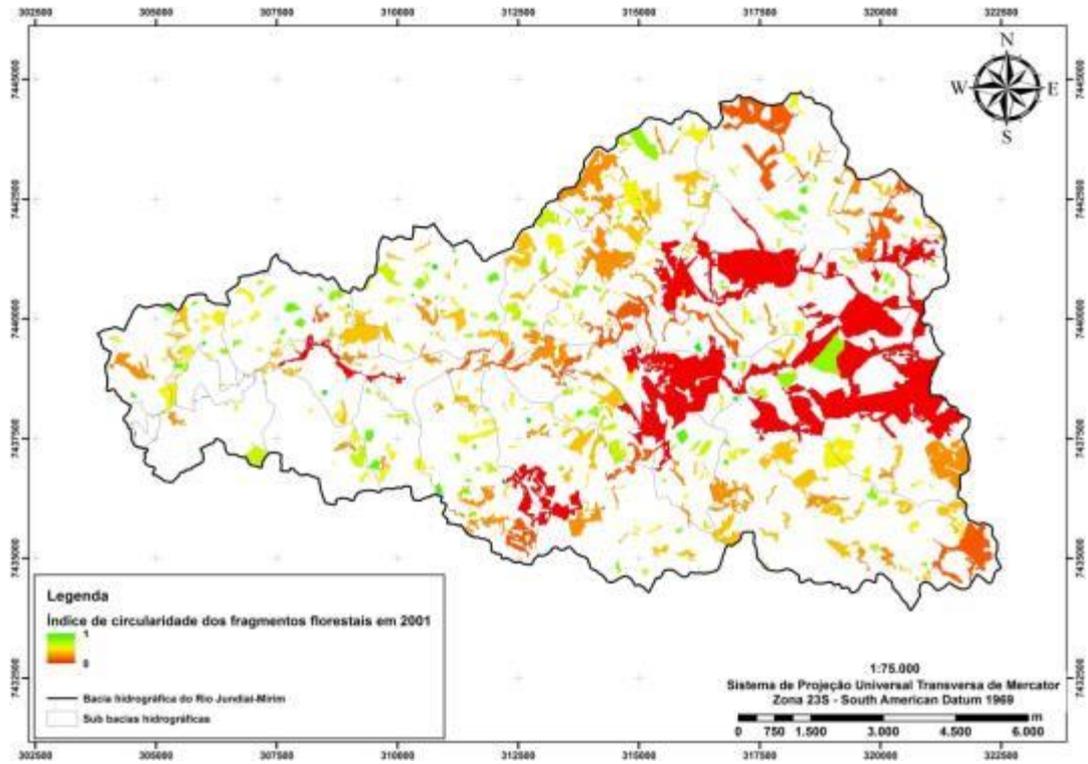
Tabela 22 – Índice de circularidade dos fragmentos florestais em 1972, 2001 e 2013.

Índice de circularidade	Fragmentos florestais em 1972		Fragmentos florestais em 2001		Fragmentos florestais em 2013	
	%	Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade
0 - 0,2	0,8	4	1,3	5	2,1	9
0,2 - 0,4	13,7	72	16,5	65	20,7	87
0,4 - 0,6	34,8	183	39	154	36,9	155
0,6 - 0,8	35,6	187	32,7	129	29,8	125
0,8 - 1,0	15,2	80	10,6	42	10,5	44
Total	100,0	526,0	100,0	395,0	100,0	420,0



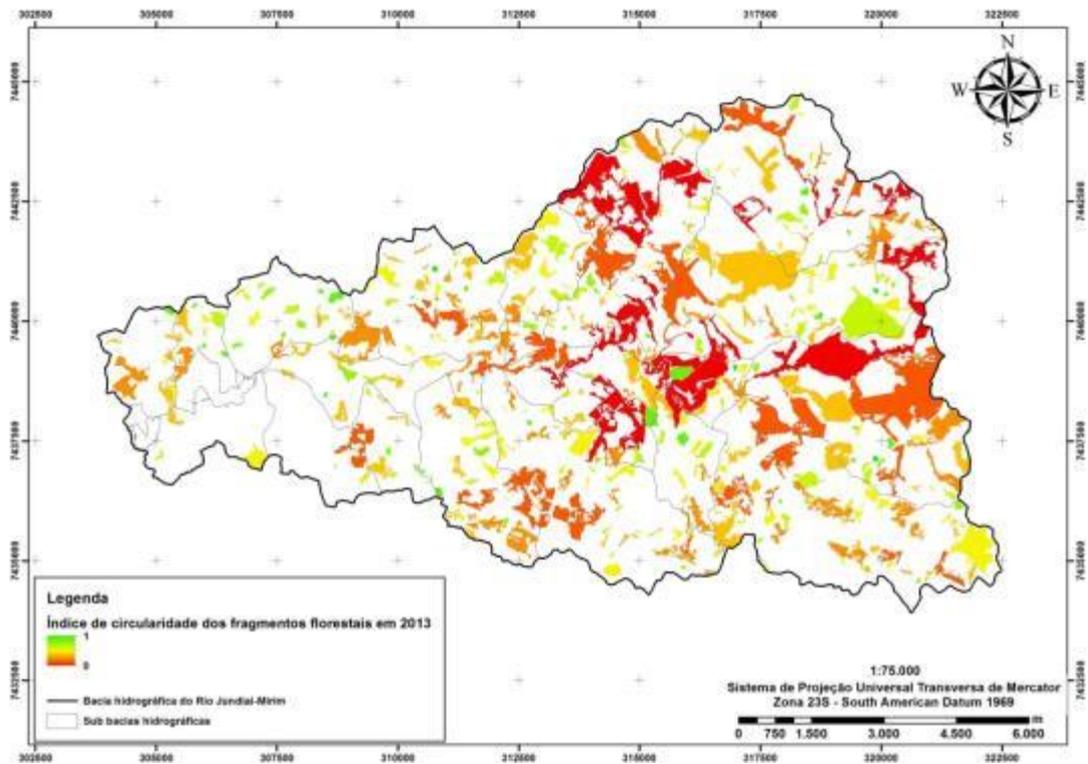
Fonte: FENGLER (2014)

Figura 70- Índice de borda dos fragmentos florestais em 1972.



Fonte: FENGLER (2014)

Figura 71- Índice de borda dos fragmentos florestais em 2001.



Fonte: FENGLER (2014)

Figura 72- Índice de borda dos fragmentos florestais em 2013.

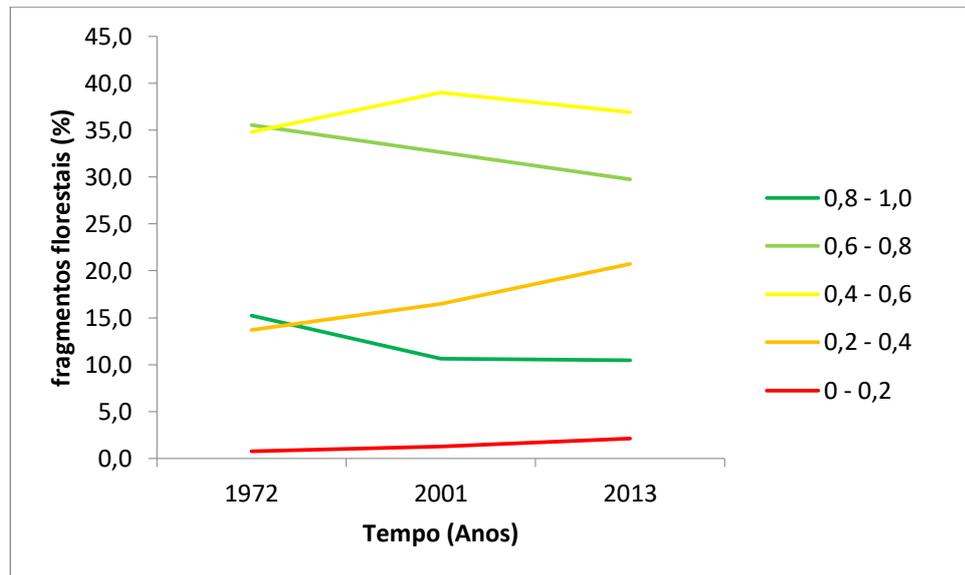


Figura 73- Evolução do índice de circularidade entre 1972 e 2013.

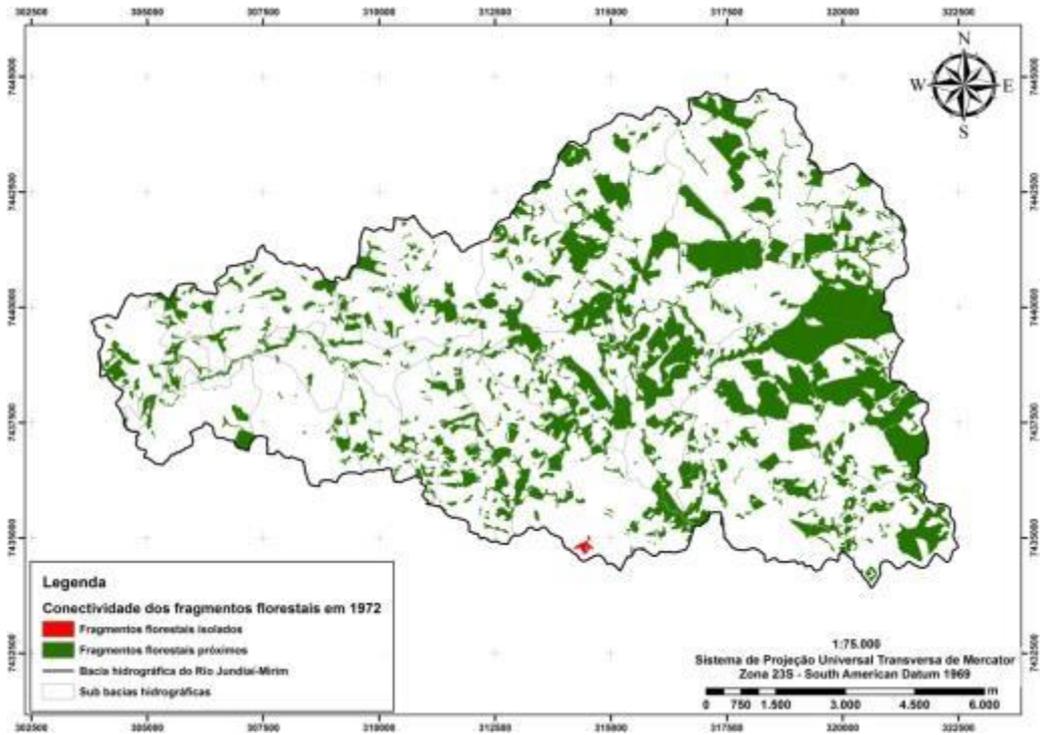
Os resultados revelam que os fragmentos florestais passaram a assumir formas alongadas, identifica-se uma maior porcentagem de fragmentos florestais nas classes “0 – 0,2”, “0,2 – 0,4”, além da diminuição dos fragmentos florestais com circularidade superior a 0,6.

2.6.4.9 Conectividade dos fragmentos florestais

Nas Figuras 74, 75 e 76 são apresentados os resultados do estudo de conectividade dos fragmentos florestais. O Indicador estabelece que fragmentos florestais isolados apresentam menor diversidade genética e de espécies, pela dificuldade de acesso da fauna e propagação de sementes, sendo, portanto, mais perturbados. Poucos fragmentos florestais apresentaram-se isolados a uma distância superior a 350m (Tabela 23). Observa-se que o valor de fragmentos não conectados é maior em 2001 e permanece próximo entre 1972 e 2013.

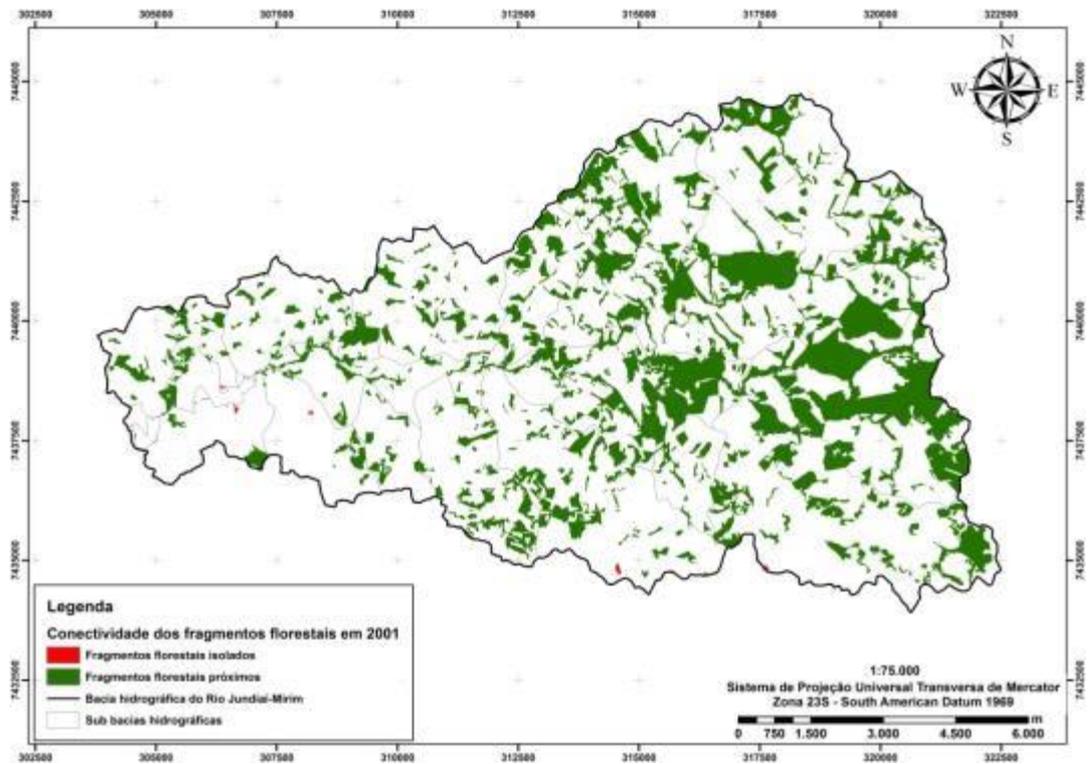
Tabela 23 – Evolução da conectividade dos fragmentos florestais entre 1972 e 2013.

Conectividade dos fragmentos florestais	Fragmentos florestais em 1972		Fragmentos florestais em 2001		Fragmentos florestais em 2013	
	%	Quantidade	%	Quantidade	%	Quantidade
<i>Desconectados</i>	0,4	2,0	1,5	6,0	0,5	3,0
<i>Conectados</i>	99,6	529,0	98,5	401,0	99,5	416,0



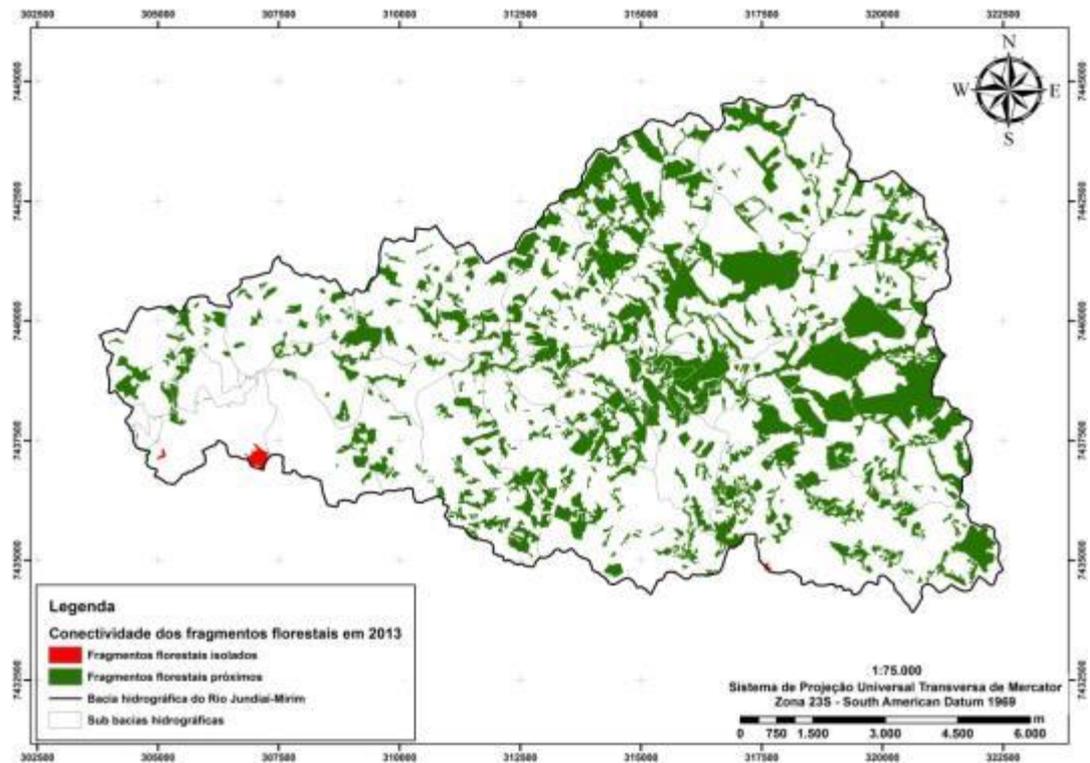
Fonte: FENGLER (2014)

Figura 74- Mapa de conectividade dos fragmentos florestais em 1972.



Fonte: FENGLER (2014)

Figura 75- Mapa de conectividade dos fragmentos florestais em 2001.



Fonte: FENGLER (2014)

Figura 76- Mapa de conectividade dos fragmentos florestais em 2013.

2.6.5 Qualidade ambiental dos fragmentos florestais

Os resultados da integração dos indicadores de perturbação ambiental através da Análise Multicriterial (Equação 1) são apresentados nas Figuras 77, 78 e 79. Os níveis de qualidade ambiental mostram o provável grau de alteração das áreas florestais frente ao processo de ocupação da bacia hidrográfica.

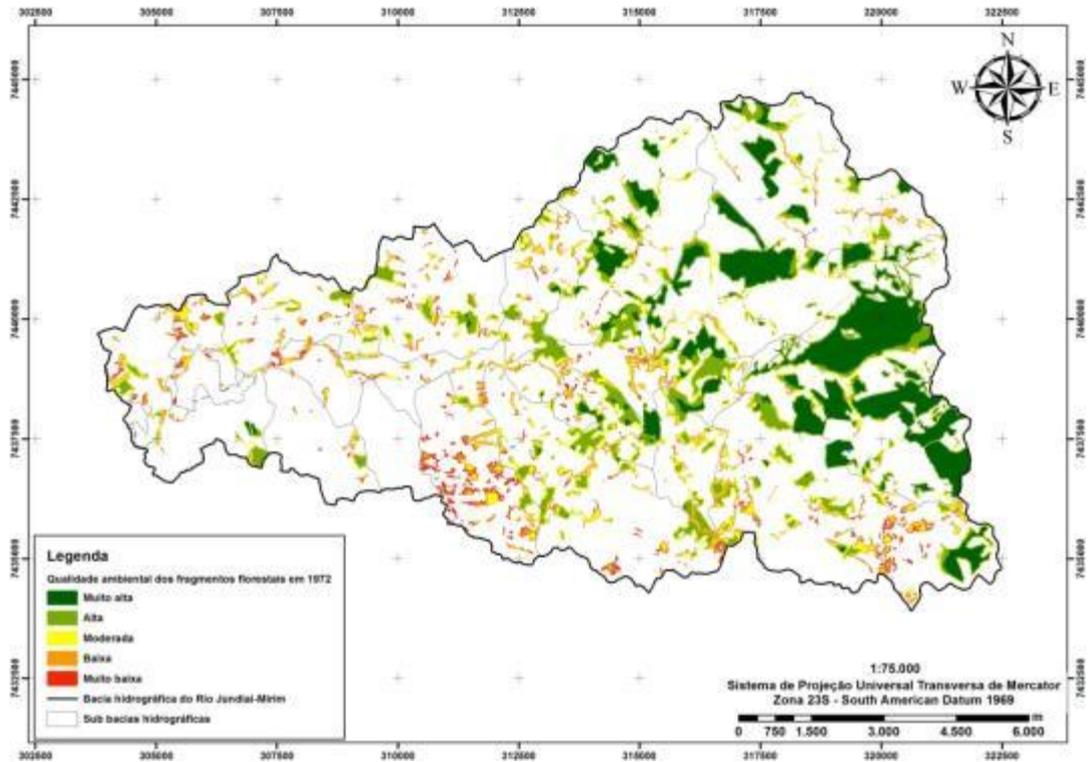
As áreas com qualidade ambiental *Muito alta* representam áreas pouco alteradas, com características próximas da vegetação natural original. Sua presença é identificada em regiões distantes das fontes de perturbação ambiental, em locais afastados das áreas urbanizadas e com menor intensidade de uso do solo.

A classe *Alta* mostra regiões que apresentam algum grau de alteração, porém as características da vegetação natural original são conservadas. São identificadas em locais que apresentam algum processo de urbanização, proximidade com as vias de acesso, ou a presença de atividades de uso do solo com maior potencial de perturbação.

As regiões classificadas com qualidade ambiental moderada representam áreas que apresentam moderado grau de alteração da vegetação natural, onde a vegetação resultante apresenta características diferentes das originais devido a maior influência de áreas edificadas, malha viária e atividades de uso do solo.

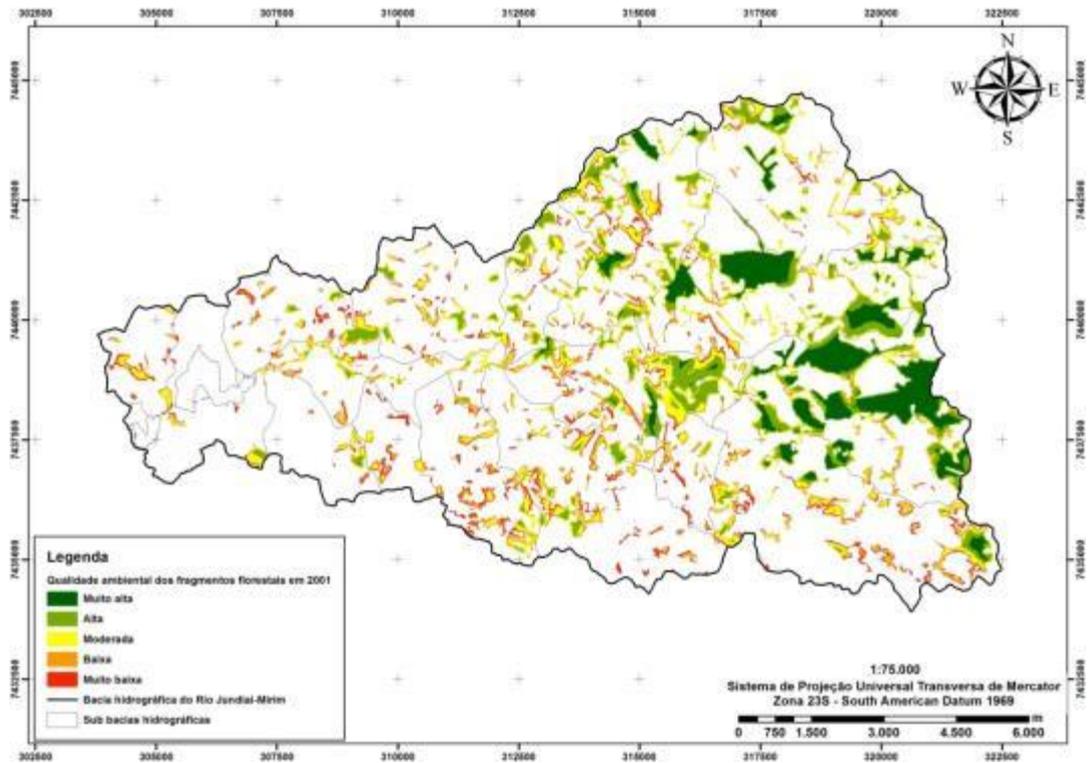
Os locais com baixa qualidade ambiental constituem áreas em contato direto com fontes perturbadoras, com significativo grau de alteração da vegetação natural.

Os classificados com qualidade ambiental muito baixa representam áreas altamente perturbadas, que, além do contato direto com áreas urbanizadas ou atividades de uso intenso do solo, apresentam elevada vulnerabilidade ao processo de ocupação.



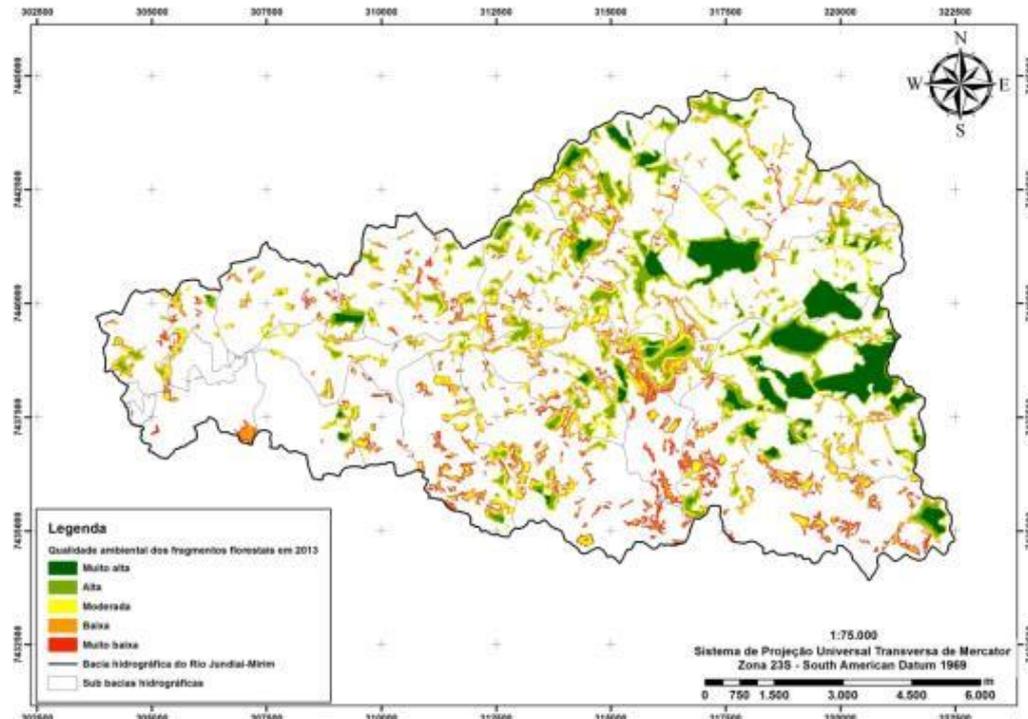
Fonte: FENGLER (2014)

Figura 77- Mapa de qualidade ambiental dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do Rio Jundiáí-Mirim de 1972.



Fonte: FENGLER (2014)

Figura 78- Mapa de qualidade ambiental dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do Rio Jundiáí-Mirim de 2001.



Fonte: FENGLER (2014)

Figura 79- Mapa de qualidade ambiental dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do Rio Jundiá-Mirim de 2013.

As Figuras 80 e 81 mostram a deterioração da qualidade ambiental dos fragmentos florestais entre 1972 e 2013, seguindo as tendências observadas nos indicadores de perturbação ambiental. Observa-se a modificação nas distribuições das classes (Figura 80), em 1972 identifica-se o acúmulo dos valores à esquerda e em 2001 e 2013 distribuições próximas a Gaussiana. Os resultados são explicados pelo aumento da perturbação ambiental na borda dos fragmentos florestais, dado o intenso processo de urbanização da bacia hidrográfica.

Observa-se um crescente aumento na área ocupada pelas classes de qualidade ambiental *Baixa* e *Muito baixa*, em uma tendência linear. É notável diminuição da classe *Muito alta*, sobretudo no período entre 1972 e 2001 (Tabela 24). Os resultados revelam que processo de desmatamento, fragmentação florestal e ocupação da bacia hidrográfica contribuíram significativamente para a deterioração da qualidade ambiental dos fragmentos florestais no período de análise. A partir de 2001 observa-se um novo cenário constituído pelo intenso processo de ocupação da bacia hidrográfica.

Tabela 24 – Evolução da qualidade ambiental dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do Rio Jundiá-Mirim.

Classes de qualidade ambiental	Área dos fragmentos florestais em 1972		Área dos fragmentos florestais em 2001		Área dos fragmentos florestais em 2013	
	ha	%	ha	%	ha	%
Muito baixa	179,3	6,0	304,4	10,9	382,3	12,8
Baixa	422,1	14,1	518,8	18,5	638,4	21,4
Moderada	581,4	19,4	712,1	25,4	740,9	24,8
Alta	849,4	28,4	699,1	25,0	694,1	23,2
Muito alta	963,8	32,2	563,5	20,1	532,6	17,8
<i>Total</i>	<i>2996,0</i>	<i>100,0</i>	<i>2797,9</i>	<i>100,0</i>	<i>2988,3</i>	<i>100,0</i>

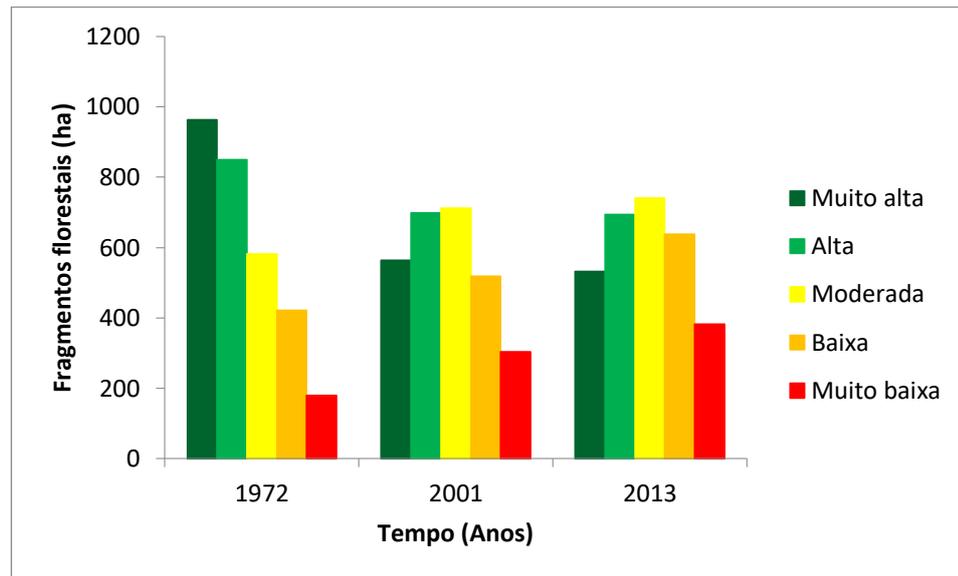


Figura 80- Área em ha das classes de qualidade ambiental dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do Rio Jundiáí-Mirim entre 1972 e 2013.

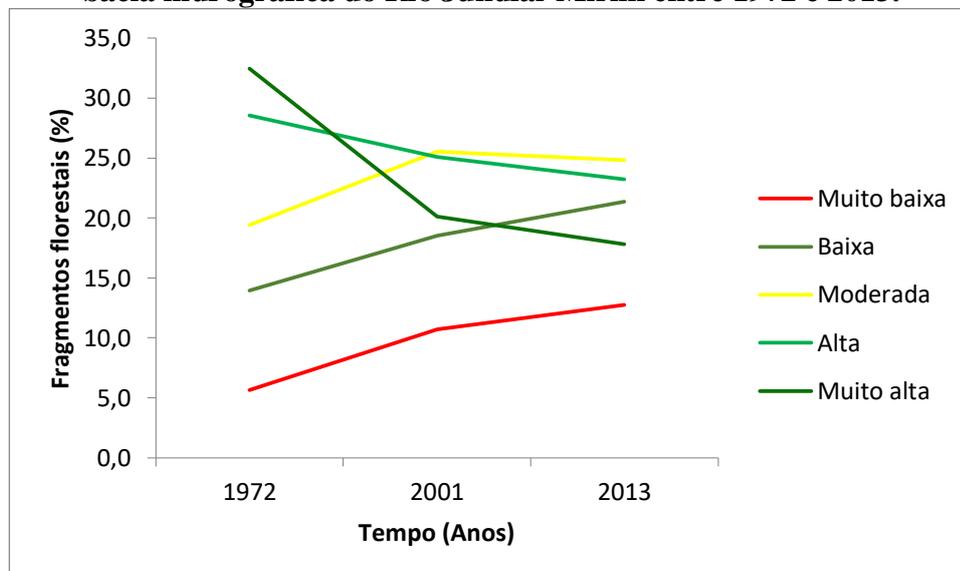


Figura 81- Evolução da qualidade ambiental dos fragmentos florestais da bacia hidrográfica do Rio Jundiáí-Mirim.

2.7 Mapeamento das áreas de degradação ambiental

Para a elaboração deste trabalho definiu-se um cronograma de atividades e estabeleceu-se previamente um planejamento as áreas a serem percorridas, com auxílio do Google Earth. As áreas foram percorridas a partir das sub bacias que se localizam nas nascentes do rio Jundiáí-Mirim (Jarinu e Campo Limpo Paulista) em direção aos reservatórios da DAE S.A.

Esse trabalho constitui-se basicamente na identificação, registro fotográfico e georreferenciamento de áreas utilizadas com algum tipo de ação que cause algum dano ambiental, em curto, médio ou longo prazo. Dentro dessa premissa preocupou-se com o mapeamento dos seguintes itens: **despejo de lixo e entulhos, áreas com deslizamento de terras, ausência de vegetação ciliar, bombas de captação de água, lançamento de esgoto, áreas degradadas por**

mineração de argila, erosão em estradas rurais. O mapa das áreas de degradação ambiental está disponível para download na homepage do projeto e no CD entregue neste relatório.

2.8 Análise sumária de impactos ambientais

Da preocupação crescente da sociedade contemporânea com as questões ambientais emerge o desafio do desenvolvimento humano alicerçado no equilíbrio entre urbanização, indústria, agricultura, uso de recursos naturais, desenvolvimento social e qualidade de vida. Ojima (2007), diz que o fator populacional e o padrão de expansão física das ocupações devem ser considerados no processo de crescimento urbano.

Guerra, Cunha (2006) relacionam que entre os principais problemas urbanos que comprometem a sustentabilidade dos municípios estão a ocupação irregular do território, proporcionando o aumento de pessoas vivendo em moradias insalubres que tem como consequência a falta de saneamento básico que aumenta a proliferação de doenças infectocontagiosas, além da poluição hídrica, falta de coleta e destinação inadequada dos resíduos sólidos.

As atividades antrópicas proporcionam diversos cenários de ocupação em decorrência de características culturais, sociais e econômicas da população. Tais modificações geram impactos ambientais significativos, que podem ser classificados em benéficos ou adversos, diretos ou indiretos, reversíveis ou irreversíveis, imediatos ou em longo prazo, temporários ou permanentes (FREITAS, 2013).

Nesse contexto, a ocupação das áreas naturais é produto do crescimento econômico dos municípios e provoca danos irreversíveis ao ambiente, reduz grandes áreas de vegetação de seus biomas a pequenos fragmentos florestais. Esse impacto diminui consideravelmente a qualidade ambiental, pois a conservação da vegetação para a preservação dos recursos naturais, principalmente da água, é de extrema importância para o amortecimento da pressão das atividades antrópicas.

Böhm *et al.* (2012) dizem que há um senso comum tanto de marxistas quanto de neoliberais na maneira em que o capitalismo foi implantado no mundo desfavoreceu as questões ambientais, portanto há uma grande necessidade de repensar o sistema de forma a contemplar a minimização dos danos e impactos ambientais.

Nos meios urbanos podemos observar impactos recorrentes aliados ao crescimento demográfico desordenado, a especulação imobiliária, impermeabilização de terrenos, retificação dos rios, ocupação de áreas ciliares, emissão de poluentes na atmosfera, nos solos e nos corpos d'água. Já nos meios rurais os impactos estão relacionados à inadequação da ocupação e uso das terras frente as suas características naturais (relevo, clima, solo etc.), uso indiscriminado de produtos químicos que potencializam a contaminação ambiental por cargas difusas, ausência de práticas conservacionistas e o descumprimento as legislações vigentes como o Código Florestal Brasileiro Lei No. 12.651/12 (BRASIL, 2012), Lei Estadual No. 8.421/93 (SÃO PAULO, 1993) sobre conservação do solo e a Lei No. 9.866/97 (SÃO PAULO, 1997) para a proteção e recuperação das bacias hidrográficas.

Sobre essas questões as bacias hidrográficas têm um papel destacado para a gestão ambiental da paisagem, pois consistem de um espaço territorial que integra os aspectos físicos, biológicos, sociais, econômicos e suas interações com os diversos recursos ambientais, sendo de

extrema importância para a manutenção da qualidade ambiental dos municípios e da vida de sua população. Porto e Porto (2008) apontam que todas as áreas urbanas, industriais, agrícolas ou de preservação fazem parte de alguma bacia hidrográfica e que no seu exutório estarão representados todos os processos que fazem parte do seu sistema, sendo uma consequência das formas de ocupação do território e da utilização das águas que para ali convergem.

A bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim está situada entre os municípios de Jundiá, Jarinu e Campo Limpo Paulista, sendo a principal fonte de abastecimento de água do município de Jundiá, que por sua vez possui aproximadamente 393.920 mil habitantes (IBGE, 2014). Esse município está entre as regiões metropolitanas de Campinas e São Paulo, que são os maiores centros urbanos do estado de São Paulo. Em função do seu processo de expansão urbana, crescimento demográfico e por possuir um relevante polo industrial/logístico, Jundiá apresenta elevado consumo de recursos naturais, notadamente água, tanto em quantidade como em qualidade.

Um estudo sobre a modificação do uso das terras entre os anos de 1972 e 2013 realizado na bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim por Fengler *et al.* (2015) mostra que o processo de urbanização, aliado ao desmatamento e à fragmentação florestal, promoveram a deterioração da qualidade ambiental dos fragmentos florestais ao longo dos anos, devido ao intenso processo de urbanização da região. De acordo com os autores, devido a importância da bacia hidrográfica, os resultados demonstraram a premente necessidade de criação de políticas públicas específicas para a preservação da vegetação natural do manancial e de diretrizes para sua gestão.

Sob essa perspectiva o presente estudo apresenta um diagnóstico da situação ambiental da bacia hidrográfica do Rio Jundiá-Mirim, através de análises qualitativas sobre as condições de vulnerabilidade que a ocupação e o uso das terras proporcionaram.

2.8.1 OBJETIVOS

Objetivos gerais

O objetivo do trabalho foi avaliar as condições ambientais da bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim que a ocupação e o uso das terras proporcionaram, utilizando análise da paisagem para determinar um índice de eficiência ambiental que permitirá estruturar ferramentas e metodologias para planejamento, gestão ambiental e diretrizes para geração de políticas públicas para o município de Jundiá.

Objetivos específicos

- Estabelecer critérios para avaliação do meio biótico, meio físico e da interferência antrópica na bacia hidrográfica.
- Diagnosticar a qualidade ambiental do território da bacia hidrográfica.
- Quantificar e tipificar os diferentes ambientes da bacia hidrográfica.
- Gerar informações para planejar a gestão ambiental e o desenvolvimento de políticas públicas para os territórios dos municípios que compõem a região da bacia hidrográfica.

2.8.2 Uso de números índices na avaliação ambiental

As avaliações ambientais muitas vezes geram resultados subjetivos que muitas vezes são objeto de contestação por parte do meio acadêmico. Uma alternativa comumente utilizada é a de traduzir de forma quantitativa as informações obtidas, por meio da utilização de índices, principalmente para validar informações de aspectos visuais, como é o caso do presente trabalho.

Há uma certa confusão entre os termos índices e indicadores em que muitas vezes são erroneamente utilizados como sinônimos, pode-se entender o termo índice como um valor numérico que representa a correta interpretação da realidade de um sistema simples ou complexo (natural, econômico ou social), utilizando, em seu cálculo, bases científicas e métodos adequados. Portanto, um índice é o valor agregado final de todo um procedimento de cálculo onde se utilizam, inclusive, indicadores como variáveis que o compõem (SICHE et al., 2007). Esses autores ainda concluem que um índice é um dado mais apurado que provém da agregação de um jogo de indicadores ou variáveis e que pode interpretar a realidade de um sistema.

O uso de números índices geralmente está ligado aos limites em que uma ação pode ser empregada e, no caso das questões ambientais, são norteadores para estabelecer até que ponto as ações antrópicas podem causar perturbações significativas no meio.

Este sistema de avaliação consiste de um método abrangente, suficiente para aplicação em campo na avaliação do impacto de atividades antrópicas, pois integra as dimensões ecológicas, sociais e econômicas, inclusive as relativas à gestão e administração, proporcionando uma medida objetiva para o desenvolvimento local sustentável.

2.8.3 Análise de paisagem como ferramenta de gestão

A paisagem é foco de estudo de algumas linhas de pesquisa da geografia, ecologia e outras ciências da terra. Metzger (2001) afirma que a principal contribuição da ecologia de paisagem é o enfoque nas relações entre padrões espaciais e processos ecológicos e a incorporação da escala nas análises. No entanto, pelo fato da ecologia de paisagens se posicionar de forma adequada para responder aos problemas ambientais, é possível antever, num futuro próximo, um crescimento explosivo da ecologia de paisagens em países tropicais, de forma similar ao que ocorreu recentemente em regiões temperadas, pois a resposta aos problemas ambientais, relacionados à fragmentação de habitats tropicais, expansão de fronteiras agrícolas e uso da água, é mais do que nunca urgente.

Fernandes (2008) diz que a percepção ambiental é de fundamental importância para que possamos compreender melhor as inter-relações entre o homem e o ambiente, suas expectativas, anseios, satisfações, insatisfações, julgamentos e condutas. O autor também afirma que uma das dificuldades para a proteção dos ambientes naturais está na existência de diferenças nas percepções dos valores e da importância dos mesmos entre os indivíduos de culturas diferentes, ou de grupos socioeconômicos que desempenham funções distintas, no plano social, nesses ambientes.

2.8.4 Critérios para avaliação ambiental e tipificação de áreas

As questões ambientais muitas vezes são tratadas no plano subjetivo, pois apresenta grande abrangência temática, pois considera-se como ambiente todas as questões físicas, biológicas, sociais e econômicas, a dinâmica desses fatores alteram o ambiente e geram subsídios para definir critérios para os elementos que serão avaliados. Impactos ambientais negativos decorrem como efeitos colaterais de inúmeras políticas públicas (SÁNCHEZ, 2008).

O processo de avaliação ambiental possibilita um maior controle sobre a concretização dos objetivos, serve como ponto de partida para realização de diagnósticos ambientais e para o delineamento de metas e ações, além de constituir como um importante instrumento no planejamento ambiental (PIZELLA e SOUZA, 2013).

Nesse contexto é possível utilizar a tipificação de áreas como ferramenta de auxílio no processo de identificação e classificação de informações ou localidades através do uso e interpretação de indicadores, o uso dessa técnica permite estratificar um mesmo ambiente ou localidade em relação a suas particularidades físicas, bióticas e/ou antrópicas

Esta abordagem torna a análise de desempenho ambiental para a sustentabilidade mais significativa e proposital, auxilia na definição de objetivos e abordagens de prescrição para o futuro, capacita os esforços em ações prementes, sem necessariamente ignorar os fatos que não são igualmente críticos (VENKATESH e BRATTEBØ, 2013).

2.8.5 Conceito de impactos, danos, vulnerabilidade e fragilidade ambiental

A conformação geoambiental da região implica na vulnerabilidade natural que a bacia tem a fatores relacionados a fenômenos naturais, como mudança de temperatura, chuva, vento e suas ações no solo, sendo essa grande concentração humana muito preocupante em relação à qualidade ambiental e qualidade de vida, pois é indiscutível que toda e qualquer atividade antrópica causa impactos ambientais negativos. Esses impactos, ao se integrarem aos aspectos naturais em que a região é susceptível, potencializam a ocorrência de danos ao ambiente, muitas vezes irreversíveis, fragilizam a área e alteram drasticamente a paisagem natural.

Os estudos propostos por Tricard (1977), determinam que a vulnerabilidade ambiental está relacionada à dinâmica da superfície terrestre. O autor afirma que os processos morfogênicos que estão relacionados a instabilidade da superfície são um fator muito importante para o desenvolvimento da vida. O autor também relata que a modificação da superfície de uma bacia hidrográfica altera o valor econômico das áreas e acelera impactos ambientais, como processos erosivos em decorrência da supressão da vegetação e baixa infiltração da água.

Para entender vulnerabilidade ambiental de uma área, Santos e Caldeyro (2007), afirmam que é necessário considerar duas questões: a persistência, que é o quanto um sistema se afasta do seu equilíbrio ou estabilidade sem mudar essencialmente o seu estado e a resiliência, que está relacionada à capacidade de um sistema retornar ao seu equilíbrio após sofrer um distúrbio.

Tagliani (2003) diz que a vulnerabilidade ambiental significa a maior ou menor susceptibilidade de um ambiente a um impacto potencial provocado por um uso antrópico qualquer e deve ser avaliada segundo três critérios: fragilidade estrutural intrínseca, sensibilidade e grau de maturidade dos ecossistemas.

Ross (1994) determinou que a fragilidade ambiental está relacionada às intervenções humanas, pois em princípio os ambientes naturais encontravam-se em equilíbrio dinâmico até o momento em que a humanidade passou a explorar intensivamente os recursos naturais, o autor também afirma que é possível estabelecer um paralelismo entre o avanço da exploração dos recursos naturais com o desenvolvimento tecnológico, científico e econômico das sociedades humanas.

Os temas vulnerabilidade e fragilidade ambiental são tratados de forma bastante semelhante na literatura, portanto para o presente trabalho será relacionado ao termo vulnerabilidade ambiental, todos os aspectos que correspondem aos fatores naturais nas dinâmicas físicas e biológicas, como solo, água, clima, vegetação e relevo; o termo fragilidade ambiental será relacionado às ações antrópicas de uso e ocupação do solo e sua capacidade de alteração da paisagem natural.

2.8.6 Gestão ambiental como modelo de desenvolvimento e ferramenta para geração de políticas públicas

A gestão ambiental consiste em um instrumento para a relação sociedade-natureza e possui inúmeras possibilidades de ações e de resultados, dependendo da missão e dos valores do sujeito que o propõe. Além disso, está associada à construção de uma forma de junção entre os diferentes campos do conhecimento para o enfrentamento de problemas que a compartimentalização científica convencional não é capaz de gerir. Acrescente-se a dimensão social que transcende as atividades puramente acadêmicas da formação universitária, consistindo em uma prática social e uma intervenção real que caracterizam a necessária prática interdisciplinar (UEHARA *et al.*, 2010).

O capitalismo e o desenvolvimento social trouxeram um grande desafio para a gestão ambiental, pois o modelo atual ainda se baseia no conceito produção-destruição e concretiza a crise socioambiental. Perante este cenário, a população se apropria cada vez mais da gestão ambiental, que se consolida como uma ferramenta para administrar e gerar um modelo de desenvolvimento mais justo e ecológico (PORTO e SCHÜTZ, 2012).

As questões ambientais se tornaram uma constante preocupação, principalmente no mercado moderno. Muito se discute sobre o tema da gestão ambiental, alguns setores percebem que as questões ambientais podem ser uma forma de avançar no mercado através de novas oportunidades, além de promover uma maior regulamentação, principalmente no cerne governamental, enquanto outras vertentes enxergam as questões ambientais como um entrave, devido a crescente complexidade do tema (KARAGOZOGLU e LINDEL, 2000)

A formulação de políticas é um fenômeno social em seu próprio direito e também é a forma dominante nas sociedades modernas que regulam os conflitos sociais latentes, ela exige em primeiro lugar a redefinição de um fenômeno social de um modo que se pode encontrar também soluções para eles (HAJER, 1995).

Dentro dessa discussão é possível entender a importância da elaboração e inserção de modelos de gestão ambiental para consolidar o desenvolvimento sustentável da humanidade, porém essa mudança só irá ocorrer quando houver um empoderamento da população com as causas ambientais. A ação popular é um mecanismo jurisdicional de tutela subjetiva e participativa de proteção do ambiente, é a partir das bases existentes e com a colaboração de outros instrumentos,

que a participação da população na gestão sustentável do meio ambiente, será efetiva (SANTIN e DALLA CORTE, 2011).

Algumas dessas perspectivas estão promovendo a sensibilização ecológica para guiar um uso menos predatório dos recursos naturais e uma distribuição mais equitativa (BURDILES, 2012 p. 385).

“A politização do debate que envolve a interação do homem com a natureza, ou mais precisamente, a transformação da natureza pela ação humana, constitui um dos pilares para a formação e consolidação de espaços democráticos, de ampliação da cidadania, e por consequência, do rumo a uma sociedade sustentável.” (OLIVEIRA e CORONA, 2011 p. 60)

Este fato reforça a necessidade de se experimentarem novas formas de gestão voltadas para a busca de práticas e instrumentos cooperativos de gestão envolvendo os diferentes agentes (MAGRINI, 2001).

Na política e gestão ambiental brasileira, verifica-se um movimento dos estados e municípios em torno da descentralização, isso reflete-se na quantidade de municípios com estruturas institucionais na área ambiental ligadas às prefeituras, o grande problema, para uma boa parte dos mesmos é a falta de recursos para execução efetiva das políticas (AZEVEDO *et al.*, 2007).

2.8.7 Material e métodos

2.8.7.1 Área de Estudo

A bacia hidrográfica do Rio Jundiá-Mirim está situada entre os municípios de Jundiá, Jarinu e Campo Limpo Paulista, estado de São Paulo, entre as latitudes 23°00' e 23°30' Sul e longitudes 46°30' e 47°15' Oeste (Figura 82).

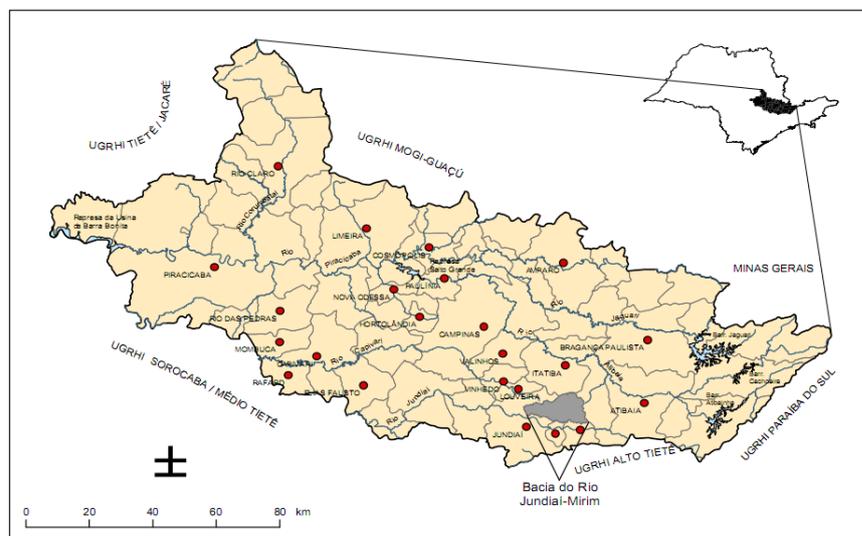


Figura 82- Localização da bacia do Rio Jundiá Mirim.

Fonte: Moraes et. al. 2003.

A área da bacia é de 11.750 ha, dos quais 55% correspondem ao município de Jundiá, 36,6% ao município de Jarinu e 8,4% ao município de Campo Limpo Paulista. Ela está situada na zona hidrográfica do Médio Tietê Superior, na Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos

dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. A bacia do rio Jundiaí Mirim é subdividida em 18 sub-bacias hidrográficas.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo mesotérmico brando super-úmido, Aw, com predomínio de temperaturas amenas durante todo o ano devido à orografia. A temperatura média anual varia entre 18° C e 20° C, com máximas absolutas entre 34° C a 36° C e médias das mínimas entre 6° C e 10° C. A precipitação é superior a 1.300 mm anuais (PRADO, 2005).

O relevo é composto por colinas e morros altos, de topos convexos com vales de entalhamento médio, 40 a 80 metros, e dimensão interfluvial média, 750 a 1750 metros. Apresentando declividades dominantes entre 10 e 30%, pode chegar a 60% em algumas vertentes (MORAES *et al.*, 2003).

A vegetação original da área é caracterizada pela Floresta Subcaducifólia Tropical, conhecida também por "Floresta Latifoliada Tropical"; "Floresta Estacional Tropical Pluvial" e ainda Mata Mesófila (IBGE, 1977 apud PRADO, 2005).

A bacia hidrográfica é ocupada principalmente por pastagens, reflorestamento e loteamentos (Tabela 25). A grande proporção de loteamentos mostra a pressão do crescimento urbano sobre a bacia hidrográfica (FREITAS, 2012).

Tabela 25. Principais classes de uso e ocupação das terras na Bacia do rio Jundiaí-Mirim, SP, em 2013.

Classes	Área (ha)	Área (%)
Pasto limpo	1700,0	14,5
Reflorestamento (Eucalipto)	1683,9	14,3
Mata em estágio médio	1314,1	11,2
Pasto sujo	1081,0	9,2
Mata em estágio inicial	913,6	7,8
Loteamento	867,1	7,4
Chácara	682,8	5,8
Fruticultura – uva	522,7	4,4
Mata ciliar em estágio médio	436,4	3,7
Área urbana	400,1	3,4
Outros	2147,1	18,3
Total	11748,8	100,0

2.8.7.2 Metodologia

Plano de amostragem

Os locais nos quais realizaram-se as coletas de dados em campo foram determinados pelo mapa de uso e ocupação de solo (Figura 83) e do mapa de vias de acesso (Figura 84) da bacia hidrográfica, referentes ao ano de 2013.

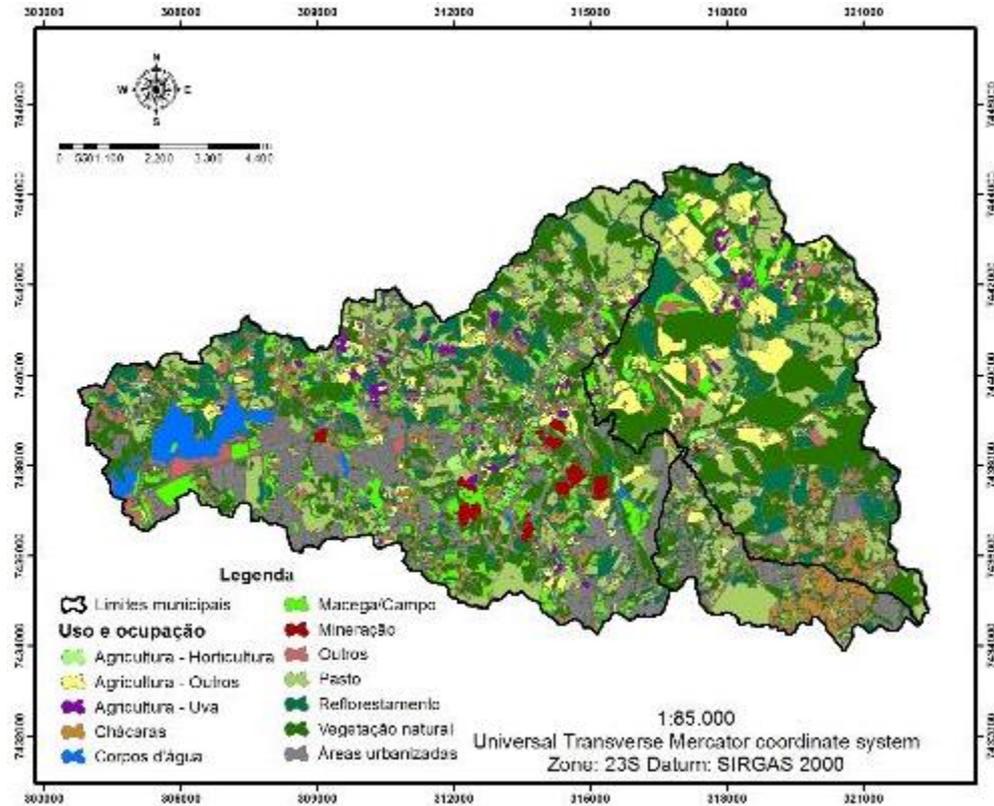


Figura 83- Mapa de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim, do ano de 2013.

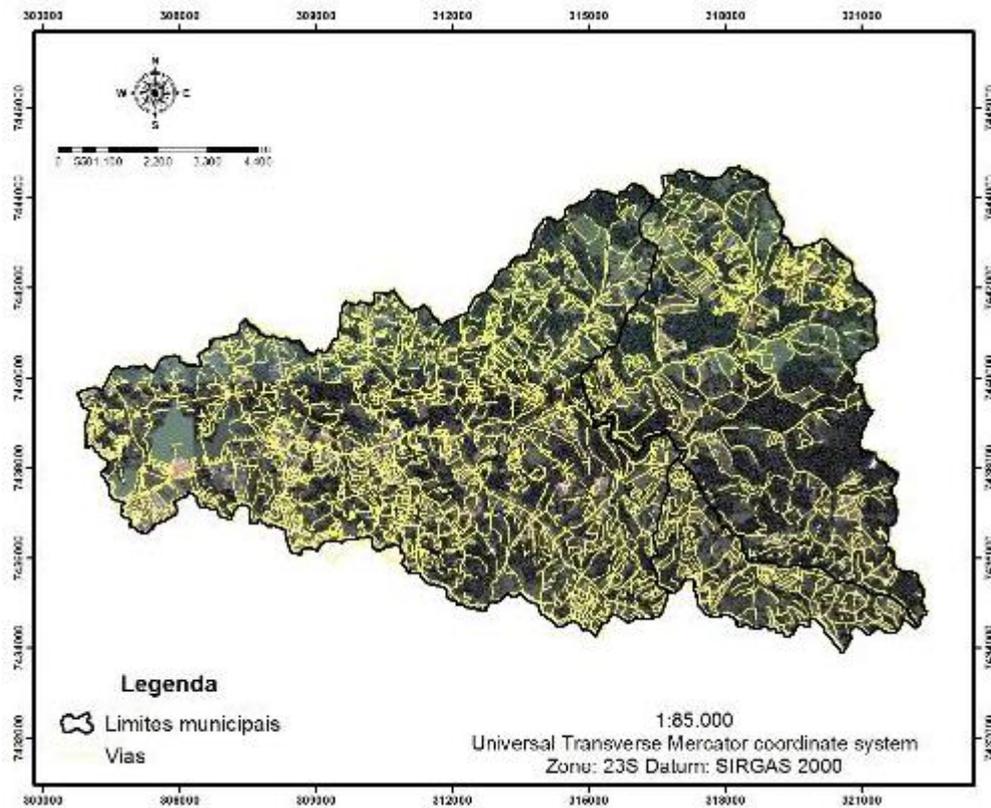


Figura 84- Mapa de vias de acesso da bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim, do ano de 2013.

Com o intuito de abranger toda a área da bacia hidrográfica, determinou-se um roteiro com 105 pontos para a coleta de informações (Figura 85). Para esse fim, utilizou-se os softwares ArcGis (*Environmental Systems Research Institute, ESRI, 1999*) e ILWIS (*Integrated Land and Water Information System, ITC, 2001*) do Laboratório de Geoprocessamento do Instituto Agrônomo de Campinas. Os pontos de amostragem foram alocados em um aparelho GPS de marca Garmin, modelo E-trex 30.

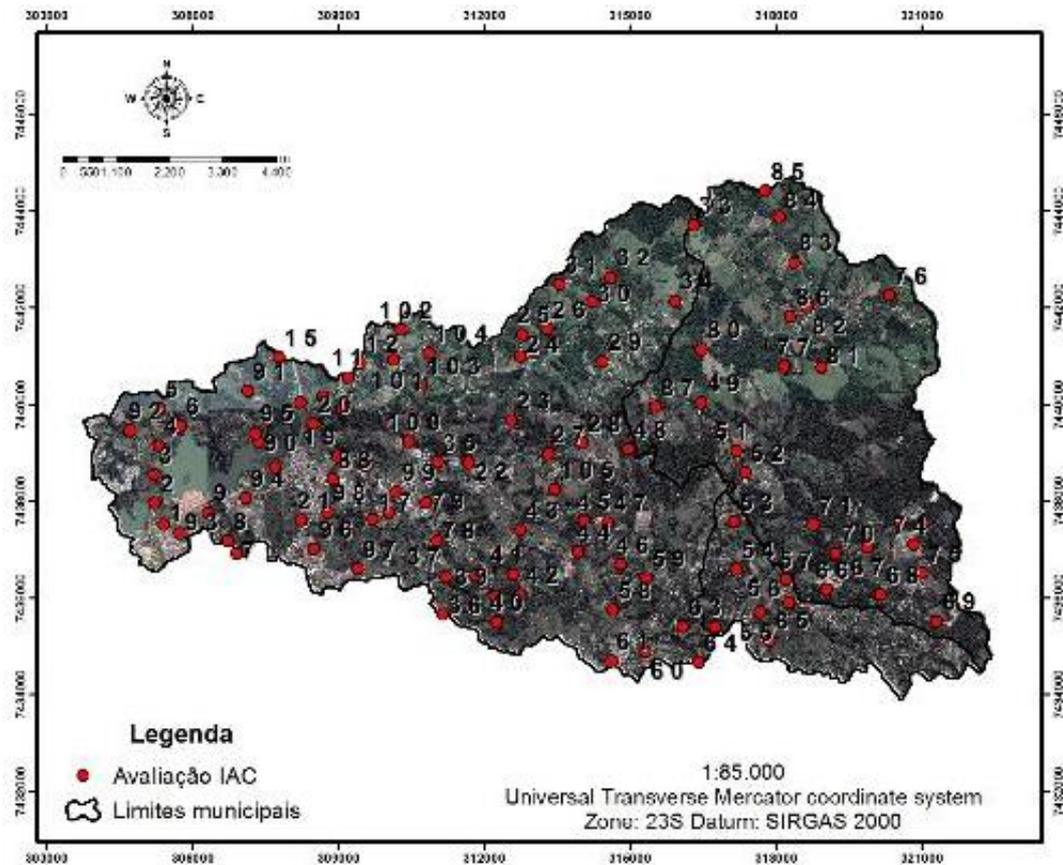


Figura 85- Plano de amostragem para coleta de informações em campo.

Coleta de dados

O trabalho se baseou na percepção dos impactos ambientais recorrentes, sua magnitude e intensidade à luz da observação do avaliador, de forma a traduzir quantitativamente e qualitativamente o que foi visualizado na área em questão.

Para a coleta dos dados utilizou-se o método de avaliação ambiental através da análise de paisagem proposto por Marques *et al.* (2015), que por sua vez é uma versão adaptada do método IAC para análise de paisagem (PECHE FILHO *et al.*, 2014).

A avaliação ocorre nos pontos elencados pelo plano de amostragem. Ao chegar no local, realiza-se uma análise visual geral do cenário e buscam-se indicadores estabelecidos como elementos de destaque na paisagem e que são possíveis de serem avaliados visualmente nos meios biótico, físico e antrópico da bacia hidrográfica.

Essa análise pode ser limitada pela situação imediata e abrange estratos entre 300 e 500 metros de distância aproximadamente. Estratos mais longínquos não apresentam detalhes suficientes para realizar uma boa avaliação que depende apenas da visão humana. Todavia esse fator vai depender do posicionamento do avaliador na paisagem e da forma em que o relevo se apresenta.

É possível entender o meio biótico como todas as relações que envolvem flora e fauna. Para realizar a avaliação nesse meio foram utilizados indicadores descritos na tabela a seguir (Tabela 26). Elencou-se esses fatores para procurar entender a qualidade dos fragmentos florestais, relacionados principalmente com as condições de regeneração e perenidade.

Tabela 26. Indicadores utilizados para avaliar o meio biótico.

INDICADORES	DESCRIÇÃO
Diversidade Vegetal	Está relacionada a presença de diferentes espécies arbóreas e arbustivas na paisagem.
Densidade vegetal	Este indicador está relacionado a composição vegetal arbórea do fragmento, aliado a diversidade vegetal.
Indícios de regeneração natural	É referência para a capacidade de resiliência do meio, ou seja, as condições naturais que ambiente tem de se reestabelecer perante a intensidade da ocupação antrópica.
Contaminação biológica	Um fator de perturbação ambiental e que compromete o desenvolvimento dos fragmentos florestais é a presença de espécies exóticas agressivas, como a leucena (<i>Leucaena leucocephala</i>), braquiária (<i>Brachiaria sp.</i>), taboa (<i>Typha domingensis</i>), santa bárbara (<i>Melia azedarac</i>), entre outras, pois apresentam características invasoras, não permitem o desenvolvimento de espécies nativas e reduz a longevidade natural das áreas.
Cobertura do solo	Entende-se que a cobertura vegetal do solo possui uma grande capacidade de conservação ambiental, portanto mesmo a presença de espécies exóticas se torna uma opção mais viável do que um solo descoberto.

Para compreender a qualidade ambiental dos cenários avaliados as imagens a seguir mostram o que seriam ambientes conservados (Figura 86a) e ambientes degradados (Figura 86b).



(a)

(b)

Figura 86- Análise de paisagem: (a) Meio biótico com ambientes conservados, (b) meio biótico com ambientes degradados .

O meio físico está relacionado com as dinâmicas entre solo, água, clima. Suas interações são fatores fundamentais para determinar a qualidade ambiental da paisagem. Para realizar as avaliações nesse meio foram utilizados os indicadores descritos na Tabela 27.

Tabela 27. Indicadores utilizados para avaliar o meio físico.

INDICADORES	DESCRIÇÃO
Cicatrizes de erosão	Indicador importante para entender o nível de conservação do solo e os impactos ambientais, principalmente provenientes das atividades agrícolas.
Deposição de sedimentos	Este indicador também está relacionado aos processos erosivos, resultam no acúmulo de material proveniente das regiões mais altas da bacia hidrográfica. A deposição de sedimentos, com o passar dos anos é responsável pela degradação dos corpos d'água através do assoreamento.
Selamento superficial	Devido ao acúmulo de água e deposição de sedimentos, materiais finos carregam para os poros do solo, deixando de permitir que a infiltração ocorra, o que promove danos ambientais significativos no que se refere a dinâmica da água sobre o solo.
Influenciado pelo fluxo de água	Está relacionado a vulnerabilidade ambiental da paisagem em relação a topografia, pois uma área que sofre por influência do fluxo de água na vertente é potencialmente vulnerável a recorrentes processos de degradação ambiental.
Risco de incêndio	O risco de incêndio é bastante preocupante, pois compromete drasticamente a regeneração de fragmentos florestais.

As Figuras 87 ilustram ambientes em que o meio físico apresenta elementos de conservação (Figura 87a) e de degradação (Figura 87b).

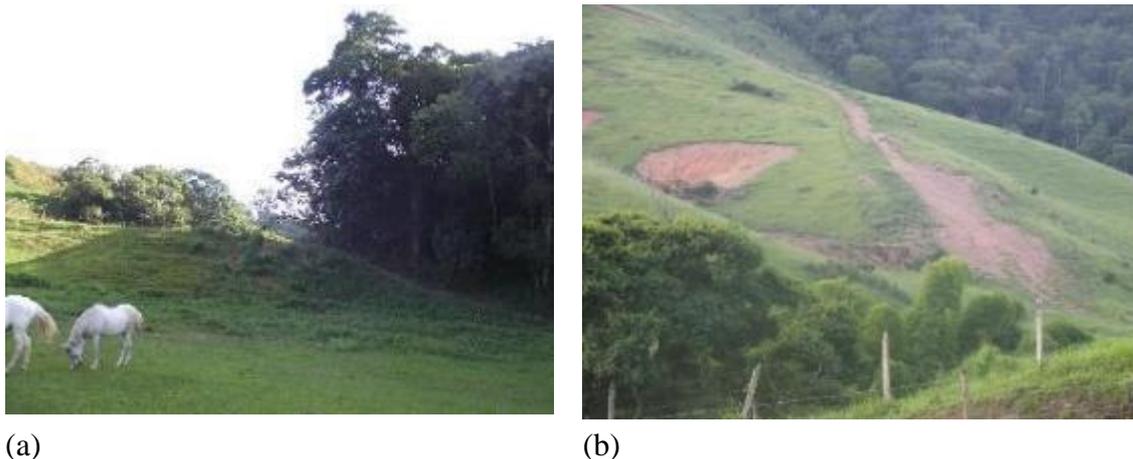


Figura 87- Análise de paisagem: (a) meio físico com ambientes conservados, (b) meio físico com ambientes degradados.

O meio antrópico é determinado pela interação das atividades humanas com o meio, seus impactos ambientais, sejam eles positivos ou negativos, sua capacidade de alterar a paisagem e a dinâmica natural. Os indicadores utilizados para avaliar o meio antrópico estão descritos na Tabela 21.

Tabela 28. Indicadores utilizados para avaliar o meio físico.

INDICADORES	DESCRIÇÃO
Risco de incêndio	O risco de incêndio é bastante preocupante, pois compromete drasticamente a regeneração de fragmentos florestais.
Ocupação do solo	Relacionado principalmente com a forma como ocorrem a instalação das atividades humanas, as consequências ambientais e a capacidade de antropizar as paisagens.
Potencial de carga difusa	As atividades antrópicas geram cargas poluentes difíceis de serem detectadas, provenientes principalmente da agricultura e do uso indiscriminado de agroquímicos, fatores como a topografia e a ocupação inadequada estão ligados à potencial geração de carga difusa.
Práticas conservacionistas	São fundamentais para minimizar as ações antrópicas, relacionadas principalmente a ocupação do solo inadequada e geração de carga difusa. As práticas conservacionistas podem estar em todo o território, mas é no meio rural que se expressam mais.
Trafego de veículos	Este indicador busca avaliar a intensidade do tráfego de veículos na região, pois quanto maior o fluxo de veículos, maiores são as possibilidades de impactos ambientais.
Condição da estrada	As estradas são vetores de impactos ambientais e sua deterioração está ligada a danos ambientais severos, como processos erosivos e geração de cargas difusas.
Risco de acidentes	O tráfego de veículos e as más condições das estradas potencializam a ocorrência de acidentes, que por sua vez podem gerar impactos significativos ao ambiente e a vida humana.
Risco de contaminação	Este indicador busca avaliar o potencial risco que as atividades humanas têm de contaminação ao meio, principalmente em decorrência da ocupação das áreas e sua vulnerabilidade.
Resíduos sólidos	A presença de resíduos sólidos depositados em locais inadequados é a expressão máxima dos danos ambientais provenientes do meio antrópico.

Para ilustrar os impactos ambientais decorrentes do meio antrópico a Figura 88 mostra cenários com elementos de destaque mais harmoniosos com a paisagem (Figura 88a) e elementos de destaque relacionados aos processos de degradação ambiental (Figura 88b).



(a)

(b)

Figura 88- Análise da paisagem: (a) meio antrópico com elementos de destaque harmoniosos à paisagem, (b) meio antrópico com elementos de destaque relacionados a processos de degradação ambiental.

Análise dos dados

Para obter notas da avaliação descrita anteriormente foram atribuídos valores de 1 para cenários que apresentaram elementos de destaque relacionados a impactos ambientais negativos, alta vulnerabilidade ambiental e processos de degradação ambiental; enquanto para cenários que apresentaram elementos de destaque com impactos ambientais positivos, baixa vulnerabilidade ambiental e processos que promovem a conservação ambiental, de forma gradual e crescente, foram atribuídos valores mais elevados, em que o máximo para essa avaliação é 5.

Tal procedimento possibilitou a obtenção de um índice de eficiência ambiental para cada um dos cenários avaliados por meio da seguinte equação:

$$IEA(n) = \frac{\sum x}{\sum y} * 100 \quad (1)$$

Onde,

- *IEA* corresponde ao Índice de Eficiência Ambiental (%);
- *n* corresponde ao número de pontos avaliados;
- *x* corresponde ao valor obtido no processo de avaliação;
- *y* corresponde ao valor máximo na escala de avaliação.

Os resultados foram divididos em 5 classes de valores, sendo que o menor índice possível nessa avaliação é 20% para os locais que sofrem maiores impactos ambientais negativos, portanto é possível tipificar os índices obtidos em classes, na qual a Classe E apresenta os níveis mais críticos de vulnerabilidade, fragilidade, danos e impactos ambientais e de forma crescente, a Classe A os níveis menos críticos.

Tipificação de regiões

Os resultados obtidos em campo forneceram informações significativas acerca da situação ambiental da bacia hidrográfica. O processamento dos dados se iniciou pela análise dos índices de eficiência de paisagem coletados em campo, permitindo a leitura dos impactos e danos ambientais encontrados na bacia hidrográfica.

Em seguida os dados foram divididos entre as Classes A, B, C, D e E, para que assim se possa compreender o comportamento da dinâmica ambiental e como ela afeta a qualidade da bacia hidrográfica, esse resultado é apresentado de forma gráfica.

Para compreender de forma visual no espaço físico da bacia hidrográfica, utiliza-se de geoprocessamento para interpolar os pontos avaliados seus correspondentes índices obtidos.

Essas informações permitem fornecer diretrizes para a elaboração de um plano de gestão ambiental com o intuito de proporcionar o aumento do índice de eficiência da paisagem para os ambientes de proteção da região.

2.8.8 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.8.8.1 Análise dos dados

A Tabela 29 (Anexos) apresenta os resultados da análise de paisagem realizada na bacia hidrográfica do rio Jundiá Mirim. Essa avaliação mostrou um cenário preocupante, pois o índice de eficiência da paisagem médio dos 105 locais avaliado atingiu 39,19%, variando entre 22,35% e 64,17%. O que determina a tipificação das áreas em classes distintas será o intervalo entre o valor mais alto e valor mais baixo obtido, que pode ser determinado através de uma análise estatística descritiva (Tabela 5).

Tabela 29. Estatística descritiva dos índices de eficiência ambiental obtidos durante a avaliação.

Média	39,19
Erro padrão	0,89
Mediana	37,65
Modo	36,47
Desvio padrão	9,09
Variância	da
amostra	82,55
Curtose	0,02
Assimetria	0,47
Intervalo	42,35
Mínimo	22,35
Máximo	64,71
Soma	4115,29
Contagem	105,00

É importante frisar que tanto os locais que se encontram nas Classes A quanto os de Classes E, apresentam impactos ambientais significativos, porém com intensidades diferentes, a tabela a seguir apresenta os intervalos entre as classes para o presente estudo (Tabela 30).

Tabela 30. Intervalo de classes para tipificação de áreas.

Classes	Intervalo (%)	
A	56,23	65,00
B	47,76	56,23
C	39,29	47,76
D	30,82	39,29
E	22,35	30,82

Esse resultado permitiu distribuir os índices em 5 classes diferentes e tipificá-los de acordo com o nível de vulnerabilidade, fragilidade, danos e impactos ambientais. De acordo com os resultados apresentados pela tipificação das áreas da bacia hidrográfica 17,14% da área pertence a Classe E, 38,10% pertence a Classe D, 27,62% pertence a Classe C, 12,38% pertence a Classe B e apenas 4,76% pertence a Classe A (Figura 89).

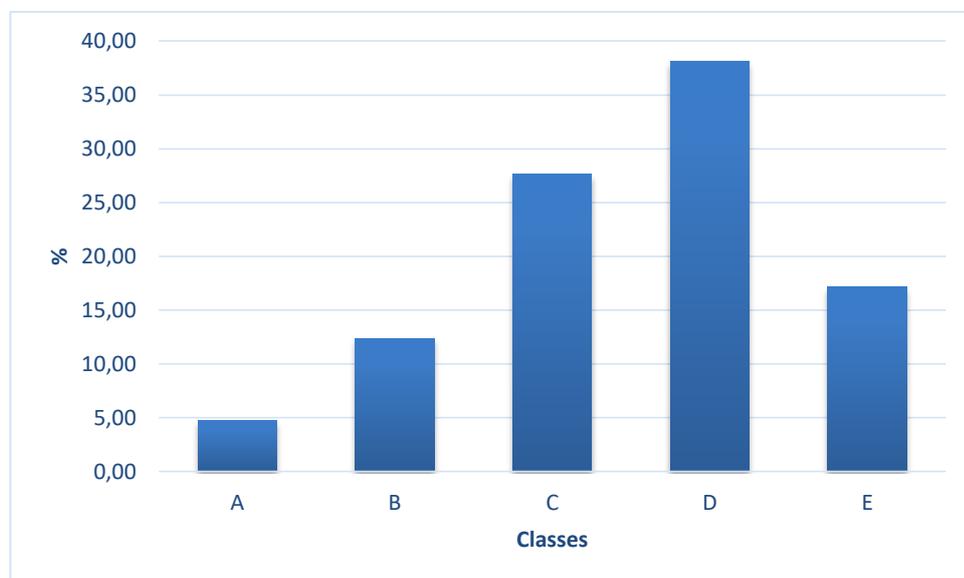


Figura 89- Distribuição percentual da tipificação das áreas da bacia hidrográfica de acordo com seu nível de vulnerabilidade, fragilidade, danos e impactos ambientais.

Com o intuito de proporcionar um entendimento pleno dos locais que sofrem maiores pressões em decorrência dos impactos dos ambientes de proteção da bacia hidrográfica, o uso do geoprocessamento permitiu a interpolação dos índices obtidos em seus respectivos pontos e tipificá-los de acordo com os resultados apresentados anteriormente (Figura 90).

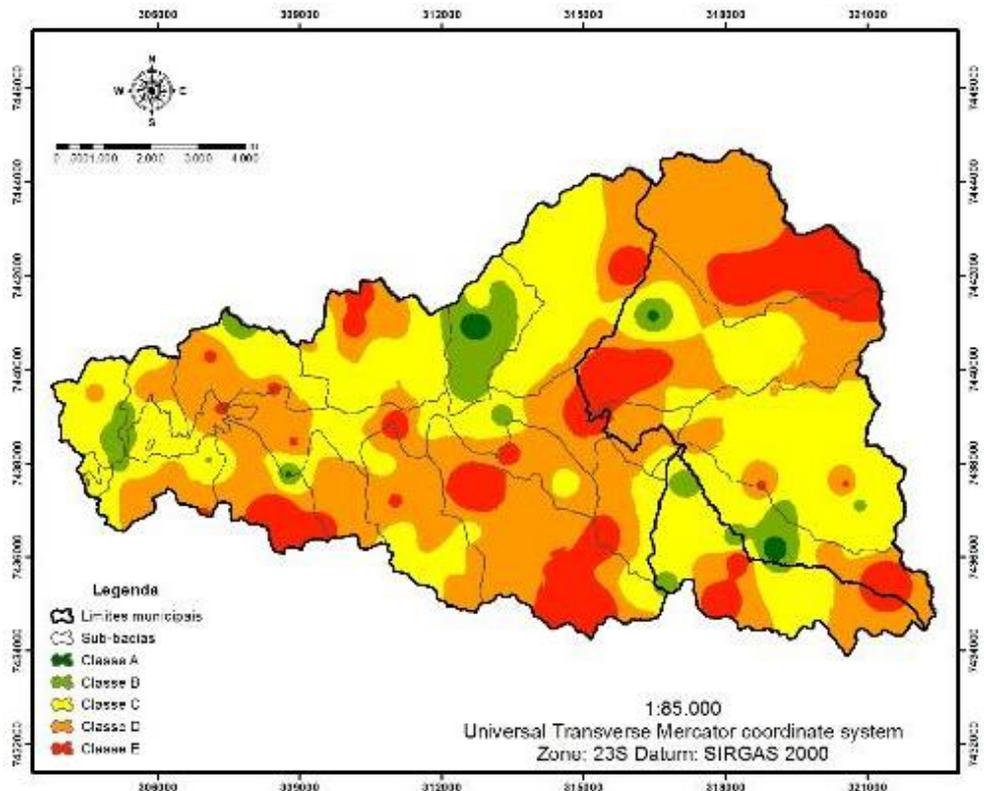


Figura 90- Tipificação das áreas por classes de eficiência ambiental.

2.8.8.2 Diretrizes para elaboração de um plano de gestão ambiental

As análises dos dados e sua interpolação forneceram subsídios suficientes para elaborar um plano de gestão ambiental específico para cada uma das classes em função do nível de perturbação, vulnerabilidade e complexidade ambiental.

As palavras plano, programa, projeto são tomadas como quase sinônimas e frequentemente intercambiáveis, remetem ação humana, individual ou coletiva, orientada por um fim ou por uma intencionalidade, caracterizam-se por expressar um objetivo claro e consistente e pela existência de instrumentos adequados para a obtenção dos fins propostos (DE PAULA, 2003). Um plano de gestão é o pressuposto principal para desencadear as atividades necessárias para proporcionar a resolução da problemática levantada, deve orientar a elaboração dos programas adequados e assim nortear as ações referentes aos projetos, suas especificidades, bases orçamentárias, alocação de recursos e cronogramas.

O plano de gestão dos ambientes de proteção da bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim deve ser baseado na melhoria dos meios bióticos, físicos e antrópicos. Em função das informações obtidas através da análise em campo, constatou-se que os todos os ambientes de proteção da bacia hidrográfica apresentam situações preocupantes relacionadas a qualidade ambiental, com maior ou menor intensidade e magnitude.

A vulnerabilidade ambiental transformou as paisagens naturais da bacia hidrográfica em paisagens antropizadas, em consequência dessa alteração problemas como diminuição de fauna e flora, simplificação e contaminação biológica, processos erosivos, geração de resíduos sólidos e outras cargas difusas, ou seja, perturbações ambientais, são recorrentes em toda extensão da bacia hidrográfica. Portanto faz-se necessário a criação de programas que atendam às necessidades dos

meios bióticos, físicos e antrópicos e oriente a elaboração de projetos consistentes para alavancar a qualidade ambiental da bacia hidrográfica.

É possível sintetizar como estrutura do plano de gestão ambiental para a bacia hidrográfica no que se refere as questões relacionadas ao meio biótico, programas de recuperação de áreas degradadas, restauração e habilitação de fragmentos florestais e reconstituição da fauna. Para as questões relacionadas ao meio físico determinam-se programas para conservação do solo, qualidade da água, prevenção e combate ao incêndio. Enquanto o meio antrópico contempla os programas para adequação da ocupação e uso do solo, gerenciamento de resíduos sólidos e educação ambiental.

Os locais pertencentes a Classe A, apresentam características mais conservadas, conseqüentemente contemplam projetos mais simplificados ou impulsionam para um novo patamar ambiental, pois apresentam ambientes de proteção mais consolidados, no qual a vulnerabilidade ambiental não afeta de modo significativo sua qualidade e os elementos de perturbações ambientais interagem com menos intensidade no meio. O mosaico de imagens a seguir representa os aspectos bióticos, físicos e antrópicos (Figura 91). Os locais que pertencem a Classe A representam 4,9% de todo território da bacia hidrográfica, e pode ser visualizado na imagem a seguir (Figura 92).



Figura 91- Imagens das áreas correspondentes a Classe A, com características de integração de atividades antrópicas com aspectos conservacionistas, como fragmentos florestais com densidade e diversidade vegetal elevadas(a), (b), (c) e práticas agrícolas adequadas (d).

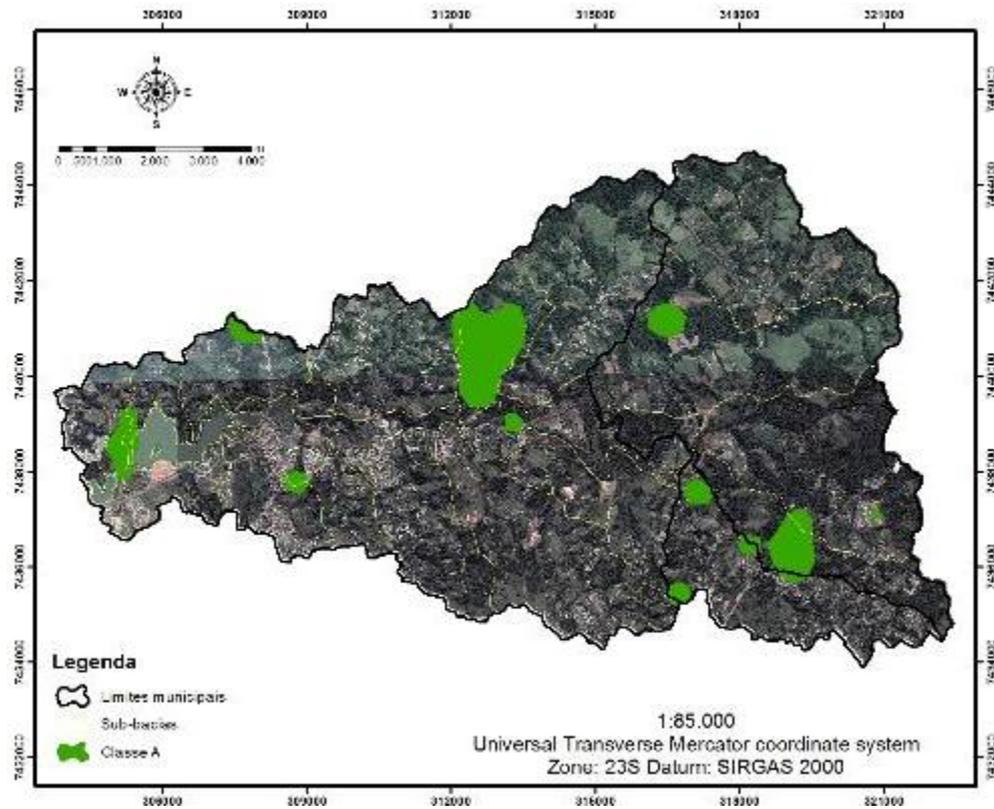


Figura 92- Localização das áreas contempladas pela Classe A na bacia hidrográfica.

Os pontos contemplados pela Classe B apresentam características menos conservadas e mais elementos de perturbação ambiental do que os encontrados na classe anterior, portanto seus projetos apresentam uma complexidade um pouco maior. É possível observar os aspectos bióticos, físicos e antrópicos no mosaico de imagens a seguir (Figura 93). Os locais que pertencem a Classe B representam 15,33% de todo território da bacia hidrográfica, e pode ser visualizado na imagem a seguir (Figura 94).



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 93- Imagens das áreas correspondentes a Classe B, que apresenta características de conservadas, porém com algumas perturbações ambientais provenientes das atividades antrópicas, como níveis elevados de contaminação biológica (a), processos erosivos (b), risco de acidentes (c) e risco de contaminação (d).

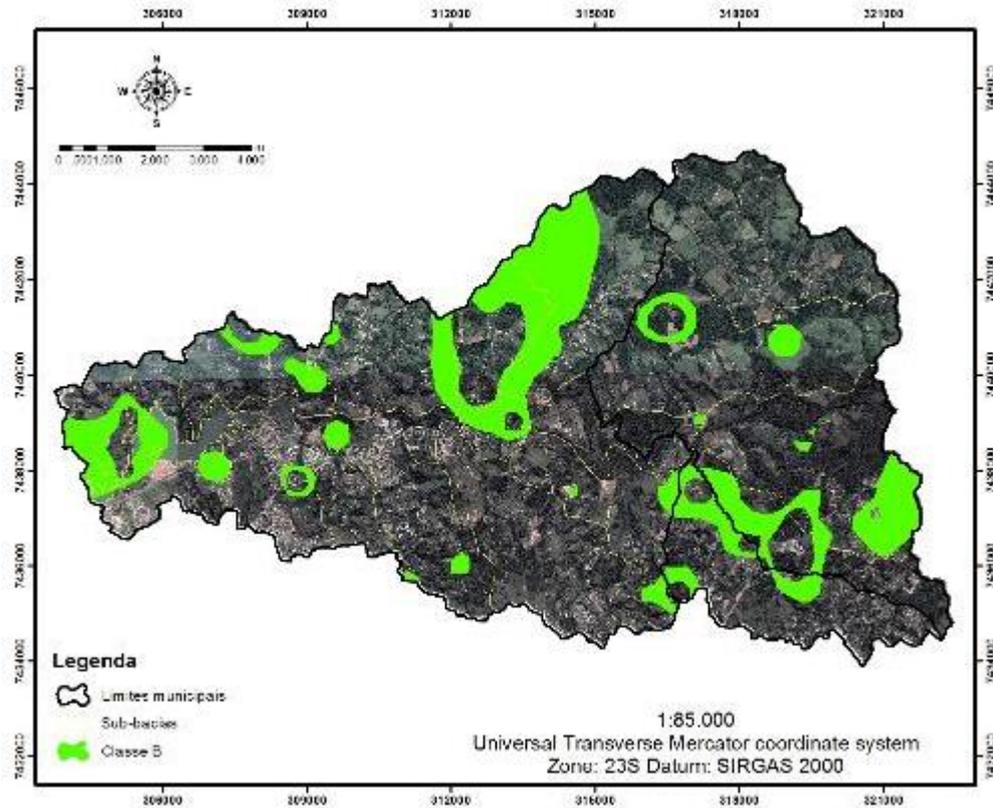


Figura 94- Localização das áreas contempladas pela Classe B na bacia hidrográfica.

A Classe C representa os locais com as características intermediárias da bacia hidrográfica, há uma ocorrência preocupante de elementos de perturbação ambiental e alguns locais apresentam processos de degradação ambiental, conseqüentemente para a mitigação dos impactos negativos e a gestão ambiental desses locais os projetos se tornam mais complexos. O mosaico de imagens a seguir apresenta os aspectos ambientais dessa classe (Figura 95). Os locais que pertencem a Classe C representam 33,42% de todo território da bacia hidrográfica, e pode ser visualizado na imagem a seguir (Figura 96).



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 95- Imagens das áreas correspondentes a Classe C, que se caracteriza por processos de degradação ambiental e elementos de perturbação ambiental em níveis mais preocupantes, como sólidos em suspensão no corpo d'água (a), contaminação biológica (b), simplificação do meio (c) e processos erosivos (d).

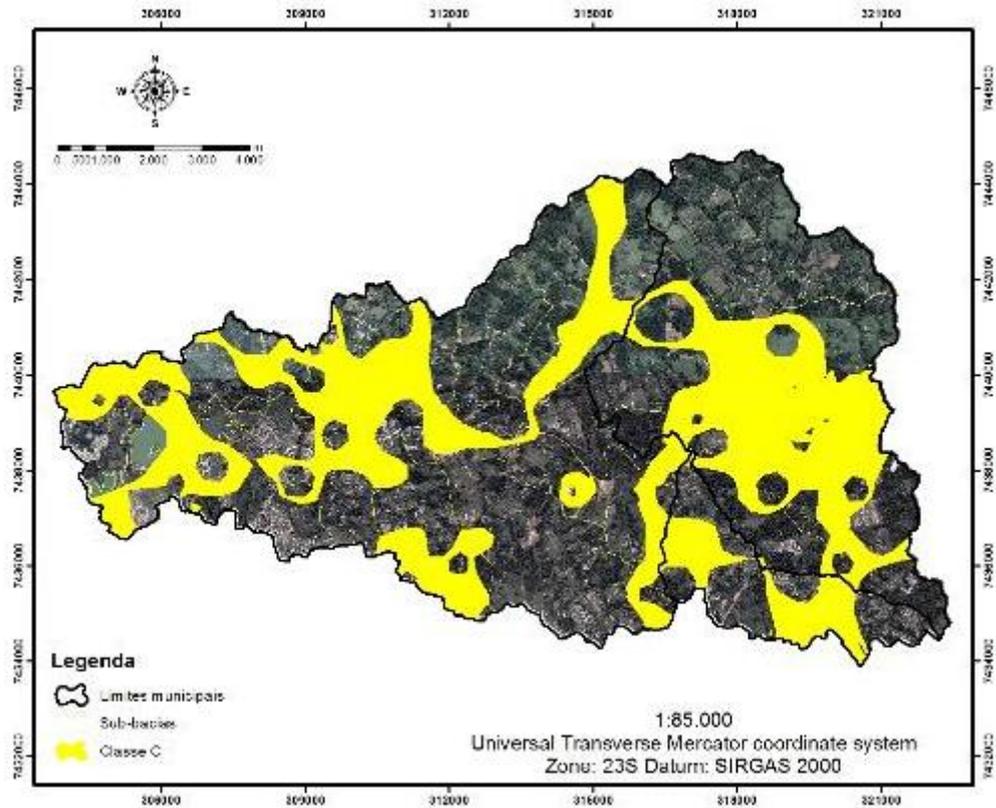


Figura 96- Localização das áreas contempladas pela Classe C na bacia hidrográfica.

Os locais que correspondem a Classe D apresentam fatores de perturbação ambiental bastante preocupantes e uma grande quantidade de áreas em processo de degradação, são locais que requerem uma maior atenção em relação aos projetos que serão desenvolvidos, pois são bastante complexos. É possível verificar as características dessa classe no mosaico apresentado a seguir (Figura 97). Os locais que pertencem a Classe D representam 33,70% de todo território da bacia hidrográfica, e pode ser visualizado na imagem a seguir (Figura 98).



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 97- Imagens das áreas correspondentes a Classe D, apresentam impactos ambientais negativos, como processos erosivos acelerados (a), eutrofização do corpo d'água (b), resíduos sólidos (c) e deposição de sedimentos e assoreamento do corpo d'água (d).

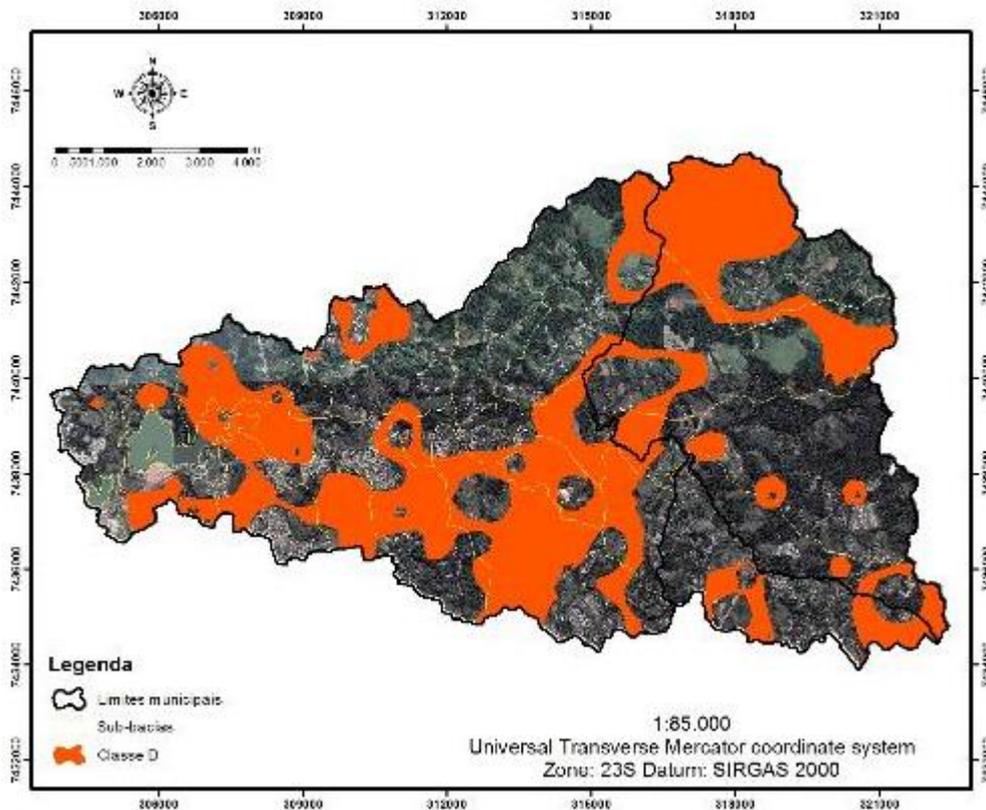


Figura 98- Localização das áreas contempladas pela Classe D na bacia hidrográfica.

Os locais contemplados pela Classe E são mais complexos, pois muitas áreas apresentam níveis de elevados de degradação ambiental e a intervenção para mitigar os elementos de perturbações ambientais recorrentes em tais regiões demandam maior dedicação técnica, mais recursos alocados e um cronograma de atividades mais extenso. O mosaico de imagens a seguir representa as situações encontradas nessa classe (Figura 99). Os locais que pertencem a Classe E representam 12,66% de todo território da bacia hidrográfica, e pode ser visualizado na imagem a seguir (Figura 100).



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 99- Imagens das áreas correspondentes a Classe E, com práticas inequadas na agricultura (a), lançamento de esgoto irregular (b), resíduos sólidos (c), deposição de sedimentos e eutrofização dos reservatório de água (d).

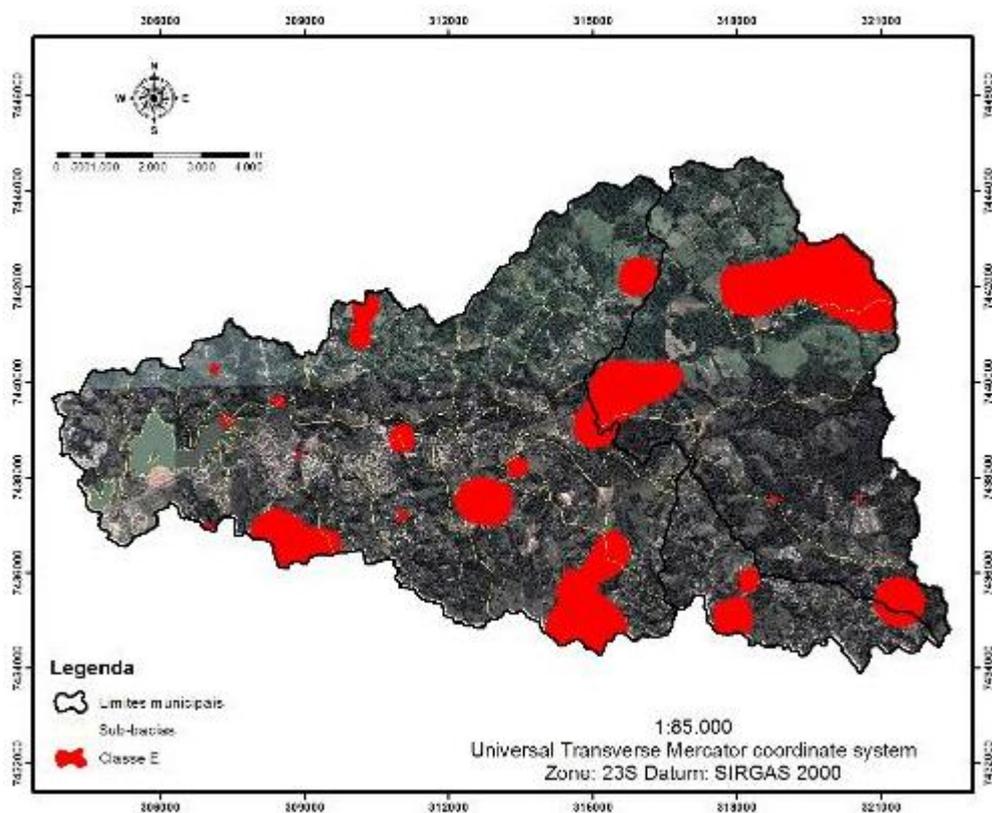


Figura 100- Localização das áreas contempladas pela Classe E na bacia hidrográfica.

2.8.8.3 Análise por sub-bacias

O uso do geoprocessamento possibilitou uma melhor compreensão da vulnerabilidade, fragilidade, impactos e danos ambientais em cada uma das 18 sub-bacias que compõe a bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim. Essa análise foi possível ao cruzar os mapas da localização das sub-bacias (Figura 101) com o mapa de interpolação, exposto anteriormente (Figura 100).

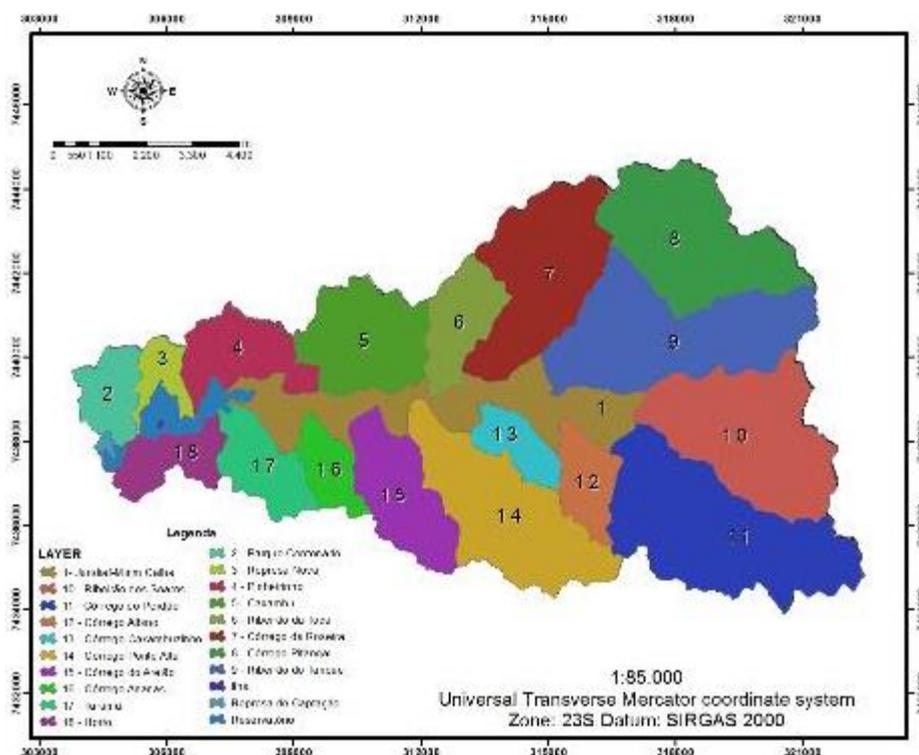


Figura 101- Sub-bacias que compõe a bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim.

Através dessa análise foi possível constatar quais são as sub-bacias que apresentam melhores e piores condições sobre o aspecto da qualidade ambiental (Figura 102).

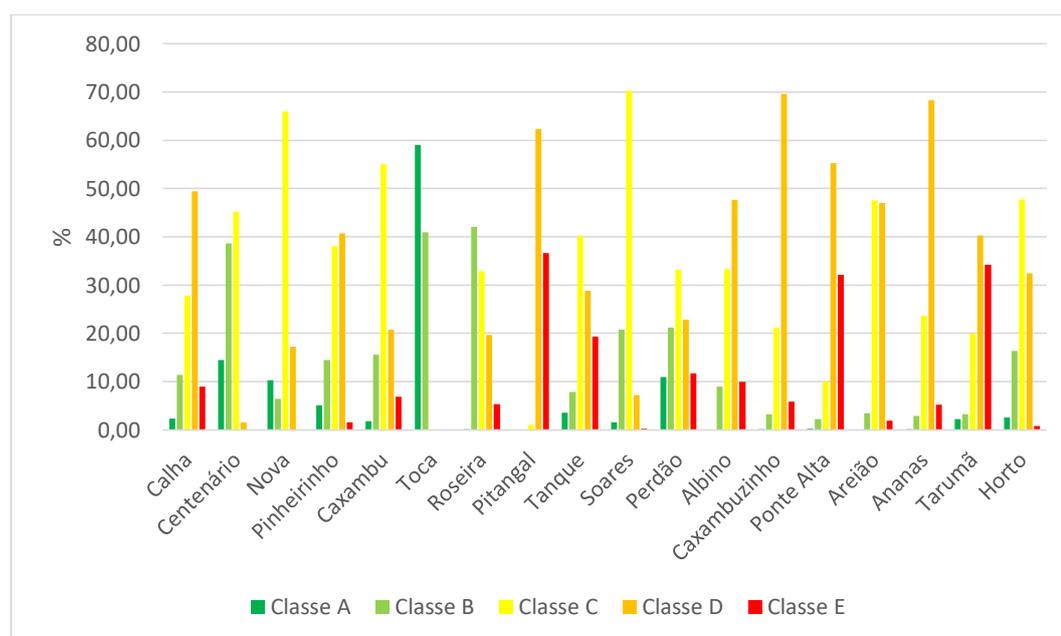


Figura 102. Análise dos Índices de Eficiência Ambiental por sub-bacias.

É possível constatar que a sub-bacia do córrego do Ribeirão da Toca possui as melhores condições ambientais, pois apresenta os Índice de Eficiência Ambiental mais elevados, onde em aproximadamente 60% de sua área é contemplada pela Classe A e 40% de sua área pela Classe B, assim as classes que comprometem a qualidade ambiental nessa sub-bacia não são significativas.

Em contrapartida é possível elencar a sub-bacia do córrego Pitangal como a mais preocupante em relação aos Índices de Eficiência Ambiental, pois grande parte da sua área corresponde a Classe E e Classe D. Semelhante as condições ambientais as sub-bacias do córrego da Ponte Alta e do Tarumã também possuem em sua extensão maiores áreas contempladas pelas classes D e E.

Destacam-se nessa análise as sub-bacias do córrego Ananas e córrego Caxambuzinho, com percentualmente as maiores áreas que correspondem a Classe D. Também destacam-se as sub-bacias do Ribeirão dos Soares e Represa Nova com as percentualmente as maiores áreas contempladas pela Classe C corresponde a Classe C.

Os resultados obtidos geraram uma gama de informações que podem e devem subsidiar a elaboração de um plano de gestão ambiental para a bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim, uma vez que o cenário apresentado é bastante preocupante.

O plano de gestão ambiental deve conter programas e projetos que em curto médio e longo prazo atuarão na melhoria da qualidade ambiental da bacia hidrográfica.

2.8.8.4 CONCLUSÕES

É possível afirmar que a forma com que a bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim foi ocupada ao longo dos anos levou sua condição ambiental a um estado alarmante, esse fato ocorre devido a negligência com as questões ambientais que o modelo socio-econômico de ocupação e uso das terras traz. Essa situação não é um privilégio apenas da bacia hidrográfica estudada, mas infelizmente de grande parte das bacias hidrográficas de todo território nacional, uma vez que se utiliza o mesmo modelo sócio-econômico de ocupação e uso das terras em todas as localidades da federação.

A bacia hidrográfica apresentou um Índice de Eficiência Ambiental geral de 37,69%, um número bastante preocupante dada a importância da bacia hidrográfica principalmente para o município de Jundiá. Ao analisar esse número por município constata-se que Jundiá apresenta um Índice de Eficiência Ambiental de 39,1%, Jarinu 38,9% e Campo Limpo Paulista 40,8%.

Fengler *et al.* (2015) apresentou um resultado no qual a região de Jarinu, por apresentar os fragmentos florestais mais conservados, conseqüentemente apresentou melhores condições ambientais, porém é importante ressaltar que apenas a conservação dos fragmentos florestais não garantem a qualidade ambiental da região, pois as atividades antrópicas como agricultura, indústria e mineração, além do processo de urbanização potencializam os impactos ambientais negativos

Através da análise dos resultados foi possível constatar que 55% da bacia hidrográfica apresenta situação preocupante em relação a qualidade ambiental, esta situação traz urgência em elaborar e estabelecer um plano de gestão ambiental para elevar seus índices e minimizar os impactos ambientais negativos que ocorrem em suas áreas.

A tipificação das áreas permitiu dimensionar a magnitude dos danos e da vulnerabilidade ambiental e entender quais são as regiões da bacia hidrográfica que apresentam situações ambientais semelhantes, essa análise possibilita a elaboração de um plano de gestão ambiental estratégico, pois permite elencar ações prioritárias para cada uma das classes em cada uma das 18 sub-bacias.

2.9 Caracterização hidrológica

A caracterização hidrológica da bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim envolveu o uso do modelo hidrológico SWAT (Soil and Water Assessment Tools), desenvolvido pelo United States Department of a Agricultural Research Service (USDA – ARS) e o Soil and Water Research Laboratory - Temple - Texas A&M University. A partir de uma base de dados de solo, relevo, uso e ocupação das terras e uma série histórica de 30 anos de dados meteorológicos, o modelo possibilitou uma maior compreensão dos processos que envolvem o fluxo de água superficial e subterrâneo, bem como a produção de sedimentos associada às características hidrológicas, climatológica, pedológicas e de uso e manejo das terras. A Figura 103 resume os principais fluxos hidrológicos analisados pelo modelo SWAT.

2.9.1 Modelagem da produção de água e de sedimentos

A produção, transporte, deposição e compactação de sedimentos são processos erosivos ou hidrossedimentológicos que ocorrem naturalmente. Os diferentes tipos de uso e manejo dos solos quando aplicados incorretamente, e associados à problemática da erosão nas cabeceiras de drenagem podem acentuar tais processos, diminuindo a produtividade dos solos e aumentando a quantidade de sedimentos acumulada ao longo do canal e no exutório de uma bacia, gerando assim problemas socioeconômicos e ambientais.

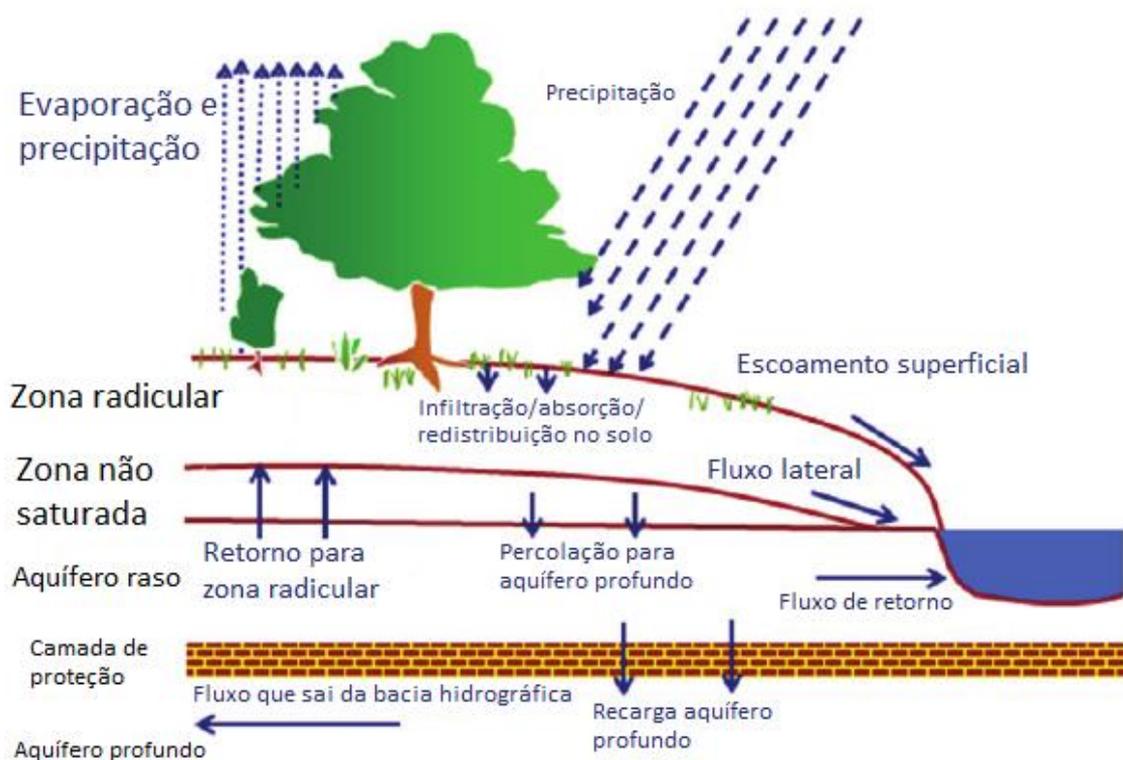


Figura 103 Caracterização do ciclo hidrológico

Para se avaliar de uma forma integral, os diversos fatores, sejam naturais ou antrópicos, que contribuem para os processos erosivos, é preciso usar tecnologias que permitam a integração dos diversos parâmetros envolvidos nessa problemática, quais sejam: clima, uso e ocupação das terras, solo, relevo e práticas de manejo do solo.

Neste sentido, a modelagem matemática e o desenvolvimento de modelos hidrológicos capazes de prever diferentes impactos no meio tornam possível a previsão da eficiência das práticas de conservação da água e do solo, simulando assim cenários reais da dinâmica na bacia hidrográfica.

Dentro desse item realizou-se a modelagem da produção de sedimentos na bacia hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim. Para esse estudo empregou-se o modelo SWAT (Soil and Water Assessment Tools), que é um modelo matemático de domínio público, desenvolvido no início dos anos 90, pelo United States Department of Agricultural Research Service (USDA – ARS) e o Soil and Water Research Laboratory - Temple - Texas A&M University. Ele resulta da fusão e aprimoramento de componentes de modelos mais antigos como o CREAMS, GLEAMS, EPIC, SWRRB e QUAL2E, de modo que em apenas um modelo pudesse ser gerados resultados com novos refinamentos e melhor eficiência computacional (GASSMAN et al., 2007). O modelo foi desenvolvido para prever o efeito de diferentes cenários de manejo na qualidade da água, produção de sedimentos e cargas de poluentes em bacias hidrográficas agrícolas (SRINIVASAN & ARNOLD, 1994). Ele subdivide a bacia total em sub-bacias com base no relevo, solos e uso do solo, preservando os parâmetros espacialmente distribuídos da bacia total e as características homogêneas dentro da bacia.

Esse modelo apresenta como vantagem, a possibilidade de simular cenários de mudanças no uso da terra e manejo agrícola, gerando informações para subsidiar ações do poder público ou privado, que visem à preservação dos recursos hídricos.

Uma base de dados detalhada sobre clima, solo, uso e ocupação, relevo é requerida pelo SWAT. Essas informações são suficientes para alimentar as sete estruturas internas de dados onde os resultados das simulações são inseridos: **1- hidrologia, 2- clima, 3- sedimentos, 4- crescimento vegetal, 5- manejo agrícola, 6- nutrientes e 7- pesticidas.**

No caso específico desse projeto o modelo SWAT foi empregado para simular a produção de sedimentos ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e também outros parâmetros hidrológicos, importantes para a compreensão da produção de água na bacia do rio Jundiaí-Mirim. Dentre esses parâmetros foram simulados: **vazão, escoamento superficial, recarga de aquífero, escoamento lateral do aquífero raso para o canal de drenagem e quantidade de sedimentos que atingem os cursos d'água.**

A primeira etapa na modelagem de erosão, consiste na definição das HRU (Unidades Hidrológicas de Referência), que o modelo SWAT define a partir das classes de declividade, classes de uso e ocupação e classes de solo. Cada HRU consiste em unidades espaciais homogêneas de combinações de cada classe de declive, com cada tipo de solo e também de uso da terra. As HRUs são definidas dentro das sub bacias hidrográficas criadas pelo modelo, a partir do modelo digital de elevação (MDE), Figura 105.

Os dados de entrada do modelo estão listados a seguir:

- Modelo Digital de Elevação (metros)
- Mapa de uso e ocupação das terras – 2013
- Mapa pedológico detalhado – 2003
- Série histórica de dados meteorológicos diários do período de 1984 - 2013 (precipitação, temperaturas mínimas e máximas, radiação solar, umidade relativa e velocidade do vento). Esses dados foram obtidos junto ao Centro de Ecofisiologia e Biofísica do Instituto Agronômico.

Para o cálculo da produção de sedimentos, o modelo SWAT utiliza a Equação de Perdas de Solos Modificada (Modified Universal Soil Loss - MUSLE) (WILLIAMS & BERNDT, 1977). A MUSLE é uma versão modificada da equação original da USLE desenvolvida por WISHMEIER & SMITH (1978). Na USLE, é calculada a erosão média em função da energia da chuva. Já a MUSLE considera a quantidade de escoamento para o cálculo da produção de sedimentos, representando a energia usada no desprendimento e transporte de sedimentos. A equação é a seguinte:

$$Y=11,8(Q_{(q_p)})^{0,56} KCPSL \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

Y: produção de sedimento, em Mg.ha-1

Q: escoamento de superfície, em m³ (SDS-USDA, 1972);

qp: taxa de escoamento de pico, em m³.s-1, (FLEMING, 1975);

K: fator erodibilidade do solo (WICHMEIER & SMITH, 1978 e WILLIAMS, 1995);

C: fator uso e manejo do solo, (WICHMEIER & SMITH, 1978);

P: fator práticas agrícolas conservacionistas (WICHMEIER & SMITH, 1978);

LS: fator topográfico, calculado segundo (WICHMEIER & SMITH, 1978).

Um parâmetro essencial para uma melhor compreensão do ciclo hidrológico e do movimento da água no solo e o conhecimento da sua condutividade hidráulica, pois a partir dessa informação é que se tem o entendimento da capacidade de drenagem do solo e conseqüentemente, do seu maior ou menor risco de escoamento superficial, que dependendo da intensidade das chuvas, poderá acarretar sérios problemas de erosão e arraste de sedimentos. Foram realizadas várias medições da condutividade hidráulica dos solos existentes na bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim, considerando os principais tipos de uso e ocupação do solo, conforme ilustrado na Figura 104.



Foto 3. Determinação da condutividade hidráulica do solo em área de mata.



Foto 4. Determinação da condutividade hidráulica do solo em área de cultura anual.



Foto 5. Determinação da condutividade hidráulica do solo em área de uva.



Foto 6. Determinação da condutividade hidráulica do solo em área de citrus.

Figura 104- Determinação da condutividade hidráulica do solo em diferentes usos e ocupações.

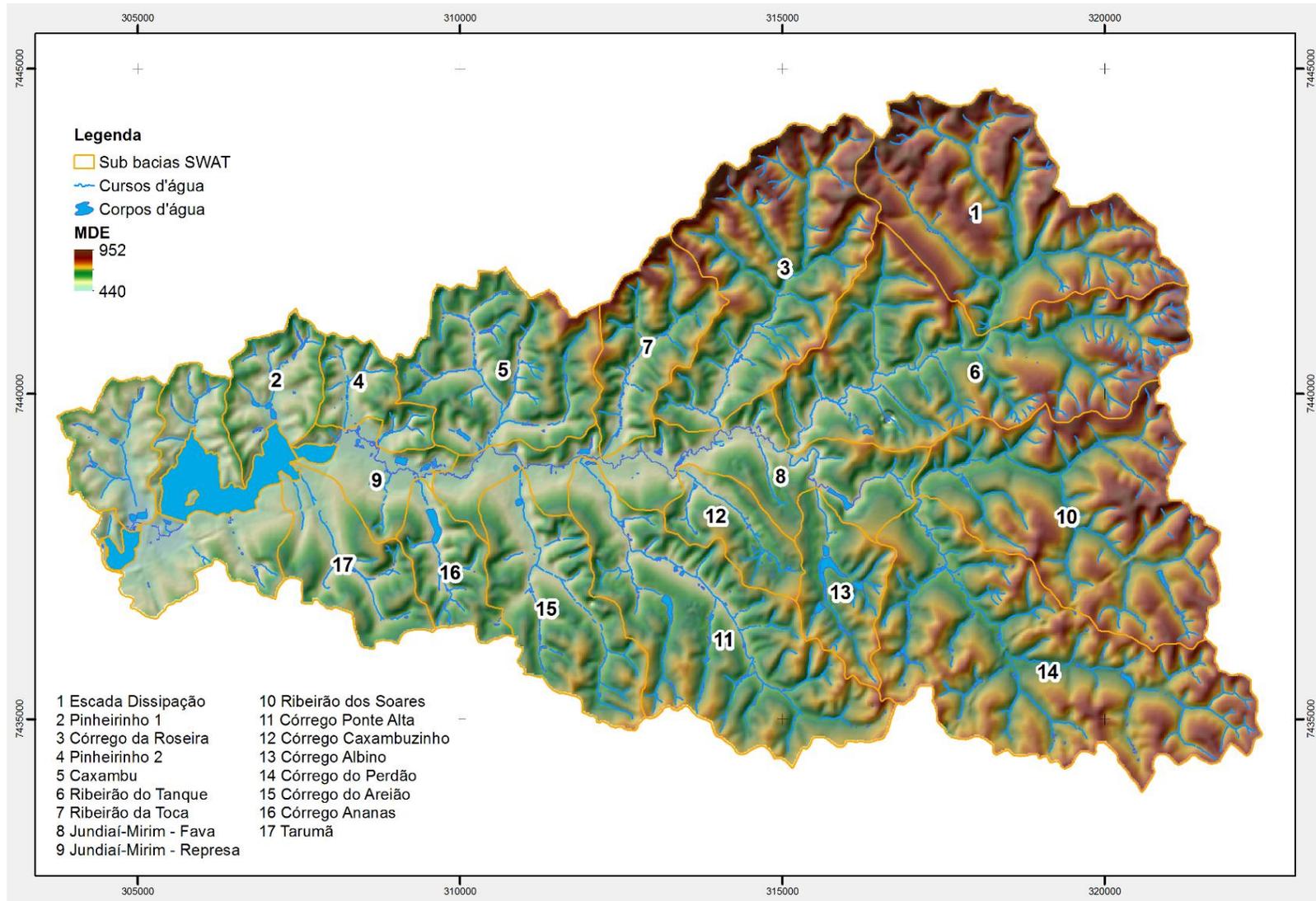


Figura 105- Delimitação das sub bacias hidrográficas pelo modelo SWAT

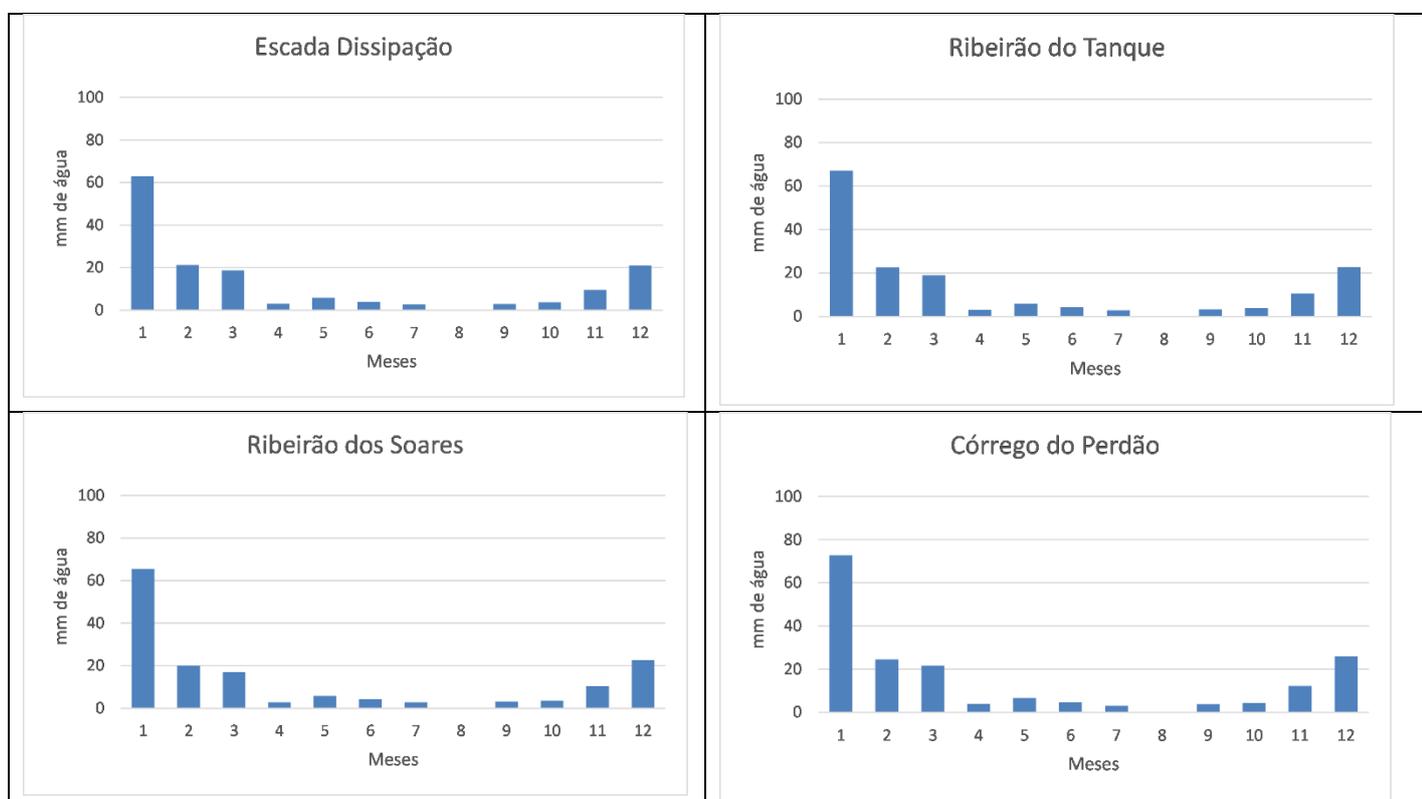
2.9.1.1 Escoamento superficial

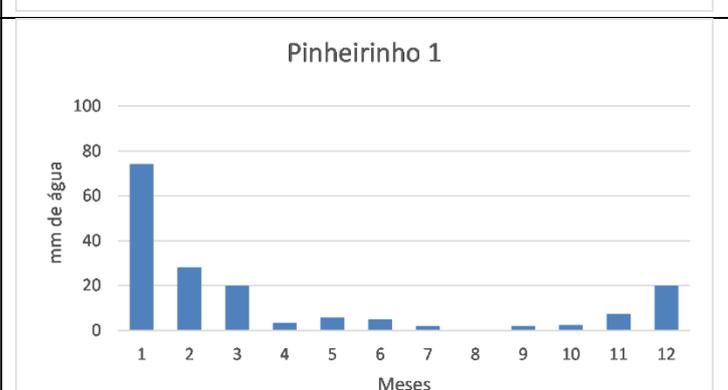
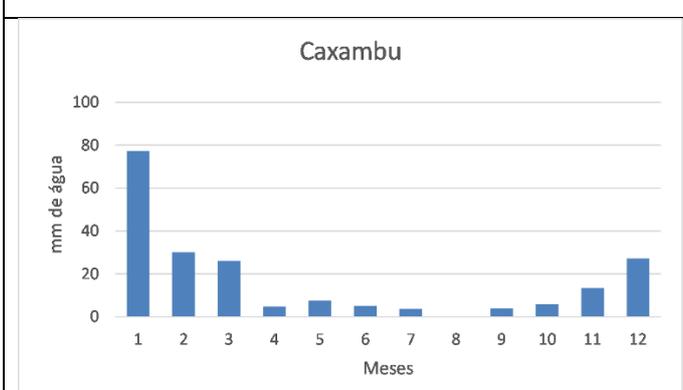
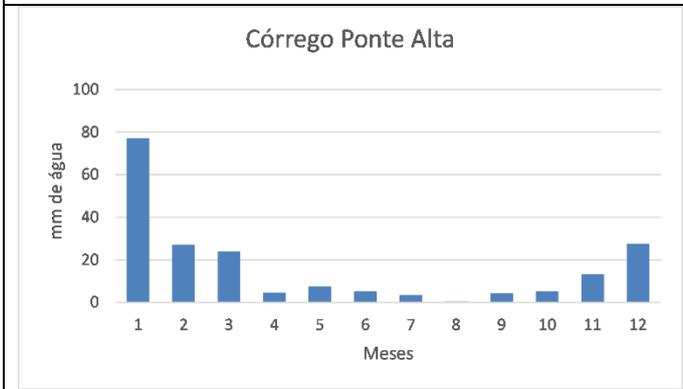
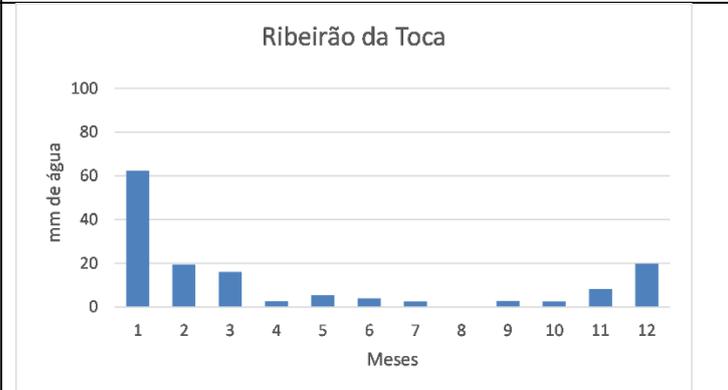
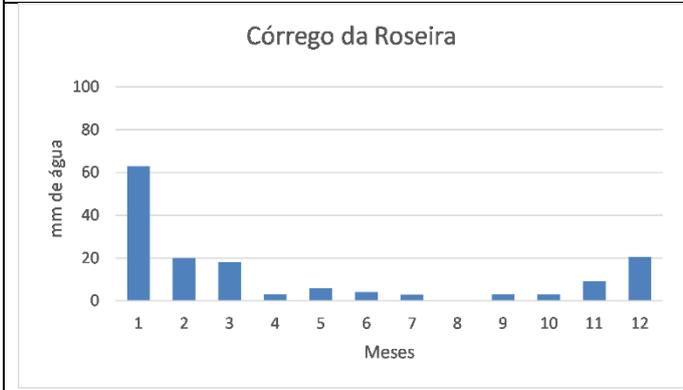
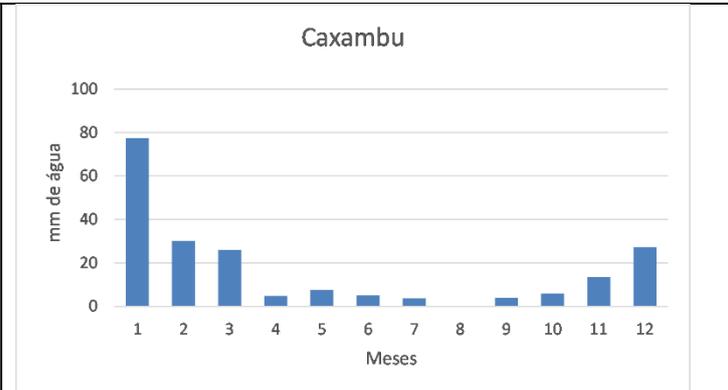
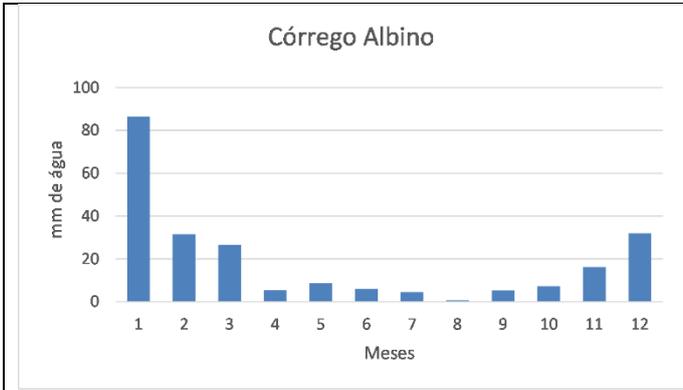
Os parâmetros considerados para a análise de produção de água, foram o escoamento superficial, escoamento lateral, recarga do aquífero e vazão.

Na Figura 106, tem-se os gráficos da distribuição do escoamento superficial de água (mm de H₂O).

O escoamento superficial é o segmento do ciclo hidrológico caracterizado pelo deslocamento da água na superfície da terra e nos cursos d'água naturais. Tem origem, fundamentalmente, nas precipitações e constitui, para uma das mais importante das fases do ciclo hidrológico, uma vez que a maioria dos estudos está ligada ao aproveitamento da água superficial e à proteção contra os fenômenos provocados pelo seu deslocamento (erosão do solo, inundação, etc.)

Os dados são apresentados por sub bacia hidrográfica e correspondem a uma média histórica de 1984 a 2013. A distribuição do escoamento superficial tem relação direta com a variação da precipitação anual, com os maiores valores verificados no nos meses de maior precipitação anual. Em termos de sub bacias, os maiores valores foram observados nas sub bacias do Tarumã, Jundiá-Mirim – Represa, Caxambuzinho, Pinheirinho e Albino, notadamente as sub bacias com maior área urbanizada.. As sub bacias que apresentam maior proteção do solo, seja por vegetação natural ou não, são as que apresentaram menor escoamento superficial.





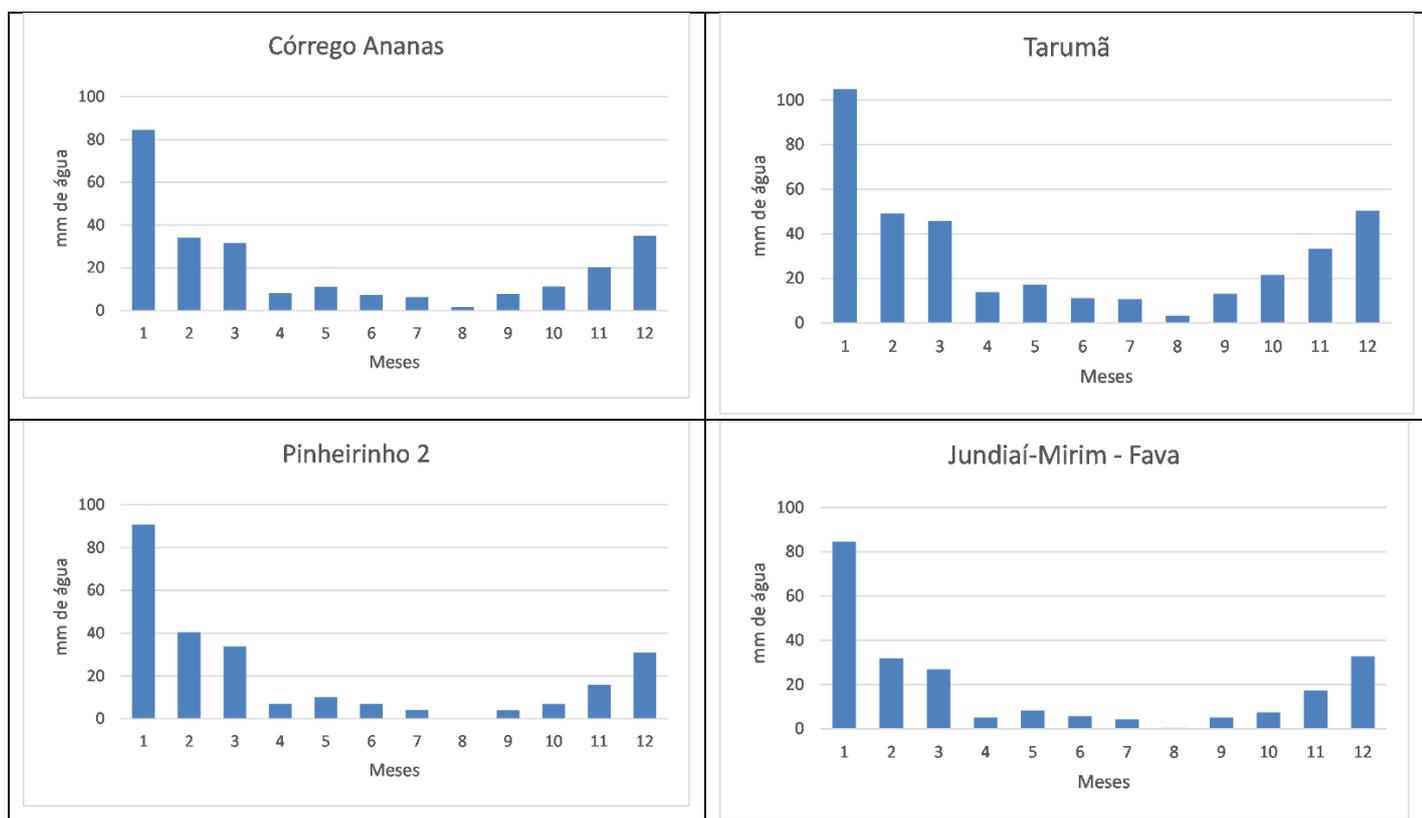


Figura 106. . Distribuição do escoamento superficial nas sub bacias (mm de H₂O) ao longo do ano.

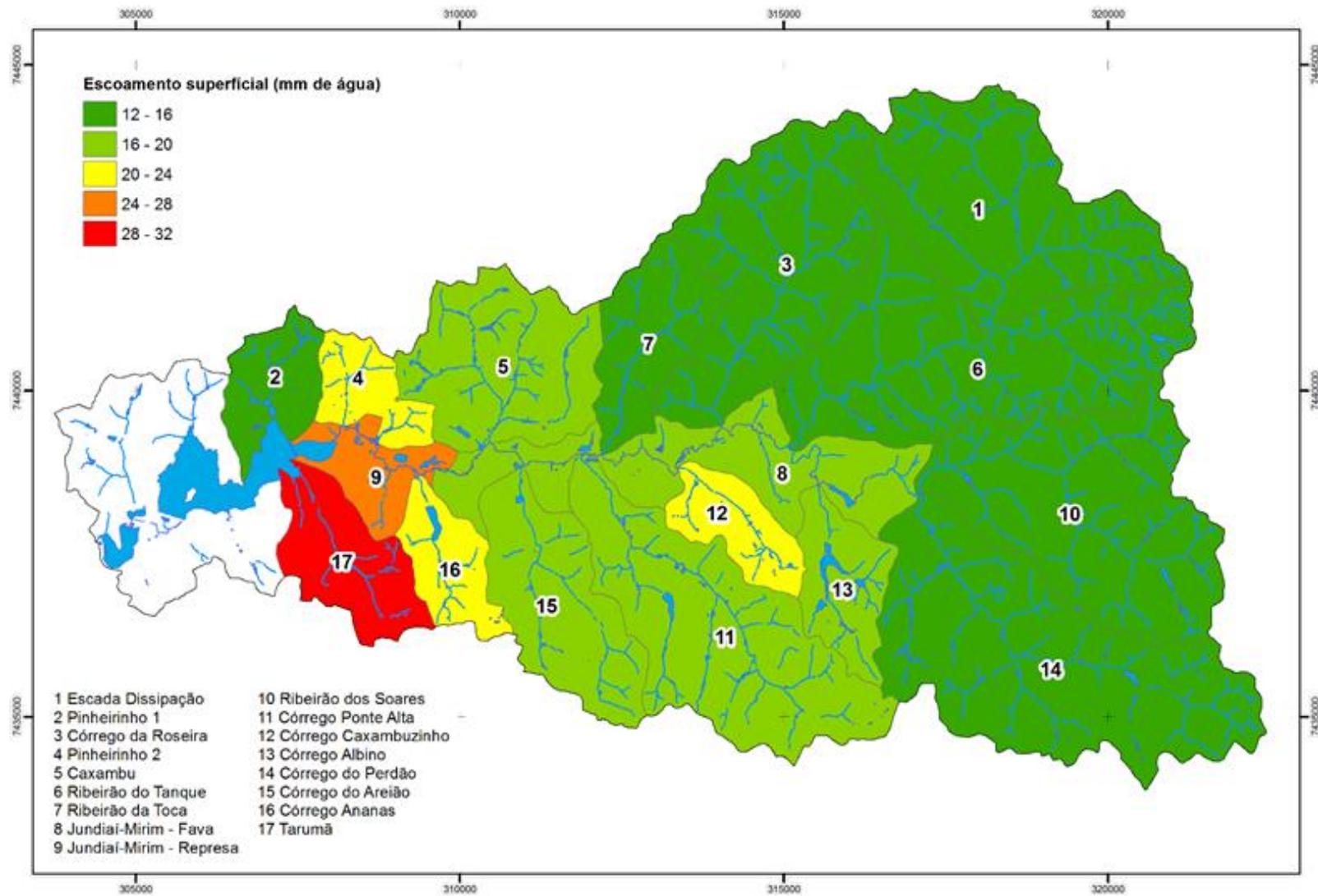


Figura 107. Distribuição do escoamento superficial (média anual de 1984 – 2013)

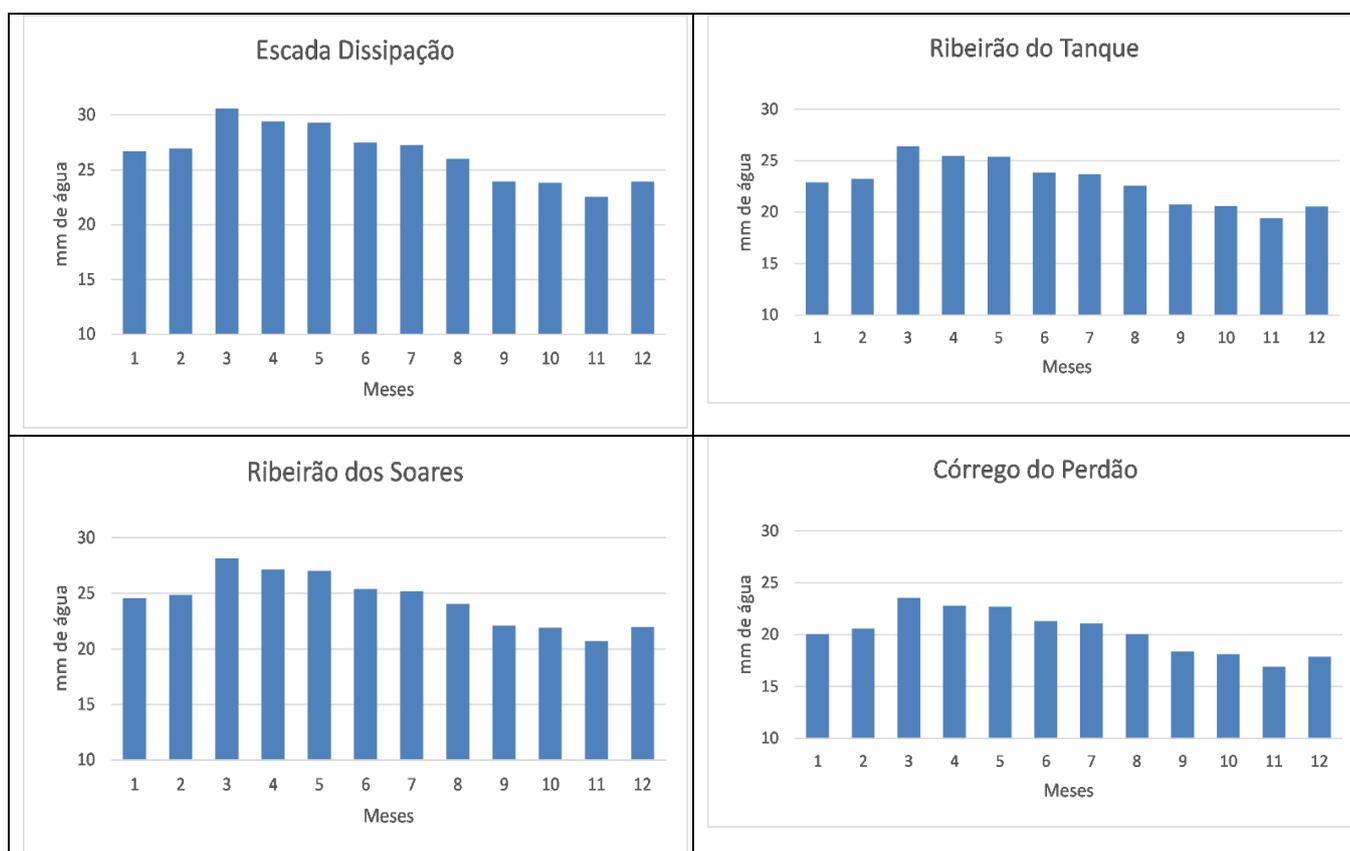
2.9.1.2 Fluxo lateral sub superficial

O fluxo lateral é o processo de escoamento da água, seja em superfície mas principalmente em sub superfície. Parte da água que infiltra no perfil do solo passa por um fluxo lateral, que está diretamente relacionado com as características físicas do solo (textura e estrutura) bem com a declividade do terreno. E áreas mais declivosas o fluxo lateral tende a ser bastante significativo.

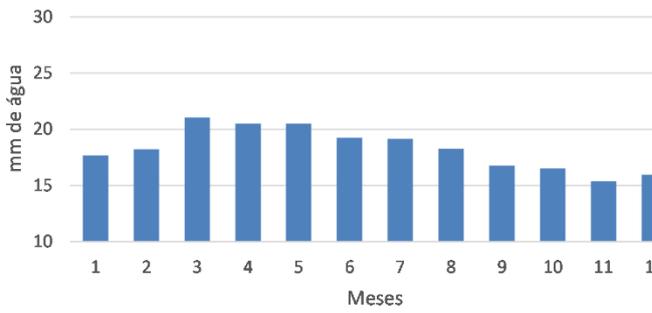
Na Figura 108 apresenta-se valores de fluxo lateral nas sub bacias estudadas. Os dados são apresentados por sub bacia hidrográfica e correspondem a uma média do período analisado entre 1984 a 2013. Observa-se que o fluxo lateral sub superficial tem um comportamento bem distinto do escoamento lateral ao longo do ano. A análise dos gráficos da figura 105 evidencia a importância das sub bacias localizadas nas porções norte e leste da bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim para o fornecimento de água aos cursos d'água. São essas sub bacias que apresentaram maiores valores de fluxo lateral sub superficial e que de certa forma ajudam na manutenção da vazão dos rios ao longo do ano.

Em termos de sub bacias, os maiores valores de fluxo lateral sub superficial, foram observados nas sub bacias da Escada de Dissipação, Ribeirão do Tanque, Córrego da Roseira, Ribeirão dos Soares e Toca.

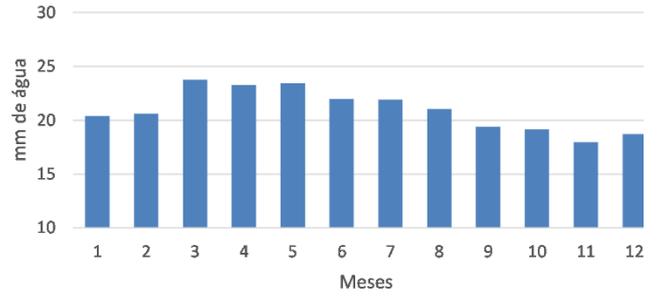
Na Figura 109, tem-se a distribuição do fluxo lateral sub superficial médio anual para cada sub bacia analisada.



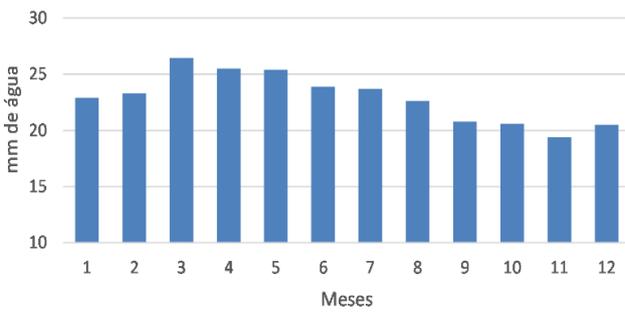
Córrego Albino



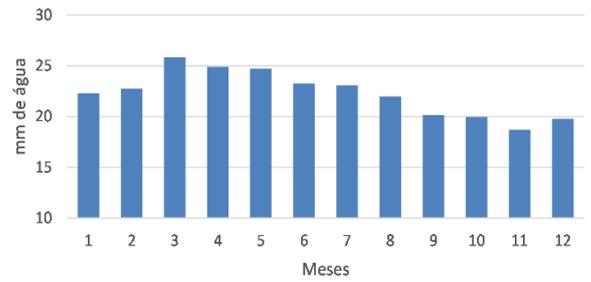
Córrego Caxambuzinho



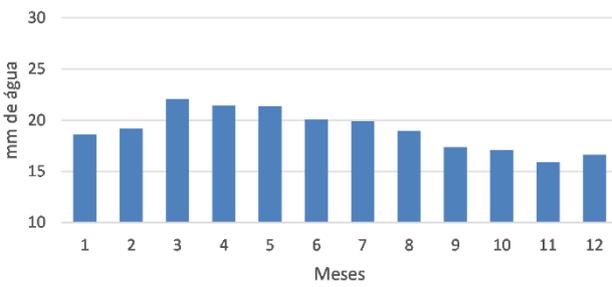
Córrego da Roseira



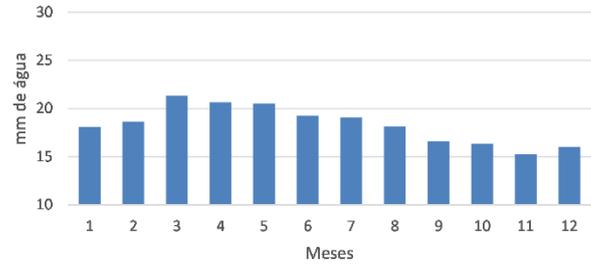
Ribeirão da Toca



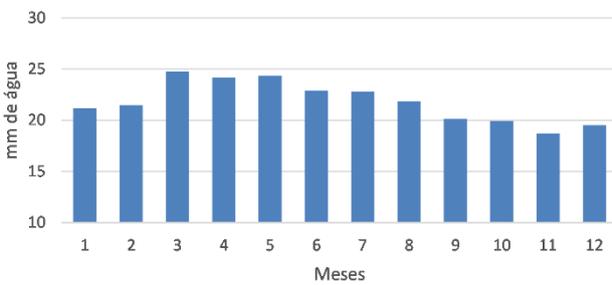
Córrego Ponte Alta



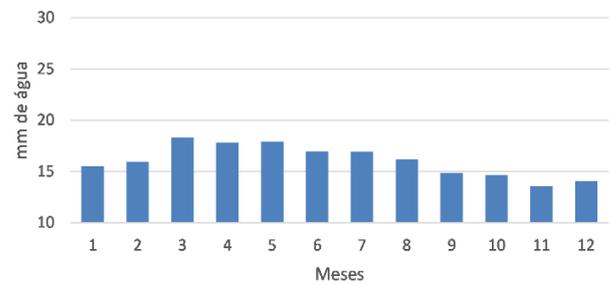
Córrego do Areião



Caxambu



Pinheirinho 1



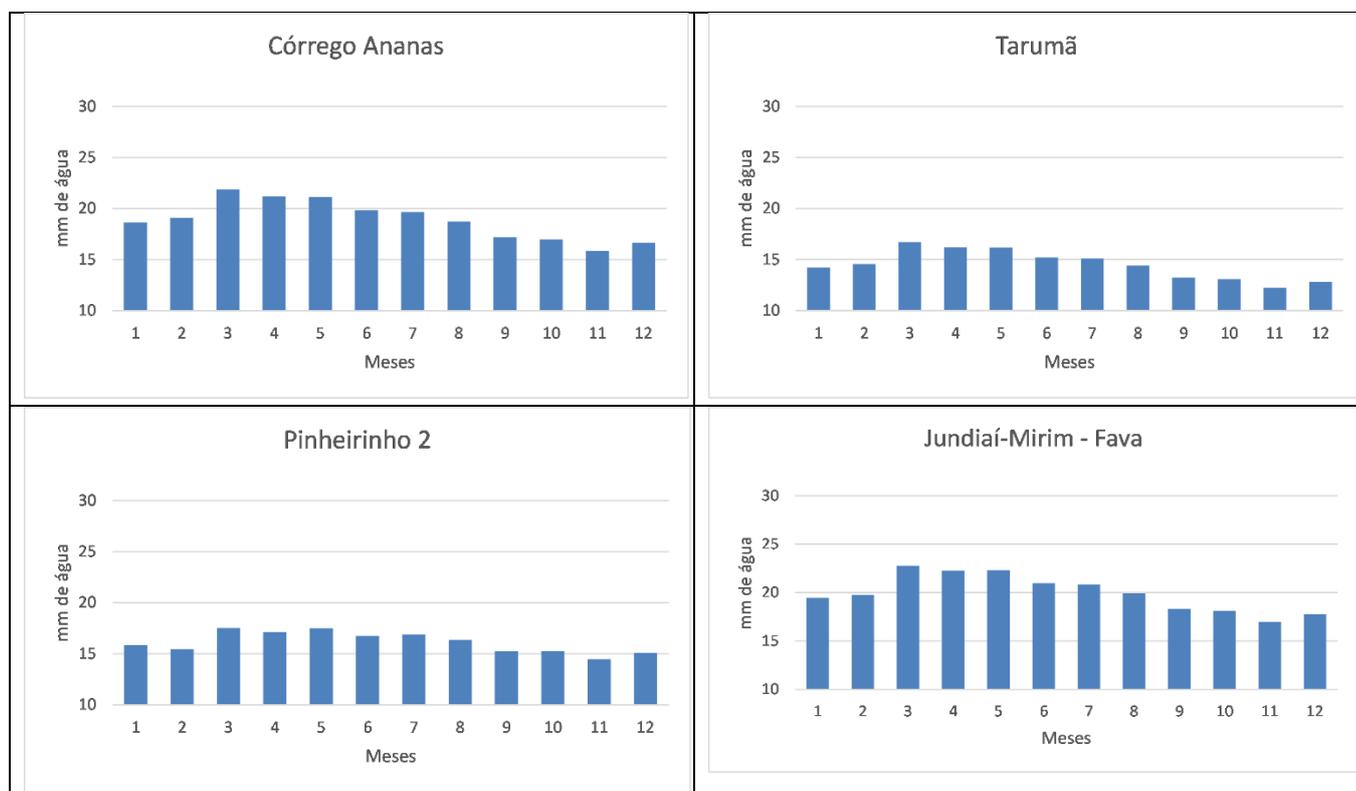


Figura 108. Distribuição do fluxo lateral médio (mmm de H₂O) ao longo do ano

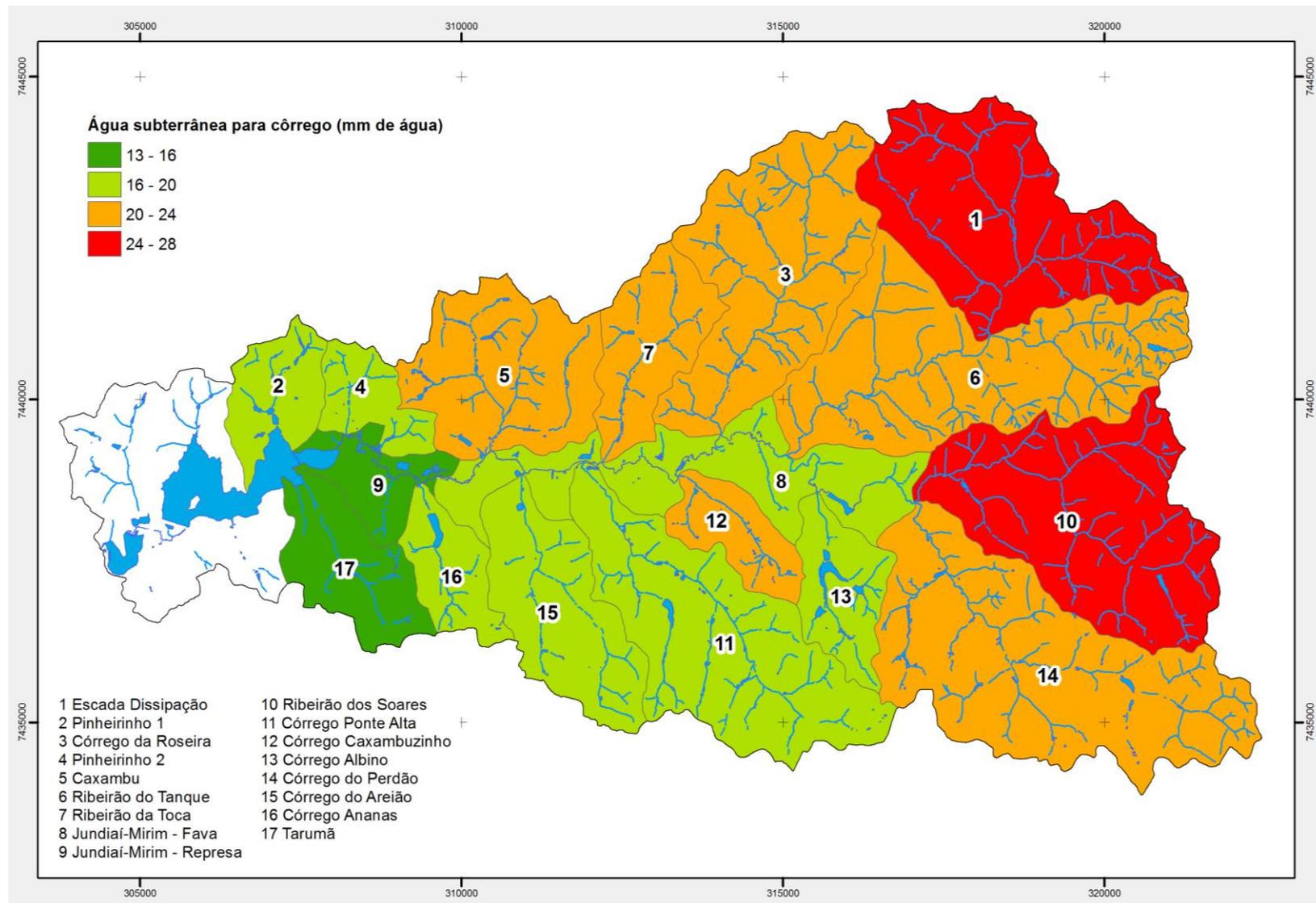


Figura 109. Distribuição média anual do fluxo lateral sub superficial

2.9.1.3 Recarga de aquífero

A recarga direta do aquífero é definida em linhas gerais como a quantidade de água adicionada ao reservatório de água subterrânea, resultante da percolação vertical da água através da zona não saturada, descontando-se os déficits de umidade do solo e da evapotranspiração. Na recarga direta, tem-se a quantidade de água que infiltra e atinge o lençol freático, proveniente de poças, reservatórios, em áreas de topografia rebaixada, e também como consequência do escoamento superficial, a partir dos cursos d'água, através dos sedimentos de fundo de canais e lagos.

Recarga Direta – Também referida como recarga difusa. É a quantidade de água adicionada ao reservatório de água subterrânea, resultante da percolação vertical da precipitação através da zona não saturada, descontando-se os déficits de umidade do solo e da evapotranspiração. • Recarga Indireta - Quantidade de água que infiltra e atinge o lençol freático, proveniente de poças, em áreas de topografia rebaixada, também referida como recarga localizada, e a infiltração que ocorre como consequência do escoamento superficial, a partir dos cursos d'água, através dos sedimentos de fundo de canais e lagos. Todos esses processos têm relação direta com a permeabilidade dos solos e uso e ocupação dos mesmos.

Na Figura 110, tem-se as sub bacias hidrográficas que por suas características naturais apresentam maior ou menor recarga do aquífero. Dentre as sub bacias de maior recarga do aquíferos, destacam-se a Escada de Dissipação, o córrego da Roseira e Toca a porção oeste da sub bacia do Pinheirinho.

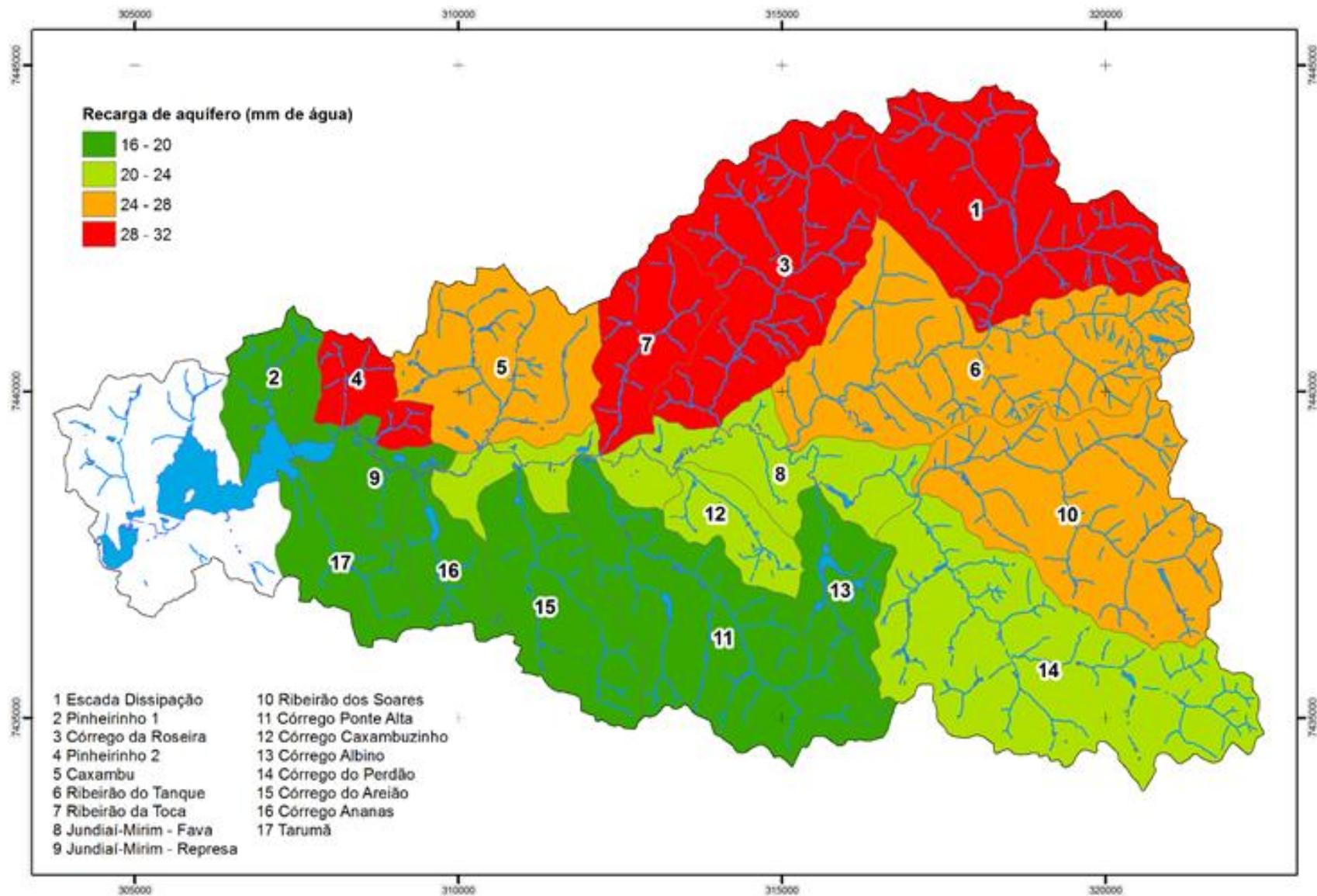


Figura 110. Áreas de recarga de aquífero

2.9.1.4 Vazão

Por vazão entende-se o volume de água que passa numa determinada seção do rio por unidade de tempo, a qual é determinada pelas variáveis de profundidade, largura e velocidade do fluxo, e é expressa comumente no sistema internacional (SI) de medidas em m^3/s . A descarga (vazão) aumenta de montante (região mais alta do rio) para a jusante (áreas rio abaixo) até sua foz. Os trabalhos de monitoramento da vazão estão foram realizados em 9 pontos, abrangendo as principais sub bacias do rio Jundiáí-Mirim. Em algumas sub bacias não foi possível. Algumas su distintos nas mesmas datas das amostragens de água e em outros períodos, abrangendo as estações seca e chuvosa conforme figura 111 abaixo:

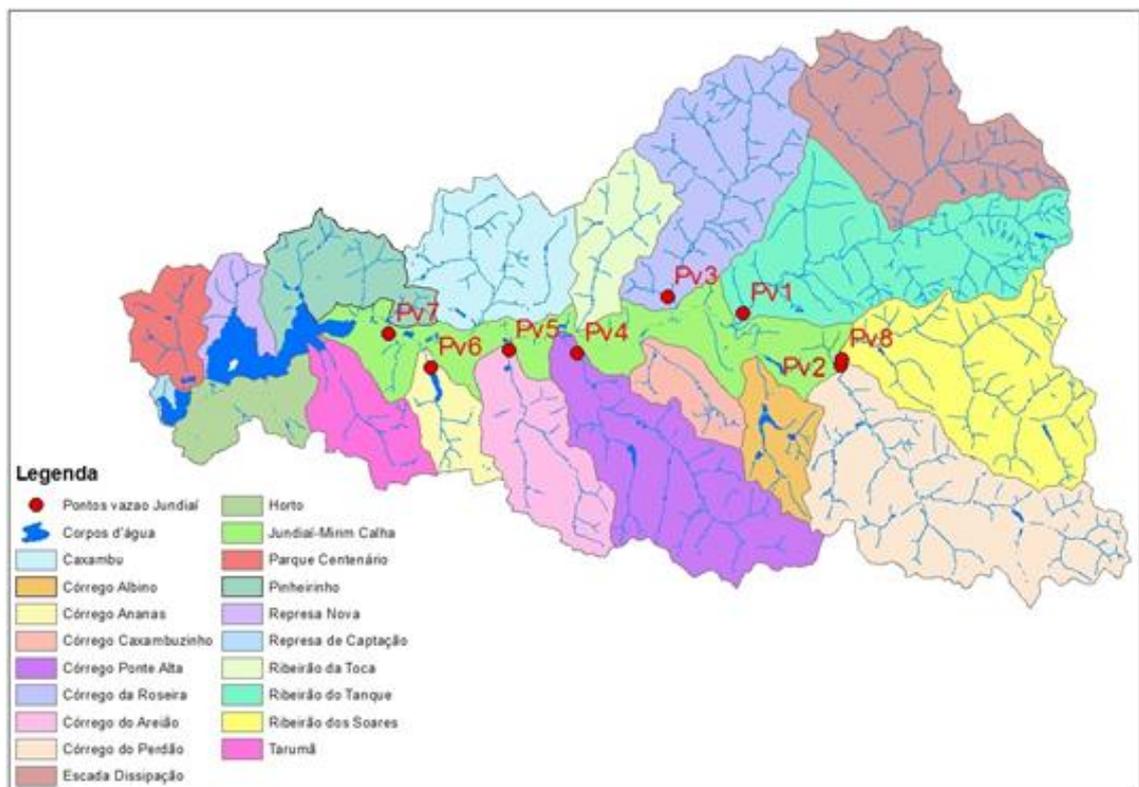


Figura 111. Pontos de vazão e amostragem de água.

Devido a dinâmica do fluxo da água no canal de drenagem do córrego foram tomadas várias medições de velocidade em cada seção, para que não seja feito uma estimativa errada da velocidade média do rio. A vazão foi calculada de acordo com a equação (1):

$$Q = \text{vazão (m}^3/\text{s)} \quad (2)$$

sendo:

A = área da seção do rio (m^2) (w.h)

V = velocidade do fluxo de água (m/s)

h = profundidade média na seção transversal do canal (m) w = largura do canal

Nas Figuras de 112 a 114 apresentam-se os valores mínimos, máximo e médias de vazão (m^3/s) determinados em sete datas distintas, abrangendo estações seca e chuvosa. As maiores

vazões foram observadas no Rio Jundiá-Mirim, com valores máximos de 2,23 (m³/s), para o mês de março de 2016, respectivamente. Para a estação seca, a vazão mínima Córrego da Roseira, Córrego Ponte Alta, Córrego do Areião e Córrego Ananas é de 0,01 (m³/s), medida em julho de 2015. Ao longo do período de medição de vazão, as vazões médias foram de 0,01 (m³/s) à 1,44 (m³/s), respectivamente para as sub-bacias Córrego Ponte Alta (Pv4) e Rio Jundiá-Mirim (Pv7). Em cada gráfico apresentado tem-se os valores mínimos, máximos e médios, determinados em cada uma das medições realizadas.

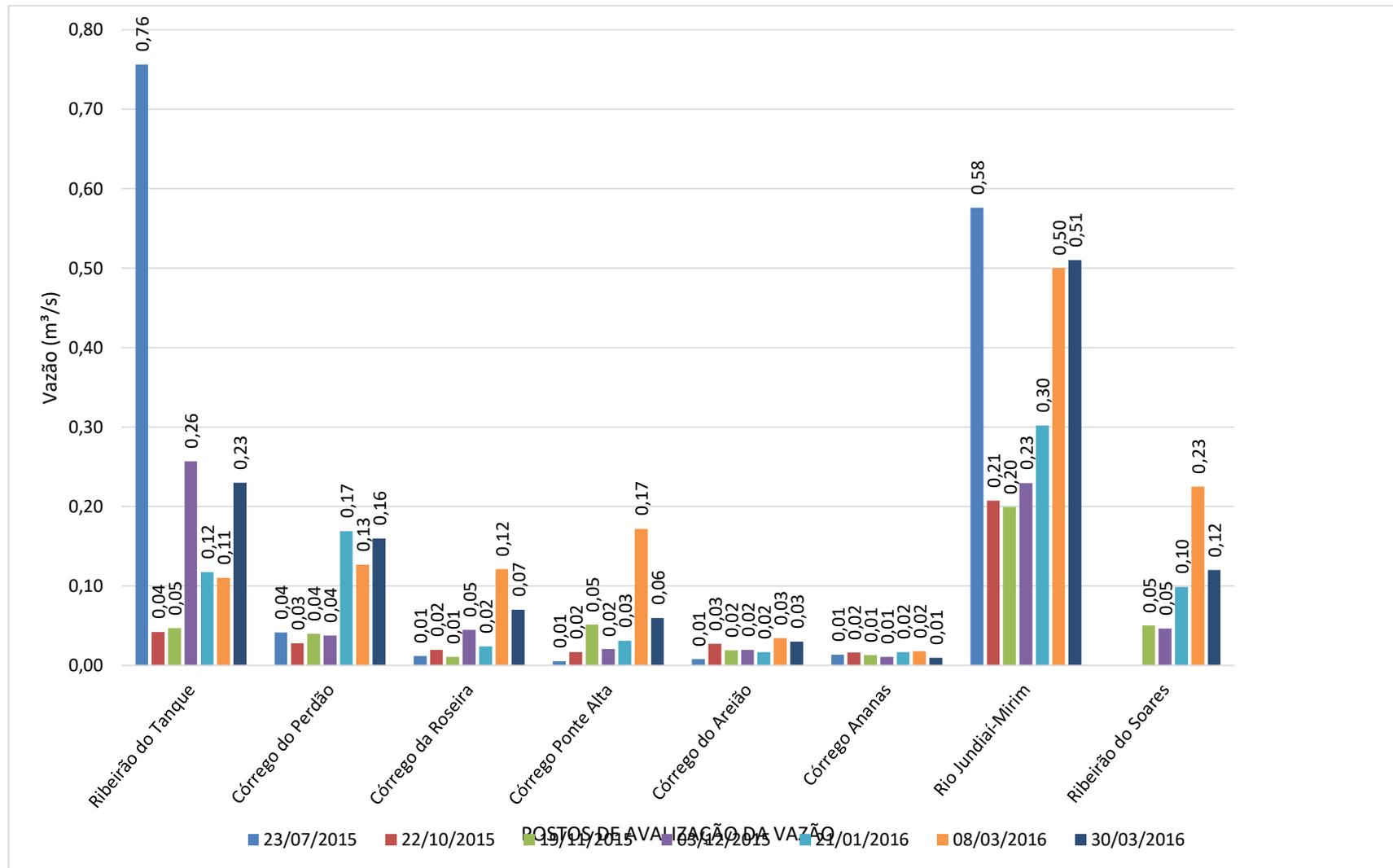


Figura 112. Vazões mínimas das sub bacias: Ribeirão do Tanque, Córrego do Perdão, Córrego da Roseira, Córrego Ponte Alta, Córrego do Areião, Córrego Ananas, Rio Jundiá-Mirim e Ribeirão do Soares.

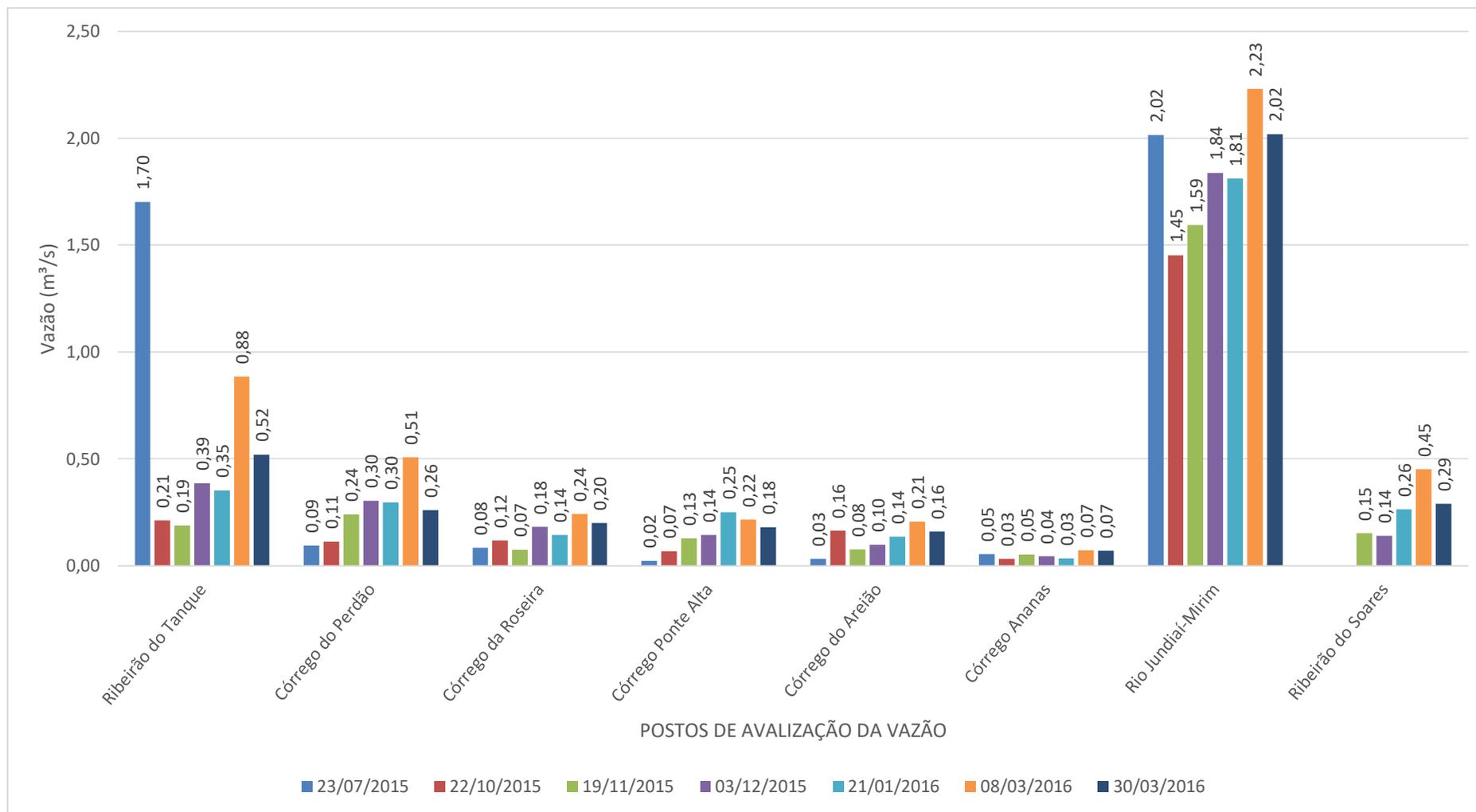


Figura 113. Vazões máximas das sub bacias: Ribeirão do Tanque, Córrego do Perdão, Córrego da Roseira, Córrego Ponte Alta, Córrego do Areião, Córrego Ananas, Rio Jundiá-Mirim e Ribeirão do Soares.

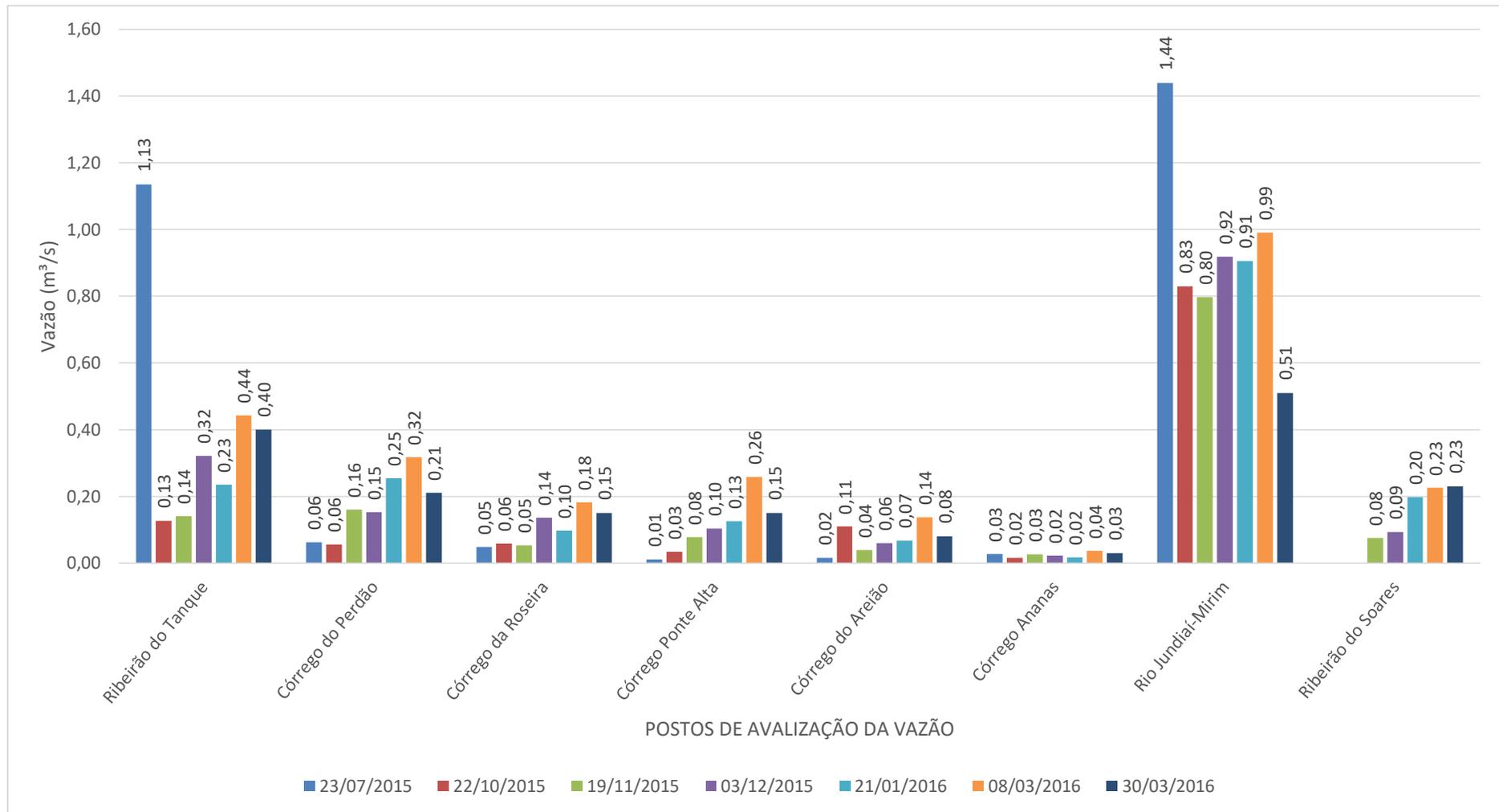


Figura 114. Vazões médias das sub bacias: Ribeirão do Tanque, Córrego do Perdão, Córrego da Roseira, Córrego Ponte Alta, Córrego do Areião, Córrego Ananas, Rio Jundiáí-Mirim e Ribeirão do Soares.

Com base na série histórica de dados de precipitação, para o período de 1984 a 2013 e com base nos dados de vazão medidos no rio Jundiá-Mirim, na ponte do Fava e disponibilizados pelo DAE, o modelo SWAT foi calibrado para fazer a modelagem e estimativa da vazão produzida nas sub bacias hidrográficas.

Na Figura 115 tem-se o gráfico da distribuição das vazões médias mensais, medidas no ponto de monitoramento do Fava e as estimadas pelo modelo SWAT. Nota-se um bom ajuste entre os dados medidos e estimados pelo modelo, apenas com algumas diferenças nos meses de Janeiro, onde o modelo superestimou a vazão e em dezembro, onde houve uma subestimativa da vazão. Em termos de atendimento mapa de distribuição da vazão média nas sub bacias hidrográficas, sendo que a vazão de entrada no reservatório de acumulação foi estimada entre 0,4 a 1,7m³/s.

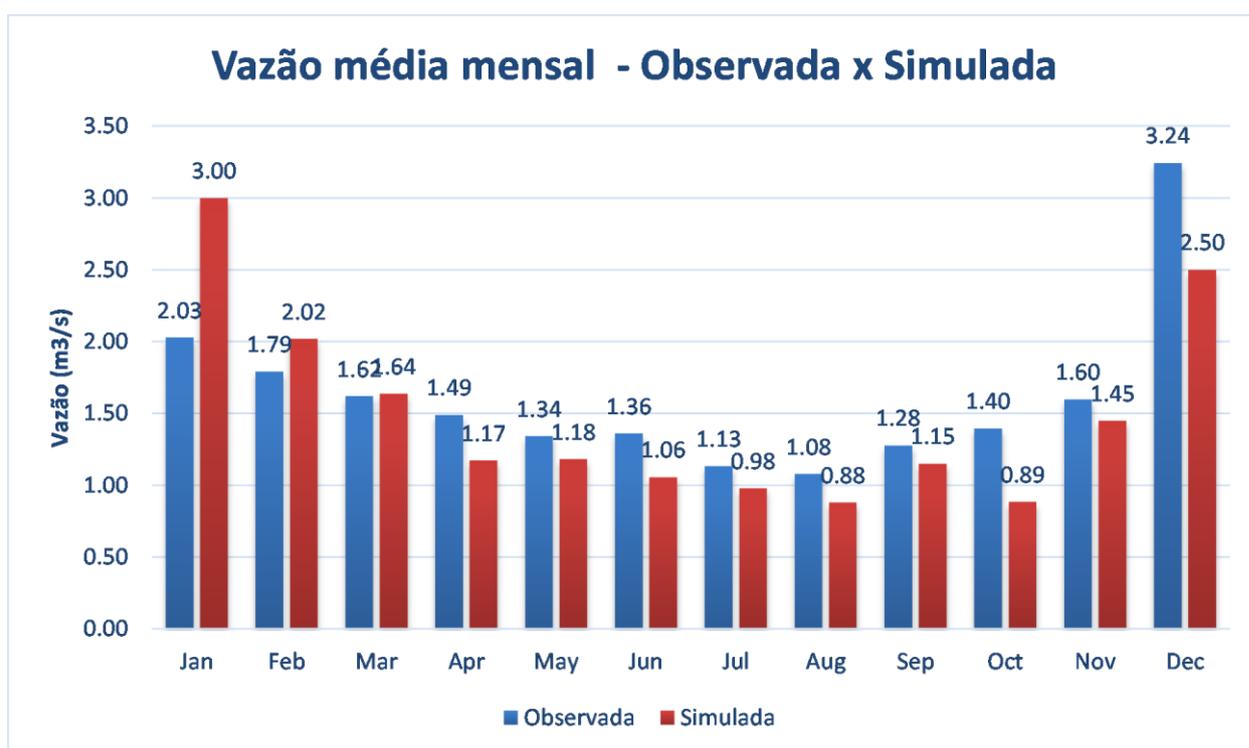


Figura 115. Vazão medida e vazão estimada pelo modelo SWAT.

Na Figura 116 tem-se mapa de distribuição da vazão média nas sub bacias hidrográficas, sendo que a vazão de entrada no reservatório de acumulação foi estimada entre 0,4 a 1,7 m³/s.

2.9.1.5 Produção e sedimentos carregados para os cursos d'água

Na Figura 117 tem-se os valores médios da quantidade de sedimentos (t.ha⁻¹), produzidos em cada sub bacia hidrográfica e que são carregados para os respectivos córregos. A modelagem demonstrou que as maiores quantidades de sedimentos que atingem os cursos d'água, foram observadas nas sub bacias do Pinheirinho, Caxambu e também na calha do rio Jundiá-Mirim, próximo a represa de captação. Nessas sub bacias estimou-se um aporte médio de sedimentos da

ordem de 0,8 a 1,1 t.ha⁻¹ ao longo do período estudado. Posteriormente tem-se as sub bacias da Roseira e do ribeirão dos Soares, também apresentaram um aporte médio de 0,4 a 0,6 t.ha⁻¹ de sedimentos, o que deve estar associado pelo intenso uso agrícola dessas áreas e menor proporção de vegetação natural.

Na Tabela 31 apresenta-se a produção mensal de sedimentos em cada sub bacia hidrográfica, e como já era esperado as maiores perdas ocorrem nos anos de maior precipitação pluviométrica. Isso é um indicativo da importância da gestão dessas áreas, com medidas de maior proteção do solo, recuperação das matas ciliares e maior cuidado para evitar a exposição excessiva do solo por longos períodos nos períodos de chuvas intensas.

Dentre as ações do poder público, visando a gestão dos recursos hídricos do município, a recuperação das Áreas de Vegetação Permanente deve ser uma das prioridades, considerando os benefícios que essa prática acarreta, funcionando como

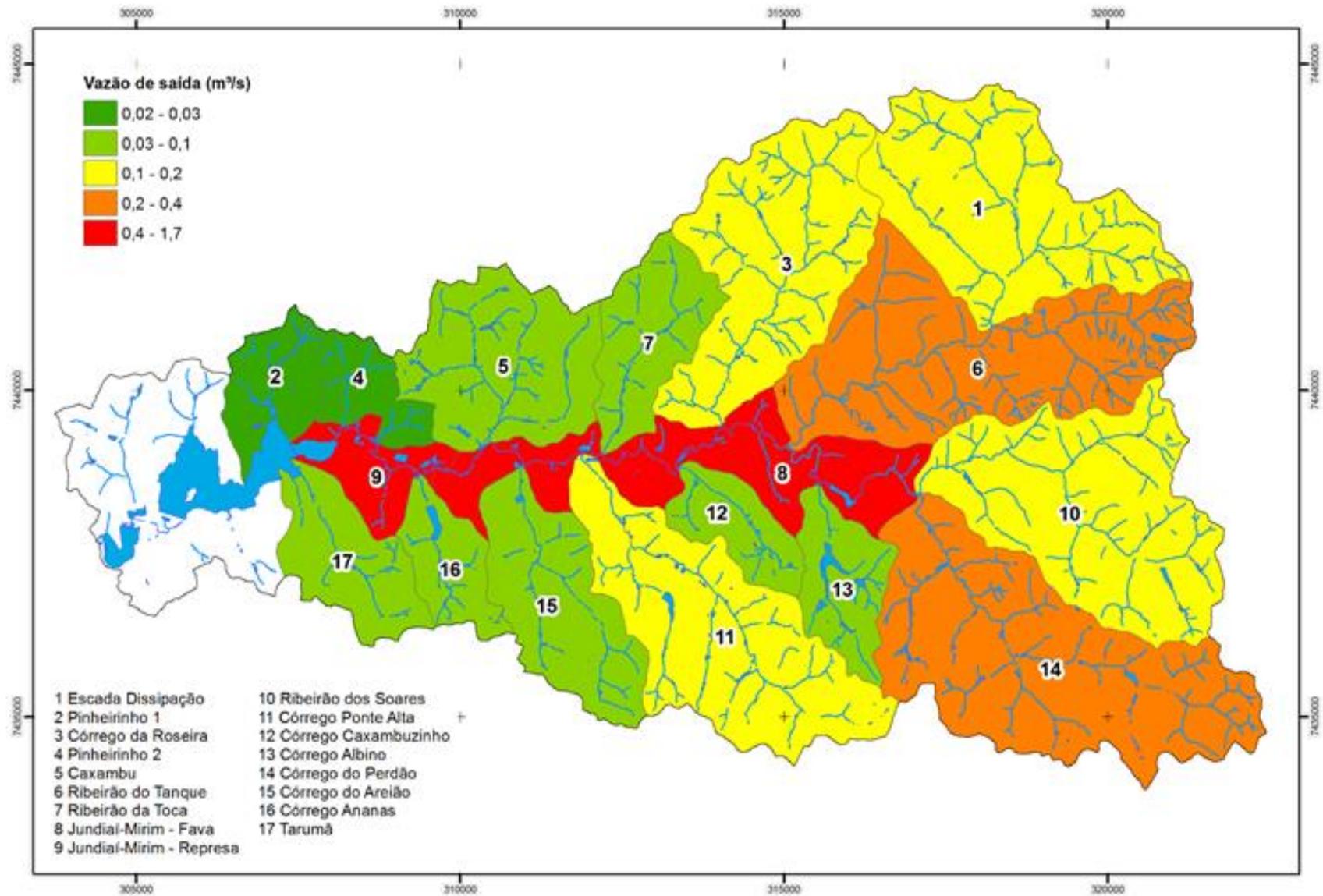


Figura 116. Vazão anual média de saída de cada bacia hidrográfica

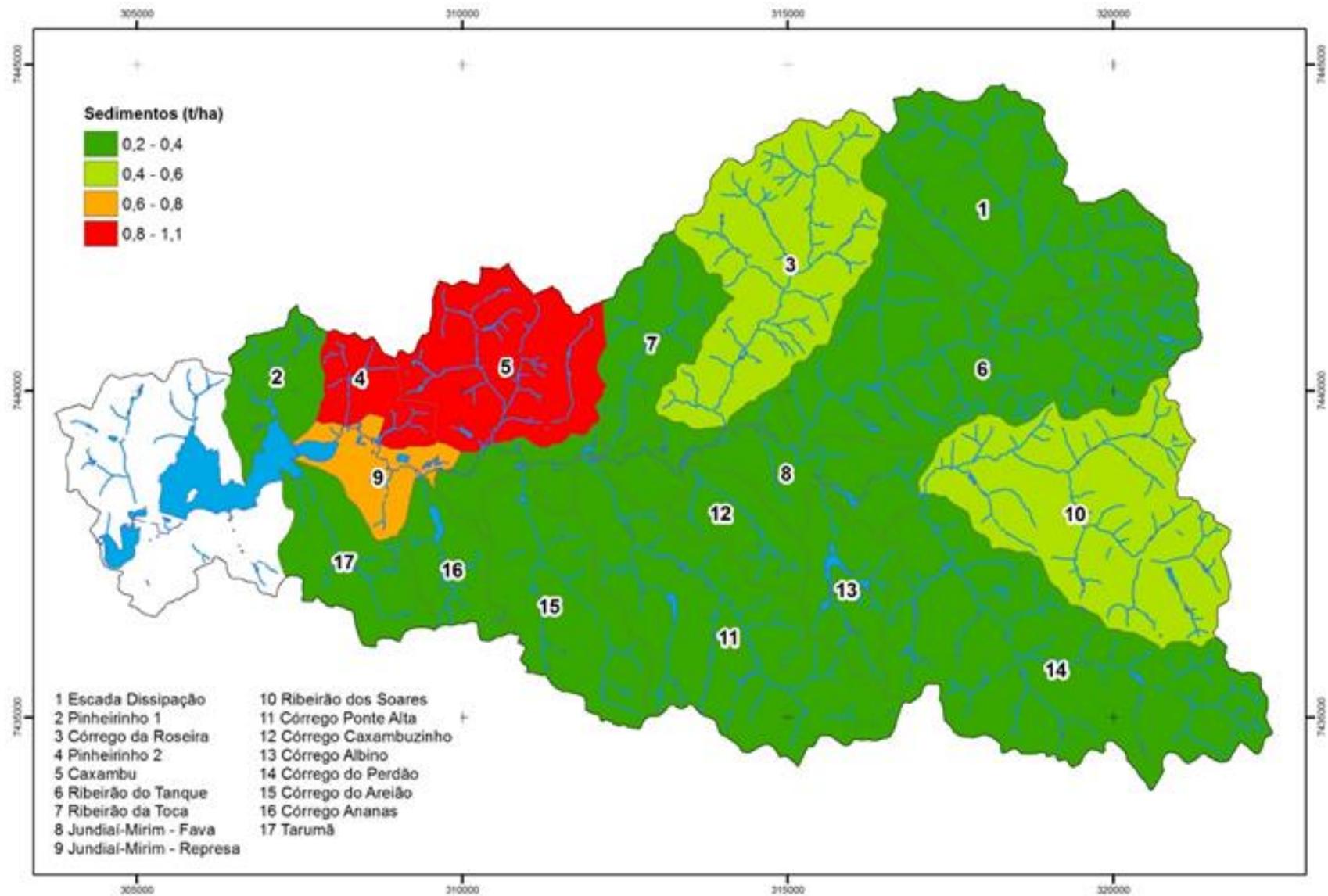


Figura 117. Produção de sedimentos que atinge os cursos d'água

Tabela 31. Produção média de sedimentos (t.ha⁻¹) ao longo do ano nas sub bacias hidrográficas

Sub bacias	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Pinheirinho2	6,11	3,84	2,64	0,87	1,07	0,76	0,61	0,13	0,74	1,50	2,42	3,65
Soares	3,70	1,45	1,20	0,22	0,54	0,35	0,41	0,08	0,48	0,75	1,34	2,08
Represa	3,56	2,02	1,23	0,34	0,50	0,38	0,31	0,06	0,37	0,76	1,25	2,01
Roseira	3,38	1,76	1,27	0,36	0,55	0,35	0,36	0,07	0,47	0,86	1,43	1,97
Perdão	3,27	1,38	1,20	0,22	0,49	0,31	0,36	0,08	0,42	0,65	1,20	1,85
Caxambu	3,23	1,81	1,28	0,27	0,41	0,23	0,16	0,03	0,24	0,44	0,94	1,62
Toca	2,77	1,39	0,93	0,25	0,40	0,27	0,28	0,05	0,38	0,70	1,16	1,62
Ponte Alta	2,73	1,13	1,00	0,19	0,39	0,24	0,28	0,06	0,33	0,49	0,92	1,45
Areião	2,53	1,00	0,84	0,16	0,36	0,23	0,28	0,05	0,33	0,49	0,90	1,40
Tanque	2,38	1,25	0,85	0,22	0,33	0,23	0,22	0,04	0,31	0,58	0,96	1,37
Escada	2,14	1,17	0,87	0,24	0,35	0,23	0,21	0,04	0,28	0,54	0,91	1,27
Albino	1,78	0,67	0,57	0,10	0,23	0,14	0,17	0,03	0,20	0,28	0,53	0,87
Ananás	1,65	0,87	0,65	0,18	0,27	0,16	0,17	0,03	0,23	0,40	0,67	0,95
Fava	1,63	0,82	0,54	0,14	0,21	0,13	0,13	0,02	0,18	0,33	0,59	0,89
Pinheirinho1	1,50	0,84	0,57	0,17	0,23	0,16	0,14	0,03	0,19	0,36	0,61	0,89
Caxambuzinho	1,40	0,67	0,46	0,09	0,15	0,07	0,07	0,01	0,09	0,17	0,42	0,74
Tarumã	1,21	0,67	0,52	0,14	0,20	0,12	0,11	0,02	0,16	0,27	0,48	0,68

2.10 Treinamento e capacitação

Dentro da proposta do projeto, realizou-se um treinamento em geoprocessamento e gestão agroambiental para técnicos do DAE-Jundiáí. O curso contemplou apresentações teóricas sobre Geoprocessamento, envolvendo os seguintes tópicos:

Sistemas de Informações Geográficas

- Conceitos
- Estrutura
- Fundamentos teóricos
- Modelos de representação de dados
- Projeções Cartográficas

Sensoriamento Remoto

- Espectro eletromagnético
- Comportamento espectral de alvos
- Tipos de Sensores Orbitais
- Missões e satélites
- Características das imagens de sensoriamento remoto
- Resolução Espacial, Espectral, Temporal, Radiométrica

Além da formação teórica foi ministrado um curso prático com o programa Quantum Gis, que é um sistema de informação geográfica de domínio público.

Todo o curso foi apostilado e permitiu aos participantes a fixação dos conceitos abordados nas aulas teóricas, bem como capacitá-los no uso das informações cartográficas gerados neste projeto dentro do escopo da gestão ambiental dos recursos hídricos. As fotos 1 e 2 ilustram alguns dias do curso ministrado no DAE-Jundiáí.



Foto 1. Curso de geoprocessamento e gestão agroambiental



Foto 2. Curso de geoprocessamento e gestão agroambiental

2.11 Elaboração da homepage do projeto

Elaborou-se uma homepage do projeto, cujo conteúdo aborda a caracterização da bacia hidrográfica do rio Jundiáí-Mirim, os relatórios técnicos, os trabalhos de modelagem de erosão além e outros itens. Todos os mapas gerados podem ser visualizados e salvos bem como todas as dissertações já elaboradas com os resultados desse projeto. Nas Figuras 118 a 120 apresentam-se algumas das páginas dessa homepage. De forma provisória a homepage pode ser consultada no endereço: www.iac.sp.gov.br/jndmirim/novaversao .

Diagnóstico agroambiental para gestão e monitoramento da bacia hidrográfica do rio Jundiáí-Mirim



The image shows the homepage of the project. At the top, there is an aerial photograph of the watershed area with navigation arrows and a progress indicator. Below the map is a green navigation menu with the following items: 'Resumo do projeto', 'As sub bacias hidrográficas', 'Relatórios', 'Modelagem de erosão', 'Recursos hídricos', 'Resultados', 'Treinamentos', 'Downloads', and 'Contato'. To the right of the menu is a section titled 'A importância do projeto' containing a paragraph of text. At the bottom of the page, there are logos for IAC, FundAg, and dae Jundiáí, along with the logo of the Government of São Paulo, Secretaria de Agricultura e Abastecimento.

A importância do projeto

Resumo do projeto

As sub bacias hidrográficas

Relatórios

Modelagem de erosão

Recursos hídricos ▾

Resultados ▾

Treinamentos

Downloads

Contato

A importância do projeto

A bacia hidrográfica do Rio Jundiáí-Mirim, é uma sub bacia do Rio Jundiáí e possui extrema importância para o município de Jundiáí pois é a bacia de captação de água do município, sendo responsável pelo abastecimento de água para a população. Para que esse manancial de abastecimento seja preservado para as gerações futuras, é fundamental o conhecimento do seu ecossistema como um todo. Conhecer suas fragilidades e propor ações que propiciem principalmente a preservação dos seus recursos hídricos é papel não só do poder público mas também de todos nós. Através de uma parceria entre o Instituto Agrônomo e a DAE-Jundiáí, desde 1998 são realizados estudos na bacia do rio Jundiáí-Mirim que poderão ser conhecidos e consultados com mais detalhes neste portal.

IAC
INSTITUTO AGRÔNOMO

FundAg
FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA AGRÍCOLA

dae
Jundiáí

IAC

apta
Agência Paulista de Tecnologia em Agronegócios

GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO
Secretaria de Agricultura e Abastecimento

Figura 118. Página inicial da homepage

Diagnóstico agroambiental para gestão e monitoramento da bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim



A importância do projeto

Resumo do projeto

As sub bacias hidrográficas

Relatórios

Modelagem de erosão

Recursos hídricos ▾

Resultados ▾

Treinamentos

Downloads

Contato

Relatórios

Os relatórios disponíveis para download foram divididos em duas partes.

Relatório 1: Estudos realizados no Projeto de Políticas Públicas da FAPESP (1988 a 2003)

- Capa
- Índice Geral
- Resumo
- Atividades sócio-econômicas
- Diagnósticos e mapeamentos
- Qualidade da água
- Análise sumária de impactos ambientais na microbacia Jundiá-Mirim
- Análise das atividades agrícolas como fonte de poluição difusa na bacia Jundiá-Mirim
- Divulgação
- Diretrizes para políticas públicas
- Terceira fase do programa de políticas públicas

Relatório 2: Estudos realizados na fase atual do projeto

- 1º Relatório
- 2º Relatório
- 3º Relatório

IAC
INSTITUTO DE AGRICULTURA

FundAg
FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA AGRÍCOLA

dae
Jundiá

Figura 119. Página dos relatórios técnicos



A importância do projeto

Resumo do projeto

As sub bacias hidrográficas

Relatórios

Modelagem de erosão

Recursos hídricos ▾

Resultados ▾

Treinamentos

Downloads

Contato

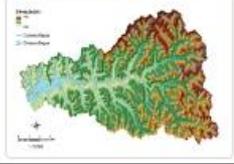
Downloads

- Dissertações

- Diagnóstico agroambiental para gestão do uso da terra da microbacia do rio Jundiá-Mirim (Arthur Costa Falcão Tavares)
- Evolução do uso das terras e produção de sedimentos na bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim (Thais Barbosa Guada Prado)
- Análise integrada do mapa de uso e ocupação das terras da microbacia do rio Jundiá-Mirim para fins de gestão ambiental (Eduardo Preto Freitas)
- Variação temporal dos fragmentos florestais na bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim (Felipe Hashimoto Fengler)
- Avaliação dos Ambientes de Proteção da Bacia Hidrográfica do Rio Jundiá-Mirim/SP (Bruno Vicente Marques)

- Mapas

Altimetria



Modelo Digital de Elevação mostrando as variações de altitude.

APP-Prioridades



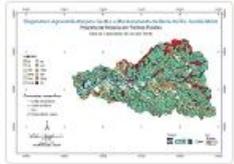
Áreas prioritárias para recomposição ciliar.

Áreas degradadas



Levantamentos de áreas com algum tipo de impacto ambiental.

Capacidade de uso



Aptidão das terras para atividades agrícolas.

Declividade



Classes de declividade em porcentagem.

Pedológico



Mapa pedológico elaborado a partir de técnicas de geoprocessamento e levantamento de campo.

Figura 120. Página de download de mapas e dissertações

2.12 Propostas de políticas públicas de gestão agroambiental

Os instrumentos de políticas públicas para gestão ambiental do espaço urbano são diversos, assim como os desafios de garantir para todos os cidadãos um ambiente saudável e propício para uma boa qualidade de vida e pleno desenvolvimento da função social da cidade. Esses desafios, de certa forma, justificam a necessidade da Gestão Ambiental Urbana, que, por sua vez, configura-se como atividades dedicadas ao gerenciamento de uma cidade na perspectiva da melhoria e da conservação de sua qualidade ambiental. Nesse contexto, podemos dizer que a bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim apresenta duas particularidades, representadas pela sua vocação e preservação da identidade rural e ao mesmo tempo, sua proximidade de grandes centros urbanos, que por consequência gera uma forte pressão para a expansão urbana.

Essa característica reflete a necessidade de compatibilização do rural x urbano, dentro de uma visão de gestão pública que possibilite a qualidade de serviços públicos, incentivos à permanência e expansão das atividades agropecuárias, com especial atenção para a preservação dos recursos naturais: solo, água e vegetação nativa remanescente.

Dentro desse contexto, com os resultados gerados nesse projeto, o poder público tem total condição de elaborar políticas públicas direcionadas à recuperação ambiental de áreas degradadas, incentivos fiscais aos produtores rurais para a compatibilização de suas atividades com a preservação da flora e fauna, programas de conservação do solo e da água e também, o desenvolvimento de projetos de educação ambiental.

Visando orientar o poder público na definições de ações junto à comunidade, a seguir são elaboradas algumas considerações abordando o meio ambiente biótico e abiótico da bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim.

2.12.1 A questão das áreas de preservação permanente – APP

O planejamento de é sem dúvida nenhuma uma ação fundamental para o sucesso das atividades de recuperação de áreas de APP através da revegetação com espécies nativas ou exóticas. O PLANO DE REVEGETAÇÃO da bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim, deve ser composto por PROGRAMAS DE TRABALHO específicos para cada uma das sub-bacias e um para o curso do rio na calha central. Esses programas devem ainda ser compostos por PROJETOS DE REVEGETAÇÃO. Os projetos de trabalho devem ser individuais, correspondendo a trechos ou áreas a serem trabalhadas de acordo com suas características ambientais.

O projeto de revegetação passa inicialmente por um diagnóstico local devendo levantar informações básicas para caracterização da situação do ambiente físico (solo, água, ventos, temperatura, relevo); do ambiente biótico (vegetação de cobertura e de entorno, insetos, herbívoros e outros animais, e possíveis agentes fitopatogênicos); no ambiente antrópico informações como uso e ocupação das margens e áreas lindeiras bem como culturas e obras de infraestrutura (estradas e construções) presentes nas áreas de influencia.

Essas informações vão subsidiar uma segunda etapa do projeto que é caracterizada por estudos e formatação das diretrizes metodológicas para restauração adequada para cada situação. A terceira etapa envolve o acompanhamento operacional da execução principalmente no que se refere ao coveamento e preparo para o plantio. A etapa final é o monitoramento e manutenção das mudas.

Como forma de hierarquização, teoricamente, o indicado seria primeiro priorizar esforços e recursos para ações de vigilância de preservação e ações de enriquecimento das áreas de matas nativas, em um segundo momento atuar nas áreas mistas e posteriormente nas áreas de recuperação. Na prática as ações são dinâmicas e sabemos que o trabalho deverá ocorrer em duas frentes operacionais, enriquecimento e novos plantios.

Utilizando as informações do mapeamento de áreas prioritárias para recomposição da vegetação ciliar, as ações devem ser orientadas de acordo com essa priorização, identificando as sub-bacias com maior porcentagem de áreas com Muito Alta e Alta Prioridade para recomposição.

Dentro das sub-bacias mencionadas a hierarquização das pode ser feita do seguinte modo:

1º Matas Ciliares, 2º Fragmentos Florestais, 3º Área de Produção Agropecuária, 4º Áreas verdes em Perímetros Industriais, 5º Encostas Urbanas, 6º Faixa de Sistemas Viários.

Considerações básicas para projetos em cada uma das situações ocorrentes.

2.12.1.1 Matas Ciliares

A função hidrológica das matas ciliares se dá através dos seguintes processos principais: Geração do escoamento direto e indireto em bacias, Quantidade de água armazenada na bacia, Qualidade da água emanada da bacia, Ciclagem de nutrientes e Interação direta com o ecossistema (aquático, terrestre), entre outros. E em zonas ciliares, temos duas características comumente típicas de degradação: Áreas com Vegetação Secundária que na verdade já apresenta um certo nível de recuperação, e Áreas em Macega que na maioria das vezes se apresenta com sérios problemas edáficos.

Em áreas com Vegetação secundária pelo fato de já existir uma certa cobertura florestal, é possível se fazer à restauração quase que de imediato da forma original da área, através da técnica de enriquecimento, e a intensidade dessa técnica vai depender do estágio em que se encontra a vegetação secundária, pois ela pode ser uma capoeirinha capoeira ou capoeirão, e nessas condições o ideal é entrar com uma densidade de plantio de 800, 400, 200 mudas/há, sendo que 60% das espécies sejam Pioneiras, 15% Secundárias iniciais, 15% de Secundárias tardias, e 10% de espécies Clímax, e o número mínimo de espécies por grupo ecológico é de quatro espécies para Pioneiras, oito para Secundárias Iniciais e Tardias e 16 para Clímax, isto é, deve-se plantar no mínimo 36 espécies/Ha, e na operação de plantio as mudas deverão ser misturadas já nas caixas,

respeitando esses índices, e um exemplo de espaçamento seria Pioneira 2,0 X 2,0 m, Secundárias iniciais 4,0 X 2,0 m, Secundárias tardias 4,0 X 2,0 e Clímax 4,0 X 4,0 m.

Na operação de plantio deve-se ter alguns cuidados, como: Corte de cipós de seis meses a um ano antes do da operação, controle de invasoras, combate a formigas, adubação de covas respeitando as diretrizes da análise de solo, mas em geral é utilizada 500 Kg/ha de Superfosfato simples, e os tratos de manutenção se restringem em controlar cipós, plantas invasoras, coroamento das mudas, combate a formigas e uma atenção especial em épocas secas com relação ao fogo em épocas de estiagem.

Em áreas de Macega inicialmente opta-se pela recuperação da função de proteção da mata ciliar, onde a utilização de leguminosas florestais tem um papel fundamental, o processo de recuperação começa com um combate à formigas cortadeiras e uma roçada manual onde é deixado qualquer tipo de vegetação arbórea ou arbustiva presente no local, no plantio a densidade deverá ser de 2500 mudas/ Há e com diversidade mínima de espécies de 10 espécies/Há, sendo que dessas espécies 60% devem ser de Pioneiras preferencialmente leguminosas, e o restante de secundárias e clímax, recomenda-se que o plantio seja feito em quincôcio e em nível, os tratos culturais são os mesmos dados as matas secundarias com exceção do cortes de cipós que não serão encontrados em áreas de macega, e tem-se que dar uma atenção especial às invasoras que nessas áreas são bem comuns e os mesmos tem um alto grau de combustibilidade por se tratarem na maioria de gramíneas que secam totalmente em época de estiagem, e em áreas de. macega dependendo dos cuidados no plantio e condução esses tratos culturais sejam abandonados por completo no 6º ano, excetuando os cuidados com incêndio.

Em áreas de Matas Ciliares por serem APP's por lei, isto é, pelo seu caráter de preservação permanente, existe uma necessidade de ter a preocupação de se fazer à recuperação com algumas espécies que tem características extrativistas, pois por ser impossível o corte das mesmas plantadas ou já existentes e é sabida a dificuldade de se recuperar essas áreas se não houver algum tipo de remuneração para os proprietários, nesse sentido à necessidade de se identificar espécies frutíferas, resiníferas, oleaginosas, etc, com um relativo valor comercial, e que suportam a luminosidade do sub-bosque, para que seja aumentado o sucesso da reabilitação desses ambientes.

2.12.1.2 Fragmentos Florestais

Para a implantação de um projeto de recuperação nessas áreas, a grande diferença em relação à de Matas Ciliares com vegetação secundária (que também é um fragmento), são as espécies, isto é, o trabalho de recuperação se dará em função da especificidade de cada local ou "site", e o enquadramento desse tipo de área em não ser de Preservação permanente, permitindo assim o manejo florestal como técnica de tornar a área economicamente viável e inclusive como técnica de recuperação e conservação, é claro q isso depende do interesse do proprietário e procedimentos legais específicos de cada Estado, e nesse tipo de área também são recuperadas sua função e forma.

O processo natural da sucessão ecológica pode ser alterado em função de interferências antrópicas, que podem ser positivas, tal como através de plantios de enriquecimento, ou

negativas, tais como através do descarte de lixo e substâncias tóxicas, fogo, caça, etc. Assim, o monitoramento dos fragmentos e avaliação da biodiversidade e do avanço sucessional são fundamentais em contribuição ao sucesso no avanço sucessional, assegurando, então, a qualidade ambiental e realização dos serviços ambientais, especialmente no tocante à preservação e melhoria dos recursos hídricos e no sequestro de carbono.

No que diz respeito a identificação de espécies mais adequadas para a recuperação de áreas, recomenda-se que sejam realizado um estudo para caracterização do estágio sucessional dos fragmentos florestais remanescentes. A partir desse estudo será possível se obter informações sobre a diversidade florística e principais espécies predominantes nos principais fragmentos florestais, estágio de sucessão e preservação dos mesmos.

Adicionalmente, as campanhas educativas devem ser intensificadas, visando atingir, especialmente a população daquelas áreas limítrofes dos fragmentos nos quais foram observadas intervenções antrópicas negativas.

No quadro abaixo, são apresentados alguns pontos para reflexão e desenvolvimento de ações ambientais relacionadas com as áreas ocupadas por fragmentos florestais.

Preocupações	<ul style="list-style-type: none"> - degradação acentuada - proteção contra ação antrópica - falta de uma política municipal específica para preservação - perda do potencial de biodiversidade - risco de incêndios
Desafios	<ul style="list-style-type: none"> - desenvolvimento de política específica para proteção - levantamento florístico - levantamento para quantificação e localização dos fragmentos - legislação específica para proteção e valorização
Esforços	<ul style="list-style-type: none"> - educação ambiental - Definição e implantação de mecanismos de compensação fiscal a produtores rurais, pela preservação ambiental de suas propriedades. - envolvimento da comunidade na preservação - proteção contra ação antrópica - proteção contra incêndios - recomposição com corredores de refúgio - recomposição ciliar

2.12.2 Áreas de Produção Agropecuária

Nas áreas de produção Agropecuária limítrofe a APP, a alternativa é a implantação gradativa de sistemas agroflorestais, e dentro desse é possível introduzir vários métodos diferentes desses sistemas, de acordo com a maior afinidade de trabalho de cada produtor é indicado à atividade que para essa área seria uma solução para minimizar os efeitos negativos da agropecuária, sempre com o intuito de proteção do sistema hídrico e ecológico da bacia.

Na escolha das espécies florestais na fase inicial de implantações de Agrofloresta em áreas de produção agropecuária, são imprescindível a adoção de espécies pioneiras leguminosas florestais, pois o potencial de recuperação dessas são muito elevado, por as mesmas terem a capacidade de fixar nitrogênio, já a densidade de plantio vai variar de acordo com o método de agrofloresta adotado, mas seria de 1.000 a 2.500 mudas/Ha em fase de implantação, e com todos os desbastes e cortes podendo chegar num final de ciclo com 150-200 árvores/Ha em final de ciclo, ciclo esse que pode variar de 07 a 30 anos, lembrando que se deve tomar muito cuidado com as escolhas das espécies, pois esse é um sistema para gerar lucro, e os tratamentos silviculturais como adubação no plantio, controle de invasoras, controle de formigas, etc., são minimizados, pois a população de árvores vai se beneficiar dos tratamentos culturais das lavouras brancas diretas ou indiretamente.

2.12.3 Áreas verdes em Perímetros Industriais

As técnicas de implantação de um sistema de recuperação nesses locais se assemelham muito com o de áreas de macega, o diferencial é sobre a seleção de espécies a ser utilizadas, sendo essa bem mais rigorosa, pois as espécies escolhidas tem que ter a capacidade de suportar os frequentes impactos decorrentes das atividades industriais e urbanas, o que vai variar de acordo com o tipo de atividade são realizadas nessas indústrias, isto é, numa indústria de alumínio o conjunto de espécies será um, em uma zona de petroquímica outro, ou seja, para cada situação haverá um conjunto de espécies selecionadas.

2.12.4 Encostas urbanas

A exemplo das matas ciliares, encostas urbanas são uma situação em que a vegetação é imprescindível, como exemplo maior disso são as grandes cidades brasileiras na época das chuvas, onde as enchentes são constantes, e apesar disso, ainda não há sensibilidade dos governantes em realizar a conservação e/ou recuperação dessas áreas. O maior obstáculo ou adversidade adquirida para a realização de revegetação dessas áreas é a população de entorno, o que mostra outro componente imprescindível para todos que é a educação ambiental que se faz presente, e sem a mesma uma tentativa de recuperação seria facilmente frustrada em função da depredação que possivelmente irá ocorrer. Por essas razões que dentro das prioridades ou hierarquias essas áreas não são as primeiras a ser intervidas, pois em razão dessa sensibilização e educação ambiental o tempo seria muito mais longo nessas localidades, e entrando primeiro nas áreas que ainda não estão sofrendo muita influencia da população essa estará protegida da expansão urbana e seus efeitos negativos, e os resultados poderiam ser utilizados para a sensibilização da população.

E como técnicas de implantação, podem ser utilizadas as técnicas utilizadas em áreas de macega, salvo-guardando as aptidões das espécies do local ou ao “site”. E em casos mais específicos e bem menos onerosos é após a sensibilização da população sugerir aos moradores plantar mudas mesmo que de frutíferas em seu quintais e em locais pré-estabelecidos.

2.12.5 Faixa de Sistemas Viários

Considerando que nessas áreas são áreas onde não existe o elemento arbóreo ou arbustivo, e o que predomina uma condição de vegetação reta, utiliza-se nos dez primeiros metros da faixa lateral com vegetações de porte arbustivo geralmente ornamentais leguminosas, e no restante da faixa utiliza-se um consórcio de leguminosas consociadas com secundárias e clímax, o mesmo indicado para macegas e a adubação e plantio são recomendados às mesmas, mas nos tratos silviculturais é imprescindível a prevenção de fogo, pois se trata de estradas e são nelas que a maioria dos incêndios florestal começa.

E uma outra técnica utilizada é a hidrossemeadura com uma composição de sementes que combinam herbáceas, arbustivas e arbóreas, assim podendo agilizar o processo de revegetação, e a diminuição de custos dessa recuperação, mas certamente com um processo bem mais demorado de estabelecimento.

2.12.6 Diretrizes gerais para implantação de um projeto de revegetação ciliar

- Escolha e seleção de mudas

A escolha e seleção das mudas boas para ir para o campo são feitas seguindo algumas considerações que basicamente são: Altura da parte aérea; Diâmetro do colo; relação parte aérea / diâmetro de colo; Peso das mudas e Numero de folhas. Assim pode-se dizer que as melhores mudas para ir para o campo são as mudas com maior altura e maior diâmetro do colo, pois já é provados que na maioria das espécies esses parâmetros são os mais importantes, o essencial é que as mudas tenha mais de 25 cm de altura e entorno de 1,0 cm de diâmetro de colo, com no mínimo três pares de folhas.

- Recomendações para o coveamento

Para a abertura de covas muitas vezes usa-se brocas mecânicas ou sulcadores, mas estas também podem ser abertas manualmente com enxadas e enxadões, o que na verdade é muito mais recomendado para esse tipo de reposição pelo menor espelhamento das laterais das covas, espelhamento esse que compacta essas laterais e dificulta um pouco o estabelecimento das mudas no campo, mas esse método é pouco utilizado, pois é muito mais oneroso.

Durante a abertura das covas, o material escavado deve ser depositado ao lado de cada uma, para posterior utilização no plantio da muda.

- Cuidados com o plantio

Esta etapa, juntamente com a abertura de covas e adubação, ocupa a maior parte da mão-de-obra envolvida no projeto.

O preparo do terreno para plantio compreende em roçada mecanizada ou manual da vegetação existente (vegetação rasteira e gramíneas), impedir o acesso de gado bovino, equinos e outros animais à área a ser reflorestada, controle de formigas cortadeiras com

a localização dos ninhos e sua destruição, o restante das operações são feitas no ato do plantio (correção e adubação, abertura de covas e coroamento).

O plantio, sempre visando atender a distribuição das mudas de acordo com os estágios de sucessão natural, é feito com os cuidados necessários ao bom crescimento das mesmas, seguindo o coroamento e limpezas adicionais. A muda é colocada na cova sem o recipiente que a contém (saco plástico ou outro qualquer), observando o nivelamento do colo da planta com a superfície do solo e escorando-a com tutor.

Os espaçamentos podem variar de 2,0 m x 2,0 m a 3,3 m x 3,3 m - de 4 a 10 metros quadrados por planta, o que determina uma população de 1.000 a 2.500 plantas por Ha. É empregado representantes de todos os estágios de sucessão possíveis e disponíveis no momento do plantio, distribuídas na seguinte relação percentual: 50:25:15:10 para Pioneira: Secundária Inicial: Secundária Tardia: Clímax, trabalhando-se com no mínimo 20 a 30 espécies diferentes.

A adubação é feita para covas com dimensões proporcionais a 0,4 metros cúbicos, com 300 g de Superfosfato Simples Granulado, evitando-se alterações no ambiente natural das plantas nativas e despesas de grandes proporções e/ou aplicação e incorporação de adubo orgânico. A adubação de cobertura poderá ser feita uma vez no início do período das chuvas, utilizando-se 30 g de ureia e 15 g de Cloreto de Potássio por cova.

2.12.7 Reposição condução e manutenção das áreas revegetadas

Realizar vistorias, e estas geralmente seguem as seguintes regras: Vistorias intensas logo após o plantio, passando as ser quinzenais após o primeiro mês e mensais após o sexto mês, sempre visando controles de ervas, tratamentos fitossanitários, combate às saúvas cortadeiras e reposição de mudas. A reposição de mudas é feita quando os níveis de perdas comprometem a formação geral da mata, ou quando estas ocorrerem em forma de grandes reboleiras e realizar a capina (coroamento) das áreas plantadas, o combate a pragas e doenças (formigas, fungos e outros), a adubação em cobertura ao final do primeiro ano do plantio e no replantio de falhas que vierem a ser observadas durante o desenvolvimento da vegetação introduzida. Coroamento (capina ao redor) das mudas e roçadas nas faixas de cultivo sempre que necessário, especialmente nos três primeiros anos pelo menos duas vezes no primeiro ano e sempre que necessário, a partir do segundo ano. As roçadas, capinas de manutenção e controle de formigas, devem ser realizadas até o terceiro ano do plantio, pois a partir deste momento as intervenções são ocasionais.

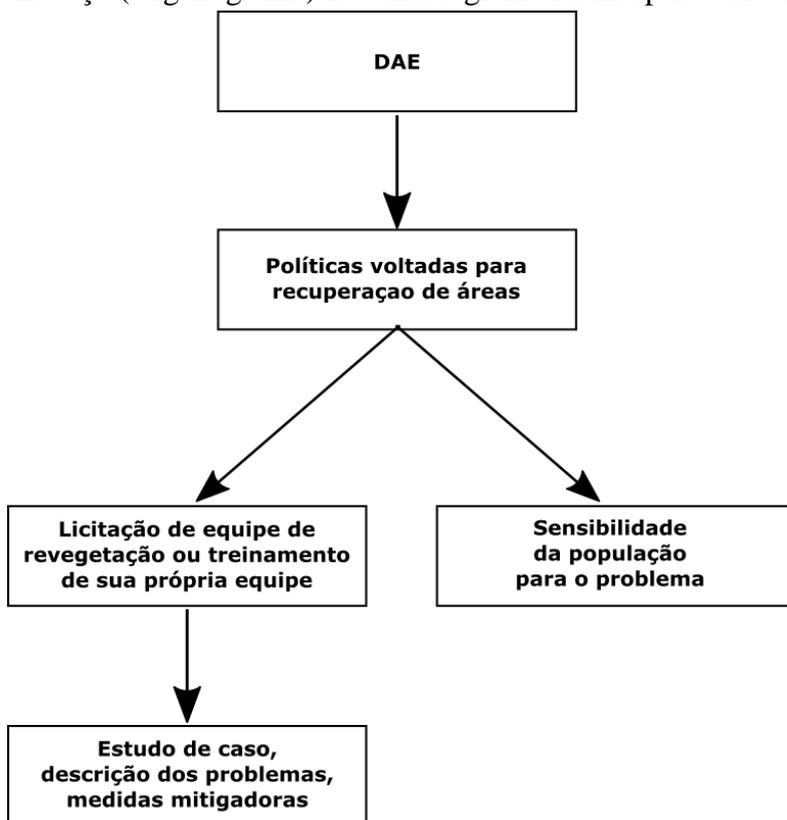
- Características fundamentais das pessoas (auxiliares, técnicos e chefes), que operam a revegetação.

Para um bom resultado na execução de projetos dessa natureza é de fundamental importância um bom treinamento do pessoal (auxiliares, técnicos e chefes) que o implantará. Visando capacita-los sobre a importância da preservação das florestas primárias e recuperação e enriquecimento das florestas nativas secundárias (coleta de sementes, produção de mudas e reflorestamento com nativas). E paralelamente proporcionar aos agricultores e proprietários de terra, conhecimentos e métodos para

preservação e recuperação de áreas, através da implantação de reflorestamentos com espécies nativas.

Mas mesmo com o treinamento, deverá ser observadas algumas características desejáveis nessas pessoas, que são: Sensibilidade para com o meio em que estão trabalhando; Ter capacidade de resolver problemas emergenciais; Capacidade de bom relacionamento e paciência com os proprietários de terras onde a implantação da recuperação estará sendo feita; Gostar do que estão fazendo; Ser muito atencioso e saber o porque está fazendo esse trabalho; Saber manusear as mudas e introduzi-las ao solo, pois as mesmas são delicadas, etc.

Esboço (Organograma) De um Programa Municipal de Revegetação Ciliar



2.12.8 Monitoramento da qualidade da água

O monitoramento da qualidade das águas superficiais deve ser mantido e abranger as sub bacias hidrográficas que formam a bacia do rio Jundiá-Mirim. Recomenda-se a continuidade do monitoramento, como forma de monitorar a qualidade da água e identificar possíveis fontes poluidoras. Ações de fiscalização ambiental devem ser implementadas visando a identificação de lançamentos clandestinos de esgoto. Para áreas mais afastadas dos centros urbanos, recomendam-se ações de monitoramento em áreas sem cobertura de rede de coleta de esgoto, orientando sobretudo quanto a instalação correta de fossas sépticas.

A seguir são apresentadas algumas sugestões de pontos para reflexão e desenvolvimento de ações operacionais relacionadas com fossas sépticas

Preocupações	- eficiência operacional dos aparelhos - condições estruturais - pouca incidência - destino do resíduo sólido
Desafios	- popularização do modelo - cadastro dos imóveis - substituição das fossas negras por sépticas
Esforços	- fiscalização - educação ambiental - legislação promotora da utilização de fossas sépticas

2.12.9 Resíduos sólidos

A gestão e o gerenciamento integrado de resíduos sólidos urbanos deve constituir numa atividade prioritária do saneamento ambiental, e tem como objetivo principal propiciar a melhoria ou a manutenção da saúde, isto é, o bem estar físico, social e mental da comunidade. Assim, por exemplo, pode-se afirmar que a prioridade dada à redução de resíduos ou a determinada tecnologia de destinação final é uma tomada de decisão em nível de gestão. Lembrando-se de que para viabilizar esta tomada de decisão é imprescindível estabelecer as condições políticas, institucionais, legais, financeiras, sociais e ambientais necessárias. Por sua vez, os aspectos tecnológicos e operacionais relacionados a determinado programa de redução na fonte ou à implementação de um aterro de disposição de resíduos, o que envolve também os fatores administrativos, econômicos, sociais, entre outros, são de atribuição do gerenciador do sistema de limpeza urbana.

No diagnóstico de áreas degradadas realizado neste projeto, a questão da poluição ambiental por despejo de resíduos sólidos (lixo, restos de material de construção, móveis, etc.) são aspectos que devem ser avaliados e trabalhados em ações de educação ambiental, principalmente com as crianças do ensino fundamental.

Recomenda-se que os técnicos do DAE analisem com atenção o levantamento das áreas degradadas, identificando e priorizando ações emergenciais para eliminação do foco de degradação, além é claro, da implementação de ações voltadas à orientação da comunidade inserida nos locais sob os referidos impactos ambientais.

Como ações orientadoras, destacamos no quadro abaixo alguns pontos que devem ser considerados na mitigação desses problemas.

Preocupações	- dispersão de resíduos sólidos - contaminação do manancial - falta de eficiência na coleta - ausência da coleta - queima sem critérios - enterrio sem critérios - falta de conscientização da população
--------------	--

Desafios	- efetivo gerenciamento da coleta - educação ambiental efetiva - organização comunitária - adoção de programa de reciclagem
Esforços	- estruturação da coleta - controle ambiental - legislação - educação ambiental em todos os níveis

2.12.10 Áreas agrícolas

No que diz respeito as áreas agrícolas o Zoneamento Agroambiental proposto para essas áreas, e que foi apresentado na primeira fase dos estudos realizados na bacia hidrográfica do rio Jundiá-Mirim, estratificou-as em três classes a saber:

- SA-1 – áreas ocupadas por atividades agrícolas compatíveis com a classe de capacidade de uso do solo, mas que exigem práticas simples de conservação e manejo do solo
- SA-2 – áreas ocupadas por atividades agrícolas parcialmente adequadas ao sistema de capacidade de uso das terras, e que exigem práticas mais complexas de conservação e manejo do solo.
- SA-3 – áreas ocupadas por atividades agrícolas acima da capacidade de uso do solo e que portanto, tem grande potencial de desencadear processos erosivos, caso não sejam adotadas medidas mais restritivas ou aplicadas técnicas intensivas de manejo e conservação do solo

Recomenda-se que as secretarias de agricultura e de gestão ambiental atuem em conjunto, realizando um monitoramento dessas áreas e orientando os agricultores no sentido de adequarem suas atividades agrícolas ao Manual Técnico de Manejo e Conservação do Solo e da Água (página 121, volume II) que pode ser consultado no link: http://www.cati.sp.gov.br/new/acervo/recursos_naturais/manualAguaSolo.pdf

Conforme consta no referido manual elaborado pela CATI (Coordenadoria de Assistência Técnica Integral), as práticas simples de conservação do solo são aquelas que podem utilizar uma prática de forma isolada para a redução da erosão ou melhoria da qualidade do solo, sendo suficiente para evitar a degradação do solo. São práticas vegetativas, edáficas e mecânicas como o preparo e o cultivo em nível, a manutenção de palha na superfície, a adubação adequada, as quais são utilizadas para aumentar a cobertura vegetal ou aumentar a infiltração de água no solo. As práticas complexas de conservação do solo exigem o planejamento integrado de diversas práticas para controlar

o processo erosivo. Geralmente envolvem práticas para controle do escoamento superficial, em geral mecânicas como o terraceamento, associadas com práticas vegetativas e edáficas.

2.12.11 Programas de conscientização e educação ambiental

Incentivar e promover em parceria com a prefeitura de Jundiaí e outras entidades, ações de conscientização da população de modo geral sobre a importância de preservar, economizar e recuperar os recursos hídricos, revertendo a situação de degradação do meio-ambiente para garantir a boa qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável da região.

Inserir a bacia hidrográfica do rio Jundiaí-Mirim no contexto ambiental do município de Jundiaí de modo a instruir a sociedade sobre a importância desse manancial para o município de Jundiaí.

Campinas, 23 de novembro de 2016

Dr. Jener Fernando Leite de Moraes
IAC – CPD de Solos e Recursos Ambientais
Pesquisador Científico